



HÅNDBOG
TRAFIKSIKKERHED

EFFEKTER AF VEJTEKNISKE VIRKEMIDLER

TITEL	Håndbog, Trafiksikkerhed Effekter af vejtekniske virkemidler
DATO	Juni 2010
FORFATTER	Søren Underlien Jensen Puk Kristine Andersson Lene Herrstedt, Trafitec
REDAKTION	Søren Underlien Jensen Puk Kristine Andersson Lene Herrstedt, Trafitec og Anders Møller Gaardbo Mette Fynbo, Vejdirektoratet
FOTO	Trafitec, Vejdirektoratet Odense Kommune
TRYK	Lassen Offset A/S
OPLAG	500 stk.
LAYOUT	Montagebureauet
ISBN	9788770602716
ISBN (NET)	9788770602709
COPYRIGHT	Vejdirektoratet 2010

INDHOLD

Forord	4
Indledning	6
Vejtekniske tiltag	10
Adgangsregulering og -sanering	12
Afstandsmærker på motorveje	14
Autoværn i vejsider	16
Blåt cykelfelt i signalregulerede kryds	18
Bundet venstresving	20
Cykelsti i åbent land	22
Fartviser	24
Forbedrede fodgængerovergange	26
Forvarsling af stop- eller vigepligt	30
Friktionsfræsning	32
Justering af tværprofil på veje i åbent land	34
Midterrabat i by	36
Overkørsel i prioriterede kryds	38
Rabatsanering	40
Rumleriller	42
Rundkørsel	46
Sanering af faste genstande	52
Signalregulering af kryds	54
Signalstyringstiltag	56
Stoppligt	58
Tilbagetrukket stoplinje	60
"2+1"-vej med midterautoværn	62
Trafiksanering	64
Vejbelysning	66
Venstresvingskanalisering i prioriterede kryds	68
Forventet ulykkesbesparelse	72
Bilag 1 Hvor findes mere viden?	80
Bilag 2 Ulykkes- og hovedsituationer	84

FORORD

For alle vejbestyrelser er det et mål at reducere antallet af dræbte og tilskadekomne på deres veje. Med denne håndbog har vejbestyrelserne fået et hjælpemiddel til brug for de kommende års indsats.

I håndbogen beskrives en række tiltag, deres dokumenterede trafiksikkerhedsmæssige effekter, forudsætningerne for tiltagenes anvendelse og de forventede omkostninger. Håndbogen hjælper dermed til at finde frem til de tiltag, der giver den største trafiksikkerhedsmæssige gevinst for pengene. Det er vores håb, at den kan give inspiration til og fagligt grundlag for trafiksikkerhedsarbejdet.

Trafiksikkerheden på de danske veje er forbedret markant gennem de seneste årtier, men en fortsat mere sikker

trafik har betydeligt politisk fokus. I Transportministeriets trafiksikkerhedspolitiske strategi "Mere trafiksikkerhed på vejene" fra juni 2006 slås fast, at de danske veje og køretøjer skal være blandt de mest trafiksikre i Europa, og Færdselssikkerhedskommissionens handlingsplan "Hver ulykke er én for meget" fra maj 2007 angiver nationale målsætninger



for trafiksikkerhedsarbejdet frem til år 2012. Med "Nye mål for trafiksikkerheden" fra februar 2010 sætter Transportministeriet fokus på nogle af de initiativer, der er igangsat for at leve op til målsætningen.

De 25 tiltag i denne første udgave af håndbogen udgør selvfølgelig ikke det fulde billede. De beskrevne tiltag er udvalgt, først og fremmest fordi de er nævnt i Færdselssikkerhedskommissionens handlingsplan, og fordi deres effekter hører til de mest veldokumenterede, men andre tiltag kan naturligvis være relevante at anvende.

Man skal huske, at trafiksikkerhedsviden ikke er statisk. Nye tiltag kommer til, og vores viden om de kendte tiltag øges og forfines. Derfor er det tanken, at håndbogen med jævne mellemrum skal opdateres og udbygges, så den altid vil være et troværdigt og anvendeligt værktøj for vejsektoren.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'P' followed by a series of loops and a long horizontal stroke at the end.

Per Jacobsen
Vejdirektør



INDLEDNING

BAGGRUND & FORMÅL

Håndbog, Trafiksikkerhed, Effekter af vejtekniske virkemidler er en lettilgængelig håndbog for fagfolk, der arbejder med trafiksikkerhed, både i kommuner, Vejdirektoratet og hos rådgivere.

Håndbogen giver en kort indførelse i forskellige sikkerhedsfremmende tiltag, herunder hvilke ulykkesproblemer tiltaget kan løse, hvilke typer af veje tiltaget kan etableres på, samt hvilken virkning tiltaget kan have på antallet af ulykker og personskader.

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

Håndbogen er udarbejdet på baggrund af den viden, der er beskrevet i 'Effektkatalog - Viden til bedre trafiksikkerhed' /1/.

Effektkataloget tager udgangspunkt i de forslag til forbedring af trafiksikkerheden, som er beskrevet i Færdselssikkerhedskommissionens Nationale Handlingsplan og Transport- og Energiministeriets strategiplan /2,3/.

Vejdirektoratet forventer med tiden at revidere håndbogen og udbygge den med beskrivelser af flere virkemidler.

HÅNDBOGENS OPBYGNING OG ANVENDELSE

Håndbogens Kapitel 2 indeholder beskrivelser af 25 vejtekniske tiltag. Hver tiltagsbeskrivelse består som udgangspunkt af fire dele: Funktion og udformning, effekt, øvrige forhold samt referencer.

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 virkning på antallet af ulykker og personskader, herunder en kort redegørelse for de væsentligste kilder og evt. en diskussion af deres resultater.

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 hoved-situationer mv.

Ulykkesparametre	
Alle ulykker	Antal politiregistrerede personskadeulykker + materielskadeulykker
Pers. ulykker	Antal politiregistrerede personskadeulykker
Mat. ulykker	Antal politiregistrerede materielskadeulykker
Personskader	Antal dræbte + alvorligt + 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

Så vidt muligt er effekten i % oplyst for syv 'ulykkesparametre'.

Definitioner	
Effekt	Et tiltags virkning i % på antallet af påvirkelige ulykker og personskader. Et minus-for-tegn betyder en reduktion i antal ulykker/personskader, mens et plus-for-tegn betegner en stigning. En prik ' . ' betyder, at effekten ikke kan angives på baggrund af kendte kilder.
Ulykkessituation	En oversigt over de anvendte ulykkes- og hovedsituationer er vedlagt som bilag 2
Hovedsituation	

Eksempel

Nedenfor ses et eksempel på en tabel med angivelse af trafikikkerhedseffekten af tiltaget 'Vejbelysning'. Det fremgår bl.a., at etablering af vejbelysning medfører et fald på 22% i antallet af ulykker ('alle ulykker'), mens antallet af dræbte 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

Beskrivelse af tiltagets kendte indflydelse på fx miljø eller kapacitet, eventuelle forudsætninger for etablering af tiltaget eller lignende forhold.

Så vidt muligt angives også et overslag på tiltagets anlægsudgift og årlige omkostninger. Det er vigtigt at være opmærksom på, at anlægsudgifter og årlige omkostninger - 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, fx ved udarbejdelse af en handlingsplan. Derimod bør der på projektniveau altid udarbejdes specifikke anlægsoverslag baseret på de konkrete forhold.

Den årlige omkostning for et tiltag er beregnet som de årlige driftsudgifter plus 6% af initialudgifterne, som er udgifter til fx planlægning, projektering, anlæg og øvrige éngangsudgifter. Hvis tiltagets levetid er kortere end 25-30 år, så beregnes de årlige omkostninger med baggrund i nutidsværdien i tiltagets levetid. Alle overslag er baseret på aktuelle priser.

Referencer

De danske og udenlandske kilder, der ligger til grund for de oplyste effekter og den øvrige beskrivelse af tiltaget, angives som referencer. Helt generelt er effektkataloget, Effektkatalog, Viden til bedre trafiksikkerhed (på www.trafitec.dk) hovedreference for beskrivelsen af alle tiltag i nærværende håndbog. Dog er den nyere viden omkring en række af tiltagenes effekter opdateret i forhold til Effektkataloget.

BEREGNING AF FORVENTET ULYKKESBESPARELSE

Ved hjælp af trafiksikkerhedseffekterne i denne håndbog kan man beregne en forventet ulykkes- og personskadebesparelse ved at implementere et tiltag. En sådan beregning er først og fremmest væsentlig for at vurdere, om et givet tiltag egner sig til at afhjælpe et konstateret ulykkesproblem, og i hvilket omfang problemet kan forventes afhjulpet.

Ud fra den forventede ulykkes- og personskadebesparelse kan man desuden foretage en cost-benefit-vurdering til støtte for at træffe et valg mellem flere mulige tiltag eller prioritere mellem flere ulykkesbelastede steder /4/.

Besparselsen vurderes på baggrund af de faktiske (politi-registrerede) ulykker i det kryds, på den strækning, på det

vejnet eller i det geografiske område, hvor tiltaget ønskes implementeret. Der tages normalt udgangspunkt i de seneste 5 års ulykker.

Man skal være opmærksom på, at effekternes detaljeringsgrad varierer meget fra tiltag til tiltag:

- For en række af tiltagene i håndbogen har det været muligt at angive effekter på et relativt detaljeret niveau, fx udspecificeret på bestemte ulykkesituationer (jf. bilag 2) eller ulykkesparametre (jf. definitionerne side 6). Det betyder samtidig, at et detaljeret kendskab til ulykkesbilledet er påkrævet for at kunne anvende effekterne i en beregning. Det er derfor nødvendigt at gennemføre en grundig ulykkesanalyse for at kunne vurdere, præcis hvilken ulykkesmængde den angivne effekt kan anvendes på.
- For andre tiltag giver de foreliggende undersøgelser kun mulighed for at angive effekter på et meget overordnet niveau. I nogle tilfælde kan kun oplyses én samlet effekt. I disse tilfælde er effekterne velegnede til anvendelse på et planlægningsniveau, hvor man eksempelvis har opgjort ulykkesmængden for et antal kryds eller strækninger, men endnu ikke har et detaljeret kendskab til ulykkesbilledet de pågældende steder.

Inden effekterne anvendes til beregning, bør det altid overvejes grundigt, i hvor høj grad et påtænkt tiltag kan forventes at modvirke de konstaterede ulykkesproblemer og samtidig ikke skabe nye. Dette gælder også, når effekterne kun er angivet på et generelt niveau, idet mange tiltag åbenlyst er målrettet bestemte ulykkesituationer, selvom

effekterne ikke altid kan angives specifikt for disse ulykkesituationer. Især for specifikke enkeltlokaliteter med et konkret, konstateret ulykkesbillede bør der altid foretages en ulykkesanalyse.

Den mest korrekte beregning fås, hvis der også korrigeres for regressionseffekt.

- Regressionseffekt forekommer, når der er forskel på det aktuelt registrerede og det reelle ulykkesniveau på en lokalitet. På grund af ulykkestallenes naturlige variation vil der for alle ulykkesbelastede lokaliteter forkomme perioder med ulykkestal, der ligger enten over eller under det egentlige niveau. Regressionseffekten er udtryk for ulykkestallets 'tilbagevenden til gennemsnittet' og kan betyde, at effekten af et tiltag over- eller undervurderes.

Anvendes to eller flere tiltag samtidigt, kan det endvidere blive nødvendigt at tage hensyn til et muligt effektoverlap.

- Når to eller flere tiltag anvendes til at påvirke den samme ulykkesmængde, kan man normalt ikke blot summere effekterne. Eksempelvis kan antallet af ulykker ikke reduceres med 110%, selvom man anvender to tiltag, der begge har en effekt på 55%. I sådanne tilfælde må effekterne korrigeres for overlap.

I håndbogens Kapitel 3 findes en uddybende beskrivelse af, hvordan forventet ulykkesbesparelse kan beregnes, herunder hvordan der tages hensyn til regressionseffekt og et eventuelt overlap mellem effekter af flere tiltag.

HVOR FINDES MERE VIDEN?

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

REFERENCER

- 1 Trafitec (2008): Effektkatalog - Viden til bedre trafikikkerhed. Jensen, S.U., www.trafitec.dk, udarbejdet for Vejdirektoratet.
- 2 Færdselssikkerhedskommissionen (2007): Hver ulykke er én for meget - Trafikkerhed begynder med dig. Justitsministeriet.
- 3 Transport- og Energiministeriet (2006): Mere Trafikkerhed på vejene.
- 4 Vejdirektoratet (2001): Håndbog i trafikikkerhedsberegninger. Brug af uheldsmodeller og andre vurderinger. Rapport 220.

VEJTEKNISKE TILTAG

I dette kapitel beskrives 25 vejtekniske tiltag, listet i alfabetisk orden:

- Adgangsregulering og -sanering
- Afstandsmærker på motorveje
- Autoværn i vejsider
- Blåt cykelfelt i signalregulerede kryds
- Bundet venstresving
- Cykelsti i åbent land
- Fartviser
- Forbedrede fodgængerovergange
- Forvarsling for stop- eller vigepligt
- Friktionsfræsning
- Justering af tværprofil på veje i åbent land
- Midterrabat i by
- Overkørsel i prioriterede kryds
- Rabatsanering
- Rumleriller
- Rundkørsel
- Sanering af faste genstande
- Signalregulering af kryds
- Signalstyring
- Stoppligt
- Tilbagetrukket stoplinje
- "2+1" vej med midterautoværn
- Trafiksanering
- Vejbelysning
- Venstresvingskanalisering i prioriterede kryds



ADGANGSREGULERING OG -SANERING

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 og årlige omkostninger 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, Storbritannien.
- 3 Greibe, P. og S. Hemdorff (1998): Uheldsmodel for bygader - Del 2: Model for strækninger. Vejdirektoratet, notat 59.



AFSTANDSMÆRKER PÅ MOTORVEJE

FUNKTION OG UDFORMNING

Afstandsmærker, eller de såkaldte 'chevrons', ligner spidsen af en pil \wedge . Afstandsmærker udføres i hvidt termoplast på vejbelægningen i længderetningen.

Formålet med afstandsmærker er at hjælpe trafikanterne med at holde sikker afstand til forankørende. Mærkerne etableres derfor typisk på veje, hvor biler med høj hastighed kører for tæt på hinanden. For at øge forståelsen af mærkerne etableres en tilhørende skiltning.

I Danmark findes en række forsøgsstrækninger med afstandsmærker. På disse strækninger er afstandsmærket 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 som har to mærker til forankørende trafikant, har en sikkerhedsafstand på ca. 2 sek.

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

EFFEKT

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

Et engelsk forsøg med afstandsmærker på motorveje viste en reduktion i ulykker med mere end én part på 42% og en reduktion i eneulykker på 89% på selve strækningerne med afstandsmærker. Undersøgelsen tager ikke højde for trends i ulykker og trafik samt tilfældig ulykkesophobning /1/.

Foreløbige analyser af de danske forsøg med afstandsmærker peger ligeledes på, at afstandsmærker har en positiv effekt på sikkerheden, dog væsentlig lavere end fundet i det engelske forsøg /2/. Langtidseffekterne på de danske forsøgstrækninger forventes undersøgt i 2010.

På baggrund af resultaterne fra den danske og engelske undersøgelse og under hensyntagen til, at der i resultaterne for det engelske forsøg ikke er taget højde for regressionseffekt samt udviklingen i trafik og ulykker, vurderes effekten af afstandsmærker at være, som angivet i tabellen nedenfor.

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

Effekten på alle ulykker er i gennemsnit en reduktion på ca. 11%.



Afstandsmærker Landzone Effekt (%)	Flerpartsulykker (Hovedsituation 1-6 og 8)	Eneulykker (Hovedsituation 0, 7 og 9)
Alle ulykker	-7	-15
Pers. ulykker	-7	-15
Mat. ulykker	-7	-15
Personskader	-7	-15
Dræbte	-7	-15
Alvorlig	-7	-15
Let	-7	-15

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

ØVRIGE FORHOLD

- Adfærdsstudier af afstandsmærker viser, at bilister sænker hastigheden og kører med større afstand mellem hinanden /2/.
- Forventet levetid for afstandsmærker er 3 år, forventet levetid for skilte er noget længere.
- Etablering af afstandsmærker. Anlægsudgift: 30.000 kr./km kørespor, inkl. skiltning. Årlig omkostning, inkl. anlæg og drift: Ca. 8.000 kr./km motorvej med afmærkning i 4 kørespor.

REFERENCER

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

AUTOVÆRN I VEJSIDER

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 brostøjle, 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 personskaade 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 materiel-skadeulykker.

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

ØVRIGE FORHOLD

- 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. Årlig omkostning, inkl. anlæg og drift i begge vejsider: Ca. 60.500 kr./km vej.

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.

BLÅT CYKELFELT I SIGNALREGULEREREDE KRYDS

FUNKTION OG UDFORMNING

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

Blå cykelfelter afmærkes med cykelsymboler.

Virkningen af et blå cykelfelt er bedst i de mindst trafikerede signalregulerede kryds.

EFFEKT

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

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

I signalregulerede kryds med mere end ét blå 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 blå cykelfelt i rundkørsler eller i vigepligtsregulerede kryds.

Virkningen af ét blå 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 blå cykelfelt på antallet af ulykker med cykler og lille knallert involveret. Signalregulerede kryds i by- og landzone.

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

ØVRIGE FORHOLD

- Blå cykelfelter gør cyklister mere trygge /5/.
- Levetiden for et blå cykelfelt er ca. 2-3 år.
- Etablering af ét blå cykelfelt i signalregulerede kryds. Anlægsudgift: Ca. 10.000 kr./kryds. Årlig omkostning, inkl. anlæg og drift: Ca. 4.000 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, Storbritannien.
- 5 Jensen, S. U. (2006d): Cyklister oplevede tryghed og tilfredshed. Trafitec, Lyngby.



BUNDET VENSTRESVING

FUNKTION OG UDFORMNING

Meget trafikerede signalregulerede kryds med stor udveksling af trafik mellem primær- og sekundærretning har ofte betragtelige problemer med både trafikafviklingen og trafiksikkerheden. Etablering af bundet venstresving, eller 3-lys pilsignaler, hvor de venstresvingende ikke er i konflikt med andre trafikanter, når de kører for grønt, er en måde at afhjælpe disse problemer. Tiltaget kaldes også separat reguleret venstresving.

Samtidig med afvikling af bundet venstresving fra primærretningen er det muligt at afvikle højresvingende trafik fra sekundærretningen. Dette bør dog kun ske, hvis der er en selvstændig højresvingsbane og cykelsti. Sikkerhedsmæssige og kapacitetsmæssige fordele og ulemper bør vurderes ud fra den givne situation /1/.

EFFEKT

Etablering af bundet venstresving synes at reducere antallet af ulykker, der involverer venstresvingende køretøjer i krydset, og antallet af personskader i disse ulykker med 58% /2/. Noget tyder dog på, at også det øvrige ulykketilfælde ændrer sig efter etablering af bundet venstresving. Således peger en række analyser på, at der efter signalombygningen opstår nye ulykketyper - typer som ikke var der i førsituationen, og som signalombygningen ikke retter sig imod, fx bagendekollisioner /3, 4, 5/. Det er derfor vigtigt, at bundet venstresving etableres i kryds, hvor andelen af ulykker med venstresvingende trafikanter er relativt høj.

'Eftergrønt' eller 1-lys pilsignal, hvor den venstresvingende også har grønt samtidig med sin hovedretning, og først får en konfliktfri fase, når den grønne pil er tændt, er fundet til at have en beskedent virkning svarende til et fald på 10% af venstresvingsulykkerne /2/. Bundet venstresving vurderes derfor at have en virkning på 58%, uanset om der forinden etablering af 3-lys pilsignaler forefindes et 1-lys pilsignal eller ej.



På baggrund af /2/ angives effekten af etablering af bundet venstresving i kryds (to tilfarer) i by- og landzone at være:

Bundet venstresving (3-lys pilsignal) Byzone & Landzone Effekt (%)	Ulykker med venstresvingende køretøjer
Alle ulykker	-58
Pers. ulykker	-58
Mat. ulykker	-58
Personskader	-58
Dræbte	-58
Alvorlig	-58
Let	-58

Effekt (%) af etablering af bundet venstresving (3-lys pilsignal i to tilfarer) i by- og landzone.

Den gennemsnitlige effekt for alle ulykkesituationer, dvs. både venstresvingulykker og ulykker, der ikke påvirkes af tiltaget, kan beregnes til at være en reduktion på ca. 22%.

ØVRIGE FORHOLD

- Separate svingfaser medfører længere signalomløb og ventetid i krydset /6/.
- Venstresvingende trafikanter er væsentligt mere trygge og tilfredse ved at anvende et 3-lys pilsignal frem for en fælles fase /7/.
- Etablering af bundet venstresving (3-lys pilsignal) i kryds (to tilfarer). Anlægsudgift: Ca. 1 mio. kr. Årlig omkostning, inkl. anlæg og drift: Ca. 70.000 kr.

REFERENCER

- 1 Vejdirektoratet (2006): Færdselsregulering. Signaler. Håndbog i projektering af trafikstyrede signalanlæg. Vejreglerådet.
- 2 Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og M. Sørensen (2009): The Handbook of Road Safety Measures. Second edition, Emerald Group Publishing Ltd., Bingley, Storbritannien.
- 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 TRB (2000): Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, Special Report 209, Washington DC, USA.
- 7 Zhang, L. og P. D. Prevedouros (2005): User Perceptions of Signalized Intersection Level of Service. Proceedings of 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington DC, USA.

CYKELSTI I ÅBENT LAND

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 i praksis ofte fungerer som fællesstier.

EFFEKT

Anlæg af cykelstier langs veje i åbent land vil omtrent halvere antallet af cykel- og knallertulykker, mens ulykker med fodgængere involveret reduceres med ca. en tredjedel /1, 2, 3/. Ulykker med cyklister og knallertkørere har samtidig en tendens til at blive mindre alvorlige /2/.

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

På baggrund heraf vurderes anlæg af cykelstier langs veje i åbent land at have følgende virkning:



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.

ØVRIGE FORHOLD

- Anlæg af cykelstier medfører øget brug af cyklen, hvilket giver sundhedsmæssigt positive konsekvenser /2, 4, 5/.
- Cyklister og fodgængere er mere trygge og tilfredse på veje med cykelstier i det åbne land end på veje uden /6/.
- Der er ikke fundet pålidelige undersøgelser af cykelstiernes 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. Gns. anlægsudgift: Ca. 3 mio. kr./km. Gns. årlig omkostning, inkl. anlæg og drift: Ca. 187.000 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, Storbritannien.
- 2 Jensen, S. U. (2001): Cykelsti, cykelbane og blandet trafik. Dansk Vejtidskrift nr. 2.
- 3 Kallberg, V-P. og M. Salusjärvi (1982): Trafiksikkerhedseffekten av gång- och cykelväger. VTT, rapport 58, Espoo, Finland.
- 4 Jensen, S. U. (2006b): Effekter af cykelstier og cykelbaner. Trafitec, Lyngby.
- 5 Jensen, S. U., Andersen, T., Hansen, W., Kjærgaard, E., Krag, T., Larsen, J. E., Lund, B. C., Thost, P. (2000): Idékatalog for cykeltrafik, Vejdirektoratet.
- 6 Jensen, S. U. (2006c): Fodgængeres og cyklisters oplevede service-niveau på vejstrækninger - Teknisk rapport. Trafitec, Lyngby.

FARTVISER

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 lokal hastighedsbegrænsning 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 hhv. 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 vha. 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 vha. 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. Årlige omkostninger, inkl. anlæg og drift, ca. 7.000 kr./år/fartviser.

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 trafikksikkerheds-tiltak. Transportøkonomisk institutt, rapport 572, Oslo, Norge.
- 3 Elvik, R., Mysen, A. B. og T. Vaa (1997): Trafikksikkerheshåndbok. 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.

FORBEDREDE FODGÆNGEROVERGANGE

FUNKTION OG UDFORMNING

Hovedparten af personskader blandt fodgængere sker i byzone. Til gengæld er personskaderne mere alvorlige i landzone.

Ved at øge antallet og kvaliteten af fodgængernes muligheder for at krydse veje kan antallet af ulykker med fodgængere reduceres.

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.

Tiltag, som kan forbedre trafikikkerheden for krydsende fodgængere, er bl.a.:

- Signalregulering af fodgængerovergang på strækning
- Midterhelle i fodgængerovergang
- Fodgængerovergang på hævet flade
- Rækværk ved fodgængerovergang
- Fodgængerbro/-tunnel

Man har længe ment, at etablering af fodgængerfelter medførte 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/.

Tiltag, der dæmper bilisternes hastighed eller indsnævrer kørebanens bredde, kan i mange tilfælde også medvirke til at forbedre fodgængeres trafikikkerhed.

EFFEKT

En sammenfattende undersøgelse af forbedringer af fodgængerovergange tyder på, at forbedringerne reducerer antallet af ulykker og reducerer alvorligheden af de resterende fodgængerulykker /3/.

Signalregulering af fodgængerovergang på strækning synes at reducere antallet af ulykker med ca. 20% /1, 4/. Effekten aftager, jo længere væk fra overgangen man kommer, og forsvinder først ca. 150 meter væk fra overgangen /4/. Faldet på 20% er den samlede effekt i overgangen og på vejen op til 150 meter fra overgangen.

Anlæg af midterheller i eksisterende fodgængerovergange synes at reducere antallet af ulykker i overgangen og op til 50 meter fra overgangen med ca. 25% /1, 5/.

Etablering af hævet flade i eksisterende fodgængerovergange synes at medføre et fald i antallet af ulykker på ca. 40% i overgangen og op til 50 meter fra overgangen /1, 6/.

Fodgængerbro og -tunnel kan reducere antallet af ulykker med fodgængere med ca. 80%, men effekten afhænger af fodgængernes brug af bro eller tunnel /7/.

Etablering af rækværk, der leder gående hen til eksisterende fodgængerovergange, synes at reducere antallet af ulykker med ca. 20-45% /1, 5, 6/. Effekten synes at afhænge af rækværkets udformning.

På denne baggrund sættes effekterne af forbedringer af fodgængerovergange til:

Fodgængertiltag Byzone & Landzone Effekt (%)	Alle ulykker			
	Signalregulering af fodg. overgang	Midterhelle i fodg. overgang	Fodg. overgang på hævet flade	Rækværk ved fodg. overgang
Alle ulykker	-20	-25	-40	-30
Pers. ulykker	-20	-25	-40	-30
Mat. ulykker	-20	-25	-40	-30
Personskader	-20	-25	-40	-30
Dræbte	-20	-25	-40	-30
Alvorlig	-20	-25	-40	-30
Let	-20	-25	-40	-30

Effekt (%) af forskellige tiltag til forbedring af fodgængeres krydsningsmuligheder i by- og landområde.
Fodg. overgang = eksisterende fodgængerovergang.

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. Årlige omkostninger er ikke opgjort.

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 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. Turner-Fairbank Highway Research Center, rapport FHWA-HRT-04-100, McLean, USA.
- 3 Erke, A. og R. Elvik (2007): Nyttekostnadsanalyse av skadeforebyggende tiltak. Transportøkonomisk Institutt, rapport 933, Oslo, Norge.
- 4 Jensen, S. U. (2008): Signalreguleret fodgængerovergang - ny viden om sikkerhedsmæssig effekt. Dansk Vejtidskrift, nr. 6-7.
- 5 Jensen, S. U. (1998): Fodgængeres trafikksikkerhed. Vejdirektoratet, rapport 130.
- 6 Elvik, R., Mysen, A. B. og T. Vaa (1997): Trafikksikkerheshåndbok. Transportøkonomisk Institutt, Oslo, Norge.
- 7 Erke, A. og R. Elvik (2007): Making Vision Zero real: Preventing pedestrian accidents and making them less severe. Transportøkonomisk Institutt, rapport 889, Oslo, Norge.



FORVARSLING AF STOP- ELLER VIGEPLIGT

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 Vejreglerne /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

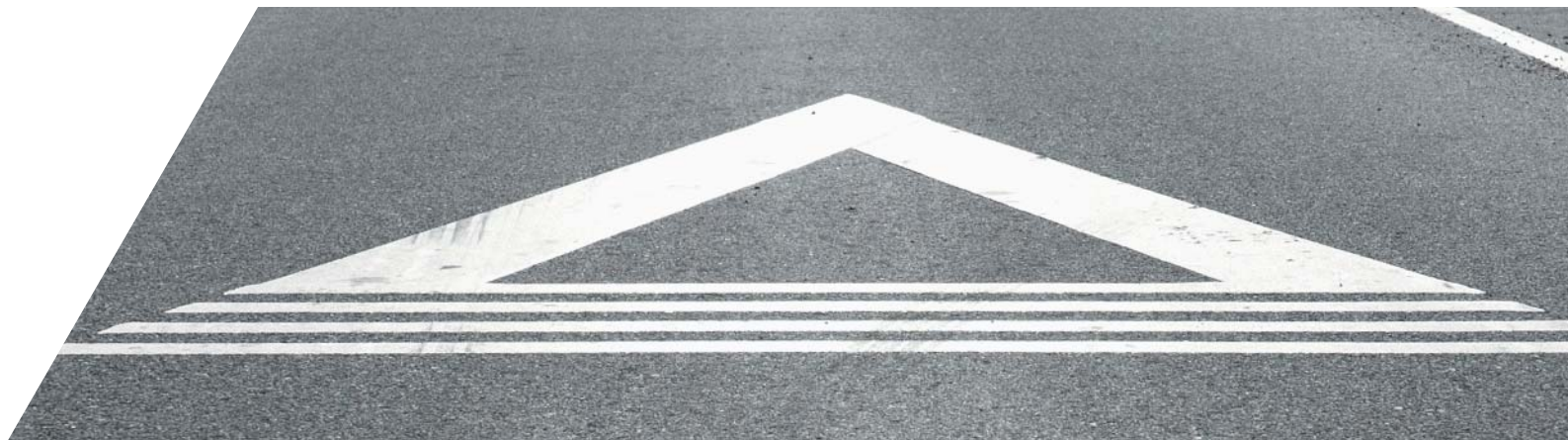
Effekt (%) af etablering af forvarsling af stop- eller vigepligt. De angivne effekter gælder afmærkning på kørebanen og evt. yderligere skiltning op til både T- og F-kryds i by- & i landzone.

ØVRIGE FORHOLD

- Rumlefelter bør ikke benyttes i nærheden af beboelse, da de erfaringsmæssigt kan give anledning til støjgener.
- Etablering af forvarsling i kryds. Anlægsudgiften er ikke opgjort. Årlig omkostning, inkl. anlæg og drift: Ca. 500 kr.

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, Storbritannien.
- 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.



FRIKTIONSFRÆSNING

FUNKTION OG UDFORMNING

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

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

EFFEKT

En øgning af friktionen med 0,1 ved friktioner i intervallet 0,0-0,5 giver en reduktion i 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.
Årlige omkostninger: Ca. 20.000 kr./km motorvej.

REFERENCER

- Schelling, A. (2001): Friktion og ulykkesrisiko. Vejdirektoratet, internt notat.
- Ullidtz, P., Schmidt-Sørensen, U. og B. van der Sprong (2002): Ulykker som funktion af friktion og sporkøring. Dansk Vejtidskrift, nr. 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.
- 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 TVÆRPROFIL PÅ VEJE I ÅBENT LAND

FUNKTION OG UDFORMNING

Ved at justere køresporsbredden i forhold til kantbanebredden på tosporede veje i åbent land sikres en optimal bredde af kørespor 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 trafiksamsetning 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 mødeuheld 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/.

Virkingen 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 tværnittet. 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.

ØVRIGE FORHOLD

- Etablering af ny kantlinje (10 cm bred, inkl. affræsning af eksisterende kantlinje) i begge vejsider. Anlægsudgift: Ca. 60.000 kr./km. Årlig omkostning, inkl. anlæg og drift: Ca. 15.000 kr./km.

REFERENCER

- 1 Vejdirektoratet (1998): Uheld på veje i åbent land. Temaanalyse af uheldsrisiko i relation til vejtværnsnit. 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, Storbritannien.
- 4 Rosbach, O. (1984): Kantlinjer forbedrer både bilisters og cyklisters sikkerhed. Dansk Vejtidskrift, nr. 11.



MIDTERRABAT I BY

FUNKTION OG UDFORMNING

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

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 hhv. 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	Kantstensbegrænset 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 hhv. 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.
- Etablering af afmærket midterrabat. Anlægsudgift: Ca. 2. mio. kr./km. Årlige omkostninger, inkl. anlæg og drift: Ca. 130.000 kr./km.

Etablering af kantstensbegrænset midterrabat. Anlægsudgiften er meget varierende: Ca. 6 mio. kr./km. Årlige omkostninger, inkl. anlæg og drift: Ca. 370.000 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, Storbritannien.
- 2 Elvik, R., Mysen, A. B. og T. Vaa (1997): Trafikksikkerhåndbok. 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.



OVERKØRSEL I PRIORITEREDE KRYDS

FUNKTION OG UDFORMNING

En overkørsel er en forlængelse eller gennemførelse af fortov og eventuelt cykelsti hen over sidevejen ved tilslutningen til den overordnede vej.

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 med lette trafikanter involveret, herunder cyklister, fodgængere og lille knallert.

EFFEKT

En dansk med/uden-undersøgelse (hvor et antal ensartede kryds hhv. med og uden overkørsel sammenlignes) angiver, at ulykkestætheden med cyklister og knallertkørere er hhv. 37 og 41% lavere i 3- og 4-benede vigepligtsregulerede kryds med overkørsel set i forhold til tilsvarende kryds uden overkørsel /1/.

En dansk før/efter-undersøgelse viser, at overkørsler i 4-benede vigepligtsregulerede kryds medfører en reduktion på ca. 25% i antal ulykker med cyklister og lille knallert, og på ca. 60% i antal 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 cykelsti viser en reduktion i antal ulykker med cyklister involveret på 13%, en reduktion i antallet af fodgængerulykker på 54%, men en stigning i antallet af ulykker med motorkøretøjer på 11% /3/.

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



På baggrund af ovennævnte undersøgelser vurderes virkningen af anlæg af overkørsler i 3- og 4-benede vigepligtsregulerede kryds i byzone, som angivet i nedenstående tabel:

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-benede kryds).

Ses på alle ulykkesituationer vil overkørsel i gennemsnit reducere alle ulykker i vigepligtsregulerede kryds med ca. 11%. Skelnes mellem 4-benede og 3-benede vigepligtsregulerede kryds er effekten hhv. ca. 9% og 11%.

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/overskørsler i kryds. Anlægsudgift: Ca. 60.000-70.000 kr./kryds. Årlige omkostninger, inkl. anlæg og drift: Ca. 4.000 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.

RABATSANERING

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. højdeforskelle, mellem rabat og kørebane.

Uhensigtsmæssig rabatudformning medvirker til et stort antal alvorlige ulykker langs veje i åbent land. Flere temaanalyser udarbejdet af Havarikommissionen for Vejtrafikulykker (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 rabattens bæreevne og eventuelle opspring til kørebanelen, der har betydning for trafikikkerheden.

I en større amerikansk undersøgelse findes uafhængigt i fire stater, at høj kant højst sandsynligt er en faktor i 1,8-2,7% af ulykkerne på veje uden nødspor eller kantbane i det åbne land. Høj kant er en faktor i ca. 25% af de ulykker, der begynder med, at køretøjet får et hjulsæt ud i rabatten. Omkring 11% af ulykkerne hvor høj kant indgår 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 rabatten på. Derfor er det ikke entydigt, hvilken virkning en rabatsanering kan få. I Danmark benyttes ofte tromlet og/eller bitumenbundet grus, måtter af hård plast etc. for at minimere opspringet til

kørebanelen og forbedre bæreevne og jævnhed. I udlandet benyttes mange andre løsninger, fx en 30-35 graders asfaltfyldning fra kørebanelkant og ud.

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

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 rabatten, og føreren mister kontrollen over køretøjet. Dette skøn medfører en reduktion i alle ulykker på 6% og en reduktion i personskafter 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 hhv. 6 og 8% /6/. Effekten i den danske analyse er imidlertid baseret på en forhåndsbedømmelse, hvis resultat endnu ikke er eftervist i praksis.

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

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



Rabatsanering Landzone Effekt (%)	Eneulykker (Hovedsituation 0)	Bagendekollisioner Trængningsulykker (Hovedsituation 1)	Frontalkollisioner (Hovedsituation 2)
Alle ulykker	-8	-0,5	-3
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 rabatsanering på veje i åbent land. De nævnte hovedsituationer fremgår af bilag 2.

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

ØVRIGE FORHOLD

- Rabatsanering medvirker til, at kørebanelikanten får længere levetid.
- Rabatsaneringer uden fundering har begrænset levetid.
- Sanering af rabat (bitumenbundet grus ekskl. fundering) langs eksisterende vej i begge vejsider. Anlægsudgift: Ca. 150.000 kr./km. Årlig omkostning, inkl. anlæg og drift: Ca. 9.000 kr./km vej.

Sanering af rabat (bitumenbundet grus inkl. fundering) langs eksisterende vej i begge vejsider. Anlægsudgift: Ca. 250.000 kr./km. Årlig omkostning, inkl. anlæg og drift: Ca. 15.000 kr./km vej.

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): Vejtversnit og uheldsrisiko - vurdering af uheldskonsekvenser af udvalgte tværsnitsændringer. Vejdirektoratet.
- 6 Elvik, R., Mysen, A. B. og T. Vaa (1997): Trafiksikkerhåndbog. Transportøkonomisk Institutt, Oslo, Norge.

RUMLERILLER

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 midtlinjen hhv. kantlinjen er ved at blive overskredet. Rumleriller har vist sig at have større effekt end profilerede linjer. I Danmark er brugen af rumleriller begyndt omkring år 2004.

Rumleriller fræses ned i asfalten, eller tromles ned i stadig blød asfalt. Der henvises til Guidance for the Design and application of Shoulder and Centerline Rumble Strips /1/ for yderligere oplysninger omkring rumlerillers anlæg og design.

Rumleriller i vejmidten etableres ved siden af eller under afmærkede midtlinjer. Foranstaltningen er relevant i åbent land på 2-sporede veje med kantlinjer. Afhængig af trafikmængden bør der normalt være et 3,0-3,25 m bredt kørespor mellem rumlerille i vejmidte og kantlinjen, samt minimum 0,5 m kantbane til højre for kantlinjen. Jo højere trafikmængde, des bredere kørespor.

Rumleriller i vejsiden udføres enten ved siden af eller under afmærkede kantlinjer. Rumleriller i vejsiden er oftest relevant 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. Rumleriller i vejsiden kan også etableres på motorveje.

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

Da kørsel på nogle typer af rumleriller støjer - også uden for bilen - bør det som udgangspunkt undlades at etablere rumleriller i nærheden af beboelsesejendomme. Hertil skal bemærkes, at Vejdirektoratet i efteråret 2006 introducerede en ny type rumleriller, som ikke støjer væsentligt mere end normal vejbelægning, hvorfor de kan etableres tættere på boliger /2/.

Ud fra de stedlige konkrete forhold bør det dog altid vurderes nærmere, om rumleriller kan have en uheldig virkning på boliger i nærheden af vejen. Er det 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 knap 4.000 ulykker - fordelt over syv delstater i USA - viser, at rumleriller reducerer antallet af ulykker med 14%. Personskadeulykker reduceres signifikant med 15%, herunder mødeulykker med 25%. Materielskadeulykker reduceres med 13%, herunder mødeulykker med 17%. Effekterne på alle ulykker var betydeligt højere om natten, idet antallet af ulykker blev reduceret med 19% mod kun 9% om dagen. Vejstrækningerne var gennemsnitligt tre km lange og inkluderede kryds. Kurvede vejstrækninger var overrepræsenterede. /3/

Yderligere opsamlinger på studier af rumleriller peger ligeledes på store sikkerhedsgevinster af fræsede rumleriller i vejmidten /4, 5, 6/.

Baseret på det mest pålidelige studie af rumleriller i vejmidten /3/ angives effekten at være som vist i nedenstående tabel:

Rumleriller i vejmidte Landzone Effekt (%)	Mødeulykker (Hovedsituation 2)	Alle ulykkesituationer (Hovedsituation 0-9)
Alle ulykker	-22	-14
Pers. ulykker	-25	-15
Mat. ulykker	-17	-13
Personskader	-25	-16
Dræbte	-25	-18
Alvorlig	-25	-16
Let	-25	-15

Effekt (%) af rumleriller i vejmidte på veje i åbent land baseret på "Crash reduction following installation of centerline rumble strips on rural two-lane roads" /3/. De nævnte hovedsituationer fremgår af bilag 2.

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 på mellem 18-42% i ulykker, hvor trafikanten kører af vejen (ulykkesituation 011- 012, 021-024). /6, 7, 8, 9/. 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 på ca. 20%.

Der er ikke fundet undersøgelser af rumleriller etableret ind mod midterrabat på fx motorveje.

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	Ulykkesituaiion 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 i vejside på veje i åbent land uden hhv. midterrabat. Effekten er set i forhold til profileret kantlinje i termoplast. De nævnte ulykkesituationer fremgår af bilag 2.

Den gennemsnitlige effekt for alle ulykkesituationer er beregnet til en reduktion på ca. 4% for både motorveje, motortrafikveje og andre veje i åbent land.



ØVRIGE FORHOLD

- Kørsel på rumleriller udsender ekstra støj til omgivelserne. Nyudviklede danske 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 hhv. 4-8 dB og 2-3 dB højere støjniveau. /2/
- Der er ikke noget, der tyder på, at rumleriller i praksis påvirker nedbrydningen af asfaltbelægninger, medmindre asfaltbelægningen er helt eller delvist nedbrudt i forvejen /8/.
- Levetiden af rumleriller er lige så lang som slidlagets levetid.
- 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. Anlægsudgift: Ca. 20.000 kr./km /10/. Årlige omkostninger: Ca. 2.000 kr./km. (De angivne priser er ekskl. eventuel retablering af afmærkning).

REFERENCER

- 1 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.
- 2 Kragh, J. og B. Andersen (2007): Trafikstøj ved rumleriller. Vejdirektoratet, Vejteknisk institut.
- 3 Persaud, B. N., Retting, R. A. og 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.
- 4 Herrstedt, L. (2004): Rumlestriber. Dansk Vejtidskrift nr. 4.
- 5 Russell, E. R. og M. J. Rys (2005): Centerline Rumble Strips. National Cooperative Highway Research Program, Synthesis 339, Transportation Research Board, Washington DC, USA.
- 6 Sayed, T., deLaur, 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.
- 7 Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og M. Sørensen (2009): The Handbook of Road Safety Measures. Second edition, Emerald Group Publishing Ltd., Bingley, Storbritannien.
- 8 FHWA (2001): Synthesis of Shoulder Rumble Strip Practices and Policies. Federal Highway Administration, Washington DC, USA.
- 9 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.
- 10 Jensen, S. U. (2008): Effektkatalog - Viden til bedre trafiksikkerhed. Trafitec.

RUNDKØRSEL

FUNKTION OG UDFORMNING

Helt overordnet kan rundkørsler opdeles i tre typer:

- A** Minirundkørsel (rundkørsel med overkørbar midterø)
- B** 1-sporet rundkørsel (almindelig rundkørsel med ét cirkulationsspor)
- C** Flersporet rundkørsel (almindelig rundkørsel med to eller flere cirkulationsspor)

For rundkørsler med to eller flere spor i cirkulationsarealet anbefales almindeligvis at lade al cykeltrafik foregå på separate stier. For yderligere information om rundkørslers udformning mv. henvises til Vejreglerne /1, 2/.

Den bedste virkning af rundkørsler findes ved at ombygge 4-benede vigepligtsregulerede kryds i åbent land, mens den ringeste effekt - dog stadig positive effekt - fås ved ombygning af signalregulerede T-kryds i byområde /3/.

Generelt er effekten af en rundkørsel ringere for cyklister end for andre trafikanter. Hovedparten af de ulykker, der sker mellem bilister og cyklister i rundkørsler, sker mellem cirkulerende cyklister og ind- hhv. udkørende bilister, der ikke overholder deres vigepligt over for cyklisterne.

EFFEKT

Der er udført mange studier af virkningen af at etablere rundkørsler - og med spredte resultater.

Mange studier viser, at antallet af personskader og alvorlighedsgraden af disse falder ved etablering af rundkørsler. Endvidere, at effekten af en rundkørsel bliver mere gunstig, jo alvorligere ulykkerne i krydset var før ombygningen. /4, 5, 6, 7/

Virkningen på antallet af materielkadeulykker varierer fra en reduktion på 20% til en stigning på 25%, mens effekten af rundkørsler på antal ulykker med dræbte (excl. ulykker med cyklister) medfører en reduktion på mellem 60-90%. Øvrige ulykker med personskade (excl. ulykker med cyklister) reduceres med mellem 30 og 60%. /3/

Effekten er generelt ringere for cyklister end for andre trafikanter. Effekten på ulykker med cyklister og antallet af tilskadede cyklister synes at variere mellem en reduktion på 10% og en stigning på 30%. Undersøgelser har ikke kunnet påvise nogen sikkerhedsmæssig forskel mellem rundkørsler med cykelsti, cykelbane eller ingen cykelfaciliteter i cirkulationsarealet. /4, 5, 7, 8, 9, 10/

Overordnet ser virkningen ud til at være bedre i 4-benede kryds (F-kryds) set i forhold til 3-benede kryds (T-kryds), og det er sikkerhedsmæssigt mere gunstigt at ombygge vigepligtsregulerede kryds til rundkørsler end at ombygge signalregulerede kryds.



Effekten af rundkørsler i åbent land er generelt større end i byområde.

Belgiske og tyske studier viser, at der forekommer en tilvæningseffekt efter ombygningen fra kryds til rundkørsel. Det betyder, at der i de første 2-2½ år sker et højere antal ulykker efter etablering af rundkørslen end i de efterfølgende år. /11, 12/

Virkninger af etablering af signalregulerede rundkørsler, minirundkørsler og rundkørsler med 5 eller flere ben er ikke veldokumenterede.

Pga. et relativt højt antal cykelulykker er effekten af rundkørsler i Danmark generelt ringere end i andre lande, hvor cykeltrafikken er mindre.

Baseret på referencerne /3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 14/ vurderes effekten af at ombygge kryds til rundkørsler som angivet i tabellerne nedenfor:

Rundkørsel Byzone Effekt (%)	Alle ulykker				
	Alle kryds	T-kryds		F-kryds	
		Vigepligt	Signal	Vigepligt	Signal
Alle ulykker	-6	+1	+12	-21	-8
Pers. ulykker	-22	-20	-11	-33	-21
Mat. ulykker	+3	+11	+23	-14	-2
Personskader	-25	-22	-13	-36	-24
Dræbte	-48	-49	-15	-61	-48
Alvorlig	-22	-20	-14	-32	-21
Let	-25	-22	-12	-38	-25

Effekt (%) af ombygning af vigepligts- og signalregulerede kryds til rundkørsler i byzone.
T-kryds=3-benede kryds, F-kryds=4-benede kryds.

Rundkørsel Landzone Effekt (%)	Alle ulykker				
	Alle kryds	T-kryds		F-kryds	
		Vigepligt	Signal	Vigepligt	Signal
Alle ulykker	-18	-11	+12	-38	-14
Pers. ulykker	-44	-38	-22	-57	-35
Mat. ulykker	+1	+10	+24	-19	-4
Personskader	-47	-41	-24	-59	-37
Dræbte	-68	-55	.	-85	-51
Alvorlig	-45	-40	-23	-56	-35
Let	-47	-41	-26	-59	-37

Effekt (%) af ombygning af vigepligts- og signalregulerede kryds til rundkørsler i landzone. T-kryds=3-benede kryds, F-kryds=4-benede kryds.

Det skal bemærkes, at den i tabellerne angivne effekt på materielskadeulykker er højere end angivet i den norske trafikikkerhedshåndbog /4/. Det skyldes, at der i /4/ ikke er taget højde for, at korttidseffekten på materielskadeulykker er ringere end langtidseffekten.

Alene for ulykker med cyklister involveret vurderes virkningen af at ombygge vigepligts- og signalregulerede kryds til rundkørsler at medføre en stigning på 15% i både cykelulykker og personskader med cyklister /3/.

Rundkørsler er således især relevante som tiltag, hvor der er begrænset eller ingen cykeltrafik. Der findes dog mange eksempler på rundkørsler med gennemtænkte løsninger for cykeltrafikken, som fungerer sikkerhedsmæssigt godt for cyklister.

ØVRIGE FORHOLD

- Kapaciteten for biltrafik er ved normale fordelinger af trafikken hen over døgnet og på de enkelte vejben ca. 15.000 indkørende biler pr. døgn i minirundkørsler, ca. 25.000 biler pr. døgn i 1-sporede rundkørsler og ca. 35.000 biler pr. døgn i 2-sporede rundkørsler /7, 15/. Disse kapacitetsgrænser forudsætter ingen eller meget lidt cykel- og knallertrafik i rundkørslen.
- Trafikafviklingsmæssige problemer starter typisk ved en belastningsgrad på ca. 60% af kapaciteten.
- Almindeligvis tager det i gennemsnit 10-15 sek. kortere tid pr. bil at køre igennem en rundkørsel set i forhold til et signalreguleret kryds, når belastningsgraden er under 80% /4/.

- Fremkommeligheden for biltrafikken er også bedre i en rundkørsel set i forhold til et vigepligtsreguleret kryds, hvis mere end 1/3 af den indkørende trafik kommer fra sidevejene i det vigepligtsregulerede kryds. Sammenlignet med et vigepligtsreguleret kryds kommer der, inden for samme tidsrum, op til 50% flere biler igennem en rundkørsel. Bilisterne bliver derfor ikke forsinket i samme grad, når de kører igennem en rundkørsel.
- 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 tit 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.
- Den årlige omkostning er afhængig af bl.a. rundkørselens størrelse.

Ombygning af et vigepligtsreguleret kryds til en minirundkørsel: Anlægsudgift: Ca. 250.000 kr. Årlig omkostning, inkl. anlæg og drift: Ca. 20.000 kr.

Ombygning af et vigepligtsreguleret kryds til en 1-sporet rundkørsel: Anlægsudgift: Ca. 3 mio. kr. Årlig omkostning, inkl. anlæg og drift: Ca. 185.000 kr.

Ombygning af et signalreguleret kryds til en flersporet rundkørsel: Anlægsudgift: Ca. 5 mio. kr. Årlig omkostning, inkl. anlæg og drift: Ca. 250.000 kr.

REFERENCER

- 1 Vejdirektoratet (2001): Vejregler for Veje og stier i åbent land. Byernes trafikarealer. Hæfte 4.2. Rundkørsler. Vejregelforslag. Vejreglerådet.
- 2 Vejdirektoratet (2000): Byernes trafikarealer. Hæfte 4. Vejkryds. Vejreglerådet.
- 3 Jensen, S. U. (2008): Effektkatalog - Viden til bedre trafiksikkerhed. Trafitec, Lyngby.
- 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.
- 5 Jørgensen, E. og N. O. Jørgensen (1994): Trafiksikkerhed i 82 danske rundkørsler. Vejdirektoratet, rapport 4.
- 6 Persaud, B. N., Retting, R., Garder, P. E. og D. Lord (2000): Crash Reductions Following Installation of Roundabouts in the United States. Insurance Institute for Highway Safety, Arlington, VA, USA.
- 7 Robinson, B. W. (2000): Roundabouts: An Informational Guide. Federal Highway Administration, rapport FHWA-RD-00-067, Washington DC, USA.
- 8 Daniels, S., Nuyts, E. og G. Wets (2007): Effects of Roundabouts on Traffic Safety for Bicyclists: An Observational Study. Proceedings of TRB Annual Meeting, Washington DC, USA.

- 9 Kennedy, J., Peirce, J. og I. Summersgill (2005): Review of Accident Research at Roundabouts. Proceedings of National Roundabout Conference, USA.
- 10 Schoon, C. C. og J. van Minnen (1993): Ongevallen op rotondes II: Tweede onderzoek naar de onveiligheid van rotondes vooral voor fietsers en bromfietsers. SWOV rapport R-93-16, Leidschendam, Holland.
- 11 Brilon, W. (1997): Sicherheit von Kreisverkehrsplätzen. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, vol. 41, no. 1, pp. 22-28.
- 12 De Brabander, B., Nuyts, E. og L. Vereeck (2005): Road safety effects of roundabouts in Flanders. Journal of Safety Research, vol. 36, no. 3, pp. 289-296.
- 13 Elvik, R. og U. Rydningen (2002): Effektkatalog for trafikksikkerhetstiltak. Transportøkonomisk Institutt, rapport 572, Oslo, Norge.
- 14 Erke, A. og R. Elvik (2006): Effektkatalog for trafikksikkerhetstiltak. Transportøkonomisk Institutt, rapport 851, Oslo, Norge.
- 15 Brilon, W. og M. Vandehey (1998): Roundabouts - The State of the Art in Germany. ITE Journal, november 1998, pp. 48-54.





E20 Esbjerg 4

Havn 4

SANERING AF FASTE GENSTANDE

FUNKTION OG UDFORMNING

Faste genstande betegner genstande, der er påkørselsfarlige. Det drejer sig eksempelvis om mure, bygninger, byporte, broer, brostøjler, marksten, 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 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 (%)	Ulykkesituation 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 i vejsiden langs veje i åbent land. De nævnte ulykkesituationer fremgår af bilag 2.

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

- 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. Årlig omkostning, inkl. anlæg og drift: Ca. 15.000 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. Vejjudstyr. 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, Storbritannien.

SIGNALREGULERING AF KRYDSD

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 cyklistere.

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 hhv. 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 hhv. 17 og 21%. Signalregulering af vigepligtsregulerede F-kryds i by medfører en reduktion i personskader og ulykker i krydsene på hhv. 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:





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

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.

Etablering af signalregulering i kryds. Anlægsudgift: ca. 1,5 mio. kr./kryds. Årlige omkostninger, inkl. anlæg og drift, ca. 150.000 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.

SIGNALSTYRINGSTILTAG

FUNKTION OG UDFORMNING

Signalstyringen synes at have stor betydning for trafikssikkerheden i signalregulerede kryds. Signalstyringstiltag kan bl.a. omfatte:

- Justering af faseinddeling/signalprogram
- Samordning med signaler i andre kryds
- Trafikstyring af signaler
- Rødkørselsdetektering

Justering af faser og mellemtider

I traditionelle signalanlæg kan justering/forlængelse af mellemtiden være et relevant tiltag, bl.a. hvis der forekommer mange tværkollisioner i forbindelse med faseskift. Mellemtiden er indskudt mellem signalets faser og er den tid, der går, fra det grønne lys slukker i den ene køreretning, til det grønne lys tænder i den tværgående køreretning. På den ene side skal mellemtiden være så kort som mulig for at reducere trafikanternes ventetid for rødt og gult. På den anden side skal den være tilstrækkelig lang til, at trafikanterne i normale trafiksituationer kan foretage en sikker rømning af krydset /1, 2, 3/.

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 efterføl-

gende signalanlæg uden at skulle stoppe for rødt. Hvis en samordning af signalanlæg medfører, at trafikanterne kan køre med konstant hastighed igennem en serie af signalregulerede kryds, er der tale om en 'grøn bølge'. Erfaringsmæssigt bør samordnede anlæg have en indbyrdes afstand på mindre end 800-900 meter /3/.

Trafikstyring af signaler

I traditionelle tidsstyrede signaler er signalernes grøn- og rødtid konstante i hvert omløb. I trafikstyrede signaler kan varigheden af det grønne signal afpasses efter køretøjernes ankomster i de enkelte tilfarter. Fordelen ved trafikstyring er, at grøntiden tilpasses det aktuelle behov, og at trafikanter i den ene retning ikke skal holde for rødt, medmindre der er trafik i tværetningen. 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.

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 /4/ kan effekten af signalstyringstiltagene forlænget mellemtid, samordning af kryds samt ændring fra tids- til trafikstyring, findes til:

Signalstyring Byzone & Landzone Effekt (%)	Alle ulykker		
	Forlænget mellemtid	Samordning af kryds/Grøn bølge	Fra tids- til trafikstyret
Alle ulykker	-55	-20	-25
Pers. ulykker	-55	-20	-25
Mat. ulykker	-55	-20	-25
Personskader	-55	-20	-25
Dræbte	-55	-20	-25
Alvorlig	-55	-20	-25
Let	-55	-20	-25

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

Som det fremgår af tabellen ovenfor, er de angivne effekter meget generelle. Specielt skal man være opmærksom på, at effekten for 'forlænget mellemtid' i udpræget grad gælder de kryds, hvor mellemtiden kun lige nøjagtig dækker sikkerhedstiden, mens effekten ikke kan forventes opnået i kryds, hvor mellemtiden allerede er flere sekunder længere end sikkerhedstiden.

En af de væsentligste indsatser kan være at ændre faseinddelingen især i tidsstyrede signalregulerede kryds, så faserne passer bedre til trafikken. En forbedret faseinddeling har ofte samme virkning som overgangen til trafikstyret signal, altså op mod 25% reduktion i ulykker. /4/

ØVRIGE FORHOLD

- Samordning af signalanlæg nedbringer det totale antal stop, nedsætter rejsehastigheden og placerer uundgåelige kødannelser på de mest hensigtsmæssige steder. Desuden reduceres luft- og støjforurening. /2/

- Længere mellemtider medfører en mindre nedsættelse af kapaciteten.
- Anlægsudgifter og årlige omkostninger er ikke opgjort for etablering af signalstyring.

REFERENCER

- 1 Vejdirektoratet (2006): Færdselsregulering. Signaler. Håndbog i projektering af trafikstyret signalanlæg. Vejreglerådet, november 2006.
- 2 Vejdirektoratet (2006): Færdselsregulering. Signaler. Lyssignaler. Vejreglerådet, juli 2006.
- 3 Lahrmann, H., Leleur, S. et al. (1994): Vejtrafik. Trafikteknik & Trafikplanlægning. Polyteknisk forlag.
- 4 Elvik, R., Mysen, A. B. og T. Vaa (1997): Trafikksikkerhåndbog. Transportøkonomisk Institutt, Oslo, Norge.



STOPPLIGT

FUNKTION OG UDFORMNING

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

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

EFFEKT

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 nedenstående tabel:

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- hhv. 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 højrevigepligt: Anlægsudgift: Ca. 3.000-8.000 kr./kryds. Årlig omkostning, inkl. anlæg og drift: Ca. 1000 kr.

Etablering af stoppligt i kryds med ubetinget vigepligt:
Anlægsudgift: Ca. 5.000-8.000 kr./kryds. Årlig omkostning, inkl. anlæg og drift: Ca. 500 kr.



REFERENCER

- 1 Bekendtgørelse om vejafmærkning (2006): Bekendtgørelse nr. 784 af 6. juli 2006 om anvendelse af 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, Storbritannien.
- 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 stop-tavler. 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.

TILBAGETRUKKET STOPLINJE

FUNKTION OG UDFORMNING

Tilbagetrækning af bilisternes stoplinje i signalregulerede kryds reducerer antallet af ulykker med cyklistere, knallertkørere og fodgængere.

Tiltaget øger både cyklisteres, knallertkøreres og fodgængeres synlighed og medfører, at de lette trafikanter kommer tidligere ind i krydset end motorkøretøjer, når der startes efter rødt.

Tilbagetrukket stoplinje er forholdsvis enkelt at etablere. Bilisternes stoplinje trækkes 5 meter tilbage i alle vognbaner, dvs. for både svingende og ligeudkørende trafik. Ofte etableres tilbagetrækningen kun i højresvingssporet, men tilbagetrækningen bør etableres i alle vognbaner. Tilbagetrækningen på 5 meter er set i forhold til fodgængerfeltet eller cyklisternes stoplinje.

I eksisterende trafikstyrede signalregulerede kryds vil det i forbindelse med etableringen 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.

Tilbagetrukne stoplinjer bør overvejes som standard i signalregulerede kryds, hvor der færdes cyklister og fodgængere.

EFFEKT

Etablering af tilbagetrukne stoplinjer i signalregulerede kryds medfører, at der i starten af den grønne fase sker færre ulykker mellem bilister og lette trafikanter.

Tilbagetrukne stoplinjer forebygger især to typer af ulykker:

- Højresvingende biler mod lette trafikanter (ulykkesituation 312 og 876)
- Sene eller langsomme krydsende fodgængere, eventuelt rødgængere, der ikke venter på midterhelle, mod startende biler (ulykkesituation 872).

Tiltaget medfører, at ulykker med højresvingende biler reduceres med ca. 35% /1/. Endvidere tyder analyser af fodgængerulykker på, at tilbagetrukne stoplinjer kan forebygge omkring 10-20% af ulykkerne i ulykkesituation 872 /2/. Fem meters tilbagetrækning af stoplinjen i alle vognbaner vurderes således at reducere antallet af hhv. 312- og 876-ulykker med 35%, og antallet af 872-ulykker med 15%.



Tilbagetrukket stoplinje Byzone & Landzone Effekt (%)	Ulykkessituation 312 & 876	Ulykkessituation 872
Alle ulykker	-35	-15
Pers. ulykker	-35	-15
Mat. ulykker	-35	-15
Personskader	-35	-15
Dræbte	-35	-15
Alvorlig	-35	-15
Let	-35	-15

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

Effekten for alle ulykkessituationer kan beregnes til i gennemsnit at være en reduktion på ca. 4%.

I den norske trafikikkerhedshåndbog, /3/, er effekten af tilbagetrukket stoplinje, fundet til en reduktion på 16% i alle ulykkessituationer, en reduktion på 19% på ulykker med cyklister involveret, og en reduktion på 11% på bilulykker. Der er ikke taget højde for regressionseffekt, hvorfor effekterne formentlig er for høje.

ØVRIGE FORHOLD

- Tilbagetrækning af stoplinjen kan nødvendiggøre ændring af signalets mellemtid.
- Kapaciteten for motorkøretøjer falder lidt, typisk omkring 1%, men kapacitetsreduktionen afhænger af, om og hvordan der foretages forlængelse af mellemtiden.
- Årlig omkostning afhænger af udførelsesmetode og udførelsestidspunkt. Kun hvis spoleplaceringen skal ændres, er der større udgifter forbundet med tiltaget.

Etablering af tilbagetrukket stoplinje i kryds (5-6 kørespor). Anlægsudgift, herunder flytning af spoler i 5-6 kørespor: Ca. 20.000 kr./kryds. Årlig omkostning, inkl. anlæg og drift: Ca. 1.200 kr./kryds.

REFERENCER

- 1 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.
- 2 Jensen, S. U. (1998): Fodgængeres trafikikkerhed. Vejdirektoratet, rapport 130.
- 3 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+1" VEJ MED MIDTERAUTOVÆRN

FUNKTION OG UDFORMNING

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

En "2+1" vej med midterautoværn er en 3-sporet vej, der afstribses, 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 adgange og vejtilslutninger, da tiltaget er meget omkostningstungt at etablere på almindelige 2-sporede veje.

EFFEKT

Man kan forebygge mange dræbte og alvorlige skader ved at ombygge veje i åbent land til "2+1" veje med midterautoværn. Tiltaget reducerer alvorligheden af ulykker betydeligt, men øger antallet af ulykker samlet set pga. flere materielskadeulykker.

Svenske studier viser et fald i det samlede antal personskader på 7%, et fald i dræbte på 76%, et fald i alvorlige skader på 52%, og en stigning i lette skader på 23%. Antallet af personskadeulykker synes at falde med 3%, mens ombygningen medfører en stigning i materielskadeulykker på 70%. Mange af materielskadeulykkerne dækker påkørsler af midterautoværnet. /1, 2, 3/

Det skal bemærkes, at virkningen på personskadeulykker og personskader i Danmark forventes at være noget højere end nævnt ovenfor. Forskellen skyldes, at registreringsgraden af lette skader er højere i Sverige end i Danmark. Effekten af ombygning til "2+1" vej på hhv. personskadeulykker og personskader antages således at være på hhv. 11% og 15%.

Virkningen af at ombygge motortrafikveje eller øvrige brede 2-sporede veje i åbent land til "2+1" veje med midterautoværn vurderes derfor at være:

"2+1" vej med midterautoværn Landzone Effekt (%)	Alle ulykker
Alle ulykker	+30
Pers. ulykker	-11
Mat. ulykker	+70
Personskader	-15
Dræbte	-76
Alvorlig	-52
Let	+23

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

Der findes få undersøgelser af virkningen af at opsætte midterautoværn på en vej, der i forvejen er udformet som en "2+1" vej, men uden midterautoværn. Disse resultater



tyder på et samlet fald i dræbte og alvorligt tilskadekomne på omkring 30% (for få dræbte til at kunne angive særskilt effekt), og et fald i personskader og i personskadeulykker på omkring 7% /1/. De svenske studier angiver ikke tal for lette skader og materielskadeulykker, men disse forventes at være steget kraftigt i antal med opsættelse af midterautoværn.

ØVRIGE FORHOLD

- Ombygning til "2+1" vej kan medføre højere fart og dermed bedre fremkommelighed, øget brændstofforbrug, støj etc.
- Ombygning til "2+1" veje med midterautoværn kan medføre øget behov for adgangsbeholdning, 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 hyppige påkørsler af autoværnet.
- 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. Årlige omkostninger inkl. anlæg og drift: Ca. 130.000 kr./km hhv. 568.000 kr./km. Betegnelsen uden vejudvidelse inkluderer dog mindre udvidelser op til 1 m på delstrækninger /4, 5/.

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. Årlige omkostninger inkl. anlæg og drift: Ca. 170.000 kr./km hhv. 600.000 kr./km. Betegnelsen uden vejudvidelse inkluderer dog mindre udvidelser op til 1 m på delstrækninger /4, 5/.

REFERENCER

- 1 Carlsson, A. (2009): Uppföljning av mötesfria vägar. Slutrapport. VTI, rapport 636, Linköping, Sverige.
- 2 Carlsson, A. og U. Brüde (2005): Uppföljning mötesfria vägar. VTI, notat 47, Linköping, Sverige.
- 3 Herrstedt, L. (2001): "2+1" roads - Danish experiences. Danmarks TransportForskning, notat 5, Lyngby.
- 4 Jensen, S. U. (2008): Effektkatalog - Viden til bedre trafikikkerhed. Trafitec, Lyngby.
- 5 Larsson, J. (2003): Kostnadsuppföljning av mötesfria vägar. VTI, notat 28, Linköping, Sverige.

TRAFIKSANERING

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. Vha. fysiske og visuelle virkemidler (fx bump, midterheller, belægningsskift) samt skiltning udformes vejen, så trafikken i højere grad afvikles på de lette trafikanters og lokalmiljøets præmisser.

Sammensætningen af fartdæpende tiltag og øvrige virkemidler ved trafiksanering er forskellig afhængig af vejklasse (lokalvej hhv. 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 trafikikkerheden.

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 ændringer 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 ved trafiksanering afhænger meget af designet.
- Etablering af en "billig" trafiksanering (stillevejstrafiksanering bestående af bump og få andre foranstaltninger). Anlægsudgift: Ca. 200.000 kr./km. Årlige omkostninger: Ca. 12.000 kr./km.

Etablering af en "dyr" trafiksanering (trafiksanering med rundkørsler, belægningsskift mv.) .Anlægsudgift: Ca. 5 mio. kr./km. Årlige omkostninger: Ca. 300.000 kr./km.

Etablering af en "mellemløsning" (trafiksanering bestående af flere fartdæmpende foranstaltninger, uden dyre detaljer). Anlægsudgift: Ca. 1 mio. kr./km. Årlige omkostninger: Ca. 60.000 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, Storbritannien.
- 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 trafiksikkerhedsmæssige effekt. Vejdirektoratet, rapport 281.



VEJBELYSNING

FUNKTION OG UDFORMNING

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

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

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

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

EFFEKT

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

Etablering af vejbelysning på tidligere ubelyste vejstrækninger reducerer antallet af dødsulykker i mørke med 64%, mens antallet af person- og materielskadeulykker i mørke reduceres med hhv. 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 vejbelysning på ulykker, dræbte og tilskadekomne 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 vejbelysning 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/.
- Etablering af vejbelysning på hhv. motorveje og øvrige veje. Anlægsudgift: Ca. 0,63 mio. kr./km motorvej og 0,44 mio. kr./km anden vej. Årlige omkostninger, inkl. anlæg og drift: Ca. 80.800 kr./km motorvej og ca. 48.400 kr./km anden vej.

REFERENCER

- 1 Vejdirektoratet (1999): Udstyr. Vejbelysning. Vejregler for vejbelysning. Vejregelrådet.
- 2 Vejdirektoratet (2008): Vejudstyr. Håndbog i anvendelse af eftergivelige master. Vejregelrådet.
- 3 Elvik, R., Mysen, A. B. og T. Vaa (1997): Trafikksikkerhåndbok. 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.

VENSTRESVINGSKANALISERING I PRIORITEREDE KRYDS

FUNKTION OG UDFORMNING

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

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

I kryds med primærheller og venstresvingskanalisering holder den venstresvingende bil beskyttet og på langs af køreretningen 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 ulykkessituationerne 322, 410, 510 og 650 med cykel/knallert og bil som de to parter. /2/

EFFEKT

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

Studierne synes svagt at pege i retning af, at venstresvingskanalisering med kantstensbegrænset helle giver en lidt bedre virkning, end når der anvendes afmærkede/malede helle. Endvidere, at venstresvingskanalisering har en mere gunstig virkning på personskadeulykker end materielskadeulykker. /3, 4/

Virkingen af venstresvingskanalisering er primært fastsat på grundlag af to store amerikanske studier samt en opsamling af hovedsagligt nordiske studier /3, 4, 5/:



Venstresvingskanalisering på primærvej Effekt (%)	Alle ulykker			
	Byzone		Landzone	
	T-kryds	F-kryds	Ved T-kryds	Ved 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 hhv. by- og landzone.

Det skal i øvrigt bemærkes, at virkningen af etablering af venstresvingskanalisering i signalregulerede kryds er betydeligt mindre end i vigepligtsregulerede kryds.

ØVRIGE FORHOLD

- Kanalisering af kryds og etablering af venstresvingskanalisering medfører en bedre trafikafvikling /6/.
- Etablering af venstresvingskanalisering i F-kryds med delvist kantstensbegrænsede og opmalede helleanlæg. Anlægsudgift: 1 mio. kr. Årlige omkostninger, inkl. anlæg og drift: 60.000 kr. Anlægsskønnene forudsætter, at der ikke skal foretages udvidelse af vejarealet.

Etablering af venstresvingskanalisering i T-kryds med delvist kantstensbegrænset og opmalet helleanlæg. Anlægsudgift: 650.000 kr. Årlige omkostninger, inkl. anlæg og drift: 39.000 kr.

REFERENCER

- 1 Vejdirektoratet (2000): Byernes trafikarealer. Hæfte 4. Vejkryds. Vejregelrådet.
- 2 Vejdirektoratet (2000): Veje og stier i åbent land. Hæfte 4.0. Planlægning af vejkryds. Vejregelforslag. Vejregelrådet.
- 3 Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og M. Sørensen (2009): The Handbook of Road Safety Measures. Second edition, Emerald Group Publishing Ltd., Bingley, Storbritannien.
- 4 Harwood, D. W.; Bauer, K. M.; Potts, I. B.; Torbic, D. J.; Richard, K. R.; Rabbani, E. R. K.; Hauer, E. og L. Elefteriadou (2002): Safety Effectiveness of Intersection Left- and Right-Turn Lanes. Federal Highway Administration, rapport FHWA-RD-02-089, Washington DC, USA.
- 5 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.
- 6 TRB (2000): Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, Special Report 209, Washington DC, USA.



FORVENTET ULYKKESBESPARELSE

Før man beregner den forventede ulykkesbesparelse, er det, uanset hvilken metode man gør brug af, vigtigt at udføre en ulykkesanalyse. Ulykkesanalysen skal udføres på det overordnede plan, hvis resultaterne skal bruges i forbindelse med udarbejdelse af en trafikikkerhedshandlingsplan, og i detaljen, når der skal findes en løsning for et givet sted. Ulykkesanalyser, besigtigelser mv. skulle gerne pege på nogle konkrete trafikikkerhedsmæssige problemer. Når problemet er fundet, kan relevante tiltag udpeges, hvorefter den forventede ulykkesbesparelse kan beregnes, se evt. Problem/løsnings-tabel /1/.

På steder, hvor der sker mange ulykker, er der ofte flere relevante vejtekniske tiltag, der kan betale sig at gennemføre. I nogle tilfælde er man nødt til at vælge ét blandt flere tiltag. I andre tilfælde kan man etablere to eller flere tiltag samme sted.

I kapitlet beskrives en metode til beregning af den forventede ulykkesbesparelse. Metoden illustreres med et par simplificerede eksempler, hvor to trafikikkerhedstiltag implementeres. I det ene eksempel er der overlap mellem tiltagenes effekter. I det andet er der ikke overlap.

Der findes flere måder til beregning af den forventede ulykkesbesparelse. Den viste metode er blot én måde at gøre det på. I Håndbog i trafikikkerhedsberegninger beskrives forhåndsvurderinger af sikkerhedseffekten, dels når der sker ændringer i trafikmængderne, dels i relation til ombygninger /2/.

REGRESSIONSEFFEKT

Regressionseffekten anses for at være forskellen mellem det registrerede og det reelle ulykkesniveau på et sted. Regressionseffekten kan være positiv eller negativ. Der kan altså forekomme tilfældige udsving, der hhv. overvurderer eller undervurderer de reelle ulykkesproblemer.

I relation til beregning af et tiltags forventede effekt, bør det vurderes, om og i hvilket omfang det er nødvendigt at tage højde for regressionseffekten. Vurderingen kan baseres på, om der er sket væsentligt flere eller færre ulykker pr. år på stedet i udpegningsperioden, set i forhold til en tidligere periode.

En eventuel regressionseffekt optræder typisk, når steder til implementering af tiltag udvælges systematisk ud fra ulykkesforekomsten. I trafikikkerhedsarbejdet vil regressionseffekten således typisk være relevant at tage højde for, når:

- Tiltag implementeres alle steder, hvor der er sket ulykker eller ulykker inden for en bestemt type inden for en vis årrække.
- Tiltag implementeres på steder, hvor der sker signifikant flere ulykker, end man kunne forvente set i forhold til trafikmængden (sorte pletter).
- Tiltag implementeres på de steder, hvor der er sket flest ulykker, altså efter faldende ulykkestæthed.

Regressionseffekten aftager generelt jo mere et tiltag bliver implementeret på steder, hvor der ikke er sket ulykker. Tiltag som fx kampagner og vejtekniske standardtiltag (lokale hastighedsbegrænsninger, afmærkning på kørebanen mv.) er så omfattende, at det oftest ikke er nødvendigt at tage højde for regressionseffekten.

OPGØRELSE AF REGRESSIONSEFFEKT

Regressionseffekten er et statistisk fænomen, der kan opgøres relativt præcist - og på flere måder.

Generelt aftager regressionseffekten (den procentvise andel af det registrerede antal ulykker), des flere ulykker der er registreret på den enkelte lokalitet. Samtidig er regressionseffekten mindst ved en ulykkesperiode på 3-5 år set i forhold til kortere eller længere ulykkesperioder.

Der findes flere både danske og udenlandske metoder til at tage højde for regressionseffekten i et enkelt kryds eller på en strækning /2, 3, 4, 5/. I dansk sammenhæng kan man anvende følgende metoder:

1 Sammenholde ulykkesforekomsten i én udpegningsperiode (gerne en 5-årig periode) med ulykkesforekomsten i en tidligere og lige så lang periode for præcis samme lokalitet. I den forbindelse bør der tages højde for den generelle ulykkesudvikling.

2 Reducere antallet af ulykker i førperioden med en fast procentdel. I forbindelse med sortpletarbejder anvendes ofte en 20-30% reduktion.

3 Anvende den formel for regressionseffekt, som er præsenteret i Effektkataloget. Her er regressionseffekten fundet i en dansk sammenhæng ved at se på alle ulykker i kryds (excl. ekstraheld) på det tidligere amts- og statsvejnet, excl. motorveje, i perioden 1985-2006 /6 - Bilag 1/.

Således er der på baggrund af analyser af 57.716 ulykker i knap 14.000 kryds udarbejdet en formel til beregning af det reelle ulykkesniveau. Formlen er en gennemsnitsbetragtning.

Reelt ulykkesniveau = 0,5729·registreret ulykkesniveau
1,085

Denne funktion medfører, at regressionseffekten reducerer det registrerede ulykkesniveau med 30-40%.

Regressionseffekten er detaljeret beskrevet af Hauer /7/.

EX 1: FORVENTET ULYKKESBESPARELSE - TO KRYDSTILTAG MED EFFEKTOVERLAP

Det antages, at tiltaget Stoppligt kombineret med tiltaget Forvarsling af stoppligt er valgt som relevante tiltag blandt flere mulige kryds- og strækningstiltag til forbedring af sikkerheden i et vigepligtsreguleret kryds. Krydset er beliggende på en strækning i åbent land.

I en periode på 3 år er der sket 9 ulykker i krydset, heraf er 7 af ulykkerne tværkollisioner, og 2 er venstresvingsulykker. En mere detaljeret analyse af ulykkesbilledet peger på, at trafikanter fra sekundærvejen overser krydset og/eller overser, at de har vigepligt.

Den forventede ulykkesbesparelse, som opnås ved at kombinere de to tiltag stoppligt og forvarsling af stoppligt, ønskes nu beregnet.

Da stoppligt forebygger samme typer ulykker som forvarsling, vil de to tiltags effekt overlappe hinanden.

Effekt (%)	Stoppligt Alle ulykkesituationer T-kryds & F-kryds	Forvarsling Alle ulykkesituationer T-kryds & F-kryds
Alle ulykker	-30	-15
Pers. ulykker	-30	-15
Mat. ulykker	-30	-15
Personskader	-30	-15
Dræbte	-30	-15
Alvorlig	-30	-15
Let	-30	-15



Stoppligt og forvarsling reducerer antallet af alle ulykker - i alle ulykkesituationer - med hhv. 30% og 15%.

Tages hensyn til regressionseffekten, altså de tilfældige udsving som kan medføre en ophobning af ulykker, bør antallet af ulykker i førperioden reduceres. Som nævnt indledningsvis kan dette f.eks. gøres ved at reducere antallet af ulykker et sted mellem 20-30% eller ved at anvende formlen til beregning af det reelle ulykkesniveau.

Hvis en regressionseffekt på 30% anvendes, finder man, at det registrerede antal ulykker i krydset i førperioden (9 ulykker på 3 år) reduceres til:

Reelt ulykkesniveau i førperioden = $9 - 9 \cdot 0,30 = 6,3$ ulykker når der tages højde for regression.

Den forventede, årlige ulykkesbesparelse ved etablering af stoppligt bliver:

$$0,30 \cdot 6,3 \text{ ulykker} / 3 \text{ år} = 0,63 \text{ ulykker} / \text{år}$$

Den forventede, årlige ulykkesbesparelse ved etablering af forvarsling bliver:

$$0,15 \cdot 6,3 \text{ ulykker} / 3 \text{ år} = 0,32 \text{ ulykker} / \text{år}$$

Tallene kan ikke lægges sammen, fordi tiltagenes effekt overlapper hinanden. De to tiltag forbygger altså ikke $0,63 + 0,32 = 0,95$ ulykker / år.

I sådanne tilfælde benyttes den såkaldte restfaktormetode, hvor den andel af ulykkerne, som hvert af de to tiltag ikke forebygger, anvendes i beregningen af den samlede effekt /8, 9/.

For stoppligt, som har en effekt på 30%, kan 'restfaktoren' beregnes til $1 - 0,30 = 0,70$. For forvarsling, som har en effekt på 15%, kan restfaktoren beregnes til $1 - 0,15 = 0,85$.

De to tiltag forebygger derfor tilsammen:

$$1 - (0,7 \cdot 0,85) = 0,405 = 40,5\%$$

af ulykkerne i krydset, svarende til:

$$0,405 \cdot 6,3 \text{ ulykker} / 3 \text{ år} = 2,55 \text{ ulykker} / 3 \text{ år} = 0,85 \text{ ulykker} / \text{år}$$

Man kunne forestille sig, at der er en negativ eller positiv synergieffekt mellem de to tiltag, som ville betyde, at den samlede effekt reelt er mindre eller større end de 40,5%. I følge /10/ tyder det på, at restfaktormetoden undervurderer effekten, så den reelt er en anelse større.

At finde den kombinerede effekt af tiltag er mere kompliceret, når tiltaget ikke har en generel virkning, men virker på specifikke typer af ulykker.

EX 2: FORVENTET ULYKKESBESPARELSE

- TO STRÆKNINGSTILTAG UDEN EFFEKTOVERLAP

Det antages, at tiltaget Cykelsti i åbent land i kombination med tiltaget Sanering af faste genstande overvejes at være relevante tiltag blandt flere mulige kryds- og strækningstiltag til forbedring af sikkerheden på en 1 km lang strækning beliggende i åbent land.

I en periode på 3 år er der sket 5 personskadeulykker og 5 materielskadeulykker på strækningen. En nærmere analyse af ulykkesbilledet viser bl.a., at der alene er sket én ulykke med lille knallert involveret og én eneulykke med kørsel af vejen.

Når man kombinerer de to strækningstiltag, kan effekterne for hvert af de to tiltag lægges sammen. Det kan de, fordi de ulykker, som anlæg af cykelsti forebygger (ulykker med lette trafikanter), ikke er de samme ulykker, som tiltaget sanering af faste genstande forebygger, nemlig eneulykker med kørsel af vejen. De to tiltag overlapper altså ikke hinanden på dette sted.

Effekt (%)	Cykelsti Ulykker med cyklister Ulykker med lille knallert (uden fodgængere involveret)	Sanering af faste genstande Ulykkesituation 011, 012, 021, 022, 023, 024 (excl. ulykker med autoværn)
Alle ulykker	-56	-42
Pers. ulykker	-62	-42
Mat. ulykker	-40	-42
Personskader	-62	-42
Dræbte	-80	-42
Alvorlig	-61	-42
Let	-60	-42



Cykelsti i åbent land reducerer antal ulykker og skader med cyklister og knallertkørere involveret med mellem 40 og 80%.

Der er kun sket én ulykke med lille knallert involveret. Knallertføreren kom let til skade. Effekten af en cykelsti på netop denne skadestype vil være -60%. Der er ikke sket ulykker med hverken cyklister eller fodgængere involveret.

Tages hensyn til regressionseffekten, på samme måde som i Ex 1, reduceres det samlede antal ulykker i førperioden (10 ulykker) med 30% til:

Reelt ulykkesniveau i førperioden = $10 - 10 \cdot 0,30 = 7$ ulykker

Hvis der etableres en cykelsti, vil kun én ud af de 10 ulykker, der er sket i førperioden, blive påvirket.

Antal ulykker i førperioden som kan forventes påvirket af tiltaget cykelsti:

$1 / 10 \cdot 7$ ulykker = 0,7 ulykker

Den forventede ulykkesbesparelse ved etablering af cykelsti bliver:

$0,60 \cdot 0,7$ ulykker / 3 år = 0,14 ulykker / år

Sanering af faste genstande - eller sikkerhedszoner - reducerer eneulykker, hvor køretøjet kører af vejen, med 42%. Der er sket én eneulykke, hvor bilisten er kørt af vejen, ulykkesituation 012.

Ligeledes vil der, hvis der etableres sikkerhedszone, kun være én af de ulykker, der er sket i førperioden, der påvirkes.

Antal ulykker i førperioden, som kan forventes påvirket af tiltaget sikkerhedszone:

$1 / 10 \cdot 7$ ulykker = 0,7 ulykker

Den forventede ulykkesbesparelse ved etablering af sikkerhedszone bliver:

$0,42 \cdot 0,7$ ulykker / 3 år = 0,1 ulykker / år

Den samlede effekt af anlæg af etablering af cykelsti og sanering af faste genstande/etablering af sikkerhedszone bliver dermed:

$0,14 + 0,10 = 0,24$ ulykker / år.

ÉT STRÆKNINGS- OG ÉT KRYDSTILTAG MED EFFEKTOVERLAP

Kombineres eksempelvis krydstiltaget Rundkørsel med strækningstiltaget Etablering af vejbelysning, kan det tænkes, at man ville få et overlap for en krydsulykke sket i mørke. For at kunne tage højde for dette effektoverlap bør effekten af de enkelte tiltag på de enkelte ulykker og personskader udspecificeres, hvorefter restfaktormetoden anvendes på de enkelte ulykker og personskader frem for på en samling af ulykker på hele vejstrækningen eller i krydset.

REFERENCER

- 1 Vejdirektoratet (2009): <http://www.vejsektoren.dk> > Trafiksikkerhed > Uheldsbekæmpelse > Problem/løsnings-tabel
- 2 Vejdirektoratet (2001): Håndbog i trafiksikkerhedsberegninger. Brug af uheldsmodeller og andre vurderinger. Rapport 220.
- 3 Elvik, R. (2007): State-of-the-art approaches to road accident black spot management and safety analysis of road networks. TØI report 883/2007, TØI, Norge.
- 4 Madsen, J.C.O. (2005): Skadesgradsbaseret sortpletudpegning - fra crash prevention til loss reduction i de danske vejbestyrelses sortpletarbejde. Ph.d. afhandling, Trafikforskningsgruppen, Institut for samfundsudvikling og planlægning. Aalborg Universitet.
- 5 Persaud, B. og C. Lyon (2007): Empirical Bayes before-after safety studies: Lessons learned from two decades of experience and future directions. Accident Analysis & Prevention, Vol. 39, no. 3, pp. 546-555.
- 6 Jensen, S. U. (2008): Effektkatalog - Viden til bedre trafiksikkerhed. Trafitec, Lyngby. www.trafitec.dk.
- 7 Hauer, E. (1997): Observational Before-After Studies in Road Safety. Pergamon, Elsevier Science Ltd., New York, USA.
- 8 Elvik, R. og U. Rydningen (2002): Effektkatalog for trafikksikkerhetstiltak. Transportøkonomisk Institutt, rapport 572, Oslo, Norge.
- 9 HSM (2010): Highway Safety Manual, 1st Edition. AASHTO. USA.
- 10 Lord, D., Kuo, P., Geedipally, S. R (2009): Comparing the Application of the Product of Baseline Models and Accident Modification Factors and Models with Covariates: Predicted Mean Values and Variance. Texas A&M University. TRB 2010 paper 10-1125.



BILAG 1

HVOR FINDES MERE VIDEN?

Nedenfor ses en række yderligere henvisninger til litteratur og websites, der kan være nyttige i arbejdet med trafikssikkerhed.

WWW.TRAFITEC.DK

Effekt-katalog - Viden til bedre trafikssikkerhed. Trafitec, Jensen, S. U., 2008. Beskrivelse af 62 tiltag - vejtekniske, kampagnemæssige og organisatoriske - som kommuner, Vejdirektoratet og Transportministeriet kan gennemføre. Kataloget giver svar på, hvordan tiltaget virker på trafikssikkerheden, hvornår det kan betale sig at gennemføre, og hvor mange trafikdræbte og -kvæstede tiltaget kan forebygge på landsplan.

Som en del af Effekt-kataloget er der desuden udarbejdet et regneark, der for hver enkel af de 98 danske kommuner, viser hvad 32 lønsomme tiltag - 27 vejtekniske, 5 kampagnemæssige og 2 organisatoriske tiltag - potentielt kan give af sikkerhedsforbedringer på kommuneveje. Via regnearket fremgår det for hver enkel kommune, i hvilke kryds og på hvilke vejstrækninger det kan betale sig at etablere de vejtekniske tiltag - og hvad man kan forvente at få ud af det, rent sikkerhedsmæssigt.

WWW.VEJSEKTOREN.DK

På vejsektoren.dk under fanebladet Trafikssikkerhed finder man bl.a. en guide, Lokal trafikssikkerhedsguide, til udarbejdelse af lokale trafikssikkerhedsplaner. Guiden giver inspiration til alle kommuner, der ønsker at gå i gang med en trafikssikkerhedshandlingsplan.

En Problem-/Løsningstabel eller Troubleshooting Table findes ligeledes på vejsektoren.dk under fanebladet Trafikssikkerhed > Uheldsbekæmpelse. I tabellen opstilles forskellige ulykkesproblemer på strækninger og i kryds, hvilke forhold der kan forårsage ulykkerne, samt forslag til hvilke tiltag der kan påvirke ulykkerne.

WWW.VEJDIREKTORATET.DK, WWW.VD.DK

Håndbog. Auditering. Trafikssikkerhed. Trafikssikkerhedsrevision og -inspektion. Vejdirektoratet, Vejreglerådet, 2009. Håndbogen beskriver principperne for trafikssikkerhedsrevision og er tænkt som en vejledning til gennemførelse af trafikssikkerhedsrevision samt som en lærebog for uddannelsen til trafikssikkerhedsrevisor.

Guide til systematisk ulykkesbekæmpelse. Vejdirektoratet, Rapport 308, 2006. To internetbaserede værktøjer, KVA-DRATNET og TEMAKORT, til brug for det lokale trafikssikkerhedsarbejde. Værktøjerne gør det nemmere at spotte farlige kryds og strækninger, belyse hvorfor ulykkerne sker og herefter anviser gode løsningsforslag.

Kommunale trafikssikkerhedsplaner, Evaluering. Vejdirektoratet, Rapport 221, 2001. Evalueringsrapporten samler erfaringerne fra de 42 første kommunale trafikssikkerhedsplaner støttet gennem Trafikpuljen.

Håndbog i trafikssikkerhedsberegninger. Brug af uheldsmodeller og andre vurderinger. Vejdirektoratet, Rapport 220, 2001. Håndbogen indeholder en kort gennemgang af de mest

gængse metoder til vurdering af trafikikkerheden i kryds og på strækninger. Dette indbefatter bl.a. også brugen af uheldsmodeller samt en liste over parametre til de mest benyttede modeller.

Håndbog i hastighedsplanlægning for byområder. Vejdirektoratet, Rapport 194, 2000. Håndbogen beskriver en mulig arbejdsproces i forbindelse med et hastighedsplanlægningsprojekt.

Kommunens udgifter ved personskader i trafikken. En beregningsmetode. Vejdirektoratet, Rapport 158, 1998. Vejledningen beskriver en metode, som kommunerne kan anvende i opgørelsen af egne udgifter til behandling af tilskadekomne i trafikken i et givent år.

Håndbog i lokale trafikikkerhedshandlingsplaner. Vejdirektoratet, 1998. Håndbogen beskriver de enkelte faser ved udarbejdelse af en trafikikkerhedshandlingsplan.

WWW.HVU.DK

På Havarikommissionen for Vejtrafikulykkers hjemmeside finder man bl.a. kommissionens dybdeanalyser af alvorlige trafikulykker inden for forskellige temaer. I hver af analyserne kortlægges, hvad der gik galt i ulykkerne, og kommissionen kommer med anbefalinger til, hvordan lignende ulykker kan forebygges.

WWW.DTU.DK/CENTRE/MODELCENTER

Under fanebladet Samfundsøkonomi findes et regneark med angivelse af de transportøkonomiske enhedspriser, herunder de personrelaterede ulykkesomkostninger for dræbte, alvorligt og let tilskadekomne samt enhedspriser per rapporteret personskade og per rapporteret ulykke med eller uden personskade.

WWW.TOI.NO

På TØIs hjemmeside findes flere relevante publikationer vedrørende trafikikkerhed og sikkerhedsforanstaltningers effekt.

The Handbook of Road Safety Measures. Second Edition. Elvik, Høye, Vaa & Sørensen. Transportøkonomisk Institutt, TØI, Norge, 2009. Den norske trafikikkerhedshåndbog giver et systematisk overblik og 'state-of-the art' over den nuværende viden omkring effekten af en lang række forskellige trafikikkerhedstiltag.

WWW.ERSO.EU


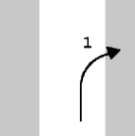
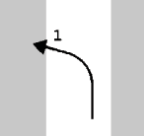
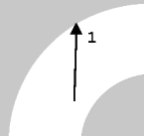
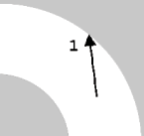
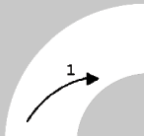
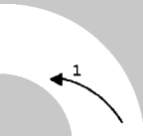
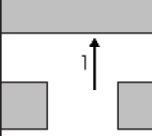
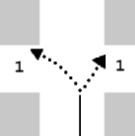
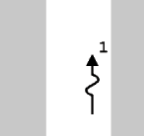


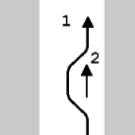
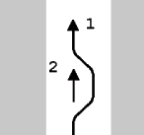

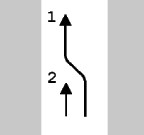
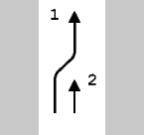
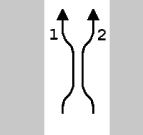
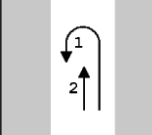

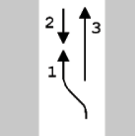
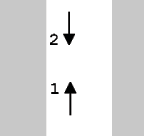
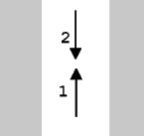
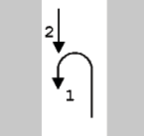
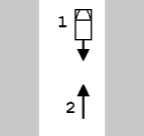
På Europa Kommissionens hjemmeside findes en underside for fagfolk med European Road Safety Observatory. Her findes projektbeskrivelser, effekter mm. af trafikikkerhedsprojekter under EU samt en trafikikkerhedsvidenbase.


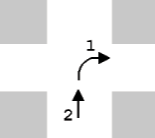
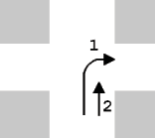
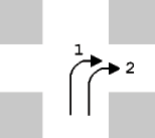
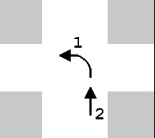
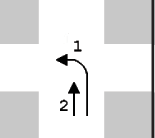
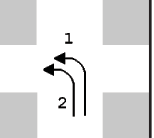

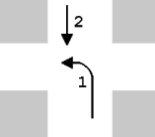
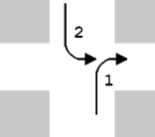
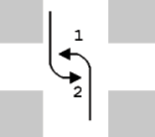
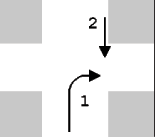
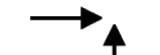
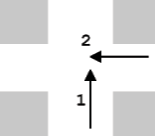
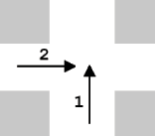


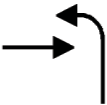
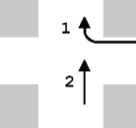
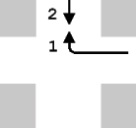
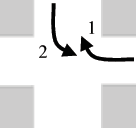
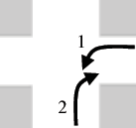
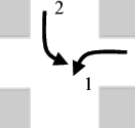
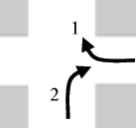
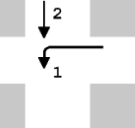

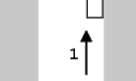
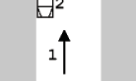
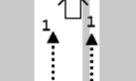

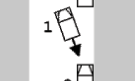




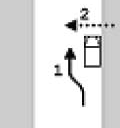
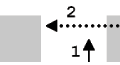




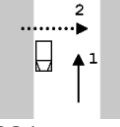


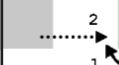

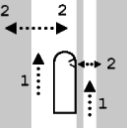
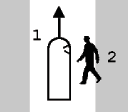
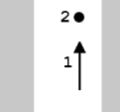
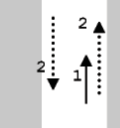
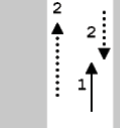
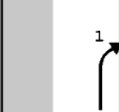
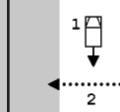

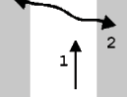
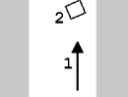
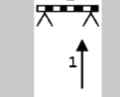
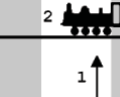
BILAG 2

ULYKKES- OG HOVEDSITUATIONER

<p>0</p> 	ENEUEHLD						
 <p>011 Eneuehld på lige vej/i kryds ved ligeudkørsel, til højre</p>	 <p>012 Eneuehld på lige vej/i kryds ved ligeudkørsel, til venstre</p>	 <p>021 Eneuehld i eller efter højresvingende kurve, til venstre</p>	 <p>022 Eneuehld i eller efter venstresvingende kurve, til højre</p>	 <p>023 Eneuehld i eller efter højresvingende kurve, til højre</p>	 <p>024 Eneuehld i eller efter venstresvingende kurve, til venstre</p>	 <p>031 Eneuehld v/ligedkørsel i T-kryds, indkørsel, rundkørsel o.l.</p>	
 <p>032 Eneuehld v/ svingning i kryds, indkørsel, rundkørsel o.l.</p>	 <p>040 Eneuehld på kørebanen - fx styrt med 2-hjulet køretøj</p>	 <p>050 Eneuehld i forbindelse med vending</p>					
<p>1</p> 	LIGEUDKØRENDE PÅ SAMME VEJ OG MED SAMME KURS						
 <p>111 Overhaling venstre om mellem ligeudkørende - samme retning</p>	 <p>112 Overhaling højre om mellem ligeudkørende - samme retning</p>	 <p>140 Påkørsel bagfra mellem ligeudkørende - samme retning</p>	 <p>151 Vognbaneskift/ indfletning til venstre - samme retning</p>	 <p>152 Vognbaneskift/ indfletning til højre - samme retning</p>	 <p>160 Trængning mellem ligeudkørende - samme retning</p>	 <p>170 Vending foran medkørende</p>	
<p>2</p> 	LIGEUDKØRENDE PÅ SAMME VEJ MED MODSAT KURS						
 <p>211 Mødeuehld ved overhaling</p>	 <p>241 Mødeuehld i element 2's kørebanelhalvdel</p>	 <p>242 Mødeuehld i øvrigt</p>	 <p>250 Vending foran modkørende</p>	 <p>270 Bakning ved kørsel mod færdselsretning</p>			

<p>3</p> 	<p>KØRENDE PÅ SAMME VEJ MED SAMME KURS OG MED SVINGNING</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>4</p> 	<p>KØRENDE PÅ SAMME VEJ MED MODSAT KURS OG MED SVINGNING</p>					
 <p>410 Venstresving ind foran modkørende</p>	 <p>420 Modkørende højre- og venstresvingende</p>	 <p>430 Modkørende begge venstresvingende</p>	 <p>440 Højresving ind foran modkørende</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 Påkørsel af parkeret køretøj i højre gade- eller vejside</p>	 <p>720 Påkørsel af parkeret køretøj i venstre gade- eller vejside</p>	 <p>740 Påkørsel af parkeret/holdende køretøj hvor dør åbnes</p>	 <p>751 Påkørsel af parkeret køretøj ved vinkelret-/skrå-parkering</p>	 <p>752 Påkørsel af parkeret køretøj ved parkeringsmanøvre i øvrigt</p>			

<p>8</p>  <p>Uheld med fodgængere, der krydser kørebanen fra et køretøjs højre side</p> <p>Uheld med fodgængere, der krydser kørebanen fra et køretøjs venstre side</p> <p>Fodgængeruheld i øvrigt</p>	<p>FODGÆNGERUHELD</p>						
 <p>811 Fodgængere fra højre 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>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>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>				







Vejdirektoratet har lokale kontorer i Aalborg, Fløng, Herlev, Herning, 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

