

Sikkerhedsfaktorer – Kryds og strækninger i åbent land

BILAGSNOTAT



Indhold

Indledning	3
Bilag 1. Sikkerhedsfaktorer - Kryds	4
Signalregulerede kryds.....	5
Ensrettet trafik.....	5
Svingbaner	5
Venstresvingspile.....	6
Cykelfacilitet	7
Hastighedsbegrænsning overordnet vej	7
Rundkørsler.....	8
Type af rundkørsel.....	8
Tilfartskørespor (inkl. shunt)	9
Sekundærhelle.....	9
Midterø diameter	10
Midterø højde.....	10
Bredde af overkørselsareal.....	11
Bredde af cirkulationsareal.....	11
Cykelfacilitet	12
Belysning.....	12
Vigepligtsregulerede kryds	13
Type af vigepligt.....	13
Ensrettet trafik.....	13
Svingbaner primærvej	14
Sekundærheller	14
Cykelfacilitet	15
Belysning.....	15
Hastighedsbegrænsning primærvej	16
Bilag 2. Sikkerhedsfaktorer - Strækning	17
Vejtype	18
Midterrabat.....	18
Bredde af kørespor	18
Bredde af kantbane/nødspor.....	19
Bredde af yderrabat.....	19
Cykelfacilitet.....	20
Fortov	20
Vejbelysning.....	21
Hastighedsbegrænsning	21
Cykelforbud.....	22
Kurvatur	22
Bakkethed	23
Sideveje.....	23
Større og mindre vejadgange	24
Referencer	25

Indledning

Dette bilagsnotat er knyttet til de to guider/vejledninger *Trafikulykker i kryds i åbent land* og *Trafikulykker på strækninger i åbent land* (Andersson & Jensen, 2025a og 2025b).

Guiderne understøtter anvendelsen af to beregningsværktøjer: Ét til beregning af ulykker og personskader i kryds og ét til beregning af ulykker og personskader på strækninger - begge på veje i åbent land (Jensen 2025b og 2025c).

Bilaget præsenterer de sikkerhedsfaktorer, som værktøjerne anvender, og bygger på både ny og tidligere dokumentation.

En komplet referenceliste findes bagest i notatet.

Bilag 1. Sikkerhedsfaktorer - Kryds

I dette bilag præsenteres de sikkerhedsfaktorer, som beregningsværktøjet for kryds anvender (Jensen, 2025a). Grundlaget bygger på ny og tidligere dokumentation, som er nærmere beskrevet i Jensen (2025).

Beregningsværktøjet for kryds i åbent land er baseret på gennemsnitsmodeller - eller grundmodeller - baseret på typisk udformning og regulering af kryds på det danske landevejsnet. Som beskrevet i guiden, Andersson & Jensen (2025a), kan beregningerne nuanceres med sikkerhedsfaktorer, der justerer for forhold, som afviger fra grundmodellerne, hvilket gør det muligt at beregne ulykker og personskader mere præcist. Når der i Excel-arket *Inddata* (Trin 2, Supplerende oplysninger), angives forhold, der afviger fra startværdierne (jf. Bilag i Andersson & Jensen (2025a)), anvender beregningsværktøjet automatisk en passende sikkerhedsfaktor, som justerer resultatet i forhold til basisudformningen i Trin 1.

Tabel 9 giver en oversigt over, hvilke design- og reguleringsparametre der kan justeres for signalregulerede kryds, rundkørsler samt vigepligtsregulerede kryds, og som der derfor er udarbejdet sikkerhedsfaktorer for.

Design- og reguleringsparametre	Signalregulerede kryds	Rundkørsler	Vigepligtsregulerede kryds
	(Kolonne AB - AF)	(Kolonne AG - AO)	(Kolonne AP - AV)
Ensrettet trafik	X		X
Svingbaner	X		X (primærvej)
Venstresvingspile	X		
Cykelfacilitet	X	X	X
Hastighedsbegrænsning	X (overordnet vej)		X (primærvej)
Type af rundkørsel		X	
Tilfartskørespor (inkl. shunt)		X	
Sekundærhelle(r)		X	X
Midterø diameter (m)		X	
Midterø højde (interval i m)		X	
Bredde af overkørselsareal (m)		X	
Bredde af cirkulationsareal (m)		X	
Belysning		X	X
Type af vigepligt			X

Tabel 1. Tabellen angiver design- og reguleringsparametre, der kan ændres. Et "X" angiver, at startværdien for den pågældende parameter kan ændres i *Inddata*, Kolonne AB til AV, afhængig af krydstype. For disse parametre er der udarbejdet tilhørende sikkerhedsfaktorer.

I det følgende beskrives de sikkerhedsfaktorer, beregningsværktøjet tager i brug for hver af de tre krydstyper.

Signalregulerede kryds

Der er ikke opstillet sikkerhedsfaktorer for driftsform, signalprogrammering, faseinddeling mv., da en detaljeret gennemgang af signaldokumentationen ikke er vurderet formålstjenlig inden for projektets rammer. Ligeledes er der ikke opstillet sikkerhedsfaktorer for fodgængerfelter i signalregulerede kryds, da der ikke foreligger pålidelige studier heraf i landzone.

Ensrettet trafik

Baseret på to studier finder Høye & Elvik (2025), at *venstresvingsforbud* i vigepligtsregulerede F-kryds reducerer alle ulykker med 27 hhv. 35 %. Der findes ikke tilsvarende dokumentation for effekten af *ensrettet* trafik i kryds.

Jensen (2025) har udviklet modeller for både signal- og vigepligtsregulerede T- og F-kryds, der tager højde for årsgennemsnitstrafik og ensrettede krydsben. På tværs af krydstyper viser modellerne, at ensrettet trafik i gennemsnit reducerer person- og materielskadeulykker med hhv. 39 % og 31 %, mens antallet af ekstrauheld stiger med 11 %. Den samlede effekt på alle ulykker er et fald på 28 %. Effekterne varierer mellem krydstyperne, men da forskellene ikke er statistisk signifikante, vurderes det rimeligt at anvende samme estimerede effekt på tværs af krydstyper. Samlet set tyder resultaterne på, at ensrettet trafik i kryds har en sikkerhedsmæssig effekt, der svarer til effekten af venstresvingsforbud, som angivet i Høye & Elvik (2025).

Der anvendes følgende sikkerhedsfaktorer for ensrettet trafik i signalregulerede kryds (Tabel 2):

SIKKERHEDSFAKTORER	ENSRETTET TRAFIK I ÉT ELLER FLERE KRYDSBEN?	
	Ja	Nej
Personskadeulykker og personskader	0,65	1,00
Materielskadeulykker	0,75	1,00
Ekstrauheld	1,00	1,00

Tabel 2. Sikkerhedsfaktorer for ensrettet trafik i signalregulerede T- og F-kryds i åbent land.

Bemærk, at beregningsværktøjets grundmodel for signalregulerede kryds gælder for kryds med dobbeltrettet trafik i alle krydsben. Afmærkede svingforbud indgår i sikkerhedsfaktorerne for ensrettet trafik i Tabel 2.

Svingbaner

Høye & Elvik (2025) finder, at venstresvingsbaner reducerer alle ulykker med 20 % i T-kryds og 35 % i F-kryds, mens højresvingsbaner giver ca. 18 % reduktion (omfattende antal studier). De fleste studier omhandler signalregulerede kryds, men antal svingbaner er uklart. Harwood et al. (2002) finder, at venstresvingsbaner i signalregulerede T- og F-kryds reducerer ulykker med op til 33 %, mens højresvingsbaner har mindre effekt (2,5–5 %).

Modeller i Jensen (2025) angiver et fald på 10 % i alle ulykker ved én venstresvingsbane i T-kryds, men en stigning på op til 7 % ved én højresvingsbane. Effekterne ligger på 2-3% for F-kryds. Trafiktal for svingende trafik er ukendt, så effekterne er usikre.

Det skal bemærkes, at effekten af midterheller i signalregulerede kryds ifølge Høye & Elvik (2025) er indregnet i svingbaneeffekterne. Kantstensbegrænsede midterheller har muligvis lidt bedre effekt end påmalede, men forskellene er små og ikke signifikante. Samme kilde angiver ikke-signifikante reduktioner i ulykker ved forbedrede sigtforhold via deleheller: Op til 9 % for venstresving og 23 % for højresving. Jensen & Buch (2017) finder ingen effekt, mens Jensen (2025) indikerer op til 25 % reduktion i T-kryds. Da effekterne er usikre og overlapper med svingbaneeffekter, anvendes ikke særskilte faktorer for deleheller og slips.

Beregningsværktøjets grundmodeller for signalregulerede T-kryds er baseret på én højresvingsbane og to venstresvingsbaner, i alt tre svingbaner. For F-kryds indgår to højresvingsbaner og fire venstresvingsbaner, i alt seks svingbaner. Begge modeller forudsætter midterheller i alle krydsben.

Baseret på ovenstående benyttes følgende sikkerhedsfaktorer for svingbaner i T- hhv. F-kryds (Tabel 3 og Tabel 4):

SIKKERHEDSFAKTORER	ANTAL SVINGBANER I T-KRYDS				
	0	1	2	3	4+
Ulykker og personskader	1,15	1,10	1,05	1,00	0,95

Tabel 3. Sikkerhedsfaktorer for svingbaner i signalregulerede T-kryds i åbent land. "4+" angiver 4 eller flere svingbaner i krydset.

SIKKERHEDSFAKTORER	ANTAL SVINGBANER I F-KRYDS									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8+	
Ulykker og personskader	1,30	1,25	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	

Tabel 4. Sikkerhedsfaktorer for svingbaner i signalregulerede F-kryds i åbent land. "8+" angiver 8 eller flere svingbaner i krydset.

Venstresvingspile

Beregningsværktøjets grundmodeller for signalregulerede kryds forudsætter ingen svingpile. Højresvingspile indføres typisk først, når der allerede er venstresvingspile. Da effekten af højresvingspile er sparsomt dokumenteret (Jensen & Buch, 2017; Høye & Elvik, 2025), opstilles kun sikkerhedsfaktorer for venstresvingspile.

Ifølge Høye & Elvik (2025) reducerer bundet venstresving (3-lys pil) alle ulykker med 16 %, mens 1-lys pil giver 4 % reduktion. Effekter er ikke opdelt på krydstype eller by- og landzone. Danske data (Jensen & Buch, 2017) viser et signifikant fald i antal ulykker på 35 % ved bundet venstresving – størst i T-kryds (66 %) og byområder (38 %). Effekten er lavere i F-kryds (32 %) og i landområder (14 %). En belgisk undersøgelse viser et signifikant fald på 37 % i personskadeulykker ved bundet venstresving, dog uden opdeling på krydstyper (De Pauw et al., 2015).

Jensen (2025) viser, at 1-lys pil forværrer sikkerheden i T-kryds, men forbedrer den i F-kryds. Bundet venstresving forbedrer sikkerheden i begge krydstyper, især T-kryds. Højresvingspile har begrænset eller negativ effekt. Effekterne er dog usikre pga. manglende trafiktal for svingtrafik.

Venstresvingpile forudsætter mindst ét venstresvingsspor i krydset. Eventuelle effekter af de-leheller ved bundet venstresving indgår i sikkerhedsfaktorerne angivet i Tabel 5:

SIKKERHEDSFAKTORER	VENSTRESVINGSPILE		
	Ingen	1-lys pil	3-lys pil (bundet venstresving)
Ulykker og personskader – T-kryds	1,00	1,00	0,70
Ulykker og personskader – F-kryds	1,00	1,00	0,90

Tabel 5. Sikkerhedsfaktorer for venstresvingpile i signalregulerede T- og F-kryds i åbent land.

Cykelfacilitet

Ifølge Høye et al. (2017) øger cykelbaner ulykkesrisikoen i kryds med 20 %, mens enkelt- og dobbeltrettede cykelstier øger risikoen med hhv. 4 % og 1 %. Effekterne gælder generelt for både by og land og alle krydstyper. Ulykkesmodeller (Jensen, 2025) viser modsatrettede effekter: Kant- og cykelbaner øger ulykker i signalregulerede kryds, men reducerer ulykker i vigepligtsregulerede kryds. Enkeltrettede cykelstier har lignende tendens, mens dobbeltrettede stier giver uændret effekt i signalregulerede kryds, men ulykkesreduktion i vigepligtsregulerede kryds. Modellerne er dog usikre pga. manglende trafiktal for cykeltrafik.

Det antages, at effekterne af cykelfacilitet er nogenlunde ens på tværs af krydstype og reguleringsformer. Den præcise regulering af cykeltrafik er ukendt, men forventes at påvirke effekten. Effekterne fra Høye et al. (2017) anvendes som udgangspunkt, men reduceres en smule.

Beregningsværktøjets grundmodeller for signalregulerede kryds antager, at der ikke er cykelfacilitet i krydsbenene. Der anvendes sikkerhedsfaktorer for cykelfacilitet i signalregulerede kryds, som vist i Tabel 6:

SIKKERHEDSFAKTORER	CYKELFACILITET			
	Ingen	Kant- og cykelbane	Enkeltrettet cykelsti	Dobbeltrettet cykelsti
Ulykker og personskader	1,00	1,10	1,00	1,00

Tabel 6. Sikkerhedsfaktorer for cykelfacilitet i signalregulerede T- og F-kryds i åbent land.

Hastighedsbegrænsning overordnet vej

Beregningsværktøjets grundmodeller for signalregulerede kryds antager 70 km/t som hastighedsbegrænsning på den overordnede vej (oftest primærvejen) og ingen tavler med ubetinget vigepligt (B11).

Jensen (2025) antyder, at højere hastighedsgrænser reducerer antallet af ulykker, men effekterne er upålidelige, da hastighedsbegrænsningen er korreleret med andre faktorer som trafik-sammensætning og afmærkning. Forskning viser generelt, at lavere hastighedsgrænser forbedrer trafiksikkerheden – og omvendt.

Elvik (2009) opstiller potensmodeller, der kvantificerer, hvordan ændringer i gennemsnitshastighed påvirker antallet af trafikulykker. Høye et al. (2017) anvender en andengradsligning til at beskrive, hvordan gennemsnitshastigheden ændrer sig, når hastighedsgrænsen justeres

(begge modeller er nærmere specificeret i Jensen (2025)). Ved at kombinere de to modeller kan effekten af ændrede hastighedsgrænser på trafiksikkerheden estimeres. For eksempel vil en sænkning af hastighedsgrænsen fra 80 til 70 km/t medføre et forventet fald i gennemsnitshastigheden på ca. 3,6 km/t. Dette svarer til en reduktion på omkring 7 % i personskadeulykker og 15 % i alvorlige skader.

Greibe & Nielsen (1996) finder ligeledes lavere risiko for ulykker og alvorlige skader ved lavere hastighedsgrænser på primærvejen i signalregulerede kryds – både i by- og landzone. Risikoindekset falder markant, fx fra 100 til 66 for dræbte og alvorlige skader i landzone ved sænkning af hastighedsbegrænsningen fra 80 til 70 km/t.

Sikkerhedsfaktorer for ændringer i hastighedsgrænser beregnes med udgangspunkt i Elviks modeller samt antagelsen om, at gennemsnitshastigheden svarer til skiltet hastighed før en ændring. Effekterne antages ens i T- og F-kryds. Beregningsværktøjets anvendte sikkerhedsfaktorer ses i Tabel 7:

SIKKERHEDSFAKTORER	HASTIGHEDSBEGRÆNSNING – PÅ OVERORDNET VEJ (km/t)				
	40	50	60	70	80
Personskadeulykker	0,70	0,82	0,92	1,00	1,05
Materielskadeulykker og ekstrauehld	0,72	0,83	0,92	1,00	1,04
Dræbte	0,36	0,57	0,78	1,00	1,14
Alvorlige skader	0,46	0,65	0,83	1,00	1,10
Lette skader	0,74	0,84	0,93	1,00	1,04

Tabel 7. Sikkerhedsfaktorer for hastighedsbegrænsning for krydsben på overordnet vej i signalregulerede T- og F-kryds i åbent land.

Rundkørsler

Grundet manglende viden om fodgængerfelters betydning for trafiksikkerheden i rundkørsler opstilles ikke sikkerhedsfaktorer for fodgængerfeltet. Ligeledes er viden om de sikkerhedsmæssige effekter af signalregulering af rundkørsler så begrænset, at der ikke opstilles sikkerhedsfaktorer herfor.

Litteraturen viser ingen klar sammenhæng mellem hastighedsbegrænsning på vejgrene og sikkerheden i rundkørsler, da rundkørsler i sig selv er fartdæmpende, og designet styrer hastigheden (Høye & Elvik, 2025; Jensen, 2015). Ulykkesmodeller viser dog lavere ulykkesfrekvens ved højere hastighedsgrænser, hvilket kan skyldes trafiksammensætning (Jensen, 2025). Udgangspunktet for beregningsværktøjets grundmodeller er en hastighedsbegrænsning på 80 km/t på samtlige vejgrene. Baseret på ovenstående sættes sikkerhedsfaktoren til 1,00 uanset hastighedsgrænse på vejgrene i både 1-sporede og flersporede rundkørsler i åbent land.

Type af rundkørsel

Der skelnes mellem *1-sporet* og *flersporet* rundkørsel, men der fastsættes ikke en selvstændig sikkerhedsfaktor for rundkørselstypen i sig selv. I stedet afhænger sikkerhedsfaktoren for en

række øvrige design- og reguleringsparametre af, om rundkørslen er 1- eller flersporet. Det gælder midterøens højde, bredde af overkørselsareal og bredde af cirkulationsareal.

Tilfartskørespør (inkl. shunt)

Jensen (2013a; 2013b) viser, at 1-sporede rundkørsler generelt er sikrere end flersporede, særligt hvad angår materielskade og ekstrauehd. Rundkørsler med to cirkulationsspor hele vejen rundt har højere ulykkesfrekvens end rundkørsler, hvor der kun delvist er to spor. Antallet af personskadeulykker er dog nogenlunde ens i både 1- og flersporede rundkørsler.

Ulykkesfrekvensen øges med antallet af vejgrene, mens tilstedeværelsen af shunter ikke har væsentlig betydning for sikkerheden (Jensen, 2013b). Det er generelt sikrere at ombygge kryds til 1-sporede rundkørsler med shunter end til flersporede rundkørsler Jensen (2013a).

Jensen (2025) viser, at det mest hensigtsmæssige er at bruge antallet af tilfartskørespør som forklaringsvariabel og betragte en shunt som ét tilfartskørespør. I den model mister både vejgrensantal, shunter og hovedtype deres selvstændige betydning. Resultaterne viser, at hvert ekstra tilfartskørespør medfører en stigning på 9,7 % i personskadeulykker og 25,4 % i materielskadeulykker og ekstrauehd.

Beregningsværktøjets grundmodeller tager udgangspunkt i en 4-grenet, 1-sporet rundkørsel med 4 til- og 4 frafartskørespør og ingen shunter, dvs. 4 tilfartskørespør. Afhængigt af antallet af tilfartskørespør, hvor en 1-sporet shunt tæller som ét tilfartskørespør, anvendes sikkerhedsfaktorer, som vist i Tabel 8:

SIKKERHEDSFAKTORER	ANTAL TILFARTSKØRESPØR (inkl. shunt)							
	2	3	4	5	6	7	8	9
Personskadeulykker og personskader	0,83	0,91	1,00	1,10	1,20	1,32	1,45	1,59
Materielskadeulykker og ekstrauehd	0,64	0,80	1,00	1,25	1,57	1,97	2,47	3,09

Tabel 8. Sikkerhedsfaktorer for tilfartskørespør i rundkørsler i åbent land. En 1-sporet shunt skal betragtes som ét tilfartskørespør.

Sekundærhelle

Jensen (2013a) finder, at parallelheller er mindre sikre end trekants- og trompetheller både i 1-sporede og flersporede rundkørsler i by- og landzone. For 1-sporede rundkørsler i landzone er datagrundlaget dog usikkert. Det er heller ikke muligt at vurdere sikkerheden ved rundkørsler uden sekundærheller eller med blandede typer af sekundærheller.

Ifølge Jensen (2025) viser faktormodeller, at ulykkestæthed er ca. 20–25 % højere i rundkørsler med parallelheller og 5–10 % højere i rundkørsler uden sekundærheller sammenlignet med trekants- eller trompetheller. Forskellene er dog ikke statistisk signifikante. Grundmodellerne viser afvigende resultater, hvilket formentlig skyldes, at de primært omfatter rundkørsler med trekants- og/eller trompetheller.

Beregningsværktøjets grundmodeller antager, at rundkørslen har trekants- og/eller trompetheller. Der anvendes sikkerhedsfaktorer for sekundærheller, som angivet i Tabel 9:

SIKKERHEDSFAKTORER	TYPE AF SEKUNDÆRHELLE			
	Ingen	Parallel	Trekant / trompet	Blandet
Personskadeulykker og personskader	1,10	1,20	1,00	1,00
Materielskadeulykker og ekstraueheld	1,05	1,15	1,00	1,00

Tabel 9. Sikkerhedsfaktorer for type af sekundærhelle i rundkørsler i åbent land.

Midterø diameter

Ifølge Høye & Elvik (2025) stiger ulykkesfrekvensen med øget midterø diameter. Jensen (2013a) finder, at de bedste sikkerhedseffekter ved ombygning af kryds til rundkørsler opnås, når midterøens diameter inkl. eventuelt overkørselsareal er 20-40 m.

Modelberegninger i Jensen (2025) indikerer, at ulykkesfrekvensen stiger ca. 0,1 % pr. ekstra m i midterø diameter, mens Jensen (2017a) finder en stigning på ca. 1,3 %. Dette kan hænge sammen med øget trafikarbejde ved større rundkørsler. Effekten er nogenlunde ens for alle ulykkesarter og skadesgrader. Rundkørsler med midterø diameter over 60 m er sjældne i åbent land. Bemærk, at en forøgelse af midterøens diameter med 2 m forkorter strækningen hen til rundkørslen med 1 m.

Beregningsværktøjets grundmodeller tager udgangspunkt i en rundkørsel med midterø diameter på 30 m (ekskl. overkørselsareal), og det antages, at ulykkesfrekvensen stiger med 0,6 % pr. ekstra m. Der anvendes sikkerhedsfaktorer for midterøens diameter, som angivet i Tabel 10:

SIKKERHEDSFAKTORER	MIDTERØ DIAMETER (m)						
	10 m og derunder	20	30	40	50	60	70 m og derover
Ulykker og personskader	0,88	0,94	1,00	1,06	1,12	1,18	1,24

Tabel 10. Sikkerhedsfaktorer for midterøens diameter i rundkørsler i åbent land.

Midterø højde

Ifølge Jensen (2017b) er 1-sporede rundkørsler med høje midterøer (≥ 2 m over cirkulationsarealet) ca. 20 % sikrere i byzone og 23 % sikrere i landzone sammenlignet med rundkørsler med lave midterøer. Jensen (2013a) finder ingen sikkerhedseffekt af midterøens højde i flersporede rundkørsler. En høj midterø kan fx bestå af en jordhøj, tæt beplantning eller skulpturer og begrænser førerens udsyn til modsatte side af rundkørslen. Ulykkesmodeller i Jensen (2025) bekræfter, at 1-sporede rundkørsler med høje midterøer har 15–20 % færre ulykker end dem med lave, med ensartet effekt på tværs af ulykkesarter og skadesgrader.

Beregningsværktøjets grundmodeller antager en midterø højde på 0–1,9 m. I Tabel 11 fremgår anvendte sikkerhedsfaktorer for midterøens højde:

SIKKERHEDSFAKTORER	MIDTERØ HØJDE (på midten (m))	
	0-1,9	2,0-10,0
Ulykker og personskader – 1-sporede rundkørsler	1,00	0,80
Ulykker og personskader – flersporede rundkørsler	1,00	1,00

Tabel 11. Sikkerhedsfaktorer for midterøens højde i rundkørsler i åbent land.

Bredde af overkørselsareal

Udgangspunktet for beregningsværktøjets grundmodel er rundkørsler med et 2 m bredt overkørselsareal mod midterøen og et 6,5 m bredt cirkulationsareal. Høye & Elvik (2025) beskriver ikke, hvordan bredderne af disse arealer påvirker sikkerheden.

Ifølge Jensen (2015) opnås den bedste sikkerhed i 1-sporede rundkørsler, når overkørselsarealet er ca. 2 m bredt. Kantlinjeafmærkning ved overkørselsarealet kan desuden have betydning for sikkerheden i rundkørsler i åbent land. Bredden ser ud til at kunne påvirke sikkerheden med op til 20 %, mens effekten i flersporede rundkørsler er ukendt.

Ulykkesmodeller i Jensen (2025) viser, at ulykkesfrekvensen falder med ca. 8 %, når bredden af overkørselsarealet øges med 1 m, men uden væsentlig forbedring af sikkerheden ved bredder over 2 m. Den samlede effekt er derfor størst i intervallet 0–2 m (> 8 %).

Der anvendes sikkerhedsfaktorer for bredde af overkørselsareal, som angivet i Tabel 12 :

SIKKERHEDSFAKTORER	BREDDE AF OVERKØRSELSAREAL (m)				
	0	1	2	3	4
Ulykker og personskader - 1-sporede rundkørsler	1,20	1,10	1,00	1,00	1,00
Ulykker og personskader - flersporede rundkørsler	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabel 12. Sikkerhedsfaktorer for bredde af overkørselsareal i rundkørsler i åbent land.

Bemærk, at jo bredere overkørselsareal, desto kortere bliver strækningerne frem mod rundkørslen.

Bredde af cirkulationsareal

Jensen (2013a) viser, at ombygning af kryds til 1-sporede rundkørsler giver størst sikkerhedsgavn, når cirkulationsarealet er 6,0-6,9 m bredt, med fald i ulykker på hhv. 22 %, 36 %, 53 % og 43 % ved bredder på 4,0-4,9 m, 5,0-5,9 m, 6,0-6,9 m og 7,0-9,8 m. Ifølge Jensen (2015) opnås bedst sikkerhed typisk ved bredder på 6-8 m. Effekten af cirkulationsarealets bredde i flersporede rundkørsler er ukendt.

Ulykkesmodeller i Jensen (2025) indikerer, at ulykkesfrekvensen falder med ca. 4-5 % pr. ekstra m i cirkulationsbredden, dog ingen væsentlig forbedring af sikkerheden ved bredder over ca. 6,5 m. Effekten er størst i intervallet 4,2–6,5 m. I åbent land varierer bredden af cirkulationsarealet typisk mellem 4,2 og 9,8 m.

Beregningsværktøjets grundmodeller tager udgangspunkt i 1-sporede rundkørsler med cirkulationsbredde 6,5 m. Baseret på ovenstående anvendes sikkerhedsfaktorer for cirkulationsareals bredde, som angivet i Tabel 13:

SIKKERHEDSFAKTORER	BREDDE AF CIRKULATIONSAREAL (m)				
	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
Ulykker og personskader - 1-sporede rundkørsler	1,20	1,10	1,00	1,00	1,00
Ulykker og personskader - flersporede rundkørsler	-	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabel 13. Sikkerhedsfaktorer for bredde af cirkulationsareal i rundkørsler i åbent land.

Bemærk, at jo bredere cirkulationsareal, desto kortere bliver strækningerne frem mod rundkørslen.

Cykelfacilitet

Ulykkesmodellerne i Jensen (2025) viser, at cykelfaciliteter har betydning for trafiksikkerheden i rundkørsler. Grundmodellen antager: Ingen cykelfacilitet i rundkørslen, cykling er tilladt og bilister skal vige for cyklister. Sammenlignet hermed medfører cykelbaner en stigning i ulykker på 19 %, mens cykelstier, hvor bilister skal vige, medfører en stigning på 21 %. Et forbud mod cykling i rundkørslen reducerer ulykker med 18 %, og cykelstier, hvor cyklister skal vige, medfører et fald på 11 %. Tidligere analyser (Jensen, 2017a) viste lidt andre effekter, men tendensen er den samme. Det bemærkes, at data ikke indeholder oplysninger om cykeltrafik.

Jensen (2017b) finder, at cykelbaner i 1-sporede rundkørsler øger antallet af **cykelulykker** med 33 %, mens cykelstier med bilist-vigepligt reducerer **cykelulykker** med 26 %, og stier med cyklist-vigepligt reducerer **cykelulykker** med 84 %. Ifølge Jensen (2013a) er effekterne stort set de samme i 1- og flersporede rundkørsler, men resultaterne for flersporede rundkørsler er usikre.

Ved rundkørsler med forbud mod cykling kan cyklister føres udenom via stier i eget tracé, fx i tunnel eller på bro. Cykelstier med cyklist-vigepligt ved vejgren er ofte trukket væk fra cirkulationsarealet og der er afmærkeret med hjattænder og B 11-tavler.

Beregningsværktøjet anvender sikkerhedsfaktorer for cykelfaciliteter, som angivet i Tabel 14:

SIKKERHEDSFAKTORER	TYPE AF CYKELFACILITET				
	Ingen	Cykling forbudt	Cykelbane	Cykelsti, bil viger	Cykelsti, cykel viger
Ulykker og personskader	1,00	0,85	1,25	1,10	0,85

Tabel 14. Sikkerhedsfaktorer for cykelfacilitet i rundkørsler i åbent land.

Belysning

Belysning har betydelig betydning for trafiksikkerheden i rundkørsler. Spahn & Bäumlér (2007) finder, at 1-sporede rundkørsler i åbent land med belysning har 43 % lavere ulykkesfrekvens end tilsvarende rundkørsler uden belysning. Ulykkesmodeller i Jensen (2025) viser et fald i ulykker på 56 % ved belysning (statistisk signifikant), men effekterne på ulykkesarter og

skadesgrader er usikre.

Beregningsværktøjets grundmodeller tager udgangspunkt i rundkørsler med belysning og anvender sikkerhedsfaktorer, som angivet i Tabel 15:

SIKKERHEDSFAKTORER	BELYSNING	
	Ja	Nej
Ulykker og personskader	1,00	2,00

Tabel 15. Sikkerhedsfaktorer for belysning i rundkørsler i åbent land.

Vigepligtsregulerede kryds

Type af vigepligt

Høye & Elvik (2025) finder, at afmærkning af ubetinget vigepligt i kryds reducerer personska- deulykker med 4 %, mens materielskadeulykker stiger med 9 %. Effekterne er dog ikke stati- stisk signifikante. Ved manglende afmærkning af vigepligt gælder højrevigepligt.

Ved at erstatte ubetinget vigepligt med stoppligt (stoplinje og stoptavle) reduceres personska- deulykker med 31 % i T-kryds og 44 % i F-kryds. Resultaterne bygger bl.a. på en større dansk undersøgelse (Helberg et al., 1996).

I ulykkesmodelleringen (Jensen, 2025) indgår kun seks kryds med højrevigepligt og 47 med stoppligt – men 2.586 med ubetinget vigepligt. Effekter af vigepligtstype er derfor usikre. Ulyk- kesfrekvensen er 280 % højere i kryds med højrevigepligt end i kryds med ubetinget vigepligt, og 38 % højere i kryds med stoppligt end i kryds med ubetinget vigepligt.

Beregningsværktøjets grundmodeller tager udgangspunkt i kryds med ubetinget vigepligt (haj- tænder og B11-tavle). Højrevigepligt indgår ikke i sikkerhedsfaktorerne, da højrevigepligt ikke anbefales i åbent land. Tabel 16 viser anvendte sikkerhedsfaktorer for vigepligtstyperne:

SIKKERHEDSFAKTORER	TYPE AF VIGEPLIGT	
	Ubetinget vigepligt	Stoppligt
Ulykker og personskader - T-kryds	1,00	0,70
Ulykker og personskader - F-kryds	1,00	0,60

Tabel 16. Sikkerhedsfaktorer for type af vigepligt i vigepligtsregulerede T- og F-kryds i åbent land.

Ensrettet trafik

Beregningsværktøjets grundmodeller for vigepligtsregulerede kryds gælder for kryds med dob- beltrettet trafik på alle ben (jf. startværdi angivet i Bilag 1). Sikkerhedsfaktorer for ensrettet trafik i vigepligtsregulerede kryds svarer til dem for signalregulerede kryds (for nærmere be- skrivelse, se p. 5).

Anvendte sikkerhedsfaktorer for ensrettet trafik i vigepligtsregulerede kryds ses af Tabel 17:

SIKKERHEDSFAKTORER	ENSRETTET TRAFIK (PÅ ÉT ELLER FLERE KRYDSBEN)	
	Ja	Nej
Personskadeulykker og personskader	0,65	1,00
Materielskadeulykker	0,75	1,00
Ekstrauheld	1,00	1,00

Tabel 17. Sikkerhedsfaktorer for ensrettet trafik i vigepligtsregulerede T- og F-kryds i åbent land.

Svingbaner primærvej

Beregningsværktøjets grundmodeller for vigepligtsregulerede kryds forudsætter, at krydset ikke har svingbaner eller heller. Ulykkesmodeller i Jensen (2025) indikerer, at midterheller på primærveje reducerer ulykkesfrekvensen med ca. 24-32 % i T-kryds og 2-3 % i F-kryds. Effekter af heller og svingbaner er dog usikre, da antallet af svingende køretøjer er ukendt.

Høye & Elvik (2025) angiver, at primærheller og venstresvingbaner på primærvejen reducerer ulykker med hhv. 20 % i T-kryds og 35 % i F-kryds. Deleheller/slips ved primærheller kan yderligere reducere venstresvingulykker med 9 %. Højresvingbaner giver et fald i ulykker på 18 %, og deleheller eller slips ved højresvingbaner giver et yderligere fald i højresvingulykker på 23 %. Afmærkede primærheller vurderes som sikrere end kantstensbegrænsede.

Et amerikansk studie (Harwood et al., 2002) finder, at venstresvingbaner i T-kryds reducerer ulykker med 22 %, mens én eller to venstresvingbaner i F-kryds giver fald på hhv. 24 % og 42 %. Højresvingbaner har mindre effekt: 5 % for én bane og 10 % for to.

Det antages, at positive effekter primært gælder svingbaner på primærvejen. Dog angiver Høye & Elvik (2025), at højresvingbaner på sekundærvejen også kan reducere ulykker signifikant.

Sikkerhedsfaktorer, for svingbaner på primærveje, fremgår af Tabel 18 og inkluderer effekter af primærheller og eventuelle deleheller:

SIKKERHEDSFAKTORER	SVINGBANER – PRIMÆRVEJ (Antal)				
	0	1	2	3	4
Ulykker og personskader – T-kryds	1,00	0,85	0,75	-	-
Ulykker og personskader – F-kryds	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60

Tabel 18. Sikkerhedsfaktorer for svingbaner på primærvejen i vigepligtsregulerede T- og F-kryds i åbent land. Sikkerhedsfaktorer inkluderer effekter af primærheller og eventuelle deleheller.

Sekundærheller

Høye & Elvik (2025) anslår ud fra gamle før-efter studier, at sekundærheller giver en stigning i personskadeulykker på 2 % i T-kryds og et fald i ulykker på 43 % i F-kryds. Ud fra med-uden studier findes en stigning i ulykker på 19 % i T-kryds og et fald i ulykker på 19 % i F-kryds. Det fremgår ikke, om resultaterne afhænger af tilstedeværelsen af primærheller.

Ulykkesmodeller i Jensen (2025) peger på en stigning i ulykker ved kantstensbegrænsede sekundærheller: +14 % i T-kryds og +33 % i F-kryds. I kryds uden primærheller er stigningen endnu højere: hhv. +18 % og +46 %. Samlet peges på, at sekundærheller generelt øger ulykkesrisikoen i vigepligtsregulerede kryds – især i F-kryds og hvor der ikke er primærheller.

Sikkerhedsfaktorer som angivet i Tabel 19 anvendes for sekundærheller:

SIKKERHEDSFAKTORER	SEKUNDÆRHELLER	
	Ja	Nej
Ulykker og personskader – T-kryds uden primærheller	1,15	1,00
Ulykker og personskader – T-kryds med primærheller	1,05	1,00
Ulykker og personskader – F-kryds uden primærheller	1,05	1,00
Ulykker og personskader – F-kryds med primærheller	0,85	1,00

Tabel 19. Sikkerhedsfaktorer for sekundærheller i vigepligtsregulerede T- og F-kryds i åbent land ("Ja" dækker 1-2 sekundærheller).

Cykelfacilitet

Udgangspunktet for grundmodellerne for vigepligtsregulerede kryds er, at der ikke findes cykelfaciliteter på krydsbenene. Sikkerheden påvirkes sandsynligvis i høj grad af, hvordan cykeltrafikken reguleres på cykelstier ved vigepligtsregulerede kryds, men reguleringen er ukendt i de analyserede kryds.

I henhold til Jensen (2025) anvendes følgende sikkerhedsfaktorer for cykelfaciliteter i vigepligtsregulerede kryds (Tabel 20):

SIKKERHEDSFAKTORER	CYKELFACILITET			
	Ingen	Kant- og cykelbane	Enkeltrettet cykelsti	Dobbeltrettet cykelsti
Ulykker og personskader	1,00	1,10	1,00	1,00

Tabel 20. Sikkerhedsfaktorer for cykelfacilitet i vigepligtsregulerede T- og F-kryds i åbent land.

Belysning

Grundmodeller for vigepligtsregulerede kryds forudsætter, at der ikke er belysning i eller ved krydset.

Ifølge Høye & Elvik (2025) reducerer belysning dræbte og alvorlige skader med 7 %, personskadeulykker med 5 % og alle ulykker med 2 % (baseret på med-uden studier). Før-efter studier viser et fald i alle ulykker på 19 %. Effekterne er nogenlunde ens for strækninger og kryds.

Jensen (2025) finder en ikke-signifikant, men stabil reduktion i ulykkesfrekvensen på 8 % i T-kryds og 1 % i F-kryds med belysning. Det understøtter, at belysning har begrænset, men positiv effekt.

På denne baggrund anvendes sikkerhedsfaktorer, som angivet i Tabel 21, for belysning i vigepligtsregulerede T- og F-kryds:

SIKKERHEDSFAKTORER	BELYSNING	
	Ja	Nej
Personskadeulykker	0,91	1,00
Materielskadeulykker og ekstraueheld	0,96	1,00
Dræbte	0,82	1,00
Alvorlige skader	0,90	1,00
Lette skader	0,93	1,00

Tabel 21. Sikkerhedsfaktorer for belysning i vigepligtsregulerede T- og F-kryds i åbent land.

Hastighedsbegrænsning primærvej

Beregningsværktøjets grundmodeller for vigepligtsregulerede kryds forudsætter en hastighedsbegrænsning på 80 km/t på krydsbenene. Jensen (2025) viser, at ulykkestætheden stiger med ca. 9,6 % i T-kryds og 17,6 % i F-kryds for hver 10 km/t øget hastighedsgrænse, men disse resultater er usikre. I stedet anvendes de samme modeller for sammenhængen mellem hastighedsbegrænsning og gennemsnitshastighed samt potensmodeller til beregning af sikkerhedsfaktorer som for signalregulerede kryds.

Det antages, at gennemsnitshastigheden før ændring af hastighedsgrænser svarer til hastighedsgrænsen på primærvejen, og at hastighedens effekt på trafiksikkerheden er ens i T- og F-kryds.

De i Tabel 22 angivne sikkerhedsfaktorer anvendes for hastighedsgrænser på primærveje i vigepligtsregulerede T- og F-kryds. Bemærk, at faktorerne forudsætter, at hastighedsgrænsen på sekundærveje ikke har betydning for sikkerheden – en antagelse, der kun er rimelig ved god forvarsling på sekundærveje.

SIKKERHEDSFAKTORER	HASTIGHEDSBEGRÆNSNING – PÅ PRIMÆRVEJ (km/t)					
	40	50	60	70	80	90
Personskadeulykker	0,62	0,74	0,84	0,93	1,00	1,04
Materielskadeulykker og ekstraueheld	0,64	0,75	0,85	0,93	1,00	1,04
Dræbte	0,25	0,42	0,61	0,81	1,00	1,12
Alvorlige skader	0,35	0,52	0,69	0,85	1,00	1,09
Lette skader	0,66	0,77	0,86	0,94	1,00	1,03

Tabel 22. Sikkerhedsfaktorer for hastighedsbegrænsning på primærvejen i vigepligtsregulerede T- og F-kryds i åbent land.

Bilag 2. Sikkerhedsfaktorer - Strækning

I dette bilag præsenteres de sikkerhedsfaktorer, som beregningsværktøjet for strækninger anvender (Jensen (2025b)). Grundlaget bygger på ny og tidligere dokumentation, som er nærmere beskrevet i Jensen (2025).

Beregningsværktøjet for strækninger i åbent land er baseret på gennemsnitsmodeller - eller grundmodeller - baseret på typisk udformning og regulering af strækninger på det danske landevejsnet. Som beskrevet i guiden, Andersson & Jensen (2025b), kan beregningerne nuanceres med sikkerhedsfaktorer, der justerer for forhold, som afviger fra grundmodellerne, hvilket gør det muligt at beregne ulykker og personskader mere præcist. Når der i Excel-arket *Inddata* (Trin 2, Supplerende designoplysninger), angives forhold, der afviger fra startværdierne (jf. Bilag i Andersson & Jensen (2025b)), anvender beregningsværktøjet automatisk en passende sikkerhedsfaktor, som justerer resultatet i forhold til basisudformningen i Trin 1.

Tabel 23 giver en oversigt over, hvilke design- og reguleringsparametre der kan justeres for strækninger, og som der derfor er udarbejdet sikkerhedsfaktorer for. Herefter beskrives de sikkerhedsfaktorer, som beregningsværktøjet anvender.

Design- og reguleringsparametre	Strækninger
Vejtype	X
Midterrabat	X
Bredde af kørespor	X
Bredde af kantbane/nødspor	X
Bredde af yderrabat	X
Type af cykelfacilitet	X
Fortov	X
Vejbelysning	X
Hastighedsbegrænsning	X
Cykelforbud	X
Kurvatur (grader sving pr. km)	X
Bakkethed (m pr. km)	X
Antal sideveje	X
Antal større vejadgange	X
Antal mindre vejadgange	X

Tabel 23. Et "X" angiver, at startværdien for den pågældende design- og reguleringsparameter kan ændres i *Inddata*, Kolonne I -W. For disse parametre er der udarbejdet tilhørende sikkerhedsfaktorer.

Vejtype

Høye et al. (2017) angiver, at et nyt ekstra kørespor reducerer antallet af ulykker med 1 %, mens nyere analyser, Høye & Elvik (2025), viser at veje med flere spor ikke nødvendigvis har færre ulykker. Desuden, at antallet af kørespor og vejtype påvirker trafikikkerheden i samspil med faktorer som midterrabat, autoværn og hastighedsbegrænsning.

Ifølge Jensen (2025) er forskellene i ulykkesfrekvens mellem vejtyper små: 2-1-veje har 0,9 % lavere, 2+1-veje 3,6 % højere og 4+-sporede veje 0,7 % lavere ulykkesfrekvens end 2-sporede veje. Tilsvarende ses kun mindre variation mellem veje med forskelligt antal kørespor.

Beregningsværktøjets grundmodeller for strækninger tager udgangspunkt i 2-sporede veje med to gennemgående spor. Sikkerhedsfaktorer for vejtype og antal kørespor sættes derfor til 1,00 for alle vejtyper i åbent land (ekskl. motorveje).

Midterrabat

Høye & Elvik (2025) angiver, at midterrabat på strækninger i åbent land reducerer personska- deulykker med 31 % og dræbte/alvorligt tilskadekomne med 36 %. En 1 meters øgning i mid- terrabattens bredde medfører et fald i ulykker på 4,63 %. Høye et al. (2017) fandt lavere effek- ter (8 % færre personska- deulykker, 2 % færre materielska- deulykker), men differentierede ikke mellem vejtyper.

Modeller i Jensen (2025) viser, at strækninger med midterrabat giver 4 % flere ulykker og 4 % færre personska- der, mens delvis midterrabat giver 2 % flere ulykker og 2 % færre personska- der – ej signifikante effekter. Modeller i Jensen (2017a) viser, at midterrabat reducerer det samlede antal ulykker med 12 % og personska- der med 39 %. Delvis midterrabat medfører 5 % færre ulykker og 15 % færre personska- der. For personska- deulykker alene er reduktionen 31 % ved midterrabat og 16 % ved delvis midterrabat. Materielska- deulykker og ekstrauheld reduce- res med 7 % (midterrabat) og 5 % (delvis).

Beregningsværktøjets grundmodeller for strækninger forudsætter, at strækningen ikke har midterrabat. Baseret på ovenstående anvendes sikkerhedsfaktorer, som angivet i Tabel 24:

SIKKERHEDSFAKTORER	MIDTERRABAT		
	Ja	Delvis (>50 %)	Nej
Personskadeulykker og personska- der	0,80	0,90	1,00
Materielska- deulykker og ekstrauheld	0,95	0,97	1,00

Tabel 24. Sikkerhedsfaktorer for midterrabat på strækninger i åbent land.

Bredde af kørespor

Høye & Elvik (2025) finder, at en udvidelse af et kørespor med 0,3 m reducerer antallet af ulyk- ker med 2,8 %. Internationale studier peger på, at breddens betydning for sikkerheden øges med trafikmængden. Ved lav trafik (< 400 køretøjer/døgn) har bredden minimal betydning, mens der ved > 2.000 køretøjer/døgn sker 1,18 gange flere ulykker i kørespor på 2,74 m end på

3,66 m (IHSDM, 2004). Tyske studier viser samme tendens (Vieten et al., 2010), men kontrollerer ikke for andre vejforhold.

Modeller i Jensen (2025) viser 7-10 % færre ulykker og 3 % færre personskader ved en forøgelse på 0,25 m. Optimal sporbredde vurderes til ca. 3,75 m; yderligere øgning kan medføre svagt stigende ulykkes- og skadestål.

Beregningsværktøjets grundmodeller antager en køresporsbredde på 3,50 m og sikkerhedsfaktorer angivet i Tabel 25 anvendes:

SIKKERHEDSFAKTORER	BREDDE AF KØRESPOR (m)						
	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	Over 4 m
Ulykker og personskader	1,15	1,10	1,05	1,00	0,95	1,00	1,05

Tabel 25. Sikkerhedsfaktorer for bredde af kørspe på strækninger i åbent land.

Bredde af kantbane/nødspor

Høye & Elvik (2025) angiver, at en udvidelse af kantbanebredden med 0,3 m reducerer antallet af ulykker med 3,7 % (4,2 % på 2-sporede veje og 2,0 % på 4-sporede veje). Et nødspor på 3-3,5 m på 4-sporede veje kan dermed medføre ca. 20 % færre ulykker end smalle kantbaner.

Flere studier peger på, at der er synergieffekter mellem køresporsbredde og kantbane-/nødsporsbredde, men effekterne varierer mellem studierne.

Jensen (2025) viser en ulykkesreduktion på 2,0-4,2 % ved en udvidelse af kantbanen med 0,3 m. Forskellen i effekt mellem ulykker og personskader er generelt lille, og både Høye & Elvik (2025) og Jensen (2025) peger på nogenlunde samme effekt.

Beregningsværktøjets grundmodeller antager en kantbanebredde på 0,5 m i begge sider af vejen. Det forudsættes, at udvidelser i bredden op til 1,5 m reducerer ulykker og personskader med 6 % pr. 0,5 m. I intervallet fra 1,5 til 3,0 m reduceres ulykker og personskader med 3 % pr. 0,5 m, mens yderligere udvidelse ikke medfører yderligere effekt.

Sikkerhedsfaktorer for bredde af kantbane/nødspor ses i Tabel 26. Eventuelle cykelbaner indgår også i de angivne sikkerhedsfaktorer.

SIKKERHEDSFAKTORER	BREDDE AF KANTBANE / NØDSPOR (m)						
	0,0	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0 eller bredere
Ulykker og personskader	1,06	1,03	1,00	0,94	0,88	0,85	0,79

Tabel 26. Sikkerhedsfaktorer for bredde af kantbane og nødspor på strækninger i åbent land.

Bredde af yderrabat

Høye et al. (2017) indikerer, at bredden af yderrabatten kan have en indflydelse på sikkerheden på op mod 10-15 %, afhængigt af rabattens design, omgivelser mv. Jo bredere og bedre yderrabat, desto lavere ulykkesrisiko.

Modeller i Jensen (2025) viser, at ulykkesfrekvensen falder med ca. 3-8 % pr. 1 m udvidelse og en stigning på 6 % i skadesfrekvens ved samme udvidelse.

Beregningsværktøjets grundmodeller antager en yderrabatbredde på 2,0 m. Det forudsættes, at personskadeulykker og personskader ikke påvirkes, men at materielskadeulykker og ekstra-uheld falder med 4 % pr. 1 m udvidelse i hver vejside op til 3 m. Yderligere udvidelse har ingen effekt. Baseret herpå anvendes sikkerhedsfaktorer som angivet i Tabel 27.

SIKKERHEDSFAKTORER	BREDDE AF YDERRABAT (m)						
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0 eller bredere
Personskadeulykker og personskader	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Materielskadeulykker og ekstra-uheld	1,08	1,06	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96

Tabel 27. Sikkerhedsfaktorer for bredde af yderrabat på strækninger i åbent land.

Cykelfacilitet

Beregningsværktøjets grundmodeller for strækninger tager udgangspunkt i, at cykling er tilladt, men der *ikke* findes cykelfacilitet. Sikkerhedsfaktorer for "Cykelforbud" samt "Bredde af kantbane/nødspor" (herunder enkelte cykelbaner) beskrives for sig (p. 22 hhv. p. 19). Dette afsnit fokuserer derfor kun på cykelsti på strækning, hvor cykling er tilladt.

Ifølge Jensen (2001) reducerer cykelstier i åbent land antallet af cykelulykker med ca. 50 % og ca. en halvering i cykelulykkes alvorlighed. Brede kant- og cykelbaner ($\geq 0,9$ m) giver samme reduktion i cykelulykker, men uden effekt på alvorligheden. Modeller i Jensen (2025) viser 7 % lavere ulykkesfrekvens, men 16 % højere skadesfrekvens på strækninger med cykelstier sammenlignet med strækninger uden cykelfaciliteter. Antallet af cyklister er dog ukendt.

Blandt 14.108 registrerede ulykker på strækninger er cyklister involveret i 3,4 %, og mange kommer til skade (Jensen, 2025). Strækninger med planlagte cykelstier har sandsynligvis flere cyklister og en højere andel cykelulykker end andre strækninger uden cykelfaciliteter.

Der anvendes følgende sikkerhedsfaktorer for cykelfaciliteter på strækninger (Tabel 28):

SIKKERHEDSFAKTORER	CYKELFACILITET		
	Ingen	Bred kant-cykelbane	Cykelsti
Personskadeulykker og personskader	1,00	1,00	0,93
Materielskadeulykker og ekstra-uheld	1,00	1,00	0,97

Tabel 28. Sikkerhedsfaktorer for cykelfacilitet på strækninger i åbent land.

Bred kant- eller cykelbane vælges kun i arket Inddata, hvis den indtastede bredde af kantbane/nødspor er mindst 0,9 m.

Fortov

I følge Høye & Elvik (2025) reducerer fortove fodgængerulykker med ca. 40 %. Jensen (2025) viser dog 0,1 % flere ulykker på strækninger med fortove - end strækninger uden. Fodgængere

er involveret i 1,9 % af de 14.108 ulykker på strækninger, ofte med personskade. Strækninger, hvor man ønsker fortove, har sandsynligvis flere fodgængere og en højere andel fodgængerulykker end strækninger uden fortove.

Baseret på ovenstående anvendes sikkerhedsfaktorer som angivet i Tabel 29:

SIKKERHEDSFAKTORER	FORTOV	
	Ja	Nej
Personskadeulykker og personskader	0,97	1,00
Materielskadeulykker og ekstraueheld	0,99	1,00

Tabel 29. Sikkerhedsfaktorer for fortove på strækninger i åbent land.

Vejbelysning

Modeller i Jensen (2025) viser, at strækninger med vejbelysning har ca. 11 % højere ulykkesfrekvens end strækninger uden, men ulykkerne er mindre alvorlige. Samtidig tyder fordelingen af ulykker på en positiv effekt af vejbelysning, da færre ulykker sker i mørke på belyste strækninger (19 % mod 33 % uden belysning).

Beregningsværktøjets grundmodeller antager ingen vejbelysning. Der anvendes samme sikkerhedsfaktorer som for vigepligtsregulerede kryds, da effekterne vurderes som ens. Sikkerhedsfaktorer ses i Tabel 30.

SIKKERHEDSFAKTORER	VEJBELYSNING	
	Ja	Nej
Personskadeulykker	0,91	1,00
Materielskadeulykker og ekstraueheld	0,96	1,00
Dræbte	0,82	1,00
Alvorlige skader	0,90	1,00
Lette skader	0,93	1,00

Tabel 30. Sikkerhedsfaktorer for vejbelysning på strækninger i åbent land.

Hastighedsbegrænsning

Modeller i Jensen (2025) indikerer 16 % færre ulykker ved en øgning af hastighedsgrænsen med 10 km/t, men dette skyldes formentlig korrelation med andre forhold som fx trafiksamensætning og afmærkning. Resultaterne vurderes derfor som usikre.

Beregningsværktøjets grundmodeller for strækninger tager udgangspunkt i en hastighedsbegrænsning på 80 km/t og anvender samme modellerede sammenhænge og potensmodeller til estimering af sikkerhedsfaktorer for ændring af hastighedsgrænse som for vigepligtsregulerede kryds (p. 16).

Baseret på ovenstående anvendes sikkerhedsfaktorer som angivet i Tabel 31:

SIKKERHEDSFAKTORER	HASTIGHEDSBEGRÆNSNING (km/t)					
	50	60	70	80	90	100
Personskadeulykker	0,74	0,84	0,93	1,00	1,04	1,06
Materielskadeulykker og ekstrauehold	0,75	0,85	0,93	1,00	1,04	1,06
Dræbte	0,42	0,61	0,81	1,00	1,12	1,19
Alvorlige skader	0,52	0,69	0,85	1,00	1,09	1,14
Lette skader	0,77	0,86	0,94	1,00	1,03	1,05

Tabel 31. Sikkerhedsfaktorer for hastighedsbegrænsning på strækninger i åbent land.

Cykelforbud

Modeller i Jensen (2025) viser, at strækninger med cykelforbud, herunder motortrafikveje, har 11,3 % lavere ulykkesfrekvens end strækninger, hvor cykling er tilladt. Effekten er nogenlunde ens på tværs af ulykkesarter og skadesgrader.

Beregningsværktøjets grundmodeller forudsætter, at cykling er tilladt. Følgende sikkerhedsfaktorer anvendes således for cykelforbud (Tabel 32):

SIKKERHEDSFAKTORER	CYKELFORBUD	
	Ja	Nej
Ulykker og personskader	0,89	1,00

Tabel 32. Sikkerhedsfaktorer for cykelforbud på strækninger i åbent land.

Kurvatur

Sammenhængen mellem vejens linjeføring og trafiksikkerhed er kompleks, da kurver påvirkes af mange faktorer som radius, længde, vinkel, tværfald og sigtforhold – og deres virkning afhænger desuden af øvrig vejudformning. For at beskrive denne sammenhæng anvendes kurvatur (grader sving pr. km).

Høye & Elvik (2025) viser, at risikoen for ulykker falder med stigende kurveradius – fx er ulykkesfrekvensen ca. 2,5 gange højere ved radius 100 m end ved 600 m. Længere og skarpere kurver øger ligeledes risikoen.

Internationale studier støtter dette: En australsk analyse (Jurewicz et al., 2014) viser, at ulykkesfrekvensen stiger med antallet af kurver pr. 10 km (fx 4,46 ved 60 kurver vs. 1,03 ved 1 kurve). Et amerikansk studie (Lord et al., 2008) finder 4-5 % højere ulykkesfrekvens pr. ekstra kurve/km på 4-sporede veje. Et europæisk studie (Dietze et al., 2008) viser, at ulykkesfrekvensen stiger med stigende kurvatur – og relationen er stærkest på gamle veje (6 % stigning i ulykkesfrekvens pr. 10 grader/km mod 1 % på nye veje).

Ifølge Jensen (2025) øges ulykkesfrekvensen med ca. 2,5 %, når kurvaturen øges med 10 grader/km. Dog findes også en U-formet sammenhæng: Ved lav kurvatur (0–30 grader/km) falder ulykkesfrekvensen med ca. 5 % pr. 10 grader/km, mens den stiger tilsvarende, når kurvaturen overstiger 30 grader/km. Effekterne er konsistente på tværs af ulykkesarter og skadesgrader.

Beregningsværktøjets grundmodeller antager en kurvatur på 30 grader/km, og der anvendes følgende sikkerhedsfaktorer (Tabel 33):

SIKKERHEDSFAKTORER	KURVATUR (graders sving pr. km)							
	0	10	20	30	40	60	90	120
Ulykker og personskader	1,15	1,10	1,05	1,00	1,05	1,15	1,30	1,45

Tabel 33. Sikkerhedsfaktorer for kurvatur på strækninger i åbent land.

Bakkethed

Jensen (2025) viser, at bakkethed har større betydning for sikkerheden end det maksimale stigningsforhold, da bakkethed beskriver hele strækningen, mens stigningsforhold kun gælder mindre dele. Derfor anvendes bakkethed som sikkerhedsfaktor.

Høye et al. (2017) viser, at lavere stigningsforhold forbedrer sikkerheden, med op til 20 % færre ulykker ved reduktion fra over 70 til 50-70 promille, og ca. 10 % færre ved reduktion til 30-50 og 20-30 promille. Ulykker ned ad bakke er mere alvorlige end på flad vej, mens ulykker op ad bakke har samme alvorlighed som på flad vej.

IHSDM (2004) angiver, at ulykkesfrekvensen stiger med stigningsforhold op til 120 ‰, med 5 % højere frekvens ved 30 ‰ og 15 % ved 90 ‰ sammenlignet med flad vej.

Modeller i Jensen (2025) viser, at en stigning i bakkethed på 1 m pr. km medfører en stigning i ulykker på 0,12 % - 1 %. Samlet antages en stigning i ulykker og personskader på 0,6 % pr. m pr. km.

Beregningsværktøjets grundmodeller baseres på, at strækningen har en bakkethed på 10 m pr. km og følgende sikkerhedsfaktorer anvendes (Tabel 34):

SIKKERHEDSFAKTORER	BAKKETHED (m pr. km)						
	0	10	20	30	40	50	60
Ulykker og personskader	0,94	1,00	1,06	1,12	1,18	1,24	1,30

Tabel 34. Sikkerhedsfaktorer for bakkethed på strækninger i åbent land.

Sideveje

En sidevej defineres her som en tilstødende vej registreret i vejman.dk med vejnummer og vejdel, uden kendt trafikmængde og uden rundkørsel, signal eller helleanlæg i krydset. Høye & Elvik (2025) viser en sammenhæng mellem antallet af sideveje og vejadgange og ulykkesfrekvensen, som stiger eksponentielt med ca. 4 % for hver ekstra adgang. Sammenhængen tager dog ikke højde for vejens tværprofil, linjeføring mv., og det er uklart, om effekten stammer fra vejnettet i byer, på landet eller begge dele. Det fremgår heller ikke, hvilke typer ejendomme sideveje/vejadgange fører til, eller hvor stor trafikmængden er på dem.

Jensen (2025) finder en stigning i ulykkesfrekvensen på ca. 8 % og i skadesfrekvensen på ca. 11 % pr. ekstra sidevej pr. km. Effekten synes at flade ud ved ca. 5 sideveje pr. km, men data-sættet er begrænset.

Beregningsværktøjets grundmodeller forudsætter 0 sideveje pr. km som udgangspunkt. Sikkerhedsfaktoren for sideveje fremgår af Tabel 35 og kan kun benyttes, når sikkerhedsfaktorer for vejadgange ikke benyttes.

SIKKERHEDSFAKTORER	SIDEVEJE (antal pr. km)					
	0	1	2	3	4	5 eller derover
Ulykker og personskader	1,00	1,08	1,16	1,24	1,32	1,40

Tabel 35. Sikkerhedsfaktorer for sideveje på strækninger i åbent land.

Større og mindre vejadgange

Høye & Elvik (2025) angiver, at ulykkesfrekvensen stiger eksponentielt med ca. 4 % for hver ekstra sidevej eller vejadgang. En dansk undersøgelse (Jensen et al. 2021) viser, at ulykkesfrekvensen stiger eksponentielt med 5 % pr. ekstra vejadgang til private fællesveje, tankstationer, landbrugs-, erhvervs- og andre større ejendomme, mens stigningen er 1,4 % for vejadgange til en- og flerfamiliehuse samt sommerhuse. Vejadgange til marker, skove og offentlige stier har ingen målbar effekt. Jensen (2025) bekræfter disse resultater med en eksponentiel stigning på hhv. 3,6 % og 1,6 %. Effekten er ensartet på tværs af ulykkesarter og skadesgrader.

Beregningsværktøjets grundmodeller for strækninger tager udgangspunkt i 0 vejadgange pr. km og anvender eksponentielle sikkerhedsfaktorer på 4 % for større og 1,5 % for mindre vejadgange. Sikkerhedsfaktorer fremgår af Tabel 36 og Tabel 37:

SIKKERHEDSFAKTORER	STØRRE VEJADGANGE (antal pr. km)					
	0	1	2	3	5	10
Ulykker og personskader	1,00	1,04	1,08	1,12	1,22	1,48

Tabel 36. Sikkerhedsfaktorer for større vejadgange til private fællesveje, tankstationer, landbrugs-, erhvervs- og andre større ejendomme på strækninger i åbent land.

SIKKERHEDSFAKTORER	MINDRE VEJADGANGE (antal pr. km)					
	0	1	2	3	5	10
Ulykker og personskader	1,00	1,02	1,03	1,05	1,08	1,16

Tabel 37. Sikkerhedsfaktorer for mindre vejadgange til en- og flerfamiliehuse samt sommerhuse på strækninger i åbent land.

Referencer

Andersson & Jensen (2025a): *Trafikulykker i kryds i åbent land. Guide til beregning af ulykker og personskader - Eksisterende anlæg, ombygning og nyanlæg*, Trafitec, Søborg, Danmark.

Andersson & Jensen (2025b): *Trafikulykker på strækninger i åbent land. Guide til beregning af ulykker og personskader - Eksisterende anlæg, ombygning og nyanlæg*, Trafitec, Søborg, Danmark.

Andersson & Jensen (2025c): *Sikkerhedsfaktorer - Kryds og strækninger i åbent land*, Trafitec, Søborg Danmark.

De Pauw, E., Daniels, S., Van Herck, S. og G. Wets (2015): *Safety Effects of Protected Left-Turn Phasing at Signalized Intersections: An Empirical Analysis*. Safety, vol. 1, pp. 94-102.

Dietze, M., Ebersbach, D., Lippold, C., Mallschützke, K., Gatti, G. og A. Wieczynski (2008): *Safety Performance Function*. EU-projektet Ripcord-Iserest, Deliverable D10, TUD, Tyskland.

DTU Management (2025): *Transportøkonomiske enhedspriser – version 2.1*. Netudgave på <https://www.man.dtu.dk/myndighedsbetjening/teresa-og-transportoekonomiske-enhedspriser> tilgængeligt 19. juni 2025. DTU Management, Lyngby, Danmark.

Elvik, R. (2009): *The Power Model of the relationship between speed and road safety – Update and new estimates*. Report 1034. Transportøkonomisk Institutt, Oslo, Norge.

Greibe, P. & M. A. Nielsen (1996): *Hastighed og uheldsrisiko i kryds*. Trafikdage på Aalborg Universitet, Aalborg, Danmark.

Harwood, D., Bauer, K., Potts, I., Torbic, D., Richard, K., Rabbani, E., Hauer, E. og L. Elefteriadou (2002): *Safety Effectiveness of Intersection Left- and Right-Turn Lanes*. Federal Highway Administration, FHWA-RD-02-089, Washington DC, USA.

Helberg, N., Hemdorff, S., Højgaard, H., Lund, H. & Ludvigsen, H. (1996): *Effekt af stoptavler. Effektvurdering af forsøgssopstilling i 4-benede kryds i åbent land*. Rapport 8, Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, Gentofte, Danmark.

Høye, A. & R. Elvik (2025): *Trafiksikkerheshåndboken*. Netudgave på <http://tshandbok.no> tilgængeligt 16. juni 2025. Transportøkonomisk Institutt, Oslo, Norge.

Høye, A., Elvik, R., Vaa, T. og M. Sørensen (2017): *Trafiksikkerheshåndboken*. Netudgave på <http://tsh.toi.no> tilgængeligt 7. august 2017. Transportøkonomisk Institutt, Oslo, Norge.

IHSDM (2004): *Crash Prediction Module, Engineer's Manual*. Interactive Highway Safety Design Model, USA.

Jensen (2025): *Opdaterede ulykkesmodeller, sikkerhedsfaktorer og værktøjer for landevejsnettet - Kryds og strækninger i det åbne land*. Trafitec, Søborg, Danmark.

Jensen (2025b): *Beregn_kryds_landevejsnettet_2025*, Beregningsværktøj til beregning af ulykker og personskader i kryds på landeveje, Trafitec, Søborg, Danmark.

Jensen (2025c): *Beregn_strækninger_landevejsnettet_2025*, Beregningsværktøj til beregning af ulykker og personskader på landevejsstrækninger, Trafitec, Søborg, Danmark.

Jensen, S. U. (2018): *Trafiksikkerhed på landeveje. Håndbog i uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer og IT-værktøjer*. Trafitec, Lyngby, Danmark.

Jensen, S. U. (2017a): *Uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer og værktøjer for landevejsnettet*. Trafitec, Lyngby, Danmark.

Jensen, S. U. (2017b): *Safe roundabouts for cyclists*. Accident Analysis and Prevention, vol. 105, pp. 30-37.

Jensen, S. U. (2015): *Safety Effects of Height of Central Islands, Sight Distances, Markings and Signage at Single-lane Roundabouts*. 5th International Symposium on Highway Geometric Design, Vancouver, Canada.

Jensen, S. U. (2013a): *Evaluering af effekter af rundkørsler med forskellig udformning*. Trafitec, Lyngby, Danmark.

Jensen, S. U. (2013b): *Uheldsmodeller for rundkørsler*. Trafitec, Lyngby, Danmark.

Jensen, S. U. (2001): *Cykelsti, cykelbane og blandet trafik*. Dansk Vejtidskrift, nr. 2 februar.

Jensen, S. U., Andersson, P. K. og J. W. Sall (2021): *Vejadgange og trafiksikkerhed*. Trafitec, Søborg, Danmark.

Jensen, S. U. & T. S. Buch (2017): *Trafiksikkerhedsmæssige effekter af signalanlæg*. Trafitec, Lyngby, Danmark.

Jurewicz, C., Phillips, C., Tziotis, M. og B. Turner (2014): *Model National Guidelines for Setting Speed Limits at High-risk Locations*. Austroads, research report AP-R455-14, Sydney, Australien.

Lord, D., Geedipally, S. R., Persaud, B. N., Washington, S. P., Schalkwyk, I., Ivan, J. N., Lyon, C. og T. Jonsson (2008): *Methodology to Predict the Safety Performance of Rural Multilane Highways*. Transportation Research Board, NCHRP web-only document 126, Washington DC, USA.

Spahn, V. & G. Bäumlner (2007): *Sicherheit von Kreisverkehrsplätzen und Lichtzeichenanlagen in Bayern*. Strassenverkehrstechnik, no. 7, pp. 357-362.

Vejdirektoratet (2017): *Indberetning af færdselsuheld, Rapport 580.*

Vieten, M., Dohmen, R., Dürhager, U. og K. Legge (2010): *Quantifizierung der Sicherheitswirkungen verschiedener Bau-, Gestaltungs- und Betriebsformen auf Landstraßen.* Bast (Bundesanstalt für Straßenwesen), heft V 201, Bergisch Gladbach, Tyskland.