

Effekthåndbog

Trafiksikkerhed og vejtekniske virkemidler



TITEL

Effekthåndbog -
Trafiksikkerhed og
vejtekniske virkemidler

DATO

Oktober 2023

ISBN (digital version)

978-87-7595-065-2

COPYRIGHT

Vejdirektoratet, 2023

Indhold

1. Forord	4
2. Læsevejledning	5
3. Tiltag for lette trafikanter	8
3.1 Afkortede cykelstier	8
3.2 Blåt cykelfelt i signalregulerede kryds	11
3.3 Cykelstier langs veje	13
3.4 Dobbeltrettede cykelstier i vigepligtsregulerede kryds	16
3.5 Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere	18
3.6 Overkørsel i vigepligtsregulerede kryds	21
3.7 Tilbagetrukket stoplinje	23
4. Strækninger i by og åbent land	27
4.1 Adgangsregulering og -sanering	27
4.2 Afmærkning i kurver	29
4.3 Fartvisere	32
4.4 Friktionsfræsning	34
4.5 Hastighedsdæmpende foranstaltninger	36
4.6 Justering af kørespors-, nødspors- og kantbanebredde	38
4.7 Kant-, dele- og midtlinjer	41
4.8 Midterrabat i by	44
4.9 Midterudvidelse i kurver	46
4.10 Mødefri veje	49
4.11 Rabatsanering	52
4.12 Rumleriller	54
4.13 Sikkerhedssymboler (afstandsmærker) på motorveje	59
4.14 Sikre vejsider	61
4.15 2 minus 1 veje	65
4.16 Trafiksanering	68
4.17 Vejbelysning	70
5. Kryds i by og åbent land	72
5.1 Forbedrede oversigtsforhold i kryds	72
5.2 Forsætning af F-kryds	75
5.3 Forvarsling af stop- eller vigepligt	77
5.4 Lokal hastighedsbegrænsning i kryds mv.	79
5.5 Rundkørsler	84
5.6 Signalregulering af kryds	88
5.7 Signalstyringstiltag	90
5.8 Stoppligt	94
5.9 Venstresvingskanalisering i vigepligtsregulerede kryds	96
Bilag	98
Bilag 1 - Hvor findes mere viden?	98
Bilag 2 - Ulykkes- og hovedsituationer	100
Stikordsregister	103

1. Forord

Hermed foreligger den tredje udgave af håndbogen "Effekthåndbog - Trafiksikkerhed og vejtekniske virkemidler", hvor vi har samlet nyeste viden om en lang række trafiksikkerhedstiltag.

Den nye udgave bygger videre på de to tidligere udgaver fra 2010 og 2014, som blev udarbejdet af hhv. Trafitec og Rambøll. Firmaet Trafitec har ligeledes bidraget til den nye udgave.

Håndbogen er først og fremmest tænkt som et opslagsværk for fagfolk. Her kan du finde information om tiltag, der kan bidrage til at nedbringe antallet af ulykker og personskader i trafikken, og ikke mindst hvor stor en effekt man erfaringsmæssigt kan forvente.

Ligesom i den forrige udgave fra 2014 ligger vægten på de vej- og trafiktekniske tiltag, der i Færdsels-sikkerhedskommissionens seneste handlingsplan fremhæves til brug for det stedbundne trafiksikkerhedsarbejde.

Hvad enten du arbejder i en kommune, i staten eller hos en privat rådgivende virksomhed, håber vi, den nye håndbog vil være dig til hjælp i dit daglige arbejde – ikke kun når det handler om at nedbringe antallet af ulykker og personskader på vores eksisterende vej- og stinet, men også når det handler om at vælge den sikreste løsning ved anlæg af nye stier og veje.



2. Læsevejledning

Baggrund & formål

”Effekthåndbog - Trafiksikkerhed og vejtekniske virkemidler” er en håndbog, der sammenfatter de forventede sikkerhedsmæssige effekter af konkrete vej- og trafiktekniske tiltag.

Håndbogen inkluderer tiltag til anvendelse i åbent land og i byzone, på vejstrækninger og i kryds, samt tiltag målrettet specifikke trafikantgrupper. Den tager bl.a. udgangspunkt i de forslag til forbedring af trafiksikkerheden, som er beskrevet i Færdselssikkerhedskommissionens nationale handlingsplan for trafiksikkerhedsarbejdet frem mod 2030 /1/.

For hvert tiltag giver håndbogen en kort beskrivelse af tiltaget og dets formål, herunder hvilke ulykkesproblemer tiltaget kan modvirke, og hvilke typer af veje tiltaget kan etableres på, samt hvilken virkning tiltaget kan forventes at have på antallet af ulykker og personskader.

Målgruppen for håndbogen er først og fremmest fagfolk, der arbejder med trafiksikkerhed, både i kommuner, i Vejdirektoratet og hos rådgivere. Håndbogen stiler mod at give et solidt fundament for arbejdet med at beregne og vurdere et tiltags forventede trafiksikkerhedseffekter. Den kan eksempelvis anvendes i forbindelse med udarbejdelse af lokale trafiksikkerhedshandlingsplaner, til vurdering af løsningsmuligheder i forbindelse med sortpletprojekter – eller blot som grundlag for vurdering af forskellige sikkerhedsfremmende tiltag.

Håndbogen blev første gang publiceret i 2010 og siden revideret i 2014. I denne 3. udgave er en del af de eksisterende tiltagsbeskrivelser blevet opdateret, og der er kommet nye til. Ved hvert tiltag er det derfor angivet, hvis

- tiltaget er nyt i forhold til 2. udgave (markeret med 2023),
- beskrivelsen af tiltaget er opdateret i forhold til en tidligere udgave (markeret med revideret 2014 eller revideret 2023), eller
- beskrivelsen af tiltaget er uændret i forhold til den udgave, hvor tiltaget blev beskrevet første gang (markeret med 2010 eller 2014).

Ved enkelte tiltag er der ud for årstallet angivet en stjerne, som markerer, at der i 2023 er foretaget væsentlige justeringer, som dog ikke omfatter en systematisk gennemgang med henblik på at opdatere eller underbygge eksisterende effekter. Det gælder sammenskrivning af afsnit fra tidligere version af håndbogen eller opdatering i henhold til gældende bekendtgørelser mv. i relation til anvendelsesområdet.

Håndbogen og effekterne af de beskrevne tiltag bygger først og fremmest på dokumenterede erfaringer med at anvende de pågældende tiltag i praksis. Sådanne empiriske undersøgelser, evalueringer og erfaringsopsamlinger er en forudsætning for en fortsat udvikling og effektivisering af trafiksikkerhedsarbejdet. Vejmyndighederne opfordres derfor generelt til at foretage evalueringer af gennemførte trafiksikkerheds tiltag – særligt hvis der er tale om nyere tiltag, hvis effekter endnu ikke er veldokumenterede.

Håndbogens opbygning og anvendelse

Håndbogen indeholder beskrivelser af 33 vej- og trafiktekniske tiltag. For at give et overblik over tiltagene, er de grupperet i nedenstående kategorier:

- Tiltag for lette trafikanter
- Strækninger i by og åbent land
- Kryds i by og åbent land

Bagerst i håndbogen findes desuden et alfabetisk stikordsregister med sideangivelser til relevante tiltag. Hvert tiltag er kun beskrevet én gang, selv om flere tiltag kan indgå i flere kategorier.

Afsnittene med beskrivelser af de enkelte tiltag består af fire dele:

- Funktion og udformning
- Effekt
- Øvrige forhold
- Referencer

Funktion og udformning

Kort introduktion til det pågældende tiltag, herunder hvad tiltaget består af, på hvilke vejtyper tiltaget kan etableres, og hvilken type ulykker tiltaget kan forebygge.

Effekt

Afsnittet indeholder en beskrivelse af tiltagets forventede effekt på antallet af ulykker og personskader, herunder en kort redegørelse for de væsentligste kilder og evt. en diskussion af deres resultater. I opgørelsen af de forventede sikkerhedsmæssige effekter er det valgt at prioritere opgørelser, der hviler på et solidt data-grundlag og gør brug af anerkendte metoder til opgørelse af de sikkerhedsmæssige effekter. Danske studier anvendes i videst muligt omfang.

Effektafsnittet består af en beskrivelse af tiltagets forventede effekter samt effekterne angivet i en tabel. Den første del af teksten beskriver de kilder, som ligger til grund for tabellens effekter. Den sidste del af teksten beskriver øvrige effekter.

Effekten angives i %, og den er gengivet med minus-fortegn, hvis der sker en reduktion i antal ulykker/personskader, og et plus-fortegn, hvis der sker en stigning i antal ulykker/personskader.

Effekten er beskrevet for syv forskellige ulykkes- og skadesarter (kategorier af ulykker og personskader). Hvis det ikke har været muligt at identificere specifikke effekter for hver enkelt ulykkes- eller skadesart, er der givet et bedste bud på en generel effekt, så der i tabellen er vist effekter for samtlige ulykkes- og skadesarter.

Ulykkes- og skadesart	
Alle ulykker	Antal politiregistrerede personskadeulykker samt materielskadeulykker
Personskadeulykker	Antal politiregistrerede personskadeulykker
Materielskadeulykker	Antal politiregistrerede materielskadeulykker
Personskader	Antal dræbte, alvorligt og let tilskadekomne personer i politiregistrerede ulykker
Dræbte	Antal dræbte personer i politiregistrerede ulykker
Alvorlig	Antal alvorligt tilskadekomne personer i politiregistrerede ulykker
Let	Antal let tilskadekomne personer i politiregistrerede ulykker

Det er angivet, hvis den fundne effekt gælder alene for veje i byområde, alene for veje i landområde, alene for bestemte ulykkes- eller hovedsituationer mv. Ulykkes- og hovedsituationer er gengivet i bilag 2.

Bemærk at den forventede effekt er givet ved den dokumenterede gennemsnitseffekt af tiltaget. Den sikkerhedsmæssige effekt, der i praksis realiseres, kan afvige fra den forventede effekt, hvis lokaliteten på en eller flere parametre adskiller sig fra gennemsnittet.

Øvrige forhold

Herunder beskrives, på overordnet niveau, tiltagets kendte indflydelse på fx miljø, kapacitet samt eventuelle forudsætninger for etablering af tiltaget eller lignende forhold.

Referencer

De danske og udenlandske kilder, der ligger til grund for de oplyste effekter og den øvrige beskrivelse af tiltaget, angives som referencer.

Eksempel

Nedenfor ses et eksempel på en tabel med angivelse af trafiksikkerhedseffekten for tiltaget 4.17 *Vejbelysning*. Det fremgår bl.a., at etablering af vejbelysning i gennemsnit medfører et fald på 20 % i antallet af ulykker ("alle ulykker"), mens antallet af dræbte i gennemsnit reduceres med 65 %. De angivne effekter gælder for alle ulykker i mørke, og der har ikke kunnet konstateres forskel på effekten i land- og byområde.

Vejbelysning By- og landzone Effekt (%)	Alle ulykker i mørke
Alle ulykker	-20
Personskadeulykker	-25
Materielskadeulykker	-15
Personskader	-30
Dræbte	-65
Alvorlig	-40
Let	-20

Effekt (%) på ulykker og skader i mørke ved etablering af vejbelysning på strækninger og i kryds.

Beregning af forventet ulykkesreduktion

Ved beregning af forventet ulykkesreduktion henvises til "Håndbog. Trafiksikkerhedsberegninger og ulykkesbekæmpelse" /2/.

Hvor findes mere viden?

En liste over relevante hjemmesider med trafiksikkerhedsfagligt indhold findes i bilag 1.

Referencer

1. Færdselssikkerhedskommissionen (2020): 2021-2030. Handlingsplan. Anbefalinger til indsatser. Færdselssikkerhedskommissionen
2. Vejdirektoratet (2022): Håndbog. Trafiksikkerhedsberegninger og ulykkesbekæmpelse. Rapport 612. Vejdirektoratet

3. Tiltag for lette trafikanter

3.1 Afkortede cykelstier

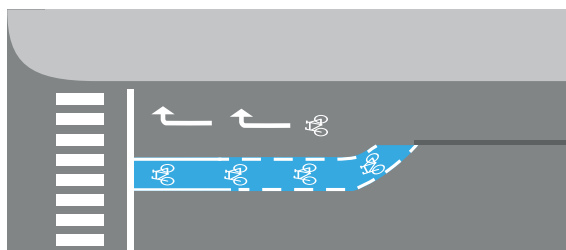
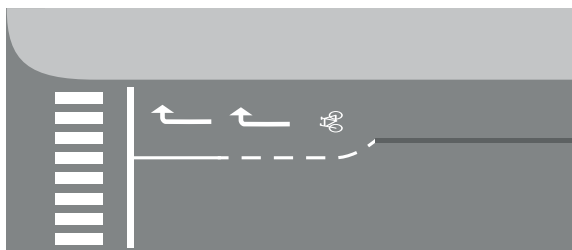
revideret 2023

Funktion og udformning

På vejstrækninger med cykelsti (eller evt. cykelbane) vil cyklisternes sikkerhed i signalregulerede kryds afhænge meget af, hvordan cykelstierne udformes i krydsenes tilfarter. Løsningen afkortet cykelsti har vist sig at være mere sikker for cyklister (især med hensyn til risikoen for højresvingsulykker) end traditionel fremført cykelsti, medmindre der etableres separat regulering af cykeltrafikken. Afkortet cykelsti fungerer især godt sikkerhedsmæssigt på strækninger med mange hurtige stitrafikanter, fx hvis det går ned ad bakke /2/.

Afkortet cykelsti etableres ved at afslutte cykelstien (evt. cykelbanen) 15-25 meter før krydset (stoplinjen) og samtidig etablere/afmærke en højresvingsbane, som cyklisterne frem mod stoplinjen skal dele med de højresvingende biler. Tiltaget findes i to grundvarianter:

- Cykelstien afkortes, så cyklister og knallertkørere, uanset manøvre i krydset, fortsætter i højresvingsbanen sammen med den højresvingende trafik, idet starten af højresvingsbanen afmærkes med cykelsymbol.
- Cykelstien afkortes, men fortsættes i en cykelbane mellem højresvingsbanen og ligeudbanen, hvor cykelbanen er tiltænkt de cyklister/knallertkørere, som skal ligeud eller til venstre i krydset. Cykelbanen kan markeres med blå cykelfelt for at øge de højresvingende bilisters opmærksomhed på cyklister og knallertkørere.



Principskitser af afkortet cykelsti. Variant a) til venstre henholdsvis variant b) til højre.

Formålet med at afkorte cykelstien før krydset er at øge bilisters og cyklister/knallertkøreres gensidige opmærksomhed på hinanden. Ved at afkorte cykelstien før krydset bliver cyklister/knallertkørere og bilister bragt tættere sammen og i samme niveau. Samtidig skal bilister ikke i samme udstrækning tage højde for cyklister ved udførelse af selve højresvinget inde i krydset. I variant a) erstattes vigepligten ved stoplinjen med flettesituation mellem cyklister/knallertkørere og højresvingende bilister, mens der i variant b) etableres en krydsningszone mellem de højresvingende bilister og ligeudkørende samt venstresvingende cyklister/knallertkørere.

Tiltaget er målrettet mod at nedbringe forekomsten af højresvingsulykker mellem højresvingende motorkøretøjer og ligeudkørende cyklister/knallertkørere (ulykkessituation 312).

Forudsætningen for etablering af afkortet cykelsti er, at der etableres separat højresvingsbane for bilisterne, og at der ikke findes ind-/udkørsler langs højresvingsbanen. Variant a), hvor cyklister og motorkøretøjer fletter i højresvingssporet, anbefales bl.a. på lokaliteter, hvor cyklister kører med høj fart. Da variant b) indebærer, at højresvingende bilister krydser ind over ligeudkørende cyklisters bane, er det vigtigt, at de højresvingende bilisters hastighed er lav. Derfor anbefales denne variant kun på veje med en hastighedsbegrænsning på 50 km/t eller lavere /1/.

I sammenligning med et alternativt tiltag, fremført cykelsti med tilbagetrukket stoplinje (se afsnit 3.7 *Tilbagetrukket stoplinje*), har afkortede cykelstier en potentiel sikkerhedsmæssig effekt i forhold til alle højresvingsulykker mellem motorkøretøjer og cyklister og knallertkørere, og ikke kun de højresvingsulykker, som sker i starten af grønfasen.

Effekt

Der er udført en række danske, norske, britiske og amerikanske undersøgelser om løsninger med fremførte og afkortede cykelstier/-baner /3, 4, 5, 6, 7, 8, 9/. Især en nyere dansk undersøgelse er i denne sammenhæng metodisk velfunderet og baseret på et stort datagrundlag, og benyttes her til at fastlægge effekten af at afkorte en fremført cykelsti i et signalreguleret kryds /9/.

Den danske undersøgelse er en før-efter ulykkesevaluering af ombygninger af cykelfaciliteter i signalregulerede kryds og betragter alene cykel- og knallertulykker i hovedsituation 1, 3 og 4 /9/. Evalueringen viser, at ombygning af krydsben med fremførte cykelstier til krydsben med afkortede cykelstier har ført til et fald i antallet af højresvingsulykker (hovedsituation 3) på 88 %, mens antallet af trængningsulykker (hovedsituation 1) og venstresvingsulykker (hovedsituation 4) samlet set er uændret. Disse effekter forekommer at være reversible, idet ombygning af krydsben med afkortede cykelstier til krydsben med fremførte cykelstier medfører en kraftig stigning i antallet af højresvingsulykker og igen et uændret antal af andre ulykker. Før-efter ulykkesevalueringen viser også, at der sker et fald i antallet af højresvingsulykker, både når det er en fremført cykelsti med en højresvingsbane ved siden af og en fremført cykelsti med en kombineret ligeud- og højresvingsbane ved siden af, der afkortes.

To andre danske undersøgelser viser også, at signalregulerede krydsben med fremførte cykelstier har betydeligt flere højresvingsulykker end signalregulerede krydsben med afkortede cykelstier /4, 8/. Begge undersøgelser tyder på, at effekten på højresvingsulykker er omkring 60 %, men disse undersøgelser er ikke metodisk velegnede til at opgøre effekter af tiltaget. Den ene undersøgelse indikerer dog yderligere, at etablering af fremførte cykelstier kan medføre færre fodgængerulykker, mens etablering af afkortede cykelstier kan resultere i færre ulykker kun med motorkøretøjer involveret /8/.

En række undersøgelser har set på, om der er en sikkerhedsmæssig forskel på variant a) og b) /3, 5, 6, 7/. Disse undersøgelser bygger på et beskedent datagrundlag, men indikerer, at variant b) er lidt sikrere end variant a). Grundlaget er dog for usikkert til, at der kan angives en effekt.

Med baggrund i de mange undersøgelser anslås det, at afkortning af cykelsti i gennemsnit reducerer antallet af højresvingsulykker og personskader med 80 % for cyklister og knallertkørere fra tilfarter, hvor cykelstien afkortes. Dog gælder denne effekt ikke kryds med bundne højresving (separatregulering af højresving) og kryds med vrimlefasen for cyklister (separatregulering af cyklister). Vurderingen gælder variant a) såvel som variant b):

3. TILTAG FOR LETTE TRAFIKANTER

Afkortet cykelsti By- og landzone Effekt (%)	Ulykker mellem højresvingende motorkøretøj og ligeudkørende cykel eller lille knallert
Alle ulykker	-80
Personskadeulykker	-80
Materielskadeulykker	-80
Personskader	-80
Dræbte	-80
Alvorlig	-80
Let	-80

Effekt (%) ved at afkorte cykelstien i tilfartsspor til signalregulerede kryds. Effekten gælder alene for højresvingsulykker med cyklister og knallertkørere fra tilfarer, hvor en fremført cykelsti afkortes.

Øvrige forhold

- Sammenlignet med fremført cykelsti medfører afkortning af cykelsti en forringelse af cyklisters fremkommelighed, særligt når det gælder variant a). Omfanget af denne forringelse vil dog afhænge meget af mængden af højresvingende biler.
- Afkortning af cykelsti kan give en bedre fremkommelighed for højresvingende biltrafik, såfremt kombinationen af mange cyklister og fremført cykelsti medfører en reduktion af højresvingsbanens kapacitet.
- Cyklister kan opleve afkortningen af cykelstien som utryk, ukomfortabel og utilfredsstillende /10, 11/. En del af den sikkerhedsmæssige effekt kan dog have baggrund i, at fraværet af dedikeret cykelinfrastruktur frem mod krydset, skærper cyklisternes opmærksomhed mod bilisterne.

Referencer

1. Vejregler (2018): Håndbog: Vejkryds i byer. Vejdirektoratet
2. Vejdirektoratet (2020): Vejtekniske løsninger for cyklister: Effekt på sikkerhed og oplevet tryghed. Vejdirektoratet
3. Høye, A. (2017): Trafikksikkerhed for cyklister. TØI rapport 1597/2017, Transportøkonomisk Institutt
4. Pfeifer, J. P. C. (1999): Sikkerhed for cyklister i kryds. Institut for Samfundsudvikling og Planlægning. Aalborg Universitet (afgangsprojekt)
5. Nielsen, M. Aa. (1995): Cykelbane på venstre side af højresvingsbane. Dansk Vejtidskrift. vol. 72, nr. 4, pp. 26-28
6. Sørensen, M. W. J. (2010): Oppmerksomhetstiltak for sykler i bykryss. TØI rapport 1068/2010. Transportøkonomisk Institutt
7. Sørensen, M. W. J. (2010): Midtstilt sykkelfelt i Oslo. TØI rapport 1095/2010. Transportøkonomisk Institutt
8. Jensen, S. U. (2006): Effekter af cykelstier og cykelbaner. Trafitec
9. Jensen, M. L. og M. W. J. Sørensen (2020): Trafikksikkerhed ved afkortede og fremførte cykelstier i signalregulerede kryds. Via Trafik
10. Jensen, S. U. (2006): Cyklisters oplevede tryghed og tilfredshed. Trafitec
11. Jensen, S. U. (2011): Fodgængeres og cyklisters oplevede serviceniveau i kryds. Trafitec

3.2 Blåt cykelfelt i signalregulerede kryds

2010

Funktion og udformning

I signalregulerede kryds med cykelsti eller cykelbane op til krydset (fremført cykelsti/-bane) vil et blåt cykelfelt gennem krydset synliggøre cyklisternes køreareal, øge opmærksomheden og forbedre trafiksikkerheden.

Blå cykelfelter afmærkes med cykelsymboler.

Den sikkerhedsmæssige effekt af et blåt cykelfelt er bedst i de mindst trafikerede signalregulerede kryds.

Effekt

Ved etablering af ét blåt cykelfelt fås en reduktion i antallet af ulykker og personskader med cyklister og lille knallert på 30-40 % /1, 2, 3, 4/.

Dette gælder dog kun, hvis der etableres ét cykelfelt. En dansk undersøgelse af blå cykelfelters sikkerhedsmæssige effekt tyder på, at med etablering af to eller flere blå cykelfelter i et signalreguleret kryds er virkningen på trafiksikkerheden negativ /1, 2/.

I signalregulerede kryds med mere end ét blåt cykelfelt vil man derfor antageligt kunne forebygge ulykker ved at fjerne nogle blå cykelfelter.

Undersøgelserne viser vidt forskellige og modsatrettede resultater for effekten på ulykker med fodgængere, og det er derfor ikke muligt at angive en effekt herfor. Der forekommer ikke at være effekt på andre ulykker /1, 2, 3, 4/.

Der er ikke fundet tilstrækkeligt pålidelige undersøgelser af andre typer af cykelfelter.



3. TILTAG FOR LETTE TRAFIKANTER

Virkningen af ét blå cykelfelt i signalregulerede kryds vurderes til:

Blå cykelfelt By- og landzone Effekt (%)	Alle ulykker med cykel og lille knallert
Alle ulykker	-30
Personskadeulykker	-30
Materielskadeulykker	-30
Personskader	-30
Dræbte	-30
Alvorlig	-30
Let	-30

Effekt (%) af etablering af ét blå cykelfelt på antallet af ulykker med cykler og lille knallert involveret. Signalregulerede kryds i by- og landzone.

Ses på alle ulykker – med alle trafikantgrupper – vil afmærkning af ét blå cykelfelt i gennemsnit reducere antallet af ulykker i signalregulerede kryds med 8 % i byzone og med 5 % i landzone.

Øvrige forhold

- Blå cykelfelter gør cyklister mere trygge /5/.
- Levetiden for et blå cykelfelt er ca. 2-3 år.

Referencer

1. Jensen, S. U. (2008): Safety effects of blue cycle crossings: A before-after study. Accident Analysis and Prevention, vol. 40, pp. 742-750
2. Jensen, S. U. (2006): Effekter af overkørsler og blå cykelfelter. Trafitec, Lyngby
3. Jensen, S. U. og M. A. Nielsen (1996): Cykelfelter – Sikkerhedsmæssig effekt i signalregulerede kryds. Vejdirektoratet, rapport 51
4. Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og M. Sørensen (2009): The Handbook of Road Safety Measures. Second edition, Emerald Group Publishing Ltd., Bingley, Storbritanien
5. Jensen, S. U. (2006): Cyklister oplevede tryghed og tilfredshed. Trafitec, Lyngby

3.3 Cykelstier langs veje

revideret 2023

Funktion og udformning

Etablering af enkelt- eller dobbeltrettede cykelstier langs veje i åbent land medfører en markant nedgang i antallet af ulykker med cykler og lille knallert, mens cykelstier langs veje i byer fører til en mindre stigning i antallet af cykel- og knallertulykker. Andre typer ulykker kan også blive påvirket, fx kan fodgængere få et mere sikkert gangareal, eftersom cykelstier i åbent land ofte fungerer som fællesstier i praksis.

Effekt

Anlæg af cykelstier langs veje i åbent land vil omtrent halvere antallet af cykel- og knallertulykker /2, 3, 4/. Det resultat gælder samlet for både strækninger og kryds, men undersøgelserne viser, at faldet i antallet af cykel- og knallertulykker er størst på strækninger. Resultaterne er primært baseret på enkeltrettede cykelstier langs veje i åbent land, men der indgår dog også nogle dobbeltrettede cykelstier. Ulykker med cyklister og knallertkørere har samtidig en tendens til at blive mindre alvorlige ved etablering af cykelstier i åbent land /2/. Anlæg af cykelstier langs veje i åbent land reducerer antallet af fodgængerulykker med ca. en tredjedel på strækninger, mens antallet af fodgængerulykker i kryds er nogenlunde uændret /1/. Effekterne er baseret på ældre undersøgelser og kan derfor være forbundet med en vis usikkerhed. Effekterne for ulykker med cykel og lille knallert ved etablering af cykelstier langs veje i åbent land er baseret på /2, 3, 4/, og effekterne for ulykker med fodgængere er baseret på /1/:

Cykelsti langs vej Landzone Effekt (%)	Ulykker med cykel og lille knallert i kryds og på strækninger (uden fodgængere involveret)	Ulykker med fodgænger på strækninger (ej kryds)
Alle ulykker	-50	-35
Personskadeulykker	-55	-35
Materielskadeulykker	-35	-35
Personskader	-55	-35
Dræbte	-75	-35
Alvorlig	-55	-35
Let	-50	-35

Effekt (%) ved anlæg af enkeltrettede cykelstier langs veje i åbent land.

Etablering af cykelstier langs veje i åbent land kan også have en positiv effekt på ulykker alene med motor-køretøjer, særligt eneulykker, da etableringen ofte medfører en forbedring af sikkerhedszonen, og fx øger bilisters mulighed for at genvinde kontrol over køretøj. Effekten for alle ulykker (uanset trafikantgruppe) af etablering af cykelstier langs veje i åbent land kan beregnes til i gennemsnit at være en reduktion på ca. 15 %. Effekten kan dog variere betydeligt fra vej til vej, bl.a. fordi mængden af lette trafikanter også varierer.

I byområder er etablering af cykelstier langs veje oftest ikke til gavn for trafiksikkerheden. Der er udført tre store danske før-efter ulykkesevalueringer af etablering af enkeltrettede cykelstier langs veje i byer /5, 6, 7/. Sammen med en række mindre undersøgelser viser de i hovedtræk, at cykelstier langs veje i byer medfører et fald i antallet af ulykker på strækninger på ca. 10 %, men en stigning i antallet af ulykker i kryds på ca. 20 %, så der samlet set er en stigning på ca. 10 % både i antallet af cykel- og knallertulykker samt antallet af andre ulykker /4, 5, 6, 7/. Effekterne synes at være nogenlunde ens uanset ulykkens alvorlighed:

3. TILTAG FOR LETTE TRAFIKANTER

Cykelsti langs vej Byzone Effekt (%)	Alle ulykker på strækninger	Alle ulykker i kryds
Alle ulykker	-10	+20
Personskadeulykker	-10	+20
Materielskadeulykker	-10	+20
Personskader	-10	+20
Dræbte	-10	+20
Alvorlig	-10	+20
Let	-10	+20

Effekt (%) ved anlæg af enkeltrettede cykelstier langs veje i byområder.

Der kan være stor forskel i sikkerhedseffekten af anlæg af cykelsti i byområder, hvilket bl.a. skyldes forskellige effekter på de enkelte typer af ulykker som beskrevet i /6/.

Baggrunden for, at effekterne af etablering af cykelstier langs veje i hhv. by- og landzone er så forskellige, er hovedsageligt, at hastighedsniveauet på strækningerne er højere på landet end i byerne, og at krydstætheden er væsentligt lavere på landet end i byerne.

De angivne effekter gælder ved etablering af enkeltrettede cykelstier. Effekter af etablering af dobbeltrettede cykelstier langs veje er dårligere end de angivne effekter i tabellerne både i åbent land og i byområder. Det skyldes, at der sker ca. dobbelt så mange cykel- og knallertulykker, når en dobbeltrettet cykelsti krydser en vej, end når to enkeltrettede cykelstier krydser den samme vej – af den simple årsag, at det ved kryds på dobbeltrettede cykelstier er omkring 3 gange mere risikabelt at cykle mod færdselsretningen i nærmeste kørsør end at cykle med færdselsretningen /8, 9/. I afsnit 3.4 *Dobbeltrettede cykelstier i vigepligtsregulerede kryds* beskrives det nærmere, hvordan disse krydsningspunkter kan udformes.



Øvrige forhold

- Anlæg af cykelstier medfører øget brug af cyklen, hvilket giver sundhedsmæssigt positive effekter /2, 4, 10/. I byområder øger etablering af cykelstier langs veje antallet af cyklister med ca. 15-25 %, mens forøgelsen er omtrent 30-50 % på landet. Der er taget højde for ændringer i trafikmængder i de sikkerhedsmæssige effekter.
- Cyklister er mere trygge, komfortable og tilfredse på veje med cykelstier end på veje uden /11, 12/.
- Der er ikke fundet pålidelige undersøgelser af cykelstiers betydning for miljøforhold og bilisters hastighed i åbent land.

Referencer

1. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafikksikkerheshåndboken. 4. udgave. Transportøkonomisk Institutt
2. Jensen, S. U. (2001): Cykelsti, cykelbane og blandet trafik. Dansk Vejtidskrift nr. 2
3. Kallberg, V-P. og M. Salusjärvi (1982): Trafiksäkerhetseffekten av gång- och cykelvägar. VTT, rapport 58, Espoo, Finland
4. Jensen, S. U. (2013): Løsninger for cykel. Trafitec
5. Agerholm, N., Caspersen, S., Madsen, J. C. O. og Lahrman, H. (2006): Cyklisters trafiksikkerhed: en før-efterundersøgelse af 46 nye cykelstiers sikkerhedsmæssige effekt. Dansk Vejtidskrift, nr. 12, pp. 52-57
6. Jensen, S. U. (2006): Effekter af cykelstier og cykelbaner. Trafitec
7. Bach, O., Rosbach, O. og E. Jørgensen (1985): Cykelstier i byer – den sikkerhedsmæssige effekt. Vejdirektoratet
8. Høye, A. (2017): Trafikksikkerhet for syklistar. TØI rapport 1597/2017, Transportøkonomisk Institutt
9. Buch, T. S. og Jensen, S. U. (2013): Trafiksikkerhed i kryds med dobbeltrettede cykelstier, Trafitec
10. Vejdirektoratet (2016): Cykelpuljen 2009-2014 – Midtvejsevaluering. Rapport 554, Vejdirektoratet
11. Jensen, S. U. (2006): Fodgængeres og cyklisters oplevede serviceniveau på vejstrækninger – Teknisk rapport. Trafitec
12. Jensen, S. U. (2006): Cyklisters oplevede tryghed og tilfredshed. Trafitec

3.4 Dobbeltrettede cykelstier i vigepligtsregulerede kryds

2014

Funktion og udformning

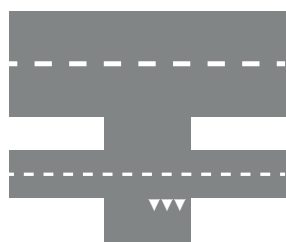
En dobbeltrettet cykelsti langs en overordnet vej kan indebære en høj ulykkesrisiko for stitrafikanter i de punkter, hvor stien krydser sideveje. Risikoen er især høj for de cyklister og knallertkørere på stien, der kører mod strømmen af biler i det nærmeste kørespor på den overordnede vej.

Udformningen og reguleringen af disse vej-sti-kryds er af stor betydning for risikoens størrelse. Det er særligt på steder, hvor krydset mellem den overordnede vej og sidevejen er vigepligtsreguleret, at risikoen i vej-sti-krydset kan være særlig høj. Risikoen kan imidlertid nedbringes ved at angive vigepligtsforholdene og placere vej-sti-kryds i forhold til den overordnede vej på en sikker måde.

Hvor vigepligten i vej-sti-kryds er pålagt vejtrafikanter, kan vigepligten vendes, så stitrafikanter skal vige for trafikken på sidevejen. Det kan være en god løsning på steder, hvor sidevejen har meget trafik, eller der er langt mellem sidevejene. Det er vigtigt, at vej-sti-kryds, hvor vigepligt er pålagt stitrafikanter, er placeret mere end 6 m fra den overordnede vej, hvorfor stiforløbet muligvis skal ændres, for at løsningen fungerer som tilsigtet.

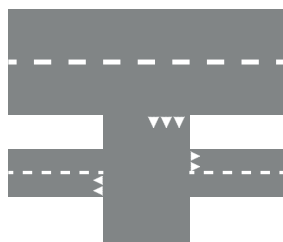
En anden løsning er at opdele vigepligten for vejtrafikanterne fra sidevejen, så vigepligten først markeres i forhold til krydsende stitrafikanter, og dernæst markeres i forhold til vejtrafikanterne på den overordnede vej. I praksis betyder det, at der etableres to vigelinjer på sidevejen; én ved stiens krydsning af sidevejene og én ved selve vejekrydset. Dette giver mulighed for, at sidevejstrafikken afvikles i to tempi, hvilket teoretisk anses for mere sikkert. Også her er det hensigtsmæssigt, at vej-sti-krydset er placeret mere end 6 m fra den overordnede vej, hvorfor stiforløbet ved denne løsning muligvis også skal ændres. Denne løsning kan være god på steder, hvor der er kort afstand mellem sidevejene, eller hvor sidevejen har lidt trafik.

Typisk vej-sti-kryds



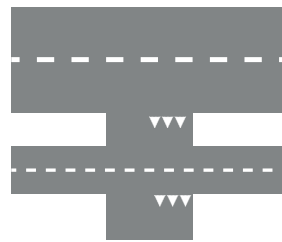
Vejtrafik har vigepligt, og sti krydser sidevej bag vigelinjen i vejekryds

Vendt vigepligt



Stitrafik har vigepligt og krydser sidevej foran vigelinjen i vejekryds

Ekstra vigelinje på sidevej



Vejtrafik har vigepligt, og sti krydser sidevej bag den første vigelinje i vejekryds

Effekt

Såvel vending af vigepligten til stitrafikanterne som etablering af ekstra vigelinje på sidevejen medfører sikkerhedsgevinster i vej-sti-kryds. En større dansk med/uden undersøgelse af trafiksikkerhed i kryds med dobbeltrettede cykelstier dokumenterer dette /1/. Undersøgelsen omfatter kryds beliggende i såvel by- som landzone – dog med en overvægt af kryds i byzone.

Nedenstående effekter er baseret på denne ene undersøgelse af trafiksikkerheden i vigepligtsregulerede kryds med dobbeltrettet cykelsti. De sikkerhedsmæssige effekter af at vende vigepligten eller etablere ekstra vigepligt på sidevej i vej-sti-kryds med dobbeltrettet cykelsti langs primærvejen er estimeret ved anvendelsen af en ulykkesmodel. Med ulykkesmodellen er det muligt at estimere den forventede ulykkesforekomst ved forskellige udformninger af vigepligten på sidevejen. Effekten er således opgjort ved at sammenligne den forventede ulykkesforekomst for vendt vigepligt og ekstra vigepligt på sidevej med den forventede ulykkesforekomst for den typiske løsning med vigepligt pålagt vejtrafikken og én vigepligt på sidevejen.

Effekterne i selve krydset mellem stien og sidevejen kan på dette grundlag estimeres, som følger:

Vej-sti-kryds By- og landzone Effekt (%)	Ulykker med mindst én cykel eller lille knallert på stien	
	Vending af vigepligt	Ekstra vigepligt på sidevej
Alle ulykker	-72	-52
Personskadeulykker	-86	-64
Materielskadeulykker	-65	-46
Personskader	-86	-64
Dræbte	-86	-64
Alvorlig	-86	-64
Let	-86	-64

Effekt (%) af vending af vigepligt henholdsvis etablering af ekstra vigepligt i vej-sti-kryds med dobbeltrettet cykelsti langs primærvejen.

Bemærk, at de angivne effekter af at vende vigepligten eller etablere en ekstra vigepligt er beregnet ud fra, hvordan et vej-sti-kryds med vigepligt, der er pålagt vejtrafikanten, normalt er udformet i Danmark.

Det er ikke kun angivelse af vigepligt, der har betydning for sikkerheden i vej-sti-kryds med dobbeltrettet cykelsti langs primærvejen. Eksempelvis medfører afmærkning af blå cykelfelter en stigning i ulykkesforekomsten /1/.

Øvrige forhold

- Fremkommeligheden reduceres alt andet lige for stitrafikanterne, når vigepligten vendes.
- I tilfælde, hvor det ikke er nødvendigt at ændre stiforløbet, vil vending af vigepligt eller etablering af ekstra vigepligt på sidevejen kunne gennemføres med lav omkostning. Såfremt det er nødvendigt at ændre på stiforløbet, er prisen markant højere.

Referencer

1. Buch, T. S. og Jensen, S. U. (2013): Trafiksikkerhed i kryds med dobbeltrettede cykelstier, Trafitec



3.5 Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere

revideret 2014

Funktion og udformning

Antallet af ulykker med fodgængere kan reduceres ved at øge antallet og kvaliteten af fodgængernes muligheder for at krydse veje uden for kryds. Det handler især om veje med en hastighedsgrænse på 40-60 km/t og med mange krydsende fodgængere. Det kan være på strækninger mellem kryds, ved busstoppesteder, ved stikrydsninger og i kryds.

Det har længe været opfattelsen, at etablering af fodgængerfelter uden for kryds medfører flere ulykker både for fodgængere og andre trafikanter. Nyere forskning tyder dog på, at det kun er tilfældet, hvis vejen er bred og har mere end to kørespor. Når der kun er to kørespor, synes fodgængerfelter ikke at påvirke sikkerheden – hverken positivt eller negativt /1, 2/.

På lokaliteter, hvor der er etableret fodgængerfelt, er det muligt at forbedre trafiksikkerheden ved bl.a.:

- Signalregulering af fodgængerfelt på strækning
- Etablering af midterhelle i fodgængerfelt
- Etablering af fodgængerfelt på hævet flade
- Etablering af rækværk ved fodgængerfelt

Desuden kan etablering af fodgængertunnel eller fodgængerbro forbedre trafiksikkerheden for fodgængerne, hvis de ikke fravælges pga. øget afstand, højdeforskel, utryghed mv.

Risikoen for krydsningsulykker med fodgængere øges med bilernes hastighed, ligesom fodgængeres risiko for at komme alvorligt til skade eller omkomme stiger med stigende kollisionshastighed /3, 4, 5/. Tiltag, der dæmper bilisternes hastighed eller indsnævrer kørebanens bredde, kan derfor i mange tilfælde også medvirke til at forbedre fodgængeres trafiksikkerhed.



Effekt

En sammenfattende undersøgelse af forbedringer af fodgængerfelter tyder på, at forbedringerne reducerer antallet af ulykker og reducerer alvorligheden af de resterende fodgængerulykker /6/.

Signalregulering af eksisterende fodgængerfelt på en strækning synes at reducere antallet af fodgængerulykker og resulterende personskader med ca. 25-30 % /1, 7/. Effekten aftager jo længere væk fra feltet man kommer og forsvinder først ca. 150 m væk fra feltet /7/.

Anlæg af midterheller i eksisterende fodgængerfelter synes at reducere antallet af fodgængerulykker med personskade i fodgængerfeltet og op til 50 m fra feltet med ca. 25 % /8/.

Etablering af hævet flade i eksisterende fodgængerfelter synes at medføre et fald i antallet af fodgængerulykker med personskade på ca. 40 % i fodgængerfeltet og op til 50 m fra fodgængerfeltet /1/.

Etablering af rækværk, der leder gående hen til eksisterende fodgængerfelter, synes at reducere antallet af fodgængerulykker med personskade med ca. 20-45 % /1, 8/. Dette er i overensstemmelse med et norsk studie, der viser, at antallet af ulykker aftager jo færre fodgængere, der krydser uden for fodgængerfeltet /3/. Effekten afhænger tilsyneladende af rækværkets udformning.

På denne baggrund vurderes effekterne af forbedringer af fodgængerfelter til:

Fodgængertiltag By- og landzone Effekt (%)	Alle fodgængerulykker			
	Signalregulering af fodgængerfelt	Midterhelle i fodgængerfelt	Fodgængerfelt på hævet flade	Rækværk ved fodgængerfelt
Alle ulykker	-25	-25	-40	-30
Personskadeulykker	-25	-25	-40	-30
Materielskadeulykker	-25	-25	-40	-30
Personskader	-25	-25	-40	-30
Dræbte	-25	-25	-40	-30
Alvorlig	-25	-25	-40	-30
Let	-25	-25	-40	-30

Effekt (%) af forskellige tiltag til forbedring af fodgængeres krydsningsmuligheder ved eksisterende fodgængerfelter i by- og landområde.

Undersøgelser angiver ydermere, at belysning af fodgængerfelter giver anledning til en signifikant nedgang i antallet af fodgængerulykker i mørke /1/. Effektestimaterne er dog forbundet med nogen usikkerhed.

Den mest effektive og sikre løsning for fodgængere er at etablere fodgængerbro eller fodgængertunnel, så krydsende fodgængere separeres fra den øvrige trafik. Etablering af fodgængerbro/fodgængertunnel kan reducere antallet af ulykker med krydsende fodgængere med i gennemsnit op til ca. 80 % /9/. Effekten er i praksis betinget af i hvilket omfang, fodgængerne benytter fodgængerbro/fodgængertunnel i forbindelse med krydsningen. Dette understreger vigtigheden af, at fodgængerbro/fodgængertunnel lokaliseres således, at anvendelsen maksimeres.

Øvrige forhold

- Signalregulering af fodgængerovergange medfører øgede ventetider for bilister, som ikke opvejes af reducerede ventetider for fodgængere.
- Anlægsudgifter samt drifts- og vedligeholdelsesomkostninger varierer markant afhængig af valg af løsning.

Referencer

1. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafikksikkerhetshåndboken – 4. Utgave. Transportøkonomisk Institutt, Oslo, Norge
2. Zegeer, C. V., Stewart, J. R., Huang, H. H., Lagerwey, P. A., Feaganes, J. og B. J. Campbell (2005): Safety Effects of Marked versus Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations. Turner-Fairbank Highway Research Center, rapport FHWA-HRT-04-100, McLean, USA
3. Elvik, R., Sørensen, M. W. J. and Nævestad, T. O. (2013): Factors influencing safety in a sample of marked pedestrian crossings selected for safety inspections in the city of Oslo. Accident Analysis and Prevention, (50), pp. 64-70
4. Tefft, B. C. (2013): Impact speed and a pedestrian's risk of severe injury or death. Accident Analysis and Prevention, (50), pp. 871-878
5. Kröyer, H. R. G., Jonsson, T. and Várhelyi, A. (2014): Relative fatality risk curve to describe the effect of change in the impact speed on fatality risk of pedestrians struck by a motor vehicle. Accident Analysis and Prevention, (62), pp. 143-152
6. Erke, A. og R. Elvik (2007): Nyttekostnadsanalyse av skadeforebyggende tiltak. Transportøkonomisk Institutt, rapport 933, Oslo, Norge.
7. Jensen, S. U. (2008): Signalreguleret fodgængerovergang – ny viden om sikkerhedsmæssig effekt. Dansk Vejtidskrift, nr. 6-7
8. Jensen, S. U. (1998): Fodgængerens trafiksikkerhed. Vejdirektoratet, rapport 130
9. Erke, A. and R. Elvik (2007): Making Vision Zero real: Preventing pedestrian accidents and making them less severe. Transportøkonomisk Institutt, rapport 889, Oslo, Norge

3.6 Overkørsel i vigepligtsregulerede kryds

revideret 2014

Funktion og udformning

En overkørsel er i denne sammenhæng en sidevejstilslutning, hvor primærvejens fortov og evt. cykelsti er ført ubrudt gennem krydset.

Tiltaget virker fartdæmpende på køretøjer, der skal til og fra sidevejen og gør det endvidere nemmere for sidevejstrafikanter at erkende krydset og forstå vigepligtsforholdene. Tiltaget anvendes hovedsageligt ved mindre trafikerede sideveje.

Overkørsler i vigepligtsregulerede kryds påvirker primært ulykker, hvor cyklister, fodgængere og lille knallert er involveret.

Effekt

En dansk med/uden-undersøgelse (hvor et antal ensartede kryds henholdsvis med og uden overkørsel sammenlignes) angiver, at ulykkestætheden med cyklister og knallertkørere er 37 % og 41 % lavere i henholdsvis vigepligtsregulerede T- og F-kryds med overkørsel set i forhold til tilsvarende kryds uden overkørsel /1/.

En dansk før-/efterundersøgelse viser, at overkørsler i vigepligtsregulerede F-kryds (firevejskryds) medfører en reduktion på ca. 25 % i antallet af ulykker med cyklister og lille knallert og på ca. 60 % i antallet af ulykker mellem fodgængere og motorkøretøjer. Der sker ingen ændring i antallet af ulykker med motorkøretøjer alene. I F-kryds kan det være relevant at anlægge to overkørsler. Der er dog ikke noget, der tyder på, at det medfører en bedre virkning /2/.

I samme undersøgelse findes ingen pålidelige virkninger for T-kryds, dog faldt antallet af fodgængerulykker med godt 40 % /2/.

En svensk undersøgelse af overkørsel med gennemført cykelsti angiver en reduktion på 13 % i antallet af ulykker, hvor cyklister er involveret, og en reduktion i antallet af fodgængerulykker på 54 %. Antallet af



3. TILTAG FOR LETTE TRAFIKANTER

ulykker med motorkøretøjer stiger ifølge undersøgelsen med 11 %. Hastigheden for svingende køretøjer blev reduceret med 40 % efter etableringen af overkørsel /3/.

Sammenfattende angiver ovenstående studier, at den sikkerhedsmæssige effekt på ulykker med cyklister og lille knallert ligger i intervallet -13 % til -41 %, mens den for fodgængerulykker ligger i intervallet -40 % til -60 %. På dette grundlag vurderes de sikkerhedsmæssige effekter af etablering af overkørsel i vigepligtsreguleret kryds til:

Overkørsel Byzone Effekt (%)	Ulykker med cykel og lille knallert	Ulykker mellem motorkøretøjer og fodgængere
Alle ulykker	-20	-40
Personskadeulykker	-20	-40
Materielskadeulykker	-20	-40
Personskader	-20	-40
Dræbte	-20	-40
Alvorlig	-20	-40
Let	-20	-40

Effekt (%) ved etablering af overkørsel i vigepligtsregulerede T- og F-kryds i byzone (med én eller to overkørsler i F-kryds).

For alle ulykkessituationer vil etablering af overkørsel i gennemsnit reducere det samlede antal ulykker i vigepligtsregulerede kryds med ca. 10 %. Effekten for vigepligtsregulerede F-kryds er ca. 9 % og for vigepligtsregulerede T-kryds ca. 11 %.

Et stort hollandsk studie viser, at etablering af en hastighedsdæmpende foranstaltning ved tilslutningen af sidevejen er det mest effektive middel til at forbedre trafiksikkerheden for cyklister i prioriterede kryds. Overkørsler i kryds med megen cykeltrafik estimeres til at medføre en reduktion i ulykkesrisikoen for cyklister på 51 %. Studiet belyser ikke, om effekten varierer med antallet af ben i krydset. Det forventes, at overkørsler har en positiv effekt på ulykker for alle trafikanttyper /4/.

Overkørsler udføres oftest på veje, hvor der er fortov. Der er ikke fundet forskelle i virkning af henholdsvis en overkørsel langs vej med fortov set i forhold til overkørsel langs vej med både fortov og cykelsti.

Øvrige forhold

- Omkostningerne for anlæg af en overkørsel kan variere meget som følge af sidevejens bredde og trafikmængde samt overkørselens design. I F-kryds kan det endvidere være relevant at etablere to overkørsler, selv om effekten ikke tyder på at blive større.

Referencer

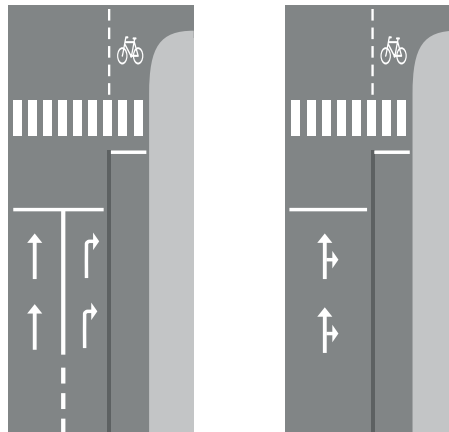
1. Herrstedt, L. (1979): Sikkerhed for cyklister og knallertkørere på hovedfærdselsårer i Københavnsområdet. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, Notat 5
2. Jensen, S. U. (2006): Effekter af overkørsler og blå cykelfelter. Trafitec, Lyngby
3. Gårder, P., Leden, L. og U. Pulkkinen (1998): Measuring the Safety Effect of Raised Bicycle Crossings Using a New Research Methodology. Transportation Research Record, 1636, side 64-70
4. Schepers, J. P., Kroeze, P. A., Sweers, W. og Wüst, J. C. (2011): Road factors and bicycle-vehicle crashes in unsignalized priority intersections. Accident Analysis and Prevention, vol. 43, pp. 853-861

3.7 Tilbagetrukket stoplinje

revideret 2023

Funktion og udformning

Tilbagetrukket stoplinje etableres i signalregulerede kryds med fremført cykelsti ved at trække stoplinjen for bilister 5 m tilbage i forhold til stoplinjen for cyklister eller knallertkørere. Hvis der ikke er cykelsti, kan en tilbagetrækning af stoplinjen alligevel være relevant af hensyn til fodgængeres og cyklisters sikkerhed eller arealbehov for svingende busser og lastbiler. I sådanne tilfælde trækkes stoplinjen typisk 5 m tilbage i forhold til fodgængerfeltet eller signalstanderne.



Formålet med etableringen af tilbagetrukket stoplinje er at lette især højresvingende bilisters erkendelse af ligeudkørende cyklister og knallertkørere, ligesom tilbagetrækningen kan medvirke til at synliggøre krydsende fodgængere /1/. Ved at trække bilisterne 5 m tilbage får bilisterne et mere direkte og forbedret udsyn mod de cyklister og knallertkørere, der holder for rødt, samt mod krydsende fodgængere.

Tiltaget har potentiale til især at forebygge to typer af ulykker:

1. Højresvingende biler mod lette trafikanter (ulykkessituation 312 og 876 – se bilag 2)
2. Sene eller langsomme krydsende fodgængere, eventuelt rødgængere, der ikke venter på midterhelle, mod startende biler (ulykkessituation 872 – se bilag 2)

Tiltaget retter sig primært mod højresvingsulykker mellem ligeudkørende cyklister/knallertkørere og højresvingende biler i starten af grønfasen – og herunder særligt ulykker med højresvingende lastbiler.

Den sikkerhedsmæssige effekt af tiltaget begrænser sig til de cyklister og knallertkørere, der ankommer til stoplinjen i løbet af rødfasen og dermed standser ved stoplinjen. Cyklister og knallertkørere, der ankommer i grønfasen, præsenterer sig ikke umiddelbart tydeligere for de højresvingende. Tiltaget er derfor formentlig mest effektivt i tilfartsspor, hvor der i de fleste omløb ankommer cyklister/knallertkørere i rødfasen.

I de danske vejregler anbefales tilbagetrukket stoplinje i signalregulerede kryds med cykelsti på de tilstødende vejgrene /2/.

Dybdestudier af cyklistulykker viser, at det er nødvendigt at trække stoplinjen for motorkøretøjer ca. 5 m tilbage i forhold til cyklernes og knallerternes stoplinje. Er stoplinjen trukket kortere tilbage end 5 m, kan cykli-

3. TILTAG FOR LETTE TRAFIKANTER

ster, knallertkørere og fodgængere fortsat være skjult i køretøjets blinde vinkler /3/. Dermed er tiltaget også relevant i tilfartsspor, hvor stoplinjen er trukket kortere tilbage end de 5 m, som Vejreglerne anbefaler /2/.

Tilbagetrækning af stoplinje omfatter oftest alene tilfartssporet, som afvikler højresvingende trafik, men kan også gennemføres for alle vognbaner i tilfarten. Et dansk studie angiver imidlertid, at det kan være sikkerhedsmæssigt gunstigt ikke at lave tilbagetrækning af stoplinjen foran venstresvingsbaner, da tilbagetrækning her kan give anledning til sent rømmende venstresvingende biler /4/.

I eksisterende trafikstyrede signalregulerede kryds vil det i forbindelse med tilbagetrækning af stoplinjer ofte være nødvendigt at flytte spoler i asfalten. Derfor kan det være optimalt at udføre en tilbagetrækning af stoplinjer i forbindelse med udlægning af nyt slidlag. Tilbagetrækningen af stoplinjen medfører, at bilisternes passagetid forlænges. Følgelig bør de indlagte mellemtider i signalanlægget kontrolleres og om nødvendigt justeres.

En tilbagetrukket stoplinje kan kombineres med en cykelboks, såfremt der forefindes en separat højresvingsbane. En cykelboks er et ekstra venteareal til cyklister, som er placeret foran bilernes stoplinje i signalregulerede kryds. Cykelbokse øger cyklisters fremkommelighed og synlighed /2/.

En alternativ løsning er at etablere en afkortet cykelsti (se afsnit 3.1 *Afkortede cykelstier*). Det gælder særligt, hvor der ikke er plads til både en fremført cykelsti og en højresvingsbane.



Effekt

Ældre danske evalueringer angiver, at etableringen af tilbagetrukne stoplinjer reducerer antallet af ulykker mellem højresvingende motorkøretøjer og lette trafikanter inden for ulykkesituationerne 312 og 876 med 35 %, mens antallet af ulykker mellem motorkøretøjer og fodgængere inden for ulykkesituation 872 reduceres med 15 % /5, 6, 7/. En meta-analyse angiver, at tiltaget reducerer antallet af cykelulykker med 18 %, men at der ikke er kontrolleret for hverken trafikmængder eller regressionseffekter i de medtagne studier, og effekten derfor kan være overestimeret og ikke kan generaliseres /8/.

Et større dansk studie af de sikkerhedsmæssige effekter af tilbagetrukne stoplinjer kan ikke dokumentere en signifikant positiv sikkerhedsmæssig effekt af etableringen af tilbagetrukne stoplinjer. Studiet angiver en ikke-signifikant stigning i antallet af personskader i ulykker, der alene involverer motorkøretøjer, hvoraf mindst det ene køretøj kom fra en tilfart med tilbagetrukne stoplinjer. Til gengæld sker der en mindre, men ikke signifikant, reduktion i antallet af personskader, som kan henføres til ulykker mellem lette trafikanter og motorkøretøjer, som kommer fra et tilfartsspor, hvori motorkøretøjers stoplinje er trukket tilbage /4/.

To større studier af næsten-ulykker eller alvorlige konflikter indikerer, at kun en mindre andel af konflikterne mellem svingende motorkøretøjer og ligeudkørende cyklister forekommer i starten af grønfasen i signalregulerede kryds /9, 10/. Ud fra disse studier vil effekten af tilbagetrukket stoplinje ikke kunne være højere end 5-15 %.

Der er udført en række studier af cykelbokse i Danmark, Holland, Storbritannien, USA og New Zealand /8, 10/. Disse tyder samlet set på, at cykelbokse medfører ingen eller en lille forbedring af cyklisters trafiksikkerhed i signalregulerede kryds. På dette grundlag sammenfattes den sikkerhedsmæssige effekt af tilbagetrukket stoplinje til:

Tilbagetrukket stoplinje By- og landzone Effekt (%)	Ulykkessituation 312 (cykel eller lille knallert som element nr. 2)	Ulykkessituation 876	Ulykkessituation 872
Alle ulykker	-10	-10	-5
Personskadeulykker	-10	-10	-5
Materielskadeulykker	-10	-10	-5
Personskader	-10	-10	-5
Dræbte	-10	-10	-5
Alvorlig	-10	-10	-5
Let	-10	-10	-5

Effekt (%) ved at tilbagetrække bilisternes stoplinje 5 m i signalregulerede kryds. De nævnte ulykkessituationer fremgår af bilag 2.

Effekten på 312-ulykker kan forventes at være større i tilfarter, hvor der færdes mange cyklister, som ankommer inden for rødfasen, og tilsvarende mindre i tilfarter, hvor cyklisterne primært ankommer i grønfasen.

Effekten på ulykker med ulykkessituation 872 er betinget af, at tilbagetrækningen af stoplinjen omfatter alle vognbaner. Jævnfør ovenstående angiver /4/ imidlertid, at det kan være sikkerhedsmæssigt gunstigt at undlade tilbagetrækning af stoplinjen i venstresvingsbaner.

Effekten på ulykker med ulykkessituation 876 kan i praksis vise sig at være større end angivet, hvor fodgængere i særlig grad har svært ved at rømme fodgængerfeltet i den indlagte mellemtid.

Øvrige forhold

- Tilbagetrækning af stoplinjen kan nødvendiggøre justering af signalets mellemtider.
- Kapaciteten for motorkøretøjer falder lidt, typisk omkring 1%, men kapacitetsreduktionen afhænger af, om og hvordan der foretages forlængelse af mellemtiden.
- Tilbagetrukket stoplinje i signalregulerede kryds synes ikke at påvirke cyklisters tilfredshed nævneværdigt /11/.

Referencer

1. Vejdirektoratet (2015): Undgå højresvingsulykker: Vej- og trafiktekniske tiltag i signalregulerede kryds. Vejdirektoratet
2. Vejregler (2018): Håndbog: Væjkryds i byer. Vejdirektoratet
3. Havarikommissionen for Vejtrafikulykker (2006): Ulykker mellem højresvingende lastbiler og ligeudkørende cyklister. Rapport nr. 4, Havarikommissionen for Vejtrafikulykker
4. Buch, T. S. og Jensen, S. U. (2012): Sikkerhedseffekter af tilbagetrukne stopstreger: Før-efter uheldsevaluering af 123 signalregulerede kryds. Trafitec
5. Nielsen, M. A. (1993): Cyklisters sikkerhed forbedret. Dansk Vejtidskrift, Årgang 70, nr. 1, pp. 9-10
6. Herrstedt, L., Nielsen, A. M., Ágústsson, L., Krogsgaard, K. M. L., Jørgensen, E. og N. O. Jørgensen (1994): Cyklisters sikkerhed i byer. Rapport 10, Vejdirektoratet
7. Jensen, S. U. (1998): Fodgængeres trafiksikkerhed. Rapport 130, Vejdirektoratet
8. Høye, A. (2017): Trafiksikkerhet for syklistar. TØI rapport 1597/2017, Transportøkonomisk Institutt
9. Buch, T. S. (2015): Højresvingskonflikter i signalregulerede kryds. Trafitec
10. Madsen, T. K. O., Tønning, C., Olesen, A. V., Hels, T. og H. Lahrmann (2021): Advanced stop boxes and their effect on traffic conflict rates between cyclists and turning vehicles. Journal of Transportation Safety & Security, DOI: 10.1080/19439962.2021.1960661
11. Jensen, S. U. (2011): Fodgængeres og cyklisters oplevede serviceniveau i kryds – Teknisk rapport. Trafitec

4. Strækninger i by og åbent land

4.1 Adgangsregulering og -sanering

revideret 2023

Funktion og udformning

Antallet af adgange, tilslutninger til private ejendomme mv., til de mere trafikerede veje, i såvel by som åbent land, kan have stor betydning for trafiksikkerheden. En dansk analyse af ulykker på 2-sporede veje i åbent land viser, at 13 % af alle registrerede ulykker på de analyserede strækninger skete i forbindelse med adgange til private ejendomme /1/.

Af hensyn til trafiksikkerheden bør adgang til private ejendomme derfor fortrinsvis ske via lokalvejene, mens antallet af adgange til de mere trafikerede veje bør minimeres. Midlerne til at opnå dette kan være:

- Helt eller delvist at nedlægge adgange til eksisterende trafikveje (adgangssanering).
- Føre en restriktiv politik med hensyn til at tillade nye adgange eller mere trafikerede adgange til eksisterende trafikveje (adgangsregulering).
- Konsekvent at anlægge nye trafikveje uden private adgange.

Adgangssanering kan være et relativt dyrt tiltag, hvis der skal anlægges nye lokalveje eller "stikveje" fra eksisterende lokalveje, så ejendomme kan betjenes fra "bagsiden".

Mindre omkostningstunge eksempler på adgangssanering kan være forbedring af eksisterende adganges udformning eller oversigtsforhold, svingforbud samt ind- eller udkørselsforbud.

Effekt

En samstilling af resultater fra 18 studier viser, at en ny vejadgang medfører en stigning i antallet af ulykker på 3,9 % på en km vej /2/. Samstillingen viser også, at etablering af veje uden vejadgange giver et fald i antallet af ulykker, fordi disse veje har en betydeligt lavere ulykkesrisiko. Desuden anføres, at sammenlægning af vejadgange betyder meget lidt for antallet af ulykker, da det er den samlede mængde af trafik på vejadgangene, som har indvirkning på ulykkestallet. Det er uklart om ændret udformning af vejadgange kan forbedre trafiksikkerheden, idet der kun er udført et mindre studie herom /2/.

En nyere dansk undersøgelse indikerer ligeledes, at det er mængden af trafik på vejadgangene, som har indvirkning på ulykkestallet. Undersøgelsen viser, at en ny vejadgang til private fællesveje, andet (bl.a. offentlig forsyningsvirksomhed og institution), landbrugsejendomme, erhverv og tankanlæg medfører en stigning i antallet af ulykker på 5,0 % på en km strækning /3/. Især vejadgange til tankanlæg øger antallet af ulykker (13,6 % pr. vejadgang pr. km), men effekten er noget usikker. En ny vejadgang til flerfamiliehuse, enfamiliehuse og sommerhuse medfører derimod en stigning i antallet af ulykker på 1,4 % på en km strækning, mens en ny vejadgang til marker, offentlige stier og skove ikke påvirker ulykkestallet /3/. Undersøgelsen viser endvidere, at effekten på ulykker og personskader er nogenlunde ens uanset alvorlighedsgrad.

Af undersøgelserne kan det udledes, at det medfører en særlig stor ulykkesstigning, hvis der etableres nye vejadgange med meget trafik fx til landbrugsejendomme, erhverv eller tankanlæg, på veje, hvor der i forvejen sker mange ulykker fx på grund af store trafikmængder, mange eksisterende vejadgange, vejudformning med høj ulykkesrisiko, osv.

På baggrund heraf vurderes virkningen af nedlæggelse af en vejadgang at være:

Nedlæggelse af én vejadgang By- og landzone Effekt (%)	Vejadgang med meget trafik fx til tankanlæg, landbrugs- ejendomme, private fælles- veje, erhverv og andet	Vejadgang med nogen trafik fx til fler- og enfamiliehuse samt sommerhuse	Vejadgang med lidt trafik fx til marker, offentlige stier og skove
Alle ulykker	-5,0	-1,4	-0,0
Personskadeulykker	-5,0	-1,4	-0,0
Materielskadeulykker	-5,0	-1,4	-0,0
Personskader	-5,0	-1,4	-0,0
Dræbte	-5,0	-1,4	-0,0
Alvorlig	-5,0	-1,4	-0,0
Let	-5,0	-1,4	-0,0

Effekt (%) af nedlæggelse af vejadgang i by- og landzone.

Hvis der ses på en strækning med en anden længde end præcis 1 km, så skal ulykkestal på strækningen ganges/divideres, så de repræsenterer 1 km, for at få effekten af nedlæggelse af vejadgangen opgjort korrekt. Etablering af en ny adgang vil medføre de samme effekter på antallet af ulykker blot med omvendt fortegn. Ændring af en adgangs funktion vil medføre en konsekvens svarende til forskellen i effekt for adgange med de to typer af funktioner.

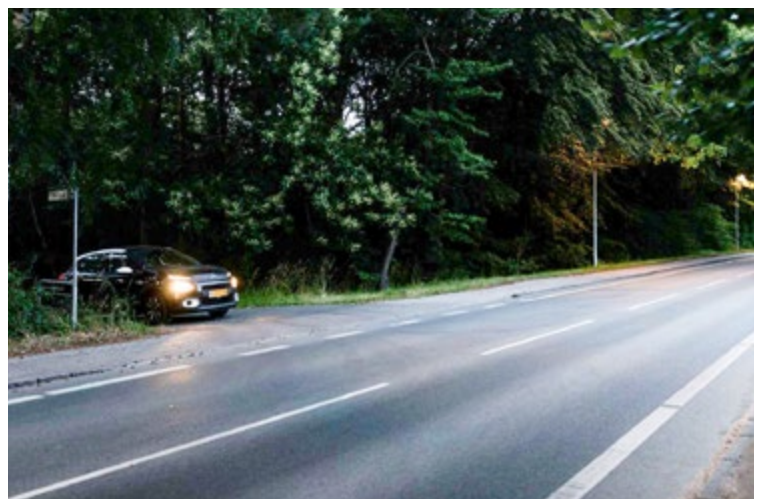
Ved nedlæggelse af en vejadgang vil der ofte ske flytning af trafik til andre veje, hvorfor der kan ske en ulykkesstigning på disse andre veje.

Øvrige forhold

- En regulering af ind- og udkørsler samt adgangen fra mindre lokalveje til de større trafikveje vil medføre omvejskørsel. Denne omvejskørsel kan resultere i mere støj på lokalveje, øget brændstofforbrug, flere trafikulykker osv. Analyser i forbindelse med lukning af adgange bør derfor også inddrage effekterne for det øvrige vejnet.

Referencer

1. Værø, H. (1999): Vejtversnit og uheldsrisiko – Vurdering af uheldskonsekvenser af udvalgte tværsnitsændringer. Vejdirektoratet
2. Elvik, R. (2017): Trafikksikkerhetshåndboken – kapitel 3.5 Avkjørselsregulering. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt
3. Jensen, S. U., Andersson, P. K. og J. W. Sall (2021): Vejadgange og trafiksikkerhed. Trafitec



4.2 Afmærkning i kurver

2014

Funktion og udformning

Afkørselsulykker udgør en væsentlig del af ulykkerne på vejene i åbent land. De er typisk en konsekvens af, at trafikanterne erkender en kurve for sent eller fejlvurderer kurvens radius/forløb og derfor kører ind i kurven ved for høj hastighed. Det kan være kombineret med utilstrækkelig koncentration.

Som følge af det høje hastighedsniveau i åbent land er der en væsentlig skadesrisiko ved ulykker i kurver i åbent land. Hvis kørebaneafmærkning og kantpæle ikke markerer en kurve og dennes forløb tilstrækkelig tydeligt for trafikanterne, vil det derfor være relevant at forstærke afmærkningen af kurverne.

Ulykker i kurver udgjorde ca. 25 % af samtlige dødsulykker i Danmark i 2010 og 2011. De fleste ulykker skete i moderate kurver. I 2010 blev vejforløbet kategoriseret som utydeligt eller uforståeligt i ca. 20 % af kurvedødsulykkerne /1,2/.

Kurveafmærkning kan udføres med afstribning, kantpæle, baggrundsafmærkning med kantaftmærkningsplader og retningspile (O41.1), forvarsling med advarselstavler samt anbefalet eller nedskiltet hastighed gennem kurven.

Forbedret kurveafmærkning er først og fremmest relevant i skarpe kurver med en horisontal radius mindre end 400 m og sekundært i kurver med radius mindre end 1.000 m. Dette gælder især i kurver:

- Med ophobning af afkørselsulykker – særligt afkørselsulykker i mørke.
- Hvor vejens længdeprofil skjuler vejens forløb.
- Med høje gennemkørselshastigheder.

Placeringen af kurveafmærkning afhænger af den enkelte kurves konkrete radius, hvilket er nærmere beskrevet i vejreglerne for kant- og baggrundsafmærkning /3/.



For at skabe forståelse og accept af afmærkningen blandt trafikanterne er det vigtigt, at vejbestyrrelserne følger vejreglernes retningslinjer for opsætning af afmærkning, og at afmærkningen kun benyttes på lokaliteter, hvor der er behov for afmærkning. Dette vil også være med til at give en genkendelighed for trafikanterne i forhold til sammenhængen mellem afmærkning og vejudformning.

Et andet tiltag i kurver er beskrevet i afsnittet *4.9 Midterudvidelse i kurver*.

Effekt

Opsætning af retningspile som baggrundsafmærkning vurderes at medføre en reduktion i personskader på 21 %. Effekten er baseret på en række ældre undersøgelser, og effekten er ikke signifikant /4/:

Afmærkning i kurver Landzone Effekt (%)	Alle ulykker
Alle ulykker	-19
Personskadeulykker	-21
Materielskadeulykker	-18
Personskader	-21
Dræbte	-21
Alvorlig	-21
Let	-21

Effekt (%) af kurveafmærkning med retningspile i åbent land /4/.

En litteraturgennemgang af nyere undersøgelser /5/ viser, at opsætning af retningspile som baggrundsafmærkning i kurver:

- Påvirker bilisternes tværsnitplacering i kurven, idet de placerer sig længere fra kantlinjen.
- Reducerer ulykkesforekomsten set i forhold til normal kurveafmærkning (herunder opsætning af advarselstavle).
- Fører til en forøgelse af gennemsnitshastigheden hos bilisterne, hvilket kan skyldes en reduktion i hastighedsspredningen.
- Har størst effekt om natten og i skarpe kurver, samt når tiltaget kombineres med afmærket kantlinje.

Opsætning af advarselstavler før kurver uden kombination med andre tiltag kan føre til en reduktion i personskadeulykker på 30 % og 8 % for materielskadeulykker. Effekterne er ikke signifikante og er forbundet med stor usikkerhed /4/.

Tavler med anbefalet hastighed i kurver kan føre til en reduktion i personskadeulykker på 13 % og 29 % for materielskadeulykker. Tallene er forbundet med en vis usikkerhed, da de er baseret på undersøgelser, som er mindst 40 år gamle /4/. Effekten på trafikanternes hastighedsvalg ved opsætning af tavler med anbefalet hastighed er betinget af, at trafikanterne opfatter den anbefalede hastighed som retvisende i forhold til det oplevede risikomoment. Anvendelsen af tiltaget bør derfor begrænse sig til de mest problematiske kurver, hvor der opleves en reel risiko /6/. Omvendt fremhæves det af andre /7/, at effekten af tiltaget kan være helt fraværende i kurver, hvor risikomomentet er tydeligt for trafikanterne. Her vil opsætningen af tavler med anbefalet hastighed blot bekræfte trafikanterne i deres – allerede lave – hastighedsvalg.

Undersøgelser har vist, at en serie af retningspile gennem en kurve har mere gunstig indflydelse på trafikanternes hastighed og tværsnitsplacering end enkeltstående tavler /8, 9/.

Undersøgelser tyder på, at montering af reflekterende trafiksøm i kantlinjen giver ulykkesreduktioner, når de monteres på ulykkesbelastede lokaliteter. Der er imidlertid ikke påvist en signifikant effekt ved en generel anvendelse af trafiksøm /10/.

Øvrige forhold

- Etableringsomkostninger afhænger af såvel type af kurveafmærkning som kurvens radius og længde.

Referencer

1. Vejdirektoratet (2011): Dødsulykker 2010. Årsrapport. Rapport 396 – 2011. Vejdirektoratet
2. Vejdirektoratet (2012): Dødsulykker 2011. Årsrapport. Rapport 427 – 2012. Vejdirektoratet
3. Vejregler (2013): Håndbog. Færdselstavler. Kant- og baggrundsafmærkning. Vejdirektoratet
4. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafikksikkerheshåndboken. 4. udgave. Transportøkonomisk Institutt
5. Lyles, R. W. og Taylor, W. C. (2006): Communicating Changes in Horizontal Alignment. NCHRP Report 559. Transportation Research Board
6. Charlton, S. (2004): Perceptual and attentional effects on drivers' speed selection at curves. Accident Analysis and Prevention, (36), pp. 877-884
7. Høye, A. m.fl (2011): Trafikksikkerhetsvirkninger av tiltak. TØI rapport 1157/2011, Transportøkonomisk Institutt
8. Gates, T. J., Carlson, P. J. og Hawkins (2004): Field evaluations of warning and regulatory signs with enhanced conspicuity properties. Transport Research Record, no. 1862, pp. 64-76
9. Herrstedt, L. og Greibe, P. (2001): Safer signing and marking of horizontal curves on rural roads. Traffic Engineering and Control, vol. 42, no. 3, pp. 82-87
10. Bahar, G., Mollet, C., Persaud, B., Lyon, C., Smiley, A., Smahel, T. and McGee, H. (2004): Safety Evaluation of Permanent Raised Pavement Markers. NCHRP Report 518. National Cooperative Highway Research Program. Transportation Research Board

4.3 Fartvisere

2010*

Funktion og udformning

Elektroniske fartvisere, eller "Din fart"-tavler, har til formål at reducere hastigheden. Lavere hastighed betyder færre og mindre alvorlige ulykker.

Fartvisere kan anvendes på steder med mange hastighedsoverskridelser, eller hvor for høj hastighed er en faktor i indtrufne ulykker.

Elektroniske fartvisere har været brugt siden starten af halvfemserne, primært på veje i byzone, ved byporte og i overgangszoner mellem åbent land og by, hvor det er nødvendigt at reducere hastigheden, så der opnås en tilpasning til byzonen.

Fartvisere kan også anvendes i åbent land på veje med store og mange hastighedsoverskridelser og på særligt udsatte steder, fx ved skarpe kurver, jernbaneoverskæringer, farlige kryds, vejarbejde etc.

Anvendelse af fartvisere skal aftales med politiet og må kun ske på veje med en hastighedsbegrænsning på 80 km/t eller lavere /1/.

Elektroniske fartvisere kan anvendes som permanent eller mobilt udstyr. De kan være radar- eller spolebaserede og få strøm fra enten batteri, solceller eller elnettet. Der formodes at være ca. 1.000 "Din fart"-tavler i Danmark (år 2008).

Effekt

Flere undersøgelser viser, at elektroniske fartvisere medfører en reduktion i hastigheden, og at hastighedsreduktionen er blivende.

I byzone medfører "Din fart"-tavlen et fald i gennemsnitshastigheden på mellem 2 og 10 km/t. Faldet synes at afhænge af det hastighedsniveau og den hastighedsgrænse, der er på stedet, før tavlen opsættes. Jo større hastighedsoverskridelse inden opsætning af "Din fart"-tavlen, des større fald i hastighed efter. I gennemsnit er faldet ca. 5 km/t. /2, 3, 4/

**Regler for anvendelse af tiltaget er opdateret 2023 inkl. henvisning til gældende lovgivning. Øvrigt indhold er uændret.*



Fartviseres virkning på personskadeulykker er, ifølge engelske studier, en reduktion på ca. 40 % /5, 6/. I en dansk undersøgelse reduceredes antallet af person- og materielskadeulykker med henholdsvis 30 % og 7 % ved byporte med fartviser /7/. I hverken de engelske studier eller den danske undersøgelse er der taget højde for en eventuel regressionseffekt, hvilket betyder, at de beskrevne effekter kan være overvurderet.

Hvis effekten af elektroniske fartvisere antages at være et fald i gennemsnitshastigheden på 5 km/t i både by- og landzone, og er der som udgangspunkt en gennemsnitshastighed på 82,8 km/t på veje i landzone og 51,9 km/t i byzone /8/, kan effekten af fartvisere på ulykker og personskader ved hjælp af potensmodellen /9/ beregnes til:

Fartviser Effekt (%)	Alle ulykker i byzone	Alle ulykker i landzone
Alle ulykker	-9	-9
Personskadeulykker	-11	-9
Materielskadeulykker	-8	-9
Personskader	-15	-14
Dræbte	-26	-25
Alvorlig	-18	-20
Let	-11	-8

Effekt (%) på berørte strækninger af elektroniske fartvisere. Effekten er beregnet ved hjælp af potensmodellen på baggrund af et fald i gennemsnitshastighed på 5 km/t, samt de ovenfor angivne gennemsnitshastigheder i land- og byzone.

Antallet af nødvendige "Din fart"-tavler vurderes i hvert enkelt tilfælde og vil afhænge af vejstrækningens længde og antal vognbaner.

Øvrige forhold

- En lavere hastighed kan medføre lavere fremkommelighed, lavere støjniveau, mindre luftforurening, større tryghed mv.
- Elektroniske fartvisere kan uden væsentlige meromkostninger benyttes til trafiktællinger.

Referencer

1. Vejdirektoratet (2023): Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning. BEK nr. 426 af 13/04/2023. Transportministeriet
2. Elvik, R. og U. Rydningen (2002): Effektkatalog for trafikksikkerhetstiltak. Transportøkonomisk institutt, rapport 572, Oslo, Norge
3. Elvik, R., Mysen, A. B. og T. Vaa (1997): Trafikksikkerhetshåndbok. Transportøkonomisk Institutt, Oslo, Norge
4. Århus Amt (2002): Forsøgsprojekter i Århus Amt – Evaluering af 35 hastighedsprojekter i 8 kommuner
5. Helliard-Symons, R. D. og S. D. Ray (1986): Automatic close-following warning signs – further trials. Transport and Road Research Laboratory, forskningsrapport 63, Crowthorne, Storbritannien
6. Helliard-Symons, R. D. og A. H. Wheeler (1984): Automatic close-following warning signs – Hampshire trials. Transport and Road Research Laboratory, rapport 1118, Crowthorne, Storbritannien
7. Andersson, P. K., Lund, B. C., Greibe, P. V. og L. Herrstedt (2008): Byporte – De trafikksikkerhedsmæssige effekter. Trafitec, Lyngby
8. Vejdirektoratets Hastighedsbarometer år 2004-2006
9. Elvik, R. (2009): The Power Model of the relationship between speed and road safety. Update and new analyses. TØI report 1034. Norge

4.4 Friktionsfræsning

2010

Funktion og udformning

Belægninger med friktionskoefficient på 0,5 eller derunder har en stærk overrepræsentation af ulykker i vådt føre. Det anslås, at 8-9 % af personskadeulykkerne i vådt føre på motorveje forekommer på strækninger med en friktion på under 0,5. Den tilsvarende andel af personskaderne er anslået til ca. 7 % /1/.

Veje med friktionskoefficient på under 0,5 kan udbedres ved friktionsfræsning, som frembringer en ru og jævn overflade.

Effekt

En øgning af friktionen med 0,1 ved friktioner i intervallet 0,0-0,5 giver en reduktion i antallet af ulykker i vådt føre på ca. 40 % /3, 4/. Effekten på alle ulykker i al slags vejr og føre er i gennemsnit et fald på ca. 16 %.

Friktionsfræsning Motorvej Effekt (%)	Alle ulykker i vådt føre	Alle ulykker
Alle ulykker	-40	-16
Personskadeulykker	-40	-16
Materielskadeulykker	-40	-16
Personskader	-40	-16
Dræbte	-40	-16
Alvorlig	-40	-16
Let	-40	-16

Effekt (%) af øgning af friktionen med 0,1 ved friktioner i intervallet 0,0-0,5 på motorveje.



Øvrige forhold

- Friktionstiltag kan ud over friktionsfræsning være spuling eller slyngrensning.

Referencer

1. Schelling, A. (2001): Friktion og ulykkesrisiko. Vejdirektoratet, internt notat
2. Ullidtz, P., Schmidt-Sørensen, U. og B. van der Sprong (2002): Ulykker som funktion af friktion og sporkøring. Dansk Vejtidskrift, nr. 1
3. Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og M. Sørensen (2009): The Handbook of Road Safety Measures. Second edition, Emerald Group Publishing Ltd., Bingley, Storbritanien
4. Wallman, C. G. og H. Åström (2001): Friction measurement methods and the correlation between road friction and traffic safety. VTI, rapport 911A, Linköping, Sverige

4.5 Hastighedsdæmpende foranstaltninger

revideret 2023

Funktion og udformning

Fartdæmpere på veje i byområder kan omfatte følgende foranstaltninger:

- Visuelle virkemidler, som eksempelvis afmærkning, belægning, vejudstyr mm.
- Egentlige fartdæmpere, som eksempelvis bump, hævede flader, forsætninger, indsnævring mm.

Etablering af fartdæmpere skal sikre, at bilisterne ikke kører for hurtigt på en strækning eller i et område. Hastighedsdæmpning gennemføres traditionelt på byernes lokalveje, men der kan også være skadesbesparelser knyttet til hastighedsdæmpning af trafikveje i byområde.

Tiltagene kan gennemføres punktvis eller som trafiksanering for længere strækninger eller i områder. Trafiksanering, defineret som en pakke af både visuelle og fysiske tiltag på en længere strækning eller i et område, er nærmere beskrevet i afsnittet 4.16 *Trafiksanering*.

Fartdæmpere bør udformes i henhold til vejreglen om fartdæmpere /1/. Valg af type af fartdæmpere, antallet og udformningen af disse afhænger af de funktionelle krav, der stilles til strækningen/området.

Effekt

Det er veldokumenteret, at trafiksikkerheden for alle trafikantgrupper forbedres, når hastigheden reduceres. Antallet af ulykker falder, og skadesgraden bliver mindre alvorlig /2/. Det sikkerhedsmæssige potentiale er størst på veje, hvor der færdes mange lette trafikanter, da lette trafikanter er mest sårbare overfor ulykker selv ved forholdsvis lave hastigheder, hvor fysiske fartdæmpere er effektive og velegnede.

Effekten af at implementere fartdæmpere afhænger af, hvordan hastighedsdæmpningen gennemføres: Hvilke foranstaltninger anvendes? Sænkes hastighedsgrænsen? Hvordan detailudformes foranstaltningerne, og hvor ofte gentages de?

16 større evalueringer af etablering af bump på veje i byer viser, at antallet af personskadeulykker falder med 30 % som følge af, at gennemsnitshastigheden falder fra 40,8 til 28,0 km/t /3/. Nedgangen i antallet af fodgængerulykker er lidt større (34 %), mens nedgangen i antallet af cykelulykker er noget mindre (18 %) /3/.

Der er også udført større evalueringer af hævede flader. To studier af etablering af hævede fodgængerovergange/-felter viser, at antallet af fodgængerulykker falder med 36 % /4/. Et nyere dansk studie viser, at etablering af hævede krydsflader medfører et fald i antallet af person- og materielskadeulykker på 30 % i vigepligtsregulerede F-kryds (firevejskryds) og et fald i antallet af ulykker på 20 % i vigepligtsregulerede T-kryds /5/. Etablering af bump og hævede flader ser således ud til at have nogenlunde de samme effekter på trafiksikkerheden.



Når den reviderede eksponentialmodel i /2/ anvendes, så fås, at et fald i gennemsnitshastigheden fra 40,8 til 28,0 km/t resulterer i et fald i antallet af personskadeulykker på 35 %, altså et lidt større fald end dokumentationen viser. I nedenstående tabel er effekterne baseret på den reviderede eksponentialmodel og en hastighedsreduktion på 25 %, og her er den estimerede effekt på personskadeulykker i overensstemmelse med dokumentationen fra evalueringer af bump og hævede flader.

Bump og hævede flader Byzone Effekt (%)	Alle ulykker
Alle ulykker	-28
Personskadeulykker	-30
Materielskadeulykker	-27
Personskader	-35
Dræbte	-49
Alvorlig	-47
Let	-25

Effekt (%) af etablering af bump og hævede flader i byzone. Effekt beregnet ud fra den reviderede eksponentialmodel /2/ og en antaget hastighedsreduktion på 25 %.

En undersøgelse af effekten af fartdæmpere på 10 gennemfartsveje i Nordjylland med en hastighedsgrænse på 50 eller 60 km/t viser, at bilisterne sænker hastigheden ved passage af bump og forsætninger. Reduktionen i hastighedsniveauet fastholdes imidlertid kun, hvis fartdæmperne er placeret med vejreglernes anbefalede afstand /6/.

Øvrige forhold

- Ud over at forbedre trafiksikkerheden vil en reduktion af hastigheden også medføre en forbedring af trygheden især for de lette trafikanter, hvilket kan medføre en stigning i antallet af lette trafikanter.
- Etablering af fx bump kan medføre betydelige fald i mængden af biltrafik på de veje, hvor de fysiske fartdæmpere etableres /3/. Det skyldes, at bilisters komfort forringes, og rejsetiden ad veje med fysiske fartdæmpere øges.
- Reduceret hastighed kan medføre mindre støj, men omkring bump kan der ske en forøgelse i støj pga. nedbremsning og acceleration fra især tunge køretøjer. Etablering af bump og lign. medfører oftest en øgning i luftforurening og CO₂-udslip /3/.

Referencer

1. Vejregler (2013): Håndbog: Fartdæmpere. Vejdirektoratet
2. Elvik, R. (2014): Fart og trafiksikkerhet – Nye modeller. Rapport 1296/2014, Transportøkonomisk Institutt
3. Elvik, R. (2020): Trafikksikkerhetshåndboken – kapitel 3.12 Fysisk fartsregulering. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt
4. Høye, A. (2019): Trafikksikkerhetshåndboken – kapitel 3.14 Kryssingsmuligheter for fotgjengere. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt
5. Jensen, M. L., Sørensen, M. W. J., Madsen, T. K. O. og S. D. Thomsen (2021): Trafiksikkerhed ved hævede krydsflader i vigepligtskryds. Via Trafik
6. Jørgensen, M., Bolet, L. og N. Agerholm (2012): Bilisters hastighed på gennemfartsveje i mindre danske byer. Proceedings Trafikdage

4.6 Justering af kørespors-, nødspors- og kantbanebredde

revideret 2023

Funktion og udformning

Vejens tvær- og længdeprofil har stor betydning for trafikanternes adfærd og sikkerhed. Nogle vigtige elementer i tværprofilet er bredde af kørespor, nødspor og kantbaner.

I Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning /1/ står der: "Afstanden mellem to linjer eller mellem en linje og kantsten, der begrænser samme vognbane, skal være mindst 2,75 m, medmindre den kørende trafik afvikles med meget lav hastighed (10-20 km/t), og der forekommer meget få store køretøjer."

Smalle kantbaner afmærkes normalt med en 10 cm bred kantlinje. Erfaringer viser, at afstanden mellem linje og asfaltkant mindst bør være ca. 10 cm. Derfor er en smal kantbane mindst 20 cm bred, idet kantbanens bredde er inklusive kantlinjen. En bred kantbane eller nødspor afmærkes oftest med en 30 cm bred kantlinje, og er under hensyntagen til afmærkningsbekendtgørelsen mindst 40 cm bred på motorveje og mindst 90 cm bred på andre veje.

Dette betyder i realiteten, at en 2-sporet vej med midtlinje som minimum er 5,6 m bred, mens en 2-sporet vej med kant- og midtlinjer som minimum er 6,0 m bred.



Effekt

De fleste undersøgelser viser, at en øget vejbredde medfører en lavere ulykkesrisiko /2/. Der er dog forskelle på de fundne effekter. Nogle undersøgelser finder kun en positiv effekt under visse betingelser, og enkelte undersøgelser når frem til modsatte resultater.

En del undersøgelser peger på, at trafikmængden skal ligge over et vist niveau, før der opnås en markant effekt ved at udvide vejen i bredden. Denne mindsteværdi varierer i undersøgelserne fra 400 til 2300 køretøjer/døgn. Faktisk viser nogle undersøgelser, at øget vejbredde kan resultere i flere ulykker, hvis årsdøgntrafikken er under 1.500 køretøjer/døgn.

Nogle undersøgelser peger på en faldende ulykkesrisiko, til vej- eller køresporsbredden har en vis bredde, hvorefter risikoen muligvis stiger. De fleste studier af køresporsbredden har betragtet kørespor med en bredde på mellem 2,75 og 5,50 m og finder, at ulykkesrisikoen falder, jo bredere køresporet er. Andre studier

viser, at ulykkesrisikoen kun falder til køresporet har en bredde på 3,5-4,0 m, hvorefter ulykkesrisikoen forbliver den samme eller stiger lidt.

Når udgangspunktet er et 2,75-3,50 m bredt kørespor, har studier vist, at ulykkesrisikoen falder med 2-16 %, hver gang køresporsbredden øges med 0,25 m /3, 4, 5, 6/. Studier indikerer også, at ulykkerne bliver mindre alvorlige, jo bredere køresporet er. Endelig indikerer flere studier, at køresporsbredden har større betydning i kurver end på lige vej.

På baggrund heraf vurderes virkningen af køresporsbredden at være:

Udvidelse af køresporsbrede med 0,25 m By- og landzone Effekt (%)	Alle ulykker
Alle ulykker	-5
Personskadeulykker	-5
Materielskadeulykker	-5
Personskader	-5
Dræbte	-5
Alvorlig	-5
Let	-5

Effekt (%) af forøgelse af køresporsbrede med 0,25 m fra en oprindelig bredde på 2,75-3,50 m for veje med en årsdøgntrafik på over 2.000 køretøjer/døgn. Kørespor, som er 4,0 m eller bredere, har typisk 5-10 % flere ulykker end et kørespor på 3,75 m.

En række studier viser, at afmærkning af kantlinjer i højre side, altså etablering af en smal ydre kantbane, medfører et fald i antallet af ulykker på 10-20 % /3, 5, 7/. Betydningen af fx kantlinjer er vist i afsnit 4.7 *Kant-, dele- og midtlinjer*. Flere studier viser, at udvidelse af en smal ydre kantbane med 0,25 m giver et fald i antallet af ulykker på 2-5 %, og at faldet er større for materielskadeulykker end for personskadeulykker /2, 3, 4, 5, 6/. Faldet i ulykkesrisiko ser ud til kun at forekomme frem til ydre kantbane har opnået en bredde som et almindeligt kørespor, altså omkring 3 m, svarende til et nødspor i fuld bredde. En udvidelse synes at give større fald i antallet af ulykker ved store trafikmængder end ved små på 2-sporede veje, og synes at give større fald for eneulykker end for flerpartsulykker, og synes at give større fald i antallet af ulykker i kurver end på lige strækninger /2/.

På baggrund heraf vurderes virkningen af bredden af ydre kantbane / nødspor at være:

Udvidelse af ydre kantbane / nødspor med 0,25 m By- og landzone Effekt (%)	Alle ulykker
Alle ulykker	-3,5
Personskadeulykker	-2
Materielskadeulykker	-5
Personskader	-2
Dræbte	-2
Alvorlig	-2
Let	-2

Effekt (%) af forøgelse af bredden af ydre kantbane / nødspor med 0,25 m, indtil der er opnået en bredde på 3,0 m.

En række undersøgelser viser desuden, at det er sikrere at have en asfalteret ydre kantbane end en græs-beklædt yderrabat, eller at antallet af ulykker falder, når en yderrabat asfaltes /2, 3, 5/. Etablering af en græs-beklædt yderrabat medfører dog også et fald i antallet af ulykker /2, 5/.

På veje med meget smalle kantbaner (0,2-0,3 m) vil der ofte være en øget risiko for opkørte eller eroderede rabatter, hvilket kan resultere i en u hensigtsmæssig niveauforskel mellem belægning og rabat. Sådanne høje belægningskanter kan være en ulykkesfaktor, jf. afsnit om rabatsanering.

På veje med midterrabat afmærkes ofte en kantlinje ind mod midterrabatten for at skabe en indre kantbane. Der er ikke fundet større undersøgelser af, hvad afmærkning af disse kantlinjer betyder for trafikssikkerheden. Derimod viser en meget stor undersøgelse, at udvidelse af indre kantbane med 0,25 m medfører et fald i antallet af ulykker på omkring 1,5-2,0 % /6/. Faldet i ulykkesrisiko ser ud til kun at forekomme til indre kantbane har opnået en bredde som et almindeligt kørespor.

Øvrige forhold

- Vejens tværprofil har stor betydning for vejens kapacitet og trafikanternes fremkommelighed, fx vil en forøgelse af køresporsbredden med 0,25 m øge køresporets kapacitet med ca. 3 %, mens en udvidelse af en 2-sporet landevej med 1 m vil øge bilisters gennemsnitshastighed med ca. 4 km/t.

Referencer

1. Vejdirektoratet (2023): Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning. BEK nr 426 af 13/04/2023, Transportministeriet
2. Høye, A. (2021): Vegens geometriske tværsnittelementer og betydning for trafikssikkerheten. Rapport 1831/2021, Transportøkonomisk institutt
3. Høye, A. (2007): Trafikssikkerhetshåndboken – kapitel 1.11 Utbedring av vegers tverrprofil. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt
4. Jensen, S. U. (2023): Opdaterede ulykkesmodeller og sikkerhedsfaktorer for motorveje - Baseret på data fra 2006-2020 og nyere undersøgelser. Trafitec
5. Jensen, S. U. (2017): Uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer og værktøjer for landevejsnettet – Kryds og strækninger i det åbne land. Trafitec
6. 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
7. Rosbach, O. (1984): Kantlinjer forbedrer både bilisters og cyklisters sikkerhed. Dansk Vejtidskrift, nr. 11

4.7 Kant-, dele- og midtlinjer

2023

Funktion og udformning

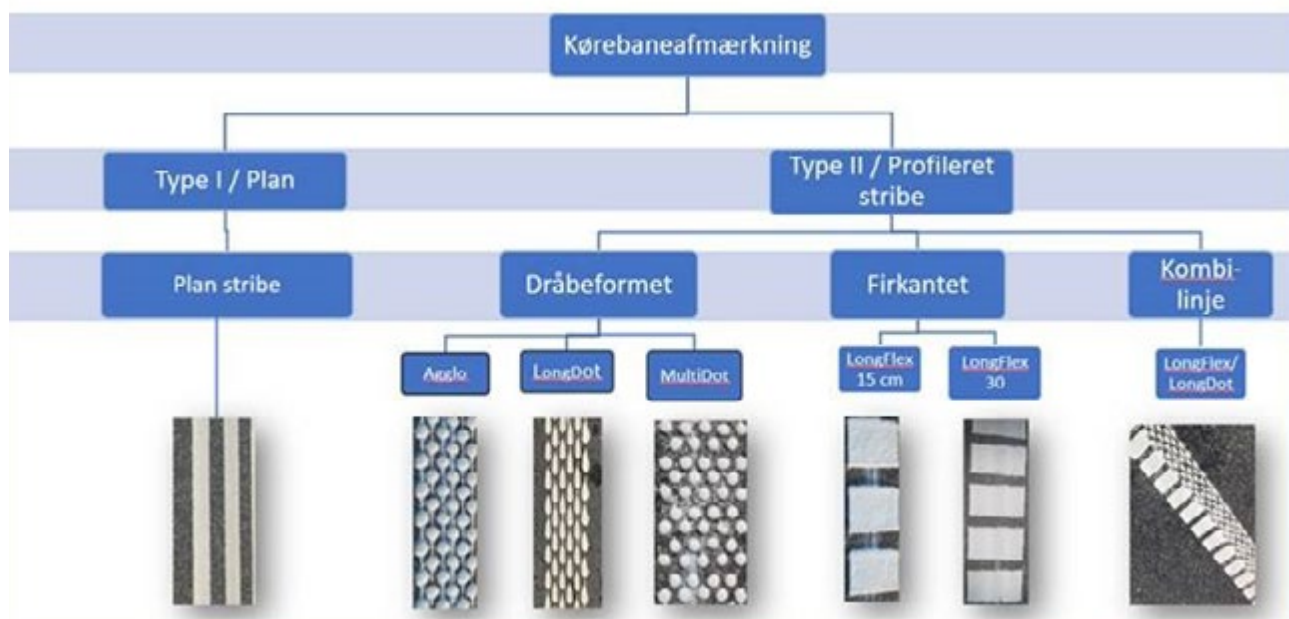
Længdeafmærkning i form af kant-, dele- og midtlinjer har til formål at lede trafikanterne ved, dels at vise hvordan kørespor eller kørebane forløber, dels at markere vejen i forhold til omgivelserne. Længdeafmærkning anvendes også til at varsle trafikanter om særlige forhold ved vejens tracé og til at supplere og forstærke information givet på tavler fx ved overhalingsforbud.

Længdeafmærkning udføres i tre bredder på 10 cm, 15 cm og 30 cm. Striberne udføres ubrudte (fuldt optrukne) og brudte (punkterede). Dele- og midtlinjer udføres som enkelt og dobbelte linjer. Vejreglerne beskriver bl.a. formål med og udformning af længdeafmærkning /1, 2/.

En metode til at opnå bedre synlighed af længdeafmærkning særligt i mørke og vådt føre, samt til dels at alarmere trafikanter, der er ved at forlade køresporet, er at etablere profilerede striber. Profileret længdeafmærkning kan ved overkørsel høres og i begrænset omfang mærkes i motorkøretøjets kabine, men kan også give støj til omgivelserne, og hensyntagen til vejens naboer kan derfor være nødvendig. Profilerede striber kan udføres som tværgående "bjælker" som fx Longflex, eller dråbeformet som fx Multidot. Type af profilering har betydning for såvel synlighed som intern og ekstern støj. Derudover vil stribernes gunstige egenskaber aftage ved slitage. En sammenligning af brug af plane og profilerede striber i Danmark og relevante nabolande samt afvejning af længdeafmærkningens synlighed, trafiksikkerhed, støj og økonomi for forskellige stribetyper er beskrevet mere detaljeret i et nyere notat /3/.

En anden måde at alarmere trafikanter, der er ved at forlade køresporet, er at etablere rumleriller, hvilket er beskrevet i afsnittet 4.12 Rumleriller.

Det er muligt at supplere længdeafmærkningens ledende virkning ved at opsætte kantpæle og reflekser fx på autoværn. Sikkerhedsmæssige effekter af kantpæle og reflekser er ikke medtaget i nærværende afsnit.



Effekt

Der er udført mange studier af sikkerhedsmæssige effekter af længdeafmærkning /4, 5, 6, 7, 8/. Det er muligt at angive pålidelige størrelser på effekter af kant- og midtlinjer både plane og profilerede striber. Derimod er sikkerhedseffekten af plane delelinjer forbundet med en væsentlig usikkerhed, og det er ikke muligt at angive en effekt af profilerede delelinjer.

På baggrund af studierne vurderes virkningen af plane striber at være:

Afmærkning med plane striber By- og landzone Effekt (%)	Alle ulykker			
	Kun kantlinjer	Kun midtlinjer	Både kant- og midtlinjer	Delelinjer
Alle ulykker	-3	-1	-20	-15
Personskadeulykker	-3	-1	-20	-15
Materielskadeulykker	-3	-1	-20	-15
Personskader	-3	-1	-20	-15
Dræbte	-3	-1	-20	-15
Alvorlig	-3	-1	-20	-15
Let	-3	-1	-20	-15

Effekt (%) af afmærkning med plane striber hhv. kant-, dele- og midtlinjer.

Studier tyder på, at bredde og farve af længdeafmærkning ikke er af den store betydning for trafiksikkerheden, idet der ikke kan påvises signifikante effekter /4/. Der er ikke identificeret større sikkerhedsstudier af ubrudte versus brudte linjer og enkelt versus dobbelte linjer.

På baggrund af studierne vurderes virkningen af at erstatte plane striber med profilerede striber at være:

Erstatte plane striber med profilerede striber By- og landzone Effekt (%)	Alle ulykker	
	Kantlinjer	Midtlinjer
Alle ulykker	-3	-4
Personskadeulykker	-3	-4
Materielskadeulykker	-3	-4
Personskader	-3	-4
Dræbte	-3	-4
Alvorlig	-3	-4
Let	-3	-4

Effekt (%) af at erstatte plane striber med profilerede striber hhv. kant- og midtlinjer.

Det skal bemærkes, at effekterne i tabellen ovenfor er baseret på studier af profilerede striber, der typisk er højere ("mere kraftige") end de profilerede striber, der anvendes i Danmark. Det kan derfor være, at effekterne i Danmark er mindre end de ovenstående.

I de fleste studier af profilerede striber er det den sikkerhedsmæssige effekt af at erstatte plane striber med profilerede striber, som er opgjort. Det er også disse effekter, der er angivet i den ovenstående tabel. Hvis der etableres profilerede striber på en vej, der ikke har haft længdeafmærkning før, så kan man forvente, at etablering kun af kantlinjer giver et fald i antallet af ulykker og personskader på ca. 5 %, og etablering kun af midtlinjer giver et tilsvarende fald på ca. 5 %, mens etablering af både kant- og midtlinjer giver et fald i antallet af ulykker og personskader på ca. 25 %.

Øvrige forhold

- Længdeafmærkning i form af kant-, dele- og midtlinjer ser ud til at føre til en mindre stigning i motorkøretøjernes hastighed, når afmærkningen er vel vedligeholdt /4/.
- Profilerede striber kan være ubehagelige at cykle på. Derfor kan sådan afmærkning give anledning til uhensigtsmæssig placering og adfærd i øvrigt blandt cyklister.
- Profilerede striber udsender støj, hvilket kan være generende for nærliggende naboer.

Referencer

1. Vejregler (2020): Håndbog: Afmærkning på kørebanen, længdeafmærkning. Vejdirektoratet
2. Vejregler (2020): Håndbog: Afmærkning på kørebanen, dimensioner. Vejdirektoratet
3. Buch, T. S. (2020): Retningslinjer for længdeafmærkning – Plane eller profilerede striber – baggrundsnotat. Trafitec
4. Høye, A. (2010): Trafikksikkerhetshåndboken – kapitel 3.13 Vegoppmerking. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt
5. Høye, A. (2016): Trafikksikkerhetshåndboken – kapitel 3.25 Forsterket og profilert kantoppmerking. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt
6. Høye, A. (2015): Trafikksikkerhetshåndboken – kapitel 3.26 Forsterket og profilert midtoppmerking. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt
7. Buch, T. S. (2017): Trafikksikkerhed ved rumleriller og profilerede striber – Litteraturstudie af uheldsevalueringer. Trafitec
8. Lyon, C., Persaud, B. og K. Eccles (2018): Safety Evaluation of Profiled Thermoplastic Pavement Markings. Report no. FHWA-HRT-17-075, Federal Highway Administration, Washington DC, USA

4.8 Midterrabat i by

2010

Funktion og udformning

Anlæg af kantstensbegrænset eller afmærket midterrabat i brede bygader medfører en væsentlig forbedring af trafiksikkerheden.

En midterrabat kan udformes på mange forskellige måder. En kantstensbegrænset midterrabat kan være mere eller mindre gennemgående, dvs. medføre mange eller få venstresvingsforbud, og kan udføres med autoværn, hegn eller lignende. Afmærkede midterrabatter kan udføres med ingen, nogen eller mange midterheller, og selve midterarealet kan tillige være afgrænset af fuldt optrukne kantlinjer, så midterarealet er ulovligt at køre og parkere på.

Effekt

I det følgende tages udgangspunkt i henholdsvis en mindst 2 m bred afmærket midterrabat med fuldt optrukne kantlinjer og relativt mange midterheller, og en mindst 2 m bred kantstensbegrænset midterrabat af overvejende gennemgående karakter med venstresvingsforbud ved mindre sideveje.

Anlæg af afmærket eller kantstensbegrænset midterrabat i brede bygader reducerer antallet af personskadeulykker med henholdsvis 20 og 40 % /1, 2/.

Ombygning af en afmærket midterrabat til en kantstensbegrænset midterrabat reducerer antallet af både personskade- og materielskadeulykker med ca. 20 %. Studier tyder på, at bredden af midterrabatten er af betydning – jo bredere, jo sikrere. Antallet af kørespor, efter midterrabatten er etableret, har også betydning for virkningen – jo flere kørespor, desto lavere virkning /1, 2, 3/.



Effekterne vurderes til:

Midterrabat Byzone Effekt (%)	Alle ulykker	
	Afmærket midterrabat	Kantstensbegrænset midterrabat
Alle ulykker	-1	-21
Personskadeulykker	-20	-40
Materielskadeulykker	+10	-10
Personskader	-20	-40
Dræbte	-20	-40
Alvorlig	-20	-40
Let	-20	-40

Effekt (%) af etablering af henholdsvis afmærket og kantstensbegrænset midterrabat på veje i byzone.

De ovenfor angivne effekter dækker veje i byzone med ét til to kørespor i hver færdselsretning.

Øvrige forhold

- Midterrabat uden hegn kan mindske vejens barrierevirkning.
- Midterrabatter kan have en betydelig indflydelse på trafikafviklingen, og det er typisk alle trafikantgrupper, der påvirkes – positivt eller negativt. Virkningen afhænger af typen af midterrabat, især vil kantstensbegrænset midterrabat kunne reducere kapaciteten for biltrafikken, mens den omvendt kan reducere barrierevirkningen for de lette trafikanter. Midterrabat medfører desuden omvejskørsel, hvis den forhindrer venstresving ved sideveje.
- Hvis trafikafviklingen påvirkes, har det også konsekvenser for hastighed, luftforurening, støj etc.
- Behov for genafmærkning af midterrabat afhænger af anvendelsen af arealet.
- Omkostning ved etablering af midterrabat varierer afhængig af valg af løsning, fx antal deleheller i afmærket midterrabat eller opsætning af værn i kantstensbegrænset midterrabat. En kantstensbegrænset midterrabat er typisk væsentligt dyrere at anlægge end en afmærket.

Referencer

1. Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og M. Sørensen (2009): The Handbook of Road Safety Measures. Second edition, Emerald Group Publishing Ltd., Bingley, Storbritanien
2. Elvik, R., Mysen, A. B. og T. Vaa (1997): Trafikksikkerhetshåndbok. Transportøkonomisk Institutt, Oslo, Norge
3. Amjadi, R. (2008): Safety Evaluation of Center Two-Way Left-Turn Lanes on Two-Lane Roads. Turner-Fairbank Highway Research Center, Federal Highway Administration, Mclean, Virginia, USA

4.9 Midterudvidelse i kurver

2023

Funktion og udformning

En spærreflade i midten af en 2-sporet vej kan synliggøre en kurves forløb. Dette kan medvirke til, at trafikanter erkender kurven tidligt og vælger det rette hastighedsniveau gennem kurven, og på den måde undgår at køre af vejen (eneulykke). Spærrefladen vil udvide afstanden mellem køreretningerne, og det kan bevirke, at mødeulykker forebygges.

En spærreflade kan afmærkes i kurver, hvor der er eller burde være overhalingsforbud. Dette er ofte i skarpe horisontale kurver eller konvekse vertikale kurver (bakketoppe) eller kombinationer af sådanne horisontale og vertikale kurver.

På de fleste veje er det nødvendigt at udvide kørebanen for at få plads til spærrefladen. En udvidelse af kørebanen vil resultere i, at trafikanter har mere plads til at "rette op" på kørefejl eller kortvarig uopmærksomhed. Bredden af det overkørbare midterareal inklusive spærreflade og to ubrudte kantlinjer bør mindst være 0,5 m og maksimalt 1,7 m bredt – og ønskeligt omkring 1,0 m bredt /1/.

Midterudvidelse i kurver med etablering af spærreflade bør ikke erstatte breddeudvidelser af kørespor i kurver, som angivet i vejreglerne /2, 3/. Midterudvidelse i kurver er almindeligt på ramper i kompakte toplanskryds fx haneanlæg /4/.

Midterudvidelse i kurver udføres primært i åbent land. En mulighed er at etablere rumleriller eller profileret afmærkning i midterudvidelsen. Det kan dog være vigtigt ikke at øge støjbelastningen af hensyn til eventuelle nærliggende beboelsesejendomme.

Et andet tiltag i kurver er beskrevet i afsnittet 4.2 *Afmærkning i kurver*.



Effekt

Der er ikke fundet større undersøgelser af den sikkerhedsmæssige effekt af etablering af "midterudvidelse i kurver" eller "afmærkning af overkørbar midterrabat i kurver". Derimod er der fundet dokumentation for den sikkerhedsmæssige effekt af udvidelse af kørebanen i både kurver og på lige strækninger samt for etablering af midterrabat i forskellige udformninger.

På smalle, trafikerede 2-sporede veje i åbent land vil en udvidelse af kørebanen med 1 m ved enten at udvide bredden af kørespor eller kantbaner medføre et fald i antallet af ulykker på ca. 5 % på lige strækninger, mens samme udvidelse i kurver vil medføre et fald i antallet af ulykker på ca. 10 % /5, 6, 7, 8/. Bredden af kørebanen er omtrent af dobbelt så stor betydning for trafikssikkerheden i kurver som på strækninger.

Etablering af rumleriller i vejmidten på 2-sporede veje i åbent land medfører et fald i antallet af ulykker på ca. 10 % /9/. Der er tendens til, at særligt antallet af alvorlige ulykker reduceres, idet faldet i antallet af mødeulykker og eneulykker med kørsel af vejen er betydeligt større end faldet i antallet af andre typer af ulykker. Effekter af etablering af rumleriller er beskrevet mere i detaljer i afsnittet 4.12 *Rumleriller*.

I åbent land medfører etablering af midterrabat et fald i antallet af ulykker på ca. 31 % både i kurver, på strækninger og i kryds /10/. Faldet i antallet af dræbte og alvorlige skader er lidt højere, ca. 36 %, idet der er fundet større nedgang i antallet af mødeulykker, der typisk er mere alvorlige end andre ulykker. Sikkerhedseffekterne er baseret på studier, der oftest evaluerer 4-sporede veje, hvor den etablerede midterrabat er uden midterautoværn.

I byområder medfører etablering af midterrabat et nogenlunde uændret antal ulykker, dog med fald i antallet af dræbte og alvorlige skader /10/. En mulig forklaring kan være, at etablering af midterrabat i byområder ofte udføres uden vejudvidelse, så bredden af kørespor mv. reduceres. Et eksempel er etablering af "flush medians" eller afmærket midterrabat på 50 veje i Auckland, New Zealand, hvor antallet af dræbte faldt med 28 %, alvorlige skader reduceredes med 9 % og lette skader steg 7 % i antal, mens der samlet var en stigning i antallet af personskader på 3 %, men et fald i antallet af ulykker på 2 % /11/.

Ud fra en samlet betragtning vurderes det, at midterudvidelse i kurver med afmærkning af spærreflade og evt. rumleriller eller profilerede striber kun er et relevant sikkerhedsmæssig tiltag i åbent land. En midterudvidelse på ca. 1 m i kurver i åbent land vurderes at have følgende effekter på ulykker og personskader:

Midterudvidelse i kurver Landzone Effekt (%)	Alle ulykker
Alle ulykker	-10
Personskadeulykker	-11
Materielskadeulykker	-9
Personskader	-11
Dræbte	-15
Alvorlig	-12
Let	-10

Effekt (%) af midterudvidelse i kurver i åbent land.

Øvrige forhold

- Afhængig af hvordan midterudvidelsen i kurver udføres, så kan kurvens horisontale radius øges, hvilket kan medvirke til at forbedre den sikkerhedsmæssige effekt.

Referencer

1. Vejregler (2016): Eksempelsamling: Projektering af veje og stier i åbent land. Vejdirektoratet
2. Vejregler (2021): Håndbog: Tracering i åbent land. Vejdirektoratet
3. Vejregler (2017): Håndbog: Prioriterede vejkryds i åbent land. Vejdirektoratet
4. Vejregler (2019): Håndbog: Toplandskryds i åbent land. Vejdirektoratet
5. Zegeer, C. V., Stewart, J. R., Council, F. M., Reinfurt, D. W. og E. Hamilton (1992): Safety Effects of Geometric Improvements on Horizontal Curves. Transportation Research Record, nr. 1356, pp. 11-19
6. Tsyganov, A. R., Machemehl, R. B. og N. M. Warrenchuk (2005): Safety impact of edge lines on rural two-lane highways. University of Texas at Austin, Center for Transportation Research, report no. FHWA/TX-05/0-5090-1
7. Høye, A. K. (2021): Vegens geometriske tværsnittselementer og betydning for trafikksikkerheten. Transportøkonomisk institutt, TØI rapport 1831/2021
8. Høye, A. (2007): Trafikksikkerhetshåndboken – kapitel 1.11 Utbedring av vegers tverrprofil. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt
9. Høye, A. (2015): Trafikksikkerhetshåndboken – kapitel 3.26 Forsterket og profilert midtoppmeking. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt
10. Høye, A. (2020): Trafikksikkerhetshåndboken – kapitel 1.21 Midtdelere. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt
11. Jurisich, I., Segedin, T., Dunn, R. og M. Smith (2003): Experience of using flush medians in Auckland City. 26th Australasian Transport Research Forum, Wellington, New Zealand

4.10 Mødefri veje

revideret 2023

Funktion og udformning

Mødefri veje er en generel betegnelse for veje, hvor modkørende biltrafik er adskilt af en fysisk foranstaltning, typisk i form af midterrabat og/eller autoværn, hvis primære formål er at forhindre frontalkollisioner.

Ulykkesbelastede 2-sporede veje uden midterrabat, beliggende i landområde og med hastighedsbegrænsning på 80 km/t eller højere kan med stor sikkerhedsmæssig gevinst ændres til mødefri veje, fx i form af 2 plus 1 veje med midterautoværn.

En 2 plus 1 vej med midterautoværn er en 3-sporet vej, der afstribes, så der i midterste spor bliver overhaling mulighed i skiftevis den ene og den anden færdselsretning og med midterautoværn mellem færdselsretningerne. 2 plus 1 vejstrækningerne bør være 10 km eller længere.

Tiltaget er mest oplagt at etablere på brede 2-sporede veje med få vejadgange og vejtilslutninger, da tiltaget er meget omkostningstungt at etablere på almindelige 2-sporede veje.

I vejreglen "Tværprofiler i åbent land" anbefales det, at der foretages en risikovurdering, før der opsættes midterautoværn på alt andet end motorveje. Risikovurderingen bør omfatte følgende:

- Vurdering af risikoen for at mødende trafik kolliderer – set i forhold til risikoen for påkørsel af autoværnet, herunder risikoen for følgeulykker.
- Vurdering af sikkerhedsniveauet på omkringliggende vejnet, idet etablering af midterautoværn kan sende den tværgående trafik ad nye ruter.
- Vurdering af risici under udskiftning af påkørt autoværn – både for vejarbejdere og trafikanter /1/.



Ud over punkterne i vejreglen bør det også indgå i vurderingen, at midterautoværn kan være til gene for udrykningskøretøjers fremkommelighed.

Effekt

Svenske erfaringer tyder på, at etableringen af 2 plus 1 veje med midterautoværn kan reducere antallet af dræbte og alvorligt tilskadekomne ganske betydeligt på det overordnede vejnet /2, 3/. Til gengæld kan der forventes en stigning i antallet af lette tilskadekomne og i antallet af materielskadeulykker, hvilket kan tilskrives påkørsler af autoværnet. Effekten på materielskader er generelt svagt dokumenteret.

Virkningen af at ombygge motortrafikveje eller øvrige brede 2-sporede veje i åbent land til 2 plus 1 veje med midterautoværn vurderes på grundlag af /2, 3, 4, 5/ at være følgende:

2+1 vej med midterautoværn Landzone Effekt (%)	Alle ulykker
Alle ulykker	0
Personskadeulykker	-13
Materielskadeulykker	+30
Personskader	-8
Dræbte	-76
Alvorlig	-47
Let	+13

Effekt af ombygning til 2 plus 1 vej med midterautoværn på brede 2-sporede veje i åbent land.

Virkningen af at opsætte midterautoværn på en vej, der i forvejen er afstribet som en 2 plus 1 vej, men uden midterautoværn, findes der kun få resultater for. De svenske resultater tyder på et samlet fald i antallet af dræbte og alvorligt tilskadekomne på omkring 30 % og et fald i antallet af personskader og personskadeulykker på omkring 7 % /2/, men der angives ikke tal for lette skader og materielskadeulykker. Disse må dog forventes at være steget betydeligt i antal med etableringen af midterautoværn. Dette underbygges af danske erfaringer baseret på ombygning af i alt ca. 16 km motortrafikvej med 2 plus 1 afstrikning til mødefri vej med midterautoværn /6/, selvom effekten af autoværnet ikke kan vurderes isoleret, da hastighedsgrænsen samtidig blev hævet til 100 km/t. På de danske veje vil påkørsler af midterautoværn derudover ofte blive registreret som ekstraulykker.

Øvrige forhold

- Ombygning til 2 plus 1 veje kan medføre højere fart og dermed bedre fremkommelighed, øget brændstofforbrug, støj etc.
- Ombygning til 2 plus 1 veje med midterautoværn medfører øget behov for adgangs begrænsning, og eventuelt oplevelsen af et mindre fleksibelt vejnet. Ombygning til 2 plus 1 veje med midterautoværn vil derfor ofte kræve udbygning eller omlægning af det lokale vejnet, herunder etablering af nye adgangsveje.
- Ombygning til 2 plus 1 veje med midterautoværn kan forventes at medføre betydeligt forøgede driftsudgifter som følge af påkørsler af autoværnet.
- Et dansk forsøg har vist, at kabelautoværn som midterautoværn på en 2 plus 1 vej er billigere at etablere end et stål bjælkeautoværn, mens driftsomkostningerne til gengæld er højere /7/. Samfundsøkonomisk vil forskellen på de to typer autoværn mindske over tid.
- Kabelautoværn i vejmidten er den mest eftergivelige autoværnstype, og det kræver mindre plads end andre autoværnstyper. Brugen af kabelautoværn er udbredt i Sverige og Norge.

Referencer

1. Vejregler (2021): Tværprofiler i åbent land. Vejdirektoratet
2. Carlsson, A. (2009): Uppföljning av mötesfria vägar. Slutrapport. VTI, rapport 636, Linköping, Sverige
3. Høye, A. m.fl (2011): Trafikksikkerhetsvirkninger av tiltak. TØI rapport 1157/2011, Transportøkonomisk Institutt
4. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafikksikkerhetshåndboken. 4. utgave. Transportøkonomisk Institutt
5. Erke, A. m.fl (2006): Effektkatalog for trafikksikkerhets-tiltak. TØI rapport 851/2006, Transportøkonomisk Institutt
6. Vejdirektoratet (2021): Hastighedsgrænse 100 km/t. på motortrafikveje, Trafiksikkerhedsmæssig evaluering, juli 2021, internt notat
7. Vejdirektoratet (2017): Evaluering af kabelautoværn og stålautoværn på 2+1 veje, december 2017, internt notat

4.11 Rabatsanering

revideret 2023

Funktion og udformning

Formålet med rabatsanering er at reducere ulykkesrisikoen på veje i det åbne land ved at sikre rabattens bæreevne, forbedre rabattens jævnhed og mindske opspringet, dvs. højdeforskellen, mellem rabat og kørebane.

Uhensigtsmæssig rabatudformning medvirker til et stort antal alvorlige ulykker langs veje i åbent land. Flere temaanalyser udarbejdet af Havarikommissionen for Vejtrafikulykker (HVVU) har vist, at de fysiske forhold uden for kørebanearealet, herunder rabattens jævnhed, højdeforskellen mellem rabat og kørebaneareal samt tilstedeværelsen af faste genstande, har stor betydning for omfanget og alvorligheden af ulykkerne, omend rabattens betydningen varierer meget afhængigt af ulykkestema /1, 2, 3, 4/. Det er ikke primært rabattens bredde, men i højere grad rabattens bæreevne og eventuelle opspring til kørebanen, der har betydning for trafiksikkerheden.

I en større amerikansk undersøgelse findes der uafhængigt i fire stater, at høj kant højst sandsynligt er en faktor i 1,8-2,7 % af ulykkerne på veje uden nødspor eller kantbane i det åbne land. Høj kant er en faktor i ca. 25 % af de ulykker, der begynder med, at køretøjet får et hjulsæt ud i rabatten. Omkring 11 % af høj-kant-ulykkerne er frontalkollisioner, 3 % er bagendekollisioner/trængningsulykker, mens de resterende 86 % er eneulykker. Ulykker med høj kant er generelt set mere alvorlige end andre ulykker /5/.

Der findes mange måder at forbedre rabatten på, og derfor er det ikke entydigt, hvilken virkning en rabatsanering kan få. I Danmark benyttes ofte tromlet og/eller bitumenbundet grus, måtter af hård plast etc. for at minimere opspringet til kørebanen og forbedre bæreevne og jævnhed. I udlandet benyttes mange andre løsninger, fx en 30-35 graders asfaltfyldning fra kørebanekant og ud. En dansk vejledning giver praktiske anvisninger på, hvordan rabatsanering kan planlægges og gennemføres som led i en vedligeholdelsespraksis /6/.

Tiltaget beskrevet i afsnittet 4.14 Sikre vejsider kan med fordel overvejes i tilknytning til rabatsanering.



Effekt

I en ældre dansk analyse er det skønnet, at man med en forstærket yderrabat kan forebygge 50 % af de ulykker, der begynder med, at et køretøj får et hjulsæt ud i rabatten, og føreren mister kontrollen over køretøjet. Dette skøn medfører en reduktion i alle ulykker på 6 % og en reduktion i personskader på 7 % /7/.

Ifølge analysen vil en forstærket yderrabat således have omtrent samme virkning som en udvidet kantbane, eftersom en udvidelse af en smal kantbane til en 1,0 m bred kantbane på veje i åbent land ifølge en nyere dansk sammenfattende undersøgelse medfører en reduktion i ulykker og personskader på ca. 7 % /8/. Effekterne i den ældre danske analyse er imidlertid baseret på en forhåndsvurdering, hvis resultatet endnu ikke er eftervist i praksis.

Det vurderes ud fra ovenstående, at rabatsanering medfører en reduktion i antal eneulykker på 8 %, en reduktion i antal bagendekollisioner/trængningsulykker på 0,5 % og en reduktion i antal frontalkollisioner på 3 % på veje i åbent land.

Rabatsanering Landzone Effekt (%)	Eneulykker (Hovedsituation 0)	Bagendekollisioner Trængningsulykker (Hovedsituation 1)	Frontalkollisioner (Hovedsituation 2)
Alle ulykker	-8	-0,5	-3
Personskadeulykker	-8	-0,5	-3
Materielskadeulykker	-8	-0,5	-3
Personskader	-8	-0,5	-3
Dræbte	-8	-0,5	-3
Alvorlig	-8	-0,5	-3
Let	-8	-0,5	-3

Effekt (%) af rabatsanering på veje i åbent land. De nævnte hovedsituationer fremgår af bilag 2.

Effekten på alle ulykkesituationer er i gennemsnit et fald på ca. 3 %.

På danske veje i åbent land udgør eneulykker ca. 30 % af alle personskadeulykker, mens bagendekollisioner/trængningsulykker og frontalkollisioner udgør henholdsvis ca. 18 % og 11 %.

Øvrige forhold

- Rabatsanering medvirker til, at kørebanekanten får længere levetid.
- Rabatsaneringer uden fundering har begrænset levetid, men fundering øger anlægsomkostningerne.

Referencer

1. HVU (2020): Hvorfor sker trafikulykkerne? Tværanalyse af 270 ulykker. Havarikommissionen for Vejtrafikulykker
2. HVU (2022): Frontalkollisioner. Temarapport nr. 18. Havarikommissionen for Vejtrafikulykker
3. HVU (2009): Motorcykelulykker. Rapport nr. 6. Havarikommissionen for Vejtrafikulykker
4. HVU (2002): Eneulykker med bilister under 25 år. Rapport nr. 1. Havarikommissionen for Vejtrafikulykker
5. Hallmark, S. L., Veneziano, D., McDonald, T., Graham, J., Bauer, K. M., Patel, R. og F. M. Council (2006): Safety Impacts of Pavement Edge Drop-offs. AAA foundation for Traffic Safety, Washington D. C., USA
6. Vejdirektoratet (2016): Kogebog for rabatsanering. Om vedligeholdelse af vejrabatten fra et trafiksikkerhedsmæssigt perspektiv. Rapport 556. Vejdirektoratet
7. Værø, H. (1999): Vejtværsnit og uheldsrisiko – vurdering af uheldskonsekvenser af udvalgte tværsnitsændringer. Vejdirektoratet
8. Jensen, S. U. (2018): Trafiksikkerhed på landeveje. Håndbog i uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer og IT-værktøjer. Trafitec

4.12 Rumleriller

revideret 2023

Funktion og udformning

Rumleriller i vejmidten har til formål at forebygge især ene- og mødeulykker, mens rumleriller i vejsiden har til formål at forebygge eneulykker, hvor trafikanten kører af vejen.

Ved overkørsel af rumleriller får trafikanten, ved vibration og støj i køretøjet, en advarsel om, at trafikanten er ved at forlade sit kørespor. Rumleriller har umiddelbart vist sig at have større sikkerhedsmæssig effekt end profileret afmærkning /1/. Det skal dog bemærkes, at rumleriller og profilerede striber i princippet tjener forskellige formål og kan kombineres. Profilerede stribers primære formål er at gøre kørebaneafmærkningen mere synlig – særligt i mørke og vådt føre.

Rumleriller fræses ned i asfalten, eller tromles ned ved udlægning af slidlag/nylagt og stadig blød asfalt. Der henvises til Kogebog for rumleriller /2/.

Rumleriller i vejmidten etableres ved siden af eller under afmærkede midtlinjer. Foranstaltningen er relevant i åbent land på veje med 2, 3 eller 4 spor og uden fysisk midteradskillelse. Etableringen af rumleriller i vejmidten skal forholdes til cykeltrafikken, da rumlerillerne kan medføre, at biltrafikken trækker mod højre i tværprofilen. Konkret er det påvist, at etablering af rumleriller i vejmidten bevirker, at personbiler i gennemsnit rykker 5 cm væk fra vejmidten /3/.

Rumleriller i vejsiden udføres enten ved siden af eller under afmærkede kantlinjer. Eventuel cykeltrafik skal tages i betragtning ved etablering af rumleriller i vejside. Rumleriller bør afbrydes, hvor cyklister har behov for at krydse rumlerillen, og der skal være plads til, at cyklister kan cykle i kantbanen mellem rumleriller og asfaltkant, hvis det er meningen, at cyklister skal køre på vejen. På veje med midterrabat er rumleriller i vejsiden ind mod midterrabatten også en mulighed. Rumleriller i vejsiden kan også etableres på motorveje.



Kogebog for rumleriller anbefaler, at der ved etableringen af rumleriller bør opretholdes en køresporsbredde på mindst 3 m på landeveje og mindst 3,5 m på motorveje /2/.

Det anbefales, at rumleriller i vejsiden kun etableres på strækninger med meget cykeltrafik, hvis der er cykelsti eller -bane med en bredde på mindst 1,2 m. Ved et begrænset antal cyklister bør der være en kantbane på mindst 0,75 m til højre for kantlinjen /2/.

Etableringen af rumleriller på vejnettet kan prioriteres efter forekomsten af mødeulykker og afkørselsulykker, alternativt på baggrund af trafikmængder og hastigheder. Med udgangspunkt i sikkerhedseffekterne er det mest optimalt, hvis der både kan etableres rumleriller i vejmidte og vejside på veje uden midteradskillelse, men hvor dette ikke er muligt, bør førsteprioriteten som udgangspunkt være etablering i vejmidten. Det anbefales, at rumleriller etableres på sammenhængende vejstrækninger og ikke "punktvis" /4, 5/. Studier angiver, at tiltaget er relevant for vejstrækninger såvel som for kurver /1/.

Rumlerillers relevans er primært uden for bebyggede områder, og evalueringer af sikkerhedseffekter peger også i retning af, at de kun sjældent anvendes i byområde i andre lande /1/. I byområde begrænses anvendeligheden som følge af begrænsede pladsforhold, hensynet til forskellige trafikantgrupper, et betydeligt antal svingbevægelser over rumlerillerne ved overkørsler og kryds samt den mulige støjgene /4, 6/.

Også i forbindelse med etablering af rumleriller uden for by bør der altid foretages en lokal vurdering af, om rumleriller kan have en uheldig virkning på boliger i nærheden af vejen. Hvis det er tilfældet, bør der være ophold i rillerne ud for beboelsen.

Effekt

Effekten af rumleriller er undersøgt gennem en lang række studier, hvoraf størstedelen er udført på baggrund af etablering af rumleriller i forskellige stater i USA, men der er også en række europæiske evalueringer. Udformningen af rumleriller varierer noget fra lokalitet til lokalitet, og den er typisk ikke velbeskrevet. Det følgende tager udgangspunkt i et litteraturstudie fra 2017 /1/, hvor der indgår ca. 40 evalueringer af rumlerillers sikkerhedseffekt, og et supplement fra 2022 /7/, som har haft fokus på effekter på motorveje og veje med høje hastighedsgrænser.

Studierne viser, at rumlerillerne har en effekt på ulykker, hvor en trafikant utilsigtet forlader sit kørselspor til den side, hvor der er etableret rumleriller /1/. Det er ulykker, der udgør en særlig stor del af de alvorligste ulykker på strækninger i åbent land, og derfor er effekten på det samlede antal personskadeulykker typisk større end for det samlede antal materielskadeulykker. Hvor meget rumleriller betyder for den samlede effekt på en strækning afhænger dels af strækningens generelle ulykkesbillede og dels af hvor i tværprofilet, rumlerillen placeres.

Rumleriller i vejmidten

Effekten af rumleriller i vejmidten er primært undersøgt på 2-sporede landeveje. Rumleriller i vejmidten er målrettet mødeulykker og eneulykker med afkørsel mod venstre. Disse ulykker reduceres med omkring 30 %, og det samlede antal ulykker med ca. 10 %. Effekten for personskadeulykker er umiddelbart lidt større /1/.

4. STRÆKNINGER I BY OG ÅBENT LAND

Rumleriller i vejmidte Landzone Effekt (%)	Ulykkessituation 012, 021, 024 samt hovedsituation 2	Alle ulykker
Alle ulykker	-30	-10
Personskadeulykker	-35	-15
Materielskadeulykker	-25	-10
Personskader	-35	-15
Dræbte	-35	-15
Alvorlig	-35	-15
Let	-35	-15

Effekt (%) af rumleriller i vejmidte på veje i åbent land. De nævnte ulykkes- og hovedsituationer fremgår af bilag 2.

Der er fundet reduktioner i antallet af ulykker både på lige strækninger og i kurver, men effekten er umiddelbart lidt større på lige strækninger /1/. Der synes ikke at være en klar sammenhæng mellem effektstørrelse og trafikmængde, men der er fundet ulykkesreduktioner både på veje med meget og lidt trafik. Ligeledes peger både /1/ og /7/ på, at rumleriller har en positiv effekt ved forskellige hastighedsgrænser. Et svensk studie peger i retning af, at effekten er lidt større på smalle veje /8/.

En dansk evaluering af sikkerhedseffekten af rumleriller i vejmidten på 86 km 2-sporede statsveje viser en reduktion i henholdsvis antallet af personskadeulykker på 40 % samt det samlede antal ulykker på 29 %. Det skal bemærkes, at effektstørrelserne er usikre grundet de relativt få analysestrækninger, men reduktionen er dog signifikant. Systematikken i resultaterne er tilmed i god tråd med de udenlandske undersøgelser, idet effekten er større for personskadeulykker end materielskadeulykker, og effekten er større for mødeulykker og eneulykker med afkørsel til venstre end for alle ulykker samlet set /9/.

Rumleriller i vejsiden

Effekten af rumleriller i vejsiden er undersøgt på både landeveje og motorveje, dvs. både på veje med og uden midteradskillelse. Rumleriller i vejsiden er målrettet eneulykker som følge af, at en trafikant forlader kørebanen til såvel højre som venstre side. På veje med midteradskillelse opnås en effekt på eneulykker med afkørsel mod venstre imidlertid kun, hvis rumleriller tilmed etableres ind mod midterrabatten. Effekten af rumleriller i vejside på eneulykker som følge af, at en trafikant forlader kørebanen, er en reduktion på ca. 20 %. Det betyder en samlet ulykkesreduktion på en strækning på omkring 5 %, men dog ca. 10 % for personskadeulykker.

Rumleriller i vejside Landzone Effekt (%)	Ulykkessituation 011, 012,021, 022, 023, 024	Alle ulykker
Alle ulykker	-20	-5
Personskadeulykker	-20	-10
Materielskadeulykker	-20	-5
Personskader	-20	-10
Dræbte	-20	-10
Alvorlig	-20	-10
Let	-20	-10

Effekt (%) af rumleriller i højre vejside på veje i åbent land (samt ind mod vejmidten for veje med midteradskillelse). De nævnte ulykkessituationer fremgår af bilag 2.

Sikkerhedseffekten på forskellige vejtyper er kun sammenlignet i et par enkelte studier, men når effekterne på eneulykker i /1/ og /7/ sammenlignes, er der muligvis en lidt større effekt på motorveje, særligt når der ses samlet for alle ulykkesituationer. Forskel i ulykkesbilledet på veje med og uden midteradskillelse betyder også, at den samlede effekt formentlig er større på motorveje. Studier peger i retning af, at rumleriller i vejside har nogenlunde samme effekt i kurver og på lige strækninger /1/.

Rumleriller i både vejmidte og vejside

Effekten af rumleriller i både vejmidte og vejside er primært undersøgt på 2-sporede landeveje. Kombinationen af rumleriller er målrettet mødeulykker og eneulykker, hvor en trafikant forlader kørebanen til såvel højre som venstre. Disse ulykker reduceres med omkring 30 %, og det samlede antal ulykker med ca. 20 %. Effekten for personskadeulykker er umiddelbart af samme størrelse som for materielskadeulykker /1/.

Rumleriller i vejmidte og vejside Landzone Effekt (%)	Ulykkesituation 011, 012, 021, 022, 023, 024 samt hovedsituation 2	Alle ulykker
Alle ulykker	-30	-20
Personskadeulykker	-30	-20
Materielskadeulykker	-30	-20
Personskader	-30	-20
Dræbte	-30	-20
Alvorlig	-30	-20
Let	-30	-20

Effekt (%) af rumleriller i vejmidte på veje i åbent land. De nævnte ulykkes- og hovedsituationer fremgår af bilag 2.

Kombinationen af rumleriller i vejmidte og vejside medfører reduktioner i både kurver og på lige strækninger. Der synes ikke at være en klar sammenhæng mellem effektstørrelse og trafikmængde, men der er fundet ulykkesreduktioner på både veje med meget og lidt trafik /1/.

En dansk evaluering af sikkerhedseffekten af rumleriller i både vejmidte og vejkant på 38 km 2-sporede statsveje viser en reduktion i henholdsvis antallet af personskadeulykker på 53 % samt det samlede antal ulykker på 41 %. Der er således fundet en større sikkerhedseffekt for personskadeulykker end for materielskadeulykker. Det skal bemærkes, at størrelsen af effekterne er meget usikre som følge af de få undersøgelsesstrækninger, men reduktionen i antallet af ulykker er imidlertid signifikant. Som forventet er sikkerhedseffekten umiddelbart større for både mødeulykker og eneulykker med afkørsel til såvel højre som venstre end for alle ulykkesituationer samlet set /9/.

Øvrige forhold

- Kørsel på rumleriller udsender ekstra støj til omgivelserne. Undersøgelser tyder på, at sinusformede rumleriller resulterer i en stigning af støjniveauet på 0,5-1 dB, hvilket er lavt sammenholdt med amerikanske rektangulære riller og svenske cirkelformede riller, som medfører et henholdsvis 4-8 dB og 2-3 dB højere støjniveau /6/. Der findes eksempler på, at rumleriller under specielle geologiske forhold har givet vibrationsgener i nærliggende huse.
- Etablering af rumleriller kan føre til øget vejslitage, eftersom spredningen i køretøjernes tværsnitsplacering reduceres /3/. Desuden forkorter rumleriller muligvis også slidlagets levetid lidt.
- Rumleriller i vej siden kan være til gene for cyklister og knallertkørere, hvis de færdes i de kantbaner, hvor rillerne fræses.
- Fræsning af rumleriller vil ofte kræve retablering af afmærkning.

Referencer

1. Buch, T. S. (2017): Trafiksikkerhed ved rumleriller og profilerede striber. Litteraturstudie af uheldsevalueringer. Trafitec for Vejdirektoratet, internt notat
2. Luxenburger, J. (2013): Kogebog for rumleriller – En håndbog i anvendelse af sinusformede rumleriller som trafiksikkerhedsfremmende foranstaltning. Luxenburger Trafiksikkerhed & Vejteknik (vejregelforberedende rapport)
3. Vadeby, A., Anund, A., Björketun, U. och Carlsson, A. (2013): Säker framkomlighet – Sammenfattande resultat. VTI rapport 790, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut
4. Federal Highway Administration (2011): Technical Advisory: Center Line Rumble Strips. T 5040.40, Revision 1, November 7, 2011
5. Federal Highway Administration (2011): Technical Advisory: Shoulder and Edge Line Rumble Strips. T 5040.39, Revision 1, November 7, 2011
6. Kragh, J. og B. Andersen (2007): Trafikstøj ved rumleriller. Vejdirektoratet, Vejteknisk institut
7. Jensen, M. G. L. og Sørensen, M. W. J. (2022): Rumleriller på motorveje. Litteraturstudie og erfaringsopsamling. Via Trafik for Vejdirektoratet, internt notat
8. Vadeby, A. og Björketun, U. (2016): Säker framkomlighet – Trafiksäkerhetseffekter 2013 och 2014. VTI, notat 7-2016
9. Jensen, M. L. og Sørensen, M. W. J. (2022): Evaluering af sikkerhedseffekten af rumleriller på statsveje. En før-efter ulykkesevaluering. Via Trafik for Vejdirektoratet, internt notat

4.13 Sikkerhedssymboler (afstandsmærker) på motorveje

revideret 2014

Funktion og udformning

Sikkerhedssymboler på kørebanen benyttes til at vise den anbefalede sikkerhedsafstand til forankørende. Den anbefalede minimumafstand er, når der er to synlige symboler frem til den forankørende. Sikkerhedssymboler ("afstandsmærker") eller de såkaldte 'chevrons' ligner spidsen af en pil $\wedge$. Sikkerhedssymboler udføres i hvid termoplast på vejbelægningen i længderetningen.

Formålet med sikkerhedssymbolerne er at hjælpe trafikanterne med at holde en sikker afstand til forankørende. Mærkerne etableres derfor typisk på veje, hvor biler med høj hastighed kører for tæt på hinanden.

I Danmark findes flere strækninger med sikkerhedssymboler. På disse strækninger er sikkerhedssymbolet 0,9 m bredt, så man kan køre over det uden kontakt med dækkene. Mærkerne er placeret med en indbyrdes afstand på 36 m, hvilket svarer til, at en trafikant, der kører 130 km/t og har to mærker til forankørende trafikant, har en sikkerhedsafstand på ca. 2 sek.

I udlandet udføres sikkerhedssymboler almindeligvis på 3-5 km lange strækninger uden hyppig forekomst af kø. I de danske forsøg er sikkerhedssymbolerne tilsvarende udført på strækninger med en længde på ca. 4 km.

Effekt

Sikkerhedssymboler medfører sikkerhedsgevinster på motorveje. Effekten kan spores helt op til 18 km efter afmærkningen /1, 2, 3/.

Et engelsk forsøg med sikkerhedssymboler på motorveje viste en reduktion i antallet af ulykker med mere end én part, fx bagende-kollisioner, på 42 % og en reduktion i eneulykker på 89 % på selve strækningerne med sikkerhedssymboler. Undersøgelsen tager ikke højde for trends i ulykker og trafik samt tilfældig ulykkesophobning, hvilket sædvanligvis medfører en overvurdering af den sikkerhedsmæssige effekt /1/.

Analysen af de danske forsøg med sikkerhedssymboler på motorveje peger ligeledes på, at symbolerne har en positiv effekt på sikkerheden. Effekterne er



dog væsentlig lavere end i det engelske forsøg. I de danske forsøg blev der i månederne umiddelbart efter etableringen konstateret en nedgang i antallet af køretøjer med meget kort afstand til forankørende (< 1 sek.). I forhold til førsituationen var antallet reduceret med ca. 10 %. Langtidseffekten er imidlertid mindre, idet nedgangen i antallet af køretøjer med meget kort afstand til forankørende 3 år efter blev opgjort til ca. 6 % set i forhold til førsituationen. Sikkerhedssymbolerne har desuden medført, at hastighedsniveauet er blevet reduceret med ca. 1 % /2,4/.

Eftersom de danske studier ikke omfatter en ulykkesbaseret analyse af de sikkerhedsmæssige effekter af sikkerhedssymboler på motorveje, er den forventede sikkerhedsmæssige effekt vurderet ud fra den engelske undersøgelse. Der er taget hensyn til de danske undersøgelser samt det forhold, at der i den engelske undersøgelse ikke er taget højde for regressionseffekt samt udviklingen i trafik og ulykker. På det grundlag vurderes effekten af sikkerhedssymboler at være som angivet i tabellen overfor.

Sikkerhedssymboler Motorvej Effekt (%)	Flerpartsulykker (Hovedsituation 1-6 og 8)	Eneulykker (Hovedsituation 0, 7 og 9)
Alle ulykker	-5	-12
Personskadeulykker	-5	-12
Materielskadeulykker	-5	-12
Personskader	-5	-12
Dræbte	-5	-12
Alvorlig	-5	-12
Let	-5	-12

*Effekt (%) af sikkerhedssymboler på 20 km motorvejsstrækning, heraf 4 km med sikkerhedssymboler i alle kørespor.
De nævnte hovedsituationer fremgår af bilag 2.*

Det skal bemærkes, at effekten i tabellen ikke alene er angivet for strækningen med sikkerhedssymboler, men for en 20 km lang motorvejsstrækning bestående af 4 km med sikkerhedssymboler i alle kørespor efterfulgt af 16 km uden sikkerhedssymboler.

Effekten på alle ulykker vurderes i gennemsnit at være en reduktion på ca. 10 %.

Øvrige forhold

- Forventet levetid for sikkerhedssymboler er tre år.

Referencer

1. Helier-Symons, R. D., Webster, P. og A. Skinner (1995): The M1 Chevron Trial. Traffic Engineering and Control, vol. 36, pp. 563-567
2. Greibe, P. (2008): Afstandsmærker på motorveje. Trafitec, Lyngby
3. VIANOVA (2009): Avstandsmerker i kjørebanen. Utforming og effekter. Plan og Trafik, Norge
4. Vejdirektoratet (2011): Effekt efter 3 år. Afstandsmærker på motorveje. Vejdirektoratet

4.14 Sikre vejsider

revideret 2023*

Udformningen af vejens sideområder har stor betydning for trafiksikkerheden. En stor del af de politiregistrerede ulykker med personskade i åbent land uden for kryds er eneulykker, hvor et motorkøretøj utilsigtet er kørt af vejen og derefter er væltet på stejlt/ujævnt terræn eller har påkørt en fast genstand i form af f.eks. et bygværk eller et træ.

I landområde kan sådanne ulykker og personskader forebygges ved etablering af en sikkerhedszone – et areal langs vejen hvor der ikke forefindes faste genstande, der kan medføre personskade ved påkørsel, og hvor terrænet er udformet på en måde, så en bilfører kan genvinde herredømmet over køretøjet, mens risikoen for at vælte med køretøjet er lille.

Hvor der ikke kan etableres sikkerhedszone i tilstrækkelig bredde, bør der i stedet etableres en beskyttelsesforanstaltning i form af autoværn jf. kriterierne i vejreglerne /1/.

Tiltaget beskrevet i afsnit 4.11 *Rabatsanering* bør overvejes i tilknytning til etablering af sikre vejsider.

Funktion og udformning

Etablering af sikkerhedszone (sanering af faste genstande)

På eksisterende veje uden sikkerhedszone kan en sikkerhedszone først og fremmest etableres ved at foretage en sanering af faste genstande.

Faste genstande kan eksempelvis omfatte mure, bygninger, byporte, broer, brosøjler, marksten og lignende, brønde, støjskærme, træer, skråningsanlæg, rørstandere uden brudled og el/teknikskabe.

**Der er tale om en sammenskrivning af afsnittene "Sanering af faste genstande" og "Autoværn i vejsider" fra versionen fra 2014. Effekterne for sanering af faste genstande er opdateret i 2023, mens effekterne for etablering af autoværn i vejsider er uændret fra 2010.*



En sanering af faste genstande kan gøres ved enten helt at fjerne faste genstande, flytte faste genstande til en sikker placering uden for sikkerhedszonen, eller ved at udskifte de faste genstande med eftergivelige typer, først og fremmest eftergivelige master /4/. Derudover kan stejle skråninger udjævnes, og dybe grøfter kan erstattes med trug.

Sanering af faste genstande er relevant på veje med høje hastigheder, dvs. langs motorveje, motortrafikveje og de fleste øvrige veje i åbent land. På veje med hastighedsbegrænsning på 80 km/t bør en sikkerhedszone være mindst 6 m bred /1, 2, 3, 4/.

Autoværn i vejsider

Autoværn i siderne langs vejstrækninger har til formål at begrænse risikoen for personskader som følge af, at et køretøj utilsigtet kører af vejen, og anvendes, hvor det ikke er muligt at etablere sikkerhedszone i tilstrækkelig bredde. Autoværn opfanger køretøjet og ændrer dets hastighed og retning på en kontrolleret måde, så køretøjets fører og passagerer ikke udsættes for uacceptable påvirkninger /3/.

Autoværn udgør i sig selv en fast genstand, og derfor bør alternativer til autoværn altid vurderes i hvert enkelt tilfælde; jf. sanering af faste genstande ovenfor. Autoværn opsættes, hvor risikoen ved at køre af vejen og ramme en fast genstand – eksempelvis en brostøtte, en stejl skråning eller et træ – er større end risikoen ved at påkøre autoværnet. Eftersom autoværnsbegyndelsen udgør en særlig risiko, kan det endvidere være en fordel at forbinde flere korte sektioner autoværn til én lang, sammenhængende sektion, idet antallet af autoværnsbegyndelser dermed minimeres.

Effekt

Etablering af sikkerhedszone (sanering af faste genstande)

Etablering af sikkerhedszoner påvirker primært eneulykker, hvor køretøjet kører af vejen. Det er fundet, at etablering af sikkerhedszone langs veje i det åbne land reducerer disse eneulykker med i gennemsnit 5,9 % pr. m, zonen udvides /8/. Virkningen sættes derfor til et fald på ca. 30 %, når sikkerhedszonen udvides til 6 m (svarende til 80 km/t) i ulykkessituation 011-024, dog ikke medregnet ulykker, hvor autoværn indgår.

Sanering af faste genstande i vejside Landzone Effekt (%)	Ulykkessituation 011, 012, 021, 022, 023, 024 (excl. ulykker med autoværn)
Alle ulykker	-30
Personskadeulykker	-30
Materielskadeulykker	-30
Personskader	-30
Dræbte	-30
Alvorlig	-30
Let	-30

Effekt (%) af at flytte, blødgøre, afskærme eller fjerne, faste genstande langs veje i åbent land.
De nævnte ulykkessituationer fremgår af bilag 2.

Effekten er her sat til -30 % på eneulykker uden hensyntagen til skadesgrad, da den primære kilde /8/ heller ikke deler op på kategorier af ulykker og skader. Der angives dog i /8/ en noget større effekt på dræbte, men den hviler på et mere usikkert grundlag og er derfor fravalgt her.

Autoværn i vejsider

En sammenfatning af 32 studier viser, at etablering af autoværn langs vejkanterne reducerer antallet af eneulykker med dræbte, hvor køretøjet kører af vejen med 45 % og tilsvarende antallet af eneulykker med personskade med 52 %. Effekten på tilsvarende eneulykker kun med materielle skader og alle eneulykker er usikker /5/.

En mere detaljeret og omfattende sammenfatning viser, at effekten afhænger af, hvad autoværnet afskærmer. Afskærmer autoværnet stejle skråninger eller lysmaster er effekten på eneulykker med personskade, hvor køretøjet kører af vejen ca. 50 %, mens effekten er højere, ca. 60-80 %, hvis træer eller broer afskærmes, og lavere, ca. 15-40 %, hvis fladere skråninger, grøfter eller skilte afskærmes /6/.

En stor fransk undersøgelse viser, at 93 % af de ulykker, hvor biler kører af motorvejen i højre vejside som første hændelse i ulykken, er eneulykker. Antallet af personskadeulykker, hvor første hændelse er afkørsel i vejside, reduceres med 51 %, mens forekomsten af materielskadeulykker stiger tilsvarende. Det samlede antal ulykker og dermed ulykkesfrekvensen er således uændret /7/.

Tilstedeværelsen af autoværn i vejsiden kan altså ikke forhindre en ulykke, når først et køretøj kører af vejen, men alene reducere alvorligheden af ulykken.

De nævnte undersøgelser angiver relativt ens effekter. Den franske undersøgelse nævner, at nogle få flerpartsulykker også påvirkes af autoværnets tilstedeværelse. Dette er indarbejdet i de effekter, der er angivet i tabellen nedenfor, idet effekterne på eneulykker med personskade er øget, så effekten på de få flerpartsulykker "absorberes" i effekten på eneulykker ($51 \% / 93 \% = 54 \%$).

Oplysningerne fra den franske undersøgelse om, at ulykkesfrekvensen ikke påvirkes (og det samlede antal ulykker altså forbliver uændret) ved opsætning af autoværn i vejsiden, er i tabellen omsat til en procentvis stigning i antallet af materielskadeulykker.

På baggrund af ovenstående vurderes virkningen af etablering af autoværn i vejside langs motorveje og andre veje i åbent land at være:

Autoværn i vejside Landzone Effekt (%)	Ulykkesituation 011, 022 og 023
Alle ulykker	0
Personskadeulykker	-54
Materielskadeulykker	+64
Personskader	-54
Dræbte	-54
Alvorlig	-54
Let	-54

Effekt (%) af etablering af autoværn i vejside langs strækninger i åbent land.
De nævnte ulykkesituationer fremgår af bilag 2.

Den gennemsnitlige effekt på personskadeulykker i alle ulykkesituationer, altså både eneulykker og flerpartsulykker, er en reduktion på ca. 12 % på motorveje og ca. 8 % på andre veje i åbent land.

Øvrige forhold

- Der kan være æstetiske hensyn at tage, fx hvis etablering af sikkerhedszone medfører fældning eller afskærmning af træer. Et andet forhold er bygninger i en kommende sikkerhedszone og evt. ekspropriering af bygninger og skråninger.
- Udgiften til at etablere sikkerhedszone kan variere meget fra vej til vej, afhængigt af vejsidernes udformning og tilstand i før-situationen.
- Der er kun meget begrænset viden om virkninger af sikkerhedszoner på veje i byområder.
- Hvis autoværn etableres i vejsiden, er det muligt at bibeholde vejudstyr, træer og andre faste genstande bag autoværnet. Det giver en større fleksibilitet i yderrabattens indretning.

Referencer

1. Eriksson, A. (2005a): Faste genstande langs veje i åbent land – Metode. Vejdirektoratet, håndbog
2. Eriksson, A. (2005b): Faste genstande langs veje i åbent land – Eksempler. Vejdirektoratet, håndbog
3. Vejregler (2021): Håndbog. Autoværn og tilhørende udstyr. Vejdirektoratet
4. Vejregler (2021): Håndbog. Eftergivelige master. Vejdirektoratet
5. Elvik, R. (2001a): Nytte-kostnadsanalyse av ny rekkverksnormal. Transportøkonomisk Institutt, rapport 547, Oslo, Norge
6. Elvik, R. (1995): The safety value of guardrails and crash cushions: a meta-analysis of evidence from evaluation studies. Accident Analysis and Prevention, vol. 27, no. 4, pp. 523-549
7. Martin, J. L., Derrien, Y., Bloch, P. og G. Boissier (2001): Severity of run-off-crashes whether motorway hard shoulders are equipped with a guardrail or not. Proceedings of Road Safety on Three Continents, VTI Konferens 18A, Moskva, Rusland
8. Elvik, R. og A. Høye (2021): Trafikksikkerhetshåndboken – kapitel 1.12 Utbedring av vegers sideterreng. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt, Oslo, Norge

4.15 2 minus 1 veje

revideret 2023

Funktion og udformning

2 minus 1 veje kan dels skabe mere trygge forhold for fodgængere og cyklister, dels sænke hastigheden og øge afstanden mellem kørespor og faste genstande. Den lavere hastighed vil desuden medføre, at den krævede sikkerhedsafstand til faste genstande reduceres.

2 minus 1 veje består af ét kørespor, som skal afvikle trafik i begge retninger. Køresporet er afmærket med punkterede brede kantlinjer i begge sider, hvor de lette trafikanter kan færdes på kantbanerne. Kantbanerne skal desuden benyttes af bilisterne, når modkørende skal passere hinanden. Etablering af 2 minus 1 veje bevirker, at trafikanterne skal ændre færdselsmønster i forhold til kørsel på almindelige 2-sporede veje. Når bilisterne møder modkørende samtidig med, at der færdes lette trafikanter, skal bilisterne køre ind bag de lette trafikanter.

Tværsnittet for 2 minus 1 veje består af en kørebane med ét kørespor, to brede kantbaner med 0,3 m brede punkterede kantlinjer og yderrabatter eller fortove. I henhold til Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning, så må a) hastighedsgrænsen maks. være 60 km/t i åbent land og maks. 50 km/t i byområder på 2 minus 1 veje, b) køresporet mellem de punkterede kantlinjer skal være 3,0-3,5 m bred, c) der skal være mødesigt svarende til den valgte hastighedsgrænse, og d) en kantbane skal minimum være 0,9 m bred inkl. kantlinje /1/.

Vejreglerne anbefaler, at en kantbane maks. er 1,5 m bred inkl. kantlinje, at spidstimetrafikken maks. må være 300 køretøjer/time og årsdøgntrafikken ikke bør være højere end 3.000 /2, 3/. Endvidere anbefales, at strækningen suppleres med hastighedsdæmpende foranstaltninger /3/.

2 minus 1 veje kan etableres ved omprofilering af eksisterende veje. Hvis 2 minus 1 veje ikke kan føres igennem på hele den ønskede strækning pga. oversigtsproblemer eller andre lokale forhold, er det muligt at



opsplitte strækningen med en tosporet vej med midtlinje på en delstrækning. Konsekvenserne for fodgængere og cyklister ved en opsplitning bør indgå i overvejelserne.

Danske erfaringer med etablering af 2 minus 1 veje er sammenfattet i /4/.

Effekt

Der er fundet tre studier, der samlet dokumenterer den trafiksikkerhedsmæssige effekt af at etablere 2 minus 1 veje /5, 6, 7/.

Et dansk studie af omprofilering af 55 mindre veje til 2 minus 1 veje viser et fald i antallet af ulykker på 29 % og et fald i antallet af personskader på 33 % /5/. Studiet finder også, at faldet i antallet af ulykker på strækninger med fartdæmpning er 32 %, mens der på strækninger uden fartdæmpning sker en stigning i antallet af ulykker på 13 %. Tilsvarende findes, at på strækninger, hvor hastighedsbegrænsningen blev nedsat, faldt ulykkestallet med 47 %, mens på strækninger, hvor hastighedsbegrænsningen var uændret, faldt ulykkestallet kun med 5 %.

I Holland er 2 minus 1 veje anvendt som et hastighedsdæpende tiltag i forbindelse med etablering af 60 km/t hastighedszoner på mindre veje i åbent land. Vejene har før haft en hastighedsgrænse på 80 km/t. Tværprofilet er ændret fra 2 spor til 2 minus 1 veje. På udvalgte steder er der etableret hastighedsdæpende foranstaltninger, primært bump og hævede flader i forbindelse med kryds.

Et hollandsk studie viser en signifikant nedgang i antallet af personskadeulykker og personskader på 24 %, når 2 minus 1 veje etableres i forbindelse med en nedskiltning af hastighedsgrænsen fra 80 til 60 km/t /6/. Det bør bemærkes, at effekten på personskadeulykker i kryds viser et fald på 44 %, mens effekten på strækninger er et fald på 18 %. Det er dokumenteret, at nedgangen i antallet af ulykker og personskader ikke er et resultat af, at nedskiltningen af hastighedsgrænserne på de mindre veje i landområde har flyttet biltrafik til det overordnede landevejsnet /6/.

Et mindre amerikansk studie viser, at etablering af 2 minus 1 veje i USA resulterede i fald i antallet af ulykker på 8 ud af 13 omprofilede veje, mens der samlet set skete et fald i antallet af ulykker på 11 % /7/.

På baggrund af de tre studier vurderes de sikkerhedsmæssige effekter af etableringen af 2 minus 1 veje, som vist i nedenstående tabel:

2 minus 1 veje By- og landzone Effekt (%)	Alle ulykker i kryds og på strækninger
Alle ulykker	-28
Personskadeulykker	-25
Materielskadeulykker	-30
Personskader	-25
Dræbte	-30
Alvorlig	-27
Let	-23

Effekt (%) ved omprofilering af eksisterende veje til 2 minus 1 veje og oftest samtidig nedsættelse af hastighedsgrænse og/eller etablering af hastighedsdæpende foranstaltninger.

Hvis hastighedsgrænsen ikke nedsættes, og/eller der ikke etableres hastighedsdæmpende tiltag samtidig med etablering af 2 minus 1 veje, må der forventes et uændret ulykkestal.

Baseret på målinger i Danmark findes, at der er registreret et fald i den målte hastighed på 17 ud af 19 strækninger. Faldene i gennemsnitshastigheden ligger for de fleste strækninger på mellem 0 og 5 km/t med det største fald på ca. 10 km/t /4/. Det bør bemærkes, at der i mange tilfælde er udført hastighedsdæmpende tiltag og/eller foretaget en nedskiltning af hastigheden, hvilket kan være en årsag til faldet.

Øvrige forhold

- En større spørgeundersøgelse viser, at fodgængere og cyklister er mere trygge på 2-1 veje end på de tidligere 2-sporede veje, mens bilister er mere utrygge på 2 minus 1 veje. Samtidig er alle trafikanter samlet set mere utilfredse på 2 minus 1 veje, end de var på de tidligere 2-sporede veje /8/. En anden spørgeundersøgelse viser klart, at etablering af 2-1 vej giver betydeligt mere utilfredse bilister /9/.

Referencer

1. Vejdirektoratet (2023): Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning. BEK nr 426 af 13/04/2023, Transportministeriet
2. Vejregler (2021): Håndbog: Tværprofiler i åbent land. Vejdirektoratet
3. Vejregler (2019): Håndbog: Tværprofiler i byer. Vejdirektoratet
4. Vejdirektoratet (2015): 2 minus 1 veje - Erfaringsopsamling. Rapport nr. 543, Vejdirektoratet
5. Lund, B. la C. (2015): Trafiksikkerhedsanalyse af '2-1' veje. Trafitec
6. Jaarsma, R., Louwerse, R., Dijkstra, A., de Vries, J og J-P. Spaas (2011): Making minor rural road networks safer: The effects of 60 km/h zones. Accident Analysis and Prevention, vol. 43, pp. 1508-151
7. Lamera, M., Williams, M., Bauranov, A., Pande, A. og C. Voulgaris (2021): Safety Performance of Edge Lane Roads. Transportation Research Board 100th Annual Meeting, paper nr. 3146
8. Mathiesen, L. R. og M. K. Kallesen (2020): Evaluering af 2 minus 1-veje. Via trafik
9. Jensen, S. U. (2018): Bilisters oplevede serviceniveau på strækninger af by- og landeveje. Trafitec

4.16 Trafiksanering

2010

Funktion og udformning

Et af de vigtigste formål med at trafiksanere er at reducere biltrafikkens mængde og/eller dæmpe dens hastighed. Det kan være på et enkelt sted, på én eller flere veje, eller i et helt kvarter. Ved hjælp af fysiske og visuelle virkemidler (fx bump, midterheller, belægningsskift) samt skiltning udformes vejen, så trafikken i højere grad afvikles på de lette trafikanters og lokalmiljøets præmisser.

Sammensætningen af fartdæpende tiltag og øvrige virkemidler ved trafiksanering er forskellig afhængig af vejklasse (lokalvej henholdsvis trafikvej) og vejens trafikintensitet. I afsnittet 4.5 *Hastighedsdæpende foranstaltninger* beskrives effekterne af fartdæpende tiltag nærmere.

I praksis udføres trafiksanering ofte på lokalveje (lav trafikintensitet), mens det er på trafikvejene (høj trafikintensitet), at trafiksanering kan medføre store forbedringer af trafiksikkerheden.

Trafiksanering har indtil nu mest været gennemført på veje med 1-3 spor beliggende i byområde med en hastighedsbegrænsning på 50-80 km/t. Ud over forskellige typer af midterrabat og signalreguleringer er der endnu ikke eksperimenteret tilstrækkeligt med designet for veje med 4 eller flere kørespor, til at man har fundet velfungerende koncepter.

Om en vej er relevant at sanere afhænger af ulykkesforekomsten og af lokale vurderinger, hastighedsniveau, tryk mv.

Effekt

Forskellige typer af trafiksaneringer i byområder, bestående af fysiske og visuelle fartdæmpere kombineret med en reduktion/anbefalet reduktion i hastighedsbegrænsningen, medfører et fald i antal ulykker og personskader på mellem 20 % og 38 % /1/. Sikkerhedsgevinsten afhænger i høj grad af faldet i gennemsnits-hastighed; jo større fald i hastighed, desto større fald i ulykker og personskader /1, 2, 3, 4/.



Det skal bemærkes, at korrekt udformning af fartdæmpere og placering af udstyr, fx steler, er vigtig for at undgå påkørsler heraf – både af hensyn til motorkøretøjer og cykler/knallerter.

På baggrund af de ovenfor nævnte effektstudier, såvel danske som udenlandske, antages virkningen af trafiksanering på veje i byzoner at være:

Trafiksanering Byzone Effekt (%)	Alle ulykker
Alle ulykker	-26
Personskadeulykker	-29
Materielskadeulykker	-25
Personskader	-29
Dræbte	-29
Alvorlig	-29
Let	-29

Effekt (%) af trafiksanering på veje i byzone (veje med 1, 2 eller 3 spor og hastighedsbegrænsning 50-70 km/t).

Øvrige forhold

- Trafiksanering medfører oftest, at rejsehastigheden for biltrafikken reduceres, mens det bliver nemmere for trafikanter at krydse den sanerede vej /1/.
- Ændret fart vil normalt medføre ændring i støj og luftforurening. Man har typisk fundet et fald i støjniveauet på ca. 1-6 dB(A), mens luftforureningen oftest synes upåvirket /1/.
- En trafiksanering kan også betyde ændringer i vejens kapacitet, men dette afhænger i store træk af, hvordan krydsene udformes /1/.
- Trafiksanering af veje med lastbil- og især bustrafik kan afhængig af udformningen af de fartdæmpende foranstaltninger være til gene for chaufførerne. Bump skal opfylde visse krav for at være lovlige.
- Omkostningerne for trafiksanering afhænger i høj grad af designet.

Referencer

1. Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og M. Sørensen (2009): The Handbook of Road Safety Measures. Second edition, Emerald Group Publishing Ltd., Bingley, Storbritanien
2. Herrstedt, L., Kjemtrup, K., Borges, P. og P. S. Andersen (1993): Bedre trafikmiljø – Et idékatalog. Vejdirektoratet, rapport 106
3. Jensen, S. U. (2007): Trafiksanering - en sikker løsning. Dansk Vejtidskrift, nr. 9
4. Wellis, W., Greibe, P., Andersson, P. K., Lund, B. la C., Ágústsson, L. og B. W. Pedersen (2004): 21 miljøprioriterede byggenemfarer – Den trafiksikkerhedsmæssige effekt. Vejdirektoratet, rapport 281

4.17 Vejbelysning

revideret 2023

Funktion og udformning

Hvis antallet af trafikulykker i mørke på en vejstrækning eller i et kryds er forholdsvis stort, er det oplagt at overveje, om etablering af vejbelysning kan forbedre trafiksikkerheden.

Som regel belyses alle trafikarealer i bymæssige områder, derimod belyses veje beliggende i åbent land som udgangspunkt ikke, idet vejbelysningen begrænses til at omfatte konfliktarealer, som signalregulerede kryds, rundkørsler og enkelte andre arealer /1/. Vejreglerne for vejbelysning beskriver en række belysningsklasser, der bør anvendes afhængigt af vejtype og færdselsareal. Belysningsklassen specificerer, hvilke arealer på og ved vejen, stien eller pladsen, der skal belyses og hvor meget. Dette angives ved hjælp af lystekniske parametre som luminans, belysningsstyrke og regelmæssighed /1/.

Af hensyn til påkørselsrisikoen bør eftergivelige master anvendes, medmindre masterne er placeret bag autoværn eller uden for vejens sikkerhedszone /2/.

Generelt er det hensigtsmæssigt, at vejbelysningen udstrækkes, så den ikke ophører umiddelbart før kryds, kurver eller ændringer af vejens tværprofil.

Effekt

Etablering af vejbelysning på en vejstrækning kan forbedre trafiksikkerheden markant, især hvis andelen af ulykker i mørke er høj. Sikkerhedseffekter af etablering af vejbelysning er særdeles veldokumenterede og baseret på 37 større studier fra 1948-1989 /3/ og på 35 større studier fra 1994-2020 /4/.

Ud fra de ældre studier findes, at etablering af vejbelysning på tidligere ubelyste vejstrækninger reducerer antallet af dødsulykker i mørke med 65 %, mens antallet af person- og materielskadeulykker i mørke reduceres med hhv. 29 og 17 % /3/. Samlet ses et fald i ulykker i mørke på 23 %, og dette fald er meget ensartet på diverse vejtyper, da faldet er 23 % på motorveje, 26 % på landeveje og 22 % på veje i byer /3/.

Ud fra de nyere studier findes, at etablering af vejbelysning reducerer antallet af dræbte og alvorlige skader i mørke med 49 %, mens antallet af personskadeulykker i mørke falder med 21 %, og det samlede antal



ulykker i mørke reduceres med 16 % /4/. Resultaterne tyder på, at der ikke er systematiske forskelle i effekterne afhængig af vejtype, og effekterne er også meget ens for hhv. strækninger og kryds /4/. Kun få studier har rapporteret resultater for ulykker i dagslys, men de viser en signifikant stigning i antallet af ulykker i dagslys på 5 %, hvilket kan skyldes metodiske svagheder /4/.

På baggrund af resultaterne fra både ældre og nyere studier anslås effekten af etablering af vejbelysning på strækninger og i kryds til at være ca.:

Vejbelysning By- og landzone Effekt (%)	Alle ulykker i mørke
Alle ulykker	-20
Personskadeulykker	-25
Materielskadeulykker	-15
Personskader	-30
Dræbte	-65
Alvorlig	-40
Let	-20

Effekt (%) på ulykker og personskader i mørke ved anlæg af vejbelysning på strækninger og i kryds.

Virkningen på fodgængerulykker og motorcykelulykker er højere end på andre typer af ulykker i mørke /4/. Virkningen på cykelulykker er derimod uklar /4/.

På de dele af motorvejs- og landevejsnettet, som ikke har vejbelysning, sker omkring 30 % af ulykkerne og ca. 35 % af personskaderne i mørke /5, 6/. Effekten af etablering af vejbelysning på alle ulykker i mørke, tussmørke og dagslys kan derfor beregnes til i gennemsnit at være en reduktion på ca. 6 %, mens reduktionen i personskader anslås til ca. 10 %.

Øvrige forhold

- Vejbelysning øger biltrafikkens hastighed med ca. 3 % /4/.
- Vejbelysning medfører mindre kriminalitet og utryghed og gør det nemmere at finde vej /4/.
- Vejbelysning er forbundet med væsentlige anlægs-, drifts- og vedligeholdelsesudgifter og øget energiforbrug. I /4/ er groft skitseret en metode til at foretage en samfundsøkonomisk afvejning mellem disse ulemper og de sikkerhedsmæssige fordele. De angivne resultater kan imidlertid ikke direkte overføres til danske forhold.

Referencer

1. Vejregler (2020): Håndbog: Vejbelysning. Vejdirektoratet
2. Vejregler (2021): Håndbog: Eftergivelige master. Vejdirektoratet
3. Elvik, R. (1995): Meta-Analysis of Evaluations of Public Lighting as Accident Countermeasure. Transportation Research Record 1485, pp. 112-123
4. Elvik, R. og A. Høye (2021): Trafikksikkerhetshåndboken – kapitel 1.18 Vegbelysning. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt
5. Jensen, S. U. (2015): Uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer og værktøjer for strækninger – Motorvejsnettet. Trafitec
6. Jensen, S. U. (2017): Uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer og værktøjer for landevejsnettet – Kryds og strækninger i det åbne land. Trafitec

5. Kryds i by og åbent land

5.1 Forbedrede oversigtsforhold i kryds

2023

Funktion og udformning

Oversigtsforhold i kryds kan forringes af a) faste objekter (fx beplantning, bygninger, jordvolde, osv.), b) flytbare objekter (fx containere, parkerede biler, osv.) og c) andre trafikanter. I dette afsnit gives eksempler på, hvad virkemidler til forbedring af oversigtsforhold i kryds kan betyde for sikkerheden ved håndtering af både faste og flytbare objekter samt andre trafikanter.

Sigtlængde og oversigtsforhold i øvrigt påvirker sammen med hastighed på trafikstrømme, som der skal viges for, hvor lang tid den vigepligtige trafikant har til at udføre sin ønskede manøvre gennem krydset. Det er muligt at beregne en mindste nødvendig sigtlængde.

Hvis den faktiske sigtlængde er mindre end den mindste nødvendige sigtlængde, er der tale om permanente dårlige oversigtsforhold. Flytbare objekter og andre trafikanter kan give anledning til midlertidige dårlige oversigtsforhold, der kan vare fra få sekunder til mange timer.

Andre trafikanter kan give dårlige oversigtsforhold fx i kryds. Her kan venstresvingende køretøjer hindre oversigten for et modstående venstresvingende køretøj i prioriterede og signalregulerede F-kryds (firevejskryds). En løsning kan være at etablere en delehelle med eller uden kantstensafgrænsning mellem nabosporet og venstresvingssporet /1/.



Flytbare objekter kan give dårlige oversigtsforhold i kortere eller længere tid, fx parkerede biler nær kryds. Parkerede biler kan hindre oversigten både i signalregulerede og prioriterede kryds samt i ind-/udkørsler. Det kan især være et problem på større gader i byområder, hvor afstanden mellem kryds er beskeden. Parkeringsforbud påvirker dog ikke alene ulykker, der kan relateres til dårlige oversigtsforhold, men også fx ulykker med parkerende og parkerede køretøjer involveret. Parkeringsforbud på større gader kan føre til, at der parkeres mere i sidegader, hvilket resulterer i flere svingmanøvrer og som følge heraf flere ulykker i kryds samt flere parkeringsulykker i sidegader.

I kryds med permanente dårlige oversigtsforhold kan fjernelse af fx beplantning medvirke til, at den mindste nødvendige sigtlængde skabes. Eksempelvis har dette vist sig at være et sikkerhedsmæssigt gunstigt tiltag i prioriterede kryds.

Effekt

Det vil være meget omfattende at vise effekter af alle virkemidler til at forbedre oversigtsforhold i kryds. Derfor er det valgt at fokusere på tre eksempler.

Der er fundet tre før-efter ulykkesevalueringer af etablering af delehelle i form af afmærket spærreflade (slips) ved venstresvingsspor i både prioriterede og signalregulerede kryds /2, 3, 4/. Disse er baseret på i alt 8.110 ulykker i 126 kryds i USA og viser, at etableringen af slips ved venstresvingsspor medførte et fald i antallet af ulykker på 2 %, herunder et fald i antallet af personskadeulykker på 6 % og en stigning i antallet af materielskadeulykker på 2 % i krydsene. Effekterne er relativt ens i de tre studier. På baggrund heraf vurderes effekten af slips ved venstresvingsspor i kryds at være som angivet i nedenstående tabel.

Slips ved venstresvingsspor By- og landzone Effekt (%)	Alle ulykker
Alle ulykker	-2
Personskadeulykker	-6
Materielskadeulykker	+2
Personskader	-6
Dræbte	-6
Alvorlig	-6
Let	-6

Effekt (%) af etablering af slips ved venstresvingsspor i prioriterede og signalregulerede kryds.

Baseret på 12 tidligere studier finder Elvik, at parkeringsforbud i gader medfører et fald i antallet af personskadeulykker på 19 % og et fald i antallet af materielskadeulykker på 41 % /5/. Det anføres, at mange af studierne er metodisk svage, og parkeringsforbud i mange tilfælde har været kombineret med andre tiltag. Det er derfor ikke muligt præcist at anslå effekten kun af parkeringsforbud. Det er ikke angivet, om effektopgørelsen er gældende for både strækninger og kryds i de gader, hvor parkeringsforbud er indført, ej heller er det angivet om tilstødende sidegader indgår. På baggrund heraf vurderes, at det er uklart, hvad effekten af parkeringsforbud nær kryds og ind-/udkørsler er. Ud fra et forsigtighedsprincip sættes effekterne til at være ca. halvdelen af Elvik's estimerede effekter, som vist i tabellen herunder.

Parkeringsforbud Byzone Effekt (%)	Alle ulykker i prioriterede og signalregulerede kryds samt ind-/udkørsler
Alle ulykker	-15
Personskadeulykker	-10
Materielskadeulykker	-20
Personskader	-10
Dræbte	-10
Alvorlig	-10
Let	-10

Effekt (%) af etablering af parkeringsforbud nær kryds og ind-/udkørsler i byområder.

Baseret på syv tidligere studier finder Høye, at forbedring af oversigtsforholdene i prioriterede og signalregulerede kryds, hvor fx beplantning fjernes for at skabe længere sigt, medfører et fald i antallet af personskadeulykker på 3 % og et fald i antallet af materielskadeulykker på 16 % /6/. Det anføres, at en mulig forklaring på den beskedne virkning på personskadeulykker er, at trafikanterne tilpasser sin adfærd til oversigtsforholdene i kryds og kører hurtigere, når sigten er god. På baggrund heraf vurderes effekten af forbedring af oversigtsforholdene i prioriterede og signalregulerede kryds at være, som angivet i nedenstående tabel.

Forbedring af oversigtsforhold By- og landzone Effekt (%)	Alle ulykker
Alle ulykker	-10
Personskadeulykker	-3
Materielskadeulykker	-16
Personskader	-3
Dræbte	-3
Alvorlig	-3
Let	-3

Effekt (%) af forbedring af oversigtsforholdene, så den mindste nødvendige sigtlængde skabes i prioriterede og signalregulerede kryds.

Referencer

1. Vejregler (2019): Håndbog: Signalregulerede vejkryds i åbent land. Vejdirektoratet
2. Persaud, B., Lyon, C., Eccles, K., Lefler, N. og F. Gross (2009): Safety Evaluation of Offset Improvements for Left-Turn Lanes. Report FHWA-HRT-09-035, Federal Highway Administration, Washington DC, USA
3. Naik, B., Appiah, J., Khattak, A. J. og L. R. Rilett (2009): Safety Effectiveness of Offsetting Opposing Left-Turn Lanes: A Case Study. Journal of the Transportation Research Forum, vol. 48, no. 2, pp. 71-82
4. Khattak, A. J., Naik, B. og V. Kannan (2004): Safety evaluation of left-turn lane width at intersections with opposing left-turn lanes. Report SPR-P1(03)P554, University of Nebraska, Lincoln, USA
5. Elvik, R. (2021): Trafikksikkerhetshåndboken – kapitel 3.15 Stans- og parkeringsregulering. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt
6. Høye, A. (2008): Trafikksikkerhetshåndboken – kapitel 1.7 Endret geometrisk utforming av kryss. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt

5.2 Forsætning af F-kryds

2014

Funktion og udformning

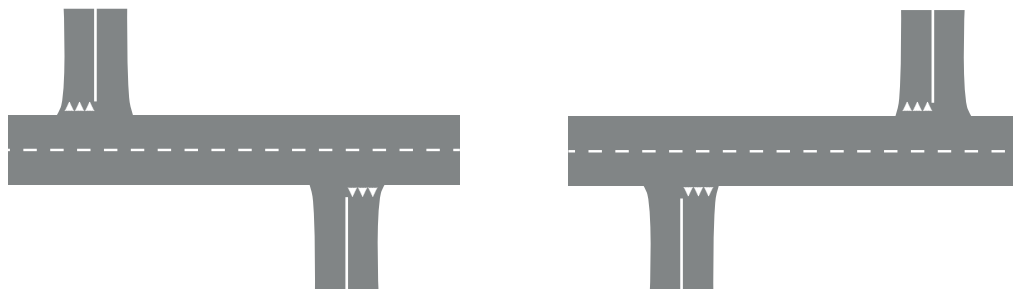
Vigepligtsregulerede F-kryds (firevejskryds) er generelt forbundet med markant større ulykkesrisiko end vigepligtsregulerede T-kryds. I F-kryds er antallet af konfliktpunkter mellem de forskellige trafikstrømme markant større end i T-kryds, hvilket gør F-kryds mere komplekse. Derfor anbefales det at undgå vigepligtsregulerede kryds med mere end 3 ben /1/.

I vigepligtsregulerede F-kryds er der risiko for, at især lokalkendte trafikanter ikke overholder deres vigepligt, men kører gennem krydset uden tilstrækkelig orientering. Det kan skyldes, at de ofte har oplevet, at de ikke skulle vige for gennemkørende trafik på primærvejen. Tilsvarende er der risiko for, at ikke-lokalkendte trafikanter på sekundærvejen ikke erkender krydset og derfor ikke overholder deres vigepligt. Begge forhold øger risikoen for tværkollisioner.

Ved forsætning af F-kryds opdeles krydset til to T-kryds, hvorved sekundærtrafikanter tvinges til at foretage en svingmanøvre uanset, hvilken retning de skal fortsætte i. Det kan samtidig være medvirkende til at tydeliggøre krydset for trafikanter fra sekundærvejen. I /2/ anbefales det, at afstanden mellem de to kryds i de forsatte kryds ikke er mindre end 30-40 m.

Kryds kan ombygges til henholdsvis højre- og venstreforsatte kryds. Højreforsætning af kryds medfører ofte behov for at etablere venstresvingsspor på primærvejen, da trafikanter, der kører mellem sekundærvejene, efter ombygningen skal gennemføre et venstresving fra primærvejen. Behovet for at etablere venstresvingsspor vil typisk være mindre ved venstreforsætning af kryds, idet ændringen her betyder, at trafikanter mellem sekundærvejene pålægges et højresving fra primærvejen.

Ved forsætning af kryds skal der tages hensyn til, at forsætningen kan give sidevejen et kurvet forløb frem mod krydset, hvilket kan medføre sen erkendelse af krydset.



Principskitse af henholdsvis venstreforsat og højreforsat kryds /2/.

Effekt

I den norske trafiksikkerhedshåndbog opgøres effekten af at ombygge vigepligtsregulerede F-kryds til forsatte kryds til i høj grad at være afhængig af forholdet mellem trafikmængden på sidevejen og den samlede trafikmængde i krydset. Effekterne er baseret på ældre studier. Hvis sidevejstrafikkens andel er lav (< 15 %), er effekten af ombygningen negativ. Tiltaget har en positiv sikkerhedseffekt ved højere andele af sidevejs- trafik /3/.

Baseret på den norske trafikksikkerhedshåndbog vurderes den sikkerhedsmæssige effekt af forsætning af F-kryds til to T-kryds som vist i tabellen:

Forsætning af F-kryds Landzone Effekt (%)	Alle ulykker			
	Lille sidevejstrafik (<15%)	Middel sidevejstrafik (15-30%)	Stor sidevejstrafik (>30%)	Alle
Alle ulykker	+25	-15	-20	-10
Personskadeulykker	+35	-25	-33	-20
Materielskadeulykker	+15	0	-10	+3
Personskader	+35	-25	-33	-20
Dræbte	+35	-25	-33	-20
Alvorlig	+35	-25	-33	-20
Let	+35	-25	-33	-20

Effekt (%) af forsætning af F-kryds til to T-kryds i åbent land /3/.

En ældre dansk analyse af forsætning i 17 F-kryds, hvoraf de fleste var venstreforsatte, angiver, at antallet af personskadeulykker faldt med 73 %, mens antallet af materielskadeulykker faldt med 57 %. Desuden var antallet af tilskadekomne per ulykke lavere efter ombygningerne. Undersøgelsen tog ikke hensyn til regres-sionseffekten /4/.

Ældre undersøgelser indikerer, at venstreforsætning af kryds giver en positiv sikkerhedsmæssig effekt, mens højreforsætning af kryds giver en negativ sikkerhedsmæssig effekt. Effekterne er dog ikke signifikante /5/.

Øvrige forhold

- Lukning af den ene tilslutning i F-kryds kan være et relevant alternativ til forsætning af kryds, hvis trafikken kan afvikles ad alternative ruter.
- Den gennemsnitlige ventetid for krydsning af primærvejen reduceres ved højreforsætning og øges ved venstreforsætning af kryds, når ventetiden sammenlignes med F-kryds /6/.
- Højreforsatte kryds medfører større forstyrrelser af trafikken på primærvejen end venstreforsatte kryds /6/.
- Prisen på forsætning af F-kryds varierer meget i forhold til behov for svingbaner, vejens forløb og omgivelser mv.

Referencer

1. Vejregler (2011): Håndbog. Trafikksikkerhedsprincipper. Vejdirektoratet
2. Vejregler (2012): Planlægning af vejryds i åbent land. Vejdirektoratet
3. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafikksikkerhedshåndboken. 4. udgave. Transportøkonomisk Institutt
4. Nordjyllands Amt (1999): Effektanalyse af 17 forsatte kryds
5. Brüde, U. og Larsson, J. (1987): Före-efter studier avseende olyckor i landsbygdkorsningar ingående i "Korsningsinventering 1983". VTI-rapport 545. VTI
6. Mahalel, D., Craus J. og Polus A. (1986). Evaluation of Staggered and Cross Intersections. Journal of Transportation Engineering, vol. 112, pp. 495-506

5.3 Forvarsling af stop- eller vigepligt

2010

Funktion og udformning

Forvarsling af stop- eller vigepligt består af skiltning eller afmærkning på kørebanen. Afmærkning på kørebanen kan eksempelvis være i form af et symbol eller et rumlefelt.

Forvarsling skal ifølge vejreglerne etableres, hvor trafikken på en hovedvej pålægges ubetinget vigepligt, eller hvis B11 tavlen Ubetinget vigepligt ikke kan ses inden for de hastighedsafhængige afstande, som er angivet i Vejregler for færdselstavler, og krydset ikke er forvarslet med orienteringstavle. Forvarsling af stop- eller vigepligt bør etableres, hvor forholdene i øvrigt taler for det, fx på veje med hurtigkørende trafik eller med mere end to vognbaner op i mod krydset /1/.

Forvarsling af B13 Stop skal foretages med B11 Ubetinget vigepligt med undertavle UB11,1. Afstanden til krydset skal angives på undertavlen.

Forvarsling af stop- eller vigepligt etableres 50-250 m før krydset. Nærmere beskrivelse omkring forvarsling af stop eller vigepligt findes i Vejregler. Færdselsregulering. Færdselstavler. Hæfte 2 – Vigepligtstavler /1/.

Effekt

Forvarsling har god effekt på steder, hvor vigepligtige trafikanter overser krydset og/eller overser, at de har vigepligt.

Etablering af forvarsling afmærket på kørebanen op til kryds er fundet til at forebygge ca. 15 % af alle ulykker og personskader /2, 3, 4/. Der er tegn på, at effekten af et rumlefelt er større end effekten af et symbol. I The Handbook of Road Safety Measures /2/ er virkningen af rumlefelter på antallet af krydsulykker fundet til -25 %.



Effekt af forvarsling af stop- eller vigepligt afmærket på kørebanen vurderes ud fra ovenstående kilder at være som angivet i nedenstående tabel.

Forvarsling By- og landzone Effekt (%)	Alle krydsulykker
Alle ulykker	-15
Personskadeulykker	-15
Materielskadeulykker	-15
Personskader	-15
Dræbte	-15
Alvorlig	-15
Let	-15

Effekt (%) af etablering af forvarsling af stop- eller vigepligt. De angivne effekter gælder afmærkning på kørebanen og evt. yderligere skiltning op til både T- og F-kryds (firevejskryds) i by- henholdsvis i landzone.

Øvrige forhold

- Rumlefelter bør ikke benyttes i nærheden af beboelse, da de erfaringsmæssigt kan give anledning til støjgener.

Referencer

1. Vejdirektoratet, Vejregelrådet (2006): Færdselstavler. Hæfte 2 – Vigepligtstavler. Vejdirektoratet
2. Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og M. Sørensen (2009): The Handbook of Road Safety Measures. Second edition, Emerald Group Publishing Ltd., Bingley, Storbritanien
3. Gross, F., Jagannathan, R., Persaud, B., Lyon, C., Eccles, K., Lefler, N. og R. Amjadi (2008): Safety Evaluation of STOP AHEAD Pavement Markings. Turner-Fairbank Highway Research Center, rapport FHWA-HRT-08-045, McLean, USA
4. Zwahlen, H. T. (1998): Stop Ahead and Stop Signs and Their Effect on Driver Eye Scanning and Driving Performance. Transportation Research Record 1168, pp. 16-24, Transportation Research Board, Washington DC, USA

5.4 Lokal hastighedsbegrænsning i kryds mv.

2023*

Funktion og udformning

Lokal hastighedsbegrænsning etableres med formålet at nedbringe hastigheden, så ulykkes- og skadesrisikoen mindskes på en afgrænset lokalitet, hvor ulykkesrisikoen vurderes særlig høj, eller hvor der er behov for at øge trygheden. Det kan være i forbindelse med kryds i åbent land, ved skoler, i forbindelse med kurvet vejforløb etc. Den lokale hastighedsbegrænsning kan etableres permanent med faste tavler, tavle C55, eller periodevis med variable tavler, fx ved detektering af trafik på sideveje eller ved komme-/gå-tider på en skole.

Reduktioner i hastighedsniveauet medfører en reduktion i såvel antallet af ulykker som antallet af personskader, hvor hastighedsreduktionerne i særlig grad har en gunstig effekt på dødsulykker og alvorlige personskadeulykker /1/.

Virkningen på trafikanternes hastighedsvalg er betinget af omfanget hvori, at trafikanterne opfatter hastighedsbegrænsningen som aktuel, rimelig og velbegrundet /2/. Ydermere kan tiltagets effekt på hastighedsniveauet aftage i takt med, at de lokale hastighedsbegrænsninger udrulles til større dele af vejnettet.

Etablering af lokal hastighedsbegrænsning på 60 km/t eller 70 km/t kan prioriteres i kryds i åbent land:

- hvor der ikke er tilstrækkelig oversigt
- hvor der er dimensioneret til lavere hastigheder end den generelle hastighedsgrænse på vejstrækningen
- hvor der er høje ulykkesforekomster, særligt ulykkesbelastede kryds med et diffust ulykkesbillede

Sænkninger af hastighedsgrænsen til under 70 km/t forbeholdes kryds med en særlig forøget ulykkesrisiko, og hvis muligt understøttet med supplerende skiltning, der begrundes den lavere hastighedsgrænse. Det kunne eksempelvis være dårlige oversigtsforhold, tavle A11.

Signalregulerede kryds i åbent land må ikke etableres i kryds med tilladt hastighed større end 70 km/t /3/, og om kryds i ét plan i åbent land anføres det, at hastigheden bør være lavere i krydset end på strækningen /4/.

**Der er tale om en sammenskrivning af afsnittene "Variable hastighedstavler" og "Hastighedsbegrænsning i kryds i åbent land" fra versionen fra 2014. Effekterne er ikke opdateret i forhold til versionen fra 2014, men beskrivelserne af tiltagene er væsentlig justeret som følge af sammenskrivningen.*



Variable hastighedstavler er elektroniske, lysende tavler, som gør det muligt at variere hastighedsgrænsen over tid. De er mere iøjnefaldende end almindelige faste tavler, og de tiltrækker i højere grad trafikanternes opmærksomhed. Når tavlerne ikke er aktiverede, er de sorte. Variable hastighedstavler kan opsættes omkring kryds eller på udvalgte vejstrækninger, fx hvor den lokale ulykkesrisiko periodevis er forøget, og bidrage til, at såvel den forøgede ulykkesrisiko som skadesrisikoen reduceres.

Undersøgelser viser, at trafikanterne har større respekt for variable hastighedstavler /5/. Typisk vil der derfor kunne opnås større hastighedsreduktioner ved opsætning af variable hastighedstavler end med anvendelse af almindelige faste tavler. Effekten synes betinget af, om de variable hastighedstavler i højere grad end almindelige faste tavler opfattes som retvisende.

Effekten af variable hastighedstavler kan forstærkes ved undertavler, som angiver årsagen til, at hastighedsgrænsen reduceres /6/. Informationen, der gives, skal være aktuel og troværdig set i forhold til vejens standard og den trafikale situation /2/.

Særligt to typer af variable hastighedstavler er relevante i denne sammenhæng:

- 1) Variable hastighedstavler, hvor hastighedsgrænsen varieres mellem prædefinerede tidsrum. Denne variant er i Danmark anvendt omkring skoler, hvor hastighedsgrænsen typisk sænkes fra 60 eller 50 km/t til 40 km/t i tidsrummene omkring skolestart og skoleophør. Tiltaget indføres af hensyn til børnenes sikkerhed, idet særligt de mindre skolebørn kan have problemer med at vurdere hastigheder og afstande.
- 2) Variable hastighedstavler i kryds med sidevejsdetektering. Varianten har til formål at reducere hastigheden ved kryds på veje i åbent land. Den variable hastighedstavle aktiveres, når der detekteres sidevejs trafik eller venstresvingende trafik fra primærvejen. Tiltaget er relevant omkring kryds i åbent land med forøget ulykkesrisiko, eksempelvis som konsekvens af høje hastigheder på primærvejen og/eller dårlige oversigtsforhold.

Effekt

Den sikkerhedsmæssige effekt af at indføre lokale hastighedsbegrænsninger beskrives i stigende grad på baggrund af målinger af hastighedsniveauet før og efter implementeringen af den lokale hastighedsbegrænsning, og i mindre grad ud fra egentlige ulykkesevalueringer. Effekterne på ulykkes- og skadesfrekomster beskrives i stedet ud fra de målte ændringer i middelhastigheden ved hjælp af den såkaldte potensmodel /1/.

Permanente hastighedsbegrænsninger

I Norge er der gennemført målinger på, hvor meget gennemsnitshastighederne i gennemsnit ændres ved forskellige ændringer i hastighedsbegrænsningen /7/. De norske evalueringer viser, at i tilfælde, hvor hastighedsbegrænsningen reduceres med 10 km/t, falder gennemsnitshastigheden med 2,5 km/t, mens gennemsnitshastigheden reduceres med 7,5 km/t i tilfælde, hvor hastighedsbegrænsningen nedsættes med 20 km/t.

Med henblik på at opgøre den sikkerhedsmæssige effekt af lokal hastighedsbegrænsning fx i kryds i åbent land under danske forhold er potensmodellen anvendt, idet det forudsættes, at de faktiske gennemsnitshastigheder reduceres med 2,5 km/t, når hastighedsbegrænsningen nedsættes med 10 km/t, og med 7,5 km/t, når hastighedsbegrænsningen nedsættes med 20 km/t.

For at kunne estimere den forventede effekt er det ydermere nødvendigt at kende gennemsnitshastigheden før sænkningen af hastighedsbegrænsningen. Vejdirektoratets hastighedsbarometer indikerer, at gennemsnitshastigheden på landeveje ligger ca. 3 % over den generelle hastighedsbegrænsning på 80 km/t.

De forventede effekter af hastighedsbegrænsning i kryds er derfor estimeret under forudsætning af, at gennemsnitshastigheden ligger 3 % over hastighedsgrænsen på de lokaliteter, hvor tiltaget implementeres. Dette giver følgende effekter:

Lokal hastighedsbegrænsning Landzone, faste tavler Effekt (%)	Alle ulykker		
	90 km/t - 80 km/t	80 km/t - 70 km/t	80 km/t - 60 km/t
Alle ulykker	-4	-4	-13
Personskadeulykker	-4	-5	-14
Materielskadeulykker	-4	-4	-13
Personskader	-6	-7	-19
Dræbte	-12	-13	-35
Alvorlig	-9	-10	-28
Let	-4	-4	-12

Effekt (%) af lokal hastighedsbegrænsning i åbent land fx i kryds. Effekterne er estimeret ved hjælp af potensmodellen ud fra en middelhastighed 3 % over hastighedsgrænsen før etablering og henholdsvis en reduktion på 2,5 km/t ved nedskiltning med 10 km/t og 7,5 km/t ved nedskiltning med 20 km/t.

De opgjorte effekter er retvisende for den forventede effekt af lokal hastighedsbegrænsning i åbent land under forudsætning af, at de forudsatte reduktioner i hastighedsniveauet er repræsentative for ændringerne i hastighedsniveauet under danske forhold. Bemærk at det i højere grad er de forventede ændringer i gennemsnitshastigheder på hhv. 2,5 km/t og 7,5 km/t frem for hastighedsniveau i førperioden, der har betydning for størrelsen af effekterne.

Variable hastighedstavler

To danske studier har undersøgt effekterne af variable hastighedstavler ved tre skoler. Ved den ene skole reduceredes hastighedsgrænsen fra 50 km/t til 30 km/t i de tidsrum om morgenen og midt på dagen, hvor skolepatruljen var indsat. Hastighedsmålinger før og efter opsætningen af de variable hastighedstavler viste en nedgang i bilernes gennemsnitshastighed på 20 % fra 40 km/t til 32 km/t /8/. For de to øvrige skoler, hvor hastigheden sænkedes fra henholdsvis 60 km/t til 50 km/t og fra 50 km/t til 40 km/t var gennemsnitshastighederne omkring 20-30 % lavere i de tidsrum, hvor tavlerne var tændte set i forhold til perioderne, hvor de ikke var tændte, idet hastighedsreduktionerne var størst om morgenen /9/. I en norsk evaluering omfattende variable hastighedstavler ved ni skoler blev der påvist en reduktion i gennemsnitshastigheden på 11 % fra 57 km/t til 51 km/t /7/.

I fire danske evalueringer beskrives effekterne af at opsætte dynamiske hastighedstavler i kryds, hvor hastighedsgrænsen varieres ved detektering af sidevejstrafik. Evalueringerne omfatter i alt syv lokaliteter og indbefatter varierende ændringer i hastighedsgrænsen. Evalueringerne er gennemført på baggrund af hastighedsmålinger, men der er variation i måden, som hastighedsmålingerne blev gennemført på, herunder i hvilken afstand fra krydset målingen blev gennemført. Ydermere er der variationer i måden, hvorpå effekterne på hastigheden opgøres. Effekterne beskrives dog i overvejende grad ved forskellen i middelhastigheden efter etableringen, når tavlen er slukket, og når tavlen er tændt. Ændringerne i middelhastighederne varierer fra en reduktion på 2 km/t til 15 km/t /2, 10, 11, 12/. En dansk undersøgelse af etablering af variable tavler ved sidevejsdetektering i 11 kryds fandt et ikke-signifikant fald i antallet af ulykker (alle ulykker) på 8 % eller 17 % afhængig af håndtering af regressionseffekten /13/.

Anvendes ændringen i middelhastigheden med tavle slukket og tavle tændt, bør den sikkerhedsmæssige effekt opgøres i forhold til de ulykker, der i førsituationen indtraf i trafikale situationer, hvor tavlerne ville have

været aktiveret. Under forudsætning af, at etablering af variable hastighedstavler ved skoler reducerer gennemsnitshastigheden med 15 % (når tavle er tændt), og variable hastighedstavler med sidevejsdetektering reducerer hastigheden med 5 % (samlet set), kan de sikkerhedsmæssige effekter ved anvendelse af potensmodellen opgøres som følger:

Variable hastighedstavler By- og landzone Effekt (%)	Variable hastighedstavler ved skoler (effekt gælder alle ulykker i aktiveringsperioden)	Variable hastighedstavler – kryds i åbent land med sidevejsdetektering (alle ulykker)
Alle ulykker	-23	-8
Personskadeulykker	-23	-8
Materielskadeulykker	-23	-8
Personskader	-30	-10
Dræbte	-50	-20
Alvorlig	-40	-15
Let	-20	-7

Effekt (%) af variable hastighedstavler. Estimeret ud fra kortlagte ændringer i hastighedsniveauet og potensmodellen /1/.

Øvrige forhold

- Der stilles høje krav i forhold til datakvalitet, opetid og driftsforstyrrelser for variable hastighedstavler. Det gælder i særdeleshed tavler til sidevejsdetektering, hvor hyppige fejl kan svække trafikanternes tillid til systemet og påvirke efterlevelsen.
- Lokal hastighedsbegrænsning med variable hastighedstavler er forbundet med væsentlige anlægsomkostninger og løbende omkostninger til drift og vedligeholdelse, mens udgifter til anlæg og drift af faste tavler er relativt små.

Referencer

1. Elvik, R. (2009): The Power Model of the relationship between speed and road safety: Update and new analysis. TØI rapport 1034/2009. Transportøkonomisk Institutt
2. Herrstedt, L. og la Cour Lund, B. (2006): Hastighedstilpasning: Evaluering af forsøg med brug af VMS-tavler. Trafitec
3. Vejdirektoratet (2023): Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning. BEK nr 426 af 13/04/2023, Transportministeriet
4. Vejregler (2012): Håndbog: Planlægning af vejkryds i åbent land. Anlæg og Planlægning. Vejdirektoratet
5. Steinhoff, C., Keller, H., Kates, R., Färber, B. og Färber, B. (2000): Driver Perceptions and the Effectiveness of Preventive Traffic Management Strategies. Proceedings: 7th World Congress on Intelligent Systems. Turin, Italy
6. Steinhoff, C., Keller, H., Kates, R. og Färber, B. (2002): Problematik präventiver Schaltungen von Streckenbeeinflussungsanlagen. Heft 853 Straßenbau und Straßenverkehrs Technik. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
7. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafikksikkerhetshåndboken – 4. udgave, Transportøkonomisk Institutt
8. Eriksen, P. J. og Rasmussen, C. S. (2003): Større tryghed – lavere hastighed: Et forsøg med variable hastighedstavler ved Brovst Skole. Proceedings: Trafikdage på Aalborg Universitet 2003, Aalborg
9. Herrstedt, L., Greibe, P. og la Cour Lund, B. (2008): Hastighedstilpasning – Evaluering af VMS tavler C55 på veje ved skoler. Trafitec

10. Pedersen, L. S. (2009): Variable hastighedstavler: Effektundersøgelse af variable hastighedstavler ved kryds på veje i åbent land: Proceedings: Trafikdage på Aalborg Universitet 2009, Aalborg (fagfællebedømt)
11. Herrstedt, L., la Cour Lund, B. og Greibe, P. (2009): Evaluering af VMS tavler. Midlertidig hastighedsreduktion i krydszoner åbent land. Trafitec
12. Jensen, R. G., & Hollen, R. J. (2014). Effekt af VMS-system i åbent land. Trafik og Veje, januar 2014, pp. 4–6
13. Larsen, M. K. og Andersen, C. S. (2017). Trafiksikkerhedseffekten af variable hastighedstavler i åbent land. Trafik og Veje, august 2017, pp. 53–56

5.5 Rundkørsler

revideret 2023

Funktion og udformning

Tiltaget omhandler ombygning af eksisterende kryds til rundkørsel og omhandler ikke ombygning af eksisterende rundkørsler. Rundkørsler kan etableres med ét eller flere cirkulationsspor. Rundkørsler etableres typisk med 3-6 tilfarter.

Ombygning af eksisterende kryds til rundkørsel forbedrer normalt trafiksikkerheden /1, 2, 3/. Forbedringen formodes at skyldes, at motorkøretøjernes hastighed falder på de steder, hvor trafikanter er i konflikt med hinanden, og antallet af konfliktpunkter reduceres ved ombygning af kryds til rundkørsel. Ombygningerne kan også sikre, at trafikanterne lettere erkender krydset. De sikkerhedsmæssige effekter er størst ved ombygning af kryds til rundkørsel i åbent land, hvilket bl.a. skyldes, at faldet i motorkøretøjernes hastighed i konfliktpunkterne er størst i åbent land.

Såvel danske som udenlandske studier viser imidlertid, at ombygning til rundkørsel ofte forringer trafiksikkerheden for cyklister, knallertkørere og motorcyklister /4, 5, 6/. Dette taler for, at ombygning af kryds til rundkørsel i byområde begrænses til kryds med få tohjulede trafikanter, medmindre cykel- og biltrafik separeres ved etablering af separat cykelsti udenfor rundkørselens cirkulationsareal. For rundkørsler med flere cirkulationsspor anbefales det at lade al cykeltrafik foregå på separate stier.

Nyere danske studier af cyklisters sikkerhed i rundkørsler viser, at etablering af rundkørsler med cykelbaner og/eller farvet afmærkning forringer trafiksikkerheden for cyklister /3, 4/. På den baggrund frarådes at designe rundkørsler med cykelbaner samt med blå eller røde afmærkninger for cyklister.



Effekt

Den norske trafikksikkerhedshåndbog indeholder meta-analyser, der sammenfatter den forventede effekt på tværs af 44 evalueringer /1/. Her findes et fald i antallet af ulykker på 38 %, herunder et fald i antallet af dødsulykker på 72 %, personskadeulykker på 47 % og materielskadeulykker på 0 %. Effekten i byområder på alle ulykker er et fald på 30 %, mens den i åbent land er på 68 %. Effekten på alle ulykker af ombygning af T-kryds til rundkørsel er et fald på 18 %, mens ombygning af F-kryds (firevejskryds) til rundkørsel giver et fald på 38 %. Derudover ses, at ombygning af vigepligtsregulerede kryds til rundkørsler giver et fald i antallet af ulykker på 39 %, mens tilsvarende ombygning af signalregulerede kryds giver et fald på 24 % /1/.

Et dansk studie af 332 ombygninger til rundkørsler viser et fald i antallet af ulykker på 37 %, herunder et fald i antallet af dræbte på 87 %, personskadeulykker på 47 % og materielskadeulykker på 29 % /2/. Effekten i byområder på alle ulykker er et fald på 10 %, mens faldet i åbent land er på 57 %. Effekten på alle ulykker af ombygning af T-kryds til rundkørsel er et fald på 21 %, mens ombygning af F-kryds til rundkørsel giver et fald på 40 %. Derudover ses, at ombygning af vigepligtsregulerede kryds til rundkørsler giver et fald i antallet af ulykker på 38 %, mens tilsvarende ombygning af signalregulerede kryds giver et fald på 25 % /2/.

Et andet dansk studie af 149 ombygninger i byområder viser en stigning i antallet af ulykker på 21 %, herunder en stigning i antallet af personskadeulykker på 28 % og i antallet af materielskadeulykker på 18 % /7/. Det findes, at ombygning af vigepligtsregulerede kryds til rundkørsler giver en stigning i antallet af ulykker på 3 %, mens tilsvarende ombygning af signalregulerede kryds giver en stigning på 67 % /7/.

I tillæg hertil viser Vejdirektoratets evaluering af sortpletprojekter på statsvejnettet, at i de tilfælde, hvor ulykkesbelastede kryds ombygges til rundkørsel, reduceres antallet af ulykker i gennemsnit med 51 % og antallet af personskadeulykker med 75 %, når der korrigeres for regression og ulykkesudvikling /8/.

På baggrund af resultater fra /1, 2, 7/ anslås følgende effekter:

Rundkørsel Byzone Effekt (%)	Alle ulykker				
	Alle kryds	T-kryds		F-kryds	
		Vigepligt	Signal	Vigepligt	Signal
Alle ulykker	-5	+15	+30	-15	-0
Personskadeulykker	-10	+10	+25	-20	-5
Materielskadeulykker	-0	+20	+35	-10	+5
Personskader	-20	-0	+15	-30	-15
Dræbte	-45	-25	-10	-55	-40
Alvorlig	-20	-0	+15	-30	-15
Let	-20	-0	+15	-30	-15

Effekt (%) af ombygning af vigepligts- og signalregulerede kryds til rundkørsler i byzone.

Rundkørsel Landzone Effekt (%)	Alle ulykker				
	Alle kryds	T-kryds		F-kryds	
		Vigepligt	Signal	Vigepligt	Signal
Alle ulykker	-60	-55	-40	-65	-50
Personskadeulykker	-75	-70	-55	-80	-65
Materielskadeulykker	-45	-40	-25	-50	-35
Personskader	-80	-75	-60	-85	-70
Dræbte	-90	-85	-70	-95	-80
Alvorlig	-80	-75	-60	-85	-70
Let	-80	-75	-60	-85	-70

Effekt (%) af ombygning af vigepligts- og signalregulerede kryds til rundkørsler i landzone.

Den sikkerhedsmæssige effekt, der realiseres i de enkelte ombygninger, er betinget af en række stedlige og udformningsmæssige karakteristika. Blandt andet anslås, at antallet af ulykker øges, når der er tale om ombygning af vigepligtsregulerede T-kryds i byområde, idet ombygningen dog forventes at medføre en reduktion i antallet af dræbte.

I forlængelse heraf dokumenterer undersøgelserne endvidere følgende /1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10/:

- Den sikkerhedsmæssige effekt af ombygning af kryds til rundkørsel aftager, jo mere trafik, der kører ind i rundkørslen.
- Den sikkerhedsmæssige effekt bliver bedre, jo højere hastighedsbegrænsningen er før ombygningen. Dette er i overensstemmelse med, at etablering af rundkørsel i åbent land generelt giver anledning til større reduktioner i antallet af ulykker og personskader end ombygning til rundkørsel i byområde.
- Ombygning til minirundkørsel og 1-sporet rundkørsel i byområder giver oftest ikke anledning til væsentlige reduktioner i antallet af ulykker og personskader. Trafiksikkerhedsniveauet er nogenlunde det samme i minirundkørsler og 1-sporede rundkørsler i byområder.
- Ombygning af vigepligtsreguleret kryds til rundkørsel giver normalt anledning til større reduktion i antallet af ulykker og personskader, end når signalanlæg ombygges til rundkørsel.
- Vejgrene der står vinkelret på cirkulationsarealet er sikrere end "skæve" vejgrene, og afstanden mellem to vejgrene ved cirkulationsarealet skal gerne være 20 m eller derover. Ulykkesfrekvensen forøges, jo flere vejgrene rundkørslen har.
- Midterøens højde har indflydelse på trafiksikkerheden i 1-sporede rundkørsler, da rundkørsler med 2 m høje eller højere midterøer har en ca. 15 % lavere ulykkesfrekvens end 1-sporede rundkørsler med lave midterøer.
- De sikkerhedsmæssige effekter af ombygning til rundkørsel øges over tid, idet der i en 2-3-årig periode efter ombygningen sker flere eneulykker end på lang sigt.
- Etablering af rundkørsel kan medføre en signifikant stigning i antallet af cykelulykker og antallet af tilskadedekomne cyklister. Særligt udformninger med cykelbane, blå eller rød cykelmarkering i cirkulationsarealet fungerer sikkerhedsmæssigt dårligt for cyklister.
- Bedst sikkerhed for cyklister opnås, når der etableres separat cykelsti udenfor og adskilt fra rundkørselens cirkulationsareal, og hvor cykelstierne krydser de enkelte vejgrene ude af niveau, eller hvor cyklister pålægges vigepligt ved passage af rundkørselens vejgrene.

Øvrige forhold

- Fremkommeligheden for biltrafikken er oftest bedre i rundkørsler end i vigepligtsregulerede kryds, hvis mere end ca. 25 % af den indkørende trafik kommer fra sidevejen. Fremkommeligheden for biltrafikken er også oftest bedre i rundkørsler end i signalregulerede kryds, hvis der er mindre end ca. 2.500 indkørende motorkøretøjer pr. time.
- I situationer, hvor fremkommeligheden er bedst i rundkørsler, er der også miljømæssige gevinster (mindre støj og mindre luftforurening) at hente.
- Fremkommeligheden for fodgængere kan blive forringet. Særligt svagtseende og blinde har ofte vanskeligheder ved at passere en rundkørsel til fods, fordi de ikke kan identificere udkørende biler fra rundkørslen.
- En rundkørsel kræver ofte mere plads end et vigepligtsreguleret kryds, mens ombygning af et signalreguleret kryds til rundkørsel kan medføre et fald i arealbehov, da opmagasineringsfelter, fx svingbaner, er unødvendige i rundkørsler.

Referencer

1. Elvik, R. (2015): Trafikksikkerheshåndboken – kapitel 1.6 Rundkjøringer. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt
2. Jensen, S. U. (2012): Sikkerhedseffekter af rundkørsler. Trafitec
3. Jensen, S. U. (2013): Evaluering af effekter af rundkørsler med forskellig udformning – Del 2. Trafitec
4. Sørensen, M. W. J., Jensen, M. L., Wandall, N. H., Thomsen, S. D. og A. D. Pedersen (2020): Udformning af rundkørsler i byer og sikkerhed for cyklister. Via Trafik
5. Jensen, S. U. (2013): Cyklisters sikkerhed i rundkørsler: Sammenfatning, Trafitec
6. Poudel, N. og P. A. Singleton (2021): Bicycle safety at roundabouts: a systematic literature review. Transport Reviews, vol. 41, pp. 617-642
7. Sørensen, M. W. J., Jensen, M. L. og N. H. Wandall (2021): Sikkerhed for cyklister i byrundkørsler og -kryds med forskellig udformning. Via Trafik
8. Vejdirektoratet (2010): Sorte pletter på statsveje – Evaluering 2009. Vejdirektoratet
9. Jensen, S. U. (2015): Safety Effects of Height of Central Islands, Sight Distances, Markings and Signage at Single-lane Roundabouts. Proceedings of 5th International Symposium on Highway Geometric Design, Vancouver, Canada
10. Schurr, K. S. og J. A. Sanchez (2007). Operational and safety effects of central island landscaping at single-lane roundabouts. European Transport Conference

5.6 Signalregulering af kryds

2010

Funktion og udformning

Signalregulering af vigepligtsregulerede T- og F-kryds medfører en sikkerhedsgevinst.

Signalregulering af kryds kan med fordel samordnes med nærliggende signaler, fordi en samordning ofte medfører sikkerhedsgevinster i det nye og de tilstødende signalregulerede kryds samt på strækninger mellem disse kryds.

I særlige tilfælde kan ulykkesbelastede rundkørsler overvejes ombygget til signalregulerede kryds. Det gælder specielt 3-benede rundkørsler, og især hvis en stor andel af ulykkerne involverer cyklister.

Effekt

Signalregulering af vigepligtsregulerede T-kryds er på tværs af en række studier opgjort til at medføre en reduktion i antallet af både person- og materielskadeulykker på 15 %. Signalregulering af vigepligtsregulerede F-kryds (firevejskryds) medfører en reduktion i antallet af person- og materielskadeulykker på henholdsvis 30 og 35 % /1/.

Et nyt dansk studie viser, at signalregulering af vigepligtsregulerede T-kryds i by medfører en reduktion i antallet af personskader og ulykker i krydsene på henholdsvis 17 og 21 %. Signalregulering af vigepligtsregulerede F-kryds i by medfører en reduktion i antallet af personskader og ulykker i krydsene på henholdsvis 33 og 39 % /2/.



Studiet dokumenterer også et fald i antallet af ulykker på vejene op til de kryds, der blev signalreguleret. I en afstand på mellem 10 og 100 meter fra krydsene faldt antallet af ulykker i gennemsnit med 20 %, mens antallet af ulykker faldt 13 % i en afstand på mellem 110 og 200 m fra krydsene. Mere end 200 m fra krydsene var ulykkestallene uændrede. Reduktionen i antallet af ulykker på vejene var noget større nær F-kryds, der blev signalregulerede, set i forhold til vejene nær T-kryds. Reduktionerne i antallet af personskader på vejene er større end reduktionerne i ulykkestallene /2/.

På baggrund af ovenstående angives følgende virkning af signalregulering af vigepligtsregulerede kryds (se nedenstående tabel):

Signalregulering af kryds By- og landzone Effekt (%)	Alle ulykker			
	Kryds, der signalreguleres		Veje op til 200 m fra kryds	
	T-kryds	F-kryds	Ved T-kryds	Ved F-kryds
Alle ulykker	-18	-33	-12	-22
Personskadeulykker	-15	-30	-15	-25
Materielskadeulykker	-20	-35	-10	-20
Personskader	-15	-30	-15	-25
Dræbte	-15	-30	-15	-25
Alvorlig	-15	-30	-15	-25
Let	-15	-30	-15	-25

Effekt (%) ved signalregulering af vigepligtsregulerede kryds, dels for krydset der signalreguleres, dels for de veje der ligger op til 200 m fra krydset.

Signalregulering af vigepligtsregulerede kryds kan medføre en stigning i antallet af bagendekollisioner og ulykker i forbindelse med sekundære konflikter (konflikter der ikke direkte reguleres af signal, fx i forbindelse med svingning). Disse eventuelle stigninger er dog indarbejdet i de ovennævnte effekter.

Øvrige forhold

- Signalregulering af vigepligtsregulerede kryds medfører ofte en mindre samlet ventetid for trafikken (hvis mere end 6.000 indkørende biler/døgn).
- Signalanlæg anvender elektricitet, der kan medføre et betydeligt energiforbrug.
- Omkostningerne ved etablering af signalregulering afhænger bl.a. af krydsets udformning.
- Signalregulering er forbundet med en væsentlig løbende udgift til drift og vedligeholdelse.

Referencer

1. Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og M. Sørensen (2009): The Handbook of Road Safety Measures. Second Edition, Emerald Group Publishing Ltd., Bingley, Storbritannien
2. Jensen, S. U. (2010): Safety Effects of Intersection Signalization: a Before-After Study. Proceedings of 89th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington DC, USA

5.7 Signalstyringstiltag

revideret 2023

Funktion og udformning

Signalstyringen har betydning for trafiksikkerheden i signalregulerede kryds. Signalstyringstiltag kan bl.a. omfatte:

- Separat venstresvingsfase (bundet venstresving)
- Samordning af signalanlæg (grøn bølge)
- Trafikstyring af signaler
- Ændret faseinddeling
- Rødkørselskontrol

Signalanlægs faseinddelinger, faselængder, samordning, detektorernes funktion osv. bør løbende gennemgås, så de fungerer optimalt i forhold til de aktuelle trafikale forhold.

I et sikkerhedsmæssigt perspektiv har signalanlæg den fordel, at de primære konflikter mellem trafikanterne fra tværretningerne separeres i tid. Der vil dog fortsat være alvorlige primære konflikter pga. rødkørsel og -gang, hvilket delvist kan forebygges ved etablering af fx grøn bølge og rødkørselskontrol.

Signalreguleringen bevirker også, at de sekundære konflikter koncentrerer i tid, herunder konflikter mellem venstresvingende og ligeudkørende fra modstående tilfart samt konflikter mellem højresvingende biler og ligeudkørende cykler fra samme tilfart /1/. Det kan give anledning til flere venstresvings- og højresvingsulykker, som kan forebygges ved at etablere separate svingfaser, hvorved afvikling af de svingende strømme tidsmæssigt separeres fra afviklingen af de øvrige strømme /2/. I det følgende er medtaget separat venstresvingsfase, mens der ikke er medtaget separat højresvingsfase pga. mangel på dokumentation af den sikkerhedsmæssige effekt.



Separat venstresvingsfase (bundet venstresving)

Tiltaget er relevant i signalregulerede kryds med en eller flere venstresvingsbaner. Afmærkningsbekendtgørelsen angiver, at venstresving skal separatreguleres ved mere end én venstresvingsbane over for modkørende /3/. Vejreglerne /2/ anbefaler desuden, at separat venstresvingsfase bl.a. overvejes i signalregulerede kryds i følgende situationer:

- Mange venstresvingende over for modkørende
- Mange venstresvingende med store køretøjer over for modkørende
- Venstresvingende over for dobbeltrettede cykelstier
- Venstresvingende over for modkørende i mere end én vognbane
- Venstresvingende over for modkørende med planlægningshastighed større end 50 km/t
- Dårlige oversigtsforhold for venstresvingende

Nyere studier viser, at separat venstresvingsfase reducerer antallet af ulykker med svingende som separatreguleres, men påvirker ikke andre typer af ulykker /4, 5/. Men separatregulering medfører ofte en øget middelforsinkelse i krydset.

Samordning af signalanlæg (grøn bølge)

På strækninger med en serie af signalanlæg efter hinanden kan det være hensigtsmæssigt at samordne signalerne, så en kolonne af køretøjer fra ét signalanlæg kan passere det efterfølgende signalanlæg uden at skulle stoppe for rødt. Samordning bør overvejes, når afstanden mellem signalregulerede kryds på en strækning har en indbyrdes afstand på mindre end 800 m. På forretningsgader med parkeringsmanøvrer, cyklister eller krydsende fodgængere ophører fordelene ved samordning dog ved noget kortere krydsafstande /2/. Grønne bølger reducerer bl.a. omfanget af tvær- og bagendekollisioner.

Trafikstyring af signaler

I traditionelle tidsstyrede signaler er signalernes grøn- og rødtider konstante i hvert omløb. I trafikstyrede signaler kan varigheden af det grønne signal afpasses efter køretøjernes ankomster i de enkelte tilfarter. Fordelen ved trafikstyring er, at grøntiden tilpasses det aktuelle behov, og at trafikanter i den ene retning ikke skal holde for rødt, medmindre der er trafik i tværretningen. Det kan medvirke til at øge trafikanters accept af signalvisningen. Signalstyringen kan udformes på mange måder i trafikstyrede signaler fx prioritering af bestemte retninger eller køretøjer, alt rødt, adaptive signaler, som hele tiden tilpasser sig forholdene osv.

Ændret faseinddeling

I signalregulerede kryds kan faseinddelingen ændres, så faserne passer bedre til trafikken, herunder faseres antal, rækkefølge og varighed. Med en optimering af faseinddelingen kan man opnå sikkerhedsmæssige gevinster. Den sikkerhedsmæssige gevinst er dog betinget af, at det aktuelle signalanlæg i udgangspunktet fungerer dårligt.

Et signalanlægs kompleksitet øges med antallet af faser. Studier viser, at antallet af ulykker øges med antallet af faser, dog ikke hvis der er tale om venstresvingsfaser, hvor ulykkestallet er faldende /6/.

En almindelig måde at forbedre trafiksikkerheden på i signalregulerede kryds er at justere mellemtiden, hvor varigheden af rødtid tilpasses. I Danmark må gultiden ikke varieres.

Rødkørselsdetektering og -kontrol

Det er signalteknisk muligt at reducere omfanget af rødkørsel ved fx at give grøntidsforlængelse for køretøjer i dilemmazonen. Dette gøres ved i tilfarten at detektere køretøjer, der med en vis sandsynlighed ikke kan nå ind i krydset, før signalet er skiftet til rødt, og så forlænge grøntiden i det aktuelle omløb.

Automatisk rødkørselskontrol, som omfatter detektering, fotografering og efterfølgende sanktion (bøde), er en anden metode til at modvirke rødkørsel. I Danmark har metoden kortvarigt været afprøvet, men anvendes i skrivende stund ikke. I udlandet har automatisk rødkørselskontrol vist sig meget effektiv til at reducere omfanget af rødkørsel og har samtidig givet gunstige effekter på trafiksikkerheden.

Effekt

Baseret på udenlandske studier, der er sammenholdt i /6, 7/, vurderes effekten af ændring fra tids- til trafikstyret signalanlæg at være et fald i alle ulykker på 5-35 %. Effekten afhænger bl.a. af, hvordan trafikstyringen er programmeret, og derfor svinger effekten ganske meget. Set i lyset af, hvordan signalanlæg normalt er programmeret i Danmark, forventes effekten af at gå fra tids- til trafikstyret signalanlæg at være et fald i antallet af ulykker og personskader i krydset på 20 %.

Baseret på udenlandske studier, der er sammenholdt i /6, 7/, vurderes effekten af samordning af signalanlæg (grøn bølge) at være et fald i ulykker og personskader i krydsene, der samordnes, med 15 %. Nogle studier viser, at ulykkestallet i ikke-signalregulerede kryds mellem signalanlæg også falder, når signalanlæggene samordnes.

Baseret på tre systematiske litteraturstudier /8, 9, 10/ vurderes effekten af automatisk rødkørselskontrol at være et fald i antallet af personskader på 15 %, men kun et fald i antallet af ulykker på 2 %. Baggrunden herfor er, at rødkørselskontrol giver et kraftigt fald i alvorlige tværkollisioner, men giver samtidig en kraftig stigning i mindre alvorlige bagendekollisioner. Etablering af rødkørselskontrol i et signalreguleret kryds medfører også forbedring i trafiksikkerheden i nærliggende signalanlæg (op til 1-2 km væk), hvor der ikke etableres rødkørselskontrol. Forbedringen i nærliggende signalregulerede kryds anslås at være ca. en tredjedel af det, der ses i krydsene, hvor rødkørselskontrol etableres.

Signalstyring By- og landzone Effekt (%)	Alle ulykker		
	Fra tids- til trafikstyret	Samordning af kryds (grøn bølge)	Automatisk rødkørselskontrol
Alle ulykker	-20	-15	-2
Personskadeulykker	-20	-15	-15
Materielskadeulykker	-20	-15	+4
Personskader	-20	-15	-15
Dræbte	-20	-15	-20
Alvorlig	-20	-15	-17
Let	-20	-15	-12

Effekt (%) af forskellige tiltag indenfor signalstyring i signalregulerede kryds i by- og landzone.

En række undersøgelser af justering af mellemtiden, herunder indførelse af rødt i alle retninger i få sekunder (nogle gange kaldet helrødt), viser, at dette oftest giver sikkerhedsmæssige gunstige gevinster /6, 7/. Det anslås, at mellemtider ikke bør justeres i de fleste signalregulerede kryds i Danmark, men at der i få kryds er sikkerhedsmæssige gevinster at hente, og at justering kan give et fald i ulykker og personskader i disse kryds på ca. 10 %.

Et stort dansk studie viser, at effekten af separat venstresvingsfase (bundet venstresving) er et fald i antallet af ulykker på 36 %, mens effekten på antallet af ulykker med venstresvingende fra tilfarten, der blev separatreguleret, er et fald på 80 % /4/. Et belgisk studie finder tilsvarende effekter /5/. Tidligere studier af etablering af separat venstresvingsfase viser også, at antallet af ulykker falder /6, 7/. Studierne tyder klart på, at separat venstresvingsfase – stort set – kun påvirker ulykkestallet med venstresvingende fra tilfarten,

der blev separatreguleret, og at effekten på alle ulykker i krydset derfor afhænger af, hvor stor en andel der er venstresvingsulykker.

Separat venstresvingsfase By- og landzone Effekt (%)	Ulykker med venstresvingende fra separatreguleret tilfart
Alle ulykker	-80
Personskadeulykker	-80
Materielskadeulykker	-80
Personskader	-80
Dræbte	-80
Alvorlig	-80
Let	-80

Effekt (%) af separat venstresvingsfase i signalregulerede kryds i by- og landzone.

Tiltag, der forbedrer synligheden af kryds og signaler, såsom opgradering af baggrundsplader, ekstra signal-lanterner og opgradering af signaler (eksempelvis med LED) har også en positiv sikkerhedsmæssig effekt. Der kan specifikt dokumenteres signifikante reduktioner for personskadeulykker i mørke /11/.

Øvrige forhold

- Etableringen af separat venstresvingsfase kan øge fremkommeligheden for venstresvingende, men reducerer kapaciteten for de øvrige strømme i krydset.
- Samordning af signalanlæg nedbringer det totale antal stop, nedsætter rejsetiden og placerer uundgåelige kødannelser på de mest hensigtsmæssige steder. Desuden reduceres luft- og støjforurening /2/.

Referencer

1. Lahrman, H. og S. Leleur (1994): Vejtrafik - trafikteknik & trafikplanlægning. Polyteknisk forlag
2. Vejregler (2022): Håndbog: Projektering af trafiksignaler. Vejdirektoratet
3. Vejdirektoratet (2023): Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning. BEK nr 426 af 13/04/2023, Transportministeriet
4. Buch, T. S. (2019): Sikkerhedseffekt af bundet venstresving. Trafitec
5. 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
6. Høye, A. (2015): Trafikksikkerhetshåndboken – kapitel 3.9 Signalregulering i kryss. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt
7. Jensen, S. U. og T. S. Buch (2017): Trafikksikkerhedsmæssige effekter af signalanlæg. Trafitec
8. Høye, A. (2013): Trafikksikkerhetshåndboken – kapitel 8.5 Automatisk kontroll av rødløyskjøring. Online version på www.tshandbok.no, Transportøkonomisk institutt
9. Perkins, C., Steinbach, R., Edwards, P., Beecher, D., Hess, S., Aeron-Thomas, A., Cohn, E. og S. Kakar (2017): Red light enforcement cameras to reduce traffic violations and road traffic injuries. Cochrane Injuries Group, London School of Hygiene & Tropical Medicine, Storbritannien
10. Goldenbeld, C., Daniels, S. og G. Schermers (2019): Red light cameras revisited - Recent evidence on red light camera safety effects. Accident Analysis and Prevention, vol. 128, pp. 139-147
11. El-Basyouny, K. og T. Sayed (2013): Evaluating the Signal Head Upgrade Program in the City of Surrey. Accident Analysis and Prevention, vol. 50, pp. 1236-1243

5.8 Stoppligt

2010

Funktion og udformning

Etablering af stoppligt ved brug af stoptavler og stoplinjer i kryds, der førhen havde ubetinget vigepligt eller højrevigepligt, forbedrer trafiksikkerheden i krydsene.

Stoptavler kan opsættes i kryds uden for tættere bebygget område, når der er konstateret et betydeligt ulykkesproblem mellem trafikanter, der kommer fra hver sin vej. Samtidig skal ét eller flere af en række kriterier vedrørende oversigtsforhold, kørt hastighed, vigepligt og vejgeometri være opfyldt /1/.

Effekt

Undersøgelser tyder på, at etablering af stoppligt i kryds med ubetinget vigepligt eller højrevigepligt kan forebygge mellem 15 % og 50 % af alle ulykker og personskader. Der er tegn på, at virkningen er forskellig i T-kryds og F-kryds (firevejskryds). Forskellene er dog beskedne og ligger inden for den statistiske usikkerhed /2, 3, 4, 5, 6/.



Stoppligten forventes at medføre en reduktion i antal ulykker og personskader, som angivet i tabellen:

Stoppligt By- og landzone Effekt (%)	Alle ulykker
Alle ulykker	-30
Personskadeulykker	-30
Materielskadeulykker	-30
Personskader	-30
Dræbte	-30
Alvorlig	-30
Let	-30

Effekt (%) af etablering af stoppligt i kryds med ubetinget vigepligt eller højrevigepligt.
De angivne effekter gælder både T- og F-kryds i by- henholdsvis i landzone.

Det skal bemærkes, at den danske undersøgelse /5/ viste en større effekt på personskader (51 %) end på ulykker (30 %).

Effekten af stoppligt er dokumenteret at være reversibel. Udskifter man således stoppligt med ubetinget vigepligt, B11, fås en tilsvarende stigning i antallet af ulykker /2/.

Øvrige forhold

Referencer

1. Vejdirektoratet (2006): Bekendtgørelse om vejafmærkning. Bekendtgørelse nr. 784 af 6. juli 2006. Transportministeriet
2. Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og M. Sørensen (2009): The Handbook of Road Safety Measures. Second edition, Emerald Group Publishing Ltd., Bingley, Storbritanien
3. El- Basyouny, K. og T. Sayed (2009): A Full Bayes Approach to Before-After Safety Evaluation with Matched Comparisons. TRB paper 2010
4. Gross, F., Jagannathan, R., Persaud, B., Lyon, C., Eccles, K., Lefler, N. og R. Amjadi (2008): Safety Evaluation of STOP AHEAD Pavement Markings. Turner-Fairbank Highway Research Center, rapport FHWA-HRT-08-045, McLean, USA
5. Helberg, N., Hemdorff, S., Højgaard, H. et al (1996): Effekt af stoptavler. Effektvurdering af forsøgsopstilling i 4-benede kryds i åbent land. Arbejdsrapport 8. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning
6. Zwahlen, H. T. (1998): Stop Ahead and Stop Signs and Their Effect on Driver Eye Scanning and Driving Performance. Transportation Research Record 1168, pp. 16–24, Transportation Research Board, Washington DC, USA

5.9 Venstresvingskanalisering i vigepligtsregulerede kryds

revideret 2014

Funktion og udformning

Både i by- og i landområde reducerer venstresvingskanalisering især antallet af ulykker, hvor et bagfrakommende køretøj påkører et holdende køretøj, der venter på venstresving, samt ulykker ved venstresving ind foran medkørende (ulykkessituation 321 henholdsvis 322) /1, 2/.

Venstresvingskanaliseringen giver tillige den venstresvingende en mere rolig frafart, som bl.a. medvirker til en begrænsning af ulykker ved venstresving ind foran modkørende (ulykkessituation 410) /2/.

I kryds med primærheller og venstresvingskanalisering kan den venstresvingende bil holde beskyttet inden svingning. Situationen bliver mere overskuelig for den venstresvingende, og cyklister, knallertkørere og fodgængere har større mulighed for at blive observeret. Endvidere kan der opnås beskyttede ventepositioner for de lette trafikanter i ly af primærhellen. Derved modvirkes især fodgængerulykker samt ulykker inden for ulykkessituationerne 322, 410, 510 og 650 med cykel/knallert og bil som de to parter /2/.

Vejreglerne anbefaler, at kantsten normalt ikke anvendes i heller på primærveje i åbent land, da kantsten udgør en påkørselsrisiko. I stedet bør primærhellen udformes som en spærreflade /3/.

Effekt

Studier af venstresvingskanaliserings betydning for trafiksikkerheden viser meget forskellige resultater. Dette skyldes, at langt de fleste af studierne er ganske små.



Virkningen af venstresvingskanalisering er primært fastsat på grundlag af to store amerikanske studier samt en opsamling af hovedsageligt nordiske studier /4, 5, 6/:

Venstresvingskanalisering på primærvej Effekt (%)	Alle ulykker			
	Byzone		Landzone	
	T-kryds	F-kryds	T-kryds	F-kryds
Alle ulykker	-20	-25	-25	-30
Personskadeulykker	-20	-25	-25	-30
Materielskadeulykker	-20	-25	-25	-30
Personskader	-20	-25	-25	-30
Dræbte	-20	-25	-25	-30
Alvorlig	-20	-25	-25	-30
Let	-20	-25	-25	-30

Effekt (%) af anlæg af venstresvingskanalisering på primærvejen i T-kryds og venstresvingskanalisering på primærvejen i F-kryds (firevejskryds) i henholdsvis by- og landzone.

Studierne synes svagt at pege i retning af, at venstresvingskanalisering med kantstensbegrænset helle giver en lidt bedre virkning, end når der anvendes afmærkede/malede heller. Endvidere afspejler studierne, at venstresvingskanalisering har en mere gunstig virkning på personskadeulykker end materielskadeulykker /4, 5/.

Det skal i øvrigt bemærkes, at virkningen af etablering af venstresvingskanalisering i signalregulerede kryds er betydeligt mindre end i vigepligtsregulerede kryds. Effekterne kan dog ikke opgøres særskilt for de to reguleringsformer.

Øvrige forhold

- Kanalisering af kryds og etablering af venstresvingskanalisering medfører en bedre trafikafvikling /7/.
- Etablering af belysning i kanaliserede kryds kan være relevant for at øge erkendelsen af krydset, dets udformning samt af evt. krydsende lette trafikanter. Belysningen skal omfatte alle færdselsarealer. Det bør udformes med trinvis overgang til ubelyste strækninger for at modvirke blænding /3/.

Referencer

1. Vejdirektoratet, Vejregelrådet (2010): Byernes trafikarealer. Hæfte 4. Vejkryds. Vejdirektoratet
2. Vejregler (2012): Planlægning af vejkryds i åbent land. Vejdirektoratet
3. Vejregler (2012): Prioriterede vejkryds i åbent land. Vejdirektoratet
4. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafikksikkerhedshåndboken. 4. udgave. Transportøkonomisk Institutt
5. Harwood, D. W., Bauer, K. M., Potts, I. B., Torbic, D. J., Richard, K. R., Rabbani, E. R. K., Hauer, E. og L. Elefteriadou (2002): Safety Effectiveness of Intersection Left- and Right-Turn Lanes. Federal Highway Administration, rapport FHWA-RD-02-089, Washington DC, USA
6. Harwood, D. W., Council, F. M., Hauer, E., Hughes, W.E. og A. Vogt (2000): Prediction of the Expected Safety Performance of Rural Two-Lane Highways. Federal Highway Administration, rapport FHWA-RD-99-207, Washington DC, USA
7. TRB (2000): Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, Special Report 209, Washington DC, USA

Bilag

Bilag 1 - Hvor findes mere viden?

Viden om trafiksikkerhed udvikles og detaljeres løbende. Nye undersøgelser kan underbygge eksisterende viden eller ændre opfattelsen af tiltags effekter. Desuden findes der mange tiltag, som kun er undersøgt i begrænset omfang. Indholdet i denne effekthåndbog er et aktuelt billede af den viden, som var tilgængelig, da afsnittene blev skrevet.

Forskellige fagblade og hjemmesider giver adgang til den nyeste viden. Nedenfor ses en række hjemmesider, hvor det er muligt at finde mere viden. Listen er ikke udtømmende og omfatter kun hjemmesider med gratis adgang til information.

www.vejdirektoratet.dk

Vejdirektoratets hjemmeside giver bl.a. adgang til forskellige værktøjer til udtræk af ulykker, trafiktal og hastighedsmålinger. Hjemmesiden giver desuden adgang til en række forskellige publikationer. Det omfatter bl.a. årsrapporter for dødsulykker, evalueringer af tiltag på statsveje og puljeprosjekter, vejledninger til brug af forskellige værktøjer samt håndbøger i bl.a. trafiksikkerhedsberegninger. Trafiksikkerhedsrelateret viden er samlet under temaet "Trafiksikkerhed og ulykkesstatistik", hvor der ligeledes er en liste over relevante udgivelser fra Vejdirektoratet vedrørende trafiksikkerhed.

www.vejregler.dk

Vejregelportalen indeholder vejregler – både gældende vejregler, vejregler i høring og historiske vejregler.

På hjemmesiden findes desuden forskellige håndbøger, vejregelforberedende rapporter og andre afrapporteringer om vejtekniske tiltag, herunder evalueringer med fokus på trafiksikkerhed.

www.hvu.dk

På Havarikommissionen for Vejtrafikulykkes (HVV) hjemmeside findes bl.a. kommissionens dybdeanalyser af alvorlige trafikulykker inden for forskellige temaer. I hver af analyserne kortlægges, hvilke omstændigheder og faktorer der indvirker på ulykkerne, og kommissionen kommer med anbefalinger til, hvordan lignende ulykker kan forebygges.

www.færdselssikkerhedskommissionen.dk

På Færdselssikkerhedskommissionens hjemmeside er der adgang til kommissionens seneste handlingsplan, dagsorden og referater af møder i kommissionen samt materiale, der supplerer kommissionens handlingsplan.

www.trafikdage.dk

Trafikforskningsgruppen på Aalborg Universitet afholder årligt en trafikfaglig og forskningsbaseret konference, hvor trafiksikkerhed er et tilbagevendende tema. På hjemmesiden er der adgang til papers og præsentationer fra afholdte konferencer.

www.man.dtu.dk

På hjemmesiden for Institut for Teknologi, Ledelse og Økonomi på Danmarks Tekniske Universitet (DTU), der inkluderer forskning inden for transport, findes blandt andet regneark med de transportøkonomiske enhedspriser, herunder de personrelaterede ulykkesomkostninger for dræbte, alvorligt og let tilskadedekomne samt enhedspriser per rapporteret personskade og per rapporteret ulykke med eller uden personskade.

Hjemmesiden giver desuden adgang til afrapportering af forskningsresultater fra instituttet.

www.trafikogveje.dk

Tidsskriftet Trafik og Veje's hjemmeside giver adgang til et stort antal artikler om trafik og trafiksikkerhed, som har været bragt i bladet gennem en årrække.

www.toi.no

På det norske Transportøkonomiske Instituts (TØI) hjemmeside findes et stort antal publikationer vedrørende trafiksikkerhed og effekten af sikkerhedsmæssige foranstaltninger. Blandt andet giver hjemmesiden adgang til en elektronisk udgave af trafiksikkerhedshåndbogen, som gennem metaanalyser sammenfatter viden fra et stort antal internationale undersøgelser.

www.vti.se

Det uafhængige forskningsinstitut Statens Väg- och Transportforskningsinstitut (VTI) præsenterer på sin hjemmeside egne publikationer om forskning indenfor trafiksikkerhedsmæssige forhold.

www.swov.nl

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) er en uafhængig, hollandsk forskningsinstitution, som arbejder med trafik og trafiksikkerhed. SWOV har evalueret en lang række hollandske og internationale tiltag og forsøg. På hjemmesiden findes publikationer på engelsk og hollandsk, hvor de hollandske ofte indeholder en engelsk sammenfatning. SWOV har desuden sammenfattet ny viden om forskellige emner relateret til trafiksikkerhed i en række faktaark, som er tilgængelige på engelsk.

www.erso.eu

European Road Safety Observatory (ERSO) er en underside til Europa Kommissionens hjemmeside. Hjemmesiden henvender sig til fagfolk og giver bl.a. adgang til projektbeskrivelser, effekter af trafiksikkerhedsprojekter under EU samt en database om trafiksikkerhedsviden og -statistik.

highways.dot.gov

Federal Highway Administration (FHWA) er en del af det amerikanske transportministerium. På hjemmesiden findes publikationer, lovgivning og statistikker indenfor trafik og trafiksikkerhed.

www.trb.org

Det amerikanske Transportation Research Board (TRB) fungerer som uafhængig rådgiver for præsidenten, kongressen og de føderale organer om videnskabelige og tekniske spørgsmål af national betydning. Hjemmesiden giver adgang til et stort antal publikationer om trafik og trafiksikkerhed.

Under TRB findes en søgefunktion, som giver adgang til søgning i mere end en million registreringer af transportforskning på verdensplan – <http://trid.trb.org/>

Bilag 2 - Ulykkes- og hovedsituationer

Hovedsituation 0. Eneuheld

011 Eneuheld på lige vej/i kryds ved ligeud kørsel, til højre	012 Eneuheld på lige vej/i kryds ved ligeud kørsel, til venstre	021 Eneuheld i eller efter højresvingende kurve, til venstre	022 Eneuheld i eller efter venstresvingende kurve, til højre	023 Eneuheld i eller efter højresvingende kurve, til højre	024 Eneuheld i eller efter venstresvingende kurve, til venstre	031 Eneuheld v/ ligeud kørsel i T-kryds, indkørsel, rundkørsel o.l.
032 Eneuheld v/ svingning i kryds, indkørsel, rundkørsel o.l.	040 Eneuheld på kørebanen - fx styrt med 2-hjulet køretøj	050 Eneuheld i forbindelse med vending				

Hovedsituation 1. Ligeudkørende på samme vej og med samme kurs

111 Overhaling venstre om mellem ligeudkørende - samme retning	112 Overhaling højre om mellem ligeudkørende - samme retning	140 Påkørsel bagfra mellem ligeudkørende - samme retning	151 Vognbaneskift/indfletning til venstre - samme retning	152 Vognbaneskift eller udfletning til højre - samme retning	160 Trængning mellem ligeudkørende - samme retning	170 Vending foran medkørende

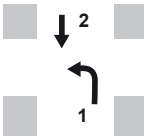
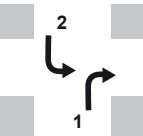
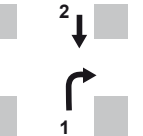
Hovedsituation 2. Ligeudkørende på samme vej med modsat kurs

211 Mødeuheld ved overhaling	241 Mødeuheld i element 2's kørebanelhalvdel	242 Mødeuheld i øvrigt	250 Vending foran modkørende	270 Bakning ved kørsel mod færdselsretning		

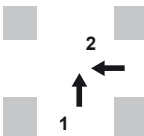
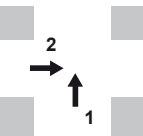
Hovedsituation 3. Kørende på samme vej med samme kurs og med svingning

311 Påkørsel bagfra af køretøj placeret for højresving	312 Højresving ind foran medkørende	313 Trængning mellem samtidigt højresvingende - samme retning	321 Påkørsel bagfra af køretøj placeret for venstresving	322 Venstresving ind foran medkørende	323 Trængning mellem samtidigt venstresvingende - samme retning	

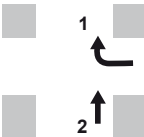
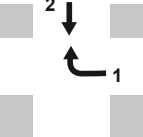
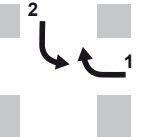
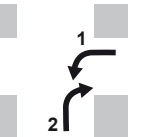
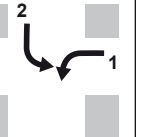
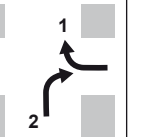
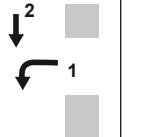
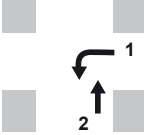
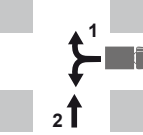
Hovedsituation 4. Kørende på samme vej med modsat kurs og med svingning

 410 Vestresving ind foran modkørende	 420 Modkørende højre- og venstresvingende	 430 Modkørende begge venstresvingende	 440 Højresving ind foran modkørende			
--	---	---	---	--	--	--

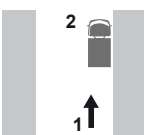
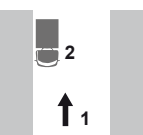
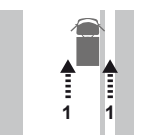
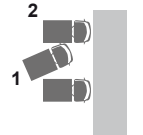
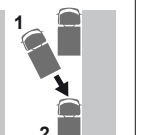
Hovedsituation 5. Krydsende køretøjer uden svingning

 510 Ligeudkørende, krydsende køretøjer med element 2 fra højre	 520 Ligeudkørende, krydsende køretøjer med element 2 fra venstre					
--	--	--	--	--	--	--

Hovedsituation 6. Kørende på krydsende veje med svingning

 610 Højresving ud foran "med-kørende" - krydsende veje	 620 Højresving ud foran "mod-kørende" - krydsende veje	 641 Højre- og venstresvingende køretøjer på krydsende veje	 642 Venstre- og højresvingende køretøjer på krydsende veje	 643 Vestresvingende køretøjer på krydsende veje	 644 Højresvingende køretøjer på krydsende veje	 650 Vestresving ud foran "med-kørende" - krydsende veje
 660 Vestresving ud foran "modkørende" - krydsende veje	 670 Bakning om hjørne - modpart på krydsende vej					

Hovedsituation 7. Påkørsel af parkeret køretøj

 710 Påkørsel af parkeret køretøj i højre gade- eller vejside	 720 Påkørsel af parkeret køretøj i venstre gade eller vejside	 740 Påkørsel af parkeret/holdende køretøj hvor dør åbnes	 751 Påkørsel af parkeret køretøj ved vinkelret-/skråparkering	 752 Påkørsel af parkeret køretøj ved parkeringsmanøvre i øvrigt		
--	---	--	---	--	--	--

Hovedsituation 8. Fodgængeruheld

811 Fodgængere fra højre fortov eller rabat i øvrigt	832 Fodgængere trådt frem foran/ud mellem holdende køretøj	871 Fodgængere fra højre før køretøjs passage af kryds	874 Fodgængere fra højre efter køretøjs passage af kryds	876 Fodgængere fra højre efter højresving	878 Fodgængere fra højre efter venstresving	
812 Fodgængere fra venstre fortov eller rabat i øvrigt	831 Fodgængere trådt frem bagved holdende køretøj	872 Fodgængere fra venstre før køretøjs passage af kryds	873 Fodgængere fra venstre efter køretøjs passage af kryds	875 Fodgængere fra venstre efter højresving	877 Fodgængere fra venstre efter venstresving	
820 Passagerer til eller fra stoppested	821 Ud- eller indstigning fra/i et køretøj i bevægelse	835 Fodgængere, der opholder sig på kørebanen	841 Fodgængere gående i vejens højre side	851 Fodgængere gående i vejens venstre side	860 Fodgængere på fortov, helle eller lignende	880 Fodgænger påkørt ved bakning

Hovedsituation 9. Uheld med dyr, genstande mv. på eller over kørebanen

910 Dyr på kørebanen	920 Genstande mv. på eller over kørebanen	930 afspærringsmateriel på kørebanen	940 Jernbanetog og køretøj			
--	---	--	--	--	--	--

Stikordsregister

A

- adgangsbegrænsning
 - 4.1 Adgangsregulering og -sanering, s. 27
- adgangsregulering
 - 4.1 Adgangsregulering og -sanering, s. 27
- adgangssanering
 - 4.1 Adgangsregulering og -sanering, s. 27
- afkortede cykelstier
 - 3.1 Afkortede cykelstier, s. 8
- afmærkning i kurver
 - 4.2 Afmærkning i kurver, s. 29
- afstandsmærker
 - 4.13 Sikkerhedssymboler (afstandsmærker) på motorveje, s. 59
- autoværn (i vejmidte)
 - 4.10 Mødefri veje, s. 49
- autoværn (i vejside)
 - 4.14 Sikre vejsider, s. 61

B

- bagendekollisioner
 - 4.13 Sikkerhedssymboler (afstandsmærker) på motorveje, s. 59
 - 5.7 Signalstyringstiltag, s. 90
 - 5.9 Venstresvingskanalisering i vigepligtsregulerede kryds, s. 96
- blå cykelfelter
 - 3.2 Blåt cykelfelt i signalregulerede kryds, s. 11
- bump
 - 4.5 Hastighedsdæmpende foranstaltninger, s. 36
- bundet venstresving
 - 5.7 Signalstyringstiltag, s. 90

C

- cykelfelter
 - 3.2 Blåt cykelfelt i signalregulerede kryds, s. 11
- cykelstier
 - 3.3 Cykelstier langs veje, s. 13

D

- delelinje
 - 4.7 Kant-, dele- og midtlinjer, s. 41
- "Din fart"-tavler
 - 4.3 Fartvisere, s. 32
- dobbeltrettede cykelstier
 - 3.3 Cykelstier langs veje, s. 13
 - 3.4 Dobbeltrettede cykelstier i vigepligtsregulerede kryds, s. 16

E

- ekstra vigelinje
 - 3.4 Dobbeltrettede cykelstier i vigepligtsregulerede kryds, s. 16
- eneulykker
 - 4.2 Afmærkning i kurver, s. 29
 - 4.11 Rabatsanering, s. 52
 - 4.12 Rumleriller, s. 54
 - 4.14 Sikre vejsider, s. 61

- enkeltrettede cykelstier
 - 3.3 Cykelstier langs veje, s. 13

F

- fartbump
 - 4.5 Hastighedsdæmpende foranstaltninger, s. 36
- fartdæmpere
 - 4.5 Hastighedsdæmpende foranstaltninger, s. 36
 - 4.16 Trafiksanering, s. 68
- fartgrænse
 - 5.4 Lokal hastighedsbegrænsning i kryds mv., s. 79
- fartvisere
 - 4.3 Fartvisere, s. 32
- faste genstande
 - 4.14 Sikre vejsider, s. 61

F-kryds

- 5.2 Forsætning af F-kryds, s. 75

fodgængerbroer

- 3.5 Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere, s. 18

fodgængerfelter

- 3.5 Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere, s. 18

fodgængerovergange

- 3.5 Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere, s. 18

fodgængertunneler

- 3.5 Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere, s. 18

forsatte kryds

- 5.2 Forsætning af F-kryds, s. 75

forsætning af kryds

- 5.2 Forsætning af F-kryds, s. 75

forsætninger

- 4.5 Hastighedsdæmpende foranstaltninger, s. 36

forvarsling af stop- eller vigepligt

- 5.3 Forvarsling af stop- eller vigepligt, s. 77

fremførte cykelstier

- 3.1 Afkortede cykelstier, s. 8
- 3.7 Tilbagetrasket stoplinje, s. 23

friktion

- 4.4 Friktionsfræsning, s. 34

friktionsfræsning

- 4.4 Friktionsfræsning, s. 34

friktionskoefficient

- 4.4 Friktionsfræsning, s. 34

frontalkollisioner

- 4.9 Midterudvidelse i kurver, s. 46
- 4.10 Mødefri veje, s. 49
- 4.12 Rumleriller, s. 54

G

- gadelys
 - 4.17 Vejbelysning, s. 70

gennemførte cykelstier
3.6 Overkørsel i vigepligtsregulerede kryds, s. 21

gennemførte fortove
3.6 Overkørsel i vigepligtsregulerede kryds, s. 21

grønne bølger
5.7 Signalstyringstiltag, s. 90

grøntid
5.7 Signalstyringstiltag, s. 90

H

hastighedsbegrænsning
5.4 Lokal hastighedsbegrænsning i kryds mv., s. 79

hastighedsdæpende foranstaltninger
3.5 Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere, s. 18
4.5 Hastighedsdæpende foranstaltninger, s. 36
4.16 Trafiksanering, s. 68

hastighedsgrænser
5.4 Lokal hastighedsbegrænsning i kryds mv., s. 79

helrødt
5.7 Signalstyringstiltag, s. 90

hævede flader
4.5 Hastighedsdæpende foranstaltninger, s. 36

højresvingsbaner
3.1 Afkortede cykelstier, s. 8
3.7 Tilbagetrukket stoplinje, s. 23

højresvingsulykker
3.1 Afkortede cykelstier, s. 8
3.2 Blåt cykelfelt i signalregulerede kryds, s. 11
3.7 Tilbagetrukket stoplinje, s. 23

I

indsnævringer
4.5 Hastighedsdæpende foranstaltninger, s. 36

K

kanaliseringer
5.9 Venstresvingskanalisering i vigepligtsregulerede kryds, s. 96

kantafmærkning
4.2 Afmærkning i kurver, s. 29

kantbanebredde
4.6 Justering af kørespors-, nødspors- og kantbanebredde, s. 38

kantbaner
4.6 Justering af kørespors-, nødspors- og kantbanebredde, s. 38
4.15 2 minus 1 veje, s. 65

kantlinje
4.6 Justering af kørespors-, nødspors- og kantbanebredde, s. 38
4.7 Kant-, dele- og midtlinjer, s. 41

kantlinje (punkteret)
4.15 2 minus 1 veje, s. 65

kantpæle
4.2 Afmærkning i kurver, s. 29

krydsningsfaciliteter for fodgængere
3.5 Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere, s. 18

kurveafmærkning
4.2 Afmærkning i kurver, s. 29
4.9 Midterudvidelse i kurver, s. 46

kurver
4.2 Afmærkning i kurver, s. 29
4.9 Midterudvidelse i kurver, s. 46
5.4 Lokal hastighedsbegrænsning i kryds mv., s. 79

kørebane kant
4.11 Rabatsanering, s. 52

køresporsbredder
4.6 Justering af kørespors-, nødspors- og kantbanebredde, s. 38

L

lygtepæle
4.17 Vejbelysning, s. 70

længdeafmærkning
4.7 Kant-, dele- og midtlinjer, s. 41

M

mellemtider
5.7 Signalstyringstiltag, s. 90

midterautoværn
4.10 Mødefri veje, s. 49

midterheller
3.5 Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere, s. 18

midterrabat
4.8 Midterrabat i by, s. 44

midterudvidelse
4.9 Midterudvidelse i kurver, s. 46

midtlinje
4.7 Kant-, dele- og midtlinjer, s. 41

mødefri veje
4.10 Mødefri veje, s. 49

mødeulykker
4.9 Midterudvidelse i kurver, s. 46
4.10 Mødefri veje, s. 49
4.12 Rumleriller, s. 54

mørkeulykker
4.17 Vejbelysning, s. 70

N

nødspor
4.6 Justering af kørespors-, nødspors- og kantbanebredde, s. 38

O

overkørsler
3.6 Overkørsel i vigepligtsregulerede kryds, s. 21

oversigt
5.1 Forbedrede oversigtsforhold i kryds, s. 72

oversigtsspærreflader
5.1 Forbedrede oversigtsforhold i kryds, s. 72

P

prioriterede kryds
3.4 Dobbeltrettede cykelstier i vigepligtsregulerede kryds, s. 16
3.6 Overkørsel i vigepligtsregulerede kryds, s. 21
4.5 Hastighedsdæpende foranstaltninger, s. 36
5.1 Forbedrede oversigtsforhold i kryds, s. 72
5.2 Forsætning af F-kryds, s. 75
5.3 Forvarsling af stop- eller vigepligt, s. 77
5.4 Lokal hastighedsbegrænsning i kryds mv., s. 79
5.8 Stoppligt, s. 94
5.9 Venstresvingskanalisering i vigepligtsregulerede kryds, s. 96

profilerede striber
4.7 Kant-, dele- og midtlinjer, s. 41

R

rabatsanering
4.11 Rabatsanering, s. 52

rumleriller
4.12 Rumleriller, s. 54

rundkørsler
5.5 Rundkørsler, s. 84

rækværk
3.5 Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere, s. 18

rødkørselsdetektering
5.7 Signalstyringstiltag, s. 90

rødkørselskontrol
5.7 Signalstyringstiltag, s. 90

rødtid
5.7 Signalstyringstiltag, s. 90

S

samordning af signalanlæg
5.7 Signalstyringstiltag, s. 90

signalregulerede fodgængerfelter
3.5 Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere, s. 18

signalregulerede kryds
3.1 Afkortede cykelstier, s. 8
3.2 Blåt cykelfelt i signalregulerede kryds, s. 11
3.7 Tilbagetrukket stoplinje, s. 23
5.1 Forbedrede oversigtsforhold i kryds, s. 72
5.4 Lokal hastighedsbegrænsning i kryds mv., s. 79
5.6 Signalregulering af kryds, s. 88
5.7 Signalstyringstiltag, s. 90

signalregulering
5.6 Signalregulering af kryds, s. 88

sigtlængde
5.1 Forbedrede oversigtsforhold i kryds, s. 72

sikkerhedssymboler
4.13 Sikkerhedssymboler (afstandsmærker) på motorveje, s. 59

sikkerhedszone
4.14 Sikre vejsider, s. 61

slips
5.1 Forbedrede oversigtsforhold i kryds, s. 72

spærreflader
4.9 Midterudvidelse i kurver, s. 46

stoppligt
5.8 Stoppligt, s. 94

stoptavler
5.8 Stoppligt, s. 94

striber
4.7 Kant-, dele- og midtlinjer, s. 41

T

tilbagetrukne stoplinjer
3.7 Tilbagetrukket stoplinje, s. 23

2 minus 1 veje
4.15 2 minus 1 veje, s. 65

2 plus 1 veje
4.10 Mødefri veje, s. 49

trafiksanering
4.5 Hastighedsdæmpende foranstaltninger, s. 36
4.16 Trafiksanering, s. 68

trafikstyring
5.7 Signalstyringstiltag, s. 90

trafiksøm
4.2 Afmærkning i kurver, s. 29

tværkollisioner
5.2 Forsætning af F-kryds, s. 75
5.5 Rundkørsler, s. 84
5.6 Signalregulering af kryds, s. 88
5.8 Stoppligt, s. 94

tværprofil
4.6 Justering af kørespors-, nødspors- og kantbanebredde, s. 38
4.7 Kant-, dele- og midtlinjer, s. 41
4.8 Midterrabat i by, s. 44
4.9 Midterudvidelse i kurver, s. 46
4.10 Mødefri veje, s. 49
4.12 Rumleriller, s. 54
4.15 2 minus 1 veje, s. 65

V

variable tavler
5.4 Lokal hastighedsbegrænsning i kryds mv., s. 79

vejbelysning
4.17 Vejbelysning, s. 70

vejbump
4.5 Hastighedsdæmpende foranstaltninger, s. 36

vending af vigepligt
3.4 Dobbeltrettede cykelstier i vigepligtsregulerede kryds, s. 16

venstresvingsbane
5.9 Venstresvingskanalisering i vigepligtsregulerede kryds, s. 96

venstresvingsulykker
5.5 Rundkørsler, s. 84
5.7 Signalstyringstiltag, s. 90
5.9 Venstresvingskanalisering i vigepligtsregulerede kryds, s. 96

vognbanebredder
4.6 Justering af kørespors-, nødspors- og kantbanebredde, s. 38

vådt føre
4.4 Friktionsfræsning, s. 34

Y

yderrabatter
4.11 Rabatsanering, s. 52



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