

Trafiksikkerhed på motorveje

Guide til beregning af ulykker og personskader
- Eksisterende anlæg, ombygning og nyanlæg



TITEL

Trafiksikkerhed på motorveje

DATO

4. december 2023

ISBN

978-87-7595-089-8

COPYRIGHT

Vejdirektoratet, 2023

Indhold

Introduktion	4
Læsevejledning	4
Baggrund & formål	6
Begrænsninger	7
Før brug af beregningsværktøjet	8
Beregning af ulykker og personskader	8
Simpel tilgang	8
Nuanceret tilgang	8
Beregningsværktøjets fire Excel-ark	9
Inddata	9
Anvendte oplysninger	11
Beregningsark	12
Resultat valgt periode	13
Trin 1 – Strækningstype og -længde	14
Strækningslængde og -type	14
De fem mest almindelige strækningstyper	14
Motorvejsstrækning	15
Frakørselsflettestrækning	16
Frakørselsrampe	17
Tilkørselsflettestrækning	19
Tilkørselsrampe	20
Øvrige strækningstyper	21
Motorvejsforgrening	21
Motorvejsammenløb	22
Motorvejsvekselstrækning	23
Sideanlæg	24
Dobbeltrettet rampe	24
Strækningstyper i motorvejskryds	26
Parallelspor	27
Rampeforgrening	28
Rampesammenløb	28
Rampevekselstrækning	28

Trin 2 – Trafikmængde (ÅDT)	29
Eksisterende anlæg	29
Nyanlæg og større ombygning	30
Trin 3 – Vejdesign og regulering	31
Startværdier og sikkerhedsfaktorer	31
Trin 4 - Resultat af beregninger	34
Definition af ulykker og personskader	35
Definition af ulykkesomkostninger	35
Ulykker og personskader angivet i 'Beregningsark'	35
Ulykker og personskader angivet i 'Resultat valgt periode'	36
Case - Større ombygning	38
Eksisterende situation	38
Ny situation	42
Den trafiksikkerhedsmæssige effekt	44
Bilag 1 - Startværdier	45
Bilag 2 – Sikkerhedsfaktorer	47
Antal gennemgående kørespor	48
Bredde af kørespor	48
Bredde af nødspor	49
Brug af nødspor til kørespor	50
Bredde af indre kantbane	50
Bredde af midterrabat	51
Radius på horisontalkurver	52
Kurveafmærkning	53
Vejbelysning	54
Hastighedsbegrænsning	54
Variable hastighedstavler	55
Rampedosering	55
Design af rampeanlæg	56
Referencer	57

Introduktion



Dette notat er en guide til et beregningsværktøj, der kan estimere antallet af politiregistrerede ulykker og personskader på motorveje med forskellige vejgeometrier og reguleringer.

Beregningsværktøjet er udviklet for Vejdirektoratet af Trafitec. Værktøjet bygger på omfattende ulykkes-, trafik- og vejdata fra perioden 2006-2020. Løsningen er udviklet i Excel og er tilgængelig på [Vejdirektoratet.dk](https://vejdirektoratet.dk).

Det bagvedliggende arbejde for udvikling af værktøjet er beskrevet i rapporten *Opdaterede ulykkesmodeller og sikkerhedsfaktorer for motorveje*.¹

Nærværende guide præsenterer nødvendig information og metoder til brug af beregningsværktøjet.

Læsevejledning

Guiden giver en kort indførelse i de forskellige trin i beregningsværktøjet - trin som er afgørende for at kunne estimere omfanget af politiregistrerede trafikulykker og personskader så præcist som muligt. Således beskrives strækningstyper, brug af relevante trafikdata samt hvilke forhold i vejgeometri og reguleringer, der påvirker trafiksikkerheden.

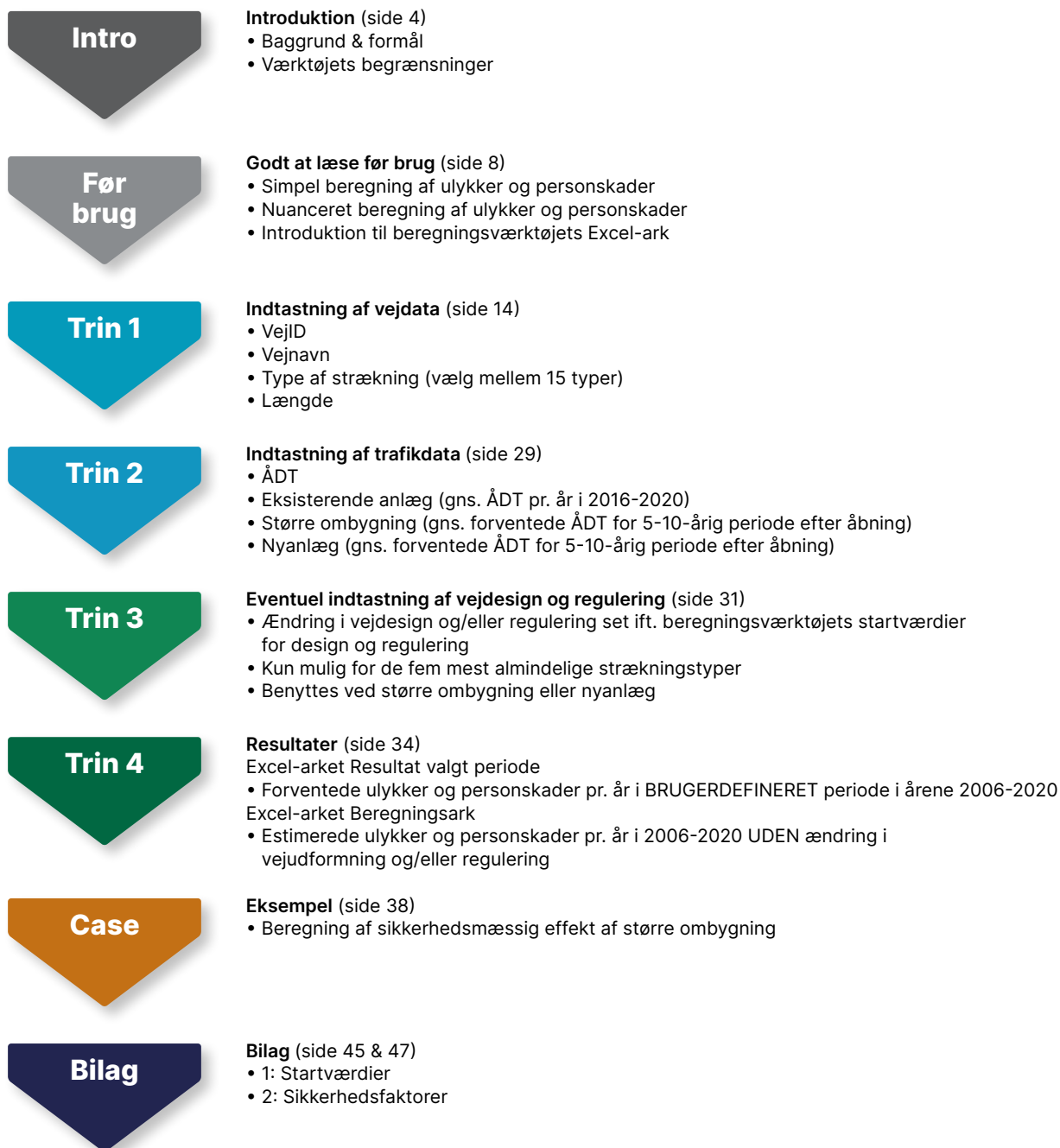
Figur 1 illustrerer de forskellige kapitler i denne guide og en kort beskrivelse af kapitlernes indhold.

I *Intro (introduktion)* beskrives baggrunden for og formålet med beregningsværktøjet samt værktøjets begrænsninger.

Før brug præsenterer beregningsværktøjets tilgang til beregning af det forventede antal politiregistrerede ulykker og personskader, samt en mere nuanceret tilgang. Desuden introduceres de fire Excel-ark, der udgør beregningsværktøjet. Som kapitlets navn antyder, anbefales det at læse dette kapitel før brug af værktøjet.

Kapitlerne *Trin 1*, *Trin 2* og *Trin 3* beskriver og definerer de oplysninger, som skal indtastes i beregningsværktøjets Excel-ark "Inddata":

¹ Opdaterede ulykkesmodeller og sikkerhedsfaktorer for motorveje. Baseret på data fra 2006-2020 og nyere undersøgelser, Trafitec - marts 2023.



Figur 1. Illustration af guidens kapitler og indholdet af disse.

Trin 1 omfatter beskrivelse af de første oplysninger, der skal indtastes, herunder vej-id, vejnavn, strækningens længde og type. Således defineres også de 15 strækningstyper, som beregningsværktøjet kan håndtere.

Trin 2 beskriver, hvorledes årsdøgntrafik defineres for hhv. en eksisterende strækning, en større strækningsombygning og for et nyanlæg.

Trin 3 omhandler beregningsværktøjets såkaldte "startværdier" og "sikkerhedsfaktorer". Beregningsværktøjet benytter kun sikkerhedsfaktorer, hvis vejens design og/eller regulering ændres - og hvis denne ændring i design og regulering adskiller sig fra beregningsværktøjets startværdier.

Startværdier og sikkerhedsfaktorer fremgår af hhv. *Bilag 1* og *Bilag 2*.

Trin 4 beskriver, hvorledes resultaterne i to af værktøjets Excel-ark skal aflæses, og i hvilke situationer det er hensigtsmæssigt at anvende resultaterne fra det ene eller det andet ark.

Kapitlet *Case* indeholder et eksempel på en forhåndsvurdering af den trafiksikkerhedsmæssige effekt af at etablere nødspor på en del af Vestmotorvejen.

Som nævnt ovenfor indeholder *Bilag 1* og *Bilag 2* beregningsværktøjets startværdier og sikkerhedsfaktorer.

Sidst i notatet findes en *Referenceliste*.

Baggrund & formål

Værktøjet og den tilhørende guide er målrettet fagfolk, herunder praktikerne, både i Vejdirektoratet og hos rådgivere, der arbejder med planlægning af nye motorveje og/eller større ombygninger af eksisterende motorveje.

Beregningsværktøjet er udviklet med henblik på at forbedre planlæggerens mulighed for at beregne, analysere og vurdere trafiksikkerheden på i alt 15 forskellige typer af strækninger på motorvejsnettet.

Beregningsværktøjet tager udgangspunkt i en række modeller og gennemsnitsberegninger baseret på den udformning og regulering, som de 15 strækningstyper oftest har på det danske motorvejsnet. Værktøjet kan således nemt benyttes til beregning af det forventede antal politiregistrerede ulykker og personskader på hver af de 15 strækningstyper – alene ud fra viden om strækningstype, strækningens længde samt årsdøgntrafik.

I tilknytning til de fem mest almindelige strækningstyper er der mulighed for at præcisere og nuancere beregningen vha. en række såkaldte *sikkerhedsfaktorer*. Faktorerne beskriver afvigelser i vejstrækningens udformning og regulering ift. til de modeller, som beregningsværktøjet er bygget op omkring. Ved brug af sikkerhedsfaktorer kan det forventede antal ulykker og personskader således beregnes for en stor andel af det *eksisterende* motorvejsnet med den variation i vejdesign og regulering, der findes.

I forbindelse med planlægning og projektering af *nye* motorveje og *ombygning af eksisterende* motorveje muliggør sikkerhedsfaktorerne desuden beregning af det forventede antal ulykker og personskader for motorveje med *alternative* vejdesigns og reguleringer.

15 strækningstyper

De fem mest almindelige typer:

- Motorvejsstrækning
- Frakørselsflettestrækning
- Tilkørselsflettestrækning
- Frakørselsrampe
- Tilkørselsrampe

Øvrige strækningstyper:

- Motorvejsforgrening
- Motorvejssammenløb
- Motorvejsvekselstrækning
- Sideanlæg
- Dobbeltrettet rampe

Strækningstyper i MV-kryds:

- Forbindelsesrampe
- Parallelspor
- Rampeforgrening
- Ramplesammenløb
- Rampevekselstrækning

Begrænsninger

Det er vigtigt at være opmærksom på begrænsninger ved beregningsværktøjet:

Datagrundlag: Værktøjet er baseret på ulykkes-, trafik- og vejdata fra perioden 2006-2020. Der er tale om politiregistrerede ulykker samt kvalitetssikrede trafik- og vejdata registreret i vejman. Beregningsværktøjets resultater og estimater er kun så pålidelige, som de tilgængelige data.

Generelle forudsætninger: Værktøjet er baseret på faktuelle historiske data fra perioden 2006-2020. Trafiksikkerheden på motorveje blev forbedret i perioden fra 2006-2012, og har siden da været nogenlunde uændret. I værktøjet er der ikke indlagt en prognose for trafiksikkerheden i fremtiden - fremadrettet kan der komme både gode og dårlige perioder. Når værktøjet benyttes til beregning af et forventede antal ulykker i fremtiden, foretages beregningen således bl.a. på baggrund af den historiske udvikling i trafiksikkerhed - og fremtidige forventede trafiktal. Hertil skal bemærkes, at data for 5-årsperioden 2016-2020 anses for at give det bedste bud på fremtidige ulykkes- og skadesfrekvenser.

Brugerens ekspertise: Beregningsværktøjet kan være en nyttig hjælp, men dets effektivitet er afhængig af, at det anvendes korrekt. For at opnå pålidelige resultater er det derfor vigtigt, at brugeren bliver fortrolig med værktøjet og dets begrænsninger.

Det er vigtigt at bruge beregningsværktøjet med omtanke og supplere dets resultater med lokal viden, erfaring og ekspertise. Værktøjet bør ses som et supplement til den overordnede vurdering af trafiksikkerhed og ikke som den eneste kilde til beslutningsgrundlag.

Før brug af beregningsværktøjet

Kapitlet præsenterer beregningsværktøjets simple tilgang til beregning af det forventede antal politiregistrerede ulykker og personskader samt en mere nuanceret tilgang. Desuden introduceres de fire Excel-ark, der udgør beregningsværktøjet.

Beregning af ulykker og personskader

I tilknytning til hver af de 15 strækningstyper tilbyder beregningsværktøjet en simpel tilgang til beregning af ulykker og personskader. For de fem mest almindelige strækningstyper findes desuden en mere nuanceret tilgang.

Beregning af det forventede antal politiregistrerede ulykker og personskader

- Simpel tilgang kan benyttes for alle 15 strækningstyper
- Nuanceret tilgang kan benyttes for de fem mest almindelige strækningstyper
- Begge tilgange kræver kendskab til strækningstype, -længde og ÅDT for det år eller den periode, der ønskes af ulykker og personskader for
- Nuanceret tilgang kræver desuden oplysning om ændret vejdesign og regulering

Simpel tilgang

Den *simple tilgang* til beregning af ulykker og personskader tager udgangspunkt i de designs og reguleringer, der kendetegner de 15 strækningstyper, som beregningsværktøjet inkluderer.

For at bruge den *simple tilgang* kræves blot kendskab til:

- Strækningstype
- Strækningsslængde
- Trafikmængde: ÅDT i det år - eller den periode - man ønsker at beregne ulykker og personskader for

Ud fra ovenstående oplysninger beregner værktøjet det forventede antal politiregistrerede ulykker og personskader pr. år for det år - eller den periode - hvor ÅDT er angivet.

Nuanceret tilgang

Beregningsværktøjet tilbyder en nuanceret tilgang, der kan anvendes i forhold til de fem mest almindelige strækningstyper på motorvejsnettet; motorvejsstrækning, til- og frakørselsrampe samt til- og frakørselsflettestrækning.

Den nuancerede tilgang giver mulighed for at ændre det specifikke vejdesign og/eller regulering, der er udgangspunktet i beregningsværktøjet.

Ved planlægning og projektering af nye motorveje eller ombygning af eksisterende motorveje kan den nuancerede tilgang benyttes til beregning af ulykker og personskader for motorveje med alternative designs og reguleringer. Dette omfatter udformning og regulering, der adskiller sig fra den vejudformning og regulering,

som værktøjet er baseret på – også kaldet "startværdier". Startværdier fremgår af Bilag 1.

Ved at benytte den nuancerede tilgang opnås en mere præcis beregning og vurderinger af trafikikkerheden, som er tilpasset de specifikke forhold på strækningen.

For at kunne lave en nuanceret beregning kræves kendskab til:

- Strækningstype
- Strækningsslængde
- Trafikmængde: ÅDT i det år - eller den periode - man ønsker at beregne ulykker og personskader for
- Oplysninger om den del af vejudformningen og/eller reguleringen, som man ønsker at ændre – fx antal kørespor og køresporsbredde. Parametre der kan ændres fremgår af Bilag 2.

Ud fra oplysningerne beregner værktøjet det forventede antal politiregistrerede ulykker og personskader pr. år for det år - eller den periode - hvor ÅDT er angivet.

Beregningsværktøjets fire Excel-ark

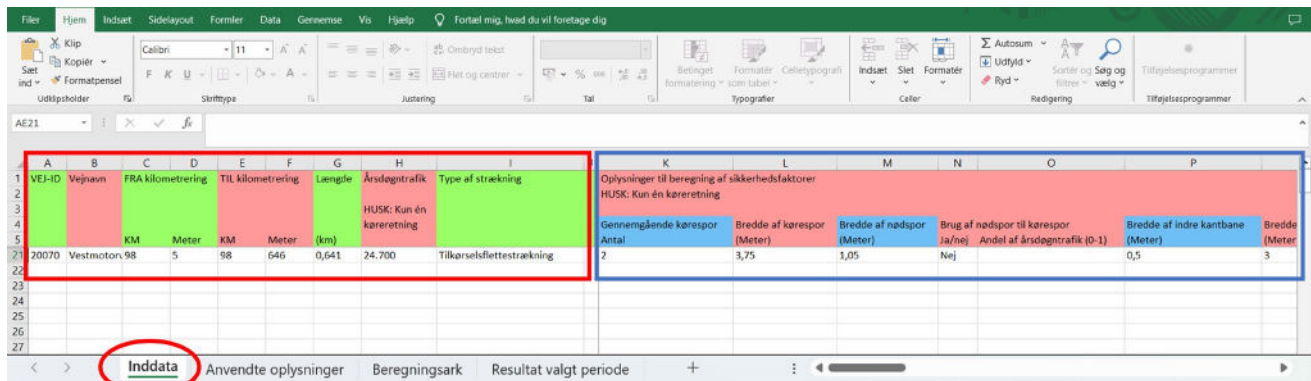
Nedenfor introduceres de fire Excel-ark, som beregningsværktøjet består af. Bemærk, at Excel-arkene, herunder de oplysninger der skal indtastes, beskrives mere detaljeret i de følgende kapitler; Trin 1 til Trin 4.

1. **Inddata:** Her indtastes oplysninger om strækning
2. **Anvendte oplysninger:** Viser de oplysninger, som beregningsværktøjet benytter til beregning af ulykker og personskader
3. **Beregningsark:** Viser sikkerhedsfaktorer, som beregningsværktøjet benytter til beregning af ulykker og personskader. Desuden et estimat på antal ulykker og personskader pr. år i perioden 2006-2020 UDEN brug af sikkerhedsfaktorer
4. **Resultat valgt periode:** Præsenterer det forventede antal ulykker og personskader pr. år i en brugerdefineret periode inden for tidsintervallet 2006-2020. Desuden ulykkesomkostninger pr. år i samme periode

Inddata

Excel-arket *Inddata* er det eneste ark i beregningsværktøjet, hvor der kan indtastes oplysninger.

Arket *Inddata* benyttes til indtastning af strækningsoplysninger, herunder: VejID, vejnavn, fra/til kilometrer og/eller strækningsslængde, strækningstype (Trin 1) samt trafikmængde (Trin 2).



For de fem mest almindelige strækningstyper, hvor en mere nuanceret beregning er mulig, kan der også indtastes relevante oplysninger om vejdesign og/eller regulering (kolonnerne K til AE). Beregningsværktøjet bruger disse oplysninger til at beregne såkaldte sikkerhedsfaktorer (Trin 3).

For de resterende ti strækningstyper, dvs. *Øvrige strækningstyper* og *Strækningstyper i MV-kryds*, er det ikke muligt at ændre i vejens design og/eller regulering. I arket *Anvendte oplysninger* vil disse celler derfor altid fremstå som "irrelevant".

Valg og definition af *Inddata* beskrives nærmere i kapitlerne *Trin 1* og *Trin 2*.

15 strækningstyper

De fem mest almindelige typer:

- Motorvejsstrækning
- Frakørselsflettestrækning
- Tilkørselsflettestrækning
- Frakørselsrampe
- Tilkørselsrampe

Øvrige strækningstyper:

- Motorvejsforgrening
- Motorvejssammenløb
- Motorvejsvekselstrækning
- Sideanlæg
- Dobbeltrettet rampe

Strækningstyper i MV-kryds:

- Forbindelsesrampe
- Parallelspor
- Rampeforgrening
- Ramplesammenløb
- Rampevekselstrækning

Anvendte oplysninger

Excel-arket *Anvendte oplysninger* viser de oplysninger, som beregningsværktøjet benytter i forbindelse med beregningen af ulykker og personskader. Arket er ren oplysning, brugeren skal ikke ændre i arket.

Hvis der ikke er angivet oplysninger om vejdesign og/eller regulering i *Inddata*, vil værktøjet anvende startværdierne for vejudformning og regulering, som modellerne "bag" værktøjet er baseret på. Dette gælder uanset strækningstype.

VEJ-ID	Vejnavn	FRA kilometrer	TIL kilometrer	Længde (km)	Årsdøgntrafik	Type af strækning	Oplysninger til beregning af sikkerhedsfaktorer							
		KM	Meter	KM	Meter (km)		Gennemgående kørespor (Antal)	Bredder af kørespor (Meter)	Bredder af nødspor (Meter)	Brug af nødspor til kørespor (Ja/nej)	Andel af årsdøgntrafik (0-1)	Bredder af indre kantbane (Meter)	Bredder af ydre kantbane (Meter)	
20070	Vestmotor 98	5	98	646	0,641	24.700	Tilkørselsflettestrækning	2	3,75	1,05	Nej	0,00	0,50	3,00
								Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant
								Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant
								Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant
								Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant
								Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant	Irrelevant

Ændres vejdesign eller regulering i *Inddata*, fx antal kørespor, fremgår dette af arket *Anvendte oplysninger* samt i *Beregningsark*, hvor sikkerhedsfaktoren i de fleste tilfælde ændrer sig fra 1,00.

Beregningsark

Excel-arket *Beregningsark* viser de sikkerhedsfaktorer, som bruges af beregningsværktøjet. Arket er ren oplysning, brugeren skal ikke ændre i arket.

En sikkerhedsfaktor angiver ændringer i trafikikkerheden, når beregningsværktøjets startværdi for vejdesign og/eller regulering ændres i arket *Inddata*.

En sikkerhedsfaktor med værdien 1,00 betyder, at værktøjets beregning af ulykker og personskader er baseret på den vejudformning og regulering, som oftest gør sig gældende på det danske motorvejsnet i perioden 2006-2020 – for den konkrete strækningstype.

Som standard (startværdi) er sikkerhedsfaktoren for alle vejudformninger og reguleringer 1,00, medmindre der indtastes en anden vejudformning og/eller regulering i *Inddata*, hvilket i de fleste tilfælde vil have betydning for sikkerhedsfaktorens størrelse. Der er dog en enkelt undtagelse, nemlig "Bredde af kørespor": For tre strækningstyper; motorvejsstrækning og fra- og tilkørselsflettestrækning, er startværdien for bredde af kørespor 1,01 af beregningstekniske årsager.

Ændres vejudformning og/eller regulering i *Inddata*, fx antal kørespor, fremgår det af arket *Anvendte oplysninger* samt i *Beregningsark*, hvor sikkerhedsfaktoren i de fleste tilfælde ændrer sig fra 1,00.

VEJ-ID	Vejnavn	FRA kilometrer	TIL kilometrer	Længde	Årsdagstrafik	Type af strækning	Sikkerhedsfaktorer						
		KM	Meter	KM	Meter	(km)	HUSK: Kun én køreretning	Gennemgående kørespor	Bredde af kørespor	Bredde af nødspor	Brug af nødspor til kørespor	Bredde af indre kantbane	Bredde af midterbane
20070	Vestmotor,98	5	98	646	0,641	24.700	Tilkørselsflettestrækning	1,00	0,98	1,26	1,00	1,00	1,00
								1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
								1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
								1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
								1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
								1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
								1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
								1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
								1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

I arket benyttes flere forkortelser: P-ulykke, M- og E-ulykke, som refererer til hhv. personskaadeulykke, materielkskaadeulykke og ekstrauheld, mens PSK anvendes som forkortelse for personskaade.

Yderst til højre i *Beregningsark* angives et beregnet estimat for antal ulykker og personskaader pr. år i perioden 2006-2020 uden hensyntagen til sikkerhedsfaktorer – også selvom der i *Inddata* skulle være indtastet ændringer i vejudformning og/eller regulering. *Beregningsark*, herunder sikkerhedsfaktorer, beskrives nærmere i kapitlet *Trin 3*.

VEJ-ID	Vejnavn	FRA kilometrer	TIL kilometrer	Længde	Årsdagstrafik	Type af strækning	Modellers estimater for ulykker og personskaader pr. år								
		KM	Meter	KM	Meter	(km)	HUSK: Kun én køreretning	Resultater af grund- og basismodeller uden brug af sikkerhedsfaktorer							
								M- og E-ulykke	Personskadeulykker	Materielkskaadeulykker	Ekstrauheld	Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Periode
20070	Vestmotor,98	5	98	646	0,641	24.700	Tilkørselsflettestrækning	1,00	0,0540	0,2558	0,5294	0,0074	0,0318	0,0413	2006-2020
								1,00							
								1,00							
								1,00							
								1,00							
								1,00							
								1,00							
								1,00							
								1,00							

Resultat valgt periode

Excel-arket *Resultat valgt periode* præsenterer det forventede antal ulykker og personskader pr. år i en brugerdefineret periode inden for tidsintervallet 2006-2020. Beregningerne er baseret på eventuelle relevante sikkerhedsfaktorer, herunder startværdien for "Bredde af kørespor" for motorvejsstrækning samt til- og frakørselsflettestrækning. Derudover angives ulykkesomkostninger pr. år, som er beregnet ud fra 2020-pris-niveauet.

Trin 4 i processen for beregning af ulykker og personskader er enkel, da det blot indebærer aflæsning af resultaterne fra beregningen.

VEJ-ID	Vejnavn	FRA kilometrer	TIL kilometrer	Længde	Årsdøgntrafik	Type af strækning	Forventede ulykker og personskader pr. år				FRA:	TIL:	Antal år:			
		KM	Meter	Meter	(km)	HUSK: Kun én køreretning	Personskadeulykker	Materielskadeulykker	Person- og materielskadeulykker	Ekstrauehold	Lette skader	Alvorlige skader	Lette skader	Alle pe		
20070	Vestmotor	98	5	98	646	0,641	24.700	Tilkørselsflettestrækning	0,0425	0,3354	0,3779	0,6291	3049	0,0238	0,0278	0,0565

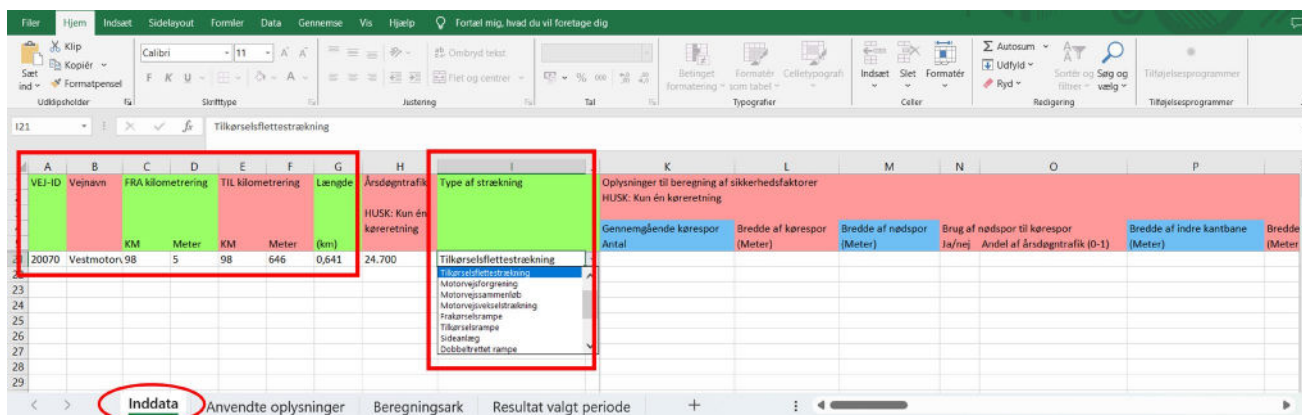
Trin 1 – Strækningstype og -længde

Trin 1 i processen for beregning af ulykker og personskader indebærer indtastning af nogle overordnede oplysninger i Excel-arket *Inddata*. Disse oplysninger omfatter VEJ-ID, vejnavn, strækningens længde og/eller til-/frakilometrerings samt strækningstype.

For at kunne foretage beregninger af ulykker og personskader er det afgørende at indtaste både strækningens længde og strækningstype. Hvis én eller begge parametre ikke indtastes, vil beregningerne ikke blive udført.

Strækningens længde og -type

Strækningens længde kan indtastes direkte (angivet i km i kolonne G), alternativt indtastes strækningens fra-til kilometrerings, hvorefter længden automatisk beregnes (kolonne C, D, E, F). Det anbefales dog at indtaste strækningens længde direkte i kolonne G, da en eventuel fejlkilometer i vejens kilometrerings kan føre til en fejlagtig strækningens længde.



Strækningstypen vælges ud fra "select"-listen i kolonne I. Her peges på den strækningstype, som man ønsker at beregne trafikikkerheden for. Der kan vælges mellem de foromtalt 15 typer. For hver af de 15 strækningstyper kan beregningsværktøjet nemt anvendes til at estimere antallet af ulykker og personskader – blot ved viden om strækningstype, strækningens længde samt trafikmængde.

I det følgende findes definition og principskitse for de 15 strækningstyper.

De fem mest almindelige strækningstyper

<p>De fem mest almindelige typer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motorvejsstrækning • Frakørselsflettestrækning • Tilkørselsflettestrækning • Frakørselsrampe • Tilkørselsrampe 	<p>Øvrige strækningstyper:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motorvejsforgrening • Motorvejssammenløb • Motorvejsvekselstrækning • Sideanlæg • Dobbeltrettet rampe 	<p>Strækningstyper i MV-kryds:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forbindelsesrampe • Parallelspor • Rampeforgrening • Rampesammenløb • Rampevekselstrækning
---	---	--

Motorvejsstrækning

En *motorvejsstrækning* refererer til den ene side af motorvejen, dvs. én køreretning. På en motorvejsstrækning er der ingen til- og frakørsler, sammenløb eller forgreninger. Der skal være mindst 400 meter til kilestrækning ved en tilkørsel, mindst 100 meter til kilestrækning ved en frakørsel samt mindst 100 meter til en spærreflade ved en motorvejsforgrening.



Motorvejsstrækning omfatter:

- Den ene side af motorvejen
- Ingen til-/frakørsel
- Ingen MV-sammenløb el. MV-forgrening
- 400 m til kilestrækning v/tilkørsel
- 100 m til kilestrækning v/frakørsel
- 100 m til MV-forgrening

Vær opmærksom på:

- En motorvejsstrækning skal opdeles i delstrækninger, hvis antallet af kørespor ændres
- Der bør også ske en opdeling, hvis kørespor, nødspor, indre kantbane eller midterrabat over et længere stykke (mere end 1 km) ændrer sig markant i bredde, (en ændring er markant, hvis den har betydning for størrelsen på sikkerhedsfaktoren. I bilag 2 kan sikkerhedsfaktorens størrelse aflæses for en specifik bredde af de nævnte parametre), men...
- ... Opdeling er ikke nødvendig, hvis kørespor er 3,75 meter eller bredere, eller hvis nødspor er 3,0 m eller bredere
- Strækninger kan yderligere opdeles, hvis vejbelysning starter eller stopper, hvis hastighedsbegrænsningen ændres, eller hvis vejens kurvatur ændrer sig markant
- Hastighedsbegrænsningen sættes til 110 km/t eller 130 km/t, hvis den er det. Ved alle andre hastighedsbegrænsninger indtastes INGEN værdi

Frakørselsflettestrækning

En *frakørselsflettestrækning* består af en spærreflade, en kilestrækning og 100 meter motorvej før kilestrækningen. Det er vigtigt at bemærke, at frakørselsflettestrækningen kun omfatter én side af motorvejen. De 100 meter motorvej før kilestrækningen er inkluderet i frakørselsflettestrækningen på grund af en højere ulykkestæthed i forhold til resten af motorvejen før dette stykke.



Frakørselsflettestrækning omfatter:

- Den ene side af motorvejen
- 100 m motorvej før kilestrækning til frakørsel
- Kilestrækning
- Spærreflade mellem frakørsel og motorvej

Vær opmærksom på:

- En frakørselsflettestrækning skal ikke opdeles i delstrækninger
- Hvis der er variationer i bredden af kørespor, nødspor, indre kantbane og/eller midterrabat på strækningen, skal den gennemsnitlige bredde anvendes
- Hvis vejbelysningen starter eller stopper på strækningen, skal strækningen angives som værende udstyret med vejbelysning
- Hastighedsbegrænsningen sættes til 110 km/t eller 130 km/t, hvis den er det ved start af frakørselsflettestrækningen. Ved alle andre hastighedsbegrænsninger indtastes INGEN værdi

Frakørselsrampe

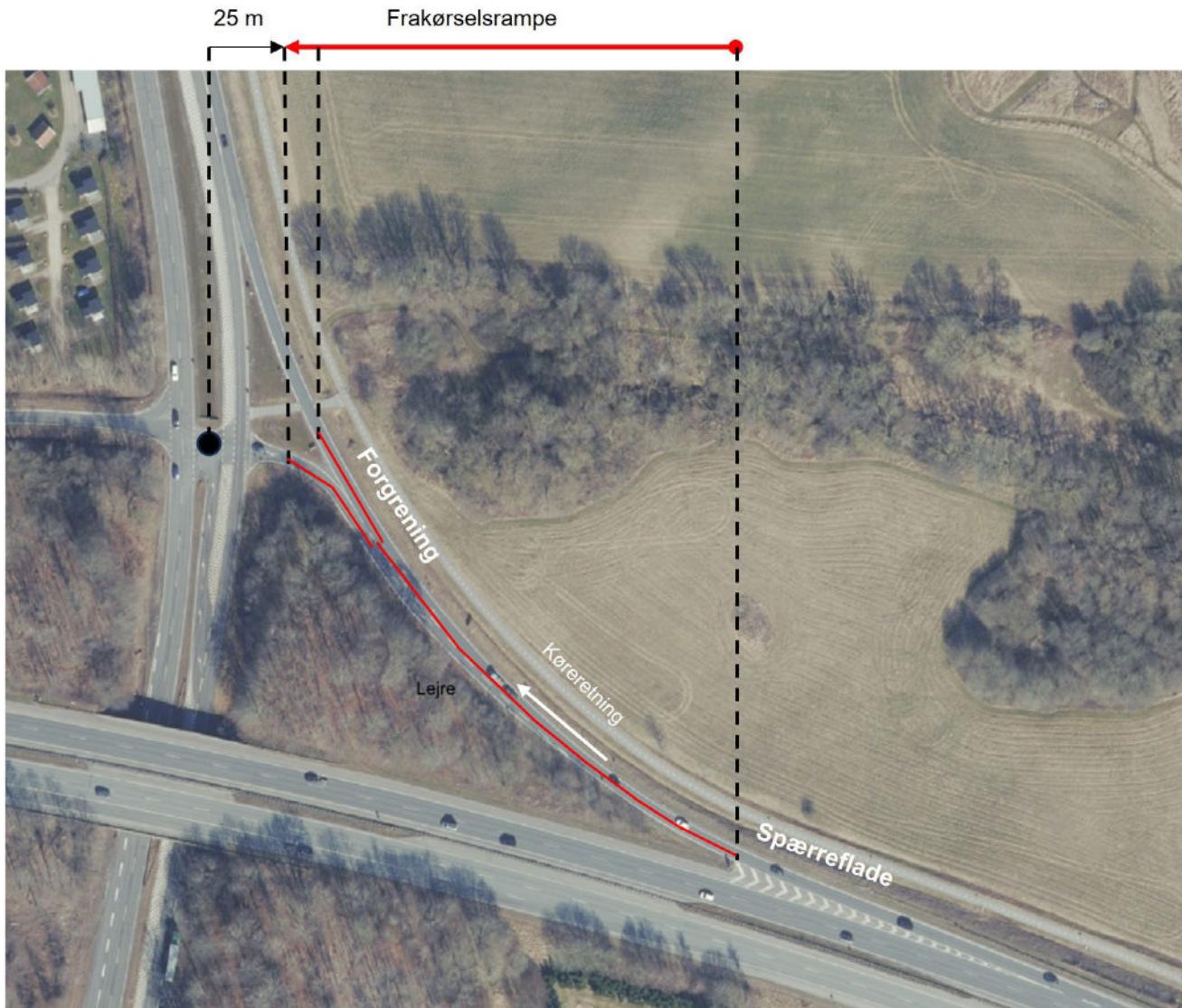
En *frakørselsrampe* strækker sig fra slutningen af spærrefladedstrækningen på frakørselsflettestrækningen til 25 meter før krydsningspunktet i selve rampekrydset, hvis krydset er prioriteret, en rundkørsel eller et signalreguleret kryds. Hvis frakørselsrampen integreres med en anden vej eller fortsætter på en ikke-motorvej, afsluttes frakørselsrampen ved en ophørstavle (E 44 Motorvej ophører) eller ved starten af spærrefladen, når man fletter ind på den anden vej.



Frakørselsrampe strækker sig:

- Fra slutning af spærreflade til 25 m før krydsningspunkt i rampekryds
- Ej rampekryds: Fra slutning af spærreflade til tavle "E 44 Motorvej ophører"
- Ej rampekryds: Fra slutning af spærreflade til start af spærreflade på anden vej
- Hvis forgrening på rampe: Begge rampedele strækker sig fra slutning af spærreflade til 25 m før krydsningspunkt i nærmeste rampekryds, se illustration på næste side
- Særligt fælde: Hvis sidste del af rampen har dobbeltrettet trafik strækker frakørselsrampen sig fra slutning af spærreflade til start af den dobbeltrettede del (se afsnittet "Andre strækningstyper, Dobbeltrettet rampe")

På en frakørselsrampe kan der være en forgrening, og i så fald vil begge rampedele afsluttes i den kilometreringsring, der er 25 meter før krydsningspunktet i det af de to rampekryds, der er kortest afstand til.



I det særligt tilfælde hvor sidste del af frakørselsrampen har dobbeltrettet trafik, strækker frakørselsrampen sig fra slutningen af spærrefladestrækningen på frakørselsflettestrækningen frem til det sted, hvor rampen bliver dobbeltrettet (se evt. illustration i afsnittet *Dobbeltrettet rampe*).

Vær opmærksom på:

- Frakørselsramper skal ikke opdeles i delstrækninger
- Hvis bredden af køresporet, nødsporet eller indre kantbane varierer på rampen, skal den gennemsnitlige bredde anvendes
- Hvis vejbelystning påbegyndes eller afsluttes på rampen, skal rampen angives som udstyret med belystning
- Hvis der er mere end to horisontalkurver med en radius under 1.000 meter, skal kun de to kurver med mindst radius tages i betragtning ved beregning af ulykker og personskader

Tilkørselsflettestrækning

En *tilkørselsflettestrækning* består af en spærreflade, kilestrækning og 400 meter motorvej efter kilestrækningen. Tilkørselsflettestrækningen omfatter kun én side af motorvejen. De 400 meter motorvej efter kilestrækningen inkluderes i tilkørselsflettestrækningen på grund af en højere ulykkestæthed sammenlignet med motorvejen efter dette stykke.

Tilkørselsflettestrækning omfatter:

- Den ene side af motorvejen
- Spærreflade mellem tilkørsel og motorvej
- Kilestrækning
- 400 m motorvej efter kilestrækning

Bemærk, at 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 100 meter motorvej i *frakørselsflettestrækningen*.



Vær opmærksom på:

- En tilkørselsflettestrækning skal ikke opdeles i delstrækninger
- Ved variationer i bredden af kørsel, nødspor, indre kantbane og/eller midterrabat på strækningen, skal den gennemsnitlige bredde anvendes
- Hvis vejbelysning starter eller slutter på strækningen, angives strækningen som værende udstyret med vejbelysning
- Hastighedsbegrænsningen sættes til 110 km/t eller 130 km/t, hvis den er det ved slut af tilkørselsflettestrækningen. Ved alle andre hastighedsbegrænsninger indtastes INGEN værdi

Tilkørselsrampe

En *tilkørselsrampe* begynder 25 meter efter krydsningspunktet i rampekrydset, hvis krydset er prioriteret, en rundkørsel eller et signalreguleret kryds, og den slutter ved starten af spærrefladedestrækningen på tilkørselsflettestrækningen. Hvis der ikke findes et rampekryds, starter tilkørselsrampen ved en motorvejstavle (E 42 Motorvej).

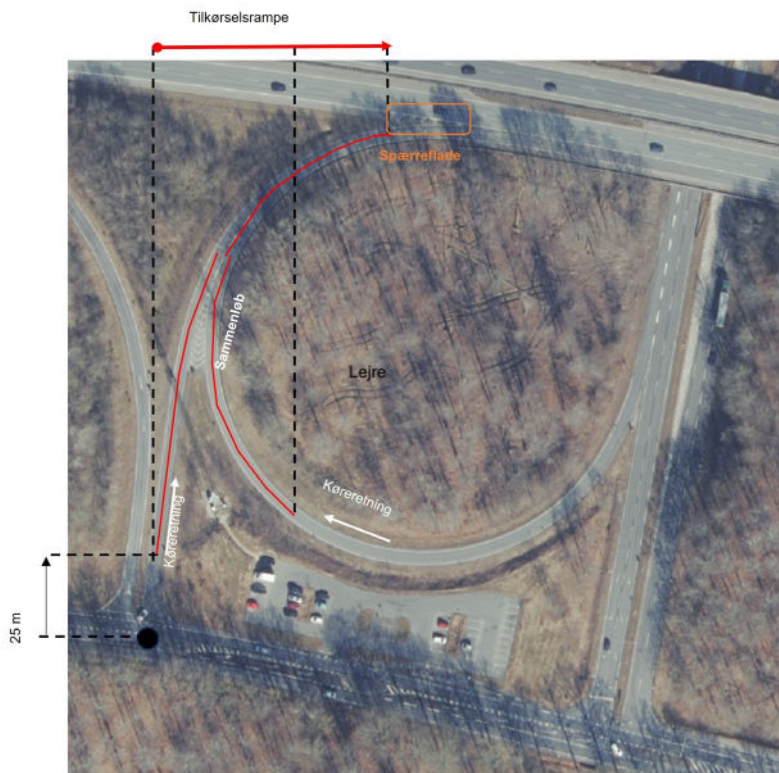
Tilkørselsrampe strækker sig:

- Fra 25 m efter krydsningspunkt i rampekryds til start af spærreflade
- Ej rampekryds: Fra tavle "E 42 Motorvej" til start af spærreflade
- Hvis sammenløb på rampe: Begge rampedele strækker sig fra 25 m efter krydsningspunkt i nærmeste rampekryds til start af spærreflade (Se illustration herunder)
- Særligt fælde: Hvis første del af rampen har dobbeltrettet trafik strækker tilkørselsrampen sig fra enden af den dobbeltrettede del til start af spærreflade (se afsnittet "Øvrige strækningstyper, Dobbeltrettet rampe")



På en tilkørselsrampe kan der være et sammenløb, og i dette tilfælde starter begge rampedele i den kilometering, som er 25 meter efter krydsningspunktet i det rampekryds, der er kortest afstand til. Se illustration på næste side.

I det særligt fælde hvor første del af tilkørselsrampen har dobbeltrettet trafik, strækker tilkørselsrampen sig fra det sted, hvor der ikke længere er dobbeltrettet trafik og slutter ved starten af spærrefladedestrækningen på tilkørselsflettestrækningen (se evt. illustration i afsnittet *Dobbeltrettet rampe*).



Vær opmærksom på:

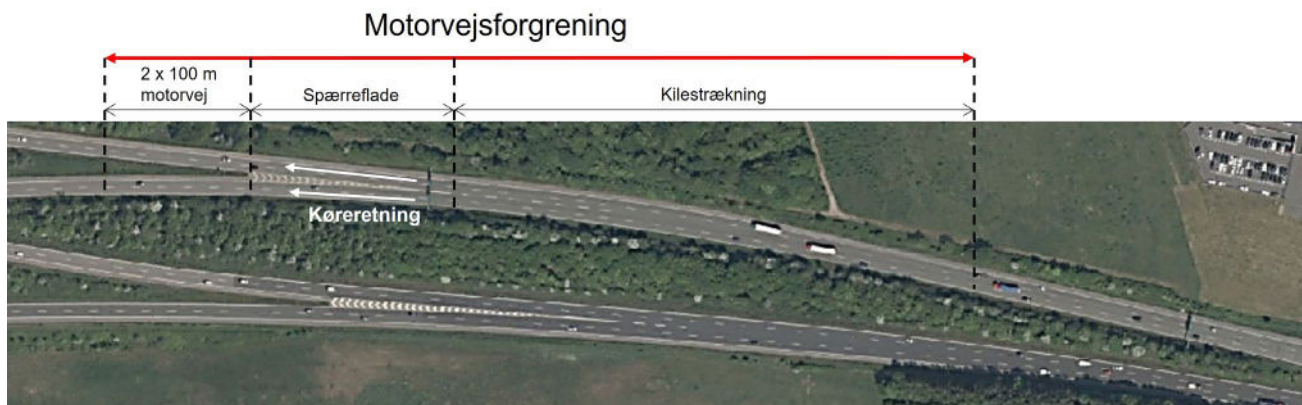
- Tilkørselsramper skal ikke opdeles i delstrækninger
- Hvis bredden af køresporet, nødsporet eller indre kantbane varierer på rampen, skal den gennemsnitlige bredde anvendes
- Hvis vejbelysning påbegyndes eller afsluttes på rampen, skal rampen angives som udstyret med belysning
- Hvis der er mere end to horisontalkurver med en radius under 1.000 meter, skal kun de to kurver med mindst radius tages i betragtning ved beregning af ulykker og personskader

<p>De fem mest almindelige typer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motorvejsstrækning • Frakørselsflettestrækning • Tilkørselsflettestrækning • Frakørselsrampe • Tilkørselsrampe 	<p>Øvrige strækningstyper:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motorvejsforgrening • Motorvejssammenløb • Motorvejsvekselstrækning • Sideanlæg • Dobbeltrettet rampe 	<p>Strækningstyper i MV-kryds:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forbindelsesrampe • Parallelspor • Rampeforgrening • Rampesammenløb • Rampevekselstrækning
--	--	---

Øvrige strækningstyper

Motorvejsforgrening

I en *motorvejsforgrening* opdeles motorvejen i to separate motorveje. Motorvejsforgreningen udgør kun den ene side af motorvejen (én køretøring). I motorvejsforgreningen indgår evt. en kilestrækning, hvor antallet af kørespor øges. Derudover omfatter motorvejsforgreningen en strækning med spærreflade og de første 100 meter af hver af de to motorveje efter spærrefladen. De 100 meter motorvej efter spærrefladen indgår i motorvejsforgreningen, fordi der er en forhøjet ulykkestæthed dér set ift. strækningerne efter dette stykke.



Længden af en motorvejsforgrening omfatter:

- Den ene side af motorvejen
- Kilestrækning, hvor antallet af kørespor øges
- Spærrefladedestrækning frem mod forgrening/opdeling af motorvejen
- 2 x 100 m motorvej (100 m for hver af de to separate motorvejsgrene)

Motorvejssammenløb

Et *motorvejssammenløb* er to motorveje, der løber sammen til én. Motorvejssammenløbet omfatter kun én side af motorvejen (én køretning) og består af en strækning med spærreflade og evt. en kilestrækning, hvor antallet af kørespor reduceres.

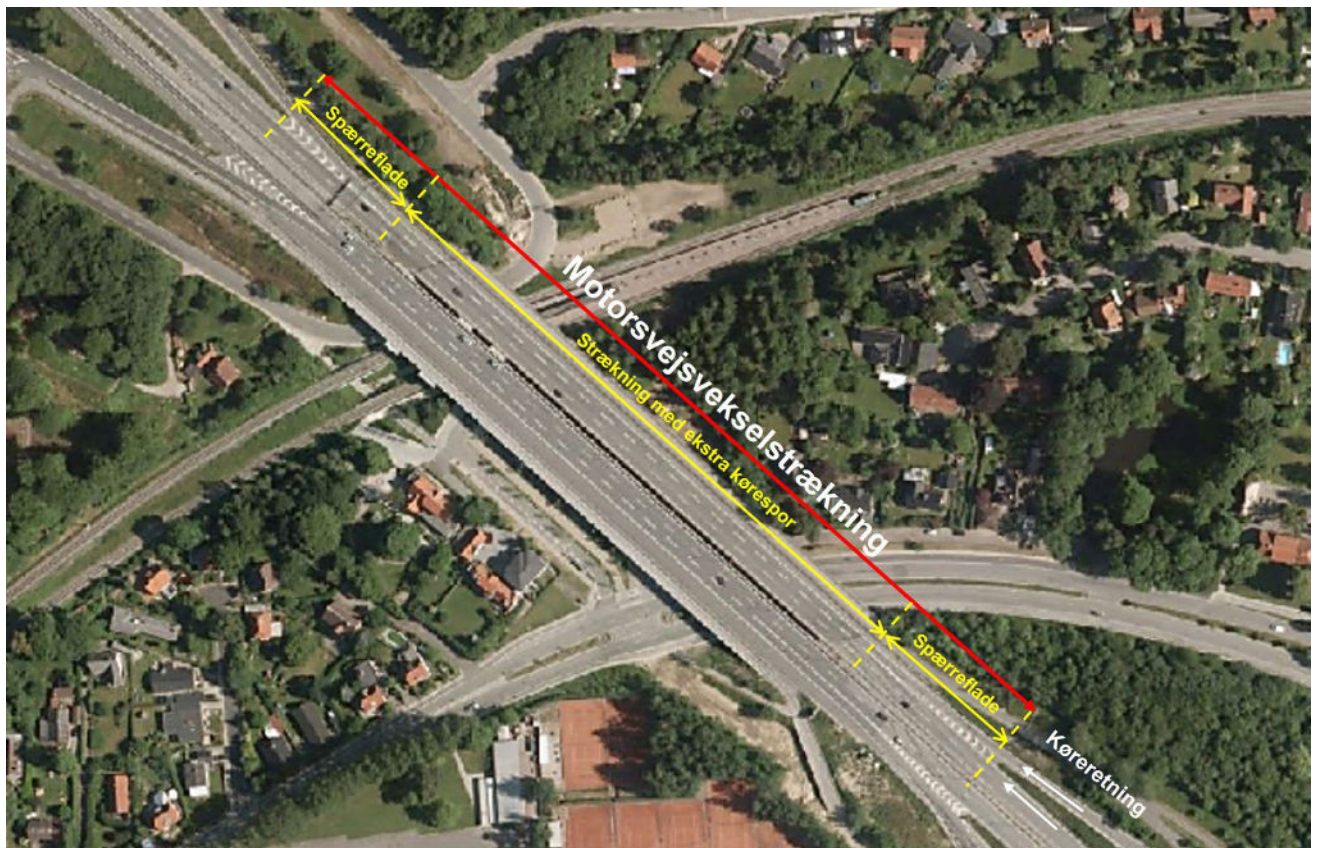
Motorvejssammenløb omfatter:

- Den ene side af motorvejen
- Spærrefladedestrækning frem mod sammenløb af de to motorvejsgrene
- Kilestrækning, hvor antallet af kørespor reduceres



Motorvejsvekselstrækning

En *motorvejsvekselstrækning* er en del af en motorvej, der består af en tilkørselsflettestrækning med sportilføjelse efterfulgt af en frakørselsflettestrækning med sporbortfald. På selve motorvejen er der således et ekstra kørespor mellem tilkørsel og frakørsel. Motorvejsvekselstrækningen udgør kun den ene side af motorvejen.



Motorvejsvekselstrækning omfatter:

- Den ene side af motorvejen
- Spærrefladerstrækning ved tilkørselsrampe
- Motorvejsstrækning mellem til- og frakørselsrampe (ekstra kørespor på MV-strækning)
- Spærrefladerstrækning ved frakørselsrampe

Sideanlæg

Et *sideanlæg* er oftest en rasteplads 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. Sideanlæggets længde fastlægges ud fra kilometrerings af den tilstødende motorvej.



Sideanlæg omfatter:

- Den ene side af motorvejen
- Fra slutning af spærreflade på frakørselsrampe til start af spærreflade på tilkørselsrampe

Dobbeltrettet rampe

I tilfælde hvor en fra- og en tilkørselsrampe fletter sammen og danner en vej med trafik i begge retninger (dobbeltrettet trafik) og ingen midterrabat, dannes en *dobbeltrettet rampe*.

Den ene eller begge køreretninger af vejen skal være del af motorvejsnettet for, at vejen kan betegnes som en *dobbeltrettet rampe*.

Den dobbeltrettede rampe strækker sig fra 25 m fra krydsningspunktet i rampekrydset og frem til det sted, hvor rampen ikke længere er dobbeltrettet (spærreflade påbegyndes).

Dobbeltrettet rampe



En dobbeltrettet rampe opdeles ikke i delstrækninger.

Som den eneste strækningstype i beregningsværktøjet skal ÅDT for en dobbeltrettet rampe inkludere trafikmængden for *begge* køreretninger.

Dobbeltrettet rampe:

- Særligt fælde hvor en fra- og en tilkørselsrampe fletter sammen og danner en vej med trafik i begge retninger og ingen midterrabat
- Den ene eller begge køreretninger af vejen SKAL være del af motorvejsnettet
- Rampen strækker sig fra 25 m efter krydsningspunkt i rampekryds til start af spærreflade, hvor vejen deler sig i til- og frakørselsrampe
- OBS! ÅDT indtastes samlet for begge køreretninger

Strækningstyper i motorvejskryds

Forbindelsesrampe, parallelspor, rampeforgrening, rampesammenløb og rampevekselstrækning er *oftest* beliggende i motorvejskryds (Figur 2).

De fem mest almindelige typer:

- Motorvejsstrækning
- Frakørselsflettestrækning
- Tilkørselsflettestrækning
- Frakørselsrampe
- Tilkørselsrampe

Øvrige strækningstyper:

- Motorvejsforgrening
- Motorvejsammenløb
- Motorvejsvekselstrækning
- Sideanlæg
- Dobbeltrettet rampe

Strækningstyper i MV-kryds:

- Forbindelsesrampe
- Parallelspor
- Rampeforgrening
- Rampesammenløb
- Rampevekselstrækning

Forbindelsesrampe

En *forbindelsesrampe* forbinder to motorveje i et motorvejskryds. En forbindelsesrampe har på en del af strækningen kun ét kørespor – hvis der er to eller flere kørespor på *hele* strækningen skal strækningen betragtes som en motorvejsstrækning.

Forbindelsesrampe:

- Forbindelsesrampe forbinder to motorveje i et motorvejskryds og har på en del af strækningen kun ét kørespor



Figur 2. Strækningstyper som oftest findes i et motorvejskryds. Rampevekselstrækning (blå linjer), forbindelsesrampe (røde linjer), parallelspor (grønne linjer), rampeforgrening (gule linjer) samt rampesammenløb (lilla linjer).

Parallelspor

Et *parallelspor* er en rampe med ét kørespor, der forløber parallelt med motorvejen.

Parallelspor:

- *Parallelspor* er en rampe med ét kørespor, der forløber parallelt med motorvejen

Rampeforgrening

I en *rampeforgrening* opdeles én rampe i to separate ramper. En rampeforgrening består af en kilestrækning og en spærrefladestrækning. I motorvejskryds er rampeforgreninger ofte placeret i nærheden af frakørselsflettestrækninger. Hvis rampeforgreningen og frakørselsflettestrækningen overlapper hinanden, reduceres længden af rampeforgreningen, så den begynder ved afslutningen af spærrefladen i frakørselsflettestrækningen. I så fald er det frakørselsflettestrækningen, der er definerende for længden af rampeforgreningen.

Rampeforgrening:

- *Rampeforgrening* er en rampe der opdeles i to separate ramper. Strækningen består af en kilestrækning og en spærrefladestrækning mellem parallelspor og forbindelsesrampe

Rampesammenløb

I et *rampesammenløb* fletter to separate ramper sammen til én rampe. Et rampesammenløb består af en strækning med en spærreflade og en kilestrækning. I motorvejskryds er rampesammenløb ofte placeret nær tilkørselsflettestrækninger. Hvis rampesammenløb og tilkørselsflettestrækning overlapper hinanden, reduceres længden af rampesammenløbet, så det afsluttes ved starten af spærrefladen i tilkørselsflettestrækningen. I så fald er det tilkørselsflettestrækningen, der er definerende for længden af rampesammenløbet.

Rampesammenløb:

- *Rampesammenløb* er to separate ramper, som fletter sammen til én rampe. Strækningen består af en spærrefladestrækning, mellem parallelspor og forbindelsesrampe, og en kilestrækning

Rampevekselstrækning

En *rampevekselstrækning* er et rampesammenløb med sportilføjelse efterfulgt af en rampeforgrening med sporbortfald. Der er således et ekstra kørespor mellem sammenløb og forgrening set ift. parallelsportet før og efter rampevekselstrækningen.

Rampevekselstrækning:

- *Rampevekselstrækning* er et rampesammenløb med sportilføjelse efterfulgt af en rampeforgrening med sporbortfald – mellem sammenløb og forgrening er der således et ekstra kørespor

Trin 2 – Trafikmængde (ÅDT)

Trin 2 i processen indebærer indtastning af trafikmængden for den specifikke strækning. I Excel-arket *Inddata* findes parameteren Årsdøgntrafik (ÅDT).

Beregningsværktøjet anvender den angivne Årsdøgntrafik (ÅDT) til at beregne det forventede antal politiregistrerede ulykker og personskader på strækningen i det år eller den periode, som årsdøgntrafikken gælder for.

Årsdøgntrafikken er en afgørende parameter. Hvis ÅDT ikke indtastes i kolonne H, vil der *ikke* blive foretaget nogen beregning af ulykker og personskader.

Årsdøgntrafikken skal kun angives for én køreretning. Det betyder, at det kun er strækningen på den ene side af motorvejen, der tages i betragtning. Dette gælder dog ikke strækningstypen *Dobbeltrettet rampe*, for hvilken ÅDT skal angives for begge køreretninger samlet.

Den angivne ÅDT-værdi skal repræsentere trafikmængden i det år eller i løbet af den specifikke periode, hvor man ønsker at beregne ulykker og personskader.

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
Vejnavn	FRA kilometrer	Meter	TIL kilometrer	Meter	Længde (km)	Årsdøgntrafik	Type af strækning	Oplysninger til beregning af sikkerhedsfaktorer	HUSK: Kun én køreretning	Gennemgående kørespor	Bredde af kørespor (Meter)	Bredde af nødspor (Meter)	Brug af nødspor til kørespor	Andel af årsdøgntrafik (0-1)	Bredde af indre kantbane (Meter)
Vestmotor, 98	5	98	646	0,641	24.700	Tjersøvejstrækning									

Eksisterende anlæg

Til beregning af ulykker og personskader for en eksisterende motorvejsstrækning benyttes et *gennemsnit* af de årlige trafiktal (ÅDT) i perioden 2016-2020.

Ønsker man fx at evaluere en historisk større ombygning - eller en motorvej der blev åbnet for år tilbage - vil det være relevant at benytte de historiske trafiktal, altså ÅDT fra før 2021. Beregningsværktøjet kan bruges til evalueringer i årene 2006-2020.

ÅDT indtastes i kolonne H – for én køreretning (for en dobbeltrettet rampe er det begge køreretninger).

Nyanlæg og større ombygning

For fremtidige anlægsprojekter og større ombygninger anbefales det at tage udgangspunkt i ulykkesdata for perioden 2016-2020, da denne periode antages at give det bedste bud på fremtidige ulykkes- og skadesfrekvenser. De trafiktal (ÅDT) der skal anvendes, bør være et gennemsnit af de første 5-10 år efter åbningen af den kommende motorvej eller færdiggørelsen af den større motorvejsombygning

Hvis et *nyanlæg* forventes at åbne i 2035, og man ønsker at beregne ulykker og personskader efter åbningen, bør man bruge gennemsnittet af den forventede årsdøgntrafik i løbet af 10-årsperioden 2035-2044. Hvis man kun ønsker at beregne ulykker og personskader i det første år efter åbningen, bør man indtaste det forventede trafiktal for dette specifikke år.

Når man beregner ulykker og personskader for en *større fremtidig ombygning* på en eksisterende motorvej, anbefales det at bruge et gennemsnit af de forventede trafiktal (ÅDT) for de første 5 år efter ombygningen forventes at være færdiggjort. Hvis ombygningen forventes færdiggjort i 2035, bør man således indtaste gennemsnittet af den forventede årsdøgntrafik i 5-årsperioden 2035-2039.

ÅDT indtastes i kolonne H – for én køreretning (for en dobbeltrettet rampe er det begge køreretninger).

Årsdøgntrafik

- ÅDT indtastes i *Inddata*
- Angives for én køreretning – gælder dog ikke 'Dobbeltrettet rampe', hvor årsdøgntrafik angives samlet for begge køreretninger
- Eksisterende anlæg: Gennemsnitlige trafiktal (ÅDT) for perioden 2016-2020
- Nyanlæg og større ombygning: Gennemsnitlige forventede trafiktal (ÅDT) for en 5-10-årig periode efter åbning

Trin 3 – Vejdesign og regulering

Trin 3 i processen for beregning af ulykker og personskader udgør en nuanceret tilgang til beregningen og er kun relevant for de fem mest almindelige strækningstyper. Trin 3 skal tages i brug, hvis man ønsker at ændre på det vejdesign og/eller den regulering – dvs. én eller flere af de såkaldte startværdier – som beregningsværktøjet er baseret på.

De fem mest almindelige strækningstyper

- Motorvejsstrækning
- Frakørselsflettestrækning
- Tilkørselsflettestrækning
- Frakørselsrampe
- Tilkørselsrampe

Ved at benytte den nuancerede tilgang opnås en mere præcis beregning og vurdering af trafikikkerheden, som er tilpasset specifikke design- og reguleringsforhold.

Ved planlægning og projektering af nye motorveje, eller ombygning af eksisterende motorveje, kan den nuancerede tilgang således benyttes til beregning af ulykker og personskader for motorveje med alternative vejudformninger og reguleringer.

Ændringer i vejudformning og regulering, der adskiller sig fra startværdier, indtastes i *Inddata*, kolonnerne K til AE.

VEJ-ID	Vejnavn	FRA kilometering	TIL kilometering	Længde	Årsdøgntrafik	Type af strækning	Oplysninger til beregning af sikkerhedsfaktorer HUSK: Kun én køreretning					
		KM	Meter	(km)			Gennemgående kørespor Antal	Bredde af kørespor (Meter)	Bredde af nødspor (Meter)	Brug af nød Ja/nej	An	
20070	Vestmotor,98	5	98	646	0,641	24.700	Tilkørselsflettestrækning	2	3,25	1,05	Nej	An
20070	Vestmotor,96	0	98	0	2,000	30.000	Motorvejsstrækning	2	3,75			

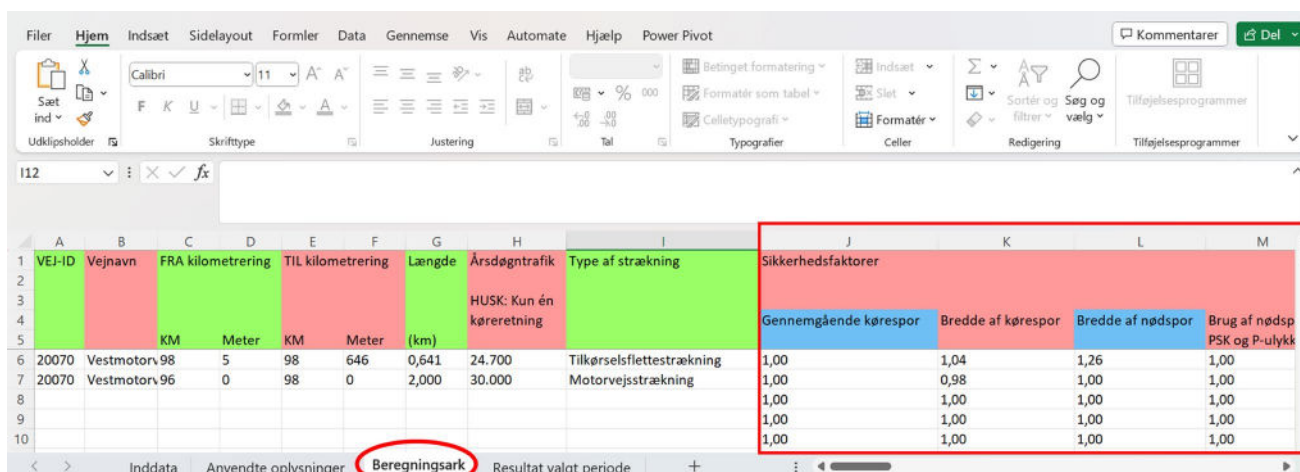
Startværdier og sikkerhedsfaktorer

Beregningsværktøjets startværdier for design- og reguleringsparametre fremgår af Bilag 1, og i Tabel 1 nedenfor ses hvilke parametre, der kan ændres afhængig af strækningstype. Fx er det muligt at ændre på "Bredde af indre kantbane" for alle fem strækningstyper, mens parameteren "Antal gennemgående spor" alene kan ændres for tre af de fem strækningstyper (motorvejsstrækning, fra- og tilkørselsflettestrækning).

Sikkerhedsfaktor / Type af design og regulering	Motorvejsstrækning	Frakørselsflettestrækning	Tilkørselsflettestrækning	Frakørselsrampe	Tilkørselsrampe
Antal gennemgående kørespor	X	X	X		
Bredde af kørespor	X	X	X	X	X
Bredde af nødspor	X	X	X	X	X
Brug af nødspor til kørespor	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
Kurveafmærkning	X	X	X		
Vejbelysning	X	X	X	X	X
Hastighedsbegrænsning	X	X	X		
Variable hastighedstavler	X	X	X		
Rampedosering			X		
Design af rampeanlæg				X	X

Tabel 1. Afhængig af strækningstype er det muligt at ændre startværdien for en række design- og reguleringsparametre.

Når beregningsværktøjets indbyggede startværdier for vejdesign og regulering ændres, vil det normalt påvirke den tilhørende parameters *sikkerhedsfaktor*, der som standard er sat til 1,00². En sikkerhedsfaktor på 1,00 betyder, at værktøjets beregning af ulykker og personskader tager udgangspunkt i det vejdesign og de reguleringsforhold, der typisk gælder for det danske motorvejsnet i perioden 2006-2020, for den specifikke strækningstype. I Bilag 1 ses de *startværdier* for vejdesign og regulering, som beregningsværktøjet automatisk anvender, hvis man ikke ændrer på design- og/eller reguleringsparametre.



² For motorvejsstrækning og fra- og tilkørselsflettestrækning er startværdien for bredde af kørespor 1,01 – se evt. afsnittet Beregningsark.

Hvis sikkerhedsfaktoren ændres, som følge af ændring i vejdesign og/eller regulering, multipliceres den reviderede sikkerhedsfaktor med beregningsværktøjets grundresultat. Grundresultatet er baseret på værktøjets oprindelige startværdier, og ændringen i sikkerhedsfaktorer vil derfor føre til en justering i beregningen af det forventede antal ulykker og personskader.

I Bilag 2 ses sikkerhedsfaktorer for de design- og reguleringsparametre, der kan ændres. Beregningsværktøjets anvendte sikkerhedsfaktorer vil tillige fremgå af Excel-arket Beregningsark (kolonnerne J til AK).

Der er kun fastlagt sikkerhedsfaktorer for design- og reguleringsparametre, hvor sikkerhedseffekter er dokumenteret som pålidelige, og hvor der findes tilstrækkelige oplysninger om disse forhold for de strækninger, som beregningsværktøjet bygger på.

Ændring i vejdesign eller regulering

- Kun muligt for de fem mest almindelige strækningstyper
- Ændringer i vejdesign og regulering, der adskiller sig fra beregningsværktøjets startværdier, indtastes i Inddata kolonne K til AE
- Startværdier fremgår af Bilag 1
- Hvis startværdier ændres, har det oftest betydning for design- eller reguleringsparameterens sikkerhedsfaktor
- Sikkerhedsfaktorer justeres automatisk i beregningsværktøjet, når eventuelle ændringer i vejdesign eller regulering indtastes i Inddata
- Sikkerhedsfaktorer fremgår af Bilag 2 og vil også fremgå af Beregningsark

Trin 4 - Resultat af beregninger

Trin 4 i processen for beregning af ulykker og personskader er enkel, da det blot indebærer aflæsning af resultaterne fra beregningen.

I det følgende beskrives, hvad resultaterne i de to Excel-ark - *Beregningsark* samt *Resultat valgt periode* – repræsenterer.

Indledningsvist defineres ulykker og personskader samt de enhedspriser, som beregningsværktøjet anvender til beregning af ulykkesomkostninger.

Definition af ulykker og personskader

Beregningen af det forventede antal politiregistrerede ulykker og personskader dækker tre ulykkesarter og tre skadesarter :

Ulykker

- Personskadeulykke
- Materielskadeulykke
- Ekstrauheld

Personskadeulykker er ulykker, hvor personer er kommet til skade eller evt. dræbt, og hvor politiet har optaget rapport om ulykken.

Materielskadeulykker er ulykker, hvor der alene er sket materiel skade, og hvor politiet ud fra en række definerede væsentlighedskriterier (fx skadesomfang og graden af forseelse) har optaget rapport om ulykken.

Ekstrauheld er ulykker, hvor der alene er sket materiel skade, og hvor politiet ud fra de definerede væsentlighedskriterier har valgt ikke at optage rapport, men blot har foretaget en basal registrering.

Personskader

- Dræbt
- Alvorligt tilskadekomne
- Let tilskadekomne

Personskader anvendes som en fællesbetegnelse for dræbte og tilskadekomne personer.

³ For en mere detaljeret definition af ulykker og personskader henvises til: Indberetning af færdselsuheld, Rapport 580, Vejdirektoratet 2017.

Definition af ulykkesomkostninger

Ulykkesomkostninger omfatter omkostninger til behandling af tilskadekomne, tabt arbejdsfortjeneste som følge af personskade, politiressourcer, forsikringsomkostninger og andre omkostninger relateret til trafikulykker. Til beregning af ulykkesomkostninger anvendes en række enhedspriser for ulykker og skader:

Beregning af ulykkesomkostninger – Enhedspriser 2020

Enhedspriser i beregningsværktøjet (Årstal: 2020, Kilde: DTU-Transport)

- 797.890 kr. i materielomkostninger pr. rapporteret person- og materielskadeulykke
- 34.166.379 kr. pr. dræbt i personrelaterede omkostninger
- 5.343.779 kr. pr. alvorlig skade i personrelaterede omkostninger
- 686.733 kr. pr. let skade i personrelaterede omkostninger

Ekstrauheld har ikke en selvstændig enhedspris, men omkostningerne forbundet med ekstrauheld er inkluderet i fastsættelsen af omkostningerne til materielle skader pr. rapporteret person- og materielskadeulykke.

Vær opmærksom på:

- Priserne, der anvendes i beregningsværktøjet, er baseret på 2020-prisniveauet
- Det anbefales at benytte opdaterede priser på ulykker og personskader opgjort af DTU-Transport
- Opdaterede priser findes på linket: [TERESA og Transportøkonomiske Enhedspriser \(dtu.dk\)](https://www.dtu.dk/transport/teresa)
- Seneste opdaterede priser er baseret på 2022-prisniveauet:
 - 910.875 kr. i materielomkostninger pr. rapporteret person- og materielskadeulykke
 - 39.717.831 kr. pr. dræbt i personrelaterede omkostninger
 - 6.212.052 kr. pr. alvorlig skade i personrelaterede omkostninger
 - 798.316 kr. pr. let skade i personrelaterede omkostninger

Ulykker og personskader angivet i 'Beregningsark'

I Excel-arket Beregningsark fremgår:

- Estimat for ulykker og personskader pr. år i perioden 2006-2020 *uden* brug af sikkerhedsfaktorer

Beregningen af ulykker og personskader i *Beregningsark* adskiller sig fra beregningen angivet i arket *Resultat valgt periode* ved at være foretaget uden brug af sikkerhedsfaktorer. Det betyder, at beregningen er baseret på de startværdier for vejdesign og regulering, som beregningsværktøjet er konstrueret til at håndtere for den pågældende strækningstype. Så selvom der i arket *Inddata* er indtastet ændringer i vejdesign og/eller regulering, og én eller flere sikkerhedsfaktorer i *Beregningsark* derfor har en værdi forskellig fra 1,00, så tages der ikke hensyn til dette i den beregning af ulykker og personskader, som fremgår yderst til højre i *Beregningsark* (kolonnerne AL til AQ).

VEJ-ID	Vejnavn	FRA kilometrering	TIL kilometrering	Længde	Årsdøgntrafik	Type af strækning	Sikkerhedsfaktorer				
		KM	Meter	KM	Meter	(km)		Gennemgående kørespor	Bredde af kørespor	Bredde af nødspor	Brug af nødspor PSK og P-ulykk
20070	Vestmotor,98	5	98	646	0,641	24.700	Tilkørselsflettestrækning	1,00	1,04	1,26	1,00
20070	Vestmotor,96	0	98	0	2,000	30.000	Motorvejsstrækning	1,00	0,98	1,00	1,00
								1,00	1,00	1,00	1,00
								1,00	1,00	1,00	1,00
								1,00	1,00	1,00	1,00

Beregningsark er relevant, hvis man ønsker:

- Et estimeret antal ulykker og personskader pr. år UDEN brug af sikkerhedsfaktorer

Ulykker og personskader angivet i 'Resultat valgt periode'

I Excel-arket *Resultat valgt periode* fremgår:

- Forventede antal politiregistrerede ulykker og personskader pr. år i en brugerdefineret periode i tidsintervallet 2006-2020 - evt. under hensyntagen til ændret vejdesign og/eller regulering
- Ulykkesomkostning pr. år i en brugerdefineret periode (2020-priser)

Beregningen af ulykker og personskader i arket *Resultat valgt periode* er baseret på de værdier, man har indtastet i *Inddata*, herunder eventuelle ændringer i vejdesign og regulering set i forhold til beregningsværktøjets startværdier. Desuden, den *ulykkesperiode* man vælger, at beregningen skal foretages på grundlag af.

Beregningen af forventede ulykker og personskader pr. år ses i kolonnerne J til R, mens den beregnede ulykkesomkostning i den brugerdefinerede periode fremgår af kolonne S (2020-priser).

D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
metrering	TIL kilometering	Længde	Årsdøgntrafik	Type af strækning	Forventede ulykker og personskader pr. år									Antal år: 5
Meter	KM	Meter	(km)	HUSK: Kun én køreretning	FRA: 2016 TIL: 2020									
5	98	646	0,641	24.700	Tilkørselsflettestrækning	Personskadeulykker	Materielskadeulykker	Person- og materielskadeulykker	Ekstrauheld	Alle ulykker	Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Alle persons
						0,0425	0,3354	0,3779	0,6291	1,0070	0,0049	0,0238	0,0278	0,0565

Valg af ulykkesperiode

Øverst i arkets kolonne N og P er år 2016 og 2020 indsat som default-værdi, men det er muligt at vælge årstal i perioden fra 2006-2020.

Hvis man ønsker at estimere det forventede antal ulykker og personskader for et *eksisterende anlæg* eller en kommende motorvej, dvs. et *nyanlæg*, anbefales at tage udgangspunkt i ulykkesdata for perioden 2016-2020, da denne 5-årsperiode anses at give det bedste bud på fremtidige ulykkes- og skadesfrekvenser.

Tilsvarende gælder, hvis man ønsker at foretage en *forhåndsvurdering* af den sikkerhedsmæssige effekt af en *større ombygning* af en motorvejsstrækning eller et tilslutningsanlæg. Også i dette tilfælde anbefales det at basere sig på ulykkesdata fra perioden 2016-2020.

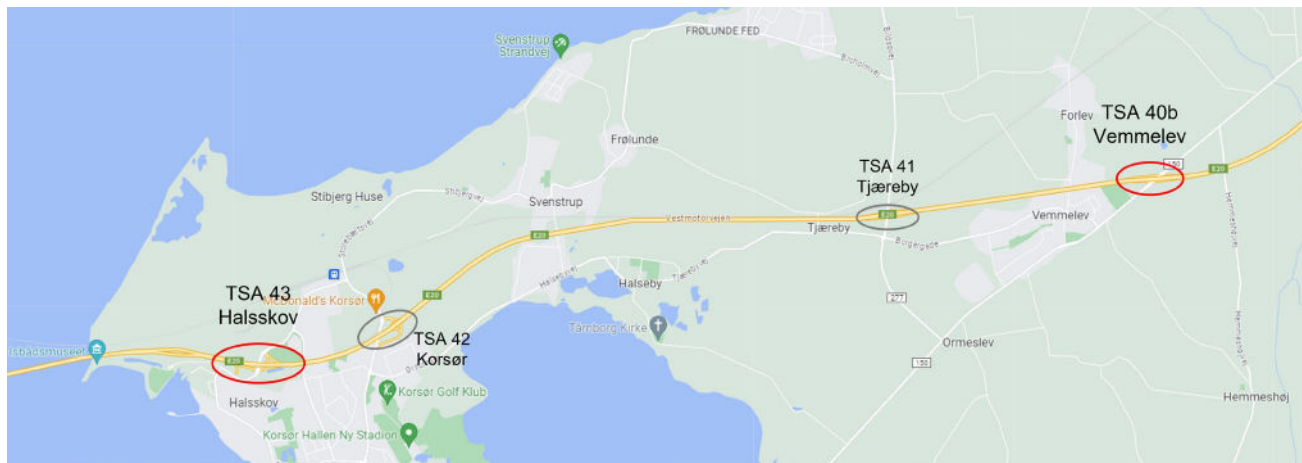
Ønsker man at evaluere *tidligere udførte ombygninger* - eller blot estimere sikkerheden på et *eksisterende anlæg i en konkret periode* i årene 2006-2020 - vælges den ulykkesperiode, man ønsker at lave beregningen for.

Resultat valgt periode er hensigtsmæssig ved beregning af ulykker og personskader for:

- Eksisterende anlæg (Periode 2016-2020 vælges)
- Større ombygning - Forhåndsvurdering af sikkerhedsmæssig effekt (Periode 2016-2020 vælges)
- Nyanlæg (Periode 2016-2020 vælges)
- Evaluering af sikkerhedsmæssig effekt af tidligere udført ombygning (Relevante perioder vælges)

Case - Større ombygning

Nærværende case er en *forhånds* vurdering af den trafikikkerhedsmæssige effekt af at etablere nødspor på den ældste del af Vestmotorvejen (M20) mellem tilslutningsanlæg TSA 40b Vemmelev og TSA 43 Halskov, ca. kmt 98-107.



Vi ønsker altså at finde ud af, hvad det forventede antal ulykker og personskader vil være i fremtiden, dels hvis strækningen mellem TSA 40b og TSA 43 ikke ændres, dels hvis strækningen *ændres* i form af etablering af et nødspor.

Beregningen af det forventede antal ulykker og personskader for strækningen hhv. som den ser ud i dag og hvis den ombygges, ønskes beregnet for et fremtidigt år, nemlig år 2028.

Der beregnes et forventet antal ulykker og personskader i 2028:

1. For den *eksisterende* situation på Vestmotorvejen mellem TSA 40b og TSA 43, hvor der ikke er nødspor
2. For en *ny* situation på Vestmotorvejen mellem TSA 40b og TSA 43, hvor der er etableret et 3 m bredt nødspor på motorvejsstrækninger, til- og frakørselsflettestrækninger samt ramper i TSA 41 Tjæreby og TSA 42 Korsør

Effekten af at etablere nødspor på strækningen vil herefter kunne beregnes som *forskellen* i antal ulykker og personskader for den eksisterende hhv. den nye situation med et 3 meter bredt nødspor.

Eksisterende situation

Inddata

Relevante data vedrørende vej-ID, vejnavn, strækningstype, længde og årsdøgntrafik indtastes i Excel-arket *Inddata*.

Type af strækning

Strækningen på Vestmotorvejen mellem TSA 40b og TSA 43 udgør 30 delstrækninger, heraf: 10 motorvejsstrækninger, fem fra- og fem tilkørselsflettestrækninger, fire fra- og fire tilkørsler samt to dobbeltrettede ramper (Figur 3).

Årsdøgntrafik

Den forventede årsdøgntrafik for år 2028 beregnes ved at tage udgangspunkt i den gennemsnitlige årlige døgntrafik (ÅDT) i perioden 2016-2020 og anvende en årlig stigning på 2,1 %. ÅDT skal alene angives for én køreretning, bortset fra de dobbeltrettede ramper, hvor ÅDT angives for begge køreretninger samlet set.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M		
1	VEJ-ID	Vejnavn	FRA kilometrer		TIL kilometrer		Længde	Årsdøgntrafik	Type af strækning	Oplysninger til beregning af sikkerhedsfaktorer					
2										HUSK: Kun én køreretning					
3								HUSK: Kun én køreretning			Gennemgående kørespor		Bredde af kørespor	Bredde af nødspor	Br
4											Antal	(Meter)	(Meter)		
5			KM	Meter	KM	Meter	(km)								
21	20070	Vestmotor,98	5	98	646	0,641	24.700	Tilkørselsflettestrækning	2		3,75	1,05		Ni	
22	20071	Vestmotor,98	646	99	985	1,339	24.504	Motorvejsstrækning	2		3,75	0,6		Ni	
23	20172	Vestmotor,99	985	100	310	0,325	24.489	Frakørselsflettestrækning	2		3,75	0,5		Ni	
24	20173	Vestmotor,100	310	100	857	0,547	23.923	Motorvejsstrækning	2		3,75	0,5		Ni	
25	20174	Vestmotor,100	310	100	549	0,239	1.388	Frakørselsrampe			3,5	0,5			
26	20073	Vestmotor,100	601	100	857	0,256	2.279	Tilkørselsrampe			3,5	0,5			
27	20072	Vestmotor,100	857	101	530	0,673	26.202	Tilkørselsflettestrækning	2		3,75	0,5		Ni	
28	20074	Vestmotor,101	530	105	869	4,339	25.137	Motorvejsstrækning	2		3,85	0,45		Ni	
29	20075	Vestmotor,105	869	106	74	0,205	25.239	Frakørselsflettestrækning	2		4	0,3		Ni	
30	20076	Vestmotor,106	74	106	219	0,145	21.831	Motorvejsstrækning	2		4	0,3		Ni	
31	20077	Vestmotor,106	74	106	191	0,117	3.407	Frakørselsrampe			4,6	0,3			
32	20161	Vestmotor,106	191	106	258	0,067	4.030	Dobbeltrettet rampe							
33	20078	Vestmotor,106	124	106	219	0,095	623	Tilkørselsrampe			3,5	0,3			
34	20079	Vestmotor,106	219	106	763	0,544	22.453	Tilkørselsflettestrækning	2		4	0,3		Ni	
35	20080	Vestmotor,106	763	107	168	0,405	22.423	Motorvejsstrækning	2		4	0,3		Ni	
36	20081	Vestmotor,106	848	106	452	0,396	22.423	Motorvejsstrækning	2		4	0,3		Ni	
37	20082	Vestmotor,106	452	106	207	0,245	22.393	Frakørselsflettestrækning	2		4	0,4		Ni	
38	20083	Vestmotor,106	207	106	76	0,131	21.831	Motorvejsstrækning	2		4	0,3		Ni	
39	20084	Vestmotor,106	207	106	115	0,092	563	Frakørselsrampe			4,5	0,5			
40	20162	Vestmotor,106	503	106	197	0,306	3.811	Dobbeltrettet rampe							
41	20085	Vestmotor,106	197	106	76	0,121	3.249	Tilkørselsrampe			3,7	0,3			
42	20086	Vestmotor,106	76	105	521	0,555	25.079	Tilkørselsflettestrækning	2		4	0,3		Ni	
43	20087	Vestmotor,105	521	101	109	4,412	25.137	Motorvejsstrækning	2		3,85	0,8		Ni	
44	20088	Vestmotor,101	109	100	868	0,241	26.199	Frakørselsflettestrækning	2		3,75	0,5		Ni	
45	20175	Vestmotor,100	868	100	400	0,468	23.923	Motorvejsstrækning	2		3,75	0,5		Ni	
46	20089	Vestmotor,100	868	100	616	0,252	2.275	Frakørselsrampe			3,5	0,5			
47	20176	Vestmotor,100	570	100	400	0,170	1.294	Tilkørselsrampe			3,5	0,5			
48	20177	Vestmotor,100	400	99	580	0,820	24.403	Tilkørselsflettestrækning	2		3,75	0,5		Ni	
49	20090	Vestmotor,99	580	98	203	1,377	24.504	Motorvejsstrækning	2		3,75	0,7		Ni	
50	20091	Vestmotor,98	203	98	18	0,185	24.390	Frakørselsflettestrækning	2		3,75	0,5		Ni	
51															
52															
53															
54															

Figur 3. Udsnit af Excel-arket 'Inddata' for den eksisterende situation på Vestmotorvejen mellem TSA 40b Vemmelev og TSA 43 Halsskov.

Øvrige relevante "inddata"

Desuden indtastes relevante data for de enkelte strækningstyper, herunder antal gennemkørende spor, bredde af kørespor, bredde af nødspor, hastighedsbegrænsning mv. Det skal her bemærkes, at hastighedsbegrænsningen på de 10 motorvejsstrækninger og de i alt 10 til- og frakørselsflettestrækninger varierer mellem 110 km/t og 90 km/t. For strækninger med 110 km/t vælges 110 km/t i select-listen i kolonne U, mens tilsvarende celle for strækninger med 90 km/t skal forblive tom, da hastighedsbegrænsninger forskellig fra 110 og 130 km/t ikke skal indtastes (se evt. Bilag 1).

Bredden af nødspor i den eksisterende situation varierer mellem 0,30 og 1,05 meter.

Resultat valgt periode

Forventede ulykker og personskader pr. år

Det antages, at ulykkes- og skadesfrekvenser på motorvejsnettet i fremtiden, i dette tilfælde i år 2028, er de samme som i årene 2016-2020. I Excel-arket *Resultat valgt periode* vælges derfor årstallet 2016 i kolonne N og 2020 i kolonne P.

Forventede ulykker og personskader for hver enkelt strækning mellem TSA 40b Vemmelev og TSA 43 i år 2028 - med den eksisterende udformning - fremgår nu af arket *Resultat valgt periode* (Figur 4). Af arket ses ikke et samlet resultat for de 30 strækninger - her anbefales det enten at summere direkte på skærmen eller kopiere resultaterne over i et nyt regneark.

A	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S			
1	VEJ-ID	Forventede ulykker og personskader pr. år								FRA: 2016	TIL: 2020	Antal år: 5	Ulykkesomkostning
2													
3													
4													
5		Personskadeulykker	Materielskadeulykker	Person- og materielskadeulykker	Ekstrauheld	Alle ulykker	Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Alle personskader	Pr. år DKK (2020-priser)		
6	20070	0,0425	0,3354	0,3779	0,6291	1,0070	0,0049	0,0238	0,0278	0,0565	614.933		
7	20071	0,1226	0,5658	0,6884	1,3077	1,9961	0,0107	0,0743	0,0819	0,1669	1.367.209		
8	20172	0,0297	0,1762	0,2059	0,3596	0,5655	0,0023	0,0157	0,0202	0,0382	342.133		
9	20173	0,0497	0,2274	0,2771	0,5186	0,7957	0,0043	0,0301	0,0332	0,0676	552.529		
10	20174	0,0047	0,0202	0,0248	0,0304	0,0553	0,0002	0,0032	0,0017	0,0051	45.280		
11	20073	0,0024	0,0100	0,0124	0,0270	0,0394	0,0000	0,0018	0,0014	0,0032	20.417		
12	20072	0,0490	0,4094	0,4583	0,7850	1,2433	0,0056	0,0275	0,0320	0,0651	726.709		
13	20074	0,4128	1,9231	2,3359	4,5078	6,8437	0,0359	0,2504	0,2760	0,5624	4.619.416		
14	20075	0,0195	0,1173	0,1368	0,2442	0,3810	0,0015	0,0103	0,0133	0,0252	226.381		
15	20076	0,0128	0,0566	0,0694	0,1227	0,1921	0,0011	0,0077	0,0085	0,0174	140.521		
16	20077	0,0097	0,0419	0,0516	0,0599	0,1115	0,0004	0,0066	0,0035	0,0106	94.041		
17	20161	0,0036	0,0089	0,0125	0,0236	0,0361	0,0001	0,0027	0,0017	0,0045	28.419		
18	20078	0,0015	0,0061	0,0076	0,0165	0,0241	0,0000	0,0011	0,0009	0,0020	12.510		
19	20079	0,0395	0,2840	0,3235	0,5139	0,8374	0,0045	0,0222	0,0258	0,0525	549.396		
20	20080	0,0370	0,1656	0,2027	0,3645	0,5672	0,0032	0,0224	0,0247	0,0504	408.638		
21	20081	0,0383	0,1715	0,2098	0,3773	0,5871	0,0033	0,0232	0,0256	0,0522	422.982		
22	20082	0,0234	0,1351	0,1586	0,2600	0,4185	0,0019	0,0124	0,0160	0,0302	267.119		
23	20083	0,0121	0,0536	0,0657	0,1162	0,1819	0,0011	0,0073	0,0081	0,0165	133.048		
24	20084	0,0036	0,0154	0,0190	0,0245	0,0435	0,0002	0,0024	0,0013	0,0039	34.586		
25	20162	0,0160	0,0392	0,0553	0,1042	0,1594	0,0003	0,0120	0,0076	0,0200	125.393		
26	20085	0,0027	0,0113	0,0140	0,0306	0,0446	0,0000	0,0020	0,0016	0,0036	23.144		
27	20086	0,0424	0,3400	0,3824	0,6414	1,0238	0,0049	0,0238	0,0277	0,0564	618.115		
28	20087	0,4091	1,9063	2,3154	4,4682	6,7836	0,0356	0,2482	0,2736	0,5575	4.578.842		
29	20088	0,0230	0,1398	0,1628	0,2983	0,4611	0,0018	0,0122	0,0157	0,0296	267.830		
30	20175	0,0446	0,2042	0,2488	0,4657	0,7145	0,0039	0,0270	0,0298	0,0607	496.117		
31	20089	0,0072	0,0312	0,0384	0,0456	0,0840	0,0003	0,0049	0,0026	0,0079	69.934		
32	20176	0,0011	0,0045	0,0056	0,0121	0,0177	0,0000	0,0008	0,0006	0,0014	9.182		
33	20177	0,0577	0,4500	0,5076	0,8402	1,3478	0,0066	0,0324	0,0377	0,0767	830.484		
34	20090	0,1246	0,5751	0,6996	1,3291	2,0287	0,0108	0,0756	0,0833	0,1697	1.389.485		
35	20091	0,0168	0,0999	0,1167	0,2033	0,3200	0,0013	0,0089	0,0115	0,0217	194.117		
36													
37													

Figur 4. Udsnit af Excel-arket 'Resultat valgt periode' for den eksisterende situation på Vestmotorvejen mellem TSA 40b Vemmelev og TSA 43 Halsskov.

Resultaterne viser, at med den eksisterende vejudformning og trafikmængde (opregnet til år 2028), på de 30 strækninger mellem TSA 40b Vemmelev og TSA 43 Halsskov, forventes i år 2028 samlet set; 29,4 ulykker og 2,3 personskader.

Fordelingen på ulykkesart og skadesart fremgår af Tabel 2.

Ulykkesart	Ulykker pr. år	Skadesart	Personskader pr. år
Personskadeulykke	1,7158	Dræbt	0,1562
Materielskadeulykke	8,6720	Alvorlig skade	1,0411
Person- og materielskadeulykke	10,3878	Let skade	1,1328
Ekstrauheld	19,0208	-	-
Ulykker i alt	29,4086	Personskader i alt	2,3302

Tabel 2. Det samlede antal forventede ulykker og personskader i år 2028 på Vestmotorvejen mellem TSA 40b Vemmelev og TSA 43 Halsskov - med den eksisterende udformning.

Omkostningerne i forbindelse med ulykker i 2028 - med den eksisterende udformning - beløber sig til 19.968.082 kr. (i 2020 priser), hvilket er summen af cellerne i kolonne S.

Ny situation

Inddata

I den nye situation er det alene *bredde af nødspor*, der ændres fra at variere mellem 0,30 m og 1,05 m - i den eksisterende situation - til at være 3,0 m i den nye situation. Det er ikke muligt at ændre startværdier for dobbeltrettede ramper (se evt. Tabel 1). Bredde af nødspor skal således ændres for 28 af de 30 strækninger mellem TSA 40b Vemmelev og TSA 43 Halskov.

ÅDT skal også i den nye situation opregnes til år 2028. Således er det udelukkende bredde af nødspor, der skal ændres, mens ÅDT og de øvrige data i arket *Inddata* forbliver uændret (Figur 5).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	VEJ-ID	Vejnavn	FRA kilometrer	TIL kilometrer	Længde	Årsdøgtrafik	Type af strækning	Oplysninger til beregning af sikkerhedsfaktorer					
2								HUSK: Kun én køretning					
3								HUSK: Kun én køretning					
4													
5			KM	Meter	KM	Meter	(km)				Gennemgående kørespor	Bredde af kørespor	Bredde af nødspor
6											Antal	(Meter)	(Meter)
21	20070	Vestmoton 98	5	98	646	0,641	24.700	Tilkørselsflettestrækning	2		3,75	3	N
22	20071	Vestmoton 98	646	99	985	1,339	24.504	Motorvejsstrækning	2		3,75	3	N
23	20172	Vestmoton 99	985	100	310	0,325	24.489	Frakørselsflettestrækning	2		3,75	3	N
24	20173	Vestmoton 100	310	100	857	0,547	23.923	Motorvejsstrækning	2		3,75	3	N
25	20174	Vestmoton 100	310	100	549	0,239	1.388	Frakørselsrampe			3,5	3	
26	20073	Vestmoton 100	601	100	857	0,256	2.279	Tilkørselsrampe			3,5	3	
27	20072	Vestmoton 100	857	101	530	0,673	26.202	Tilkørselsflettestrækning	2		3,75	3	N
28	20074	Vestmoton 101	530	105	869	4,339	25.137	Motorvejsstrækning	2		3,85	3	N
29	20075	Vestmoton 105	869	106	74	0,205	25.239	Frakørselsflettestrækning	2		4	3	N
30	20076	Vestmoton 106	74	106	219	0,145	21.831	Motorvejsstrækning	2		4	3	N
31	20077	Vestmoton 106	74	106	191	0,117	3.407	Frakørselsrampe			4,6	3	
32	20161	Vestmoton 106	191	106	258	0,067	4.030	Dobbeltrettet rampe					
33	20078	Vestmoton 106	124	106	219	0,095	623	Tilkørselsrampe			3,5	3	
34	20079	Vestmoton 106	219	106	763	0,544	22.453	Tilkørselsflettestrækning	2		4	3	N
35	20080	Vestmoton 106	763	107	168	0,405	22.423	Motorvejsstrækning	2		4	3	N
36	20081	Vestmoton 106	848	106	452	0,396	22.423	Motorvejsstrækning	2		4	3	N
37	20082	Vestmoton 106	452	106	207	0,245	22.393	Frakørselsflettestrækning	2		4	3	N
38	20083	Vestmoton 106	207	106	76	0,131	21.831	Motorvejsstrækning	2		4	3	N
39	20084	Vestmoton 106	207	106	115	0,092	563	Frakørselsrampe			4,5	3	
40	20162	Vestmoton 106	503	106	197	0,306	3.811	Dobbeltrettet rampe					
41	20085	Vestmoton 106	197	106	76	0,121	3.249	Tilkørselsrampe			3,7	3	
42	20086	Vestmoton 106	76	105	521	0,555	25.079	Tilkørselsflettestrækning	2		4	3	N
43	20087	Vestmoton 105	521	101	109	4,412	25.137	Motorvejsstrækning	2		3,85	3	N
44	20088	Vestmoton 101	109	100	868	0,241	26.199	Frakørselsflettestrækning	2		3,75	3	N
45	20175	Vestmoton 100	868	100	400	0,468	23.923	Motorvejsstrækning	2		3,75	3	N
46	20089	Vestmoton 100	868	100	616	0,252	2.275	Frakørselsrampe			3,5	3	
47	20176	Vestmoton 100	570	100	400	0,170	1.294	Tilkørselsrampe			3,5	3	
48	20177	Vestmoton 100	400	99	580	0,820	24.403	Tilkørselsflettestrækning	2		3,75	3	N
49	20090	Vestmoton 99	580	98	203	1,377	24.504	Motorvejsstrækning	2		3,75	3	N
50	20091	Vestmoton 98	203	98	18	0,185	24.390	Frakørselsflettestrækning	2		3,75	3	N
51													
52													
53													

Figur 5. Udsnit af Excel-arket 'Inddata' for den nye situation på Vestmotorvejen mellem TSA 40b Vemmelev og TSA 43 Halskov.

Når nødsporets bredde ændres til 3 m for de 28 strækninger i Inddata, fås en ny beregning af det forventede antal ulykker og personskader i 2028 i Excel-arket *Resultat valgt periode*.

Resultat valgt periode

Forventede ulykker og personskader pr. år

Vi antager igen, at ulykkes- og skadesfrekvenser på motorvejsnettet i år 2028, er de samme som i årene 2016-2020. I Excel-arket *Resultat valgt periode* bibeholdes derfor årstallene 2016 og 2020 i kolonne N og P, og resultaterne for hver enkelt strækning fremgår direkte af arket (Figur 6).

VEJ-ID	Forventede ulykker og personskader pr. år										Ulykkesomkostning	
	FRA: 2016					TIL: 2020					Antal år: 5	
Personskadeulykker	Materielskadeulykker	Person- og materielskadeulykker	Ekstrauheld	Alle ulykker	Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Alle personskader	Pr. år DKK (2020-priser)			
20070	0,0337	0,2664	0,3001	0,4996	0,7997	0,0039	0,0189	0,0221	0,0449	488.319		
20071	0,0923	0,4260	0,5183	0,9847	1,5030	0,0080	0,0560	0,0617	0,1257	1.029.451		
20172	0,0221	0,1311	0,1532	0,2676	0,4208	0,0017	0,0117	0,0150	0,0284	254.584		
20173	0,0370	0,1692	0,2062	0,3859	0,5921	0,0032	0,0224	0,0247	0,0503	411.141		
20174	0,0035	0,0150	0,0185	0,0226	0,0411	0,0002	0,0024	0,0013	0,0038	33.693		
20073	0,0018	0,0074	0,0092	0,0201	0,0293	0,0000	0,0013	0,0011	0,0024	15.192		
20072	0,0364	0,3046	0,3410	0,5841	0,9252	0,0042	0,0204	0,0238	0,0484	540.750		
20074	0,3053	1,4226	1,7279	3,3346	5,0625	0,0266	0,1853	0,2042	0,4160	3.417.087		
20075	0,0177	0,0947	0,1125	0,1972	0,3096	0,0016	0,0103	0,0121	0,0240	207.868		
20076	0,0116	0,0457	0,0573	0,0991	0,1564	0,0012	0,0077	0,0077	0,0166	131.617		
20077	0,0070	0,0305	0,0375	0,0436	0,0810	0,0003	0,0048	0,0026	0,0077	68.342		
20161	0,0036	0,0089	0,0125	0,0236	0,0361	0,0001	0,0027	0,0017	0,0045	28.419		
20078	0,0011	0,0045	0,0055	0,0120	0,0175	0,0000	0,0008	0,0006	0,0014	9.091		
20079	0,0359	0,2293	0,2652	0,4150	0,6802	0,0047	0,0221	0,0235	0,0502	506.653		
20080	0,0337	0,1338	0,1674	0,2943	0,4617	0,0033	0,0223	0,0225	0,0481	382.589		
20081	0,0348	0,1384	0,1733	0,3047	0,4779	0,0035	0,0231	0,0233	0,0498	396.018		
20082	0,0215	0,1104	0,1319	0,2124	0,3443	0,0020	0,0125	0,0147	0,0291	248.691		
20083	0,0110	0,0433	0,0543	0,0938	0,1481	0,0011	0,0073	0,0073	0,0157	124.617		
20084	0,0026	0,0115	0,0141	0,0182	0,0324	0,0001	0,0018	0,0010	0,0029	25.736		
20162	0,0160	0,0392	0,0553	0,1042	0,1594	0,0003	0,0120	0,0076	0,0200	125.393		
20085	0,0020	0,0082	0,0102	0,0222	0,0324	0,0000	0,0015	0,0012	0,0027	16.819		
20086	0,0386	0,2745	0,3131	0,5179	0,8310	0,0051	0,0237	0,0252	0,0540	566.829		
20087	0,3154	1,4697	1,7851	3,4449	5,2300	0,0275	0,1914	0,2109	0,4298	3.530.170		
20088	0,0171	0,1040	0,1211	0,2220	0,3431	0,0014	0,0090	0,0117	0,0221	199.294		
20175	0,0332	0,1519	0,1851	0,3465	0,5316	0,0029	0,0201	0,0222	0,0452	369.165		
20089	0,0053	0,0232	0,0285	0,0340	0,0625	0,0002	0,0037	0,0020	0,0059	52.039		
20176	0,0008	0,0033	0,0041	0,0090	0,0132	0,0000	0,0006	0,0005	0,0011	6.832		
20177	0,0429	0,3348	0,3777	0,6252	1,0029	0,0049	0,0241	0,0281	0,0571	617.970		
20090	0,0949	0,4381	0,5330	1,0126	1,5457	0,0083	0,0576	0,0634	0,1293	1.058.666		
20091	0,0125	0,0743	0,0869	0,1513	0,2381	0,0010	0,0066	0,0085	0,0161	144.444		

Figur 6. Udsnit af Excel-arket 'Resultat valgt periode' for den nye situation på Vestmotorvejen mellem TSA 40b Vemmeløv og TSA 43 Halsskov.

Det samlede resultat for de 30 strækninger fås ved at summere resultaterne for hver strækning. Resultaterne viser, at med den nye vejudformning og den eksisterende trafikmængde (opregnet til år 2028) på de 30 strækninger forventes der i alt 22,1 ulykker og 1,8 personskader i år 2028.

Fordelingen af ulykkesart og skadesart fremgår af Tabel 3.

Ulykkesart	Ulykker pr. år	Skadesart	Personskader pr. år
Personskadeulykke	1,2915	Dræbt	0,1172
Materielskadeulykke	6,5147	Alvorlig skade	0,7842
Person- og materielskadeulykke	7,8062	Let skade	0,8519
Ekstrauheld	14,3028	-	-
Ulykker i alt	22,1090	Personskader i alt	1,7532

Tabel 3. Det samlede antal forventede ulykker og personskader i år 2028 på Vestmotorvejen mellem TSA 40b Vemmelev og TSA 43 Halsskov - med den nye udformning; 3 meter bredt nødspor på 28 strækninger.

Omkostningerne i forbindelse med ulykker i 2028 - med den nye udformning - beløber sig til 15.007.481 kr. (i 2020 priser), hvilket er summen af cellerne i kolonne S.

Den trafiksikkerhedsmæssige effekt

Sammenligning af Tabel 2 og Tabel 3 viser, at etableringen af et 3 meter bredt nødspor på Vestmotorvejen mellem TSA 40b Vemmelev og TSA 43 Halsskov forventes at *reducere* antallet af personskadeulykker, materielskadeulykker og ekstrauheld i 2028 fra i alt 29,4 til 22,1 og antallet af dræbte, alvorligt tilskadede og let tilskadede i 2028 fra i alt 2,3 til 1,8.

Dette indebærer en forventet nedgang på 7,3 ulykker årligt og en reduktion på 0,58 personskader årligt.

Samlet set forventes etableringen af nødsporet på Vestmotorvejen at resultere i en årlig reduktion i omkostningerne ved ulykker på 4.960.601 kr. (baseret på 2020-priser).

Bilag 1 - Startværdier

I Tabel 4 ses de *startværdier*, som beregningsværktøjet anvender, hvis der ikke indtastes oplysninger om antal kørespor, bredde af kørespor mv. i arket *inddata*.

Desuden fremgår, hvilke værdier der *accepteres* af beregningsværktøjet, hvis man ønsker at indtaste oplysninger om antal kørespor, bredde af kørespor mv. til beregning af sikkerhedsfaktorer.

Design- og reguleringsparameter	Startværdi	Accepterede værdier til beregning af sikkerhedsfaktorer
Antal gennemgående kørespor (heltal)	2	$1 \leq \text{antal} \leq 20$
Bredde af kørespor (meter)	3,50	$1,5 \leq \text{bredde} \leq 11$
Bredde af nødspor (meter)	3,00	$0 \leq \text{bredde} \leq 11$
Brug af nødspor til kørespor – Ja/nej *	Nej	Select-liste (Ja, Nej)
Brug af nødspor til kørespor – Andel af årsdøgntrafik	0,00	$0 \leq \text{andel} \leq 1$
Bredde af indre kantbane (meter)	0,50	$0 \leq \text{bredde} \leq 11$
Bredde af midterrabat (meter)	5,00	$0 \leq \text{bredde} \leq 101$
Gennemsnitlig horisontal kurveradius på motorvej (meter)	4.000	$10 \leq \text{radius} \leq 4.000$
Kurveafmærkning *	Nej	Select-liste (flere valgmuligheder)
Vejbelysning – Ja/nej	Nej	Select-liste (Ja, Nej)
Hastighedsbegrænsning (km/t) *	130	Select-liste (110, 130)
Variable hastighedstavler – Ja/nej	Nej	Select-liste (Ja, Nej)
Rampedosering – Ja/nej	Nej	Select-liste (Ja, Nej)
Rampedosering – Andel af årsdøgntrafik *	0,00	$0 \leq \text{andel} \leq 1$
Design af rampeanlæg	Lige ruderrampe	Select-liste (flere valgmuligheder)
Horisontalkurve på rampe – Radius (meter)	Lige	$10 \leq \text{radius} \leq 1.000$
Horisontalkurve på rampe – Kurvelængde (meter) *	Rampelængde, 0	$0 \leq \text{kurvelængde} \leq \text{rampelængde}$
Horisontalkurve på rampe – Gns. hastighed ved start af kurve (km/t) 1. og 2. kurve på hhv. frakørsels- og tilkørselsrampe *	95, 60 hhv. 45, 80	$4 \leq \text{hastighed} \leq 200$

Tabel 4. Beregningsværktøjets startværdier samt værktøjets accepterede værdier til beregning af sikkerhedsfaktorer.

* = se efterfølgende bemærkninger.

Der skal knyttes en række bemærkninger til flere af de oplysninger, der anvendes til beregning af sikkerhedsfaktorer:

- **Brug af nødspor:** Hvis kørsel i nødsporet er tilladt i visse perioder i løbet af dagen, så vælges "Ja" i select-listen i *Inddata*. Derudover skal det angives, hvor stor en andel af årsdøgnstrafikken der afvikles i perioder med tæt trafik og nødsporet åbent for kørsel, dvs. i tidsrum, hvor det er relevant for trafiksikkerheden. Dette gøres ved at sammenholde to summer af trafikmængder inden for en given tidsperiode, fx et år eller en uge.

Trafikmængde 1 er det samlede antal køretøjer, der benytter strækningen i den andel af den givne tidsperiode (fx år eller uge), hvor antallet af køretøjer overstiger 1.350 pr. permanente kørespor pr. time, og nødsporet samtidig er åbent for trafik.

Trafikmængde 2 er det samlede antal køretøjer, der benytter strækningen i hele den givne tidsperiode (fx år eller uge). I kolonne O i arket *Inddata* angives forholdet mellem de to trafikmængder, dvs. Trafikmængde 1 divideret med Trafikmængde 2.
- **Kurveafmærkning:** Der vil kun ske en påvirkning af sikkerhedsfaktoren for kurveafmærkning, hvis der er indtastet en gennemsnitlig horisontal kurveradius på motorvej eller til- eller frakørselsflettestrækning med en radius på maksimalt 1.000 meter. Det kan vælges, om kurveafmærkningen er for en horisontal kurve med en mindste kurveradius på 0-300 eller 301-600 meter.
- **Hastighedsbegrænsning:** Hvis en strækning har, eller skal have, en hastighedsbegrænsning på 110 km/t eller 130 km/t vælges dette i select-listen. Hvis en strækning har, eller skal have, en hastighedsbegrænsning *forskellig* fra 110 km/t og 130 km/t, fx 80 km/t, 90 km/t eller 120 km/t, anbefales det at lade cellen i kolonne U i arket *Inddata* være tom. Når der ikke skrives noget i cellen medfører dette reelt, at startværdien på 130 km/t benyttes.
- **Rampedosering:** Her skal angives den andel af årsdøgntrafikken på tilkørselsflettestrækningen, for hvilken rampedoseringen er aktiv.
- **Horisontalkurve på rampe – Kurvelængde:** Hvis der indtastes en kurvelængde som er længere end rampelængden, vil beregningsværktøjet automatisk reducere kurvelængden til rampelængden. Hvis der indtastes oplysninger om kurver på ramper, så benyttes disse informationer til den mest nøjagtige beregning. Sikkerhedsfaktorer for parameteren *design af rampeanlæg* bruges derfor ikke i de tilfælde.
- **Horisontalkurve på rampe – Gns. hastighed ved start af rampe:** Hvis der *ikke* indtastes oplysninger om gennemsnitshastigheden ved start af kurven på ramper, vil beregningsværktøjet automatisk indsætte hastigheder (startværdier), der er almindelige på ramper. På *frakørselsramper* vil det være 95 km/t for første kurve og 60 km/t for anden kurve. På *tilkørselsramper* vil det være 45 km/t for første kurve og 80 km/t for anden kurve. De automatisk indsatte startværdier for hastighed kan dog være væsentligt forskellige fra de gennemsnitshastigheder, der reelt køres med – eller vil blive kørt med – på rampen. Hvis der indtastes oplysninger om kurver på ramper, så benyttes disse informationer til den mest nøjagtige beregning. Sikkerhedsfaktorer for parameteren *design af rampeanlæg* bruges derfor ikke i de tilfælde.

Bilag 2 – Sikkerhedsfaktorer

Beregningsværktøjet tager udgangspunkt i en række modeller og gennemsnitsberegninger baseret på den udformning og regulering, som de 15 strækningstyper oftest har på det danske motorvejsnet.

Som beskrevet i vejledningen er der i tilknytning til de fem mest almindelige strækningstyper; motorvejsstrækning, fra- og tilkørselsflettestrækning samt fra- og tilkørselsrampe mulighed for at præcisere og nuancere beregningen vha. sikkerhedsfaktorer. Faktorerne beskriver afvigelser i strækningernes design og regulering set i forhold til de modeller og gennemsnitsberegninger, som beregningsværktøjet er bygget op omkring (en grundmodel).

Ved brug af sikkerhedsfaktorer kan det forventede antal ulykker og personskader således beregnes for en stor andel af motorvejsnettet med den variation i vejdesign og regulering, der findes.

Hvis der indtastes oplysninger om strækningens design og regulering i *Inddata*, kolonnerne K til AE, som adskiller sig fra beregningsværktøjets startværdier (se Bilag 1, Tabel 4), vil der automatisk ganges en sikkerhedsfaktor på resultatet fra beregningsværktøjets grundmodel, og derved ændres det forventede antal ulykker og personskader.

Nedenfor præsenteres sikkerhedsfaktorerne for de af beregningsværktøjets design- og reguleringsparametre, som er specificeret i Tabel 5. Nye og tidligere studier og evalueringer af de relevante design- og reguleringsparametre inddrages, og det beskrives, hvordan beregningsværktøjet håndterer særlige tilfælde.

Design- og reguleringsparameter	Motorvejsstrækning	Frakørselsflettestrækning	Tilkørselsflettestrækning	Frakørselsrampe	Tilkørselsrampe
Antal gennemgående kørespor	X	X	X		
Bredde af kørespor	X	X	X	X	X
Bredde af nødspor	X	X	X	X	X
Brug af nødspor til kørespor	X	X	X		
Bredde af indre kantbane	X	X	X	X	X
Bredde af midterrabat	X	X	X		
Gns. horisontal kurveradius	X	X	X	X	X
Kurveafmærkning	X	X	X		
Vejbelysning	X	X	X	X	X
Hastighedsbegrænsning	X	X	X		
Variable hastighedstavler	X	X	X		
Rampedosering			X		
Design af rampeanlæg				X	X

Tabel 5. Afhængig af strækningstype er det muligt at ændre startværdien for en række design- og reguleringsparametre. X angiver, at det er muligt at ændre startværdien for den pågældende parameter.

Antal gennemgående kørespor

Anvendte sikkerhedsfaktorer på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger

Høye (2021a) angiver i et systematisk litteraturstudie, at flere kørespor på motorveje resulterer i flere ulykker ved samme trafikmængde. Høye kan ikke angive en sammenlagt effekt af et ekstra kørespor ud fra de seks studier, der indgår. Blandt disse seks studier indgår ikke det måske største studie af trafiksikkerhed på motorveje, der blev udført af Bonneson et al. (2012), som finder, at trafiksikkerheden generelt forbedres, jo flere kørespor der er på motorvejsstrækninger og motorvejsflettestrækninger, dog øges antallet af eneulykker på motorvejsstrækninger, jo flere kørespor der er. I Jensen (2023) ses, at trafiksikkerheden på motorveje med 2, 3 og 4 kørespor i én køreretning er nogenlunde ens, mens motorveje med 5 kørespor har højere ulykkes- og skadesfrekvenser.

Baseret på ovenstående evalueringer fastsættes sikkerhedsfaktorerne for antallet af kørespor, som angivet i Tabel 6:

Sikkerhedsfaktorer for antal kørespor	Antal kørespor			
	2 kørespor	3 kørespor	4 kørespor	5+ kørespor
Ulykker og personskader	1,00	1,00	1,00	1,10

Tabel 6. Anvendte sikkerhedsfaktorer for antallet af gennemgående kørespor på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger (én side af motorvej). (5+ kørespor = 5 kørespor eller flere).

I nogle lande anvendes på meget brede motorveje nogle gange en opdeling med en skillerabat med autoværn mellem fx 2 + 3 kørespor eller 3 + 3 kørespor i samme køreretning. Det er muligt, at dette design fjerner eller reducerer den stigning i ulykker, der ofte forekommer ved udvidelser til 5 eller 6 kørespor i én køreretning.

Bredde af kørespor

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

Bonneson et al. (2012) finder, at antallet af ulykker og personskader falder med hhv. 3,8 % og 4,7 %, når køresporsbredden på hhv. motorveje og ramper øges med 0,30 meter, men kun frem til en bredde på 3,96 meter, hvorefter sikkerheden er uændret. Høye (2021b) finder, at antallet af ulykker og personskader falder, når køresporsbredden øges på veje med en årsdøgntrafik over 1.500, mens nogle resultater indikerer en optimal køresporsbredde på ca. 3,75 meter. Andre resultater viser, at en samlet øgning af kørespors- og nødsporsbredde på 0,30 meter giver et fald på ca. 6 % i antallet af ulykker.

Resultaterne i Jensen (2023) indikerer et fald i personskadeulykker på ca. 6 %, når køresporsbredden øges med 0,25 meter. For materielskadeulykker er der en optimal bredde på ca. 3,75-3,85 meter, mens der for ekstraheld er en stigning i ulykker på ca. 8 %, når køresporsbredden øges med 0,25 meter.

I beregningsværktøjets grundmodel er køresporsbredden i gennemsnit 3,59 meter for motorvejsstrækninger, 3,55 meter for fra- og tilkørselsflettestrækninger og 3,50 meter for fra- og tilkørselsramper.

Det anslås, at antallet af ulykker og personskader falder med ca. 3 % på motorveje og ca. 4 % på ramper, når bredden af kørespor øges med 0,25 meter, indtil der nås en bredde på ca. 3,75 meter.

Baseret på ovenstående benyttes sikkerhedsfaktorer for køresporsbredde, som angivet i Tabel 7:

Sikkerhedsfaktorer for antal kørespor	Bredde af kørespor (meter)					
	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
Ulykker og personskader – Motorvejsstrækninger	1,10	1,07	1,04	1,01	0,98	0,98
Ulykker og personskader – Flettestrækninger	1,10	1,07	1,04	1,01	0,98	0,98
Ulykker og personskader – Ramper	1,12	1,08	1,04	1,00	0,96	0,96

Tabel 7. Anvendte sikkerhedsfaktorer for køresporsbredde på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger samt fra- og tilkørselsramper.

Bredde af nødspor

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

I Jensen (2023) fremgår, at trafiksikkerheden forbedres, jo bredere nødsporet er - indtil der nås en bredde på ca. 3,0 meter. Virkningen af nødsporsbredden er næsten den samme på motorveje og ramper, dog er virkningen større på personskadeulykker på ramper end på motorveje, mens virkningen på ulykker kun med materielle skader er mindre på ramper end på motorveje. Samlet set fås i hovedtræk, at antallet af ulykker reduceres med ca. 3,0 %, hver gang nødsporets bredde øges med 0,25 meter.

Høye (2021b) finder en reduktion i antal ulykker på 3,7 % ved en forøgelse af nødsporets bredde med 0,30 meter. Det svarer til et fald på ca. 3,0 % ved en øgning på 0,25 meter. Høye kan ikke påvise en sammenhæng mellem nødsporsbredden og ulykkers alvorlighed.

Bonneson et al. (2012) finder, at en forøgelse af bredden på nødsporet med 0,30 meter resulterer i et fald i personskadeulykker på ca. 5,5 % og et fald i materielskadeulykker og ekstrauheld på ca. 2,6 % på ramper. På motorveje påvirker nødsporsbredden kun antallet af eneulykker, ifølge Bonneson et al., hvor en øgning af nødsporsbredden med 0,30 meter resulterer i en nedgang i personskadeulykker på ca. 9,4 % og en reduktion i materielskadeulykker og ekstrauheld på ca. 8,9 %.

Baseret på ovenstående evalueringer anslås, at en øgning af nødsporsbredden med 0,25 meter giver et fald på 3,0 % på både motorveje og ramper, indtil der nås en bredde på 3,0 meter. Beregningsværktøjet grundmodel er baseret på strækninger med nødspor med en bredde på mindst 3,00 meter og med en gennemsnitlig bredde på mellem 3,08 og 3,14 meter.

De anvendte sikkerhedsfaktorer kan således opsummeres, som angivet i Tabel 8.

Sikkerhedsfaktorer for nødsporsbredde	Bredde af nødspor inklusive ydre kantbane (meter)						
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0+
Ulykker og personskader	1,43	1,34	1,27	1,19	1,13	1,06	1,00

Tabel 8. Anvendte sikkerhedsfaktorer for bredde af nødspor på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger samt fra- og tilkørselsramper (3,0+ = 3,0 meter og bredere).

Brug af nødspor til kørespor

Anvendte sikkerhedsfaktorer på motorvejsstrækninger og fra- og tilkørselsflettestrækninger med mere end 1.350-1.400 køretøjer pr. kørespor pr. time.

En række europæiske før-efter evalueringer viser, at brug af nødspor til kørespor ved høje trafikmængder reducerer antallet af ulykker 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 sker, fordi ulykkesfrekvensen stiger markant, når antallet af køretøjer pr. kørespor overstiger ca. 1.250 pr. time.

Det vurderes, at kørsel i nødspor på motorveje 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. Nyere studier efterviser disse forhold, og angiver desuden, at kørsel i nødspor er gunstig på flettestrækninger (CEDR, 2021; Choi et al., 2019).

Baseret på ovenstående benyttes sikkerhedsfaktorer for brug af nødspor, som angivet i Tabel 9:

Sikkerhedsfaktorer for brug af nødspor til kørespor	Antal kørespor på motorvej (én køreretning)			
	2 kørespor	3 kørespor	4 kørespor	5+ kørespor
Personskadeulykker og personskader	0,60	0,70	0,76	0,80
Materielskadeulykker og ekstraheld	0,80	0,85	0,88	0,90

Tabel 9. Anvendte sikkerhedsfaktorer for brug af nødspor til kørespor på motorvejsstrækninger og fra- og tilkørselsflettestrækninger med mere end 1.350-1.400 køretøjer pr. kørespor pr. time. Sikkerhedsfaktor gælder kun for tidsrum, hvor nødspor er åben for trafik på lige fod med de permanente kørespor, og opgøres ud fra påvirket andel af samlet trafik. (5+ kørespor = 5 kørespor eller mere i én køreretning).

Bredde af indre kantbane

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

I Danmark er indre kantbane oftest 0,5 meter bred både på motorveje og ramper. I Jensen (2023) findes, at en bredere indre kantbane giver en bedre trafiksikkerhed, indtil bredden er ca. 1,5-1,7 meter, hvorefter sikkerheden ikke bliver bedre eller decideret forværres. Tallene tyder på, at faldet i ulykker er ca. 5 % for hver gang indre kantbane udvides med 0,25 meter indtil en bredde på 1,50 meter.

Bonneson et al. (2012) finder, at ulykker og personskader reduceres med ca. 1,6 % for hver gang indre kantbane udvides med 0,30 meter på motorveje, mens faldet er ca. 5,5 % for personskadeulykker på ramper og ca. 2,6 % for ulykker kun med materielle skader på ramper.

Anvendte sikkerhedsfaktorer for indre kantbane på motorveje og ramper er angivet i Tabel 10.

Sikkerhedsfaktorer for bredde af indre kantbane	Bredde af indre kantbane (meter)								
	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00+
Ulykker og personskader	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,90	0,87	0,89	0,90

Tabel 10. Anvendte sikkerhedsfaktorer for bredde af indre kantbane på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger samt fra- og tilkørselsramper. (2,00+ = 2 meter og bredere).

Placering og type af autoværn i midterrabat har betydning for trafiksikkerheden. For sikkerhedsfaktorer for bredde af indre kantbane er udgangspunktet; to enkeltsidet stålautoværn i midterrabat placeret ved indre kantbaner.

Bredde af midterrabat

Anvendte sikkerhedsfaktorer på motorvejsstrækninger samt fra- og tilkørselsflettestrækninger.

Et systematisk litteraturstudie viser, at antallet af ulykker falder med ca. 1,80 %, når bredden af midterrabbatten øges med 1 meter på motorveje (Høye, 2021b). Bonneson et al. (2012) viser, at antallet af ulykker falder med ca. 1 %, når bredden af midterrabbatten udvides med 1 meter, mens antallet af personskader falder med ca. 0,3 % på motorveje. Danske studier tyder på, at antallet af ulykker falder med ca. 0,7 %, mens antallet af personskader stiger med ca. 0,2 % for hver meter midterrabbatten bliver bredere på motorveje. Midterrabat på motorvejsstrækninger og fra- og tilkørselsflettestrækninger i beregningsværktøjets grundmodel er i gennemsnit 5 meter.

Anvendte sikkerhedsfaktorer for bredde af midterrabat er, som angivet i Tabel 11:

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

Tabel 11. Anvendte sikkerhedsfaktorer for bredde af midterrabat på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger. (11,0+ = 11,0 meter eller bredere).

Placering og type af autoværn i midterrabat har betydning for trafiksikkerheden. For sikkerhedsfaktorer for bredde af midterrabat er udgangspunktet; to enkeltsidet stålautoværn i midterrabat placeret ved indre kantbaner.

Radius på horisontalkurver

Anvendte sikkerhedsfaktorer på motorvejsstrækninger samt fra- og tilkørselsflettestrækninger.

En lang række undersøgelser viser, at antallet af ulykker og personskader falder, jo større radius er på en horisontalkurve. Der er taget udgangspunkt i en amerikansk model for sikkerhedsfaktorer for horisontal kurveradius, der udelukkende er baseret på motorveje, og som harmonerer med resultaterne i Jensen (2023) samt andre undersøgelser af horisontal kurveradius på motorveje. Modellen angiver, at sikkerhedsfaktoren for horisontale kurver på motorveje er lig med $e^{0,1096 \cdot CD}$, hvor $CD = 1746,5$ divideret med kurveradius i meter. Den model gælder kun for kurver med radius på 300 meter eller mere. Konstanten på 0,1096 passer fint med den konstant, som estimeres for ulykker på motorvejsstrækninger og fra- og tilkørselsflettestrækninger, når der modelleres for gennemsnitlig horisontal kurveradius.

Medianværdier for mindste og gennemsnitlig horisontal kurveradius for motorvejsstrækninger og fra- og tilkørselsflettestrækninger i grundmodeller er hhv. 3.638 og 5.967 meter. Der er ikke større forskelle i medianværdier strækningstyperne i mellem. Det anslås, at motorveje, der indgår i beregningsværktøjets grundmodeller, har et sikkerhedsniveau, der svarer til en gennemsnitlig horisontal kurveradius på 4.000 meter, hvorfor den anvendte sikkerhedsfaktor er $e^{0,1096 \cdot CD} / e^{0,1096 \cdot 1746,5/4000}$.

Anvendte sikkerhedsfaktorer for gennemsnitlig horisontal kurveradius på motorveje er angivet i Tabel 12:

Sikkerhedsfaktor for horisontalkurver	Gennemsnitlig horisontal kurveradius (meter)							
	300	500	800	1.000	1.500	2.000	3.000	≥ 4.000
Ulykker og personskader	1,80	1,40	1,21	1,15	1,08	1,05	1,02	1,00

Tabel 12. Anvendte sikkerhedsfaktorer for gennemsnitlig horisontal kurveradius på motorvejsstrækninger og fra- og tilkørselsflettestrækninger.

Ved brug af beregningsværktøjet til vurdering af forventede ulykker og personskader på motorveje, skal man kun indtaste én gennemsnitlig horisontal kurveradius pr. strækning, hvis radius er under 4.000 meter.

Horisontale kurver på ramper påvirker også trafikikkerheden. Her viser undersøgelser, at gennemsnitshastigheden på køretøjer ved start af kurven er af stor betydning for, hvor meget kurven påvirker sikkerheden. Derfor har kurver på fra- og tilkørselsramper større betydning for sikkerheden end tilsvarende kurver på tilkørselsramper.

Der tages udgangspunkt i en amerikansk model for sikkerhedsfaktorer for kurveradius, der er baseret på ramper ved motorveje, og som harmonerer med undersøgelsen i Jensen (2023) og andre undersøgelser af kurver. Der bruges følgende model for sikkerhedsfaktorer for kurver på fra- og tilkørselsramper:

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

hvor a er en konstant (1,545 for personskadeulykker og 1,961 for materielskadeulykker og ekstraueheld), $V_{\text{ent},i}$ 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 horisontale kurver med en radius på under 1.000 meter på rampen må indgå. Kurver på krydshjørner i rampekryds må ikke indgå.

I beregningsværktøjets grundmodeller for fra- og tilkørselsramper indgår den gennemsnitlige horisontale kurveradius. Ved brug af beregningsværktøjet til vurdering af forventede ulykker og personskader på ramper er lige ramper i ruderanlæg basis (sikkerhedsfaktor 1,00). På fra- og tilkørselsramper er medianværdier for gennemsnitlig horisontal kurveradius hhv. 1.197 og 1.129 meter, og disse er udgangspunktet for kurvaturen på ramper (sikkerhedsfaktor 1,00).

Når beregningsværktøjet benyttes til at estimere forventede ulykker og personskader på ramper, kan der indtastes op til to horisontale kurveradier, kurvelængder og gennemsnitshastigheder ved start af kurve, hvis kurveradius er under 1.000 meter. Dette kan gøres for de to kurver med mindste kurveradius på fra- og tilkørselsramper. Alternativt kan man indtaste design af rampeanlæg.

Kurveafmærkning

Anvendte sikkerhedsfaktorer på motorvejsstrækninger samt fra- og tilkørselsflettestrækninger.

Flere studier viser, at etablering af kurveafmærkning reducerer antallet af ulykker i kurver. Kurveafmærkning er baggrunds- og pilafmærkning evt. suppleret med advarselstavle, tavle med anbefalet hastighed, maling af autoværn og sekventielle blinklys. Studier af kurveafmærkning på motorveje er dog få, men viser, at kurveafmærkning kun påvirker ulykkestallet i skarpe kurver. Der er stadig ikke grundlag for at opstille sikkerhedsfaktorer for kurveafmærkning på ramper.

Der anvendes følgende sikkerhedsfaktorer for kurveafmærkning på motorveje (Tabel 13):

Sikkerhedsfaktorer for kurveafmærkning	Radius 0-300 meter	Radius 301-600 meter	Ej kurve- afmærkning
Personskadeulykker og personskader	0,50	0,75	1,00
Materielskadeulykker og ekstraueheld	0,60	0,80	1,00

Tabel 13. Anvendte sikkerhedsfaktorer for kurveafmærkning hhv. for kurver med en radius på 0-300 meter og 301-600 meter på motorvejsstrækninger samt fra- og tilkørselsflettestrækninger. I kurveafmærkningen indgår baggrunds- og pilafmærkning og evt. advarselstavle og anbefalet hastighed.

Vejbelysning

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

En række undersøgelser viser, at anlæg af vejbelystning på motorveje og ramper medfører fald i ulykker og personskader i mørke på mellem 5 og 58 %. Et nyere systematisk litteraturstudie viser, at anlæg af vejbelystning på alle slags veje under ét medfører et fald i ulykker i mørke på 16 %, et lidt større fald i personskader i mørke på 21 % og et endnu større fald i dræbte og meget alvorlige skader på 49 % (Høye, 2021c).

Der anvendes følgende sikkerhedsfaktorer for vejbelystning, hvor der tages højde for, hvordan ulykker og personskader fordeler sig efter lysforhold og vejbelystning på motorveje og ramper i Danmark (Tabel 14):

Sikkerhedsfaktorer for vejbelystning	Personskadeulykke	Materielskadeulykke	Ekstra-uheld	Dræbt	Alvorlig skade	Let skade
Med vejbelystning	0,93	0,95	0,95	0,74	0,92	0,95

Tabel 14. Anvendte sikkerhedsfaktorer for vejbelystning på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger samt fra- og tilkørselsramper.

Hastighedsbegrænsning

Anvendte sikkerhedsfaktorer på motorvejsstrækninger samt fra- og tilkørselsflettestrækninger.

Både danske og udenlandske undersøgelser har opgjort signifikante forskelle i ulykkes- og personskadetætheder på sammenlignelige motorveje med en hastighedsbegrænsning på hhv. 110 og 130 km/t, bl.a. Jensen (2023) afsnit 2.1.4 og 2.7.2 samt Elvik (2019).

Det er kun muligt at estimere pålidelige sikkerhedsfaktorer for hastighedsbegrænsninger på 110 og 130 km/t på motorveje. Der er således ikke grundlag for sikkerhedsfaktorer på ramper eller sikkerhedsfaktorer for hastighedsbegrænsninger forskellig fra 110 km/t og 130 km/t.

Der anvendes følgende sikkerhedsfaktorer for hastighedsbegrænsning (Tabel 15):

Sikkerhedsfaktorer for hastighedsbegrænsning	Personskadeulykke	Materielskadeulykke	Ekstra-uheld	Dræbt	Alvorlig skade	Let skade
110 km/t	0,80	0,90	0,90	0,70	0,73	0,80
130 km/t	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabel 15. Anvendte sikkerhedsfaktorer for hastighedsbegrænsning på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger.

Variable hastighedstavler

Anvendte sikkerhedsfaktorer på motorvejsstrækninger samt fra- og tilkørselsflettestrækninger.

Variable tavler anvendes til adskillige formål på motorveje rundt om i verden. Når variable tavler bruges til at ændre hastighedsgrænser, er det ofte for at harmonisere hastigheden. Variable hastighedstavler anvendes også på danske motorveje til at reducere hastigheden ved tæt tåge, høj vindstyrke, glat føre, vejarbejde mv.

Høye (2022) finder i et systematisk litteraturstudie, at variable hastighedstavler til hastighedsharmonisering reducerer antallet af ulykker med 16 %, og reducerer antallet af ulykker med 22 % i relation til varsling af dårlige vejrforhold. Faldet i ulykker forekommer højere ved varsling af tåge. Disse resultater gælder også motorveje. Der er ikke fundet studier af variable hastighedstavler på ramper. Variable hastighedstavler forebygger især bagendekollisioner.

Grundmodeller for motorveje og ramper er baseret på strækninger uden variable tavler. Der arbejdes med følgende sikkerhedsfaktorer for variable hastighedstavler på motorveje (Tabel 16):

Sikkerhedsfaktorer for variable hastighedstavler	Personskadeulykke	Materielskadeulykke	Ekstra-uheld	Dræbt	Alvorlig skade	Let skade
Med variable tavler	0,85	0,80	0,80	0,85	0,85	0,85
Uden variable tavler	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabel 16. Anvendte sikkerhedsfaktorer for variable hastighedstavler på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger.

Rampedosering

Sikkerhedsfaktor på tilkørselsflettestrækning.

Undersøgelser viser, at rampedoseringer ved tilkørsler til motorvej giver et fald i antallet af ulykker på tilkørselsflettestrækninger. Disse fald sker alene i de tidsrum, hvor rampedoseringen er aktiv. Der er ikke fundet undersøgelser, der kan dokumentere den optimale placering af rampedoseringsens signalanlæg og stoplinje.

Der anvendes følgende sikkerhedsfaktor for rampedosering (Tabel 17):

Sikkerhedsfaktor for rampedosering	Tilkørselsflettestrækninger
Ulykker og personskader	0,65

Tabel 17. Anvendt sikkerhedsfaktor for rampedosering etableret på tilkørselsrampe, hvor sikkerhedsfaktor gælder for den efterfølgende tilkørselsflettestrækning i tidsrum, hvor rampedoseringen er aktiv.

Design af rampeanlæg

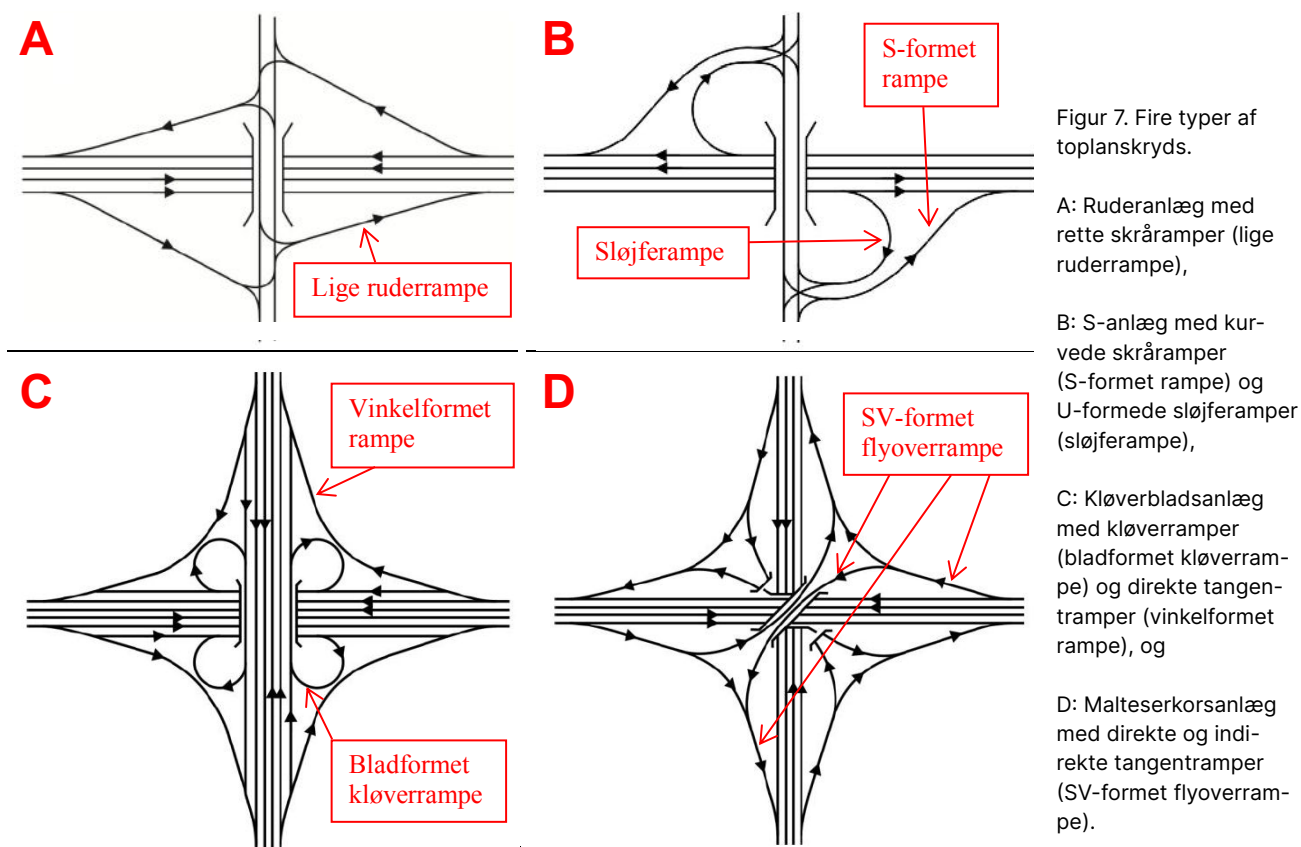
Anvendte sikkerhedsfaktorer på fra- og tilkørselsramper.

Ramper ved motorveje kan være udformet på mange måder. I Figur 7 ses fire af de mest almindelige rampe-designs.

Ud fra danske undersøgelser er sikkerhedsfaktorer for design af rampeanlæg for hhv. fra- og tilkørselsramper estimeret (Tabel 18). Disse sikkerhedsfaktorer harmonerer fint med udenlandske studier, og harmonerer også fint med modellen for kurver på ramper, som vist i Jensen (2023) afsnit 3.7.

Sikkerhedsfaktorer for design af rampeanlæg	Frakørselsramper	Tilkørselsramper
Lige ruderrampe (ret skrårampe)	1,00	1,00
S-formet ruderrampe (kurvet skrårampe), en variation af lige ruderrampe ikke vist på figur 7.	0,98	1,07
S-formet rampe (mere kurvet skrårampe)	2,09	1,76
Sløjferampe (U-formet sløjferampe)	4,15	4,46
SV-formet flyoverrampe	2,56	3,27
Vinkelformet rampe (45-135 grader)	1,28	3,23
Bladformet kløverrampe	4,85	6,92

Tabel 18. Anvendte sikkerhedsfaktorer for ulykker og personskader på fra- og tilkørselsramper afhængig af design af rampeanlæg.



Referencer

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.

CEDR (2021): *Hard Shoulder Running*, Fact Sheet v2.0. Conference of European Directors of Roads, Working Group Traffic and Network Management, Belgien.

Choi, J., Tay, R., Kim, S., Jeong, S., Kim, J. og T-Y. Heo (2019): *Safety Effects of Freeway Hard Shoulder Running*. Journal of Applied Sciences, <https://doi.org/10.3390/app9173614>.

Elvik, R. (2019): 3.11 *Fartsgrenser*, *Trafikksikkerhetshåndboken*. Transportøkonomisk Institutt, Norge, <https://www.tshandbok.no>.

Høye, A. (2021a): 1.11 *Utbedring av vegers tverrprofil*, *Trafikksikkerhetshåndboken*. Transportøkonomisk Institutt, Norge, <https://www.tshandbok.no>.

Høye, A. (2021b): *Vegens geometriske tverrsnittselementer og betydning for trafikksikkerheten*. Transportøkonomisk Institutt, TØI rapport 1831/2021, Norge.

Høye, A. (2021c): 1.18 *Vegbelysning*, *Trafikksikkerhetshåndboken*. Transportøkonomisk Institutt, Norge, <https://www.tshandbok.no>.

Høye, A. (2022): 3.20 *Variable trafikkskilt*, *Trafikksikkerhetshåndboken*. Transportøkonomisk Institutt, Norge, <https://www.tshandbok.no>.

Jensen, S. U. (2023): *Opdaterte ulykkesmodeller og sikkerhetsfaktorer for motorveje. Baseret på data fra 2006-2020 og nyere undersøgelser*, Trafitec, <https://trafitec.dk/opdaterte-ulykkesmodeller-og-sikkerhetsfaktorer-for-motorveje/>







Vejdirektoratet
Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

Telefon 7244 3333
vd@vd.dk
vejdirektoratet.dk

Vejdirektoratet har kontorer i
Aalborg, Fløng, Middelfart,
Næstved, Skanderborg
og København

Find mere information på
vejdirektoratet.dk

Vejdirektoratet er en styrelse under Transportministeriet