

Håndbog, Trafiksikkerhed

Effekter af vejtekniske virkemidler, 2. udgave

Rapport nr 507



Håndbog, Trafiksikkerhed

Effekter af vejtekniske virkemidler,
2. udgave

Dato:

Juni 2014

Oplag:

500

Tryk:

Vejdirektoratet

ISBN (NET):

978-87-93184-09-1

ISBN:

978-87-93184-08-4

Foto:

Vejdirektoratet, Trafitec, Odense Kommune
og Pelle P

Copyright:

Vejdirektoratet, 2014

Indhold

Forord	3
Læsevejledning	4
Variabel skiltning og belysning	
Fartvisere	8
Variable hastighedstavler	12
Vejbelysning	16
Tiltag for lette trafikanter	
Afkortede cykelstier	18
Blåt cykelfelt i signalregulerede kryds	22
Cykelstier i åbent land	24
Dobbelttredede stier og sidevejskryds	28
Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere	32
Overkørsel i vigepligtsregulerede kryds	36
Tilbagetrukket stoplinje	38
Strækninger i åbent land	
Adgangsregulering og -sanering	42
Afmærkning af kurver	44
Autoværn i vejsider	48
Friktionsfræsning	52
Justering af kørespors- og kantbanebredde på veje i åbent land	54
fortsættes...	

Indhold fortsat

Rabatsanering	56
Rumleriller	60
Sanering af faste genstande	64
Sikkerhedssymboler (afstandsmærker) på motorveje	66
2+1 veje med midterautoværn	68
2-1 veje i åbent land	72
Strækninger og områder i by	
Hastighedsdæmpende foranstaltninger	76
Midterrabat i by	78
Trafiksanering	80
Kryds (åbent land og by)	
Forsætning af F-kryds	84
Forvarsling for stop- eller vigepligt	88
Hastighedsbegrænsning i kryds i åbent land	90
Rundkørsler	94
Signalregulering af kryds	98
Signalstyringstiltag	100
Stoppligt	104
Venstresvingskanalisering i vigepligtsregulerede kryds	106
Bilag 1, Hvor findes der mere viden?	110
Bilag 2, Ulykkes- og hovedsituationer	112
Alfabetisk oversigt over tiltag	116

Forord

I denne håndbog "Trafiksikkerhed - effekter af vejtekniske virkemidler - 2. udgave" har vi samlet ny viden, som kan hjælpe dig med at besvare spørgsmålet: "Hvordan vælger jeg den bedste og mest effektive løsning på mit problem? – og hvordan får jeg mest for pengene?".

Som sagsbehandler i en kommune/Vejdirektoratet eller som rådgiver sidder du sikkert ofte i den situation, at du har brug for et hurtigt overblik over, hvilken løsning du bør vælge for at forbedre trafiksikkerheden.

Du sidder nu med et værktøj i hånden, som kan hjælpe dig på vej til en løsning. I denne håndbog "Trafiksikkerhed - effekter af vejtekniske virkemidler - 2. udgave" har vi samlet ny viden, som kan hjælpe dig med at besvare spørgsmålet: "Hvordan vælger jeg den bedste og mest effektive løsning på mit problem? - og hvordan får jeg mest for pengene?".

I sommeren 2013 barslede Færdselssikkerhedskommissionen med en ny handlingsplan for perioden 2013 – 2020 med nye fælles mål for antallet af dræbte og tilskadedekomne i trafikken i Danmark. Som noget nyt har Færdselssikkerhedskommissionen udarbejdet et faktaark med beregnede effekter for hvert enkelt tiltag som foreslås i handlingsplanen. Nogle tiltag har stor effekt, andre er sværere at se effekten af, men på vejområdet kan vi dokumentere, at vores arbejde har en effekt på trafiksikkerheden, og vi kan anslå

en pris for, hvad det koster at forebygge ulykkerne.

Denne håndbog "Trafiksikkerhed - effekter af vejtekniske virkemidler - 2. udgave" indeholder dels en opdatering af den tidligere udgave af håndbogen fra 2010 med hensyn til ny viden om enkelte tiltag og dels effektberegninger af en række af de nye tiltag fra Færdselssikkerhedskommissionens handlingsplan på det vejtekniske område. Håndbogen er udarbejdet af Rambøll og Trafitec Aps for Vejdirektoratet.

32 forskellige tiltag er udvalgt, først og fremmest fordi deres effekter er de mest veldokumenterede, men der er naturligvis mange andre tiltag, som også kan være relevante at anvende i trafiksikkerhedsarbejdet.

Under mottoet: Slip viden løs – del den med andre, har Vejdirektoratet udgivet denne effekthåndbog som en værktøjskasse til brug for hele vejsektoren. Viden er som bekendt ikke en statisk størrelse. Der kommer hele tiden nyt til. Vi bliver klogere og opfinder nye og bedre måder at løse problemerne på. Derfor har vi valgt at udgive en ny udgave af denne håndbog i Vejdirektoratets serie af trafiksikkerhedshåndbøger.

Jeg håber, at du vil bruge "Trafiksikkerhed - effekter af vejtekniske virkemidler" i dit daglige arbejde med at forbedre trafiksikkerheden.



Per Jacobsen
Vejdirektør

Læsevejledning

Baggrund & formål

Trafiksikkerhed - effekter af vejtekniske virkemidler er en håndbog, der sammenfatter de forventede sikkerhedsmæssige effekter af implementeringen af konkrete vejtekniske virkemidler. Målgruppen for håndbogen er fagfolk, der arbejder med trafiksikkerhed, både i kommuner, Vejdirektoratet og hos rådgivere.

Håndbogen giver en kort indføring i forskellige sikkerhedsfremmende vejtekniske tiltag, herunder hvilke ulykkesproblemer tiltaget kan forbedre, hvilke typer af veje tiltaget kan etableres på, samt hvilken virkning tiltaget kan forventes at have på antallet af ulykker og personskader. Håndbogen inkluderer tiltag til anvendelse i åbent land og i byzone, på vejstrækninger og i kryds, samt tiltag målrettet specifikke trafikantgrupper.

Håndbogen stiler mod at give et solidt fundament for arbejdet med at beregne og vurdere forventede trafiksikkerhedseffekter. Den kan eksempelvis anvendes i forbindelse med udarbejdelse af lokale trafiksikkerhedshandlingsplaner, til vurdering af konkrete løsningsmuligheder i forbindelse med sortpletprojekter - eller blot som grundlag for vurdering af forskellige sikkerhedsfremmende tiltag.

Håndbogen blev første gang publiceret i 2010. I 2. udgave er en del af de eksisterende tiltagsbeskrivelser blevet opdateret, og der er kommet nye til. Ved hvert tiltag er det derfor angivet, om

- Tiltaget er nyt i forhold til 1. udgave (markeret med jan 2014)

- Beskrivelsen af tiltaget er opdateret i forhold til 1. udgave (markeret med revideret januar 2014), eller
- Beskrivelsen af tiltaget er uændret i forhold til 1. udgave (markeret med juni 2010).

Håndbogen tager bl.a. udgangspunkt i de forslag til forbedring af trafiksikkerheden, som er beskrevet i Færdselssikkerhedskommissionens nationale handlingsplan for trafiksikkerhedsarbejdet frem mod 2020 /1/.

Trafiksikkerhedsevalueringer er en forudsætning for en fortsat udvikling og effektivisering af trafiksikkerhedsarbejdet. Vejbestyrelserne opfordres derfor generelt til at foretage evalueringer af trafiksikkerhedstiltag - særligt hvis der er tale om nyere tiltag, hvor effekterne endnu ikke er veldokumenterede.

Håndbogens opbygning og anvendelse

Håndbogen indeholder beskrivelser af 32 vejtekniske tiltag. For at give et overblik over tiltagene, er de grupperet i nedenstående kategorier. Hvert tiltag er kun beskrevet én gang, selv om flere tiltag kan indgå i flere kategorier:

- Variabel skiltning og belysning
- Tiltag for lette trafikanter
- Strækninger i åbent land
- Strækninger og områder i by
- Kryds (åbent land og by)

Bagerst i håndbogen findes desuden en alfabetisk oversigt med sideangivelse over tiltagene.

Hver tiltagsbeskrivelse består af fire dele:

- Funktion og udformning
- Effekt
- Øvrige forhold
- Referencer.

Af overskriften fremgår det, hvornår kapitlet er skrevet eller senest opdateret.

Funktion og udformning

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

Effekt

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 datagrundlag, og som gør brug af anerkendte metoder til opgørelse af de sikkerhedsmæssige effekter. Danske studier anvendes i videst muligt omfang.

For hvert tiltag er bedste estimat på den forventede effekt gengivet i en tabel. Effektafsnittet er opbygget sådan, at teksten inden tabellen beskriver de kilder, som ligger til grund for tabellens effekter. Teksten, som står efter tabellen, beskriver øvrige effekter.

Effekten angives i %, og det er desuden 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 bilag 2.

Effekten er beskrevet for syv forskellige "skadesgrader". Hvis det ikke har været muligt at genfinde effekter for samtlige skadesgrader, er det søgt at give bedste bud på effekten, således at der er gengivet effekter for samtlige skadesgrader.

Skadesgrad	
Alle ulykker	Antal politiregistrerede personskadeulykker samt materielskadeulykker
Pers. ulykker	Antal politiregistrerede personskadeulykker
Mat. ulykker	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

Effekten er gengivet med minus-for-tegn, hvis der er en reduktion i antal ulykker/personskader, og et plus-for-tegn, hvis der er en stigning i antal ulykker/personskader.

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.

Eksempel

Nedenfor ses et eksempel på en tabel med angivelse af trafikikkerhedseffekten af tiltaget "Vejbelysning". Det fremgår bl.a., at etablering af vejbelysning i gennemsnit medfører et fald på 22 % i antallet af ulykker ("alle ulykker"), mens antallet af dræbte i gennemsnit reduceres med 64 %. De angivne effekter gælder for alle ulykker i mørke, og der har ikke kunnet konstateres forskel på effekten i land- og byområde.

Vejbelysning Byzone & Landzone, Effekt (%)	Alle ulykker i mørke
Alle ulykker	-22
Pers. ulykker	-28
Mat. ulykker	-17
Personskader	-30
Dræbte	-64
Alvorlig	-28
Let	-25

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

Øvrige forhold

Herunder beskrives, på overordnet niveau, tiltagets kendte indflydelse på f.eks. miljø, kapacitet samt eventuelle forud-

sætninger for etablering af tiltaget eller lignende forhold.

Så vidt muligt angives også et overslag på tiltagets anlægsudgift. Det er vigtigt at være opmærksom på, at anlægsudgifter - specielt for nogle tiltag - vil kunne variere meget fra sted til sted. Årsagen hertil kan bl.a. være forskelle i forudsætninger for etablering samt forskelle i de enkelte vejbestyrelses krav til udstyr og materialer. Hvis ikke andet fremgår, skal disse overslag derfor betragtes som meget generelle gennemsnit, der først og fremmest kan anvendes på planlægningsniveau, f.eks. ved udarbejdelse af en handlingsplan. Derimod bør der på projektniveau altid udarbejdes specifikke anlægsoverslag baseret på de konkrete forhold.

Referencer

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

Beregning af forventet ulykkesbesparelse

Ved beregning af forventet ulykkesbesparelse henvises til "Håndbog i trafikikkerhedsberegninger" /2/.

Hvor findes mere viden?

En liste over relevante hjemmesider, i relation til arbejdet med at forbedre trafikikkerheden, findes i Bilag 1.

Referencer

1. Færdselssikkerhedskommissionen (2013): Hver ulykke er én for meget - et fælles ansvar. Færdselssikkerhedskommissionens nationale handlingsplan 2013-2020.
2. Vejdirektoratet (2001): Håndbog i trafikikkerhedsberegninger. Brug af uheldsmodeller og andre vurderinger. Rapport 220.



Fartvisere

(juni 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 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 inden for tættere bebygget område samt på veje med lokalhastighedsbegrænsning uden for tættere bebygget område /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/

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.

Antages effekten af elektroniske fartvisere at være et fald i gennemsnitshastigheden på 5 km/t i både by- og landzone, og benyttes 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
Pers. ulykker	-11	-9
Mat. ulykker	-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.
- Etablering af én permanent fartviser. Anlægsudgift: ca. 55.000 kr.

Referencer

1. Justitsministeriet (2001): Cirkulæreskrivelse om anvendelse af elektronisk fartviser. CIS nr. 11618 af 22/02/2000.
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. Helliari-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. Helliari-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.



Variable hastighedstavler

(januar 2014)

Funktion og udformning

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.

Undersøgelser viser, at trafikanterne har større respekt for variable hastighedstavler /1/. 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. Desuden bør hastighedsgrænsen ikke nedsættes så meget, at det virker urimeligt for trafikanterne /2/. Informationen, der gives, skal være aktuell og troværdig set i forhold til vejens standard og den trafikale situation /3/.

Udenlandske studier viser, at udover, at hastighedsgrænserne i højere grad respekteres, så kan variable hastighedstavler tillige medføre, at hastighedsniveauet bliver mere homogent i perioder med tæt trafik. Lavere hastigheder og til dels mindre hastighedsspredning har en doku-

menteret positiv effekt på trafikikkerheden /4, 5/.

Variable hastighedstavler kan etableres på lokaliteter, hvor den lokale ulykkesrisiko periodevis er forøget og bidrage til, at såvel den forøgede ulykkesrisiko som skadesrisikoen reduceres.

Der skelnes mellem tre typer af variable hastighedstavler:

- 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 sidevejstrafik 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.
- 3) Variable hastighedstavler på strækninger, hvor hastighedsgrænsen varieres på baggrund af målinger af trafikalkviklingen. Denne variant er bl.a. anvendt på udvalgte dele



af det danske motorvejsnet, hvor hastighedsgrænsen reduceres ved detektering af trængsel/kødannelse. Detekteringen baseres på målinger af trafikanternes hastighed, men kan også baseres på målinger af trafikintensiteten. Systemet gør det også muligt, at nedskilte hastighedsgrænsen i forbindelse med vejarbejder og ulykkeshændelser.

I udlandet findes ydermere variable hastighedstavler, hvor hastighedsgrænsen varieres på baggrund af vejr- og vejforhold. Eksempelvis kan hastighedsgrænsen nedsættes på broer i tidsrum med kraftig vindpåvirkning og på veje, hvor friktionen i særlig grad nedsættes ved nedbør eller ved lave vejtemperaturer. Variable hastighedstavler anvendes også til forebyggelse af vildtulykker, hvor hastighedsgrænserne skiltes ned, når der detekteres vildt i nærheden af vejen /6/.

Effekt

Hovedparten af de evalueringer, der foreligger vedrørende brugen af variable hastighedstavler, baserer sig på hastighedsmålinger og ikke på ændringer i ulykkes- og skade-forekomsterne.

To danske studier har undersøgt effekterne af variable hastighedstavler ved tre skoler. Ved den ene skole reduceres hastighedsgrænsen fra 50 km/t til 30 km/t i de tidsrum om morgenen og midt på dagen, hvor skolepatruljen er indsat. Hastighedsmålinger før og efter opsætningen af de variable hastighedstavler viser en nedgang i bilernes gennemsnitshastighed på 20 % fra 40 km/t til 32 km/t /7/. For de to øvrige skoler, hvor hastigheden sænkes fra henholdsvis 60 km/t til 50 km/t og fra 50 km/t til 40 km/t er gennemsnitshastighederne omkring 20-30 % lavere i de tidsrum, hvor tavlerne er tændte set i forhold til perioderne, hvor de ikke er tændte, idet hastighedsreduktionerne er størst om morgenen /8/. 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 /6/.

I tre danske evalueringer beskrives effekterne af at opsætte dynamiske hastighedstavler i kryds, hvor hastighedsgrænsen varieres ved detektering af sidevejstrafik. Evalueringerne omfatter i alt seks lokaliteter og indbefatter varierende ændringer i hastighedsgrænsen. Evalueringerne er gennemført på baggrund af hastighedsmålinger, hvilket skyldes, at der er variation i måden, som hastighedsmålingerne er gennemført på, herunder i hvilken afstand fra krydset målingen er 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 /3, 9, 10/.

De sikkerhedsmæssige effekter af variable hastighedstavler kan estimeres ved hjælp af potensmodellen /4/, der beskriver ændringen i ulykkes- og skadesforekomster som konsekvens af ændringer i hastighedsniveauet. 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 %, og variable hastighedstavler med sidevejsdetektering reducerer hastigheden med 5 %, kan de sikkerhedsmæssige effekter ved anvendelse af potensmodellen opgøres, som i tabellen på næste side.

Øvrige forhold

- Undersøgelser viser, at skiltning af reducerede hastighedsgrænser ved hjælp af variable tavler under tæt trafik kan give en bedre trafikafvikling, eftersom trafikken afvikles ved et højere og mere homogent hastighedsniveau, end hvis hastighedsgrænsen ikke nedskiltes /6/.

Variable hastighedstavler Byzone & Landzone, Effekt (%)	Variable hastighedstavler ved skoler (effekt gælder ulykker i aktiveringsperioden)	Variable hastighedstavler – kryds i åbent land med sidevejsdetektering
Alle ulykker	-23	-8
Pers. ulykker	-23	-8
Mat. ulykker	-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 /4/.

- Der stilles høje krav i forhold til datakvalitet, opetid og driftsforstyrrelser for variable hastighedstavler.
- Variable hastighedstavler er forbundet med væsentlige løbende omkostninger til drift og vedligeholdelse.
- Gennemsnitsprisen for opsætning af variable hastighedstavler i kryds med sidevejsdetektering er opgjort til 500.000 kr. Prisen afhænger bl.a. af antal ben i krydset og adgang til strøm.

Referencer

1 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

2. 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

3. Herrstedt, L. og la Cour Lund, B. (2006) Hastighedstilpasning: Evaluering af forsøg med brug af VMS-tavler. Trafitec

4. Elvik, R. (2009): The Power Model of the relationship between speed and road safety: Update and new analysis. TØI rapport 1034/2009. Transportøkonomisk Institutt

5. Zheng, Z., Ahn, S. og Monsere, C. M. (2010): Impact of traffic oscillations on freeway crash occurrences. Accident Analysis and Prevention, (42), pp. 626-636

6. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafik-sikkerhedshåndboken - 4. udgave. Transportøkonomisk Institutt

7. 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

8. Herrstedt, L., Greibe, P. og la Cour Lund, B. (2008): Hastighedstilpasning - Evaluering af VMS tavler C55 på veje ved skoler. Trafitec.

9. 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)

10. Herrstedt, L., la Cour Lund, B. og Greibe, P. (2009): Evaluering af VMS tavler. Midlertidig hastighedsreduktion i krydszoner åbent land. Trafitec

Vejbelysning

(juni 2010)

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 vejbelystning kan forbedre trafikikkerheden. Som regel belyses alle trafikarealer i bymæssige områder, derimod belyses veje beliggende i åbent land som udgangspunkt ikke /1/. Vejreglerne for vejbelystning beskriver en række belystningsklasser, der bør anvendes afhængigt af vejens klasse, den ønskede hastighed og forventede trafikforhold /1/.

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

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

Effekt

Etablering af vejbelystning på en vejstrækning kan forbedre trafikikkerheden markant, især hvis andelen af ulykker i mørke er høj.

Etablering af vejbelystning på tidligere ubelyste vejstrækninger reducerer antallet af dødsulykker i mørke med 64%, mens antallet af person- og materielskadeulykker i mørke reduceres med henholdsvis 28 og 17 % /3/. Effekten ser ud til at være højere på landeveje end på veje i byer, mens effekten synes at være lavest på motorveje /4/. Effekterne

fordelt på vejtype er for usikre til at kunne tages i anvendelse, hvorfor der i tabellen nedenfor gøres brug af en generel effekt.

På baggrund heraf angives effekten af etablering af vejbelystning på strækninger på ulykker, dræbte og tilskadekomne i mørke til:

Vejbelysning Byzone & Landzone Effekt (%)	Alle ulykker i mørke
Alle ulykker	-22
Pers. ulykker	-28
Mat. ulykker	-17
Personskader	-30
Dræbte	-64
Alvorlig	-28
Let	-25

Effekt (%) på ulykker og skader i mørke ved anlæg af vejbelystning på strækninger.

Virkingen på fodgængerulykker er højere end på andre typer af ulykker i mørke /3/.

Effekten på alle ulykker i mørke, tussmørke og dagslys er i gennemsnit en reduktion på ca. 7 %.

Øvrige forhold

- Vejbelysning øger biltrafikkens hastighed med ca. 3% /3/.
- Vejbelysning medfører mindre kriminalitet og utryghed, øget energiforbrug og gør det nemmere at finde vej /3/.
- Vejbelysning er forbundet med en væsentlig løbende udgift til drift og vedligeholdelse.
- Etablering af vejbelysning på henholdsvis motorveje og øvrige veje. Anlægsudgift: Ca. 0,63 mio. kr./km motorvej og 0,44 mio. kr./km anden vej.

Referencer

1. Vejdirektoratet (1999): Udstyr. Vejbelysning. Vejregler for vejbelysning. Vejreglerådet.

2. Vejdirektoratet (2008): Vejdstyr. Håndbog i anvendelse af eftergivelige master. Vejreglerådet.

3. Elvik, R., Mysen, A. B. og T. Vaa (1997): Trafikksikkerheshåndbok. Transportøkonomisk Institutt, Oslo, Norge.

4. Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og M. Sørensen (2009): The Handbook of Road Safety Measures. Second edition, Emerald Group Publishing Ltd., Bingley, Storbritannien.



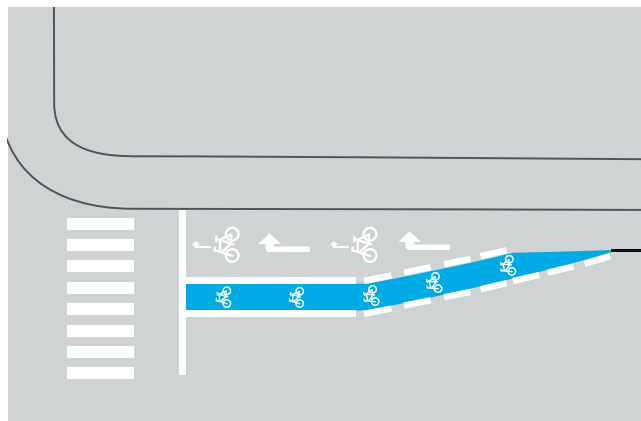
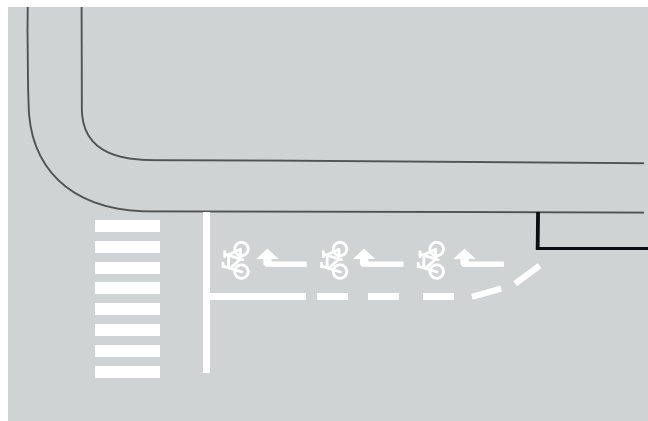
Afkortede cykelstier

(januar 2014)

Funktion og udformning

I signalregulerede kryds anses kombinationen af fælles ligeud- og højresvingsbane samt fremført cykelsti i samme tilfart for at være en sikkerhedsmæssig dårlig løsning /1/. Hvis det ikke kan lade sig gøre at etablere separat højresvingsbane og cykelsti, anses det for trafikikkerhedsmæssigt bedst at afkorte cykelstien og omdanne det tidligere cykelstiareal til en separat højresvingsbane. Desuden er en afkortet cykelsti relevant i signalregulerede kryds, hvor der allerede findes højresvingsbane, men hvor cyklisterne eksempelvis cykler med høj hastighed.

Tiltaget findes i to grundvarianter, hvor cykelstien/-banen afkortes 15-25 meter før krydset (stoplinjen):



Principskitser af afkortet cykelsti /2/. Variant a) til venstre henholdsvis variant b) til højre.

a) Cykelstien afkortes, så cyklister og knallertkørere, uanset manøvre i krydset, fortsætter i højresvingsbanen sammen med den højresvingende trafik, idet højresvingsbanen afmærkes med cykelsymbol.

b) 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 /2/.

Formålet med at afkorte cykelstien før krydset er at øge bilisters og cyklisters/knallertkøreres gensidige opmærk-



somhed på hinanden. Ved at afkorte cykelstien før krydset bliver cyklister/knallertkørere og bilisterne bragt tættere sammen og i samme niveau. 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 højresvingulykker mellem højresvingende motorkøretøjer og ligeudkørende cyklister/knallertkørere (ulykkessituation 312). Variant b) kan ligeledes medvirke til, at venstresvingende bilister fra modstående tilfart i højere grad erkender deres vigepligt overfor ligeudkørende cyklister/knallertkørere (ulykkessituation 410).

Forudsætningen for, at der kan etableres afkortet cykelsti, er, at der etableres separat højresvingsspor for bilisterne, og at der ikke findes ind-/udkørsler langs højresvingbanen. Variant a), hvor cyklister og bilister

fletter i højresvingssporet, anbefales på lokaliteter, hvor cyklister kører med høj fart /3/. Variant b) med etablering af cykelbane mellem ligeud- og højresvingssporet bør alene overvejes på lokaliteter, hvor hastigheden er under 70 km/t og kun efter nøje overvejelser ved 60 km/t /1/. I praksis anbefales varianten dermed alene ved hastigheder på 50 km/t eller derunder /2/.

I sammenligning med alternativet "tilbagetrukket stoplinje", begrænser den sikkerhedsmæssige effekt af afkortede cykelstier sig ikke til de ulykker med cyklister og knallertkørere, som sker i starten af grønfasen. Tilbagetrukket stoplinje er nærmere beskrevet i afsnit 5.7.

Effekt

I den norske trafikikkerhedshåndbog opgøres effekten af afkortede cykelstier i 3- og 4-benede signalregulerede kryds til en reduktion i antallet af cyklistulykker med personskaade på 12-45 % /4/. Den angivne effekt baserer sig primært på et dansk studie fra 1999 /5/, hvor ulykkesforekomsten i 51 tilfarter til signalregulerede kryds med afkortet cykelsti og ulykkesforekomsten i 51 sammenlignelige tilfarter, hvor cykelstien er fremført til bilernes stoplinje. Studiet viser, at forekomsten af højresvingulykker indenfor ulykkessituation 312 er signifikant lavere i tilfarter med afkortet cykelsti, mens det ikke entydigt kan konkluderes, at kryds med afkortet cykelsti har færre 410-ulykker. Evalueringen omfatter såvel variant a) som variant b), men med en klar overvægt af variant a).

Eftersom der er en generel tendens til, at effekterne af tiltag målrettet cyklister aftager over tid, anslås det, at afkortning af cykelsti i gennemsnit reducerer antallet af ulykker og personskaader med 15 % for cyklister og knallertkørere fra tilfarter, hvor cykelstien afkortes. Vurderingen gælder variant a) såvel som variant b):

Afkortet cykelsti Byzone & Landzone Effekt (%)	Cyklister og knallertulykker
Alle ulykker	-15
Pers. ulykker	-15
Mat. ulykker	-15
Personskader	-15
Dræbte	-15
Alvorlig	-15
Let	-15

Effekt (%) ved at afkorte cykelstien i tilfartsspor til signalregulerede kryds. Effekten gælder alene for ulykker med cyklister og knallertkøretøjer fra tilfarter, hvori cykelstien afkortes.

Der foreligger et dansk studie samt enkelte udenlandske evalueringer omhandlende de sikkerhedsmæssige effekter af at etablere cykelbane mellem ligeud- og højresvingsspor i tilfarter til signalregulerede kryds /6, 7, 8/. Evalueringerne omfatter lokaliteter, hvor cykelstien afkortes, svarende til variant b), samt lokaliteter, hvor der ikke er cykelsti i tilfartsspor. Det danske studie kan ikke påvise hverken signifikant positive eller signifikant negative effekter af etableringen af cykelbane mellem ligeud- og højresvingsspor. Dette skal dog ses i sammenhæng med, at studiet begrænser sig til 10 tilfarter.

Ingen af de foreliggende evalueringer giver svar på, hvorvidt den sikkerhedsmæssige effekt af etableringen af afkortede cykelstier varierer, alt efter om der er tale om afkortning af cykelstien på lokaliteter, hvor der er etableret højresvingsbane, eller afkortningen sker som led i etableringen af en separat højresvingsbane.

Øvrige forhold

- Sammenlignet med fremført cykelsti medfører afkortningen af cykelstien en forringelse af fremkommeligheden for cyklisterne, særligt når det gælder variant a).

- I kryds med mange cyklister kan afkortede cykelstier medføre en betydelig kapacitetsnedsættelse.
- Cyklister kan opleve afkortningen af cykelstien som utryg /2/. En del af den sikkerhedsmæssige effekt kan dog have baggrund i, at den øgede utryghed, skærper cyklisternes opmærksomhed mod bilisterne.
- Prisen på afkortning af cykelsti varierer fra projekt til projekt alt efter, hvilken variant der gennemføres, herunder hvorvidt afkortningen indbefatter etableringen af separat højresvingsspor. Priseksempler ligger i intervallet 100.000 kr. til 350.000 kr. per tilfart.

Referencer

1. Vejdirektoratet (2010): Byernes Trafikarealer. Hæfte 4 - Vejkryds. Vejreglerådet.
2. Vejdirektoratet (2011): Tiltag i signalregulerede kryds: Undgå højresvingsulykker. Vejdirektoratet
3. Vejdirektoratet (2012): Håndbog: Trafiksikkerhedsprincipper - Anlæg og Planlægning. Vejreglerådet.
4. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafiksikkerhedshåndboken. 4. udgave. Transportøkonomisk Institutt
5. Pfeifer, J. P. C. (1999): Sikkerhed for cyklister i kryds. Institut for Samfundsudvikling og Planlægning. Aalborg Universitet (afgangsprojekt)
6. Nielsen, M. Aa. (1995): Cykelbane på venstre side af højresvingsbane. Dansk Vejtidskrift. vol. 72, nr. 4, pp. 26-28
7. Sørensen, M. W. J. (2010): Oppmerkningstiltak for sykler i bykryss. TØI rapport 1068/2010. Transportøkonomisk Institutt
8. Sørensen, M. W. J. (2010): Midtstilt sykkelfelt i Oslo. TØI rapport 1095/2010. Transportøkonomisk Institutt



Blåt cykelfelt i signalregulerede kryds

(juni 2010)

Funktion og udformning

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

Blå cykelfelter afmærkes med cykelsymboler.

Virkingen 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 virkingen 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 virkning på andre ulykker /1, 2, 3, 4/.

Der er ikke fundet tilstrækkeligt pålidelige undersøgelser af andre typer af cykelfelter eller andre typer af kryds, fx blåt cykelfelt i rundkørsler eller i vigepligtsregulerede kryds.

Virkingen af ét blåt cykelfelt i signalregulerede kryds vurderes til:

Blåt cykelfelt Byzone & Landzone Effekt (%)	Alle ulykker med cykler og lille knallert
Alle ulykker	-30
Pers. ulykker	-30
Mat. ulykker	-30
Personskader	-30
Dræbte	-30
Alvorlig	-30
Let	-30

Effekt (%) af etablering af ét blåt 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 blåt 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.
- Etablering af ét blå cykelfelt i signalregulerede kryds. Anlægsudgift: Ca. 10.000 kr./kryds.

Referencer

1. Jensen, S. U. (2008a): Safety effects of blue cycle crossings: A before-after study. Accident Analysis and Prevention, vol. 40, pp. 742-750.
2. Jensen, S. U. (2006a): 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. (2006d): Cyklisters oplevede tryghed og tilfredshed. Trafitec, Lyngby.



Cykelstier i åbent land

(revideret januar 2014)

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". Andre typer ulykker

kan også blive påvirket, fx får fodgængere 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, mens ulykker, hvor fodgængere er involveret, reduceres med ca. en tredjedel /1, 2, 3/. Ulykker med cyklister og knallertkørere har samtidig en tendens til at blive mindre alvorlige /2/. Effekterne er baseret på ældre undersøgelser og kan derfor være forbundet med en vis usikkerhed.

Disse resultater gælder samlet for både strækninger og kryds. Ud fra detaljeringsniveauet i de anvendte kilder kan der heller ikke angives effekter særskilt for henholdsvis enkelt- og dobbeltrettede cykelstier.

Effekterne for ulykker med cykel og lille knallert er baseret på /2,3/, og effekterne for ulykker med fodgængere er baseret på /1/:

Cykelsti langs vej Landzone Effekt (%)	Ulykker med cykler og lille knallert (uden fodgængere involveret)	Ulykker med fodgængere
Alle ulykker	-56	-35
Pers. ulykker	-62	-35
Mat. ulykker	-40	-35
Personskader	-62	-35
Dræbte	-80	-35
Alvorlig	-61	-35
Let	-60	-35

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

Effekten for alle ulykker (uanset trafikantgruppe) kan beregnes til i gennemsnit at være en reduktion på ca. 17 %. Effekten kan dog variere betydeligt fra vej til vej, bl.a. fordi mængden af bløde trafikanter også varierer.

I nyere effektundersøgelser af cykelstier genfindes ikke



samme entydige positive effekt. Langt hovedparten af de studier, der er gennemført af cykelstiers sikkerhedsmæssige effekt, relaterer sig imidlertid til etablering af cykelsti i byområde. Antallet af ulykker med cyklister og knallertkørere falder langs strækningerne, hvor cykelstierne etableres, men den sikkerhedsmæssige effekt sættes over styr i krydsene, hvor de blandes med den motoriserede trafik /1,4,5/. Her stiger antallet af ulykker med cyklister og knallerter.

Når cykelstier i åbent land i sammenligning hermed forventes generelt at have en positiv effekt, skal det ses i sammenhæng med, at hastighedsniveauet på strækningerne er højere end i byerne og krydstætheden lavere.

Øvrige forhold

- Anlæg af cykelstier medfører øget brug af cyklen, hvilket giver sundhedsmæssigt positive konsekvenser /2, 5, 6/.
- Cyklister og fodgængere er mere trygge og tilfredse på

- veje med cykelstier i det åbne land end på veje uden /7/.
- Der er ikke fundet pålidelige undersøgelser af cykelstiers betydning for miljøforhold og bilisters hastighed i åbent land.
 - Omkostningerne for anlæg af cykelstier langs veje afhænger bl.a. af omfanget af arealerhvervelser og valg af enkelt- eller dobbelttrettet sti. Anlæg af cykelsti langs vej i åbent land anslås til en anlægsudgift: Ca. 3 mio. kr./km.

Referencer

1. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafikksikkerhetskåndboken. 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): Trafiksikkerhetseffekten av gång- och cykelvägar. VTT, rapport 58, Espoo, Finland.
4. 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
5. Jensen, S. U. (2006b): Effekter af cykelstier og cykelbaner. Trafitec, Lyngby.
6. Jensen, S. U., Andersen, T., Hansen, W., Kjærgaard, E., Krag, T., Larsen, J. E., Lund, B. C., Thost, P. (2000): Idékatalog for cykeltrafik, Vejdirektoratet.
7. Jensen, S. U. (2006c): Fodgængeres og cyklisters oplevede serviceniveau på vejstrækninger - Teknisk rapport.



Dobbeltrettede stier og sidevejskryds

(januar 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 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 an-



give 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 bærer megen 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.

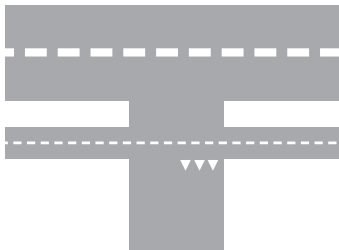
En anden løsning er at opdele vigepligten for vejtrafikanterne fra sidevejen, så vigepligten først markeres i forhold til krydsende stitrafikanter, og dernæst markeres i forhold til vejtrafikanterne på den overordnede vej. I praksis betyder det, at der etableres to vigelinjer på sidevejen; én ved

stiens krydsning af sidevejene og én ved selve vejkrydset. 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 ikke bærer megen trafik.

Effekt

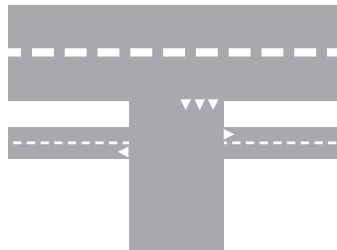
Såvel vending af vigepligten til stitrafikanterne som etablering af ekstra vigelinje på sidevejen medfører sikkerhedsgevinster i vej-sti-kryds. En større dansk med/uden undersøgelse af trafikikkerhed i kryds med dobbeltrettede cykelstier dokumenterer dette /1/. Undersøgelsen omfatter kryds beliggende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

Typisk vej-sti-kryds



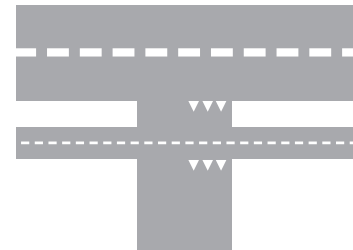
Vejtrafik har vigepligt, og sti krydser sidevej bag vigelinjen i vej-kryds

Vendt vigepligt



Stitrafik har vigepligt og krydser sidevej foran vigelinjen i vej-kryds

Ekstra vigelinje på sidevej



Vejtrafik har vigepligt, og sti krydser sidevej bag den første vigelinje i vej-kryds

Nedenstående effekter er baseret på denne ene undersøgelse af trafikikkerheden i vigepligtsregulerede kryds med dobbeltrettet cykelsti. De sikkerhedsmæssige effekter af at vende vigepligten henholdsvis etablere ekstra vigepligt på sidevej i vej-sti kryds med dobbeltrettet cykelsti langs primærvejen er estimeret ved anvendelsen af en uheldsmodel, hvormed det er muligt at estimere den forventede ulykkesforekomst ved forskellige udformninger af vigepligten på sidevejen. Effekten af vending af vigepligt henholdsvis etablering af ekstra vigepligt på sidevej er således opgjort ved at sammenligne den forventede ulykkesforekomst med disse udformninger med den forventede ulykkesforekomst med den typiske danske afmærkning af vigepligt.

Effekterne kan på dette grundlag estimeres, som følger:

Vej-sti kryds By- og land zone Effekt (%)	Alle ulykker	
	Vending af vigepligt	Ekstra vigepligt på sidevej
Alle ulykker	-72	-52
Pers. ulykker	-86	-64
Mat. ulykker	-65	-46
Personskader	-86	-64
Dræbte	-86	-64
Alvorlig	-86	-64
Let	-86	-64

Effekt (%) af ombygning 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 pålagt vejtrafikanter 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 henholdsvis etablering af ekstra vigepligt på sidevejen kunne gennemføres for mindre end 5.000 kr. per lokalitet. Såfremt det er nødvendigt at ændre på stiforløbet, er prisen markant højere.

Referencer

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



Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere

(revideret januar 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 imidlertid muligt at forbedre trafikikkerheden ved bl.a.:

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

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

Risikoen for krydsningsulykker med fodgængere øges med bilernes hastighed, ligesom fodgængerens 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 fodgængerens trafikikkerhed.

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 meter væk fra feltet /7/.

Anlæg af midterheller i eksisterende fodgængerfelter synes at reducere antallet af fodgængerulykker med personskade i fodgængerfeltet og op til 50 meter 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 meter 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 fodg. felt	Midterhelle i fodg. felt	Fodg. felt på hævet flade	Rækværk ved fodg. felt
Alle ulykker	-25	-25	-40	-30
Pers. ulykker	-25	-25	-40	-30
Mat. ulykker	-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 i by- og landområde. Fodg.felt = eksisterende fodgængerfelt.

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 uheld med krydsende fodgængere med i gennemsnit op til ca. 80 % /9/. Effekten er i praksis betinget af omfanget, af hvorvidt fodgængerne benytter fodgængerbro/fodgængertunnel i forbindelse med krydsningen. Dette understreger vigtigheden af, at fodgængerbro/fodgængertunnel lokaliseres således, at anvendelsen maksimeres.

Øvrige forhold

- Forbedringer af fodgængerovergange medfører ofte øgede ventetider for bilister, som ikke opvejes af reducerede ventetider for fodgængere (på nær fodgængerbro/fodgængertunnel og midterhelle).
- Etablering af fodgængertiltag. Anlægsudgifter: Midterhelle ca. 25.000 kr.; 100 m rækværk ca. 70.000 kr.; hævet fodgængerovergang ca. 70.000 kr.; signalregulering af en fodgængerovergang ca. 0,5 mio. kr.

Referencer

1. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafikksikkerheshåndboken - 4. Udgave. 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. Krøyer, H. R. G., Jonsson, T. and Vårhelyi, 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): Fodgængeres 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.



Overkørsel i vigepligtsregulerede kryds

(revideret januar 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 3- og 4-benede vigepligtsregulerede kryds med overkørsel set i forhold til tilsvarende kryds uden overkørsel /1/.

En dansk før-/efterundersøgelse viser, at overkørsler i 4-benede vigepligtsregulerede kryds 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 4-benede



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 3-benede kryds, dog faldt antallet af fodgængerulykker med godt 40 % /2/.

En svensk undersøgelse af overkørsel med gennemført cy-

kelsti angiver en reduktion i antallet af ulykker med cyklister involveret på 13 % og en reduktion i antallet af fodgængerulykker på 54 %. Antallet af 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 i vigepligtskryds Byzone Effekt (%)	Ulykker med cyklister Ulykker med lille knallert	Ulykker mellem motorkøretøjer og fodgængere
Alle ulykker	-20	-40
Pers. ulykker	-20	-40
Mat. ulykker	-20	-40
Personskader	-20	-40
Dræbte	-20	-40
Alvorlig	-20	-40
Let	-20	-40

Effekt (%) ved etablering af overkørsel i 3- og 4-benede vigepligtsregulerede kryds i byzone (med én eller to overkørsler i 4-bende kryds).

For alle ulykkesituationer vil etablering af overkørsel i gennemsnit reducere det samlede antal ulykker i vigepligtsregulerede kryds med ca. 10 %. Effekten for 4-benede vigepligtsregulerede kryds er ca. 9 % og for 3-benede vigepligtsregulerede 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 trafikikker-

heden 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 4-benede kryds kan det endvidere være relevant at etablere to overkørsler, selv om effekten ikke tyder på at blive større.
- Etablering af overkørsel/overkørsler i kryds. Anlægsudgift: Ca. 70.000 kr./kryds.

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.

Tilbagetrukket stoplinje

(revideret januar 2014)

Funktion og udformning

Tilbagetrukken stoplinje etableres i signalregulerede kryds ved at trække stoplinjen for bilister 5 meter tilbage i forhold til stoplinjen for cyklister eller knallertkørere. Hvis der ikke er cykelsti, er de 5 meter i forhold til fodgængerfeltet.

Formålet med etableringen af tilbagetrukken 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 bilisternes stoplinje 5 meter 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 (ulykkesituation 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 særligt ulykker mellem højresvingende lastbiler og ligeudkørende cyklister.

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 tilbagetrukne stoplinjer i signalregulerede kryds med cykelsti i tilfartssporet. Særligt i tilfarter med separat højresvingsbane og en stor mængde cyklister /2/. I tilfarter med fælles ligeud- og højresvingsspor anbefales det dog i stedet, at cykelstien afkortes, og at cykelstiarealet anvendes til etablering af separat højresvingsbane /1/.

Dybdestudier af cyklistulykker viser, at det er nødvendigt at trække stoplinjen for motorkøretøjer ca. 5 meter tilbage i forhold til cyklisternes og knallerternes stoplinje. Er stoplinjen trukket kortere tilbage end 5 meter, kan cyklister, 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 meter, som Vejreglerne anbefaler /2/.

Tilbagetrækningen af stoplinjerne omfatter oftest alene tilfartssporet, som afvikler højresvingende trafik, men

kan også gennemføres for alle vognbaner i tilfartssporet. Et dansk studie angiver imidlertid, at det kan være sikkerhedsmæssigt gunstigt ikke at lave tilbagetrækning af stoplinjen foran venstresvingsbaner /4/.

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

Effekt

Ældre danske evalueringer angiver, at etableringen af tilbagetrukne stoplinjer reducerer antallet af ulykker mellem højresvingende motorkøretøjer og lette trafikanter inden for ulykkessituationerne 312 og 876 med 35 %, mens antallet af ulykker mellem motorkøretøjer og fodgængere inden for ulykkessituation 872 reduceres med 15 % /5, 6, 7/. Meta-analyser angiver, at tiltaget reducerer antallet af personskadeulykker med 16 %, mens antallet af cyklistulykker med personskade reduceres med 19 %. Ingen af effekterne er imidlertid signifikante /8, 9/.

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 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/.

På dette grundlag sammenfattes den sikkerhedsmæssige effekt af tilbagetrukne stoplinjer til:

Tilbagetrukket stoplinje Byzone & Landzone Effekt (%)	Ulykkes-situation 312 (cyklist el knal-lertkører som element nr. 2)	Ulykkes-situation 876	Ulykkes-situation 872
Alle ulykker	-10	-10	-5
Pers. ulykker	-10	-10	-5
Mat. ulykker	-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 meter i signalregulerede kryds. De nævnte ulykkesituationer 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.

I forhold til effekten på ulykker inden for ulykkesituation 872 er denne betinget af, at tilbagetrækningen af stoplinjen omfatter alle vognbaner. Jævnfør ovenstående angiver /4/ imidlertid, at det kan være sikkerhedsmæssigt gunstigt at undlade at lave tilbagetrækning af alle vognbaner.

Effekten på ulykker inden for ulykkesituation 876 kan i praksis vise sig at være større end angivet i kryds, hvor fodgængerne 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.

- Etablering af tilbagetrukket stoplinje i kryds (5-6 kørespor). Anlægsudgift, herunder flytning af spoler i 5-6 kørespor: Ca. 20.000 kr./kryds.

Referencer

1. Vejdirektoratet (2011): Tiltag i signalregulerede kryds: Undgå højresvingsulykker. Vejdirektoratet
2. Vejreglerådet (2010): Byernes Trafikarealer: Hæfte 4 - Vejkryds. Vejreglerådet, 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 Vejtidsskrift, 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, Vejdirektoratet, rapport 10.
7. Jensen, S. U. (1998): Fodgængerens trafikikkerhed, Vejdirektoratet, rapport 130.
8. Sørensen, M. W. J. (2010): Oppmerkningstiltak for sykler i bykryss - Internationale erfaringer og effektstudier. TØI rapport 1068/2010, Transportøkonomisk Institutt
9. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafikikkerhetshåndboken - 4. utgave. Transportøkonomisk Institutt



Adgangsregulering og -sanering

(juni 2010)

Funktion og udformning

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

Af hensyn til trafikikkerheden 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 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 reduktion i antallet af adgange til samme ejendom, svingforbud samt ind- eller udkørselsforbud.

Desuden kan sikkerheden ved eksisterende adgange forbedres gennem små justeringer af den geometriske udformning eller forbedring af oversigt.

Effekt

En halvering af antallet af adgange til en vej, eksempelvis fra 20 til 10 adgange pr. km vej, medfører typisk en reduktion i personskadeulykker på 25-30% på den pågældende strækning. Effekten synes at forekomme uanset mængden af trafik på den overordnede vej i førsituationen /2, 3/.

På baggrund heraf vurderes virkningen af adgangsregulering og -sanering at være:

Halvering af antal adgange Byzone & Landzone Effekt (%)	Alle ulykker
Alle ulykker	-25
Pers. ulykker	-25
Mat. ulykker	-25
Personskader	-25
Dræbte	-25
Alvorlig	-25
Let	-25

Effekt (%) af adgangsregulering og -sanering på veje i by- og landzone.

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 etc. Analyser i forbindelse med lukning af adgange bør derfor også inddrage effekterne for det øvrige vejnet.
- Anlægsudgifter for etablering af adgangsregulering er ikke opgjort, bl.a. fordi de vil variere meget i forhold til forskellige typer af strækninger.

Referencer

1. Værø, H. (1999): Vejtværsnit og uheldsrisiko – vurdering af uheldskonsekvenser af udvalgte tværsnitsændringer. 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. Greibe, P. og S. Hemdorff (1998): Uheldsmodel for bygader - Del 2: Model for strækninger. Vejdirektoratet, notat 59.



Afmærkning af kurver

(januar 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 kurve-dødsulykkerne /1,2/.

Kurveafmærkning kan udføres med afstribning, kantpæle, baggrundsafmærkning med kantafmærkningsplader 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 meter og sekundært i kurver med radius mindre end 1.000 meter. 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 vejbestyrelserne 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.

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
Pers. ulykker	-21
Mat. ulykker	-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 tværsnitsplacering 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 hastigheds-spredningen.
- 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 for forvarsling samt etablering af O41 tavler i en kurve: Anlægsudgifter: Ca. 50.000 kr./kurve. (Omkostningerne afhænger af 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. Vejdirektoratet (2013): Vejregler. Færdselstavler. Kant- og baggrundsafmærkning. Vejregelrådet, juli 2013.

4. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafikksikkerhåndboken. 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



Autoværn i vejsider

(juni 2010)

Funktion og udformning

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 køretøj utilsigtet er kørt af vejen.

Autoværn i siderne langs vejstrækninger i det åbne land

har til formål at begrænse risikoen for personskader som følge af, at et køretøj utilsigtet kører af vejen. Autoværn opfanger køretøjet og ændrer dets hastighed og retning på en kontrolleret måde, så køretøjets fører og passagerer ikke udsættes for uacceptable påvirkninger /1/.

Autoværn opsættes, hvor risikoen ved at køre af vejen og



ramme en fast genstand – eksempelvis en brosjøle, en stejl skråning eller et træ - er større end risikoen ved at påkøre autoværnet.

Alternativer til autoværn bør altid vurderes i hvert enkelt tilfælde – se eksempelvis tiltaget Sanering af faste genstande. 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

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 eneulykker med personskade med 52 %. Effekten på tilsvarende eneulykker kun med materielle skader og alle eneulykker er usikker /2/.

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 /3/.

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 /4/.

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
Pers. ulykker	-54
Mat. ulykker	+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 ulykkessituationer, altså både eneulykker og flerpartsulykker, er en reduktion på ca. 12% på motorveje og ca. 8% på andre veje i åbent land.

Øvrige forhold

- Hvis autoværn etableres i vejsiden, er det muligt at bibeholde vejudstyr, træer og andre faste genstande bag autoværnet. Det giver en større fleksibilitet i yderrabatens indretning.
- Etablering af autoværn. Anlægsudgift: Ca. 550.000 kr./km vej i to vejsider.

Referencer

1. Vejdirektoratet (2007): Udstyr. Autoværn. Opsætning af

vejautoværn og påkørselsdæmpere i åbent land. Vejreglerådet. Juli 2006, Rev. nov. 2007.

2. Elvik, R. (2001a): Nytte-kostnadsanalyse av ny rekkverksnormal. Transportøkonomisk Institutt, rapport 547, Oslo, Norge.

3. 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.

4. 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.

Strækninger i åbent land



Friktionsfræsning

(juni 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/.

Vej 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 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
Pers. ulykker	-40	-16
Mat. ulykker	-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

- Friktionsfræsning af motorvej. Anlægsudgift: Ca. 20.000 kr./sted og ca. 5 kr./m².

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.



Justering af kørespors- og kantbanebredde på veje i åbent land

(juni 2010)

Funktion og udformning

Ved at justere køresporsbredden i forhold til kantbanebredden på tosporede veje i åbent land sikres en optimal bredde af kørspej og kantbaner under hensyntagen til trafikantgrupper, trafikmængder og hastighedsniveauer.

Justering af køresporsbredden kan med fordel gennemføres sammen med tiltaget Rumleriller, da det på veje, hvor det er relevant at justere køresporsbredde, i mange tilfælde også er relevant at etablere rumleriller.



Effekt

Den "optimale" bredde af kørespor og kantbaner afhænger af forhold som vejens hastighedsniveau, trafikmængde og trafiksamensætning samt vejens tracé.

I en dansk analyse af ulykker på veje i åbent land findes, at ulykkesrisikoen på 2-sporede veje med 80 km/t hastighedsbegrænsning generelt falder med stigende køresporsbredde indtil en bredde på 3,5 m/kørespor /1/. Ved bredere kørespor falder ulykkesrisikoen ikke yderligere.

Vedrørende kantbanebreddens betydning på vejstrækninger med en køresporsbredde på 3 m findes, at ulykkesrisikoen generelt falder, des bredere kantbanen er, op til en bredde på 0,75 m. Ved bredere kantbaner tyder det ikke på, at ulykkesrisikoen falder yderligere.

For eneulykker isoleret betragtet er resultaterne de samme. Der er derimod ingen klar sammenhæng mellem risikoen for mødeulykker og køresporsbredde, ligesom risikoen for mødeulykker ikke umiddelbart er påvirket af kantbanebredden. /1/

Amerikanske studier viser, at køresporenes bredde primært har betydning på de trafikerede veje og ikke har nogen væsentlig betydning, når ÅDT er mindre end 400 køretøjer/døgn /2/.

Virkningen af at justere bredden af kørespor og kantbaner afhænger af bredden af det eksisterende tværprofil i forhold til trafikforholdene, og af hvilke muligheder der er for forbedring af tværsnittet. En forbedring i retning mod det "optimale" synes at kunne medføre en reduktion i ulykker og personskader på 5-10 % /3, 4/.

Justering af køresporsbredde mod det "optimale" vurderes således at reducere antallet af ulykker og skader med ca. 5-10 % ~ 7 %.

Justering af køresporsbredde Landzone Effekt (%)	Alle ulykker
Alle ulykker	-7
Pers. ulykker	-7
Mat. ulykker	-7
Personskader	-7
Dræbte	-7
Alvorlig	-7
Let	-7

Effekt (%) af justering af køresporsbredde på veje i landzone.

Referencer

1. Vejdirektoratet (1998): Uheld på veje i åbent land. Temaanalyse af uheldsrisiko i relation til vejtværsnit. Rapport nr. 174.
2. AASHTO (2010): Kursushæfte fra workshop omhandlende Highway Safety Manual 2010. TRB 2010.
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. Rosbach, O. (1984): Kantlinjer forbedrer både bilisters og cyklisters sikkerhed. Dansk Vejtidskrift, nr. 11.

Rabatsanering

(juni 2010)

Funktion og udformning

Formålet med rabatsanering er at reducere risikoen for ulykker 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 tema-analyser udarbejdet af Havarikommissionen for Vejtrafikulykker (HVU) viser, 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 /1, 2, 3/. Det er ikke primært



rabattens bredde, men i højere grad rattens bæreevne og eventuelle opspring til kørebanen, der har betydning for trafikikkerheden.

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 rattet. 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 /4/.

Der findes mange måder at forbedre rattet på. Derfor er det ikke entydigt, hvilken virkning en rattsanering 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.

Der er næsten altid tale om veje i åbent land. Tiltaget Sanering af faste genstande kan med fordel overvejes i tilknytning til rattsanering.

Effekt

I en dansk analyse er det skønnet, at man med forstærket yderrabat kan forebygge 50 % af de ulykker, der begynder med, at et køretøj får et hjulsæt ud i rattet, og føreren mister kontrollen over køretøjet. Dette skøn medfører en reduktion i alle ulykker på 6 % og en reduktion i personskader på 7 % /5/. Ifølge analysen vil en forstærket yderrabat således have næsten samme virkning som en asfalteret kantbane, idet anlæg af en 0,3-1 m bred kantbane på veje i åbent land medfører en reduktion i alle ulykker og personskadeulykker på henholdsvis 6 og 8 % /6/. Effekten i den

danske analyse er imidlertid baseret på en forhåndsvurdering, hvis resultatet endnu ikke er eftervist i praksis.

På danske veje i åbent land udgør eneulykker 33 % af alle ulykker, mens bagendekollisioner/trængningsulykker og frontalkollisioner udgør henholdsvis 17 og 11 %.

Det vurderes, at rattsanering medfører en reduktion i hovedsituation 0 på 8 %, hovedsituation 1 på 0,5 % og hovedsituation 2 på 3 % på veje i åbent land.

Rattsanering Landzone Effekt (%)	Eneulykker (Hoved- situation 0)	Bagendekol- lisioner Trængnings- ulykker (Hoved- situation 1)	Frontalkollisi- oner (Hoved- situation 2)
Alle ulykker	-8	-0,5	-3
Pers. ulykker	-8	-0,5	-3
Mat. ulykker	-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 rattsanering på veje i åbent land. De nævnte hovedsituationer fremgår af bilag 2.

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

Øvrige forhold

- Rattsanering medvirker til, at kørebanekanten får længere levetid.
- Rattsaneringer uden fundering har begrænset levetid.
- Sanering af rabat (bitumenbundet grus ekskl. fundering) langs eksisterende vej i begge vejsider. Anlægsudgift:

Ca. 150.000 kr./km.

- Sanering af rabat (bitumenbundet grus inkl. fundering) langs eksisterende vej i begge vejsider. Anlægsudgift: Ca. 250.000 kr./km.

Referencer

1. HVU (2005): Ulykker med store varebiler. Rapport nr. 3. Havarikommissionen for Vejtrafikulykker.
2. HVU (2003): Ulykker på motorveje. Rapport nr. 2. Havarikommissionen for Vejtrafikulykker.
3. HVU (2002): Eneulykker med bilister under 25 år. Rapport nr. 1. Havarikommissionen for Vejtrafikulykker.
4. 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.
5. Værø, H. (1999): Vejtværsnit og uheldsrisiko – vurdering af uheldskonsekvenser af udvalgte tværsnitsændringer. Vejdirektoratet.
6. Elvik, R., Mysen, A. B. og T. Vaa (1997): Trafikksikkerhedshåndbok. Transportøkonomisk Institutt, Oslo, Norge.



Rumleriller

(revideret januar 2014)

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.

Rumleriller giver trafikanten en akustisk og dynamisk advarsel om, at henholdsvis midtlinjen og kantlinjen er ved at blive overskredet. Rumleriller har vist sig at have større effekt end profileret afmærkning.

Rumleriller fræses ned i asfalten, eller tromles ned ved

udlægning af slidlag/nylagt og stadig blød asfalt. Der henvises til Kogebog for rumleriller /1/ og den amerikanske Guidance for the Design and application of Shoulder and Centerline Rumble Strips /2/ for yderligere oplysninger omkring rumlerillers anlæg og design. Desuden henvises til Rumleriller: Vurdering af en asfaltbelægnings egnethed /3/ for vurdering af asfalttekniske problemstillinger, som kan opstå ved etableringen af rumleriller.

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 midteradskil-
 lelse. Etableringen af rumleriller i vejmidten skal forholdes
 til cykeltrafikken, da rumlerillerne kan medføre, at biltrafik-
 ken trækker mod højre i tværprofilet. Konkret er det påvist,
 at etablering af rumleriller i vejmidten bevirker, at personbil-
 ler i gennemsnit rykker 5 cm væk fra vejmidten /4/.

Rumleriller i vejsiden udføres enten ved siden af eller
 under afmærkede kantlinjer. Rumleriller i vejsiden er oftest
 relevante på veje i åbent land med en befæstet bredde
 på 8 m eller mere. På veje med midterrabat er rumleriller i
 vejsiden ind i mod midterrabatten også en mulighed. Rum-
 leriller i vejsiden kan også etableres på motorveje.

/1/ anbefaler, at der ved etableringen af rumleriller bør
 opretholdes en køresporsbredde på mindst 3 meter på
 landeveje og mindst 3,5 meter på motorveje.

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

Etableringen af rumleriller på vejnettet kan prioriteres efter
 forekomsten af mødeulykker og afkørselsulykker, alterna-
 tivt på baggrund af trafikmængder og hastigheder. Det
 anbefales, at rumleriller etableres på sammenhængende
 vejstrækninger og ikke "punktvis" /5, 6/. Studier angiver,
 at tiltaget er relevant for vejstrækninger såvel som for
 kurver /2/.

På veje uden midterrabat vil det generelt være bedre at
 udnytte eventuel "overskydende" plads i tværprofilet til
 rumleriller i vejmidten frem for rumleriller i højre vejside.

I byområder begrænses anvendeligheden og sandsynlig-

vis også virkningen af tiltaget som følge af begrænsede
 pladsforhold, et betydeligt antal svingbevægelser over
 rumlerillerne ved overkørsler og kryds samt den mulige
 støjgene /5, 7/.

Ud fra de stedlige konkrete forhold bør det dog altid
 vurderes, 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

Rumleriller i vejmidten

Et omfattende amerikansk studie af 340 km vej i åbent land
 med godt 3.000 ulykker - fordelt over syv delstater i USA -
 viser, at rumleriller reducerer det samlede antal ulykker med
 12 % og antallet af mødeulykker med 25 %. Personskade-
 ulykker reduceres signifikant med 14 %, herunder mødeulyk-
 ker med personskade med 25 % . Effekterne på alle ulykker
 var betydeligt højere om natten, idet antallet af ulykker her
 blev reduceret med 15 % mod kun 8 % om dagen /8/.

På baggrund af den foreliggende evaluering angives effek-
 ten af rumleriller i vejmidten at være som vist i tabellen:

Rumleriller i vejmidte Landzone Effekt (%)	Mødeulykker (Hovedsituation 2)	Alle ulykkes- situationer (Hovedsituation 0-9)
Alle ulykker	-23	-10
Pers. ulykker	-25	-12
Mat. ulykker	-23	-9
Personskader	-25	-12
Dræbte	-25	-12
Alvorlig	-25	-12
Let	-25	-12

Effekt (%) af rumleriller i vejmidte på veje i åbent land baseret på /8/.
 De nævnte hovedsituationer fremgår af bilag 2.

Yderligere evalueringer samt opsamlinger på studier af rumleriller peger ligeledes på store sikkerhedsgevinster af fræsedede rumleriller i vejmidten /2, 3, 9, 10, 11, 12/. I en dansk kontekst angiver et studie af den sikkerhedsmæssige effekt af etableringen af rumleriller på 35 lokaliteter på statsvejnettet, at det samlede antal ulykker reduceres med 10-20 % /13/.

Rumleriller i vejsiden

Den sikkerhedsmæssige effekt af rumleriller i vejsiden har været undersøgt i flere amerikanske studier. De amerikanske rumleriller har typisk en bredde i vejens tværsnit på 40 cm. Virkningen er en reduktion i eneulykker, hvor trafikanten kører af vejen, på 15-46 % (ulykkesituation 011, 012, 021-024) /10, 12, 14, 15, 16/. Rumleriller i vejsiden synes ikke at have virkning på andre ulykker end disse. I de fleste undersøgelser er det uklart, hvordan den tidligere kantlinje så ud.

Set i forhold til diverse typer af profilerede kantlinjer i termoplast, tyder de bedst udførte studier på, at virkningen af rumleriller i vejsiden er en reduktion i eneulykker med personskaade på ca. 20%. Den sikkerhedsmæssige virkning af rumleriller i højre vejside vurderes at være, som angivet i nedenstående tabel:

Rumleriller i højre vejside Landzone Effekt (%)	Ulykkesituation 011, 012, 021, 022, 023, 024 Vej uden midterrabat	Ulykkesituation 011, 022, 023 Vej med midterrabat
Alle ulykker	-20	-20
Pers. ulykker	-20	-20
Mat. ulykker	-20	-20
Personskader	-20	-20
Dræbte	-20	-20
Alvorlig	-20	-20
Let	-20	-20

Effekt (%) af rumleriller i højre vejside på veje i åbent land uden henholdsvis med midterrabat.

Effekten er set i forhold til profileret kantlinje i termoplast. De nævnte ulykkesituationer fremgår af bilag 2.

Der er ikke fundet undersøgelser af rumleriller etableret ind mod midterrabat på fx motorveje, men det antages at have en positiv effekt.

Øvrige forhold

- Kørsel på rumleriller udsender ekstra støj til omgivelserne. Sinusformede rumleriller har et støjniveau på 0,5-1 dB, hvilket er det laveste sammenholdt med amerikanske rektangulære riller og svenske cirkelformede riller, som medfører et henholdsvis 4-8 dB og 2-3 dB højere støjniveau /7/. Der findes eksempler på, at rumleriller under specielle geologiske forhold har givet vibrationsgener i nærliggende huse.
- Der er ikke noget, der tyder på, at rumleriller i praksis påvirker nedbrydningen af asfaltbelægninger, medmindre asfaltbelægningen er helt eller delvist nedbrudt i forvejen. Mindre alvorlige skader, herunder samlingsrevner bør ikke være en forhindring mod etableringen af rumleriller, når blot rumlerillerne forsegles /1/.
- Levetiden af rumleriller er lige så lang som slidlagets levetid.
- Etablering af rumleriller kan dog føre til øget vejslitage, eftersom spredningen i køretøjernes tværsnitsplacering reduceres /4/.
- Rumleriller i vejsiden 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.
- Nedfræsning af rumleriller i vejmidte ved siden af afstribning. Anlægsudgift: Ca. 12.000 kr./km. (Den angivne pris er ekskl. eventuel retablering af afmærkning).
- Nedfræsning af kantbane (begge vejsider) ved siden af afstribning. Anlægsudgift: Ca. 12.000 kr./km. (Den angivne pris er ekskl. eventuel retablering af afmærkning).

Referencer

1. Luxenburger, J. (2013): Kogebog for rumleriller – En håndbog i anvendelse af sinusformede rumleriller som trafiksikkerhedsfremmende foranstaltning. Luxenburger Trafiksikkerhed & Vejteknik (vejregelforberedende rapport).
2. Torbic, D. J. et al. (2009): Guidance for the Design and Application of Shoulder and Centerline Rumble Strips. NCHRP report 641. Transportation Research Board, Washington DC., USA.
3. Thau, M. (2013): Rumleriller: Vurdering af en asfaltbelægnings egnethed. Vejdirektoratet
4. Vadeby, A., Anund, A., Björketun, U. och Carlsson, A. (2013): Säker framkomlighet – Sammenfattande resultat. VTI rapport 790, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut.
5. Federal Highway Administration (2011): Technical Advisory: Center Line Rumble Strips. T 5040.40, Revision 1, November 7, 2011
6. Federal Highway Administration (2011): Technical Advisory: Shoulder and Edge Line Rumble Strips. T 5040.39, Revision 1, November 7, 2011
7. Kragh, J. og B. Andersen (2007): Trafikstøj ved rumleriller. Vejdirektoratet, Vejteknisk institut.
8. Persaud, B. N., Retting, R. A. and C. A. Lyon (2004): Crash reduction following installation of centerline rumble strips on rural two-lane roads. Accident Analysis & Prevention, vol. 36, no. 6, pp. 1073-1079.
9. Karkle, D. E., Rys, M. J. and Eugene, R. R. (2009): Evaluation of Centerline Rumble Strips for Prevention of Highway Crossover Accidents in Kansas. Proceedings of the 2009 Mid-Continent Transport Research Symposium, Ames, Iowa August 2009
10. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafikksikkerhetshåndboken - 4. udgave, Transportøkonomisk Institutt.
11. Russell, E. R. og M. J. Rys (2005): Centerline Rumble Strips. National Cooperative Highway Research Program, Synthesis 339, Transportation Research Board, Washington DC, USA.
12. Sayed, T., deLeur, P., Pump, J. (2009): Impact of Rumble Strips on Collision Reduction on BC Highways: A Comprehensive Before and After Safety Study. Paper TRB Annual Meeting.
13. Mohamud, M. J. (2011): Centerline Rumble Strips – Safety Evaluation, Aalborg Universitet (afgangsprojekt).
14. FHWA (2001): Synthesis of Shoulder Rumble Strip Practices and Policies. Federal Highway Administration, Washington DC, USA.
15. Griffith, M. S. (1999): Safety Evaluation of Rolled-In Continuous Shoulder Rumble Strips Installed on Freeways. Federal Highway Administration, Turner-Fairbank Highway Research Center, McLean, USA.
16. Patel, R. B., Council, F. M. and Griffith, M. S. (2007): Estimating Safety Benefits of Shoulder Rumble Strips on Two-Lane Rural Highways in Minnesota: Empirical Bayes Observational Before-and-After Study. Transportation Research Record, No. 2019, pp. 205-2011.

Sanering af faste genstande

(juni 2010)

Funktion og udformning

Faste genstande betegner genstande, der er påkørselsfarlige. Det drejer sig eksempelvis om mure, bygninger, byporte, broer, brosjøler, marksten og lignende, brønde, støjskærme, træer, skråningsanlæg, rørstandere uden brudled og el/teknikskabe.

Sanering af faste genstande kan i mange tilfælde klares ved at bruge eftergivelige standere, afskærme dem med autoværn eller ved at flytte faste genstande uden for den såkaldte sikkerhedszone. En sikkerhedszone er defineret som et afgrænset areal uden for kørebanen, hvor der

ikke findes påkørselsfarlige genstande, og hvor terrænet udformes påkørselsvenligt.

En sikkerhedszone etableres ved:

- At erstatte grøfter med trug
- At fjerne faste genstande, afskærme dem med autoværn eller udskifte dem med påkørselsvenlige udgaver (fx brudled, eftergivelige master etc.)
- At udjævne stejle skråninger eller afskærme disse med autoværn, jf. kriterierne i autoværnsvejreglerne /3/.



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 meter bred. /1, 2, 3, 4/

Tiltagene Rabatsanering og Autoværn i vejsider bør overvejes i tilknytning til sanering af faste genstande.

Der er kun meget begrænset viden om virkninger af sikkerhedszoner på veje i byområder.

Effekt

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 40-45 % /1, 2, 5/. Virkningen sættes derfor til et fald mellem 40-45 % (~42 %) i ulykkessituation 011-024, dog eksklusiv ulykker, hvor autoværn indgår.

Undersøgelser af at flytte, fjerne eller markere faste genstande viser fald i alle ulykkessituationer på 2-44 %, dog er det uvist, om oversigtsforholdene mere generelt samtidig er udbedret /6/.

Sanering af faste genstande i vejside Landzone, Effekt (%)	Ulykkessituation 011, 012, 021, 022, 023, 024 (excl. ulykker med autoværn)
Alle ulykker	-42
Pers. ulykker	-42
Mat. ulykker	-42
Personskader	-42
Dræbte	-42
Alvorlig	-42
Let	-42

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

Effekten på -42 % på eneulykker svarer til en effekt på mellem -7 og -11 %, afhængig af vejtype, på alle ulykkessituationer samlet set.

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 sikkerhedszoner kan være meget forskellig fra vej til vej, fordi der er vidt forskellige ting at gennemføre.
- Etablering af sikkerhedszone på begge sider af vejen. Anlægsudgift: Ca. 250.000 kr./km vej.

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. Vejdirektoratet (2007): Udstyr. Autoværn. Opsætning af vejautoværn og påkørselsdæmpere i åbent land. Vejreglerådet, juli 2006, rev. 2007.
4. Vejdirektoratet (2008): Håndbog. Vejdstyr. Håndbog i anvendelse af eftergivelige master. Vejreglerådet.
5. Elvik, R. og U. Rydningen (2002): Effektkatalog for trafikksikkerhetstiltak. Transportøkonomisk institutt, rapport 572, Oslo, Norge.
6. Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og M. Sørensen (2009): The Handbook of Road Safety Measures. Second edition, Emerald Group Publishing Ltd., Bingley, Storbritanien.

Sikkerhedssymboler (afstandsmærker) på motorveje

(revideret januar 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 forsøgsstrækninger med sikkerhedssymboler. På disse strækninger er sikkerhedssymbolbolet 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 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/.

Analyser 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 Landzone Effekt (%)	Flerpartsulykker (Hovedsituation 1-6 og 8)	Eneulykker (Hovedsituation 0, 7 og 9)
Alle ulykker	-5	-12
Pers. ulykker	-5	-12
Mat. ulykker	-5	-12
Personskader	-5	-12
Dræbte	-5	-12
Alvorlig	-5	-12
Let	-5	-12

Effekt (%) af sikkerhedssymboler på 20 km strækning, 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.
- Etablering af sikkerhedssymboler. Anlægsudgift: 25.000 kr./km kørespor, ekskl. skiltning.

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): Avstandsmærker i kjørebanelen. Utforming og effekter. Plan og Trafik, Norge.
4. Vejdirektoratet (2011): Effekt efter 3 år. Afstandsmærker på motorveje. Vejdirektoratet.

2+1 veje med midterautoværn

(revideret januar 2014)

Funktion og udformning

Ulykkesbelastede 2-sporede veje uden midterrabat beliggende i åbent land og med hastighedsbegrænsning på 80 km/t eller højere, kan med stor sikkerhedsmæssig gevinst ændres til 2+1 veje med midterautoværn.

En 2+1 vej med midterautoværn er en 3-sporet vej, der afstribes, så der i midtersporet bliver overhalingsmulighed i skiftevis den ene og den anden færdselsretning og med midterautoværn mellem færdselsretningerne. 2+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 laves en risikovurdering, før der opsættes midterautoværn på alt andet end motorveje. Risikovurderingen bør omfatte følgende elementer:

- Vurdering af risikoen for at mødende trafik kolliderer mod risikoen for kollision med 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 i forbindelse med 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+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 materielskadeulykke, 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+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
Pers. ulykker	-13
Mat. ulykker	+30
Personskader	-8
Dræbte	-76
Alvorlig	-47
Let	+13

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

Virkningen af at opsætte midterautoværn på en vej, der i forvejen er udformet som en 2+1 vej, men uden midterautoværn, findes der kun få resultater for. Disse resultater tyder på et samlet fald i dræbte og alvorligt tilskadekomne på omkring 30 %, og et fald i personskader og i personskadeulykker på omkring 7 % /2/. De svenske studier

angiver ikke tal for lette skader og materielskadeulykker, men disse forventes at være steget betydeligt i antal med etableringen af midterautoværn.

Øvrige forhold

- Ombygning til 2+1 veje kan medføre højere fart og dermed bedre fremkommelighed, øget brændstofforbrug, støj etc.
- Ombygning til 2+1 veje med midterautoværn kan medføre øget behov for adgangs begrænsning, og eventuelt oplevelsen af et mindre fleksibelt vejnet. For at undgå et mindre fleksibelt vejnet, kan ombygning til 2+1 veje med midterautoværn kræve etablering af et lokalvejsnet.
- Ombygning til 2+1 veje med midterautoværn kan forventes at medføre betydeligt forøgede driftsudgifter som følge af påkørsler af autoværnet.
- 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.
- Ombygning af motortrafikvej med toplanskryds til 13-14 m bred 2+1 vej med midterautoværn. Anlægsudgift: Ca. 1,3 mio. kr./km uden vejudvidelse og ca. 7,1 mio. kr./km med vejudvidelse. Betegnelsen uden vejudvidelse inkluderer dog mindre udvidelser op til 1 m på delstrækninger.
- Ombygning af almindelig vej i åbent land med kryds i ét plan til 13-14 m bred 2+1 vej med midterautoværn. Anlægsudgift: Ca. 1,7 mio. kr./km uden vejudvidelse og ca. 7,5 mio. kr./km med vejudvidelse. Betegnelsen uden vejudvidelse inkluderer dog mindre udvidelser op til 1 m på delstrækninger.

Referencer

1. Vejdirektoratet (2013): Tværprofiler i åbent land. Vejregelrådet, juni 2013.
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): Trafikksikkerheshåndboken. 4. utgave. Transportøkonomisk Institutt
5. Erke, A. m.fl (2006): Effektkatalog for trafikksikkerhetstiltak. TØI rapport 851/2006, Transportøkonomisk Institutt



2-1 veje i åbent land

(januar 2014)

Funktion og udformning

2-1 veje (2 minus 1 veje) kan dels skabe mere trygge forhold for cyklister, dels kan de sænke hastigheden og øge

afstanden mellem kørespor og faste genstande. Den lavere hastighed vil desuden medføre, at den krævede sikkerhedsafstand til faste genstande reduceres.



2-1 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, når modkørende bilister skal passere hinanden. Etablering af 2-1 veje bevirker, at trafikanterne skal ændre færdselsmønster i forhold til kørsel på almindelige 2-sporrede veje. Når bilisterne møder modkørende samtidig med, at der færdes lette trafikanter, skal bilisterne køre ind bag de lette trafikanter.

Basistværprofilet for 2-1 veje består af en kørebane med et kørespor, to brede kantbaner med 0,3 m brede punkterede kantlinjer og to yderrabatter. Det skal sikres, at der er mødesigt ved planlægningshastigheden. Jf. afmærkningsbekendtgørelsen må ensporede veje med dobbeltrettet færdsel og punkterede kantlinjer ikke anvendes på strækninger i åbent land, hvor den tilladte hastighed er over 60 km/h. Køresporet anbefales med en bredde på mellem 3,0 og 3,5 m /1/.

2-1 veje kan etableres ved omprofilering af eksisterende veje. Hvis 2-1 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 på en delstrækning. Konsekvenserne for cyklisterne ved en opsplittning bør indgå i overvejelserne.

2-1 veje bør kombineres med hastighedsdæmpende tiltag for at opnå den ønskede hastighedsdæmpende effekt.

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

Effekt

Der foreligger begrænset dokumentation for den trafikikkerhedsmæssige effekt af at etablere 2-1 veje.

Der findes ikke dokumentation for, at tiltaget på lang sigt reducerer hastighedsniveauet, med mindre tiltaget kombineres med andre hastighedsdæmpende tiltag som f.eks. bump, chikaner, vejindsnævninger, reduceret tilladt hastighed mv. I nogle tilfælde har tiltaget medført en reduktion i trafikarbejdet på strækningen /3/.

I Holland er 2-1 veje anvendt som et gennemgående hastighedsdæmpende tiltag i forbindelse med etableringen af 60 km/t hastighedszoner på mindre veje i det åbne land. I udgangspunktet var vejene karakteriserede ved en hastighedsgrænse på 80 km/t. Tværprofilet blev ændret fra 2 spor til afmærkning som 2-1 vej, og etableringen af 2-1 vejene blev kombineret med opsætning af hastighedszonetavler. På strategiske udvalgte dele af strækningerne blev der etableret hastighedsdæmpende foranstaltninger, primært bump og hævede flader i forbindelse med kryds.

Det hollandske studie viser en signifikant nedgang i antallet af personskadeulykker på strækningerne på 18 %, ligesom antallet af tilskadekomne i strækningsulykker reduceres med 18 %, når 2-1 veje etableres i forbindelse med en nedsættelse af hastighedsgrænsen fra 80 til 60 km/t. Det bør bemærkes, at effekten i kryds var 44 % og den samlede effekt for kryds og strækninger var en ulykkesreduktion på 24 %. Det er dokumenteret, at nedgangen i antallet af ulykker og personskader ikke er et resultat af, at nedsættelsen af hastighedsgrænserne på de mindre veje i landområde har flyttet biltrafik til det overordnede landevejsnet /4/.

På baggrund af det hollandske studie kan de sikkerhedsmæssige effekter af etableringen af 2-1 veje opgøres som vist i nedenstående tabel:

2-1 veje Landzone Effekt (%)	Kryds	Strækninger	Kryds og strækninger (Samlet effekt)
Alle ulykker	-44	-18	-24
Pers. ulykker	-44	-18	-24
Mat. ulykker	-44	-18	-24
Personskader	-47	-18	-24
Dræbte	-55	-20	-27
Alvorlig	-55	-20	-27
Let	-40	-16	-20

Effekt (%) ved anlæg af 2-1 veje i åbent land ved samtidig nedsættelse af hastighedsgrænsen fra 80 km/t til 60 km/t.

Et dansk forsøg har vist, at hastighedsniveauet steg efter indførelse af 2-1 veje til trods for, at den skiltede hastighed blev reduceret /5/.

Tyske forsøg med etablering af 2-1 veje med ønsket hastighed på 70 km/t har vist en reduktion i hastigheden på 10 % /6/.

Der findes ikke nogen kendt effekt for 2-1 veje i byer og "blå byer". Her vil der være højere krydstæthed, mere krydsende trafik og flere lette trafikanter, men til gengæld vil hastigheden typisk være reduceret i forvejen, hvorfor sikkerhedseffekten af en hastighedsreduktion må forventes at være mindre.

Øvrige forhold

- I Holland anbefales separat cykelsti, hvis ÅDT er større end 2.000-3.000 køretøjer. Der findes dog hollandske

eksempler på etablering af 2-1 veje med betydelig større trafikmængder /7/.

- Der findes ikke nogen entydig dokumentation af, at 2-1 veje har skabt øget oplevelse af tryghed blandt cyklister og fodgængere /6/.
- Der er risiko for, at trafikanterne misforstår hinanden på 2-1 veje /6/. Det er dog ikke fundet i et dansk adfærdsstudie - hverken på frie strækninger eller ved fartdæmpere /5/.
- Anlæg af 2-1 veje i åbent land. Gennemsnitlig anlægsudgift: Ca. 300.000 kr./km.

Referencer

1. Vejdirektoratet (2013): Vejregler. Tværprofiler i åbent land. Vejreglerådet, juli 2013.
2. COWI (2013): 2-1 veje, erfaringsopsamling. COWI
3. Erke, A. og Sørensen, M. (2008): Extended road shoulders on rural roads: A measure for cyclists and pedestrians? TØI rapport 961/2008, Transportøkonomisk Institutt, Oslo, Norge
4. Jaarsma, R., Louwerse, R., Dijkstra, A., de Vries, J og Spaas, J. P. (2011): Making minor rural road networks safer: The effects of 60 km/h zones. Accident Analysis and Prevention, vol. 43, pp. 1508-151
5. la Cour Lund, B., Herrstedt, L. og Greibe, P. (2005): Hastighedsmålinger på Gurrevej. Trafitec
6. Richter, T. og Zierke, B. (2009): Safe design of rural roads by normalized road characteristics. Association for European Transport
7. SWOV (2013): Edge strips on rural access roads. SWOV fact sheet. Holland



Hastighedsdæmpende foranstaltninger

(januar 2014)

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, forsætninger, indsnævringer 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 kapitlet om "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 trafi-



kantgrupper 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 ved høj hastighed.

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

Litteraturstudier viser, at hastighedsreduktionen ved etablering af bump i boliggyder kan opgøres til 24 %, mens personskaulykkerne reduceres med 40 %. Ulyk-

kesreduktionen er større, end hvad der kan forklares ud fra den dokumenterede hastighedsreduktion. Flere undersøgelser viser, at trafikmængden reduceres betydeligt efter etableringen af bump. Den større ulykkesreduktion skal derfor formentlig forklares ved reduktionen i trafikmængden /3/. Dertil kan den større ulykkesreduktion være et resultat af, at hastighedsspredningen reduceres.

I nedenstående tabel er effekterne baseret på den forventede effekt af en hastighedsreduktion på 24 % ved hjælp af potensmodellen /4/. Anvendelsen af potensmodellen betyder, at tabellen afspejler den sikkerhedsmæssige effekt ved en uændret trafikmængde.

Bump Byzone Effekt (%)	Alle ulykker
Alle ulykker	-24
Pers. ulykker	-28
Mat. ulykker	-20
Personskader	-32
Dræbte	-56
Alvorlig	-42
Let	-26

Effekt (%) af etablering af bump i byzone.

Der findes ikke en dokumenteret signifikant sikkerhedsmæssig effekt af etablering af hævede flader i kryds. Undersøgelser antyder en stigning på henholdsvis 5 % for personskadeulykker og 13 % for materielskadeulykker, men forfatterne fraråder at generalisere resultaterne /2/.

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. /5/.

Øvrige forhold

- Ud over at forbedre trafikikkerheden vil en reduktion af hastigheden også medføre en forbedring af trygheden især for de lette trafikanter, hvilket kan medføre en forøgelse af antallet af lette trafikanter.
- Etablering af bump har ifølge litteraturstudier medført en reduktion i trafikmængden på 25 %, hvilket kan skyldes, at vejene i studierne fungerede som gennemfartsveje, før bumpene blev anlagt /3/.
- Reduceret hastighed og trafikmængde kan medføre mindre støj. Omkring bumpene kan der ske en forøgelse i støj pga. nedbremsning og acceleration fra især tunge køretøjer.
- Etablering af bump. Gennemsnitlig anlægsudgift: Ca. 50.000 kr./stk.
- Etablering af hævet flade. Gennemsnitlig anlægsudgift: Ca. 100.000 kr./stk.

Referencer

1. Vejdirektoratet (2013): Håndbog om Fartdæmpere. Anlæg og planlægning. Vejreglerådet.
2. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafikikkerhedshåndboken. 4. udgave. Transportøkonomisk Institutt
3. Høye, A., Elvik, R. og Sørensen, M. W. J. (2011): Trafikkerhedsvirkninger av tiltak. TØI rapport 1157/2011. Transportøkonomisk Institutt
4. Elvik, R. (2009): The Power Model of the relationship between speed and road safety. Update and new analyses. Report 1034. Transportøkonomisk Institutt
5. Jørgensen, M., og Agerholm, N. (2012): Bilisters hastighed på gennemfartsveje i mindre danske byer. Proceedings Trafikdage.

Midterrabat i by

(juni 2010)

Funktion og udformning

Anlæg af kantstensbegrænset eller afmærket midterrabat i brede bygader medfører en væsentlig forbedring af trafik-sikkerheden.

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/

Virkningerne vurderes til:

Midterrabat Byzone Effekt (%)	Alle ulykker	
	Afmærket midterrabat	Kantstensbe- grænset midterrabat
Alle ulykker	-1	-21
Pers. ulykker	-20	-40
Mat. ulykker	+10	-10
Personskader	-20	-40
Dræbte	-20	-40
Alvorlig	-20	-40
Let	-20	-40

Effekt (%) af etablering af henholdsvis afmærket eller 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
- Etablering af afmærket midterrabat. Anlægsudgift: Ca. 2 mio. kr./km.
- Etablering af kantstensbegrænset midterrabat. Anlægsudgiften er meget varierende: Ca. 6 mio. kr./km.

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): Trafikksikkerhedshåndbok. 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.

Trafiksanerering

(juni 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 fartdæmpende tiltag og øvrige virkemidler ved trafiksanering er forskellig afhængig af vejklasse (lokalvej henholdsvis trafikvej) og vejens trafikintensitet.

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, tryghed 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 gennemsnitshastighed; 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
Pers. ulykker	-29
Mat. ulykker	-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.
- Etablering af en "billig" trafiksanering (stillevejstrafiksanering bestående af bump og få andre foranstaltninger). Anlægsudgift Ca. 200.000 kr./km.
- Etablering af en "dyr" trafiksanering (trafiksanering med rundkørsler, belægningsskift mv.) Anlægsudgift Ca. 5 mio. kr./km.
- Etablering af en "mellemløsning" (trafiksanering bestående af flere fartdæmpende foranstaltninger, uden dyre detaljer). Anlægsudgift Ca. 1 mio. kr./km.

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 byggenemfarter – Den trafikikkerhedsmæssige effekt. Vejdirektoratet, rapport 281.



Forsætning af F-kryds

(januar 2014)

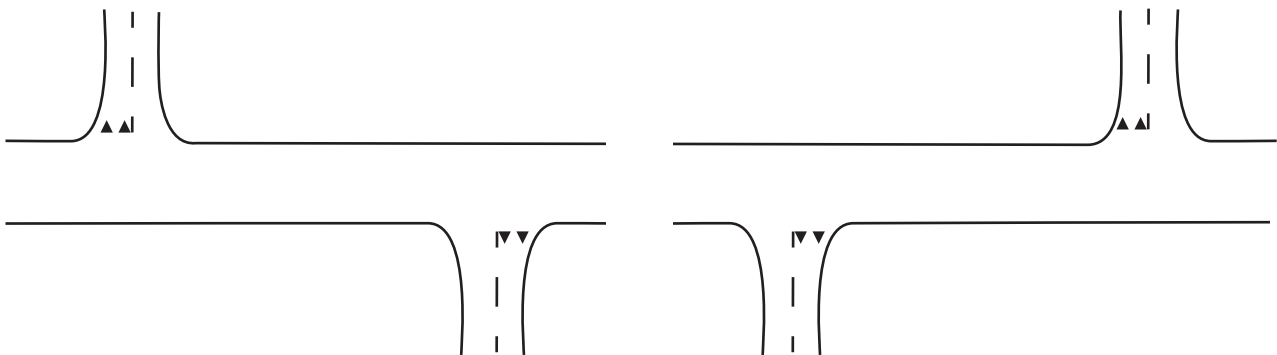
Funktion og udformning

Vigepligtsregulerede F-kryds (4-benede kryds) er generelt forbundet med markant større ulykkesrisiko end vigepligtsregulerede T-kryds (3-benede 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.



Principskitse af henholdsvis venstreforsat og højreforsat kryds /2/

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 venstresvingsbaner 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.

Effekt

I den norske trafikikkerhedshåndbog 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 sidevejstrafik /3/.

Baseret på den norske trafikikkerhedshåndbog 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
Pers. ulykker	+35	-25	-33	-20
Mat. ulykker	+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 personskadeulykkerne faldt med 73 %, mens materielskadeulykkerne faldt med 57 %. Desuden var antallet af tilskadekomne per ulykke lavere efter ombygningerne. Undersøgelsen tog ikke hensyn til regressionseffekten /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. Gennemsnitlig anlægsudgift: Ca. 2 mio. kr./kryds.

Referencer

1. Vejdirektoratet (2011): Håndbog. Trafiksikkerhedsprincipper. Anlæg og planlægning. Vejreglerådet, december 2011.

2. Vejdirektoratet (2012): Planlægning af vejkryds i åbent land. Anlæg og planlægning. Vejreglerådet, oktober 2012.

3. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafiksikkerhedshåndboken. 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.



Forvarsling af stop- eller vigepligt

(juni 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 meter 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 rumlefelte 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 Byzone & Landzone Effekt (%)	Alle ulykker T-kryds & F-kryds
Alle ulykker	-15
Pers. ulykker	-15
Mat. ulykker	-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 i by- henholdsvis i landzone.

Øvrige forhold

- Rumlefelte bør ikke benyttes i nærheden af beboelse, da de erfaringsmæssigt kan give anledning til støjgener.
- Etablering af forvarsling i kryds. Anlægsudgiften er ikke opgjort.

Referencer

1. Vejdirektoratet (2006): Vejregler. Færdselsregulering. Færdselstavler. Hæfte 2 - Vigepligtstavler. Vejregelrådet.
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.



Hastighedsbegrænsning i kryds i åbent land

(januar 2014)

Funktion og udformning

Etablering af lokal hastighedsbegrænsning på 60 km/t eller 70 km/t i kryds i åbent land har til formål at nedbringe hastigheden, så ulykkes- og skadesrisikoen mindskes.

Hastighedsbegrænsningen kan etableres ved anvendelse af faste tavler, tavle C55, som omtales nedenfor, samt ved hjælp af variable hastighedstavler, som beskrives på side 12.



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/.

Etableringen af lokal hastighedsbegrænsning i kryds er begrundet i den forøgede ulykkesrisiko, der er i krydsområdet som følge af bremsende, krydsende og flettende trafikstrømme.

Signalregulerede kryds i åbent land må ikke etableres i kryds med tilladt hastighed større end 70 km/t /2/, og om kryds i ét plan i åbent land anføres det, at hastigheden bør være lavere i krydset end på strækningen /3/.

Tiltaget kan i udgangspunktet prioriteres i kryds;

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

Virksomheden på trafikanternes hastighedsvalg er betinget af omfanget hvori, at trafikanterne opfatter hastighedsbegrænsningen som aktuel, rimelig og velbegrunder /4/. Ydermere kan tiltagets effekt på hastighedsniveauet aftage i takt med, at de lokale hastighedsbegrænsninger udrulles til større dele af vejnettet.

Kombinationen af disse forhold taler for, at sænkninger af hastighedsgrænsen til under 70 km/t forbeholdes kryds med en særlig forøget ulykkesrisiko, og hvis muligt understøttes med supplerende skiltning, der begrundes den lavere hastighedsgrænse. Det kunne eksempelvis være dårlige oversigtsforhold, tavle A11. Alternativt kan sænkningen af hastighedsgrænsen på særligt risikofyldte lokaliteter gennemføres ved anvendelse af variable hastighedstavler,

da variable hastighedstavler sædvanligvis medfører større reduktioner i hastighedsniveauet end hastighedsbegrænsning ved faste tavler.

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. Effekterne på ulykkes- og skadesforekomster kan beskrives på baggrund af den relative ændring i middelhastigheden ved hjælp af den såkaldte potensmodel /1/.

I Norge er der gennemført målinger på, hvor meget gennemsnitshastighederne i gennemsnit ændres ved forskellige ændringer i hastighedsbegrænsningen /5/. 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 hastighedsbegrænsning i kryds i åbent land under danske forhold er potensmodellen anvendt, idet det forudsættes, at gennemsnitshastighederne 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 Effekt (%)	Alle ulykker		
	90 - 80 km/t	80 - 70 km/t	80 - 60 km/t
Gennemsnits-hastighed før	92,7 km/t	82,4 km/t	82,4 km/t
Gennemsnits-hastighed efter	90,2 km/t	79,9 km/t	74,9 km/t
Ændring	- 2,5 km/t	- 2,5 km/t	- 7,5 km/t
% ændring	-3	-3	-9
Alle ulykker	-4	-4	-13
Pers. ulykker	-4	-5	-14
Mat. ulykker	-4	-4	-13
Personskader	-6	-7	-19
Dræbte	-12	-13	-35
Alvorlig	-9	-10	-28
Let	-4	-4	-12

Effekt (%) af lokal hastighedsbegrænsning i kryds. Effekterne er estimeret ved hjælp af potensmodellen

De opgjorte effekter er retvisende for den forventede effekt af lokal hastighedsbegrænsning ved kryds i åbent land under forudsætning af, at de forudsatte reduktioner

i hastighedsniveauet er repræsentative for ændringerne i hastighedsniveauet under danske forhold.

Øvrige forhold

- Prisen for opsætning af tavlesæt med tavle C55, lokal hastighedsbegrænsning, og tavle C56, ophævelse af lokal hastighedsbegrænsninger, er opgjort til 5.000 kr. per tavlesæt.

Referencer

- Elvik, R. (2009): The Power Model of the relationship between speed and road safety: Update and new analysis. TØI rapport 1034/2009. Transportøkonomisk Institutt
- Transportministeriet (2012): Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning
- Vejdirektoratet (2012): Håndbog: Planlægning af vej-kryds i åbent land. Anlæg og Planlægning. Vejreglerådet
- Herrstedt, L. og la Cour Lund, B. (2006): Hastighedstilpasning: Evaluering af forsøg med brug af VMS-tavler. Trafitec
- Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafiksikkerhedshåndboken – 4. udgave, Transportøkonomisk Institutt



Rundkørsler

(januar 2014)

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 trafikikkerheden /1, 2/. Forbedringen skyldes som

regel, at motorkøretøjernes hastighed falder på de steder, hvor trafikanter er i konflikt med hinanden. Hertil kommer, at 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 her.



Såvel danske som internationale studier viser imidlertid, at ombygning til rundkørsel ofte forringer trafikikkerheden for cyklister, knallertkørere og motorcyklister. Dette taler for, at ombygning af kryds til rundkørsel i byområde begrænses til kryds med få to-hjulede trafikanter, med mindre cyklister 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.

Nærmere danske studier af cyklisters sikkerhed i rundkørsler viser, at etablering af rundkørsler med cykelbaner og farvet cykelstafmærkning forringer trafikikkerheden for cyklister. På den baggrund frarådes det at designe rundkørsler med cykelbaner samt med blå eller røde cykelstafmærkninger /3/.

Effekt

Den norske trafikikkerhedshåndbog og et omfattende dansk studie af rundkørselers sikkerhedseffekt indeholder meta-analyser, der sammenfatter den forventede effekt på tværs af foreliggende evalueringer /1, 2/.

/2/ omfatter ydermere en detaljeret før-efter ulykkesevaluering af den sikkerhedsmæssige effekt af 332 ombygninger af kryds til rundkørsler i Danmark. Eftersom forhold relateret til cykeltrafik er af betydning for de sikkerhedsmæssige effekter, og cykelanvendelsen i Danmark er højere end i de fleste andre lande, er det vurderingen, at før-efter ulykkesevalueringen i /2/ giver grundlag for den bedste beskrivelse af de sikkerhedsmæssige effekter af at ombygge eksisterende kryds til rundkørsel. For at tydeliggøre de sikkerhedsmæssige effekter af ombygning af kryds til rundkørsler er der på basis af data fra /2/ gennemført en række supplerende analyser.

De supplerende analyser giver følgende effekter:

Rundkørsel Byzone Effekt (%)	Alle ulykker			
	Alle kryds	T-kryds Vigepligt	F-kryds Vigepligt	Signal
Alle ulykker	-10	+31	-24	-6
Pers. ulykker	-13	+28	-22	-22
Mat. ulykker	-8	+34	-25	+4
Personskader	-25	+23	-34	-32
Dræbte	-52	-40	-100	+10
Alvorlig	-24	-13	-19	-39
Let	-25	+64	-42	-29

Effekt (%) af ombygning af vigepligts- og signalregulerede kryds til rundkørsler i byzone. Det er ikke muligt at opgøre effekterne af at ombygge signalregulerede T-kryds til rundkørsel.

Rundkørsel Landzone Effekt (%)	Alle ulykker			
	Alle kryds	T-kryds Vigepligt	F-kryds Vigepligt	Signal
Alle ulykker	-57	-65	-60	-49
Pers. ulykker	-72	-80	-74	-67
Mat. ulykker	-46	-54	-48	-37
Personskader	-80	-81	-83	-77
Dræbte	-95	-100	-87	-100
Alvorlig	-79	-90	-80	-75
Let	-79	-72	-85	-76

Effekt (%) af ombygning af vigepligts- og signalregulerede kryds til rundkørsler i landzone. Det er ikke muligt at opgøre effekterne af at ombygge signalregulerede T-kryds til rundkørsel.

I tillæg hertil viser Vejdirektoratets evaluering af sortpletprojekter på statsvejnettet, at i de tilfælde, hvor uheldsbetastede 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 /4/.

Evalueringen viser, at den sikkerhedsmæssige effekt, der realiseres i de enkelte ombygninger, er betinget af en række stedlige og udformningsmæssige karakteristika. Blandt andet kan det konstateres, at antallet af ulykker og personskader øges, når der er tale om ombygning af vigepligtsregulerede T-kryds i byområde, idet ombygningen dog medfører en reduktion i antallet af dræbte og alvorligt tilskadekomne.

I forlængelse heraf dokumenterer evalueringen endvidere følgende /2, 5/:

- 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 - særligt ved ombygning til 1-sporet rundkørsel. Dette er i overensstemmelse med, at etablering af rundkørsel i åbent land generelt giver anledning til større reduktioner i antallet af ulykker og antallet af personskader end ombygning til rundkørsel i byområde.
- Ombygning til minirundkørsel - i modsætning til andre typer af rundkørsler – giver ikke anledning til signifikante reduktioner i antallet af ulykker og personskader.
- Ombygning af vigepligtsreguleret kryds til rundkørsel giver normalt anledning til større reduktion i antallet af ulykker og personskader, end når signalanlæg ombygges til rundkørsel.
- Ombygning til rundkørsler med parallelheller i byzone giver lavere sikkerhedsmæssige effekter, end når andre typer af sekundærheller anvendes.
- Vinklen og afstanden mellem benene i rundkørslen har en vis betydning for den sikkerhedsmæssige effekt,

mens antallet af ben i rundkørslen er af begrænset betydning. Afstanden mellem benene skal helst være 20 meter eller derover.

- Midterøens højde på midten har indflydelse på trafiksikkerheden. Er midterøen i 1-sporede rundkørsler 2 meter eller højere, synes antallet af ulykker, med resulterende personskader, mellem cirkulerende og ind- henholdsvis udkørende trafikanter i højere grad at blive reduceret end i 1-sporede rundkørsler med lave midterøer.
- De sikkerhedsmæssige effekter af ombygning til rundkørsel øges over tid, idet der i perioden umiddelbart efter ombygningen sker flere eneulykker end på lang sigt.
- Etablering af rundkørsel medfører en signifikant stigning i antallet af cyklistulykker og antallet af tilskadekomne cyklister. Særligt udformninger med cykelbane, blå eller rød cykelmarkering i cirkulationsarealet fungerer sikkerhedsmæssigt dårligt for cyklisterne.
- Bedst sikkerhed for cyklisterne opnås, når der etableres separat cykelsti udenfor og adskilt fra rundkørselens cirkulationsareal, og hvor cykelstierne krydser de enkelte vejgrene ude af niveau, eller hvor cyklisterne pålægges vigepligt ved passage af rundkørselens til- og frafartsspor.

Øvrige forhold

- Fremkommeligheden for biltrafikken er generelt bedre i en rundkørsel end i et vigepligtsreguleret kryds, hvis mere end af den indkørende trafik kommer fra sidevejen.
- I situationer, hvor fremkommeligheden vil være bedst i rundkørsler, er der ofte 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, idet opmagasineringsfelter, fx svingbaner, er unødvendige i rundkørsler.

- Ombygning af et vigepligtsreguleret kryds til en 1-sporet rundkørsel: Anlægsudgift: Ca. 3 mio. kr.
- Ombygning af et signalreguleret kryds til en flersporet rundkørsel: Anlægsudgift: Ca. 5 mio. kr.

Referencer

1. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafikksikkerhedshåndboken - 4. udgave. Transportøkonomisk Institutt
2. Jensen, S. U. (2013): Evaluering af effekter af rundkørsler med forskellig udformning - Del 2, Trafitec
3. Jensen, S. U. (2012): Rundkørsler og trafiksikkerhed, Trafik og Veje, november 2012, pp. 26-29
4. Vejdirektoratet (2010): Sorte pletter på statsveje - Evaluering 2009, Vejdirektoratet
5. Jensen, S. U. (2013): Cyklisters sikkerhed i rundkørsler: Sammenfatning, Trafitec

Signalregulering af kryds

(juni 2010)

Funktion og udformning

Signalregulering af 3-benede og 4-benede vigepligtsregulerede 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 både person- og materielskadeulykker på 15 %. Signalregulering af vigepligtsregulerede 4-benede kryds (F-kryds) medfører en reduktion i 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 personskader og ulykker i krydsene på henholdsvis 17 og 21 %. Signalregulering af vigepligtsregulerede F-kryds i by medfører en reduktion i personskader og ulykker i krydsene på henholdsvis 33 og 39 %. /2/



Studiet dokumenterer også et fald i 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 ulykker på vejene var noget større nær F-kryds, der blev signalregulerede, set i forhold til vejene nær T-kryds. Reduktionerne i 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 vigepligtsregulerede kryds kan medføre en stigning i 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
- Etablering af signalregulering i kryds. Anlægsudgift: ca. 1,5 mio. kr./kryds.

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.

Signalregulering af kryds Byzone & Landzone Effekt (%)	Kryds, der signalreguleres		Alle ulykker Veje op til 200 m fra kryds	
	T-kryds	F-kryds	Ved T-kryds	Ved F-kryds
Alle ulykker	-18	-33	-12	-22
Pers. ulykker	-15	-30	-15	-25
Mat. ulykker	-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.

Signalstyringstiltag

(revideret januar 2014)

Funktion og udformning

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

- Separat venstresvingsfase (bundet venstresving)
- Samordning med signaler i andre kryds
- Trafikstyring af signaler
- Ændret faseopbygning
- Rødkørselsdetektering

Signalanlæggenes faseinddelinger, fase længderne, samordning, detektorernes funktion etc. bør løbende blive gennemgået, så de fungerer optimalt i forhold til de aktuelle trafikale forhold.

Separat venstresvingsfase (bundet venstresving)

I et sikkerhedsmæssigt perspektiv har signalanlæg den styrke, at de primære konflikter mellem trafikanterne fra



tværretningerne separeres i tid. Omvendt bevirker signalreguleringen også, at de sekundære konflikter koncentrerer sig i tid, herunder konflikten mellem venstresvingende og ligeudkørende fra modstående tilfart /1/. Dette kan give venstresvingsulykker, som kan forebygges ved at etablere en separat venstresvingsfase, hvorved afviklingen af de venstresvingende strømme tidsmæssigt separeres fra afviklingen af de øvrige strømme /2/.

Tiltaget er relevant i signalanlæg med separat venstresvingsspor. I henhold til afmærkningsbekendtgørelsen skal der etableres separat fase ved venstresving fra mere end én vognbane. Vejreglerne /2/ anbefaler desuden, at separat venstresvingsfase bl.a. overvejes i signalregulerede kryds i følgende situationer:

- Kryds med mange venstresvingende
- Kryds med mange venstresvingende med store køretøjer
- Kryds med venstresving over dobbeltrettet sti
- Kryds med modkørende i mere end én vognbane
- Kryds med modkørende med tilladt hastighed højere end 50 km/t

Noget tyder dog på, at også det øvrige ulykkesbillede ændrer sig efter etablering af bundet venstresving. Således peger en række analyser på, at der efter signalombygningen opstår nye ulykkestyper - typer som ikke var der i førsituationen, og som signalombygningen ikke retter sig i mod, fx bagendekollisioner /3, 4, 5/. Af disse årsager er det af hensyn til den trafikikkerhedsmæssige nettogevinst vigtigt, at etableringen af separat venstresvingsfase begrænses til fornævnte situationer.

Samordning af signalanlæg (grøn bølge)

På strækninger med en serie af signalanlæg efter hinanden kan det være hensigtsmæssigt at samordne signalerne, så 'køretøjsbølgen' fra ét signalanlæg kan passere det

efterfølgende signalanlæg uden at skulle stoppe for rødt. Hvis samordningen af signalanlæg medfører, at trafikanterne kan køre med konstant hastighed igennem en serie af signalregulerede kryds, er der tale om en 'grøn bølge'. Samordning bør overvejes, når afstanden mellem signalregulerede kryds på en strækning har en indbyrdes afstand på mindre end 800 meter. På facadeløse strækninger kan samordning også være relevant, selv om afstanden er væsentlig større end 800 meter /2/.

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, med mindre der er trafik i tværretningen. Dette kan være medvirkende til at øge trafikanternes accept af signalvisningen. Signalstyringen kan udformes på mange måder i trafikstyrede signaler fx prioritering af bestemte retninger eller køretøjer, al-rødt, adaptive signaler, som hele tiden tilpasser sig forholdene etc.

Ændret faseinddeling

I tidsstyrede signalregulerede kryds kan faseinddelingen ændres, så faserne passer bedre til trafikken, herunder faserne rækkefølge og længde /3/. Med en optimering af faseopbygningen kan man opnå samme sikkerhedsmæssige effekter, som når et tidsstyret signalanlæg ombygges til et trafikstyret anlæg. Den sikkerhedsmæssige effekt er betinget af, at det tidsstyrede anlæg i udgangspunktet fungerer dårligt /2/.

Det bør generelt bemærkes, at signalanlæggenes kompleksitet øges med antallet af faser i signalanlægget. Øges antallet af signalfaser, er der en forøget risiko for, at

især lette trafikanter bevæger sig ud i krydset på forkerte tidspunkter, fordi de forventer, at der ikke vil være trafikstrømme, som er i konflikt med dem. Det kan f.eks. være tilfældet ved bundet venstresving.

Rødkørselsdetektering

Nyere signalteknologi giver mulighed for at registrere, om et køretøj er på vej til at køre over for rødt (i forbindelse med et skift fra grønt til gul og rødt) og derefter indkoble en kortvarig mellemtdsforlængelse for at modvirke en kollision med tværkørende trafik.



Effekt

Baseret på analyserne beskrevet i /6/ vurderes effekten af signalstyringstiltagene separat venstresvingsfase, samordning af kryds samt ændring fra tids- til trafikstyring, som gengivet i nedenstående tabel. Effekterne er baseret på et groft gennemsnit og vil være afhængige af det konkrete ulykkesbillede:

Signalstyring Byzone & Landzone Effekt (%)	Alle ulykker		
	Separat venstresvingsfase	Samordning af kryds (grøn bølge)	Fra tids- til trafikstyret
Alle ulykker	-25	-20	-5
Pers. ulykker	-25	-20	-5
Mat. ulykker	-25	-20	-5
Personskader	-25	-20	-5
Dræbte	-25	-20	-5
Alvorlig	-25	-20	-5
Let	-25	-20	-5

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

Effekterne i ovenstående er opgjort i forhold til alle ulykker i signalanlægget. Det bør bemærkes, at effekten af separat venstresvingsfase vil være markant højere på ulykker med venstresvingende.

Et nyt amerikansk studie finder, at forøgelse af grøntiden for fodgængere i signifikant grad reducerer antallet af fodgængerulykker, ligesom studiet også dokumenterer en signifikant positiv effekt af etableringen af separat venstresvingsfase /7/.

Tiltag, der forbedrer synligheden af kryds og dets signaler, såsom opgradering af baggrundsplader, ekstra signallanter og opgradering af signaler (eksempelvis med LED) har også en positiv sikkerhedsmæssig effekt. Der

kan specifikt dokumenteres signifikante reduktioner for de personskadeulykker, der indtræffer i mørke /8/.

Rødkørselskontrol ved anvendelse af kameraer har tidligere været anvendt i Danmark. Nyere studier tyder på, at tiltaget har en positiv sikkerhedsmæssig effekt og nedbringer antallet af personskadeulykker /9/. Tiltaget medfører en reduktion i forekomsten af tværkollisioner, men en stigning i de til sammenligning mindre alvorlige bagendekollisioner.

Effekten af at forlænge mellemtiden er ikke medtaget i denne håndbog, da der alene er kendskab til effektivurderinger, som er baseret på ældre studier. Da signalanlæg løbende justeres, vurderes det, at disse effekter ikke vil være repræsentative for eksisterende signalanlæg.

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/.
- Anlægsudgifter for signalstyringstiltag varierer meget afhængig af de geometriske forhold og det eksisterende signaltekniske udstyr. Anlægsudgift til separat venstresvingsfase: 1 mio. kr./kryds; samordning af kryds og trafikstyring af kryds: 50.000 kr./kryds.

Referencer

1. Lahrman, H., Leleur, S. et al. (1994): Vejtrafik. Trafikteknik & Trafikplanlægning. Polyteknisk forlag.

2. Vejdirektoratet (2012): Færdselsregulering: Vejsignaler - Trafikledelsessystemer, vejsignaler. Vejreglerådet, Vejdirektoratet

3. Bui, B., Cameron, M. og C. Foong (1991): Effect of Right Turn Phases at Signalised Intersections. Part 1 - Safety Performance.

4. Vejdirektoratet (2010): Sorte pletter på statsveje. Evaluering 2009.

5. Vejdirektoratet (1986): Signaler og ulykker - effekt af ombygninger. Sekretariatet for Sikkerhedsfremmende Foranstaltninger.

6. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafiksikkerhedshåndboken - 4. udgave. Transportøkonomisk Institutt

7. Chen, L., Chen, C., Ewing, R., McKnight, C. E., Srinivasan, R. og Roe, M. (2013): Safety countermeasures and crash reduction in New York City – Experience and lessons learned. Accident Analysis and Prevention, (50), pp. 312-322

8. El-Basyouny, K. and Sayed, T. (2013): Evaluating the Signal Head Upgrade Program in the City of Surrey. Accident Analysis and Prevention, (50), pp. 1236-1243

9. Høye, A. (2013): Still red light for red light cameras? An update. Accident Analysis and Prevention, (50), pp. 77-89

Stoppligt

(juni 2010)

Funktion og udformning

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

Stoptavler kan opsættes i kryds uden for tættere bebyg-

get 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

Etablering af stoppligt i kryds med ubetinget vigepligt eller højrevigepligt tyder på at kunne forebygge mellem 15% og 50% af alle ulykker og personskader. Der er tegn på, at virkningen er forskellig i T-kryds og F-kryds. 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 Byzone & Landzone Effekt (%)	Alle ulykker i T-kryds & F-kryds
Alle ulykker	-30
Pers. ulykker	-30
Mat. ulykker	-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

- Etablering af stoppligt i kryds med højre vigepligt: An-

lægsudgift: Ca. 3.000-8.000 kr./kryds.

- Etablering af stoppligt i kryds med ubetinget vigepligt: Anlægsudgift: Ca. 5.000-8.000 kr./kryds.

Referencer

1. Bekendtgørelse om vejafmærkning (2006): Bekendtgørelse nr. 784 af 6. juli 2006 om anvendelse om vejafmærkning. 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.

Venstresvingskanalisering i vigepligtsregulerede kryds

(revideret januar 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 venstresvin-

gende 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 ulykkesituationerne 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 venstresvingskanaliseringens betydning for trafikikkerheden viser meget forskellige resultater. Dette skyldes, at langt de fleste af studierne er ganske små.

Virkingen af venstresvingskanalisering er primært fastsat på grundlag af to store amerikanske studier samt en opsamling af hovedsagligt 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
Pers. ulykker	-20	-25	-25	-30
Mat. ulykker	-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 i 3-benede kryds (T-kryds, primærvejen) og venstresvingskanalisering i 4-benede kryds (F-kryds, primærvejen) 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/.
- Etablering af venstresvingskanalisering i F-kryds med delvist kantstensbegrænsede og opmalede helleanlæg. Anlægsudgift: 1 mio. kr. Anlægsskønnene forudsætter, at der ikke skal foretages udvidelse af vejarealet.
- Etablering af venstresvingskanalisering i T-kryds med delvist kantstensbegrænset og delvist afstribet helleanlæg. Anlægsudgift: 650.000 kr.

Referencer

1. Vejdirektoratet (2010): Byernes trafikarealer. Hæfte 4. Vejkryds. Vejreglerådet, oktober 2010.
2. Vejdirektoratet (2012): Planlægning af vejkryds i åbent land. Vejreglerådet, oktober 2012

3. Vejdirektoratet (2012): Prioriterede vejkryds i åbent land. Vejregelrådet, oktober 2012. FHWA-RD-02-089, Washington DC, USA.
4. Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og Vaa, T. (2012): Trafiksikkerheshåndboken. 4. udgave. Transportøkonomisk Institutt. 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.
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. 7. TRB (2000): Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, Special Report 209, Washington DC, USA.



Bilag 1

Hvor findes der mere viden?

Viden om trafikikkerhed udvikles og detaljeres løbende. Nye undersøgelser kan underbygge eksisterende viden eller ændre opfattelsen af tiltags effekter. Desuden findes der en lang række tiltag, som kun er undersøgt i begrænset omfang. Indholdet i dette katalog er et aktuelt billede af den viden, som var tilgængelig, da kapitlerne 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.vd.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 pulje-projekter, vejledninger til brug af forskellige værktøjer samt håndbøger i bl.a. trafikikkerhedsberegninger.

vejregler.lovportaler.dk

Vejregelportalen indeholder vejregler - både gældende vejregler, vejregler i høring og historiske vejregler. Desuden indeholder den relevant lovgivning på vejområdet.

På hjemmesiden findes desuden forskellige håndbøger, vejregelforberedende rapporter og andre afrapporteringer om vejtekniske tiltag.

www.hvu.dk

På Havarikommissionen for Vejtrafikulykkers (HVFU) 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.faelrdsselssikkerhedskommissionen.dk

På Faelrdsselssikkerhedskommissionens 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 trafikikkerhed er et tilbagevendende tema. På hjemmesiden er der adgang til papers og præsentationer fra afholdte konferencer.

www.transport.dtu.dk

På hjemmesiden for Institut for Transport på Danmarks Tekniske Universitet (DTU) findes blandt andet regneark med de transportøkonomiske enhedspriser, herunder de personrelaterede ulykkesomkostninger for dræbte, alvorligt og let tilskadede samt enhedspriser per rapporteret personskade og per rapporteret ulykke med eller uden personskade.

Hjemmesiden giver desuden adgang til afrapportering af forskningsresultater fra instituttet samt nyhedsbreve om trafik sikkerhedsforskning.

www.trafikogveje.dk

Tidsskriftet Trafik og Veje's hjemmeside giver adgang til et stort antal artikler om trafik og trafik sikkerhed, 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 trafik sikkerhed og effekten af sikkerhedsmæssige foranstaltninger. Blandt andet giver hjemmesiden adgang til en elektronisk udgave af trafik sikkerhedshåndbogen, 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 trafik sikkerhedsmæssige forhold.

www.swov.nl

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) er en uafhængig, hollandsk forskningsinstitution, som arbejder med trafik og trafik sikkerhed. 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 trafik sikkerhed i en række faktaark, som er tilgængelige på engelsk.

www.erso.eu

European Road Safety Observatory (ERSO) er en under side til Europa Kommissionens hjemmeside. Hjemmesiden henvender sig til fagfolk og giver bl.a. adgang til projektbeskrivelser, effekter af trafik sikkerhedsprojekter under EU samt en database om trafik sikkerhedsviden.

www.fhwa.dot.gov

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

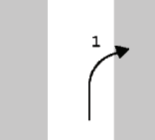
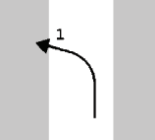
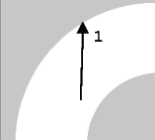
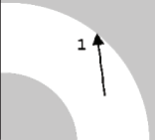
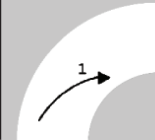
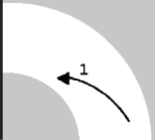
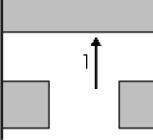
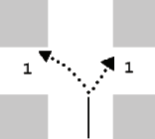
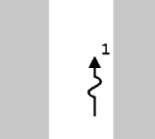
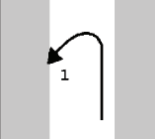
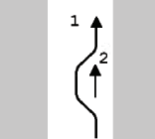
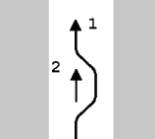
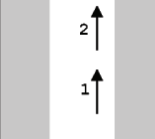
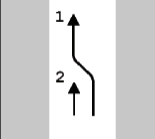
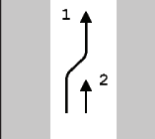
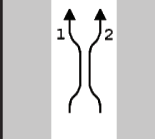
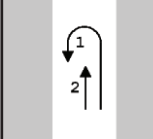
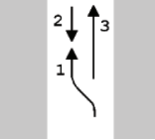
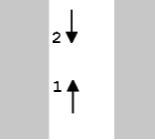
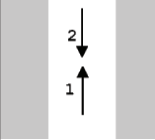
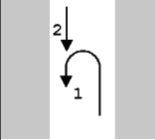
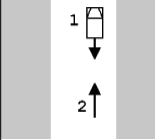
www.trb.org



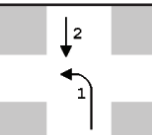
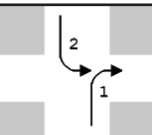
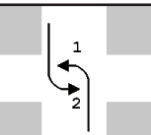
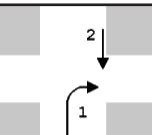


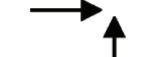
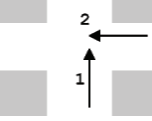
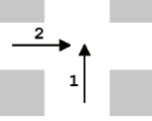
Det amerikanske Transportation Research Board (TRB) fungerer som uafhængig rådgiver for præsidenten, kongressen og de føderale organer om videnskabelige og tekniske spørgsmål af national betydning. Hjemmesiden giver adgang til et stort antal publikationer om trafik og trafik sikkerhed.

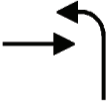
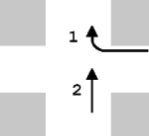
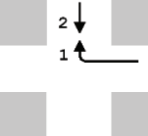
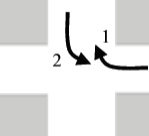
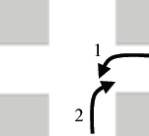
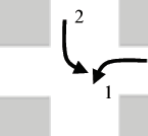
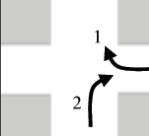
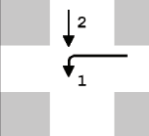
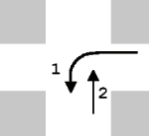
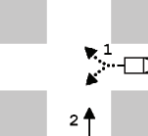

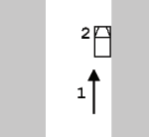
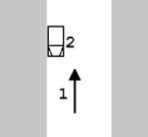
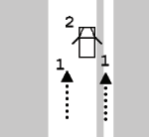
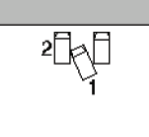
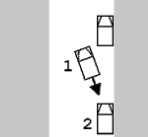
Under TRB findes en søgefunktion, som giver adgang til søgning i mere end en million registreringer af transport forskning på verdensplan - <http://trid.trb.org/>



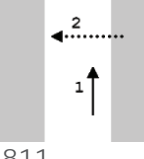

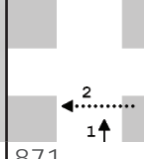
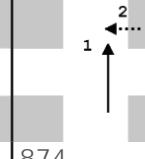
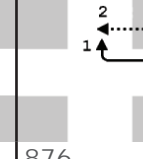
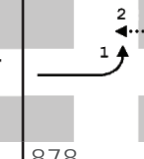
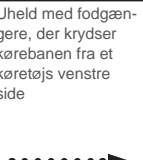
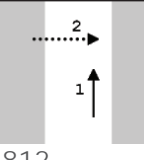
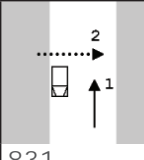
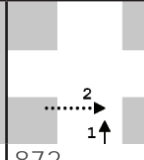
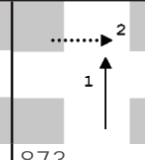
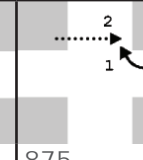

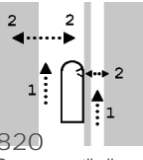
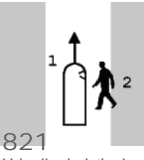
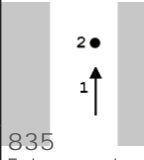
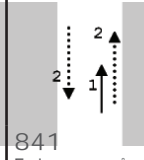
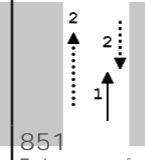
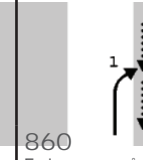
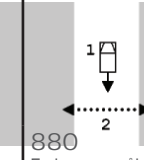
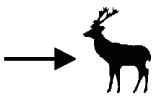
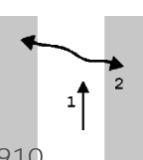
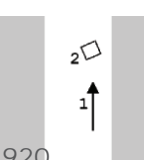
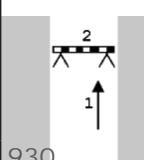
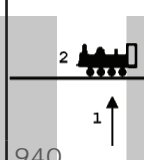
Bilag 2

Ulykkes- og hovedsituationer

0 →	ENEUELD						
 011 Eneuehd på lige vej/i kryds ved ligeudkørsel, til højre	 012 Eneuehd på lige vej/i kryds ved ligeudkørsel, til venstre	 021 Eneuehd i eller efter højresvingende kurve, til venstre	 022 Eneuehd i eller efter venstresvingende kurve, til højre	 023 Eneuehd i eller efter højresvingende kurve, til højre	 024 Eneuehd i eller efter venstresvingende kurve, til venstre	 031 Eneuehd v/ligeudkørsel i T-kryds, indkørsel, rundkørsel o.l.	
 032 Eneuehd v/ svingning i kryds, indkørsel, rundkørsel o.l.	 040 Eneuehd på kørebanelen - fx styrt med 2-hjulet køretøj	 050 Eneuehd i forbindelse med vending					
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/indfletning til højre - samme retning	 160 Trængning mellem ligeudkørende - samme retning	 170 Vending foran medkørende	
2 → ←	LIGEUDKØRENDE PÅ SAMME VEJ MED MODSAT KURS						
 211 Mødeuehd ved overhaling	 241 Mødeuehd i element 2's kørebanelahalvdel	 242 Mødeuehd i øvrigt	 250 Vending foran modkørende	 270 Bakning ved kørsel mod færdselsretning			

<p>3</p> 	<p>KØRENDE PÅ SAMME VEJ MED SAMME KURS OG MED SVINGNING</p>						
<p>4</p> 	 <p>311 Påkørsel bagfra af køretøj placeret for højresving</p>	 <p>312 Højresving ind foran medkørende</p>	 <p>313 Trængning mellem samtidigt højresvingende - samme retning</p>	 <p>321 Påkørsel bagfra af køretøj placeret for venstresving</p>	 <p>322 Venstresving ind foran medkørende</p>	 <p>323 Trængning mellem samtidigt venstresvingende - samme retning</p>	
<p>5</p> 	<p>KRYDSENDE KØRETØJER UDEN SVINGNING</p>						
	 <p>510 Ligeudkørende, krydsende køretøjer med element 2 fra højre</p>	 <p>520 Ligeudkørende, krydsende køretøjer med element 2 fra venstre</p>					

<p>6</p> 	<p>KØRENDE PÅ KRYDSENDE VEJE MED SVINGNING</p>						
 <p>610 Højresving ud foran 'medkørende' - krydsende veje</p>	 <p>620 Højresving ud foran 'modkørende' - krydsende veje</p>	 <p>641 Højre- og venstresvingende køretøjer på krydsende veje</p>	 <p>642 Venstre- og højresvingende køretøjer på krydsende veje</p>	 <p>643 Venstresvingende køretøjer på krydsende veje</p>	 <p>644 Højresvingende køretøjer på krydsende veje</p>	 <p>650 Venstresving ud foran 'medkørende' - krydsende veje</p>	
 <p>660 Venstresving ud foran 'modkørende' - krydsende veje</p>	 <p>670 bakning om hjørne - modpart på krydsende vej</p>						
<p>7</p> 	<p>PÅKØRSEL AF PARKERET KØRETØJ</p>						
 <p>710 På kørsel af parkeret køretøj i højre gade- eller vejside</p>	 <p>720 På kørsel af parkeret køretøj i venstre gade- eller vejside</p>	 <p>740 På kørsel af parkeret/holdende køretøj hvor dør åbnes</p>	 <p>751 På kørsel af parkeret køretøj ved vinkelret-/skrå-parkering</p>	 <p>752 På kørsel af parkeret køretøj ved parkeringsmanøvre i øvrigt</p>			

<p>8</p> 	<p>FODGÆNGERUHELD</p>						
	<p>Uheld med fodgængere, der krydser kørebanen fra et køretøjs højre side</p> 						
	<p>811 Fodgængere fra højre fortov eller rabat i øvrigt</p>	<p>812 Fodgængere fra venstre fortov eller rabat i øvrigt</p>	<p>832 Fodgængere trådt frem foran/ud mellem holdende køretøjer</p>	<p>871 Fodgængere fra højre før køretøjs passage af kryds</p>	<p>874 Fodgængere fra højre efter køretøjs passage af kryds</p>	<p>876 Fodgængere fra højre efter højresving</p>	<p>878 Fodgængere fra højre efter venstresving</p>
<p>Uheld med fodgængere, der krydser kørebanen fra et køretøjs venstre side</p> 							
<p>812 Fodgængere fra venstre fortov eller rabat i øvrigt</p>	<p>831 Fodgængere trådt frem bagved holdende køretøj</p>	<p>872 Fodgængere fra venstre før køretøjs passage af kryds</p>	<p>873 Fodgængere fra venstre efter køretøjs passage af kryds</p>	<p>875 Fodgængere fra venstre efter højresving</p>	<p>877 Fodgængere fra venstre efter venstresving</p>	<p>877 Fodgængere fra venstre efter venstresving</p>	
<p>Fodgængeruheld i øvrigt</p>							
<p>820 Passagerer til eller fra busstoppested</p>	<p>821 Ud- eller indstigning fra/i et køretøj i bevægelse</p>	<p>835 Fodgængere, der opholder sig på kørebanen</p>	<p>841 Fodgængere gående i vejens højre side</p>	<p>851 Fodgængere gående i vejens venstre side</p>	<p>860 Fodgængere på fortov, helle eller lignende</p>	<p>880 Fodgænger påkørt ved bakning</p>	
<p>9</p> 	<p>UHELD MED DYR, GENSTANDE MV. PÅ ELLER OVER KØREBANEN</p>						
							
<p>910 Dyr på kørebanen</p>	<p>920 Genstande mv. på eller over kørebanen</p>	<p>930 Afspærringsmateriel på kørebanen</p>	<p>940 Jernbanetog og køretøj</p>				

Alfabetisk oversigt over tiltag

Adgangsregulering og -sanering	42
Afkortede cykelstier	18
Afmærkning af kurver	44
Autoværn i vejsider	48
Blåt cykelfelt i signalregulerede kryds	22
Cykelstier i åbent land	24
Dobbeltrettede stier og sidevejskryds	28
Fartvisere	8
Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere	32
Forsætning af F-kryds	84
Forvarsling for stop- eller vigepligt	88
Friktionsfræsning	52
Hastighedsbegrænsning i kryds i åbent land	90
Hastighedsdæmpende foranstaltninger	76
Justering af kørespors- og kantbanebredde på veje i åbent land	54
Midterrabat i by	78
Overkørsel i vigepligtsregulerede kryds	36
Rabatsanering	56
Rumleriller	60
Rundkørsler	94
Sanering af faste genstande	64
Signalregulering af kryds	98
Signalstyringstiltag	100
Sikkerhedssymboler (afstandsmærker) på motorveje	66
Stoppligt	104
Tilbagetrukket stoplinje	38
Trafiksanering	80
Variable hastighedstavler	12
Vejbelysning	16
Venstresvingskanalisering i vigepligtsregulerede kryds	106
2+1 veje med midterautoværn	68
2-1 veje i åbent land	72

Vejdirektoratet har lokale kontorer i:

Aalborg, Fløng, Middelfart,
Næstved og Skanderborg
samt hovedkontor i København

Find mere information på
vejdirektoratet.dk

Vejdirektoratet
Niels Juels Gade 13
Postboks 9018
1022 København K

Telefon 7244 3333
vd@vd.dk
vejdirektoratet.dk

