



**FAKTA-  
ARK**

# Hver ulykke er én for meget

**Vejene**

Sidst revideret: September 2013

# Forord

## Faktaark: Vejene

Som bilag til Færdselssikkerhedskommissionens Handlingsplan "Hver Ulykke er én for meget - Et fælles ansvar" indeholder dette dokument faktaark for de tiltag, der vedrører tiltag knyttet til vejene.

Faktaarkene beskriver tiltaget, fremhæver dokumentationen på området og vurderer omkostninger og gevinster ved gennemførelse af tiltaget.

Hvert faktaark er opbygget om følgende afsnit:

- Fokusområder tiltaget vedrører
- Beskrivelse af tiltaget
- Formål og virkning
- Effekt og potentiale
- Besparelser og investeringer
- Ansvarlig for gennemførelse
- Forfatter af faktaarket
- Referencer

I løbet af Handlingsplansperioden frem mod 2020 vil der, inden for flere tiltag, komme ny viden, og nye erfaringer.

I det omfang der kommer ny viden, eller du som læser vurderer at kendt relevant viden ikke er medtaget, vil vi opfordre til, at du tager kontakt til forfatteren af faktaarket.

I nogen omfang vil faktaarkene løbende blive opdateret.

God fornøjelse med læsningen!

# Indhold

FORORD.....	1
Faktaark: Vejene.....	1
INDHOLD.....	2
3. VEJENE.....	4
3.1. trafiksikkerhedsrevision.....	4
3.2. Trafiksikkerhedsinspektion.....	8
3.3. Systematisk vejteknisk ulykkesbekæmpelse.....	10
3.4. Kommunale handlingsplaner.....	14
3.5. Lokale hastighedsplaner.....	17
3.6. Selvforklarende veje.....	20
3.10. Hastighedsdæmpende foranstaltninger.....	25
3.11. Reduktion af distraktorer uden for bilen.....	33
3.12. Bedre udformning af kryds og krydsningssteder i by.....	37
3.12.1. Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere.....	38
3.12.2. Overkørsler i vigepligtsregulerede kryds.....	47
3.12.3. Tilbagetrukket stoplinje.....	54
3.12.4. Afkortede cykelstier.....	73
3.13. Signaltekniske forbedringer.....	84
3.14. Bedre mulighed for etablering af hastighedszoner.....	96
3.15. Rumleriller på veje i åbent land.....	99
3.16. Midterautoværn på større veje.....	109
3.17. Midterudvidelse i kurver.....	119
3.18. Afmærkning i kurver.....	121
3.19. Etablering af sikre områder.....	129
3.19.1. Sanering af rabatter.....	135
3.19.2. Etablering af sikkerhedszone.....	137
3.19.3. Autoværn i vejsiden lands større veje i det åbne land.....	139
3.20. Etablering af ”2 minus 1 veje” i åbent land.....	142
3.21. Lokal hastighedsbegrænsning i kryds i åbent land.....	149
3.22. Variable hastighedstavler.....	156
3.23. ”Din fart” tavler.....	165
3.24. Vejlukninger.....	172

3.25. Etablering af rundkørsler.....	180
3.26. Venstresvingskanaliseringsanlæg i vigepligtsregulerede kryds i åbent land	187
3.27. Cykelstier i åbent land.....	195
3.28. Separering af cyklister og motorkøretøjer i rundkørsler .....	202



## 3. Vejene

### 3.1. trafiksikkerhedsrevision

**Fokusområder: 1, 8, 9 og 10.**

#### **Beskrivelse**

Trafiksikkerhedsrevision er en systematisk og uafhængig granskning af trafiksikkerhedsforhold for alle trafikantgrupper i et nyt vej- eller trafikanlæg.

En trafiksikkerhedsrevision bør gennemføres i et eller flere trin under projektering og udførelse af et vejprojekt: i planlægningsfasen, i forslagsfasen, i projektfasen, i forbindelse med vejens åbning og kort efter at vejen er taget i brug. Der er som regel tre parter involveret i processerne: Bygherren, den projekterende og den som gennemfører revisionen (1).

#### **Formål og virkning**

Formålet med trafiksikkerhedsrevision er at gøre nye og ombyggede veje så sikre som muligt, allerede før vejene bliver bygget, og inden der sker ulykker. Trafiksikkerhedsrevision har til formål at påvise trafikfarlige fejl eller mangler ved nye veje og trafikreguleringsiltag og sørge for at disse udbedres, så det forventede antal ulykker reduceres.

Udformning af veje, vedligeholdelse og trafikregulering bygger på et omfattende sæt af bestemmelser og retningslinjer. Disse bestemmelser og retningslinjer bliver jævnlgt revideret blandt andet for at tage hensyn til ny viden om, hvordan forskellige vejelementer eller trafikreguleringer påvirker trafiksikkerheden. Alligevel forekommer det, at nye eller nyombyggede veje bliver udpeget som specielt ulykkesbelastede steder (sorte pletter) kort efter, at de er blevet åbnet. Det kan have flere årsager:

- Retningslinjerne er ikke opdateret med ny viden om trafiksikkerhed, bl.a. fordi mange retningslinjer kun sjældent opdateres.

- Retningslinjerne er kompromiser mellem modstridende formål.

- Der indgår kompromiser som skyldes omkostninger, miljøkrav eller politiske forhold, og som ikke altid fører til den sikreste løsning.

- Retningslinjerne bliver ikke fulgt.

#### **Effekt og potentiale**

Et endnu ikke publiceret litteraturstudie af trafiksikkerhedsrevisions virkninger (2) indeholder denne opsummering:

"... Der findes mange lærebøger og anbefalinger om hvordan man bør gennemføre trafiksikkerhedsrevision. Derimod findes det generelt få studier af

effekterne og omkostningerne ved trafikikkerhedsrevision. De fleste studier er fra midten og slutningen af 1990'erne og starten af 2000'erne gennemført i forbindelse med at man implementerede trafikikkerhedsrevision i forskellige lande.

Ingen af studierne er publiceret som videnskabelige artikler, men har mere karakter af at være såkaldt grå litteratur. Med få undtagelser har det ikke været muligt at fremskatte de oprindelige kilder. De fleste gennemgåede kilder er sekundære kilder der refererer hinanden. Gennemgangen består derfor primært af kilder som faktaark, lærebøger, præsentationer, andre litteraturstudier og lignende.

I slutningen af 2000'erne er der blandt andet som en del af et større amerikansk projekt gennemført pilotstudier af trafikikkerhedsrevision i mange amerikanske stater og byer (se eksempelvis <http://safety.fhwa.dot.gov/rsa/>). Disse omhandler dog i sjælden grad effekter og omkostninger, men i større grad erfaringer med hensyn til type trafikikkerhedsproblemer som identificeres, foreslåede tiltag, proces og lignende. Nogle tidligere amerikanske projekter behandler hvad det koster og hvordan man kan implementere trafikikkerhedsrevisionssystemet.

Idet mange af tallene for effekter og omkostninger er fundet i sekundære kilder, er det ofte lidt uklart hvordan de konkret er estimeret og hvad de dækker over. Tallene kan være estimeret på forskellig måde, og disse forskellige metoder kan i sig selv betyde forskellige resultater. Både effekter og omkostninger kan også variere meget afhængig af lokalitetens størrelse og kompleksitet, og af hvilke og hvor mange trin revisionen foretages for. Gennemgangen viser at trafikikkerhedsrevision kan reducere antal uheld med 50-70 % eller ca. 1 - 2,5 uheld pr. revideret lokalitet. Tidsforbruget for revisorer varierer ifølge danske, engelske og amerikanske studier mellem 10 og 250 timer med et typisk tidsforbrug på 25-50 timer. Der foreligger et dansk studium som har undersøgt og beskrevet det ekstra tidsforbrug for de projekterende. Denne varierer mellem 20 og over 900 timer med et typisk tidsforbrug på ca. 70 timer. Denne øgning i tidsforbruget svarer ofte til 0,1-1,0 % af de samlede anlægsomkostninger.

Ændrede anlægsomkostninger vil selvfølgelig variere meget. I de gennemgåede studier har denne varieret mellem 5.000 kr. og 365.000 kr. med en typisk værdi på 10.000-50.000 kr. Den samlede omkostning til øget tidsforbrug og ændrede anlægsomkostninger svarer ofte til 0,5-4,0 % af anlægsomkostningerne.

Den positive sikkerhedseffekt og de relativ små ekstra omkostninger betyder at trafikksikkerhedsrevision normalt har en god lønsomhed. Det er dog stor forskel på lønsomheden fra projekt til projekt, og benefit-cost-forholdet varierer således mellem 1,2 og 242 i forskellige evalueringsstudier. De meget høje værdier synes utroværdige, men da vi ikke har adgang til originalkilderne og baggrundsmaterialet, har vi ikke mulighed for at undersøge dette nærmere. En sådan undersøgelse ligger også udenfor rammerne for dette projekt".

### **Besparelser og investeringer**

En ny cost-benefit analyse af trafikksikkerhedsrevision i Danmark (2) angiver følgende foreløbige resultater:

"De 28 evaluerede revisioner ser ud til at have medført en årlig besparelse på ca. 2 personskadeuheld svarende til ca. 14 %. Det svarer til omkring 0,08 personskadeuheld pr. år pr. lokalitet.

Ifølge "Trafikksikkerhedshåndboken" (Elvik m.fl. 2013) giver generel udbedring af eksisterende vej en reduktion i antal personskadeuheld på ca. 7-20 %, mens udbedring af specielt ulykkesbelastede steder (sorte og grå pletter og strækninger) giver en reduktion i antal personskadeuheld på ca. 26-33 %. At trafikksikkerhedsrevision giver en reduktion som svarer til generel udbedring af eksisterende vej og er lidt mindre end udbedring af ulykkesbelastede steder, synes troværdigt".

Samme undersøgelse estimerer omkostninger således:

"Vi vurderer at tidsomkostningerne for revisor og projekterende i gennemsnit er på lidt under 100.000 kr. pr. revision svarende til ca. 2 ½ ugeværk. Ved små projekter er omkostningerne ca. 50.000 kr., mens den er omkring 200.000 kr. for store projekter. Øgede anlægsomkostninger er i gennemsnit ca. 215.000 kr. pr. projekt, varierende mellem 25.000 kr. og 1,2 mio. kr.

De samlede omkostninger til tid og øgede anlægsomkostninger er ca. 8,7 mio. kr. for de 28 revisioner, varierende fra ca. 90.000 til ca. 1,4 mio. kr. pr. revision. Tidsomkostningerne udgør ca. en tredjedel. De samlede omkostninger ved revisionen udgør ca. i alt 0,3 % af de samlede anlægsomkostninger. Tallet varierer mellem 0,04 % og 19 %. Andelen er mindst for de største projekter. De tre største projekter udgør over 86 % af den samlede anlægssum for de 28 projekter og har derfor afgørende betydning for andelen. Ser vi kun på de 25 mindre og mellemstore projekter, udgør de samlede omkostninger til revisionen ca. 1,5 %. Tidsomkostningerne udgør 0,6 % og øgede anlægsomkostninger udgør 0,9 %".

"De estimerede benefits og costs betyder at revisionerne i alt har et benefit-costforhold på 1,25. Forholdet for de 28 revisioner varierer mellem fra 0,2 til 3,4. Litteraturgennemgangen viser at dette forhold varierer meget fra undersøgelser til undersøgelser, hvor de høje forhold dog synes utroværdige. Det estimerede benefit-cost-forhold svarer ca. til tidligere beregnede forhold fra studier fra Jordan, Danmark og Norge, som også synes mest troværdige.

Vi har foretaget en følsomhedsanalyse. Den viser at resultatet er relativt stabilt og at trafikikkerhedsrevision med stor sandsynlighed vil have en positiv effekt på 8-20 % og at benefit-cost-forhold i de fleste tilfælde samlet set vil være større end 1".

En videre udbredelse af trafikikkerhedsrevision til flere projekter, og gerne så tidligt som muligt i processen, vil medvirke til at nedbringe antallet af trafikulykker i fremtiden. Men der er ikke lavet opgørelser over, hvor mange ulykker og tilskadekomne der kan forebygges ved at trafikikkerhedsrevision bliver mere udbredt, end det er i dag.

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### **Referencer**

Håndbog Trafikkerhedsrevision og -inspektion (anlæg og planlægning).  
Vejdirektoratet december 2011  
Arbejdsnotat (ikke publiceret): Evaluering af trafikikkerhedsrevision i  
Danmark. TØI og Via Trafik, 2013

## 3.2. Trafiksikkerhedsinspektion

**Fokusområder: 1, 8, 9 og 10.**

### Beskrivelse

Trafiksikkerhedsinspektion er en metode til systematisk og periodisk tilbagevendende vurdering af sikkerhedsforholdene på eksisterende veje. En trafiksikkerhedsinspektion kan omfatte en vurdering af de samme parametre som en trafiksikkerhedsrevision, eller den kan omfatte en delmængde af alle de forhold ved vejen, der har betydning for trafiksikkerheden.

### Formål og virkning

På det transeuropæiske vejnet er regelmæssig trafiksikkerhedsinspektion obligatorisk.

Vor viden om sikre vejudformninger er under stadig udvikling, og selv relativt nye veje lever ikke altid op til den trafiksikkerhedsmæssige standard, der i dag anbefales ved nyanlæg. Også køretøjerne og trafikmønstret ændrer sig, så mange veje i dag anvendes anderledes end oprindeligt forudsat. Der ligger derfor et stort potentiale i ulykkesforebyggelse ved en løbende overvågning og forbedring af det eksisterende vejnet.

Ved en trafiksikkerhedsinspektion får vejbestyrelsen systematisk identificeret potentielt risikable forhold, men sikkerhedseffekten opnås først når der implementeres tiltag som følge af inspektionen.

### Effekt og potentiale

En evalueringsundersøgelse af trafiksikkerhedsinspektioner af 300 specielt ulykkesbelastede steder i New York viste et fald i antallet af ulykker mellem 20 og 40 % (FHWA, 2006). En anden amerikansk undersøgelse viste, at trafiksikkerhedsinspektioner førte til en reduktion af antallet af ulykker på mellem 12,5 og 23,4 % (FHWA, 2006).

Trafiksikkerhedsinspektioner kan føre til gennemførelse af forskellige foranstaltninger. Elvik (2006a) har sammenfattet virkningerne af de mest anvendte foranstaltninger, se nedenstående tabel fra

Trafiksikkerhedshåndboken:

Tabel 10.8.1: Gennemsnitlige virkninger af tiltag som kan sættes i værk efter trafiksikkerhedsinspektion (Elvik, 2006A).

Tiltag	Ulykkestyper som påvirkes	Forventet reduktion af antal ulykker
Forbedring af oversigt	Alle ulykker	0-5 %
Fladere skråninger	Afkørselsulykker	5-25 %
Autoværn langs vejgrøfter	Afkørselsulykker	40-50 %
Forbedring af autoværnsafslutninger	Påkørsler af autoværnsafslutninger	0-10 %
Eftergivelige lysmaster	Påkørsler af lysmaster	25-75 %
Skiltning af farlige kurver	Afkørselsulykker i kurver	0-35 %
Forbedring af afmærkning	Alle ulykker	5-10 %

### Besparelser og investeringer

Trafiksikkerhedsinspektion koster cirka 75.000 kr. pr. km, eller op til 375.000 kr. pr km, hvis man medregner omkostningerne til at udføre de anbefalinger som inspektionen afstedkommer.

### Ansvarlig for gennemførelse

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### Forfatter

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### Referencer

Håndbog Trafiksikkerhedsrevision og -inspektion (anlæg og planlægning).

Vejdirektoratet december 2011

Trafiksikkerhetshåndboken. Netudgaven 2013

### 3.3. Systematisk vejteknisk ulykkesbekæmpelse

**Fokusområder: 1, 8, 9 og 10.**

#### **Beskrivelse**

Systematisk vejteknisk ulykkesbekæmpelse (med vej- og trafiktekniske virkemidler) er en fællesbetegnelse for en række metoder til at målrette og effektivisere indsatsen med at ombygge ulykkesbelastede lokaliteter på vejnettet.

Systematisk vejteknisk ulykkesbekæmpelse går i korte træk ud på at udvælge et antal stedfundne ulykker, foretage en nærmere analyse af disse ulykker og på basis heraf opstille en række løsningsforslag til at forbedre trafikikkerheden de steder på vejnettet, hvor ulykkerne er sket.

Det systematiske i metoden betyder, at man går systematisk frem, når man vælger, hvilke ulykkesproblemer man vil forsøge at løse (ved at koncentrere indsatsen om de mange ulykker og de ulykker som med stor sandsynlighed vil gentage sig, hvis man ikke gør noget) udarbejder løsningsforslag (ved at løse de konstaterede problemer ud fra en analyse af de stedfundne ulykker), og vælger blandt de udarbejdede løsningsforslag (ved at effektvurdere og prioritere løsningerne efter faste, ensartede kriterier).

Der skelnes mellem en række varianter af den systematiske vejtekniske ulykkesbekæmpelse. Varianterne adskiller sig primært fra hinanden ved den måde, hvorpå man vælger, hvilke ulykkesproblemer man vil analysere og forsøge at løse. Det mest almindelige er at udvælge efter geografisk koncentration – f.eks. ved at udpege *sorte pletter* eller udpege *grå strækninger*.

*Sorte pletter* er lokaliteter på vejnettet – kryds eller korte, afgrænsede strækninger – hvor antallet af registrerede ulykker ud fra nærmere fastlagte kriterier og statistiske metoder vurderes at være højere end forventet. Udpegningsmetoden har gennem mange år været anvendt af Vejdirektoratet og flere af de største kommuner. I Vejdirektoratet foretages udpegningsen af sorte pletter én gang om året.

*Grå strækninger* er længere sammenhængende vejstrækninger, hvor antallet af registrerede ulykker er højere end forventet, og hvor det høje ulykkestal ikke kan henføres til problemer på afgrænsede enkeltlokaliteter (som så kan være *sorte pletter*), men snarere vurderes at være et generelt problem for den pågældende strækning. I Vejdirektoratet foretages udpegningsen af grå strækninger én gang om året.

De opstillede løsningsforslag prioriteres efter rentabilitet ved at sætte de enkelte løsningsforslags forventede ulykkes- og personskadereduktion i forhold til den forventede anlægspris.

Metoden kan både benyttes til at prioritere mellem alternative løsningsforslag til de samme ulykkeslokaliteter og til at prioritere mellem løsningsforslag til forskellige lokaliteter. Den systematiske vejtekniske ulykkesbekæmpelse er således en metode, som især er velegnet til at prioritere de økonomiske ressourcer inden for en tildelt ramme – uanset rammens størrelse.

"Bekendtgørelse om forvaltning af vejinfrastrukturens sikkerhed" stiller krav om, at der foretages systematisk ulykkesbekæmpelse på veje, der indgår i det transeuropæiske vejnet. Indsatsen skal bestå af de to varianter *rangordning af vejstrækninger med høj ulykkeskoncentration* og *rangordning af vejnettets sikkerhed*, som svarer til hhv. udbedring af *sorte pletter* og udbedring af *grå strækninger*. Handlepligten i bekendtgørelsen angår imidlertid kun udpegning og analyse – ikke tildeling af ressourcer. Der er således ikke noget krav om at foretage udbedringer, kun et krav om at sådanne udbedringer for de udpegede lokaliteter skal prioriteres efter rentabilitet, såfremt der tildeles ressourcer.

### **Formål og virkning**

Systematisk vejteknisk ulykkesbekæmpelse anses almindeligvis for at være en af de mest effektive vejtekniske metoder til at opnå "mest trafiksikkerhed for pengene" (forebygge flest mulige ulykker og personskader for de investerede midler).

Systematisk vejteknisk ulykkesbekæmpelse er altså ikke i sig selv en trafiksikkerhedsfremmende foranstaltning på linje med eksempelvis rundkørsler eller rumleriller, men derimod et redskab til at effektivisere og målrette anvendelsen af de enkelte foranstaltninger.

Metoderne inden for systematisk vejteknisk ulykkesbekæmpelse bygger alle på en erfaringsbaseret grundantagelse om, at ulykker ikke indtræffer fuldstændigt tilfældigt, men derimod til en vis grad er påvirket af ydre faktorer, som den enkelte trafikant ikke umiddelbart har indflydelse på – eksempelvis vejudformningen på en specifik vejstrækning eller i et specifikt kryds.

Stedfundne ulykker bliver dermed – når de indtræffer med en vis hyppighed, ensartethed og geografisk koncentration – en brugbar (og indtil videre



formentlig den bedste) indikator for, hvor der også fremover vil ske ulykker, samt hvor mange ulykker der vil ske og af hvilken type.

Når den forebyggende indsats målrettes mod sådanne ulykker – f.eks. ved at ombygge lokaliteter udpeget som sorte pletter – opnås en høj grad af sandsynlighed for, at indsatsen reelt forbedrer sikkerheden ved at forhindre ulykker, som ellers ville være sket.

Der foreligger en lang række undersøgelser, som påviser at systematisk vejteknisk ulykkesbekæmpelse har en betydelig sikkerhedsfremmende effekt. Ifølge TØI (1) kan effekten på personskadeulykker overordnet anslås til 26%. En række danske evalueringer (2, 3, 4) finder lignende resultater, både for kommune- og statsveje.

### **Effekt og potentiale**

Da tiltaget systematisk vejteknisk ulykkesbekæmpelse er et overordnet tiltag, er det ikke muligt at beregne effekt og potentiale for tiltaget, da det ikke er et veldefineret og velafgrænset tiltag, men derimod et redskab og en metode. Der foreligger dog en lang række undersøgelser, som påviser at systematisk vejteknisk ulykkesbekæmpelse har en betydelig sikkerhedsfremmende effekt. Ifølge TØI (1) kan effekten på personskadeulykker overordnet anslås til 26 %. En række danske evalueringer (2, 3, 4) finder lignende resultater, både for kommune- og statsveje.

### **Besparelser og investeringer**

Systematisk vejteknisk ulykkesbekæmpelse er en fællesbetegnelse for en række metoder til at målrette og effektivisere trafiksikkerhedsarbejdet. Manglen på en præcis definition gør det derfor umuligt at estimere de forventede besparelser og investeringer i forbindelse med systematisk ulykkesbekæmpelse.

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### **Referencer**

TØI: Trafiksikkerheshåndboken, 4. udgave, 2012

Vejdirektoratet: Demonstrationsprojekt i 4 byer, 1992

Hansen, Wind og Fries: Effektivisering af uheldsbekæmpelsen i Danmark, 1999

Vejdirektoratet: Sorte pletter på statsveje. Evaluering 2010.

### 3.4. Kommunale handlingsplaner

**Fokusområder: 1, 5, 6, 8, 9 og 10**

#### **Beskrivelse**

Kommunerne arbejder fortsat med trafikikkerhedsplaner, der inden for en periode på f.eks. fire år sætter fokus på trafikikkerhedsfremmende foranstaltninger på vejene og gennem adfærd. En trafikikkerhedsplan kan indeholde en hastighedsplan, eller en hastighedsplan kan udarbejdes uafhængigt af trafikikkerhedsplanen.

#### **Formål og virkning**

Siden Færdselssikkerhedskommissionens første handlingsplan udkom i 1988, er det opstået en tradition for at de danske kommuner også laver trafikikkerhedshandlingsplaner. En kommunal trafikikkerhedsplan har til formål at målrette kommunens trafikikkerhedsindsats. I planen kortlægges omfanget og karakteren af problemer med trafikikkerhed og der foreslås løsninger der ligger indenfor kommunens rammer, først og fremmest vej- og trafiktekniske tiltag og informationer og kampagner. I mange kommuner kortlægges også problemer med tryghed. En trafikikkerhedsplan er det dokument som synliggør og legitimerer det målrettede, lokale trafikikkerhedsarbejde.

Vejdirektoratet udgav i 2001 evalueringsrapporten Kommunale trafikikkerhedsplaner, der samlede erfaringerne op fra de 42 kommuner (ud af den gang 275 kommuner) der havde lavet trafikikkerhedshandlingsplaner med støtte fra den statslige Trafikpulje. Rapporten indeholder interessante konklusioner og anbefalinger, bl.a. anbefalingen om at alle kommuner bør udarbejde en trafikikkerhedsplan. Evalueringen viste også, at selv om de fleste af de evaluerede planer var blevet udarbejdet af konsulenter, så havde de skabt et lokalt engagement. Flere kommuner oprettede lokale trafikikkerhedsråd og flere af planerne var blevet politisk behandlet.

En spørgeskemaundersøgelse lavet af KL i 2012 i forbindelse med udarbejdelsen af Færdselssikkerhedskommissionens handlingsplan viser at 77 ud af de 89 kommuner der har svaret, havde en trafikikkerhedsplan.

#### **Effekt og potentiale**

En plan styrker trafikikkerhedsarbejdet på flere punkter:

- Trafikkerhedsarbejdet bliver synligt for borgerne og for politikerne, som derved får større forståelse for problemer og tiltag. Dette er især tydeligt i de kommuner hvor planen er blevet udarbejdet i kontakt med borgere, politikere og andre aktører.

- De medarbejdere i kommunen der udarbejder planen eller deltager i udarbejdelsen erhverver ny viden og kan derved blive bedre klædt på at klare opgaven med at gennemføre de beskrevne indsatser.
- En lokal plan tager udgangspunkt i de lokale problemer, hvilket målretter indsatser bedre end at tage udgangspunkt kun i nationale anbefalinger.
- Da en plan oftest er gældende for en bestemt tidsperiode (ofte følger denne Færdselssikkerhedskommissionens planperiode) så synliggør den hvilke investeringer som kommunen bør planlægge med i sit budget for flere år frem.
- En plan gør det nemmere for kommunen og andre aktører i deres daglige arbejde, da planens liste af indsatser kan fungere som en retningsgiver i flere år fremover.

Der findes ingen objektive effektvurderinger der viser at kommuner med en trafikikkerhedsplan opnår større trafikikkerhedsmæssige gevinster end dem der ikke har. Forudsætningen for at få en større gevinst er dog til stede, hvis planen også bliver ført ud i livet.

Det tidligere Frederiksborg Amt lavede en evaluering af deres indsats sammen med kommunerne. Den viste at amtet havde opnået bedre resultater end landsgennemsnittet f.eks. I deres arbejde med at reducere uheld med spiritus: i perioden 1988-1993 reduceredes antallet af dræbte i spiritusuheld med 62% i Frederiksborg amt mod 38% i hele landet. Lokal identifikation af problemer og en målrettet indsats formuleret i en plan kan således medvirke til stor trafikikkerhedsgevinst, hvis indsatserne bliver gennemført.

### **Besparelse og investering**

Der kan ikke laves beregninger for de personskadebesparelser der fås ved at have en plan. Men det kan forventes at den relativt lave pris en plan koster at udarbejde, vil tjene sig godt hjem hvis planen følges og hvis den indeholder målrettede indsatser.

Omkostningen for at lave en plan varierer afhængig af først og fremmest hvorvidt og i hvilket omfang kommunen vælger at bruge eksterne konsulenter. Derudover spiller kommunens størrelse og derved antallet af uheld en rolle for omfanget af kortlægningen og der kan også være udgifter i forbindelse med borgerinddragelse og offentliggørelse. I rene penge kan det således koste 2-300.000 at få udarbejdet en plan, men hvis kommunen kan lave det meste selve, vil omkostningerne blive små.

Omkostninger til gennemførelse af planen er ikke medregnet.

**Ansvarlig for gennemførelse**

Kommunerne

**Forfatter**

KL - Københavns Kommune

**Referencer**

Kommunale trafiksikkerhedsplaner, evaluering. Rapport nr. 221, 2001,

Vejdirektoratet

Kom godt hjem 1995, Frederiksborg Amt

### 3.5. Lokale hastighedsplaner

**Fokusområder: 1, 8, 9 og 10.**

#### **Beskrivelse**

Den generelle hastighedsgrænse i åbent land er 80 km/t på landeveje og 130 km/t på motorveje, men mange af vejene er ikke indrettet til, at der kan køres sikkert med de tilladte hastigheder. Ved at justere hastighedsgrænserne under hensyntagen til vejenes beskaffenhed tilstræbes bedre overensstemmelse mellem vejenes udformning, hastighedsgrænserne og de faktisk kørte hastigheder.

Hastighedsplaner for veje i byområder har været en del af kommuneplanlægningen i mange år, men de er ikke almindelige for veje i åbent land. En hastighedsplan kan udarbejdes som et led i en kommunal trafikikkerhedsplan, men bør omfatte alle vejene i området, både kommunale og statslige.

Vejregelhåndbogen *Planlægning af veje og stier i åbent land* lægger op til en øget brug af differentierede hastighedsgrænser i åbent land, og vejreglen afspejler, at på større dele af det eksisterende vejnet, er de aktuelle hastighedsgrænser for høje set i forhold til vejenes aktuelle udformning. I et trafikikkerhedsperspektiv er det således relevant enten at opgradere vejene til det anbefalede design for den aktuelle hastighed og funktion eller alternativt nedsætte hastighedsgrænsen, så hastighedsgrænsen afspejler vejens sikkerhedsmæssige standard (Vejdirektoratet, 2012a).

#### **Formål og virkning**

Hensigten med lokale hastighedsplaner er at skabe større sammenhæng mellem vejens funktion, skiltet hastighed og vejenes udseende, således at vejenes hastighed i højere grad bliver selvforklarende. En større forståelse af vejens hastighedsniveau kan være medvirkende til, at hastighedsspredningen reduceres, hvilket har en positiv sikkerhedsmæssig effekt. En generelt større overensstemmelse mellem den tilladte hastighed og vejens udformning og omgivelser på hele vejnettet kan også medføre øget respekt for lokale hastighedsnedsættelser i fx kryds.

Et andet formål er at danne grundlag for fremtidige investeringer.

Hastighedsplanen kan udpege de vejforbindelser som bør udbygges til at muliggøre en sikker, højere hastighedsgrænse end den der svarer til forholdene i dag, og også udpege de veje, hvor en lav hastighed skal fastholdes fx med fysiske fartdæmpere.

Ved en reduktion i hastighedsgrænsen fra 80 km/t til hhv. 70 km/t og 60 km/t falder gennemsnitshastigheden i gennemsnit med hhv. 3,5 km/t og 9 km/t. En stigning fra 80 km/t til 90 km/t øger gennemsnitshastigheden med 2 km/t (Høye et al., 2011).

### **Effekt og potentiale**

Lokale stigninger i hastighedsniveauet er dokumenteret til at have en negativ sikkerhedsmæssig effekt, idet antallet af uheld samt deres alvorlighedsgrad øges. Omvendt fører reducerede hastigheder til reduktioner i antallet af uheld og personskader – særligt reduceres sandsynligheden for alvorlige tilskadekomster og tab af menneskeliv.

En forøgelse af hastighedsgrænsen kan som hovedregel ikke begrundes i trafikikkerhedsmæssige hensyn. Undtaget herfra er dog lokaliteter, hvor der sker markante hastighedsoverskridelser – eksempelvis udtrykt ved, at trafikanternes gennemsnitshastighed ligger over det niveau, som hastighedsgrænsen foreslås øget til, og hvor det samtidig kan begrundes, at introduktionen af den reviderede hastighedsgrænse vil medføre at hastighedsgrænsen respekteres.

Øget tilladt hastighed bør ikke indføres uden først at foretage en kritisk gennemgang af vejnettet i forhold til adgangsforhold, lette trafikanter, landbrugskøretøjer, oversigtsforhold, sikkerhedszone mv. Forøgelse af hastighedsgrænsen på lokaliteter i åbent land bør altid forholdes til muligheden for at implementere tiltag, der kan sænke trafikanternes hastighed til den eksisterende hastighedsgrænse og de sikkerhedsmæssige effekter, som er forbundet hermed.

I 2004 blev de danske motorveje vurderet i forbindelse med ændringen af den generelle hastighed fra 110 km/t til 130 km/t. og der blev lavet forskellige tiltag. En del af statsvejsnettet blev vurderet i forbindelse med indførelse af forsøget med 90 km/t på landeveje i 2011.

I Holland har man siden 1998 reduceret hastighedsgrænsen fra 80 km/t til 60 km/t på flere mindre veje i det åbne land. For at understøtte de lavere hastighedsgrænser er der suppleret med billige foranstaltninger såsom forstærket skiltning af hastighedsgrænse og to-minus-én-veje. Der er påvist signifikante reduktioner i antallet personskadeuheld samt antallet dræbte og alvorligt tilskadekomne - særligt i forbindelse med de knudepunktsanlæg, som reduktionerne af hastighedsgrænserne omfatter. Det konkluderes, at etableringen af såkaldte 60 km/t zoner i åbent land giver anledning til mere

omkostningseffektive reduktioner i antallet af dræbte og alvorligt tilskadekomne end etableringen af 30 km/t zoner i byområde (Jaarsma et al., 2011).

### **Besparelser og investeringer**

Resultaterne af evalueringsstudier afspejler, at det er muligt at nedsætte trafikanternes gennemsnitshastighed alene ved nedsættelse af hastighedsgrænsen i åbent land – det vil sige uden samtidig at etablere hastighedsdæmpende foranstaltninger. Principper og designkriterierne indeholdt i håndbøgerne for veje og stier i åbent land kan lægges til grund for en udpegning af de dele af vejnettet, hvorpå en nedsættelse af hastighedsgrænsen vil være hensigtsmæssigt i et trafiksikkerhedsperspektiv.

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### **Referencer**

Høye, A., Elvik, R. og Sørensen M. W. J., 2011, Trafiksikkerhedsvirkninger av tiltak, TØI rapport 1157/2011, Transportøkonomisk Institutt.

Jaarsma, R., Louwerse, R., Dijkstra, A., de Vries, J. and Spaas, J. P., Making minor rural road networks safer: The effects of 60 km/h-zones, Accident Analysis and Prevention, vol. 43, pp. 1508-1511.

Vejdirektoratet, 2012a, Håndbog: Planlægning af veje og stier i åbent land – Anlæg og Planlægning, Vejreglerådet, Vejdirektoratet.



### 3.6. Selvforklarende veje

**Fokusområder: 1, 3, 8, 9 og 10.**

#### **Beskrivelse**

Indsatsen selvforklarende veje er en bredere indsats møntet på at sikre, at vejene klart signalerer overfor trafikanterne hvilken adfærd og ikke mindst hvilket hastighedsvalg, der er tilsigtet på den pågældende lokalitet. Idéen er, at veje af samme klasse skal have et ensartet design, når det gælder tværprofilelementer, køresporsbredde, hastighedsgrænse, skiltning, vejbelysning m.v., så trafikanterne understøttes i valget af adfærd og hastighed. På den selvforklarende vej er skiltning kun nødvendig i begrænset omfang. Enkelthed og konsistens i vejdesignet er nøgleord i forhold til at kommunikere den ønskede trafikantadfærd.

#### **Formål og virkning**

Konceptet om selvforklarende veje er udviklet i Holland (Theeuwes and Godthelp, 1995). Idéen er, at konsistente og ensartede vejdesign indenfor de respektive vejklasser i mindre grad vil stresser trafikanterne og dermed mindske sandsynligheden for, at trafikanterne begår fejl. I mere end 90 % af uheldene kan mindst én uheldsfaktor henføres til en af de uheldsimplicerede trafikanter.

I udgangspunktet har fokus indenfor rammerne af konceptet været på at udvikle og anvende vejdesigns, der sikrer, at trafikanterne ikke overskrider den ønskede hastighed set i forhold til vejens funktion og design. Selvforklarende veje er således karakteriserede ved, at trafikanternes faktiske hastighed ikke overstiger den ønskede hastighed, idet særligt designet af vejenes tværprofil, klart skal kommunikere den ønskede hastighed til trafikanterne. Tiltaget er derfor møntet på at forebygge og nedbringe hastighedsoverskridelser på vejnettet og dermed nedbringe såvel antallet af uheld som uheldenes alvorlighedsgrad. Charlton et al. (2010) og Mackie et al. (2012) har til eksempel påvist, at ændringer i vejenes visuelle karakteristika i mere selvforklarende retning reducerer trafikanternes hastighed.

For vejstrækninger er konceptet selvforklarende veje tillige møntet på, at vejene designes på en sådan måde, at vejenes optiske ledning optimeres (via afmærkning, belysning, beplantning o.l.), så vejenes forløb er tydelige for trafikanterne under alle givne forhold. Formålet er primært at forebygge afkørselsuheld i kurver.

Generelt vil forbedret optisk ledning og klarere signalering af korrekt hastighedsvalg være til fordel for unge og uerfarne trafikanter. Tiltaget vil

derfor kunne nedbringe antallet af tilskadekomster, der kan relateres til uheld med unge bilførere.

Selvforklarende kryds og selvforklarende rundkørsler er karakteriserede ved, at de er designet på en sådan måde, at anlægget og de eksisterende vigepligtsforhold klart erkendes og respekteres af trafikanterne. Ligeledes skal de via deres design klart signalere, hvorledes de enkelte trafikstrømme skal placere sig. Formålet er at reducere antallet af personskader, der kan henføres til vigepligtsovertrædelser. Tiltaget kan også reducere antallet af bagendekollisioner, ligesom bedre understregning af vigepligt kan forbedre trafiksikkerheden for lette trafikanter.

Konceptet selvforklarende veje realiseres via implementeringen af præcise retningslinjer for design af veje og kryds for klart definerede vej- og knudepunktsklasser, hvor antallet af vej- og knudepunktsklasser begrænses for at sikre konsistente og genkendelige vejudformninger. De danske vejregler for byområder og åbent land er nøgleelementer i forhold til at sikre, at nyanlagte eller nyombyggede veje og knudepunktsanlæg bliver selvforklarende.

I sammenligning med vejreglerne for byområder opererer vejreglerne for landområderne med klarere og mere veldefinerede vejklasser og anbefalinger/krav til vejenes design og forholdet til ønsket hastighedsklassificering. Grundlaget for at sikre ensartede designs af veje med samme funktion er derfor umiddelbart bedre for vejanlæg i landområderne end i byområderne. I forhold til at sikre mere ensartede (selvforklarende) vejdesigns er det i forlængelse heraf vigtigt at sikre, at vejbestyrelserne anvender vejreglerne i forbindelse med nyanlæg og ombygning af stier, veje og knudepunktsanlæg. Endvidere bør afvigelser i forhold til vejreglerne være undtagelsen snarere end reglen. Trafiksikkerhedsrevision af vejprojekter er et relevant tiltag i bestræbelserne på at gøre veje og knudepunktsanlæg selvforklarende.

Vurderingen er, at de overordnede veje i det åbne land, herunder motorvejene, er den del af det eksisterende vejnet, hvorpå designet er mest ensartet og selvforklarende. Omvendt forekommer der store variationer i designet af veje og kryds i byområde, selv når vejene har samme funktion, trafikmængde og hastighedsgrænse, jævnfør også Walter et al. (2012). Dette er formentlig en udløber af, at der er flere forskelligartede hensyn i spil i forbindelse med planlægning og udformning af vejanlæg i byområder.

Konceptet selvforklarende veje kan anvendes som grundlag for prioritering af trafikikkerhedsindsatsen på det eksisterende vejnet på to måder:

- Lokalteter med ophobninger af uheld, der kan henføres til hastighedsovertrædelser, afkørselsuheld og vigepligtsovertrædelse, kan anses for ikke at være selvforklarende.
- Designkrav for selvforklarende veje kan anvendes som grundlag for en inventering/sikkerhedsinspektion af de dele af vejnettet, hvor der forekommer store afvigelser mellem vejenes faktiske design og designkriterierne for selvforklarende veje, som sandsynliggøre, at trafikanternes (hastigheds-)adfærd er mere trafikfarlig end ønsket.

De praktiske konsekvenser af 1) vil være begrænsede, da lokaliteterne enten vil være udpeget og udbedret gennem vejbestyrelsernes sortpletindsats, eller de pågældende lokaliteter vil være omfattet af flere af handlingsplanens konkrete indsatser. 2) markerer omvendt en ny tilgang til prioriteringen af det stedbundne trafikikkerhedsarbejde på vejnettet. En implementering af et sådant princip er imidlertid betinget af, at der iværksættes et forsknings- og udviklingsarbejde omkring en nærmere specifikation af, hvilke designelementer inventeringen skal omfatte, samt retningslinjer for, hvornår de pågældende designelementer er problematiske. Studier af denne karakter er igangsat i udlandet, se eksempelvis Weller et al. (2008).

I konceptets oprindelige form kan en lokalitet, hvorpå der er gennemført supplerende regulerende foranstaltninger af adfærden – eksempelvis "din fart" tavler, supplerende fysisk hastighedsdæmpning eller supplerende skiltning – ikke defineres som selvforklarende. Dette er heller ikke tilfældet, selv når de supplerende foranstaltninger har medført, at trafikantadfærden bliver som ønsket, og uhelds- og skadesrisikoen tilsvarende bliver nedbragt. Sådanne lokaliteter, der er gjort til genstand for en effektiv trafikikkerhedsindsats, bør ikke prioriteres i denne sammenhæng. En ombygning af sådanne lokaliteter i henhold til designkoncepter for selvforklarende veje vil næppe resultere i omkostningseffektive skadesbesparelser. Dels fordi ombygningen vil være relativt dyr, dels fordi den sikkerhedsmæssige mergevinst vil være relativt begrænset.

På ikke ombyggede lokaliteter, der udpeges efter et inventeringsprincip baseret på konceptet om selvforklarende veje, bør det undersøges, om de mest omkostningseffektive uhelds- og skadesbesparelser opnås via en ombygning til selvforklarende vej eller eksempelvis med traditionelle hastighedsdæmpende tiltag.

### **Effekt og potentiale**

Selvforklarende veje har til formål at opnå en bedre overholdelse af hastighedsgrænserne samt generelt at gøre det nemmere at færdes hensigtsmæssigt og sikkert. Begge dele rummer et betydeligt potentiale for forbedring af trafikikkerheden. Det må vurderes, at vejens udformning har stor betydning for trafikanternes hastighedsvalg og øvrige adfærd (se eksempelvis HVU 2011). Og der er ingen tvivl om, at trafikanterne oplever, at der på en stor del af vejnettet er en betydelig forskel mellem hastighedsgrænsen og vejens udformning. Mange trafikanter oplever således, at det er sikkert at overskride hastighedsgrænsen. Dette forhold illustrerer potentialet for "selvforklarende veje".

Det er imidlertid ikke muligt at kvantificere effekten generelt. Det skyldes, at virkningen er stærkt afhængig af de lokale forhold – både før og efter en eventuel ombygning. Ved konkrete ombygninger vil det dog ofte være muligt at skønne effekten. Dels fordi man ofte vil anvende velkendte designelementer, som har en dokumenteret effekt, og dels fordi det vil være muligt at skønne, hvor meget hastigheden vil blive ændret.

Ud over den konkrete effekt på selvforklarende strækninger eller kryds må det endvidere antages, at en større udbredelse af konceptet vil have en bredere effekt. På den ideelle selvforklarende vej vil det for flertallet opleves som naturligt og fornuftigt at overholde hastighedsgrænserne og andre færdselsregler. Hvis konceptet får stor udbredelse, må man formode, at det vil få en afsmittende virkning i form af generelt højere regelefterlevelse.

### **Besparelser og investeringer**

Hastighedsovertrædelser udgør et betydeligt problem for trafikikkerheden, og dermed er der potentiale for betydelige besparelser i form af færre uheld ved at anvende selvforklarende veje.

Dog vil der sandsynligvis ikke være tale om en lønsom investering, hvis man ombygger lokaliteter alene fordi det kan dokumenteres, at de eksisterende forhold ikke er selvforklarende. I forbindelse med nybygninger, og ombygninger der er begrundet i andre forhold (fx ulykkesbelastning), vil det imidlertid sandsynligvis være lønsomt at tilstræbe at opnå en selvforklarende udformning.

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

## **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

## **Referencer**

Charlton, S. G., Mackie, H. W., Baas, P. H., Hay, K., Menezes, M. and Dixon, C., 2010, Using en-demic road features to create self-explaining roads and reduce vehicle speeds, *Accident Analysis and Prevention*, vol. 42, pp. 1989-1998

Havarikommissionen for Vejtrafikulykker (HVU), 2011, *Grove hastighedsovertrædelser*, Rapport nr. 8, Havarikommissionen for Vejtrafikulykker

Mackie, H. W., Charlton, S. G., Baas, P. H. and Villasenor, P. C., 2012, Road user behavior changes following a self-explaining roads intervention, *Accident Analysis and Prevention*, Article in press, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2012.06.026>

Theeuwes, J. and Godthelp, H., 1995, Self-explaining roads, *Safety Science*, vol. 19, pp. 217-225

Walter, L. and Broughton, J., 2011, Effectiveness of speed indicator devices: An observational study in South London, *Accident Analysis and Prevention*, vol. 43, pp. 1355-1358

Weller, G., Schlag, B., Friedel, T. and Rammin, C., 2008, Behaviourally relevant road categorization: A step towards self-explaining rural roads, *Accident Analysis and Prevention*, vol. 40, pp. 1581-1588

### 3.10. Hastighedsdæmpende foranstaltninger

**Fokusområder: 1, 5 og 6**

#### **Beskrivelse**

Hastighedsdæmpende foranstaltninger på veje i byområder omfatter:

- Visuelle virkemidler så som afmærkning, belægning, vejudstyr mm.
- Blide fysiske virkemidler så som indsnævringer, blide kurver, rumleriller mm.
- Egentlige fartdæmpere som eksempelvis bump, forsætninger, indsnævringer mm.

Hastighedsdæmpende foranstaltninger har i mange år været anvendt på veje i byområder, hvor vejens udformning ikke i tilstrækkelig grad sikrer en overholdelse af strækningens planlægningshastighed. Etablering af hastighedsdæmpende foranstaltninger skal sikre, at bilisterne vælger det planlagte hastighedsniveau på strækningen. Trafiksaneringer gennemføres traditionelt på byernes lokalveje, men der kan være ikke uvæsentlige skadesbesparelser knyttet til trafiksanering af trafikveje i byområde.



Eksempel på trafiksanering i Ringe.

#### **Formål og virkning**

Hensigten med etablering af hastighedsdæmpende foranstaltninger er at reducere bilernes hastighed til det planlagte hastighedsniveau på en given vejstrækning. Mange eksisterende veje er ikke udformet, så bilisterne naturligt overholder den planlagte hastighed. Dette medfører i mange tilfælde, at det ønskede sikkerhedsniveau ikke overholdes. Dette kan opnås ved at etablere hastighedsdæmpende foranstaltninger.

Hastighedsdæmpende foranstaltninger kan anvendes på veje og i kryds i byer med en planlægningshastighed på 50 km/t og der under. Foranstaltningerne kan anvendes både på trafikveje og lokalveje.

Det er veldokumenteret gennem undersøgelser, at trafikikkerheden for alle trafikantgrupper forbedres, når hastigheden reduceres. Antallet af ulykker falder og skadesgraden bliver mindre alvorlig (Elvik, 2009). Det sikkerhedsmæssige potentiale er størst på veje, hvor der færdes mange lette trafikanter, da lette trafikanter er mest sårbare overfor ulykker ved høj hastighed. Analyser viser, at risikoen ved at blive dræbt som fodgænger er mere end dobbelt så høj ved 50 km/t som ved at blive ramt ved 40 km/t og mere end 5 gange så høj ved 50 km/t som ved at blive ramt med 30 km/t. Tallene vedrører voksne fodgængere, der bliver ramt af fronten på en personbil.

Ud over at forbedre trafikikkerheden vil en reduktion af hastigheden også medføre en forbedring af trygheden især for de lette trafikanter, hvilket kan medføre en forøgelse af antallet af lette trafikanter.

Hastighedsdæmpende foranstaltninger bør udformes i henhold til vejreglen om fartdæmpere (Vejdirektoratet, 2011). Valg af type af fartdæmpere, antallet og udformningen af disse afhænger af de funktionelle krav, der stilles til strækningen/området.

### **Effekt og potentiale**

De hastighedsdæmpende foranstaltninger kan bl.a. omfatte:

- Bump. Litteraturstudier viser, at på veje med bump kan personskadeulykker forventes reduceret med 41 %, og på de omkringliggende veje kan forventes en reduktion på 7 %. (Elvik et al., 2009) Studier viser også, at hastighedsreduktionen ved bump i bolig-gader var 24 %, og at ulykkesreduktionen var 40 % færre personskadeulykker, hvilket er en større effekt end potensfunktionen kan forklare alene ud fra hastighedsreduktionen. (Høye et al., 2011)
- Hævede flader. Hævede flader i kryds har ikke en signifikant dokumenteret sikkerheds-mæssig effekt. Undersøgelser antyder en negativ effekt på hhv. 5 % for personskade-ulykker og 13 % for materielskadeulykker, men forfatterne fraråder at generalisere resultaterne (Elvik et al., 2009).
- Trafiksanering. Trafiksanering defineret som en "pakke" af tiltag bestående af både visuelle og fysiske tiltag har en dokumenteret positiv sikkerhedsmæssig effekt. Tiltaget kan bl.a. omfatte bump, midterhelle, parkeringsregulering, ensretning og gennemkørselsforbud og ombygning af vejens visuelle karakter. Høye et al. (2011) angiver, at antallet af dræbte og tilskadedekomne falder med 11 %. (Jensen et al., 2010) anslår effekten af

trafiksanering i byzone til 29 % reduktion i personskadeulykker og 25 % reduktion i materielskadeulykker.

- Hastighedsdæmpning af gennemfartsveje. En undersøgelse af effekten af hastigheds-dæmpende foranstaltninger på 10 gennemfartsveje i Nordjylland med en hastigheds-grænse på 50 eller 60 km/t viser, at bump og forsætninger for at sænke bilisternes hastighed. De indikerer også, at effekten kun er lokal med mindre bumpene er placeret med vejreglernes anbefalede afstand. Undersøgelsen indikerer desuden, at byporte ved 50 km/t gennemfartsveje og blå stedtavler ved 60 km/t gennemfartsveje ikke har nogen særlig hastighedsdæmpende effekt. (Jørgensen og Agerholm, 2012)

I vurderingen af den forventede skadesbesparelse i 2020 som følge af brugen af hastigheds-dæmpningen er det valgt at tage udgangspunkt i "pakkeløsningen" trafiksanering, da de enkelte vejbestyrelser i praksis vil vælge og prioritere forskellige typer af hastighedsdæmpende foranstaltninger og kombinationer af disse. Følgelig anses de dokumenterede stedlige effekter af trafiksaneringer at udgøre det bedste grundlag for at vurdere de skadesbesparende effekter af brugen af hastighedsdæmpende foranstaltninger.

Estimaterne på og vurderingen af den stedlige effekt af trafiksaneringer varierer en del i litteraturen og lande imellem. Sidstnævnte kan formentlig forklares med, at praksis for trafiksanering er varierende lande imellem, og Danmark skiller sig generelt ud, fordi veje i byområde i højere grad trafikeres af cyklister. I vurderingen af den forventede skadesbesparelse tages der udgangspunkt i de stedlige effekter af trafiksanering i byområde opgjort i Jensen et al. (2010), se tabel 1, eftersom disse antages at være repræsentative for den gennemsnitlige sikkerhedsmæssige effekt af trafiksaneringer i Danmark.

Forventet lokal sikkerhedsmæssig effekt af trafiksanering	
Alle ulykker	26 %
Personskadeulykker	29 %
Materielskadeulykker	25 %
Personskader	29 %
Dræbte	29 %
Alvorligt tilskadekomne	29 %
Lettere tilskadekomne	29 %

Tabel 1. Forventet lokal sikkerhedsmæssig effekt af trafiksanering af veje i



*byområde. Effekten gælder veje med 1, 2 eller 3 spor samt en hastighedsbegrænsning før sanering på 50-70 km/t (Jensen et al., 2010).*

Trafiksanering er relevant på veje i byområde med hastighedsgrænser på 50-70 km/t. Med henblik på at vurdere den forventede skadesbesparelse knyttet til trafiksanering, er der lavet et udtræk over uheld med tilhørende personskade på veje uden midterrabat i byområde med 1-3 spor, som på uheldstidspunktet ikke var udstyret med hastighedsdæmpende vejtekniske foranstaltninger. Udtrækket omfatter uheld indtruffet i såvel kryds som på strækninger, og uheld ved begge typer af vejudformning bør være inkluderet, eftersom effekten af trafiksaneringer og hastighedsdæmpende foranstaltninger opgøres i forhold til alle uheld og personskader på de dele af vejnettet som saneringen/foranstaltningerne omfatter. I praksis vil den fysiske hastighedsdæmpning typisk kun omfatte mindre kryds, ligesom trafiksaneringer vurderes at være mest relevant for kommuneveje i byområde. I opgørelsen over det antal uheld og personskader, der potentielt kan påvirkes ved trafiksanering/fysisk hastighedsdæmpning i byområde, er det derfor valgt at se bort fra uheld, som er indtruffet i signalregulerede kryds og i eksisterende rundkørsler samt på statsvejnettet, se tabel 2.

	Kommuneveje
Uheld	32.369
Personskadeuheld	9.687
Dræbte	372
Alvorligt tilskadekomne	5.553
Let tilskadekomne	5.044

*Tabel 2. Uheld og personskader registreret i perioden 2007-2011 på kommuneveje i byområde med 1, 2 eller 3 spor uden midterrabat og hastighedsdæmpende foranstaltninger, eksklusive uheld i signalregulerede kryds og rundkørsler.*

Der findes ikke egentlige opgørelser over antallet af kilometer kommunevej i byområde med 1, 2 eller 3 spor uden midterrabat og hastighedsdæmpende foranstaltninger.

Under antagelse af, at der i Danmark er 19.000 kilometer kommunevej i byområde med 1-3 spor uden midterrabat og uden hastighedsdæmpende foranstaltninger, er den gennemsnitlige uhelds- og skadestæthed estimeret, se tabel 3.

Kommuneveje	Uheds- og skadestætheder [/år/km]
Uheld	0,341
Personskadeuheld	0,102
Dræbte	0,004
Alvorligt tilskadekomne	0,058
Let tilskadekomne	0,053

*Tabel 3. Gennemsnitlige uheds- og skadestætheder per år per kilometer – uheld i perioden 2007-2011 på kommuneveje i byområde med 1, 2 eller 3 spor uden midterrabat og hastighedsdæmpende foranstaltninger, eksklusive uheld i signalregulerede kryds og rundkørsler.*

### **Besparelser og investering**

Omkostningerne forbundet med at gennemføre en trafiksanering i form af forskellige kombinationer af hastighedsdæmpende foranstaltninger varierer alt efter hvilke hastighedsdæmpende foranstaltninger, der tages i anvendelse, tætheden hvormed de etableres, samt hvorvidt der i saneringen indgår eksempelvis belægningsskift.

I de billigste udgaver, hvor trafiksaneringen omfatter etableringen af enkelte bump og få andre foranstaltninger, kan saneringen ifølge Jensen et al. (2010) anlægges for en gennemsnitlig udgift på 200.000 kr./km, mens en "mellemløsning" med flere hastighedsdæmpende foranstaltninger, herunder hævede flader i kryds kan etableres for i gennemsnit ca. 1.000.000 kr./km. Der findes eksempler på mere omfattende og dyrere trafiksaneringer, som omfatter større vigepligtsregulerede kryds og inkluderer belægningsskift.

Det forudsættes, at gennemsnitsprisen på trafiksaneringer med hastighedsdæmpende vejtekniske foranstaltninger ligger på 500.000 kr./km. Forudsætningen baseres på, at de fleste hastighedsdæmpende saneringer gennemføres på lokalveje og omfatter traditionelle og forholdsvis billige løsninger som etablering af vejbump, hævede flader, bump, forsætninger og indsnævring.

Enhedspris Trafiksanering ved brug af hastighedsdæmpende vejtekniske foranstaltninger på kommuneveje i byområde	500.000 kr./km
---	----------------

Det forudsættes, at kommunerne frem mod 2020 etablerer hastighedsdæmpende vejtekniske foranstaltninger på ca. 500 kilometer vej i byområde. Dette svarer til, at hver kommune i gennemsnit trafiksanerer ca. 5 kilometer vej ved etablering af hastighedsdæmpende foranstaltninger. Ydermere forudsættes det, at saneringerne primært omfatter lokalvejene.

Med det anførte implementeringsniveau bliver implementeringsomkostningerne 250 mio. kr.

For at kunne estimere den forventede skadesbesparelse i 2020 er det nødvendigt at kende den forventede skadesforekomst på de dele af vejnettet, hvorpå der etableres trafiksanering ved brug af hastighedsdæmpende foranstaltninger. Med henblik på at estimere skadesbesparelsen tages der udgangspunkt i de estimerede skadestætheder opgjort i tabel 3. De aktuelle skadestætheder på de enkelte dele af vejnettet varierer med trafikmængde, trafik sammensætning og forekomsten af særlige lokale risikomomenter. Skadestæthederne er således størst og ligger over gennemsnittet på især de større trafikveje i byområderne, mens de er lavest på mindre boligveje i byområde.

Etableringen af hastighedsdæmpende foranstaltninger gennemføres primært på de større lokalveje i byområderne, og trafiksaneringerne prioriteres og gennemføres sjældent alene på baggrund af den observerede uheldsforekomst, men kan tillige være motiveret af ønsker om at forbedre trygheden på veje, der indgår i kommunens overordnede stinet, hvor der færdes skolebørn eller generelt mange lette trafikanter. Med andre ord omfatter etableringen af hastighedsdæmpende foranstaltninger kun i begrænset omfang de dele af vejnettet i byområde, hvor uhelds- og skadestæthederne er højst, ligesom de sjældent omfatter de dele af vejnettet, hvor uhelds- og skadestæthederne er lavest.

Med afsæt i disse betragtninger er det antaget, at den gennemsnitlige skadestæthed på de 500 km kommunevej i byområde, hvorpå der etableres hastighedsdæmpende foranstaltninger, ligger på det dobbelte af den gennemsnitlige skadestæthed på 1-3 sporede kommuneveje i byområde uden

midterhelle og uden hastighedsdæmpende foranstaltning, jævnfør tabel 3. Når uheldstætheden ikke sidestilles med den i tabel 3 estimerede uhelds- og skadestæthed, skyldes det, at uhelds- og skadesforekomsterne på lokaliteterne vil indgå som en del af prioriteringsgrundlaget.

Samlet set vil etableringen af hastighedsdæmpende foranstaltninger på 500 kilometer kommuneveje i byområde frem mod 2020 dermed resultere i en samlet besparelse på 34 personskader per år, se tabel 4.

Kommuneveje	Forventet skadesbesparelse i 2020
Uheld	88,6
Personskadeuheld	29,6
Dræbte	1,1
Alvorligt tilskadekomne	17,0
Let tilskadekomne	15,4

*Tabel 4. Forventet årlig uhelds- og skadesbesparelse i 2020 som følge af etablering af hastighedsdæmpende vejtekniske foranstaltninger på 500 kilometer kommunevej i byområde.*

### **Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag**

Hastighedsdæmpende foranstaltninger kan implementeres som et selvstændigt tiltag. Tiltaget kan bl.a. have effektoverlap med "din fart" tavler placeret ved bygrænseheller.

Tiltaget har desuden effektoverlap med "2 minus 1 veje" i byer, som dog i det beskrevne implementeringsniveau er antaget primært at være rettet mod mindre byer, mens de hastighedsdæmpende foranstaltninger er antaget et være rettet mod andre veje. Der er dermed taget højde for effektoverlap disse tiltag imellem ved i estimatet på den forventede skadesbesparelse i 2020 at forudsætte, at disse tiltag implementeres på forskellige lokaliteter.

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### **Referencer**

Elvik, R., 2009, The Power Model of the relationship between speed and road safety – Update and new analysis, TØI report 1034/2009, Institute of Transport Economics

Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. and Sørensen, M., 2009, Handbook of Road Safety Measures, Emerald Group Publishing

Høye, A., Elvik, R. og Sørensen M. W. J., 2011, Trafikksikkerhetsvirkninger av tiltak, TØI rapport 1157/2011, Transportøkonomisk Institutt

Jensen, S. U., Andersson, P. K. og Herrstedt, L., 2010, Håndbog: Trafiksikkerhed – Effekter af vejtekniske virkemidler, Vejdirektoratet

Jørgensen, M., & Agerholm, N., 2012, Bilisters hastighed på gennemfartsveje i mindre danske byer, Proceedings Trafikdage, Aalborg, Danmark

Vejdirektoratet, 2011, Byernes Trafikarealer: Hæfte 7 – Fartdæmpere, Vejregelrådet, Vejdirektoratet

### 3.11. Reduktion af distraktorer uden for bilen

#### **Fokusområde: 3.**

##### **Beskrivelse**

Distraktorer i vejmiljøet i form af eksempelvis overdreven skiltning eller reklamer langs med vejen fjerner trafikanternes opmærksomhed fra trafikken, og resulterer i uheld og personskader. Følgelig er det relevant med en intensiveret indsats rettet mod at fjerne unødige distraktorer i vejmiljøet. Reklamer er i den forbindelse et relevant fokusområde, eftersom de er designet til at tiltrække sig opmærksomhed.

##### **Formål og virkning**

Omfattende forskning viser, at uopmærksomhed og distraktion hos trafikanter er væsentlige uheldsudløsende faktorer i mange uheld med motorkøretøjer (Regan et al., 2011). Distraktion fører til et øget antal fejlhandlinger hos trafikanterne, men der er ikke forskel på typen af fejl, der begås af hhv. distraherede og ikke-distraherede trafikanter (Young et al., 2012). I et nyere studie baseret på dybdeanalyser af uheld i 6 EU-lande konkluderes det, at i 32 % af uheldene var mindst én af de implicerede parter distraherede eller uopmærksomme (Talbot et al., 2012).

Der skelnes grundlæggende mellem distraktorer i køretøjer og distraktorer udenfor køretøjet/i vejmiljøet, hvor sidstnævnte er dominerende i "distraktionsuheldene" (Talbot et al., 2012). Opsætning af reklamer synes i særlig grad at repræsentere en trafikfarlig distraktion. Reklamer er således opsat med det formål at tiltrække sig beskuerens opmærksomhed, og mange studier dokumenterer, at de tiltrækker og fastholder trafikanternes opmærksomhed i et sådant omfang og af en sådan varighed, at det repræsenterer et trafikikkerhedsproblem (Herrstedt, 2011). Et norsk studie baseret på en spørgeskemaundersøgelse blandt 4.307 uheldsimplicerede bilførere viser, at blandt de mulige distraktorer knytter den største relative uheldsrisiko sig til reklamer langs vejene (Backer- Grøndahl and Sagberg, 2009).

Eftersom opsætningen af reklamer påvirker trafikikkerheden, kan tiltag, der sigter mod at regulere opsætning af reklamer i forbindelse med/langs veje og stier, medvirke til at nedbringe antallet af uheld og tilskadekomster.

Opsætning af skiltning og reklamer i tilknytning til vej- og stiarealer er reguleret via Bygningsreglementet, Bygningsreglementet for småhuse, Lov om Offentlige Veje, Lov om private fællesveje, Færdselsloven samt kommunernes lokalplaner.

Vejbestyrelsen skal give tilladelse til opsætning af private skilte på vejarealet, herunder også fortove og stier. I det omfang, at vejbestyrelsen tillader privat skiltning, anbefales det, at der gives retningslinjer for udformning og opsætning af skiltningen (Vejdirektoratet, 2003).

I det åbne land er det i henhold til naturbeskyttelseslovens § 21 forbudt at opsætte reklamer, herunder plakater og lysreklamer. Undtaget herfra er dog virksomhedsreklamer, der er anbragt i umiddelbar nærhed af virksomheden, under forudsætning af, at de ikke er synlige over store afstande og virker dominerende i landskabet. I byområde gælder det tilsvarende, at der ikke må opsættes reklamer, der er synlige over store afstande. Kravene til udformning og opsætning af skilte og reklamer i det åbne land er klarere definerede og mere restriktive end de retningslinjer, der foreligger for skiltning og reklamer opsat i byområde.

I forhold til skiltning og reklamer udenfor vejarealet kan politiet med hjemmel i færdselslovens § 99 kræve skilte o.l. fjernet, hvis de kan ses fra vejen og virker vildledende eller til gene for trafikken.

I sammenligning er de norske regler i forhold til opsætning af reklamer betydeligt mere klare og restriktive end de danske. Ifølge den norske vejlovs § 33, populært benævnt reklameparagraffen, er det ikke tilladt at opsætte reklamer, der er rettet mod vejtrafikken eller er synlig for trafikanterne, med mindre der er givet særskilt tilladelse fra vejmyndigheden. Undtaget herfra er opsætning af reklame for virksomhed på den bygning, hvorfra virksomheden drives. Vejmyndighederne kan desuden kræve skiltning/reklame fjernet, hvis vejbestyrelsen finder, at denne er trafikfarlig. Variable skilte, hvis indhold skifter mere end 1 gang i døgnet, må ikke opsættes udenfor tætbebygget område. I tætbebygget område med hastighedsgrænse på 50 km/t eller lavere, er brugen af variable reklameskilte alene forbudt i forbindelse med rundkørsler og signalregulerede kryds. Til støtte for vejmyndighederne har Statens Vegvesen udarbejdet en vejledning i håndbogsform vedrørende skiltning og reklamer i vejmiljøet (Statens Vegvesen, 2011).

Med henblik på at nedbringe reklamer som en distraktor i vejmiljøet kan det foreslås:

- At der udarbejdes klarere danske retningslinjer vedrørende placering og udformning af reklamer i og omkring vejmiljøet, herunder skærpede krav omkring brugen af dynamiske reklamer i relation til veje og stier.

- At det ekspliciteres, at reklamer, der vurderes som trafikfarlige kan fjernes, og at vejbestyrelserne får hjemmel til kræve trafikfarlige reklamer fjernet.
- At der udarbejdes en dansk vejledning/vejregel omkring reklamer i vejmiljøet, som vejbestyrelserne dels kan anvende som grundlag for udstedelse af tilladelse til opsætning af reklamer, dels kan anvende som grundlag for at vurdere trafikfarligheden af opsatte reklamer.

### **Effekt og potentiale**

Der er ikke fundet undersøgelser, der specifikt belyser eksterne distraktorer, herunder reklamers, betydning for trafiksikkerheden.

Udformningen og placeringen af reklamerne har indflydelse på graden af distraktion. Digitale reklameskilte og videoreklamer tiltrækker flere trafikanters opmærksomhed og fastholder deres opmærksomhed over længere tid end statiske reklamer (Herrstedt, 2011). Et studie konkluderer, at reklameskilte i gadeniveau, eksempelvis ved busstoppesteder, i højere grad tiltrækker og fastholder trafikanternes opmærksomhed på kritiske tidspunkter end reklamer placeret (3 m) over gadeniveau (Crundall et al., 2006). Et dansk studie af effekterne af reklamer i vejmiljøet i byområde viser, at antallet af alvorlige konflikter stiger, når der lokalt opsættes reklamer (Andersson og Lund, 2003), mens et studie af effekten af et parkeret reklamefly ved motorvej E45 viser, at dette fanger trafikanternes opmærksomhed og i flere tilfælde fastholder den i så lang tid, at det er sikkerhedsmæssigt problematisk (Herrstedt og Lund, 2004).

Som nævnt foreligger der ikke specifik dokumentation for den færdselssikkerhedsmæssige effekt af begrænsning af reklamer i vejmiljøet. Der mangler både kvantificering af betydningen for trafiksikkerheden og af problemets omfang. Men da reklamerne netop er designet til at tiltrække opmærksomhed, og dermed trække opmærksomheden bort fra trafikken, er der tale om et tiltag, der utvivlsomt har en positiv effekt på trafiksikkerheden.

Også i dag behandler myndighederne sager om reklamer langs vejene. Da regelgrundlaget imidlertid ikke er klart og entydigt, er der tale om en unødigt vanskelig og tidskrævende sagsbehandling. En gennemførelse af tiltaget vil således gøre reglerne nemmere forståelige for de erhvervsdrivende og gøre myndighedernes sagsbehandling nemmere.



## **Besparelser og investeringer**

En gennemførelse af tiltaget vil forudsætte et regelarbejde på området, men ingen andre investeringer.

Besparelserne vil bestå i en (begrænset) forbedring af trafikikkerheden, klare regler for erhvervslivet samt nemmere sagsbehandling hos myndighederne.

## **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

## **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

## **Referencer**

- Andersson, P. K. og Lund, B. L. C., 2003, Konfliktstudier i fire bykryds, Danmarks Transport-forskning
- Backer-Grøndahl, A. and Sagberg, F., 2009, Relative crash involvement risk associated with different sources of driver distraction, Conference proceedings, Chalmers Driver Distraction and Inattention Conference 2009
- Crundall, D., Van Loon, E. and Underwood, G., 2006, Attraction and distraction of attention with roadside advertisements, Accident Analysis and Prevention, vol. 38, pp. 671-677
- Herrstedt, L. og Lund, B. L. C., 2004, Undersøgelse af bilisters adfærd ved passage af reklamefly ved motorvej – Distraktorer i trafikken, Trafitec
- Herrstedt, L., 2011, Reklamer langs veje – Hvad ved vi om påvirkning af adfærd og sikkerhed?, Trafik og Veje, Årgang 88, nr. 3, pp. 36-39
- Regan, M. A., Hallett, C. and Gordon, C. P., 2011, Driver distraction and driver inattention: Definition, relationship and taxonomy, Accident Analysis and Prevention, vol. 43, pp. 1771-1781
- Statens Vegvesen, 2011, Reklame og Trafikfare: Veiledning for behandling av reklame langs offentlig veg etter vegloven § 33 – "Reklameparagraffen", Håndbok 190, Statens Vegvesen, Vegdirektoratet
- Talbot, R., Fagerlind, H. and Morris, A., 2012, Exploring inattention and distraction in the SafetyNet Accident Causation Database, Accident Analysis and Prevention, Article in press, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2012.03.031>
- Vejdirektoratet, 2003, Konstruktion og vedligehold af veje og stier – Hæfte 6: Håndbog for drift af veje og stier, Vejreglerrådet, Vejdirektoratet
- Young, K. L., Salmon, P. M. and Cornelissen, M., 2012, Distraction-induced driving error: An on-road examination of the errors made by distracted and undistracted drivers, Accident Analysis and Prevention, Article in press, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2012.06.001>

## 3.12. Bedre udformning af kryds og krydsningssteder i by

**Fokusområder: 5 og 6.**

### **Beskrivelse**

Tilskadekomster blandt cyklister og knallertkørere kan primært henregnes til de cyklist- og knallertuheld, der indtræffer i kryds, mens personskader blandt fodgængere primært kan tilskrives uheld i forbindelse med fodgængeres krydsning af vej. Der findes flere velkendte trafiktekniske tiltag, hvormed trafiksikkerheden på disse områder kan forbedres for cyklister, knallertkørere og fodgængere.

I forhold til at forbedre trafiksikkerheden for cyklister og knallertkørere er tiltag, der kan sikre, at førere af motorkøretøjer i højere grad erkender deres vigepligt over for cyklister og knallertkørere af relevans i såvel signalanlæg som prioriterede kryds. For fodgængerne samler interessen sig om tiltag, der gør det mere sikkert for fodgængere at krydse vejen.

Der er foretaget en vurdering af den forventede skadesbesparelse i 2020 som følge af implementeringen af følgende tiltag rettet mod at forbedre trafiksikkerheden for cyklister og knallertkørere:

3.12.1 Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere

3.12.2 Overkørsler i prioriterede kryds

3.12.3 Tilbagetrukken stoplinje

3.12.4 Afkortede cykelstier

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### 3.12.1. Forbedrede krydsningsfaciliteter for fodgængere

#### **Fokusområde: 5.**

##### **Beskrivelse**

Størstedelen af de uheld, der involverer fodgængere, sker i byområde, og størstedelen af dem indtræffer i forbindelse med fodgængernes krydsning af vej. Etablering af krydsningsfaciliteter, der kan nedsætte fodgængernes uheldsrisiko, er derfor centrale i forhold til at forbedre trafikikkerheden for fodgængerne. Krydsningsfaciliteter kan inddeles i følgende hovedtyper: tiltænkte krydsningssteder, fodgængerfelter, signalregulerede fodgængerfelter, stibroer og stitunneller. Krydsningsfaciliteterne i niveau med vejen kan varieres via etablering af krydsningsheller og hastighedsdæmpende tiltag samt fremhæves/forvarsles via skiltning, forstærket vejbelysning og etablering af tværgående rumfelter. Etablering af fodgængerfelter giver i sig selv ikke anledning til forbedret trafikikkerhed for fodgængerne. Først når fodgængerfelter kombineres med signalregulering, etablering af midterhelle, hævet flade eller rækværk opnås der forbedringer af trafikikkerheden for krydsende fodgængere. Derfor er det på steder med mange krydsende fodgængere relevant at opgradere eksisterende ikke-signalregulerede fodgængerfelter med disse tiltag.



Eksempel på fodgængerfelt med støttepunkt i Vejle.

##### **Formål og virkning**

Etablering af krydsningsfaciliteter tjener til at fremme fodgængernes fremkommelighed og til at nedbringe fodgængernes uheldsrisiko i forbindelse med krydsning af vej. De sikkerhedsmæssige effekter varierer i høj grad med

krydsningsfacilitetens udformning og placering. En dårlig placering af en sikker krydsningsfacilitet kan begrænse anvendelsen af denne og dermed udhule de sikkerhedsmæssige gevinster.

*Etablering af stibro eller stitunnel* har den største sikkerhedsmæssige virkning, idet fodgængerne her separeres fra de motoriserede trafikstrømme. Effekten er betinget af fodgængerens anvendelse af stibro/-tunnel, idet det kan påregnes, at krydsning via tunnel eller stibro fravælges, hvis anvendelse er betinget af øget gangafstand, og det samtidig anses for muligt at krydse vejen i niveau. Løsningen er derfor mest relevant for veje med mere end 2 kørespor, der oppebærer trafikmængder over 10.000 køretøjer/døgn, og hvor hastigheden er højere end 60 km/t.

Anlæggelse af *fodgængerfelt* har til formål at forbedre fodgængerens krydsningsmuligheder og kanalisere fodgængerne i retning af sikre krydsningssteder. Etablering af fodgængerfelter er i en årrække blevet anset for problematisk, idet evalueringer tydede på, at etableringen af fodgængerfelterne førte til en stigning i antallet af krydsningsuheld med fodgængere. Dette skal dog ses i sammenhæng med, at der i effektstudierne sjældent er kontrolleret for stigninger i antallet af krydsende fodgængere. Nyere evalueringer peger på, at etablering af fodgængerfelt alene på to-sporede veje hverken entydigt forringer eller forbedrer trafiksikkerheden for fodgængere. Ved etablering af fodgængerfelt på veje med mere end 2 kørespor er der registreret markante stigninger i forekomsten af fodgængeruheld (Høye et al., 2011). Først når etableringen af fodgængerfelter kombineres med andre tiltag; etablering af midterhelle eller hastighedsdæmpende foranstaltning kan der forventes sikkerhedsmæssige forbedringer. Ikke-signalregulerede fodgængerfelter bør alene etableres på steder, hvor der er et betydeligt antal lette krydsende trafikanter, og kan, jævnfør nedenstående, med fordel kombineres med etablering af midterhelle eller hævet flade.

Forbedret udformning af eksisterende fodgængerfelter i form af *etablering af hævet flade, midterhelle og etablering af rækværk* kan reducere antallet uheld med krydsende fodgængere. Etablering af hævet flade i tilknytning til eksisterende fodgængerfelt reducerer antallet af fodgængeruheld markant på lokaliteten (Bowman and Vicellio, 1994) som konsekvens af, at den hævede flade reducerer bilisternes hastighed, ligesom andelen af bilister, der respekterer vigepligten, øges. Etableringen af midterheller tillader fodgængerne at dele vejkrydsningen i to, ligesom midterhellen tydeliggør vigepligten overfor fodgængere. Etablering af midterheller reducerer antallet af fodgængeruheld, men øger antallet af uheld med motorkøretøjer. Etablering af

rækværk, der sikrer, at fodgængerne ledes mod fodgængerfeltet frem for at krydse vejen udenfor fodgængerfelt, synes ligeledes at nedbringe antallet af fodgængeruheld (Høye et al., 2011). Forbedret vejbelysning og skiltning samt etablering af tværgående rumlefter før fodgængerfelter kan sikre, at motoriserede trafikanter i højere grad erkender fodgængerfelterne, og disse tiltag kan derfor også medvirke til at nedbringe antallet af fodgængeruheld.

Indsnævring af kørebanebredden, etablering af midterheller og hastighedsdæmpende foranstaltninger *uden* samtidig etablering af fodgængerfelt kan også lette fodgængernes krydsning af vej og medvirke til at markere *tiltænkte krydsningssteder* for fodgængere, eksempelvis steder, hvor der er gode oversigtsforhold for fodgængerne. Effekten af etablering af midterhelle er formentlig lavere, end når etableringen af midterhelle kombineres med fodgængerfelt, mens de sikkerhedsmæssige effekter for fodgængere ved etablering af hastighedsdæmpende foranstaltninger er afspejlet i de dokumenterede sikkerhedsmæssige effekter af de hastighedsdæmpende foranstaltninger.

*Signalregulering af fodgængerfelter* har den virkning, at de primære konflikter mellem krydsende fodgængere og ligeudkørende separeres i tid. I vejkryds sker der dog også en tidsmæssig koncentration af konflikter mellem krydsende fodgængere og højre- og venstresvingende mod fodgængerfeltet. Dog synes signalregulering af fodgængerfelter at nedbringe forekomsten af uheld med krydsende fodgængere. Hvor de sikkerhedsmæssige effekter af de øvrige tiltag afgrænser sig til en afstand på op til 50 meter fra fodgængerfeltet, klinger effekten af signalregulering af fodgængerfelter først af i en afstand på op til 150 meter fra fodgængerfeltet (Jensen, 2008).

Der er konstateret store variationer i de sikkerhedsmæssige effekter af samtlige tiltag rettet mod at skabe mere sikre krydsningsmuligheder for fodgængerne. Dette afspejler, at den sikkerhedsmæssige virkning varierer kraftigt lokaliteter imellem. Det bør bemærkes, at der ikke kan dokumenteres signifikant positive effekter af de beskrevne tiltag.

Eftersom fodgængeruheldene primært forekommer i byområde, er det relevant at forbedre krydsningsmulighederne på lokaliteter med store krydsningsbehov, det være sig i kryds, på strækninger mellem kryds, i forbindelse med stoppesteder og i tilknytning til stiers krydsning af vej. I udgangspunktet bør indsatsen for at skabe sikre krydsningsfaciliteter koncentreres på de dele af vejnettet, hvor hastigheden/hastighedsgrænsen er 40 km/t eller højere, og hvor der samtidig er store krydsningsbehov for fodgængere (Statens Vegvesen,

2007). Krydsningsfaciliteter er i mindre grad relevante som en sikkerhedsmæssig foranstaltning, når hastigheden er lavere end 40 km/t. Dette skal ses i sammenhæng med, at risikoen for, at fodgængere omkommer som følge af en påkørsel er markant lavere ved hastigheder under 40 km/t. Ved prioritering af supplerende tiltag ved eksisterende fodgængerfelter bør lokaliteter med høje hastighedsniveauer prioriteres højt.

Forekomsten af uheld med krydsende fodgængere er væsentligt lavere udenfor bymæssig bebyggelse, men på grund af de højere hastighedsniveauer er uheldene karakteriserede ved signifikant højere alvorlighedsgrader. På lokaliteter med stort krydsningsbehov for fodgængere, eksempelvis ved busstoppesteder, stikrydsninger eller i tilknytning til undervisningsinstitutioner beliggende i landområde kan etablering af krydsningsfacilitet i kombination med lokal hastighedsbegrænsning være relevant.

### **Effekt og potentiale**

Som nævnt viser den foreliggende forskning, at først når fodgængerfelter suppleres med tiltag såsom signalregulering, midterhelle og etablering af hævet flade samt rækværk kan der registreres reduktioner i antallet af uheld med fodgængere. For disse supplerende tiltag foreligger der studier af den sikkerhedsmæssige effekt knyttet til at etablere tiltagene i tilknytning til eksisterende ikke-signalregulerede fodgængerfelter.

I forhold til at bidrage til en reduktion i antallet af personskader, er det derfor relevant at fokusere på mulighederne for at opgradere eksisterende ikke-signalregulerede fodgængerfelter ved enten signalregulering eller ved at etablere midterhelle, hævet flade eller rækværk. Fokuseringen på de eksisterende fodgængerfelter motiveres af, at disse som hovedregel er etableret på de steder, hvor der er konstateret betydelige krydsningsbehov for fodgængerne.

I estimatet på den forventede skadesbesparelse tages der afsæt i de vurderede stedlige effekter af at opgradere og forbedre eksisterende fodgængerovergange, som fremgår af Jensen et al. (2010) se tabel 1. Effekten aftager, som tidligere nævnt, med afstanden til fodgængerfeltet.

	Signalregulering	Midterhelle	Hævet flade	Rækværk
Alle ulykker	- 20 %	- 25 %	- 40 %	- 30 %
Personskadeulykker	- 20 %	- 25 %	- 40 %	- 30 %
Materielskadeulykker	- 20 %	- 25 %	- 40 %	- 30 %
Personskade	- 20 %	- 25 %	- 40 %	- 30 %
Dræbte	- 20 %	- 25 %	- 40 %	- 30 %
Alvorligt tilskadekomne	- 20 %	- 25 %	- 40 %	- 30 %
Lettere tilskadekomne	- 20 %	- 25 %	- 40 %	- 30 %

*Tabel 1. Vurderet stedlig effekt af forbedring af eksisterende fodgængerovergange ved etablering af signalregulering, midterhelle, hævet flade eller rækværk. Effekt på uheld, der implicerer fodgængere, der krydser i eller i umiddelbar nærhed af eksisterende fodgængerfelt (Jensen et al., 2010).*

Der er foretaget et udtræk over antallet af fodgængeruheld med tilhørende personskaade. Udtrækket omfatter uheld med fodgængere, der krydser i eller i nærheden af fodgængerfelt, idet der er set bort fra uheld på motorveje, motortrafikveje, veje med midterrabatter, fartdæmpede veje o.l. samt uheld i signalregulerede fodgængerfelter. Dette ud fra den betragtning, at forbedring af eksisterende fodgængerfelt i begrænset omfang tegner muligt endsige relevant ved fornævnte lokalitetstyper. Det resulterende udtræk over uheld med krydsende fodgængere i fodgængerfelt ses i tabel 2.

	S	K	I alt
Uheld	17	485	22
Personskade-uheld	10	313	7
Dræbte	3	19	1
Alvorligt tilskadekomne	5	184	5
Lettere tilskadekomne	2	1.20	1

*Tabel 2. Uheld og personskader; uheld med krydsende fodgængere i eller i nærheden af fodgængerfelt fraregnet uheld på motorveje, motortrafikveje, veje med midterrabatter, fartdæmpede veje o.l. samt uheld indtruffet i/ved signalregulerede fodgængerfelter. S = statsveje, K = kommuneveje.*

Uheldsudtrækket omfatter primært ikke-signalregulerede fodgængerfelter på øvrige stats- og kommuneveje. Der foreligger imidlertid ikke oplysninger om, hvor mange fodgængerfelter der er etableret på statens henholdsvis det kommunale vejnet.

### **Besparelser og investeringer**

Blandt de mulige tiltag rettet mod at forbedre eksisterende fodgængerovergange udgør etablering af midterhelle, forudsat at der ikke skal laves kørebaneudvidelse, flyttes kantsten eller lignende, det billigste af de mulige forbedringer, mens signalregulering af eksisterende fodgængerfelt udgør det dyreste alternativ (Jensen et al., 2010):

Enhedspriser	Kr.
Midterhelle	25.000
Fodgængerfelt i hævet flade	70.000
Etablering af rækværk pr. 100 meter	70.000
Signalregulering af fodgængerfelt	500.000

Kombinationen af en relativ lav pris og en relativ høj sikkerhedsmæssig effekt betyder, at etablering af midterhelle i fodgængerfelt formentlig er det tiltag, der vil finde hyppigst anvendelse, efterfulgt af etablering af hævet flade, mens signalregulering kun vil finde meget begrænset anvendelse. Givet den lave



effekt og den forholdsvis høje omkostning vil signalregulering af eksisterende fodgængerfelt formentlig primært finde sted i forbindelse med, at vigepligtsregulerede kryds ombygges til signalregulerede kryds. I sådanne tilfælde vil signalreguleringen ikke alene være motiveret af ønsket om at forbedre trafiksikkerheden for krydsende fodgængere. Etablering af rækværk gennemføres næppe som selvstændigt tiltag i den forstand, at tiltaget primært forudsættes implementeret ved fodgængerfelter, der signalreguleres, eller hvor der etableres midterhelle eller hævet flade.

Tabel 2 afspejler, at forbedringen af fodgængerfelterne primært er relevant på kommunevejene. Det forudsættes, at kommunerne frem mod 2020 forbedrer i alt 200 eksisterende fodgængerfelter, hvoraf de 160 forbedres ved etablering af midterhelle, mens de resterende 40 forbedres ved etablering af hævet flade. Der ses ikke særskilt på effekter af signalregulering, eftersom det kun vil være ganske få vigepligtsregulerede fodgængerfelter, der signalreguleres alene med henblik på at forbedre trafiksikkerheden for fodgængere, den relativt lave effekt og høje anlægspris taget i betragtning.

Med det forudsatte implementeringsniveau beløber de samlede etableringsomkostninger sig til 6,8 mio. kr.

Et estimat på den forventede skadesbesparelse i 2020 er betinget af, at det er muligt at fremsætte et begrundet estimat på den forventede uhelds- og/eller skadesforekomst i og omkring ikke-signalregulerede fodgængerfelter.

På det foreliggende grundlag er det alene muligt at opgøre en observeret uheldstæthed og skadestæthed for ikke-signalregulerede fodgængerfelter, hvori der er observeret uheld med krydsende fodgængere i perioden 2007-2011. Vurderingen er, at disse tætheder ikke vil være repræsentative for den forventede uhelds- og skadestæthed, hverken for fodgængerfelter generelt eller for de fodgængerfelter, hvori der er observeret uheld med krydsende fodgængere i årene 2007-2011. Således vil den forventede uhelds- og skadestæthed for fodgængerfelter generelt være lavere end i de uheldsramte fodgængerfelter, idet de registrerede uheld og personskader skal sættes i forhold til det samlede antal fodgængerfelter for at repræsentere et estimat på den forventede uhelds- og skadesforekomst i fodgængerfelter. De observerede uheldstætheder vil formentlig også overvurdere den forventede uhelds- og skadestæthed i hovedparten af de uheldsramte fodgængerfelter. Sidstnævnte er begrundet i det forhold, at der i langt hovedparten af de uheldsramte fodgængerfelter blot er observeret et enkelt uheld, hvorfor uheldsforekomsten

skyldes uheldenes tilfældige vandring (migration) snarere end tilstedeværelsen af særlige lokale risikomomenter, der kan begrunde en fokuseret indsats.

Sammenfattende er det vurderingen, at det ikke er muligt at fremsætte et begrundet estimat på den forventede uhelds- og skadestæthed i fodgængerfelter, der kan lægge til grund for et estimat på den forventede skadesbesparelse i 2020.

Etablering af midterhelle samt hævet flade vurderes dog relativt lønsomme ud fra den betragtning, at de lokale sikkerhedsmæssige effekter er relativt høje og anlægsomkostningerne relativt lave.

### **Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag**

Tiltag, der retter sig mod at reducere hastigheden for den motoriserede trafik vil have en gavnlig effekt på trafiksikkerheden for fodgængere i forbindelse med krydsning af vej. De opgjorte effekter af trafiksanering/brugen af hastighedsdæmpende foranstaltninger indeholder reduktioner i antallet af uheld med krydsende fodgængere. I tilfælde, hvor forbedring af fodgængerfelt kombineres med en generel trafiksanering/hastighedsdæmpning af vejstrækningen, vil effekten på antallet af uheld ikke være givet ved summen af de to effekter, idet effekterne vil overlappe hinanden.

Eftersom de opgjorte effekter af hastighedsdæmpende vejtekniske foranstaltninger er opgjort ved effekten for en pakkeløsning af trafiksanerede veje i byområder ved anvendelse af tiltag såsom midterhelle og hævet flade, er det vurderingen, at den estimerede skadesbesparelse for hastighedsdæmpende foranstaltninger, omfatter den sikkerhedsmæssige effekt, der knytter sig til eksisterende fodgængerfelter på veje, der hastighedsdæmpes.

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### **Referencer**

Bowman, B. L. and Vicellio, R. L., *Effects of urban and suburban median types on both vehicular and pedestrian safety*, Transportation Research Record 1445, pp. 169-179

Høye, A., Elvik, R. og Sørensen, M., 2011, *Trafikksikkerhetsvirkninger av tiltak*, TØI rapport 1157/2011, Transportøkonomisk Institutt

Jensen, S. U., 2008, Signalreguleret fodgængerovergang - ny viden om sikkerhedsmæssig effekt, *Dansk Vejtidskrift*, vol. 85, nr. 10, pp. 44-45

Jensen, S. U., Andersson, P. K. og Herrstedt, L., 2010, *Håndbog: Trafiksikker - Effekter af vejtekniske virkemidler*, Vejdirektoratet

Statens Vegvesen, 2007, *Gangfeltkriterier: Veiledning - Håndbok 270*, Statens Vegvesen, Vegdirektoratet

### 3.12.2. Overkørsler i vigepligtsregulerede kryds

**Fokusområder: 5 og 6.**

#### **Beskrivelse**

Overkørsler i prioriterede kryds etableres ved at fortov, eventuelt også cykelsti, føres henover sidevejens tilslutning. Tiltaget bevirker, at sidevejstrafikanter pålægges vigepligt for krydsende fodgængere og cyklister. Overkørsler etableres som oftest på mindre trafikerede sideveje.



Eksempel på overkørsel i Hornslet.

#### **Formål og virkning**

Etableringen af overkørsler på sidevejene sikrer en visuel fremhævelse af krydset og har som sådan til formål at sikre, at sidevejstrafikanterne i højere grad erkender krydset og dets vigepligtsforhold. Overkørslerne kan samtidig have en hastighedsdæmpende effekt på såvel den indkørende trafik fra sidevejene som trafikanter, der kører mod sidevejen, hvilket har en positiv indvirkning på såvel forekomsten af uheld som uheldenes alvorlighedsgrad.

Overkørslerne har især en signifikant effekt på forekomsten af ulykker mellem motorkøretøjer og fodgængere, hvor den sikkerhedsmæssige effekt er større ved 4-benede end 3-benede kryds, ligesom etableringen af overkørsler på sideveje i 4-benede kryds nedbringer antallet af uheld mellem motorkøretøjer på den ene side og cyklister og knallertførere på den anden side. I 3-benede kryds ser etablering af overkørsel ikke ud til at reducere antallet af uheld mellem motorkøretøjer og cyklister (Jensen, 2006).

At etableringen af overkørsler har størst sikkerhedsmæssig gevinst for fodgængerne er også fundet i et veldokumenteret internationalt studie (Gårder et al., 1998). Heri konkluderes det, at etableringen af overkørsler kan give anledning til stigninger i antallet af uheld med motorkøretøjer. At de

sikkerhedsmæssige effekter af overkørsler varierer mellem 3- og 4-benede kryds kan hænge sammen med, at sidevejstrafikanterne i udgangspunktet kan have lettere ved at erkende såvel kryds som deres vigepligt i et 3-benet kryds.

Etablering af overkørsler er relevant i mindre sidevejskryds i byområde, hvor der ønskes en forbedring af fodgængeres trafikikkerhed. Er målet at forbedre sikkerheden for cyklister, peger Jensen (2006) i retning af, at indsatsen med fordel kan koncentreres omkring 4-benede kryds. Et større hollandsk studie anfører, at etablering af hastighedsdæmpende foranstaltning på sidevejen er den mest effektive måde, hvorpå trafikikkerheden for cyklister kan forbedres i prioriterede kryds (Schepers et al., 2011). Studiet belyser dog ikke, hvorvidt effekten varierer med antallet af ben i krydset. Til sammenligning kan der ikke påvises signifikant positive effekter af (rød-) farvede cykelfelter i vigepligtsregulerede kryds – faktisk indikerer studiet, at forekomsten af uheld mellem motorkøretøjer og cyklister øges med dette tiltag.

Etableringen af overkørsler kan kun i begrænset omfang prioriteres på baggrund af forekomsten af uheld med fodgængere og cyklister i mindre sidevejskryds. Tiltaget kan prioriteres ad ruter med mange fodgængere og cyklister – eksempelvis skoleveje.

### **Effekt og potentiale**

Af Jensens (2006) undersøgelse af de sikkerhedsmæssige effekter af at etablere overkørsler i 3- og 4-benede prioriterede kryds fremgår det, at:

Etablering af overkørsel i vigepligtsreguleret 4-benet kryds medfører en reduktion i antallet af uheld, der involverer cyklister og knallert 30 med 25 %, mens antallet af uheld mellem motorkøretøjer og fodgængere falder med ca. 60 %. Antallet af uheld, der involverer motorkøretøjer alene er uændret. Etablering af overkørsel i vigepligtsreguleret 3-benet kryds medfører en reduktion i antallet af uheld mellem motorkøretøjer og fodgængere på 40 %, mens der ikke kan dokumenteres effekter på de øvrige uheld i 3-benede vigepligtsregulerede kryds.

I Jensen et al. (2010) er de fundne effekter af etablering af overkørsel i vigepligtsreguleret kryds generaliseret, idet den stedlige effekt opgøres som vist i tabel 1.

	Uheld med cyklister og knallert 30	Uheld mellem motorkøretøjer og fodgængere
Alle ulykker	- 20 %	- 40 %
Personskade- ulykker	- 20 %	- 40 %
Materielskade- ulykker	- 20 %	- 40 %
Person-skade	- 20 %	- 40 %
Dræbte	- 20 %	- 40 %
Alvorligt tilskade- komne	- 20 %	- 40 %
Lettere tilskade- komne	- 20 %	- 40 %

Tabel 1. Forventet stedlig effekt af etablering af overkørsler i 3- og 4-benede vigepligtsregulerede kryds i byområde (Jensen et al., 2010).

Med henblik på at beskrive den skadesbesparelse, der kan opnås ved etablering af overkørsler i 3- og 4-benede vigepligtsregulerede kryds, er der lavet et udtræk over antallet af tilskadekomne i uheld i 3- og 4-benede vigepligtsregulerede kryds, der kan henføres til uheld, der implicerer cyklister og knallert 30 henholdsvis uheld mellem motorkøretøjer og fodgængere. Det er ikke muligt at lave en sikker identifikation af uheld og personskader, der kan henføres til kryds, hvor der på uheldstidspunktet var etableret overkørsel.

	Uheld med cyklister/ knallert 30		Uheld med motorkøretøj > < fodgænger		Uheld i alt	
	S	K	S	K	S	K
Uheld	154	5.439	22	803	415	12.396
Person- skade- uheld	69	2.329	7	261	125	3.711
Dræbte	4	47	1	14	7	94
Alvorligt tilskade- komne	38	1.307	5	159	73	2.008
Lettere tilskade- komne	27	1.056	1	98	82	2.023

Tabel 2. Uheld og personskader; uheld med cyklist/knallert 30, uheld mellem motorkøretøjer og fodgængere samt uheld i alt i 3- og 4-benede

vigepligtsregulerede kryds i byområde i perioden 2007-2011. S = statsveje, K = kommuneveje.

Der findes ingen opgørelser over antallet 3- og 4-benede vigepligtsregulerede kryds uden overkørsler i sidevejestilslutningerne. Derfor er det ikke muligt at opgøre antallet af kryds, hvori en implementering af tiltaget potentielt kan komme på tale, ligesom det heller ikke er muligt at fremsætte estimater på den gennemsnitlige uhelds- og skadestæthed for de påvirkelige uheldstyper i 3- og 4-benede vigepligtsregulerede kryds.

### **Besparelse og investering**

Omkostningerne ved etablering af overkørsler er opgjort til i størrelsesordenen 60.000 – 70.000 kr. per kryds (Jensen et al., 2010):

Enhedspris	Kr.
Etablering af overkørsel	65.000 pr. kryds

Jensen (2008) har på baggrund af registrerede uheld i vigepligtsregulerede kryds i byområde vurderet, at etablering af overkørsler er samfundsøkonomisk rentabelt i kryds, hvor den observerede uheldstæthed ligger på 0,3 uheld per år per kryds. Følgelig vurderes det, at etableringen af overkørsel er rentabelt i kryds, hvor der er observeret mere end 2 uheld over 5 år i perioden 2007-2011.

I perioden 2007-2011 er der skønsmæssigt registreret 2 eller flere uheld i ca. 1.900 vigepligtsregulerede kryds i byområde. Tallet inkluderer kryds, hvor der er etableret overkørsler samt større såvel som mindre vigepligtsregulerede kryds. Etablering af overkørsel anbefales dog alene i mindre kryds. Mindre kryds er i den forbindelse kryds, hvor sidevejstrafikken er begrænset. Den forventede uheldstæthed stiger med trafikmængden. Følgelig antages det, at kryds, hvor antallet af observerede uheld overstiger 2 over 5 år, ofte vil oppebære så store trafikmængder, at etablering af overkørsel ikke er en mulighed.

I 1.200 kryds er der observeret netop 2 uheld over 5 år. På denne baggrund forudsættes det, at det er muligt og rentabelt at etablere overkørsler i 400 vigepligtsregulerede kryds i byområde, hvor der er i perioden 2007-2011 er observeret 2 uheld. Eftersom antallet af uheld på statsvejnettet i vigepligtsregulerede kryds i byområde er forholdsvist begrænset, forudsættes det, at de 400 kryds alle er beliggende på kommuneveje.

Med det forudsatte implementeringsniveau beløber de samlede etableringsomkostninger sig til 26 mio. kr.

I henhold til Jensen (2008) kan der i kryds, hvor der er observeret 2 uheld over 5 år, i gennemsnit forventes ca. 1,25 uheld/kryds/5 år, svarende til 0,25 uheld/kryds/år.

Det samlede antal forventede uheld per år i de 400 kryds, hvori det forudsættes muligt at etablere overkørsler, kan derfor estimeres til 100 uheld/år. Af tabel 2 fremgår det, at uheld, der involverer cyklister og knallert 30 udgør 43,8 % af alle uheld i vigepligtsregulerede kryds på kommuneveje i byområde. Antages det, at uheld med cyklister og knallertkørere udgør en tilsvarende andel af det forventede antal uheld i vigepligtsregulerede kryds i byområde, ligger det forventede antal uheld med cyklister og knallert 30 i de 400 kryds, hvori der etableres overkørsler, på 43,8 uheld/år. Anlægges en tilsvarende betragtning på uheld mellem motorkøretøjer og fodgængere, ligger den forventede forekomst af uheld mellem motorkøretøjer og fodgængere i de 400 kryds på 6,5 uheld/år.

På dette grundlag kan det forventede antal sparede uheld i de 400 kryds ved etablering af overkørsel estimeres til 11,4 uheld/år i 2020 fordelt på 8,8 uheld med cyklister/knallert 30 og 2,6 uheld mellem motorkøretøjer og fodgængere.

Med henblik på at estimere den forventede skadesbesparelse er det gennemsnitlige antal dræbte, alvorligt og let tilskadekomne per uheld estimeret for uheld registreret i vigepligtsregulerede kryds på kommunevej i byområde, se tabel 3.

	Uheld med cyklister/ knallert 30	Uheld mellem motorkøretøjer og fodgængere	Alle uheld
Dræbte pr. uheld	0,009	0,017	0,008
Alvorligt tilskadekomne pr. uheld	0,240	0,198	0,162
Lettere tilskadekomne pr. uheld	0,194	0,122	0,163

Tabel 3. Gennemsnitligt antal dræbte, alvorligt og let tilskadekomne per uheld opgjort for uheld i prioriterede 3- og 4-benede vigepligtsregulerede kryds på kommunevej i byområde i perioden 2007-2011.



Antages det, at den gennemsnitlige alvorlighedsgrad for de sparede uheld i 2020 svarer til den gennemsnitlige alvorlighedsgrad i perioden 2007-2011, kan den samlede skadesbesparelse opgøres til 4,8 personskader per år, se tabel 4.

	Dræbte	Alvorligt tilskadekomne	Let tilskadekomne	Personskader
Uheld med cyklister/ knallert 30	0,08	2,11	1,71	3,90
Uheld motorkøretøjer < fodgænger	0,05	0,51	0,32	0,88
I alt	0,13	2,62	2,03	4,78

Tabel 4. Forventet antal sparede dræbte, alvorligt og let tilskadekomne per år i 2020 ved etablering af overkørsler i 400 vigepligtsregulerede kryds på kommunevej i byområde.

### Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag

Tiltaget kan have effektoverlap med hastighedsdæmpende vejtekniske foranstaltninger i byområde og "2-1 veje" i landområde, idet effekter af etablering af overkørsler delvist kan være indeholdt i de opgjorte effekter for disse to tiltag. I forhold til sidstnævnte er der taget højde for et muligt effektoverlap, idet de effekter der hidrører krydsene ikke er taget med i estimatet på sparede personskader som følge af implementering af "2-1 veje".

### Ansvarlig for gennemførelse

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### Forfatter

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### Referencer

- Gårder, P., Leden, L. and Pulkkinen, 1998, *Measuring the Safety Effect of Raised Bicycle Crossings Using a New Research Methodology*, Transportation Research Record 1636, pp. 64-70
- Jensen, S. U., 2006, Effekter af overkørsler og blå cykelfelter, Trafitec
- Jensen, S. U., 2008, Effektkatalog: *Viden til bedre trafiksikkerhed*, Trafitec

Jensen, S. U., Andersson, P. K. og Herrstedt, L., 2010, *Håndbog: Trafiksikkerhed - Effekter af vejtekniske virkemidler*, Vejdirektoratet

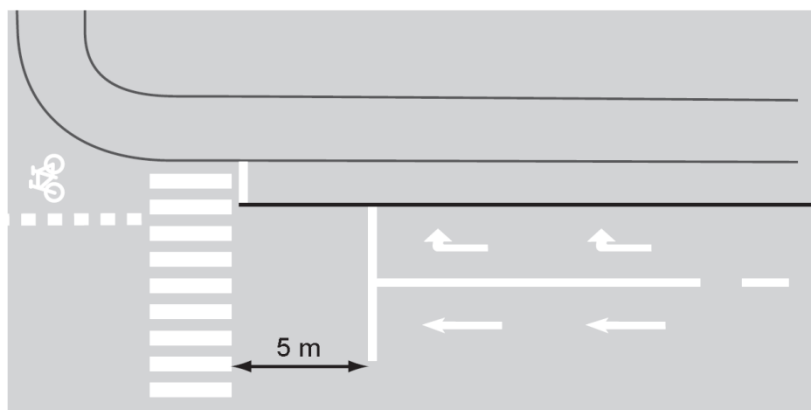
Schepers, J. P., Kroeze, P. A., Sweers, W. and Wüst, J. C., 2011, *Road factors and bicycle-vehicle crashes in unsignalized priority intersections*, *Accident Analysis and Prevention*, vol. 43, pp. 853-861

### 3.12.3. Tilbagetrukket stoplinje

**Fokusområder: 5 og 6.**

#### **Beskrivelse**

Tilbagetrukket stoplinje etableres i signalregulerede kryds ved at trække stoplinjen for bilister 5 meter tilbage i forhold stoplinjen for cyklister og knallertkørere eller til fodgængerfelt, hvis der ikke er cykelsti.



Eksempel på tilbagetrukket stoplinje (Vejdirektoratet, 2011a).

#### **Formål og virkning**

Formålet med etablering af tilbagetrukket stoplinje er at lette især højresvingende bilisters erkendelse af ligeudkørende cyklister og/eller fodgængere i signalregulerede kryds. Ved at trække bilisterne stoplinje 5 meter tilbage i forhold til fodgængerfelt eller stoplinjen for cyklister og knallertkørere, sikres det, at bilisterne får et mere direkte og forbedret udsyn mod cyklister, knallertkørere og fodgængere og derfor i højere grad vil overholde vigepligten.

Effektstudier viser, at tiltaget især reducerer antallet af uheld mellem højresvingende køretøjer og ligeudkørende cyklister (uheldssituation 312) samt uheld mellem højresvingende køretøjer og fodgængere, der krydser vejen fra højre side (uheldssituation 876). Endvidere kan tiltaget medvirke til at nedbringe forekomsten af uheld mellem bilister, der starter for gult eller i tidlig grøn fase, og krydsende fodgængere, der ikke kan nå at rømme krydset i den indlagte mellemtid, samt "rødgængere" (uheldssituation 872) (Jensen et al., 2010).

Tiltaget er relevant i tilfarter med enkeltrettet cykelsti eller -bane i signalregulerede kryds i byområde, hvor der ikke er etableret tilbagetrukket stoplinje, samt på lokaliteter, hvor stoplinjen er trukket kortere tilbage end de 5 meter, som Vejreglerne foreskriver (Vejregelrådet, 2010). Jo kortere stoplinjerne er trukket tilbage, jo mindre oversigtsforbedring og desto mindre

sikkerhedsmæssig effekt. Dybdestudier af cykeluheld viser, at det er nødvendigt at trække stoplinjen for motorkøretøjer ca. 5 meter tilbage, hvis tiltaget skal have en sikkerhedsmæssig effekt på forekomsten af højresvingsulykker med lastbiler. Er stoplinjen trukket kortere tilbage end 5 meter, kan fodgængere og cyklister fortsat være skjult i køretøjets blinde vinkler (Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, 2006).

For at forebygge uheld mellem højresvingende bilister og cyklister/knallertkørere er det relevant at forskyde motorkøretøjernes stoplinje med 5 meter i forhold til cyklisters/knallerterers stoplinje på lokaliteter, hvor der er fremført cykelsti eller -bane. På lokaliteter uden fremført cykelsti eller -bane kan stoplinjen tilbagetrækkes i sin helhed for at forbedre oversigten mod krydsende fodgængere. Det kan eksempelvis være relevant i signalanlæg med mange rødgængere eller i signalanlæg, hvor fodgængerne har problemer med at rømme krydset på grund af korte mellemtider.

Etablering af tilbagetrukket stoplinje, samt tilbagetrækning af eksisterende stoplinje til ca. 5 meter, bør prioriteres på lokaliteter, hvor der er mange højresvingende køretøjer; særligt bør lokaliteter med mange højresvingende lastbiler prioriteres, eftersom uheld mellem lastbiler og lette trafikanter har en høj alvorlighedsgrad (Madsen, 2005). Indsatsen bør fokuseres mod signalregulerede kryds, eftersom signalregulering medfører, at de sekundære konflikter, herunder konflikten mellem højresvingende motorkøretøjer og ligeudkørende cyklister, koncentrerer sig i tid, som følge af signalreguleringen, idet konflikten koncentrerer sig til grønfasen.

I de danske vejregler anbefales tilbagetrukne stoplinjer i signalregulerede kryds med cykelsti i tilfarten og specielt i tilfarter med separat højresvingsbane og en stor mængde cyklister (Vejregelrådet, 2010). Vurderingen er, at tilbagetrækning af stoplinjen er sikkerhedsmæssig bedst, hvis der er etableret separat højresvingsbane (Vejdirektoratet, 2011a). Tilbagetrækning af stoplinje kan dog gennemføres i tilfarter, hvor der ikke er mulighed for at etablere højresvingsspor. Fremført cykelsti eller cykelbane anses dog generelt for at være en sikkerhedsmæssigt dårlig løsning i tilfarter, hvor der er fælles ligeud- og højresvingsbane (Vejregelrådet, 2010). I tilfarter med fælles ligeud- og højresvingsspor og med fremført cykelsti anbefales det, at cykelstien afkortes, og at cykelstiarealet i stedet udnyttes til etablering af separat højresvingsspor (Vejdirektoratet, 2011a).

Et studie af Buch og Jensen (2012) angiver, at etablering af tilbagetrukken stopstreg har en negativ sikkerhedsmæssig effekt, hvis der er 3 eller flere

kørespor i retning mod stoplinjen, og i forlængelse heraf, at det kan være sikkerhedsmæssigt gunstigt ikke at lave tilbagetrækning af stoplinjen foran venstresvingsbaner.

Etablering af tilbagetrukket stoplinje er formentlig mest effektiv i tilfarter, hvor der hyppigt ankommer cyklister/knallertkørere i rødfasen, eftersom den sikkerhedsmæssige effekt er betinget af, at der i tilfarten er cyklister, som er synlige ved cyklisternes stoplinje i starten af grønfasen. Umiddelbart bevirker dette, at tiltaget alt andet lige kan prioriteres i tilfarter i signalregulerede kryds, hvor rødtiden er relativ lang, og hvor der samtidig færdes mange cyklister, idet der i disse tilfarter er forøget sandsynlighed for, at der vil ankomme cyklister i løbet af de enkelte rødfaser.

Tilbagetrukne stoplinjer anvendes i udlandet i en alternativ variant, hvor der etableres et opmarcheareal i hele tilfartssporets bredde foran den tilbagetrukne stoplinje for motorkøretøjer, såkaldte cykelbokse. Konflikt- og adfærdsstudier (Dill et al., 2012) antyder, at disse kan reducere forekomsten af ulykker mellem motorkøretøjer og cyklister, mens andre studier konkluderer, at der hverken kan registreres en positiv eller negativ sikkerhedsmæssig effekt (Sørensen, 2010). I Danmark frarådes brugen af cykelbokse, hvor der er lastbiltrafik (Vejdirektoratet, 2011b). Internationalt er det også påpeget, at cykelbokse er problematiske, når afstanden mellem stoplinjen i cykelboksen og stoplinjen for lastbiler er så kort, at cyklister og knallertkørere skjules i lastbilernes blinde vinkler. Dette aspekt synes ikke at være belyst tilstrækkeligt i de foreliggende konflikt- og adfærdsstudier.

### **Effekt og potentiale**

Sørensen (2010) har gennemført metaanalyse på de sikkerhedsmæssige effekter af etablering af tilbagetrukne stoplinjer. Grundlaget for metaanalyserne er fire evalueringer af den sikkerhedsmæssige effekt af tilbagetrukne stoplinjer. Metaanalyser angiver, at antallet af personskadeuheld reduceres med 16 %, mens antallet af cyklistuheld med personskade reduceres med 19 %. Imidlertid er ingen af reduktionerne statistisk signifikante.

Projekterne, der indgår i metaanalysen, er imidlertid inhomogene i den forstand, at det ene studie (Wheeler et al., 1993) beskriver effekten af etablering af cykelbokse snarere end effekten af etablering af tilbagetrukne stoplinjer. I to andre studier (Jensen og Nielsen, 1999; Jensen, 2002) blev etableringen af tilbagetrukne stoplinjer kombineret med andre afmærkningsmæssige tiltag, hvorfor de fundne effekter ikke afspejler de sikkerhedsmæssige effekter af etableringen af tilbagetrukne stoplinjer alene.

Kun et studie estimerer de sikkerhedsmæssige effekter af tilbagetrukne stoplinjer alene og i studiet påvises en nedgang i antallet af højresvingsulykker indenfor uheldssituation 312 på 35 % (Nielsen, 1993). Studiet er gennemført som et naivt før-efter studie, hvorfor der til eksempel ikke er kontrolleret for den generelle uheldsudvikling. Fejlkilden ved sidstnævnte reduceres dog af det forhold, at der er anvendt før- og efterperioder på kun 1-2 års varighed. Sidstnævnte udgør dog i sig selv en svaghed. På grund den tilfældige variation i de observerede uheldsforekomster anses 1- til 2-årige observationsperioder som værende for korte til, at de observerede uheldsforekomster før og efter kan lægges til grund for estimater på den forventede uheldsforekomster uden henholdsvis med tiltaget implementeret. Normalt anbefales observationsperioder af en varighed på mindst 3 og gerne 5 år, idet de tilfældige variationer i de observerede uheldsforekomster vil udjævnes over tid.

Et større dansk studie af de sikkerhedsmæssige effekter af tilbagetrukne stoplinjer angiver, at etableringen af tilbagetrukne stoplinjer ikke har nogen signifikant positiv sikkerhedsmæssig effekt. Studiet angiver, at antallet af personskader i uheld med motoriserede køretøjer alene stiger, mens der sker et mindre fald i antallet af personskader, der kan henregnes til uheld mellem motorkøretøjer og lette trafikanter kommende fra tilfartsspor, hvori stoplinjen er trukket tilbage (Buch og Jensen, 2012). Studiet baserer sig primært på uheldsdata fra kryds i Københavns Kommune. Her er tilbagetrukne stoplinjer anvendt som massetiltag i signalregulerede kryds med højresvingende biltrafik og cykelfacilitet i tilfartsspor på steder, hvor der ikke er prioriteret og etableret andre tiltag rettet mod at forebygge cyklistuheld – primært højresvingsuheld. Dermed indikerer studiet, at der ikke kan forventes besparelser i antallet af dræbte, alvorligt og let tilskadekomne, hvis tilbagetrukne stoplinjer implementeres som massetiltag i signalregulerede kryds i Danmark.

Imidlertid knytter der sig nogle metodiske svagheder til effektstudiet, der bevirker, at der kan stilles spørgsmål ved, om effektstudiet reelt beskriver den sikkerhedsmæssige effekt knyttet til etableringen af tilbagetrukne stoplinjer. Den sikkerhedsmæssige effekt af tilbagetrukne stopstreger er givet ved forholdet mellem den lokalt forventede uheldsforekomst med etablering af tilbagetrukne stoplinjer implementeret i efterperioden og den forventede uheldsforekomst, som den ville have været i efterperioden, hvis de tilbagetrukne stoplinjer ikke var blevet implementeret. I effektstudiet anvendes de observerede uheldsforekomster i perioden efter implementeringen af de tilbagetrukne stopstreger som eksponent for den forventede uheldsforekomst med tilbagetrukne stoplinjer implementeret. De observerede

uheldsforekomster i førperioden anvendes som grundlag for estimater på den lokalt forventede uheldsforekomst i efterperioden, dersom de tilbagetrukne stopstreger ikke var blevet implementeret. Til sidstnævnte formål introduceres korrektionsfaktorer, der ganges på den observerede uheldsforekomst i førperioden, hvor korrektionsfaktorerne afspejler den ændring i uhelds- og skadesforekomster, der kan henføres til lokale ændringer i biltrafikken samt den generelle uhelds-/skadesudvikling mellem før og efterperioden. Den generelle uhelds-/skadesudvikling beskrives på baggrund af udviklingen i antallet af uheld og personskader over tid i en udvalgt kontrolgruppe. I den konkrete evaluering udgøres kontrolgruppen af de observerede uhelds- og skadesforekomster på det øvrige vejnet, herunder øvrige signalregulerede kryds, prioriterede kryds og vejstrækninger.

Problemet ved det anvendte design er, at kontrolgruppen inkluderer lokaliteter, hvorpå der er gennemført lokale, stedsspecifikke ændringer og trafiksikkerhedstiltag, der kan have påvirket den lokalt forventede uheldsforekomst (i nedadgående retning). Udviklingen i antallet af uheld og tilskadekomster på kontrollokaliteterne afspejler således ikke alene den generelle uheldsudvikling, der kan henføres til bedre og mere sikre biler, kampagneaktiviteter m.v., men også den sikkerhedsmæssige effekt, som kan knyttes til de lokale tiltag, der er implementeret på disse dele af vejnettet. Konsekvensen heraf er, at estimaterne på den forventede uheldsforekomst er for lave i effektstudiet set i forhold til den uheldsforekomst, der kan reelt kan forventes på projektkontrollokaliteterne, når alene den generelle uheldsudvikling tages i betragtning. Når der således ikke kan påvises en sikkerhedsmæssig effekt af de tilbagetrukne stoplinjer, så er det ikke nødvendigvis et udtryk for, at tiltaget ikke har en sikkerhedsmæssig effekt, men snarere et udtryk for, at den sikkerhedsmæssige effekt af stoplinjerne svarer til den sikkerhedsmæssige effekt, der kan knyttes til de lokale, stedsspecifikke ændringer og tiltag, der er implementeret på det øvrige vejnet. Størrelsen på denne fejlkilde er grundlæggende betinget af omfanget, hvori det øvrige vejnet er gjort til genstand for lokale, stedsspecifikke ændringer og trafiksikkerhedstiltag, samt de stedlige effekter af de respektive tiltag, der er implementeret på det øvrige vejnet.

Ydermere ser det ud til, at en række af de lokaliteter, der indgår i effektstudiet er ombygget så sent, at det alene har været muligt at medtage uhelds- og skadesdata for en 2-årig efterperiode, og i lighed med studiet gennemført af Nielsen (1993) kan her stilles spørgsmål ved, om en 2-årig efterperiode er tilstrækkelig lang til at give et retvisende billede af den lokalt forventede uheldsforekomst med tilbagetrukne stoplinjer implementeret.

Jensen (2008) forudsætter, at tilbagetrukne stoplinjer reducerer uheld mellem højresvingende motorkøretøjer og lette trafikanter indenfor uheldssituationerne 312 og 876 med 35 % og uheld mellem motorkøretøjer og lette trafikanter indenfor uheldssituation 872 med 15 %. Forudsætninger hviler på Herrstedt et al. (1994) – og dermed reelt Nielsen (1993) – samt Jensen (1998).

Konklusionen er, at der for nærværende ikke foreligger fyldestgørende dokumentation for de sikkerhedsmæssige effekter knyttet til etablering af tilbagetrukne stoplinjer i signalregulerede kryds i tilfarter med cyklistfacilitet. Umiddelbart er det vurderingen, at de tidligere studier, der er ligger til grund for metaanalysen gennemført af (Sørensen, 2010) og Jensen (2008) tenderer til at overestimere den sikkerhedsmæssige effekt, mens studiet af Buch og Jensen (2012) formentlig tenderer til at underestimere den sikkerhedsmæssige effekt.

Med baggrund i ovenstående er det forudsat i estimatet på den forventede skadesbesparelse, der kan knyttes til yderligere implementering af tilbagetrukne stoplinjer, at tiltaget:

Reducerer antallet af 312-uheld med højresvingende motorkøretøj mod ligeudkørende cyklist eller knallertkører med 10 % i de tilfarter, hvor tiltaget implementeres.

Reducerer antallet af uheld indenfor uheldssituation 876 mellem højresvingende motorkøretøjer og krydsende fodgængere fra højre med 10 % med motorkøretøjer med 10 % fra tilfarter, hvori stoplinjen tilbagetrækkes.

Reducerer antallet af uheld indenfor uheldssituation 872 mellem motorkøretøjer og fodgængere fra venstre med 5 % i de tilfarter, hvori tiltaget implementeres.

Effekten på 312-uheld vil formentlig være større i tilfarter, hvor der færdes mange cyklister, som ankommer indenfor rødfasen og lavere i kryds, hvor cyklisterne i mindre grad ankommer i rødfasen.

Bemærk, at effekten er beskrevet i forhold til alle uheld indenfor de pågældende uheldssituationer, det vil sige personskade- såvel som materielskadeuheld.



Det er anslået, at der i Danmark er cirka 3.000 signalanlæg<sup>1</sup>. Imidlertid findes der ikke sikre opgørelser, der beskriver, hvordan disse signalanlæg fordeler sig på vejbestyrer, henholdsvis hvordan de fordeler sig på 3- henholdsvis 4-benede signalregulerede kryds. Antages det, at der findes 1.000 signalregulerede 3-benede kryds og 2.000 signalregulerede 4-benede kryds betyder det, at der er i alt 11.000 tilfarter, hvori stoplinjen potentielt kan trækkes tilbage. Det potentielle antal er dog reelt 10.000 tilfarter, eftersom tiltaget forudsættes primært at etableres som modtræk mod 312-uheld mellem højresvingende motorkøretøjer og ligeudkørende cyklister, og denne uheldssituation er principielt ikke aktuel i den ene tilfart i de 3-benede kryds.

Med henblik på at vurdere den mulige besparelse i antallet af dræbte, alvorligt og let tilskadekomne, er der lavet en opgørelse over uheld og tilhørende personskader indenfor uheldssituationerne 312, 876 og 872 med motorkøretøjer som element nr. 1 og lette trafikanter (cyklist, knallertkører eller fodgænger) som element nr. 2 i signalregulerede kryds, se tabel 1.

---

<sup>1</sup> Ved Signaldage 2009 angav Steen M. Lauritzen, ITS-afdelingen, Vejdirektoratet, at der på daværende tidspunkt var ca. 2.800 signalanlæg i Danmark.

312-uheld		S	K	I alt	
Uheld	T	17	156	173	876
	F	76	627	703	
Person-skade-uheld	T	8	43	51	272
	F	25	196	221	
Dræbte	T	1	-	1	14
	F	1	12	13	
Alvorligt tilskadekomne	T	4	25	29	155
	F	16	110	126	
Lettere tilskadekomne	T	3	19	22	106
	F	8	76	84	

876-uheld		S	K	I alt	
Uheld	T	-	9	9	69
	F	1	59	60	
Person-skade-uheld	T	-	6	6	38
	F	1	31	32	
Dræbte	T	-	1	1	7
	F	1	5	6	
Alvorligt tilskadekomne	T	-	2	2	18
	F	-	16	16	
Lettere tilskadekomne	T	-	3	3	14
	F	-	11	11	

872-uheld		S	K	I alt	
Uheld	T	-	4	4	28
	F	2	22	24	
Personskade-uheld	T	-	3	3	18
	F	1	14	15	
Dræbte	T	-	-	-	-
	F	-	-	-	
Alvorligt tilskadekomne	T	-	1	1	11
	F	1	9	10	
Lettere tilskadekomne	T	-	2	2	8
	F	-	6	6	

*Tabel 1. Registrerede uheld og personskader indenfor uheldssituationerne 312, 876 og 872 med motorkøretøj som element nr. 1 og let trafikant (cyklist, knallertkører, fodgænger) som element nr. 2 i signalregulerede kryds i perioden 2007-2011. Uheldene er fordelt på hhv. T- og F-kryds samt statslige og kommunale veje (hhv. s og k i tabellen).*

For 312-uheld mellem højresvingende motorkøretøj og ligeudkørende cyklist/knallert er der ydermere lavet en opgørelse over antallet af uheld og relaterede personskader knyttet til tilfarter, hvori der er etableret cyklistfacilitet i form af cykelsti eller -bane, se tabel 2.

312-uheld		S	K	I alt	
Uheld	T	17	146	163	803
	F	72	568	640	
Personskade-uheld	T	8	43	51	243
	F	23	169	192	
Dræbte	T	1	-	1	12
	F	1	10	11	
Alvorligt tilskadekomne	T	4	25	29	139
	F	15	95	110	
Lettere tilskadekomne	T	3	19	22	95
	F	7	66	73	

*Tabel 2. Registrerede uheld og personskader i signalregulerede kryds i perioden 2007-2011 indenfor uheldssituation 312 med motorkøretøj som element nr. 1 og let trafikant (cyklist, knallertkører) som element nr. 2 med cyklist/knallertkører fra tilfart med enkeltrettet cykelsti/bane. Uheldene er fordelt på hhv. T- og F-kryds.*

Sammenholdes tabel 1 med tabel 2, fremgår det, at 312-uheld mellem højresvingende motorkøretøjer og ligeudkørende biler med tilhørende personskader koncentrerer sig på tilfarter i signalregulerede kryds, hvori der er etableret enkeltrettet cykelsti eller enkeltrettet cykelbane. Opgørelserne dokumenterer hermed, at tiltaget, som det også anbefales i vejreglerne, bør prioriteres i signalanlæg i de tilfartsspor, hvor der etableret cykelsti eller cykelbane.

Uheds- og skadestallene i tabel 1 og tabel 2 kan relateres til lokaliteter:

- Hvor der allerede på uheldstidspunktet var etableret tilbagetrukne stoplinjer.
- Hvor der efter det/de registrerede uheld er etableret tilbagetrukne stoplinjer.
- Hvor der allerede på uheldstidspunktet var etableret anden foranstaltning mod 312-uheld (førgrønt for cyklister, afkortet cykelsti).
- Hvor de efter det/de registrerede uheld er etableret anden foranstaltning mod 312-uheld (førgrønt for cyklister, afkortet cykelsti).
- Hvor der ikke etableret modforanstaltninger mod 312-uheld.

I forhold til at vurdere det antal dræbte, alvorlig og let tilskadekomne, der kan spares som følge af en yderligere implementering af tilbagetrukne stoplinjer frem mod 2020, er det umiddelbart relevant at forsøge at isolere det antal tilfarter i signalregulerede kryds med cykelbane eller cykelsti, hvori der ikke er etableret tilbagetrukne stoplinje samt de 312-uheld, der kan relateres hertil. I henhold til vejreglerne bør tiltaget også prioriteres i de tilfarter i de signalregulerede kryds, hvori der er etableret separat højresvingsbane, hvorfor det ligeledes kunne være relevant isolere gruppen af tilfarter med separat højresvingsbane.

Der foreligger ikke samlede oversigter over antallet af tilfarter – fordelt på 3- og 4-benede signalregulerede kryds – hvori der allerede er etableret modforanstaltninger mod 312-uheld. Imidlertid er det vurderingen, at for så vidt angår signalregulerede kryds på statsvejene, så er der som minimum etableret tilbagetrukne stoplinjer i tilfarter, hvori der er etableret cykelsti eller cykelbane. Potentialet for skadesbesparelser som følge af etablering af tilbagetrukne stoplinjer begrænser sig derfor til indsatser på det kommunale vejnet.

Kommunerne har i varierende grad gennemført indsatser for at forebygge 312-uheld mellem ligeudkørende cyklister/knallertkørere og højresvingende motorkøretøjer. Tilbagetrukne stopstreger vurderes at være implementeret lokalt i samtlige kommuner, men omfanget hvori der er implementeret vejtekniske foranstaltninger som modtræk mod 312-uheld varierer kraftigt kommunerne imellem. Af Buch og Jensen (2012) fremgår det, at Københavns Kommune har implementeret lokale foranstaltninger mod 312-uheld mellem motorkøretøjer og cyklister i samtlige tilfarter i signalregulerede kryds med cykelsti eller cykelbane, og at tilbagetrukne stoplinjer eksplicit er implementeret i signalanlæg, hvori der ikke tidligere er prioriteret andre tiltag mod 312-uheld. Her er der således ikke potentiale for at etablere tilbagetrukne stoplinjer i signalregulerede kryds. Ligeledes er det vurderingen, at der særligt i de større bykommuner; Frederiksberg, Aarhus, Odense og Aalborg i omfattende grad er gennemført en tilbagetrækning af stoplinjerne eller alternative foranstaltninger mod 312-uheld, herunder afkortning af cykelsti, i de tilfarter til de større signalregulerede kryds, hvori der findes cykelsti eller cykelbane.

På dette grundlag kan det umiddelbart konkluderes, at det skadesbesparende potentiale, der knytter sig til etableringen af tilbagetrukne stoplinjer, er betragteligt mindre end det potentiale, som tabel 1 og tabel 2 umiddelbart afspejler.

Det er muligt at isolere de 312-uheld mellem højresvingende motorkøretøjer og ligeudkørende cyklister, der er indtruffet på statsvejnettet samt i de større bykommuner og i Cykelbyerne, men eftersom der ikke findes opgørelser over antallet af tilfarter, hvori der er etableret modforanstaltninger mod 312-uheld med cyklister, kan der ikke laves en sikker opgørelse af kryds med tilhørende 312-uheld, hvori en implementering af tilbagetrukne stoplinjer kan komme på tale.

Det vurderes, at antallet af tilfarter i signalregulerede kryds, hvori en implementering kan komme på tale, begrænser sig til 3.000 tilfarter – fordelt på 2.400 tilfarter i 4-benede kryds og 600 tilfarter i 3-benede kryds – alle beliggende på det kommunale vejnet. Vurderingen bygger på følgende forudsætninger:

Der er i alt 3.000 signalregulerede kryds i Danmark fordelt på 2.000 signalregulerede 4-benede kryds og 1.000 signalregulerede kryds 3-benede kryds, hvilket resulterer i 10.000 potentielle tilfarter.

60 % af tilfarterne forudsættes at have cykelsti eller cykelbane etableret i tilfartsspor, svarende til 6.000 potentielt relevante tilfartsspor

Halvdelen af tilfarterne med cykelsti eller cykelbane antages at være gjort til genstand for stedlige tiltag rettet mod at forebygge 312-uheld med cyklister, herunder etablering af tilbagetrukne stoplinjer og afkortet cykelsti, hvor de behandlede lokaliteter omfatter hele statsvejnettet, mens de på kommunevejene primært forventes at være prioriteret i tilfartsspor med cykelsti og cykelbane i signalregulerede kryds i de større byer.

De relevante tilfartsspor fordeler sig med 80 % i 4-benede kryds og 20 % i 3-benede kryds.

### **Besparelse og investering**

De 3.000 tilfartsspor med cykelsti/-bane i signalregulerede kryds, hvori der ikke er implementeret modforanstaltninger mod 312-uheld, er interessante i forhold til såvel tilbagetrækning af stoplinjer som afkortning af cykelsti. Implementeringsniveauet for de to tiltag er derfor gensidigt betinget og er i praksis afhængig af følgende forhold:

Implementeringsomkostningen

Den lokale vejudformning

Cyklisters/knallertkøreres ankomstfordeling

Den lokale forekomst af uheld indenfor uheldssituationerne 872 og 876

Fælles for begge løsninger er, at vejreglerne tilsiger, at de bør prioriteres på lokaliteter, hvor der er separat højresvingsbane. Tilbagetrukne stoplinjer kan etableres, hvor der er fælles ligeud- og højresvingsbane, mens løsningen med afkortet cykelsti kun kan benyttes, hvis der er separat højresvingsspor. Løsningen med afkortet cykelsti begrænser sig dog ikke til tilfarter, hvor der allerede er etableret separat højresvingsbane. Vejdirektoratet (2011a) anbefaler således, at man på lokaliteter med delt ligeud- og højresvingsspor afkorter cykelstien og udnytter det frigivne areal til etablering af højresvingsbane frem for at etablere tilbagetrukne stoplinjer.

Ud fra den betragtning, at den sikkerhedsmæssige effekt af tilbagetrukne stoplinjer er betinget af, at der er cyklister til stede ved grønfasens start, bør denne løsning prioriteres på lokaliteter, hvor cyklisterne ankommer hyppigt i rødfaserne. Ligeledes kan det komme på tale at prioritere denne løsning på lokaliteter, hvor der er registreret uheld indenfor uheldssituationerne 872 og 876 som følge af den potentielt gunstige effekt, som tilbagetrækningen af stoplinjerne har på disse uheld.

På dette grundlag er det antaget, at der frem mod 2020 etableres tilbagetrukne stoplinjer i yderligere 1.500 tilfarter med cykelsti/-bane i signalregulerede kryds. De behandlede tilfarter antages at fordele sig på 300 tilfarter i 3-benede kryds og 1.200 i 4-benede kryds.

Med henblik på at fastsætte et realistisk implementeringsniveau er der indhentet information om enhedspriserne for etablering af tilbagetrækning af stoplinje.

Enhedspriser	
Tilbagetrækning af stoplinje for motorkøretøjer i signalregulerede kryds:	5.000 kr./tilfart

Med det anførte implementeringsniveau bliver implementeringsomkostningerne 7,5 mio. kr.

Bemærk, at den opgivne enhedspris baserer sig på den forudsætning, at stoplinjen for motorkøretøjer umiddelbart kan trækkes 5 meter tilbage i forhold til cyklisternes stoplinje. I praksis kan en forskydning af stoplinjen betyde, at det er nødvendigt at flytte tilstedeværelsesspøler i tilfartssporene, at højre- og venstresvingsbaner må forlænges og at signalgruppeplanen må ændres som

følge af forlængede passage-/rømningstider for motorkøretøjerne. I så fald vil implementeringsomkostningerne være væsentligt højere.

I forhold til at kunne estimere den samlede skadesbesparelse i 2020 er det nødvendigt at fastlægge den forventede forekomst af uheld indenfor uheldssituation 312 mellem højresvingende motorkøretøj og ligeudkørende cyklist samt uheld indenfor uheldssituationerne 872 og 876 i de 1.500 tilfarter, hvori stoplinjerne trækkes tilbage.

På grund af de lave implementeringsomkostninger forudsættes det, at 1.400 tilfarter får afkortet cykelstien som et massetiltag, svarende til, at implementeringen ikke skyldes ophobning af højresvingsuheld, men gennemføres som et præventivt tiltag. I forhold til at estimere den forventede skadesbesparelse for disse 1.400 lokaliteter antages det:

At den forventede forekomst af 312-uheld i de tilfarter, der behandles, kan beskrives ud fra den gennemsnitlige tæthed af 312-uheld med motorkøretøj som element nr. 1 og cyklist/knallertkører som element nr. 2 i signalregulerede kryds i perioden 2007-2011 med cyklist/knallertkører fra tilfart med cykelsti/-bane. Uheldstætheden estimeres ved at dividere det gennemsnitlige antal kortlagte 312-uheld/år i 3- og 4-benede kryds med henholdsvis 1.200 og 4.800 svarende til det forudsatte antal tilfarter i 3- og 4-benede kryds med cykelsti eller cykelbane i tilfarten, se tabel 4.

At antallet af sparede dræbte, alvorligt og let tilskadekomne per sparet 312-uheld kan beskrives ved det gennemsnitlige antal dræbte, alvorligt og let tilskadekomne per registreret 312-uheld i perioden 2007-2011.

At den forventede forekomst af 872- og 876-uheld kan beskrives ud fra den gennemsnitlige tæthed af disse uheld i signalregulerede kryds i perioden 2007-2011. Den gennemsnitlige tæthed af disse uheld estimeres for såvel 3- som 4-benede kryds ved at dividere antallet af registrerede uheld indenfor uheldssituationerne med 3.000 henholdsvis 8.000 svarende til antallet af tilfarter fordelt på 3- og 4-benede kryds. (Antallet af tilfarter adskiller sig fra antagelsen vedrørende 312 uheld, da det ikke er muligt at identificere 872 og 876 uheld i forhold til, hvorvidt der er cykelsti eller cykelbane).

At antallet af sparede dræbte, alvorligt og let tilskadekomne per 872- henholdsvis 876-uheld kan beskrives ved det gennemsnitlige antal dræbte, alvorligt og let tilskadekomne per 872- henholdsvis 876-uheld i perioden 2007-2011.



	Uheld		Tilfarter		Tæthed	
	T	F	T	F	T	F
<b>312</b>	163	640	1.200	4.800	0,0271	0,0267
<b>872</b>	4	24	3.000	8.000	0,0003	0,0006
<b>876</b>	9	60	3.000	8.000	0,0006	0,0015

*Tabel 3. Gennemsnitlig uheldstæthed for 312-uheld, 872-uheld og 876-uheld med motorkøretøj som element nr. 1 og let trafikant (cyklist, knallertkører, fodgænger) som element nr. 2 i signalregulerede kryds i perioden 2007-2011. Opgørelsen for uheldssituation 312 omfatter alene uheld i signalanlæg, hvor cyklist/knallertkører kommer fra enkeltrettet cykelsti/-bane.*

I beregningerne er der ydermere forudsat, at den gennemsnitlige tæthed af 312-uheld er 30 % lavere end den gennemsnitlige uheldstæthed i perioden 2007-2011 i de tilfarter, hvorpå der implementeres tilbagetrukne stoplinjer frem mod 2020. Argumentet herfor er, at lokaliteter, der tegner sig for de højeste tætheder af uheld indenfor uheldssituation 312, er de tilfartsspor, der primært er gjort til genstand for en implementering af modforanstaltninger i perioden 2007-2011. Reduktionen i den gennemsnitlige tæthed på 312-uheld er således en afspejling af, at tiltaget frem mod 2020 implementeres i tilfarter, der afvikler mindre mængder af cykeltrafik end de lokaliteter, der allerede er udbedret, hvorfor uheldstætheden alt andet lige vil være lavere.

Endvidere er det vurderingen, at i de endnu ubehandlede tilfarter, der tegner sig for forekomster af højresvingsulykker, som overstiger det forventede niveau, vil dyrere og mere effektive tiltag såsom afkortning af cykelsti blive prioriteret. Dog antages det, at tilbagetrækningen af stoplinjen i de resterende 100 tilfarter sker på baggrund af observerede forekomster af højresvingsulykker med cyklister. For disse lokaliteter forudsættes en gennemsnitlig tæthed af 312-uheld med cyklister og knallertkører på 0,05 uheld/år/tilfart.

Med afsæt i ovenstående er det forventede antal sparede uheld (personskade- og materielskadeuheld) i 2020 indenfor de respektive uheldssituationer estimeret, se tabel 4.

	Uheldsbesparelse	
	T-kryds	F-kryds
312-uheld	0,632	2,491
872-uheld	0,004	0,036
876-uheld	0,018	0,180
<b>Sum</b>	0,654	2,706
<b>Total</b>	3,361	

*Tabel 4. Forventet uheldsbesparelse (person- og materielskadeuheld) i 2020 som følge af implementering af tilbagetrukne stoplinjer i yderligere 300 tilfarter i signalregulerede 3-benede kryds og yderligere 1.200 tilfarter i signalregulerede 4-benede kryds. Uheldene er fordelt på hhv. T- og F-kryds.*

Den forventede skadesbesparelse estimeres ud fra den estimerede uheldsbesparelse og på baggrund af det gennemsnitlige antal dræbte, alvorligt tilskadekomne og let tilskadekomne per uheld registreret indenfor uheldssituationerne 312, 872 og 876 i perioden 2007-2011 fordelt på 3- og 4-benede signalregulerede kryds, se tabel 5. Bemærk, at der for 312-uheldenes vedkommende tages udgangspunkt i alvorlighedsgraden af uheld registreret i kryds med cykelsti eller cykelbane i tilfarten.

	Dræbte/ uheld		Alvorligt til- skadekomne/ Uheld		Let tilskade- komne/ Uheld	
	T-kryds	F-kryds	T-kryds	F-kryds	T-kryds	F-kryds
312-uheld	0,006	0,017	0,178	0,172	0,135	0,114
872-uheld	-	-	0,250	0,417	0,500	0,250
876-uheld	0,111	0,100	0,222	0,267	0,333	0,183

*Tabel 5. Gennemsnitligt antal dræbte, alvorligt og let tilskadekomne per uheld (person- og materielskadeuheld) indenfor de respektive uheldssituationer estimeret på baggrund af det registrerede antal uheld og tilskadekomster i uheld med motorkøretøj som element nr. 1 og cyklist, knallertkører, fodgænger som element nr. 2 i signalregulerede kryds i perioden 2007-2011. Bemærk, at for 312-uheld er opgørelsen baseret på registrerede uheld og personskader i uheld, hvor cyklist/knallertkører kommer fra tilfart med cykelsti eller cykelbane.*

Den forventede skadesbesparelse kan på dette grundlag estimeres til 1,1 personskader i 2020, se tabel 6.

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Let tilskadekomne	
	T-kryds	F-kryds	T-kryds	F-kryds	T-kryds	F-kryds
312-uheld	0,004	0,043	0,113	0,428	0,085	0,284
872-uheld	-	-	0,001	0,015	0,002	0,009
876-uheld	0,002	0,018	0,004	0,048	0,006	0,033
<b>Sum</b>	0,006	0,061	0,118	0,491	0,093	0,326
<b>Total</b>	0,067		0,609		0,419	

Tabel 6. Forventet skadesbesparelse i 2020 som følge af implementering af tilbagetrukne stoplinjer i yderligere 300 tilfarter i signalregulerede 3-benede kryds og yderligere 1.200 tilfarter i signalregulerede 4-benede kryds. Uheldene er fordelt på hhv. T- og F-kryds.

### Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag

Der findes konkurrerende alternativer til tilbagetrækningen af stoplinjer, herunder etablering af separat cyklistsignal, førgrønt for cyklister og afkortning af cykelsti, ligesom der i flere kommuner afprøves alternative opmærksomhedsskabende foranstaltninger, der skal henlede høresvingende bilisters opmærksomhed mod cyklister på cykelstien. Etablering af afkortet cykelsti og tilbagetrækning af stoplinje er gensidigt udelukkende tiltag. Der er taget højde for dette forhold i fastsættelsen af implementeringsomfanget for de tilbagetrukne stoplinjer.

Etablering af førgrønt samt tilbagetrækning af stoplinjen gennemføres undertiden i kombination. Særligt anbefales kombinationen, hvis der ikke er mulighed for at trække stoplinjen for motorkøretøjer tilbage med de anbefalede 5 meter. Den lokale effekt af at etablere førgrønt for cyklister sidestilles normalt med den stedlige effekt af tilbagetrukne stoplinjer, da førgrønt giver cyklisterne mulighed for at køre tidligere frem og dermed markere sig tydeligere for bilisterne. Etablering af førgrønt er dog betydelig dyrere end etablering af tilbagetrukne stoplinjer. Følgelig vurderes det, at etablering af førgrønt stort set udelukkende vil komme på tale i kryds, hvor den forventede uheldsforekomst ligger væsentligt over normalen, og hvor det ikke er muligt at tilbagetrække stoplinjen de anbefalede 5 meter.

Den estimerede skadesbesparelsen er estimeret under forudsætning af, at tilbagetrukne stopstreger fortrinsvis implementeres som massetiltag på lokaliteter, der ikke tidligere er prioriteret i forhold til andre tiltag rettet mod at forebygge 312-uheld, og hvor løsningen ikke kombineres med førgrønt for

cyklister. Endvidere er det forudsat, at stoplinjerne trækkes de anbefalede 5 meter tilbage. Det kan ikke udelukkes, at der kan opnås større besparelser per investeret krone, hvis tiltaget i højere grad kan målrettes lokaliteter med høje forekomster af 312-uheld ved grønfasens begyndelse.

På en lang række af de lokaliteter, hvorpå der i dag er etableret tilbagetrukne stoplinjer, er stoplinjen for motorkøretøjerne trukket mindre end 5 meter tilbage. Det kan ikke udelukkes, at der kan være yderligere skadesbesparelser forbundet med at tilbagetrække stoplinjen til de anbefalede 5 meter på disse lokaliteter. Imidlertid foreligger der ikke opgørelser på den sikkerhedsmæssige effekt af eksempelvis at tilbagetrække en stoplinje fra 2 til 5 meter. Følgelig er der ikke regnet på den sikkerhedsmæssige effekt, der kan opnås gennem yderligere tilbagetrækning af de tilbagetrukne stoplinjer, der ikke lever op til anbefalingen.

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### **Referencer**

- Buch, T. S. og Jensen, S. U., 2012, Sikkerhedseffekter af tilbagetrukne stopstreger: Før-efter uheldsevaluering af 123 signalregulerede kryds, Trafitec
- Dill, J., Monsere, C. M. and McNeill, N., 2012, *Evaluation of bike boxes at signalized intersections*, Accident Analysis and Prevention, vol. 44, pp. 126-134
- Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, 2006, *Ulykker mellem højresvingende lastbiler og ligeudkørende cyklister*, Rapport nr. 4, Havarikommissionen for Vejtrafikulykker
- Herrstedt, L., Nielsen, A. M., Ágústson, L., Krogsgaard, K. M. L., Jørgensen, E. og Jørgensen, N. O., 1994, *Cyklisters Sikkerhed i byer*, Vejdirektoratet rapport 10, Vejdirektoratet
- Jensen, S. U., 1998, *Fodgængeres trafiksikkerhed*, Rapport 130, Vejdirektoratet
- Jensen, S. U. og Nielsen, M. A., 1999, *Sikkerhedseffekter af nye vejudformninger for cyklister*, Notat nr. 63, Vejdirektoratet
- Jensen, S. U., 2002, *Mere sikker på cykel i Randers – Før-og-efter uheldsevaluering*, Notat nr. 5, Danmarks Transportforskning
- Jensen, S. U., 2008, *Effektkatalog: Viden til bedre trafiksikkerhed*, Trafitec
- Jensen, S. U., Andersson, P. K. og Herrstedt, L., 2010, *Håndbog: Trafiksikkerhed – Effekter af Vejtekniske Virkemidler*, Vejdirektoratet

Madsen, J. C. O., 2005, Skadesgradsbaseret sortpletudpegning – Fra Crash Prevention til Loss Reduction i de danske vejbestyrelses trafikikkerhedsarbejde, Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet

Nielsen, M. A., 1993, *Cyklisters sikkerhed forbedret*, Dansk Vejtidskrift, Årgang 70, nr. 1, pp. 9-10

Sørensen, M., 2010, Oppmerkningstiltak for sykler i bykryss – Internasjonale erfaringer og effektstudier, TØI rapport 1068/2010, Transportøkonomisk Institut

Vejdirektoratet, 2011a, Tiltag i signalregulerede kryds: Undgå Højresvingsulykker, Vejdirektoratet

Vejdirektoratet, 2011b, Håndbog: Trafiksikkerhedsprincipper – Anlæg og Planlægning, Vejreglerådet, Vejdirektoratet

Vejreglerådet, 2010, *Byernes Trafikarealer: Hæfte 4 – Vejkryds*, Vejreglerådet, Vejdirektoratet

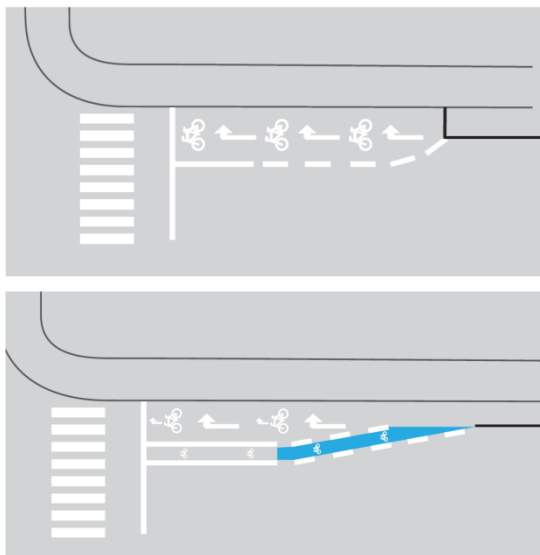
Wheeler, A. H., Leicester, M. A. A. and Underwood, G., 1993, *Advanced stoplines for cyclists*, Traffic Engineering and Control, vol. 34, no. 2, pp. 54-60

### 3.12.4. Afkortede cykelstier

#### Fokusområde: 6.

##### Beskrivelse

Afkortet cykelsti etableres i tilfarterne til signalregulerede kryds med separat højresvingbane og fremført cykelsti, idet cykelstien/-banen afkortes 15-25 meter før krydset (stoplinjen). Tiltaget findes i to grundvarianter. I det ene tilfælde afkortes cykelstien, så cyklisterne uanset retning i krydset fortsætter i en højresvingbane med den højresvingende biltrafik, idet højresvingbanen markeres med cykelsymbol (variant A). I det andet tilfælde afkortes cykelstien, men fortsættes i en cykelbane mellem højresvingbanen og ligeudbanen tiltænkt de ligeudkørende og venstresvingende cyklister i tilfarten (variant B). Cykelbanen kan være etableret med blåt cykelfelt, som skal medvirke til at øge opmærksomheden mellem højresvingende bilister og ligeudkørende cyklister (Vejdirektoratet, 2011).



Principskitser af afkortet cykelsti (Vejdirektoratet, 2011). Variant A til venstre og variant B til højre.

##### Formål og virkning

Formålet med at afkorte cykelstien er at øge bilisternes og cyklisternes gensidige opmærksomhed på hinanden. Ved at afkorte cykelstien før krydset, bliver cyklisterne og bilisterne bragt tættere sammen og i samme niveau med henblik på at øge den gensidige opmærksomhed. I variant A skal højresvingende bilister og ligeudkørende cyklisterne flette med hinanden, hvilket potentielt bidrager til en øget opmærksomhed disse to grupper imellem. I variant B med etablering af cykelbane skabes efter afkortningen af cykelstien en krydsningszone mellem ligeudkørende cyklister og højresvingende bilister. I begge udformninger er tiltaget således målrettet mod

at nedbringe forekomsten af uheld mellem ligeudkørende cyklister og højresvingende motorkøretøjer (312-uheld). Etableringen af cykelfelt mellem ligeud- og højresvingssporet har ligeledes til formål at sikre, at venstresvingende bilister fra modstående tilfart i højere grad erkender vigepligten for ligeudkørende cyklister, så risikoen for venstresvingsuheld nedbringes (uheldssituation 410).

Det fremhæves i flere sammenhænge, at afkortningen af cykelstien og det forhold, at tiltaget bringer cyklisterne tættere på bilisterne, giver anledning til forøget utryghed blandt cyklisterne, og at det er den øgede utryghed, der for cyklisternes del ligger til grund for den øgede opmærksomhed på bilisterne med en deraf følgende positiv sikkerhedsmæssig effekt (Pfeifer, 1999; Agerholm et al., 2008). Desuden flyttes konfliktpunktet længere væk fra krydset, hvilket medfører færre konfliktsituationer, da cyklister og bilister ankommer mere spredt til konfliktpunktet.

Afkortning af cykelsti er et muligt tiltag i 3- og 4-benede signalregulerede kryds i byområde i bestræbelserne på at modvirke højresvingsulykker med cyklister. Tiltaget er et alternativ til etablering af tilbagetrukne stoplinjer for motorkøretøjerne. Tilbagetrukne stoplinjer er primært effektivt i forhold til at modvirke 312-uheld i forbindelse med faseskift fra rødt til grønt, og effekten er som sådan betinget af, at der er cyklister, der holder for rødt. Den sikkerhedsmæssige effekt af afkortning af cykelsti er ikke på samme måde betinget af, at der er cyklister, der ankommer i rødfasen. Hvor tilbagetrækning af stoplinjen alene tegner relevant på lokaliteter, hvor cyklisterne overvejende ankommer i rødfasen, tegner tiltaget således også virkningsfuldt i situationer, hvor cyklisterne ankommer for grønt.

Hastighedsniveauet bør tages i betragtning før etablering af afkortet cykelsti. Løsningen med afkortet cykelsti kombineret med etablering af cykelbane mellem ligeud- og højresvingssporet er alene aktuel for lokaliteter, hvor hastigheden er 50 km/t eller lavere (Vejdirektoratet, 2011).

I signalregulerede kryds anses fremførte cykelstier som værende en sikkerhedsmæssig dårlig løsning, hvis der er etableret fælles ligeud- og højresvingsbane (Vejreglerådet, 2010). I sådanne situationer anses det for trafikikkerhedsmæssigt bedst at afkorte cykelstien og omdanne det tidligere cykelstiareal til en separat højresvingsbane.

Som sådan foreligger der to typetilfælde for etablering af afkortet cykelsti i eksisterende signalanlæg:

- Etablering af afkortet cykelsti i tilfartsspor, hvor der allerede er etableret separat højresvingbane.
- Etablering af afkortet cykelsti i tilfartsspor i kombination med samtidig etablering separat højresvingsspor.

### **Effekt og potentiale**

I Høye et al. (2011) anføres det, at etablering af afkortede cykelstier i 3- og 4-benede signalregulerede kryds giver en nedgang i antallet af cyklistuheld med personskaade på 31 %. Estimatet på den forventede effekt baseres primært på et dansk studie, hvori forekomsten af uheld med cyklister og knallertkørere i 51 tilfarter med afkortede cykelstier i signalregulerede kryds forholdes til forekomsten af uheld med cyklister og knallertkørere i 51 sammenlignelige tilfarter i signalregulerede kryds, hvor cykelstien er fremført til motorkøretøjernes stoplinje (Pfeifer, 1999). Pfeifer (1999) konkluderer, at tilfarter med afkortet cykelsti har signifikant færre 312-uheld end i kryds, hvor cykelstien er ført frem til stoplinjen. I forhold til 410-uheld kunne det ikke entydigt konkluderes, at kryds med afkortet cykelsti har signifikant færre 410-uheld med cyklister end i kryds med fremført cykelsti. Studiet er gennemført som et med/uden studie, hvor hver lokalitet med afkortet cykelsti er parret med en sammenlignelig referencelokalitet med fremført cykelsti. Den forventede effekt af de afkortede cykelstier er herefter beskrevet ved en metaanalyse, hvori de observerede uheldsforekomster på lokaliteterne med afkortet cykelsti er forholdt til uheldsforekomsterne på lokaliteterne med fremført cykelsti (Pfeifer, 1999). Evalueringen omfatter begge varianter af afkortet cykelsti, men lokaliteterne, hvor cykelstien afkortes og cyklisterne føres ud i højresvingbanen, er klart i overtal, hvorfor evalueringens beskrivelse af den sikkerhedsmæssige effekt primært knytter sig til denne variant af afkortet cykelsti. Imidlertid er det uklart, hvorvidt evalueringen omfatter lokaliteter, hvor der på forhånd er etableret separat højresvingsspor, eller om evalueringen omfatter lokaliteter, hvor cykelstien er afkortet i forbindelse med en samtidig etablering af separat højresvingbane. Forudsætningen for, at studiet af Pfeifer (2009) afspejler den sikkerhedsmæssige effekt af etablering af afkortet cykelsti, er, at projekt- og referencelokaliteterne er sammenlignelige på alle parametre med indflydelse på uheldsrisikoen afkortningen af cykelstien fraregnet. Ud fra den foreliggende dokumentation er det ikke muligt præcist at vurdere, hvorvidt lokaliteterne er sammenlignelige. Med afsæt i denne usikkerhed er et mere konservativt bud på den sikkerhedsmæssige effekt af afkortning af cykelsti, hvor cyklisterne føres ud i højresvingbanen, en 15 % reduktion i antallet af personskaadeuheld med cyklister i den tilfart, hvori tiltaget implementeres (Høye et al., 2011).



Der foreligger én ældre dansk evaluering samt flere udenlandske evalueringer af de sikkerhedsmæssige effekter af at etablere cykelfelt mellem ligeud- og højresvingbanen (Sørensen, 2010). I dokumentationen for disse skelnes der ikke systematisk mellem, om tiltaget er implementeret på lokaliteter, hvor eksisterende cykelsti eller cykelbane er afkortet eller på lokaliteter, hvor der ikke findes cykelsti. Det danske effektstudie kan ikke påvise en signifikant positiv eller negativ sikkerhedsmæssig effekt knyttet til etablering af cykelbane mellem ligeud- og højresvingssporet alene (Nielsen, 1995).

I estimatet på den stedlige effekt af etablering af afkortede cykelsti antages det, at etableringen af afkortet cykelsti reducerer forekomsten af personskadeuheld med cyklister og knallertkørere kommende fra de tilfarter, hvori cykelstien afkortes med 15 % for alle kombinationer af tiltaget. Det vil sige, at der antages en effekt på 15 % ved såvel variant A som variant B, ligesom effekten på 15 % antages at være gældende, både når afkortningen af cykelsti sker i tilfarter, hvor der allerede er separat højresvingsspor, samt i tilfarter hvor afkortningen af cykelsti gennemføres i kombination med etablering af separat højresvingsspor. Effekten er ikke fordelt på skadesgrad.

Der er gennemført et udtræk over antallet af personskadeuheld med tilhørende personskader fordelt på alvorlighedsgrad i perioden 2007-2011 med cyklister og knallertkørere i signalregulerede 3- og 4-benede kryds, hvor de uheldsimplicerede cyklister og knallertkørere kommer fra en tilfart, hvori der er etableret cykelsti, se tabel 1.

	Personskadeuheld		Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Let tilskadekomne	
	T	F	T	F	T	F	T	F
Statsvej	10	40	1	2	5	25	4	13
Kommunevej	123	390	2	13	68	224	56	165
I alt	133	430	3	15	73	249	60	178
	563		18		322		238	

*Tabel 1. Personskadeuheld og tilhørende personskader i personskadeuheld med cyklister og knallertkørere i signalregulerede kryds, hvor uheldsimpliceret cyklist/knallertkører kommer fra tilfart med cykelsti, i perioden 2007-2011.*

Opgørelsen i tabel 1 omfatter uheld, der er indtruffet på lokaliteter, hvorpå der allerede er etableret tiltag møntet på at forebygge særligt 312-uheld mellem højresvingende motorkøretøjer og ligeudkørende cyklister. Desuden er

inkluderet lokaliteter, hvor der er etableret alternative tiltag, såsom tilbagetrukne stoplinjer, samt lokaliteter, hvor cykelstien allerede er afkortet. Principielt er det muligt at identificere personskadeuheld, der er indtruffet i tilfartsspor, hvor cykelstien på uheldstidspunktet allerede er afkortet. Men det ikke er muligt at isolere de uheld, der er indtruffet på lokaliteter, hvor der er etableret alternative vejtekniske tiltag møntet på at reducere især forekomsten af højresvingsulykker med cyklister, eksempelvis førgrønt for cyklister og tilbagetrukne stoplinjer. Antallet af uheld, hvor det i politiets registreringer er anført, at der er etableret afkortet cykelsti begrænser sig til 4 personskadeuheld. Det reelle antal er formentlig højere, og at der ikke er registreret flere er efter alt at dømme et udtryk for en registreringsfejl. På denne baggrund vurderes det derfor, at det i praksis ikke er muligt at identificere de personskadeuheld, der er indtruffet på lokaliteter, hvor der allerede er etableret afkortede cykelstier.

Der findes ikke opgørelser over, hvor mange tilfarter der for nuværende har afkortede cykelstier eller andre alternative tiltag møntet på at forebygge højresvingsulykker med cyklister. Følgelig er det ikke muligt at fordele de registrerede personskadeuheld i signalanlæg med cyklister/knallertkørere fra tilfart med cykelsti på tilfarter, hvor der er implementeret lokale tiltag møntet på at forebygge højresvingsulykker med cyklister henholdsvis tilfarter, hvor der ikke er implementeret tiltag møntet på at forebygge højresvingsulykker, og hvor en afkortning af cykelstien derfor kan komme på tale.

De 563 personskadeuheld fordeler sig på ca. 500 signalregulerede 3- og 4-benede kryds med cykelsti i mindst én tilfart, hvilket afspejler, at der er forholdsvis få kryds med koncentrationer af de relevante personskadeuheld. Formentlig er der allerede etableret foranstaltninger mod højresvingsulykker med cyklister i de kryds, der tegner sig for de højeste koncentrationer. Høje koncentrationer er således ikke nødvendigvis et udtryk for, at der ikke er implementeret modforanstaltninger, men er formentlig et udtryk for, at der færdes store cyklistmængder på de pågældende lokaliteter. Lokaliteterne der tegner sig for de højeste koncentrationer, er således også primært kryds, som er beliggende i Københavns Kommune og oppebærer store mængder cykeltrafik. Ifølge Buch og Jensen (2012) har Københavns Kommune i vid udstrækning netop implementeret lokale tiltag rettet mod at forebygge højresvingsuheld med cyklist i tilfarter til signalregulerede kryds, hvori der er etableret cykelsti.

At antallet af personskadeuheld i signalregulerede kryds, hvor cyklister/knallertkørere kommer fra en tilfart med cykelsti, koncentrerer sig på

ca. 500 signalregulerede kryds, indikerer samtidig, at for størstedelen af tilfarterne med cykelsti i signalregulerede kryds er der *ikke* registreret personskaueheld med cyklister og knallertkørere i årene 2007-2011. Under tiltaget tilbagetrukne stoplinjer er det vurderet, at der i dag er ca. 3.000 tilfartsspor med cykelbane eller cykelsti, hvorpå en etablering af enten tilbagetrukne stoplinjer eller afkortet cykelsti kan være relevant. Vurderingen hviler på følgende antagelser:

- At der i alt er cirka 10.000 tilfartsspor til signalregulerede kryds, hvori højresvingsulykker med cyklister potentielt kan forekomme.
- At 60 % af tilfarterne – 6.000 – er udstyret med enten cykelsti eller cykelbane.
- At der i halvdelen af tilfartssporene allerede er implementeret lokale tiltag rettet mod at forebygge højresvingsulykker med cyklister.

Det er under tiltaget tilbagetrukne stoplinjer vurderet, at der etableres tilbagetrukne stoplinjer i 1.500 tilfarter. Der er således potentielt 1.500 tilfarter tilbage, som kan være relevante i forhold til afkortet cykelsti.

### **Besparelse og investering**

Etablering af afkortet cykelsti og tilbagetrækning af stoplinjen for motorkøretøjer forudsættes at være gensidigt udelukkende. Hvorvidt det ene tiltag prioriteres lokalt frem for det andet, vurderes at være betinget af:

- Implementeringsomkostningen
- Den lokale vejudformning
- Cyklisters/knallertkøreres ankomstfordeling
- Den lokale forekomst af uheld indenfor uheldssituationerne 872 og 876

Tilbagetrækning af stoplinjer kan implementeres, hvor der alene er cykelbane i tilfartssporet, og hvor der ikke er separat højresvingsbane. I modsætning hertil begrænser afkortningen af cykelsti sig naturligt til tilfarter, hvor der er cykelsti, ligesom tiltaget kun kan anvendes, hvis der enten forefindes et separat højresvingsspor, eller hvis dette etableres i kombination med afkortningen af cykelstien. Ydermere vurderes afkortning af cykelsti i højere grad til at være relevant på lokaliteter, hvor højresvingsulykkerne omfatter cyklister, der ankommer i løbet af grønfasen.

Blandt de 1.500 potentielle tilfarter forudsættes det, at der etableres afkortet cykelsti i 200 tilfarter til signalregulerede kryds, og at disse alle er beliggende i kryds på kommuneveje. Således er det under beskrivelsen af tiltaget

tilbagetrukne stoplinjer vurderet, at der er implementeret lokale foranstaltninger mod højresvingsulykker i samtlige signalregulerede kryds på statsvejnettet med cykelsti eller -bane i tilfartssporet. Dette svarer til, at kommunerne hver især gennemfører afkortning af 2 cykelstier i tilfarter til signalregulerede kryds frem mod 2020. Det forudsættes, at 160 af tilfarterne er beliggende i 4-benede signalregulerede kryds og 40 i 3-benede signalregulerede kryds.

Prisen på afkortning af eksisterende cykelsti varierer fra projekt til projekt alt efter hvilken variant, der vælges samt afhængig af, om der på forhånd er etableret højresvingsbane, eller om der etableres højresvingsbane i forbindelse med afkortningen af cykelstien. Prisseksempler ligger i intervallet 100.000 kr. til 350.000 kr. (Vejkryds.dk). Den gennemsnitlige enhedspris for tiltaget er på denne baggrund vurderet til 200.000 kr./tilfart.

Enhedspriser	
Afkortning af fremført cykelsti ved signalreguleret kryds:	200.000 kr./tilfart

Med det forudsatte implementeringsniveau beløber de samlede etableringsomkostninger sig til 40 mio. kr.

En præcis beregning af den forventede skadesbesparelse knyttet til afkortningen af cykelsti i 500 signalregulerede tilfarter er betinget af, at det forventede antal personskadeuheld med cyklister/knallertkørere fra tilfarten kan bestemmes. Imidlertid foreligger der hverken uheldsmodeller eller andet, der beskriver den forventede forekomst af personskadeuheld i signalregulerede kryds med cyklist eller knallert fra tilfart med fremført cykelsti.

I stedet er det som grundlag for beregningen af skadesbesparelsen valgt at tage afsæt i et estimat på den gennemsnitlige tæthed af personskadeuheld med cyklister og knallertkørere i tilfarter med cykelsti i perioden 2007-2011. Der tages afsæt i det i tabel 1 angivne antal registrerede personskadeuheld. Et estimat på den gennemsnitlige tæthed per tilfart forudsætter, at antallet af signalregulerede tilfarter med cykelsti i tilfartssporet fastlægges. Imidlertid findes der ikke opgørelser over antallet af signalregulerede tilfarter med cykelstier.

Til formålet er det derfor antaget, at der i Danmark findes i alt 4.950 tilfarter til signalregulerede kryds med cykelsti i tilfartssporet. Antagelsen hviler på følgende forudsætninger:

Der er i alt 3.000 signalregulerede kryds i Danmark, fordelt på 2.000 signalregulerede 4-benede kryds henholdsvis 1.000 signalregulerede 3-benede kryds svarende til i alt 11.000 tilfartsspor.

I 60 % af tilfartssporene er der etableret cykelsti eller cykelbane – i alt 6.600 tilfartsspor.

Af de 6.600 tilfartsspor med cykelsti eller cykelbane er 75 % udstyret med cykelsti svarende til 4.950 tilfartsspor.

De 4.950 tilfartsspor med cykelsti fordeler sig med 3.600 i 4-benede signalregulerede kryds og 1.350 i 3-benede signalregulerede kryds.

Tætheden af personskadeuheld i signalanlæg, der involverer cyklist eller knallertkører fra tilfart med cykelsti er herefter estimeret ved at dividere det samlede antal registrerede uheld af denne type fordelt på 3- og 4-benede signalregulerede kryds med 1.350 henholdsvis 3.600. De resulterende tætheder fremgår af tabel 2.

Personskadeuheld		Antal tilfarter		Tæthed af personskadeuheld	
T	F	T	F	T	F
133	430	1.350	3.600	0,0197	0,0239

*Tabel 2. Gennemsnitlig tæthed af personskadeuheld i signalregulerede kryds med uheldsimpliceret cyklist eller knallertkører fra tilfart med cykelsti. Tæthed udtrykt som antal personskadeuheld/år/tilfart.*

Som omtalt er der i en stor andel af de signalregulerede kryds med cykelsti eller cykelbane i tilfarten allerede etableret lokale foranstaltninger med henblik på at forebygge ulykker i kryds mellem motorkøretøjer og cyklister, idet der særligt har været fokus på tiltag, som kan forebygge højresvingsulykker. Det er vurderingen, at implementeringen af disse tiltag har været fokuseret mod tilfarter, der oppebærer store mængder cykeltrafik samt lokaliteter, hvor der har været observeret koncentrationer af uheld, der involverer cyklister. Det svarer til, at indsatserne hidtil er gennemført på de lokaliteter, der tegner sig for de højeste uheldstætheder.

I forhold til den fremadrettede indsats betyder dette, at uheldstæthederne må forventes at være lavere på de lokaliteter, hvorpå der gennemføres en afkortning af cykelstien frem mod 2020. Det antages:

- At i 100 tilfarter afkortes cykelstien på baggrund af uheldsforekomsten og den forventede gennemsnitlige tæthed af personskadeuheld med cyklister/knallertkører her ligger på 0,05 personskadeuheld/år/tilfart.
- At i 100 tilfarter afkortes cykelstien som et massetiltag, hvorfor den gennemsnitlige tæthed af personskadeuheld med cyklister/knallertkører sættes til 70 % af den gennemsnitlige tæthed af personskadeuheld med cyklist/knallertkører i perioden 2007-2011.

Indsatsen fordeles i begge tilfælde med indsatser i 80 tilfarter i 4-benede signalregulerede kryds og 20 tilfarter i 3-benede signalregulerede tilfarter.

Der er ikke vurderet på omfanget hvori de forskellige varianter af tiltaget implementeres, ligesom der heller ikke er vurderet på omfanget hvori etableringen af afkortet cykelsti sker i tilfarter, hvor der allerede er etableret separat højresvingsbane henholdsvis tilfarter, og hvor afkortningen kombineres med samtidig etablering af separat højresvingsbane.

Med en 15 % reduktion i forekomsten af personskadeuheld med cyklist eller knallertkører i tilfarterne, hvor cykelstien afkortes, opnås en årlig besparelse i antallet af personskadeuheld på 1,12 i 2020 fordelt med en besparelse på 0,32 personskadeuheld i 3-benede signalregulerede kryds og 0,80 personskadeuheld i 4-benede signalregulerede kryds.

Med henblik på at omregne besparelsen i antallet af personskader til det forventede antal sparede dræbte, alvorligt og let tilskadekomne, er det gennemsnitlige antal dræbte, alvorligt og let tilskadekomne per personskadeuheld for uheldstypen estimeret, se tabel 3.

Dræbte/ personskade- uheld		Alvorligt tilskadekomne/ personskadeuheld		Let tilskadekomne/ personskadeuheld	
T	F	T	F	T	F
0,023	0,035	0,549	0,579	0,451	0,414

*Tabel 3. Gennemsnitligt antal dræbte, alvorligt og let tilskadekomne per personskadeuheld i perioden 2007-2011 i personskadeuheld i signalregulerede kryds med uheldsimpliceret cyklist eller knallertkører fra tilfart med cykelsti.*

Antages den gennemsnitlige alvorlighedsgrad på de sparede uheld i 2020 at ligge på samme niveau som i perioden 2007-2011 opnås en samlet årlig besparelse i 2020 på 1,15 personskader, se tabel 4. Besparelsen ligger alene på det kommunale vejnet.

Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Let tilskadekomne	
T	F	T	F	T	F
0,01	0,03	0,17	0,46	0,14	0,33

Tabel 4. Forventet skadesbesparelse i 2020 som følge af afkortning af 200 cykelstier i tilfarter til signalregulerede kryds.

### Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag

Tilbagetrækning af stoplinjer og førgrønt for cyklister er mulige alternativer til at afkorte cykelstien. I beregningen af den forventede skadesbesparelse af afkortet cykelsti er det forudsat, at der ikke gennemføres tilbagetrækning af stoplinje eller etableres førgrønt på de lokaliteter, hvor afkortning af cykelsti forudsættes implementeret. Estimatet på den forventede skadesbesparelse af tiltaget rummer således ikke effektoverlap med disse tiltag.

Estimatet på de forventet skadesbesparelse hviler på en forudsætning om, at tiltaget implementeres i 200 tilfarter. I 100 tilfælde er det forudsat, at tiltaget er gennemført på baggrund af en forventet uheldsforekomst over gennemsnittet, mens det i de resterende 100 tilfælde er gennemført som massetiltag uafhængig af uheldsforekomsten. Dersom tiltaget i praksis i højere grad kan målrettes mod signalanlæg, hvor den forventede forekomst af personskadeuheld med cyklister/knallertkørere fra tilfart med cykelsti er højere end forudsat, vil uhelds- og skadesbesparelsen og dermed også omkostningseffektiviteten af tiltaget være højere.

### Ansvarlig for gennemførelse

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### Forfatter

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### Referencer

Agerholm, N., Caspersen, S. and Lahrmann, H., 2008, *Traffic safety on bicycle paths results from a new large scale Danish Study*, Proceedings International Cooperation Theories and Concepts in Traffic Safety

Høye, A., Elvik, R. og Sørensen M. W. J., 2011, *Trafikksikkerhetsvirkninger av tiltak*, TØI rapport 1157/2011, Transportøkonomisk Institutt

Nielsen, M. Aa., 1995, *Cyklisters sikkerhed i byer*, Dansk Vejtidskrift, Vol. 72, No. 8, pp. 8-11

Pfeifer, J. P. C., 1999, *Sikkerhed for cyklister i kryds*, Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet (afgangsprojekt)

Sørensen, M. W. J., 2010, *Oppmerkningstiltak for sykler i bykryss*, TØI rapport 1068/2010, Transportøkonomisk Institutt

Vejdirektoratet, 2011, *Tiltag i signalregulerede kryds: Undgå højresvingsulykker*, Vejdirektoratet

Vejkryds.dk, webside; [www.vejkryds.dk/priseksemples/](http://www.vejkryds.dk/priseksemples/), Vejdirektoratet, information om anlægspris aflæst d. 6/3 2013.

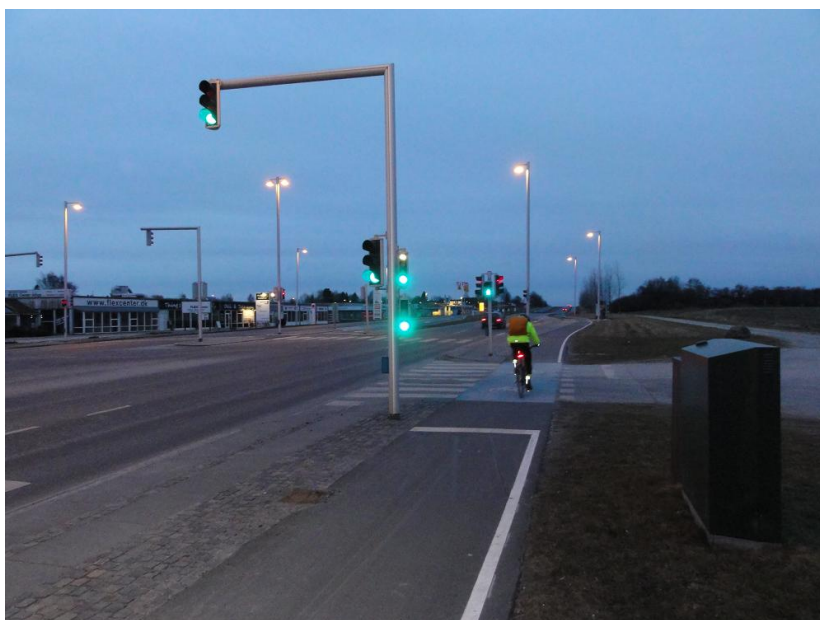


### 3.13. Signaltekniske forbedringer

**Fokusområder: 5 og 6.**

#### **Beskrivelse**

Etablering af signaltekniske forbedringer i kryds bevirker, at der opstår større visuel opmærksomhed på cyklister og knallertførere, eller at disse tidsmæssigt separeres fra den øvrige (svingende) trafik, så konflikter undgås. Udover ændringer af selve signalanlægget kan de signaltekniske forbedringer kombineres med geometriske ændringer af krydset. De rent signaltekniske forbedringer omfatter i udgangspunktet; faseseparatoring af cykel- og bilstrømme, førgrønt for cyklister og forlænget mellemtid. Tiltagene har været anvendt i Danmark i flere år.



Eksempel på separat cyklistsignal på Grenåvej ved Aarhus.

#### **Formål og virkning**

Signalanlæg har den fordel, at de primære konflikter, det vil sige konflikter mellem trafikanter, hvis kørsels- og gangretning krydser hinanden, separeres i tid. Omvendt har de den negative effekt, at de sekundære konflikter koncentrereres i tid. Dette betyder, at eksponeringen for uheld mellem højre- og venstresvingende motorkøretøjer på den ene side, og ligeudkørende cyklister og knallertkørere på den anden side øges, fordi det tidsrum, hvori de trafikale manøvrer kan gennemføres, er begrænset til grønfasen. I signalanlæg er det derfor relevant at fokusere på tiltag, som kan reducere forekomsten af i første række 312-uheld og 410-uheld mellem motorkøretøjer og cyklister/knallerter.

Signalteknisk kan 312-uheld og 410-uheld med cyklister og knallertkørere samt uheld mellem svingende motorkøretøjer og fodgængere forebygges ved etablering af *separat højre- henholdsvis venstresvingfase* for biltrafikken. Herved fase-separeres svingende motorkøretøjer fra de ligeudkørende cyklister og knallertkørere samt fodgængere. Etablering af separate faser har den konsekvens, at omløbstiden øges, hvilket generelt forøger forsinkelserne i krydsene. Etablering af separate svingfaser forudsætter, at der i krydsene er etableret separate svingbaner for de strømme, der ønskes fase-separeret.

Etablering af *separate cyklistsignaler* giver mulighed for helt eller delvist at tidsseparere cyklister og knallertkørere fra de øvrige strømme i krydset. Tiltaget medfører en reduceret kapacitet for de motoriserede strømme i krydset. Separate cyklistsignaler udnyttes normalt til at give cyklisterne i tilfarten *førgrønt*, idet grønfasen for cyklisterne typisk indledes 1 – 2 sekunder før grønfasen for den motoriserede strøm fra samme tilfart. Herved gives cyklisterne et tidsmæssigt forspring, der giver cyklisterne mulighed for at markere sig tydeligere i trafikbilledet overfor højre- og venstresvingende bilister, og tiltaget kan dermed sikre, at svingende bilister i højere grad erkender og overholder deres vigepligt. Den sikkerhedsmæssige effekt er betinget af, at der er cyklister ved stoplinjen ved starten af grønfasen for cyklisterne. Separate cyklistsignaler implementeres også af fremkommelighedshensyn. Med separat cyklistsignal er der til eksempel mulighed for at lade cyklisterne svinge til højre, når rødfasen er aktiveret for biltrafikken i samme tilfart. Omvendt kan separate cyklistfaser også anvendes til at give cyklisterne *førrødt*, så svingende biltrafik lettere kan afvikles.

*Forlængelse af mellemtiden* kan være et relevant tiltag på lokaliteter for at sikre, at fodgængere og cyklister kan nå at rømme krydset, inden der gives grønt for motorkøretøjer i tværretningen. Tiltaget kan være relevant på lokaliteter, hvor der er problemer med, at cyklister og knallertkørere kører over for gult/rødt samt lokaliteter, hvor fodgængerfasen er kort. En generel forlængelse af mellemtiden reducerer krydsenes kapacitet. I kryds med separate cyklistsignaler kan der etableres *førrødt* for cyklisterne for at sikre, at disse kan nå at rømme krydset, før det gives grønt signal i tværretningen. Traditionelt er uheld med fodgængere søgt modvirket i eksisterende signalanlæg netop ved at afslutte fodgængernes grønne fase så tidligt, at de kan nå at rømme fodgængerfeltet for faseskift til grønt i tværretningen.

Signaltekniske forbedringer målrettet cyklister er relevante i både byområder og i åbent land, men potentialet må antages at være størst i byområder, hvor

de fleste lette trafikanter færdes. Til gengæld er hastighedsniveauet typisk højere i signalregulerede kryds i åbent land.

### **Effekt og potentiale**

Der foreligger en del studier, der dokumenterer de generelle trafiksikkerhedsmæssige gevinster af signaltekniske forbedringer som eksempelvis etableringen af separate svingfaser for motorkøretøjer (Wang and Abdel-Aty, 2008; Høye et al., 2011). Sværere er det imidlertid at finde egentlige/gode effektstudier, der dokumenterer og kvantificerer tiltagens effekt på forekomsten af uheld med cyklister.

Etablering af *separat venstresvingfase* er særlig interessant i forhold til at forbedre trafiksikkerheden for cyklister i kryds, eftersom der er tale om et tiltag, som kan målrettes uheld mellem venstresvingende motorkøretøjer og ligeudkørende cyklister fra modstående tilfart (410-uheld). Løsningen anbefales generelt i signalanlæg med mange uheld indenfor uheldssituation 410, ligesom løsningen i særlig grad anbefales i kryds med to eller flere tilfartsspor for ligeudkørende trafik. Eftersom tiltaget faseparerer de venstresvingende motorkøretøjer fra de øvrige strømme har tiltaget en potentiel positiv indflydelse på forekomsten af uheld indenfor indtil flere andre uheldssituationer udover uheldssituation 410, herunder uheldssituationerne; 420, 877 og 878.

I de foreliggende studier af den sikkerhedsmæssige effekt af etableringen af separat venstresvingfase er effekterne imidlertid ikke opgjort særskilt for de enkelte uheldssituationer, ligesom der heller ikke foreligger estimater på effekten på uheld med lette trafikanter; knallertkørere, cyklister og fodgængere. Høye et al. (2011) beskriver på baggrund af en metaanalyse den sikkerhedsmæssige effekt i forhold til antallet af uheld med venstresvingende motorkøretøjer. Den forventede effekt af etablering af separat venstresvingfase opgøres til en signifikant reduktion på 58 % i antallet af uheld med venstresvingende motorkøretøjer i de kryds, hvor der etableres separat venstresvingfase. Effekten er opgjort i forhold til etablering af bundet venstresvingfase med anvendelse af 3-pils venstresvinglanterne, hvor venstresvingfasen er fuldstændig separeret fra de øvrige strømme i krydset. En hyppig anvendt variant er opsætning af 1-pils venstresvinglanterne. Venstresvingfasen afvikles her parallelt med grønfasen for ligeudkørende, idet grøntiden for venstresvingfasen via venstresvingspilen forlænges, så der etableres en kortvarig separat venstresvingfase. Den sikkerhedsmæssige effekt af denne variant er mere beskedne og opgøres af Elvik et al. (2009) til at reducere antallet af uheld med venstresvingende køretøjer med 10 %.

I det nedenstående vurderes den mulige skadesbesparelse af etablering af separat venstresvingfase i forhold til uheld med knallertkørere og cyklister samt fodgængere i signalregulerede kryds. I den forbindelse forudsættes det, at antallet af uheld indenfor uheldssituation 410 mellem venstresvingende motorkøretøjer og ligeudkørende cyklister og knallert 30 reduceres med 58 %. Tilsvarende forudsættes det, at antallet af uheld mellem venstresvingende motorkøretøjer og fodgængere indenfor uheldssituationerne 877 og 878 reduceres med 58 %.

Der foreligger ikke studier, der særskilt opgør, hvordan etableringen af *separat højresvingfase* for motorkøretøjer påvirker forekomsten af uheld mellem højresvingende bilister og ligeudkørende cyklister indenfor uheldssituation 312, ligesom der heller ikke foreligger studier, der dokumenterer effekten på forekomsten af uheld mellem højresvingende motorkøretøjer og fodgængere indenfor uheldssituationerne 875 og 876. Eftersom særligt 312-uheldene søges forebygget gennem især tilbagetrækning af stoplinjen for motorkøretøjerne, er den skadesbesparende virkning af etablering af separat højresvingsbane ikke forsøgt opgjort.

Der foreligger ikke studier, der særskilt dokumenterer, hvordan etableringen af *førgrønt* for cyklister påvirker forekomsten af uheld med cyklister og knallertkørere. Traditionelt antages det, at effekten af at etablere førgrønt for cyklister kan sidestilles med effekten af at etablere tilbagetrukken stoplinje. Fælles for begge tiltag er, at de tjener til at tydeliggøre tilstedeværelsen af ligeudkørende cyklister i forhold til højresvingende motorkøretøjer. For begge tiltag gælder tillige, at effekten knytter sig til starten af grønfasen, og at den sikkerhedsmæssige effekt er betinget af, at der befinder sig cyklister ved stoplinjen ved begyndelsen af cyklisternes grønne fase. Følgelig antages det, at etableringen af førgrønt for cyklister reducerer forekomsten af 312-uheld mellem højresvingende motorkøretøjer og ligeudkørende cyklister og knallertkørere med 10 % i de tilfarter, hvor der etableres førgrønt.

De foreliggende sikkerhedsmæssige effekter af at *forlænge mellemtiden* i signalregulerede kryds er af ældre dato. Effekten af forlænget mellemtid er opgjort til 55 % reduktion i det samlede uheldstal (Jensen, 2008). Effekten er formentlig væsentlig overdrevet, idet effekten påregnes at knytte sig til indsatser i kryds, hvor mellemtiden er kort, og hvor der er registreret mange uheld under faseskift. Grundet manglen på mere repræsentative estimater på den sikkerhedsmæssige effekt er der ikke udarbejdet et estimat på den

forventede skadesbesparelse i 2020 som følge af forlængelse af mellemtider i signalregulerede kryds.

Med henblik på at opgøre den forventede skadesbesparelse knyttet til cyklist-, knallert- og fodgængeruheld som følge af etablering af *separate venstresvingsfaser* i signalregulerede kryds, er der lavet et udtræk over uheld i signalregulerede kryds med venstresvingende motorkøretøjer og cyklister/knallertkørere indenfor uheldssituation 410 og uheld med venstresvingende motorkøretøjer og fodgængere indenfor uheldssituationerne 877 og 878, se tabel 1.

Uhelds- og skadesopgørelsen i tabel 1 omfatter signalanlæg med såvel som uden separat venstresvingsfase. Antallet af signalregulerede kryds i Danmark ligger på ca. 3.000, hvoraf ca. 1.000 skønnes at være 3-benede signalregulerede kryds, og de resterende 2.000 4-benede signalregulerede kryds. Der findes ingen samlet dokumentation for, hvor stor en del af disse, der er etableret med separat venstresvingsfase.

410-uheld		S	K	I alt	
Uheld	T	4	109	113	610
	F	32	465	497	
Person-skade-uheld	T	3	46	49	260
	F	16	195	211	
Dræbte	T	-	1	1	3
	F	-	2	2	
Alvorligt tilskadekomne	T	-	27	27	153
	F	11	115	126	
Lettere tilskadekomne	T	3	20	23	107
	F	5	79	84	

877-uheld		S	K	I alt	
Uheld	T	1	24	25	161
	F	8	128	136	
Personskade-uheld	T	1	12	13	84
	F	6	65	71	
Dræbte	T	-	-	-	4
	F	-	4	4	
Alvorligt tilskadekomne	T	-	5	5	41
	F	2	34	36	
Lettere tilskadekomne	T	1	7	8	42
	F	4	30	34	

878-uheld		S	K	I alt	
Uheld	T	1	18	19	135
	F	2	114	116	
Personskade-uheld	T	1	9	10	70
	F	2	58	60	
Dræbte	T	-	-	-	5
	F	-	5	5	
Alvorligt tilskadekomne	T	1	6	7	35
	F	1	27	28	
Lettere tilskadekomne	T	-	3	3	31
	F	1	27	28	

*Tabel 1. Registrerede uheld og personskader indenfor uheldssituationerne 410, 877 og 878 i perioden 2007-2011 med motorkøretøj som element nr. 1 og let trafikant (cyklist, knallertkører, fodgænger) som element nr. 2 i signalregulerede kryds i perioden 2007-2011. Uheldene er fordelt på hhv. T- og F-kryds.*

I forhold til tiltaget *etablering af førgrønt* for cyklister udgøres potentialet for uhelds- og skadesbesparelser af uheld og relaterede personskader i signalregulerede kryds indenfor uheldssituation 312 med motorkøretøj som element nr. 1 og med cyklist eller knallertkører fra tilfart med cykelsti eller cykelbane som element nr. 2. De registrerede uheld ses i tabel 2.

Tabel 2 omfatter uheld indtruffet i tilfarter, hvor der er etableret modtræk mod 312-uheld, herunder førgrønt for cyklister, tilbagetrukne stoplinjer og afkortet cykelsti. Der findes ingen opgørelser over antallet af tilfartsspor til signalregulerede kryds, hvori der er etableret modforanstaltninger mod 312-uheld. Under tiltaget *tilbagetrukne stoplinjer* (tiltag 3.13.3) er det vurderet, at der er i alt 6.000 tilfarter til signalregulerede kryds, hvori der er etableret cykelsti eller cykelbane, og at der i halvdelen af tilfarterne er etableret modforanstaltninger mod 312-uheld.

312-uheld		S	K	I alt	
Uheld	T	17	146	163	803
	F	72	568	640	
Person-skade-uheld	T	8	43	51	243
	F	23	169	192	
Dræbte	T	1	-	1	12
	F	1	10	11	
Alvorligt tilskadekomne	T	4	25	29	139
	F	15	95	110	
Lettere tilskadekomne	T	3	19	22	95
	F	7	66	73	

*Tabel 2. Registrerede uheld og personskader i signalregulerede kryds i perioden 2007-2011 indenfor uheldssituation 312 med motorkøretøj som element nr. 1 og let trafikant (cyklist, knallertkører) som element nr. 2 med cyklist/knallertkører fra tilfart med enkeltrettet cykelsti/bane. Uheldene er fordelt på hhv. T- og F-kryds.*

### **Besparelser og investering**

Etableringen af *separat venstresvingsfase* omfatter sædvanligvis alene krydsets primærretning. I 3-benede signalregulerede kryds omfatter etableringen af separat venstresvingsfase alene 1 tilfart – tilfarten i primærretningen, hvorfor venstresving er muligt – mens etableringen af separat venstresvingsfase i 4-benede signalregulerede kryds normal omfatter venstresvingsbanerne i de to ben i krydsets primærretning.

Prisen for etablering af separate venstresvingsfaser i 4-benede signalregulerede kryds er i Jensen et al. (2010) opgjort til ca. 1.000.000 DKK. Der foreligger ikke enhedspriser for etableringen af separat venstresvingsfase

for 3-benede kryds. Enhedsprisen vurderes til 600.000 DKK. Priserne kan variere betydeligt i forhold til hvorvidt der etableres helle mellem venstresvings- og gennemfartsspor, antallet af lanterner og øvrige lokale forhold.

Omkostningerne for *etablering af førgrønt* afhænger af antallet af tilfarter i det enkelte kryds, hvori der skal etableres førgrønt. Anlægsprisen vurderes til at ligge intervallet 150.000 (1 tilfart) – 400.000 DKK (fire tilfarter) (Jensen, 2008). Med andre ord ligger prisen per tilfart på 50.000 – 75.000 DKK/tilfart.

Enhedspriser	
Separat venstresvingsfase – 3-benede signalregulerede kryds	600.000 kr.
Separat venstresvingsfase – 4-benede signalregulerede kryds	1.000.000 kr.
Førgrønt for cyklister	50.000 - 75.000 kr./tilfart

Omkostningen ved etablering af *separat venstresvingsfase* er forholdsvis høj, men løsningen tegner attraktiv på lokaliteter, hvor der er en forhøjet risiko for 410-uheld mellem venstresvingende og ligeudkørende grundet den høje effekt på forekomsten af uheld med venstresvingende motorkøretøjer. I forhold til etableringen af separat venstresvingsbane vil beslutningen ikke alene blive truffet på baggrund af den forventede forekomst af venstresvingsuheld, der involverer lette trafikanter, men også på baggrund af den samlede forekomst af venstresvingsuheld. Ligeledes vil hensynet til fremkommeligheden veje tungt i den konkrete prioritering af tiltaget.

Som grundlag for at vurdere den skadesbesparende effekt af etableringen af separate venstresvingsfaser i 2020 forudsættes det, at der frem mod 2020 etableres separate venstresvingsbaner i samlet 100 signalregulerede kryds. Indsatsen forventes at være koncentreret omkring de større signalregulerede kryds i byområde, hvor cykeltrafikken er relativ høj. Indsatsen forventes særligt koncentreret omkring de 4-benede signalregulerede kryds, da antallet af uheld/kryds/år med venstresvingende motorkøretøjer er højere for 4-benede end 3-benede kryds. Det forudsættes, at der etableres separate venstresvingsfaser i 90 4-benede og 10 3-benede signalregulerede kryds. Der er ikke foretaget en nærmere fordeling på stats- og kommuneveje.

De samlede omkostninger knyttet til etablering af separat venstresvingsfase beløber sig til 96 mio. kr.



Etableringen af *førgrønt for cyklister* forventes kun gennemført i meget begrænset omfang frem mod 2020. Anledningen er, at anlægsomkostningen er markant højere end det nært beslægtede tiltag tilbagetrukne stoplinjer. Følgelig vurderes det, at vejbestyrelserne vil prioritere etablering af tilbagetrukne stoplinjer over etableringen af *førgrønt for cyklister*. Anvendelsen vil formentlig begrænse sig til tilfarter, hvor der er en forhøjet risiko for 312-uheld involverende cyklister og knallertkørere, og hvor det ikke er muligt at forskyde stoplinjerne for motorkøretøjerne med de anbefalede 5 meter. Etableringen af *førgrønt for cyklister* som modtræk mod højresvingsulykker er på den baggrund overslagsmæssigt vurderet til et sted mellem 20 og 40 tilfarter.

Et præcist estimat på den forventede skadesbesparelse knyttet til etablering af *separat venstresvingsfase* i signalanlæg kræver, at det er muligt at fastlægge den forventede uheldsforekomst af uheld med venstresvingende køretøjer indenfor uheldssituationerne 410, 877 og 878. Der foreligger ikke uheldsmodeller eller lignende, der muliggør et estimat på den forventede forekomst af disse uheld.

Med henblik på at kunne give et estimat på skadesbesparelsen tages der i stedet udgangspunkt i den gennemsnitlige observerede tæthed af uheld i signalregulerede kryds i årene 2007-2011. Der ses kun på uheld indenfor uheldssituation 312 med motoriseret køretøj som element nr. 1 og cyklist/knallertkører som element nr. 2 samt det gennemsnitlige observerede antal uheld indenfor uheldssituationerne 877 og 878 med motorkøretøj som element nr.1 og fodgænger som element nr. 2. Tæthederne er konkret estimeret ved at dividere de observerede uheldsforekomster i 3- og 4-benede kryds med 1.000 henholdsvis 2.000 svarende til det forudsatte antal signalregulerede 3- og 4-benede kryds. Resultatet ses i tabel 3.

Uheldssituation	Observerede uheld 2007-2011		Antal signalregulerede kryds		Uheldstæthed Uheld/kryds/år	
	T	F	T	F	T	F
410	113	497	1000	2000	0,023	0,050
877	25	136	1000	2000	0,005	0,014
878	19	116	1000	2000	0,004	0,012

Tabel 3. Gennemsnitlig tæthed af uheld i signalregulerede kryds indenfor uheldssituationerne 312, 877 og 878 med motorkøretøj som element nr. 1 og cykel/knallert henholdsvis fodgængere som element nr. 2.

Det forudsættes, at tiltaget implementeres i de større kryds i byområde, som benyttes af større mængder af cykeltrafik og derfor typisk også er etableret med cykelsti eller cykelbane. Den gennemsnitlige uheldstæthed er estimeret på tværs af alle signalanlæg, herunder også signalanlæg, der i mindre grad trafikeres af cyklister og knallertkørere. Derfor forventes det, at den forventede tæthed af uheld mellem venstresvingende motorkøretøjer og lette trafikanter er højere end de estimerede gennemsnitlige uheldstætheder.

I estimatet på den forventede uhelds- og skadesbesparelse relateret til uheld indenfor uheldssituationerne 410, 877 og 878 med cyklister, knallertkørere og fodgængere forudsættes det derfor, at den forventede forekomst af disse uheld i de kryds, hvor tiltaget implementeres, svarer til det dobbelte af den observerede uheldstæthed i perioden 2007-2011.

På grundlag af disse forudsætninger forventes en samlet reduktion i antallet af uheld af førnævnte type i 2020 på 8,2 uheld, se tabel 4. Uheldsbesparelsen er omsat til en forventet skadesbesparelse ud fra en antagelse om, at det gennemsnitlige antal dræbte, alvorligt og let tilskadekomne per sparet uheld svarer til det gennemsnitlige antal dræbte, alvorligt og let tilskadekomne per uheld i perioden 2007-2011, se tabel 5. Følgelig bliver den samlede besparelse i antallet af tilskadekomne i 2020 på 3,8 personskader, se tabel 6.

Bemærk, at oveni denne besparelse kommer sparede personskader i uheld mellem venstresvingende motorkøretøjer og øvrige motorkøretøjer i krydsene, hvor der etableres separat venstresvingsfase. De opgjorte effekter her omfatter alene personskader relateret til venstresvingsuheld med cyklister, knallertkørere og fodgængere som element nr. 2.

Uhelds-situation	Uheldstæthed		Implementerings-niveau		Lokaleffekt		Sparede uheld	
	T	F	T	F	T	F	T	F
410	0,023	0,050	10	90	-58 %	-58 %	0,26	5,19
877	0,005	0,014	10	90	-58 %	-58 %	0,06	1,42
878	0,004	0,012	10	90	-58 %	-58 %	0,04	1,21

Tabel 4. Forventet uheldsbesparelse fordelt på uheldssituationerne 312, 877 og 878 med motorkøretøj som element nr. 1 og cykel/knallert henholdsvis fodgængere som element nr. 2.

Uheds-situation	Dræbte/uheld		Alvorligt tilskadekomne/uheld		Let tilskadekomne/uheld	
	T	F	T	F	T	F
410	0,009	0,004	0,239	0,254	0,204	0,169
877	-	0,029	0,200	0,265	0,320	0,250
878	-	0,043	0,368	0,241	0,158	0,241

Tabel 5. Gennemsnitligt antal dræbte, alvorligt og let tilskadekomne per uheld (person- og materielkadeuheld) i signalregulerede kryds i perioden 2007-2011 indenfor uheldssituationerne 410, 877 og 878 med motorkøretøj som element nr. 1 og let trafikant (cyklist, knallertkører, fodgænger) som element nr. 2.

Uheds-situation	Dræbte/uheld		Alvorligt tilskadekomne/uheld		Let tilskadekomne/uheld	
	T	F	T	F	T	F
410	0,002	0,021	0,063	1,315	0,053	0,877
877	-	0,042	0,012	0,376	0,019	0,355
878	-	0,052	0,016	0,292	0,007	0,292

Tabel 6. Forventet sparet antal dræbte, alvorligt og let tilskadekomne i uheld i signalregulerede kryds indenfor uheldssituationerne 410, 877 og 878 med motorkøretøj som element nr. 1 og let trafikant (cyklist, knallertkører, fodgænger) som element nr. 2.

I forhold til den skadesbesparelse, der knytter sig til etableringen af *førgrønt* for cyklister, er et præcist estimat betinget af, at det gennemsnitlige antal forventede 312-uheld med cyklister og knallertkørere i de tilfarter, hvor der etableres førgrønt, kan bestemmes.

Under tiltaget *tilbagetrukne stoplinjer* er det gennemsnitlige antal 312-uheld i signalregulerede kryds med motorkøretøj som element nr. 1 og cyklist/knallertkører fra tilfart med cykelsti eller cykelbane som element nr. 2 lagt til grund for en fastsættelse af det gennemsnitlige antal forventede uheld. På dette grundlag er det forudsat, at den forventede tæthed af 312-uheld med cyklister og fodgængere i 100 af de tilfarter, hvori stoplinjen trækkes tilbage, ligger på 0,05 uheld/år/tilfart. For at etablering af førgrønt for cyklister kan komme på tale vurderes det, at den lokalt forventede tæthed af 312-uheld med cyklister og knallertkørere skal ligge på (mindst) dette niveau. Forudsættes det, at der etableres førgrønt i 30 tilfarter med en gennemsnitlig forventet forekomst af 312-uheld med cyklister/knallertkørere på 0,05 uheld/år/tilfart, opnås med en uhedsreduktion på 10 % en uhedsbesparelse på 0,15 uheld/år.

Eftersom det gennemsnitlige antal tilskadekomne for uheldstypen, jævnfør faktaarket for *tilbagetrukne stoplinjer* (3.13.3), ligger på 0,3 personskader per uheld, er den resulterende skadesbesparelse på 0,05 personskader per år. Grundet den begrænsede besparelse er skadesbesparelsen ikke fordelt på alvorlighedsgrad.

### **Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag**

Der vurderes ikke at foreligge effektoverlap mellem etablering af *separat venstresvingsfase* og andre vej- og trafiktekniske tiltag i signalanlæggene. Etablering af separat venstresvingsfase er således det eneste tiltag, der er målrettet forekomsten af uheld med venstresvingende motorkøretøjer i signalanlæg og som samtidig har en dokumenteret signifikant positiv effekt.

Der foreligger et effektoverlap mellem etablering af *førgrønt for cyklister* og tilbagetrukne stoplinjer, såfremt de forudsatte 30 tilfarer, hvori der etableres førgrønt, skal findes blandt de lokaliteter, hvor der er forudsat etablering af tilbagetrukne stoplinjer. Er dette tilfældet reduceres estimerede skadesbesparelse for tilbagetrukne stoplinjer med 0,05 personskader/år.

Såfremt etableringen af separat venstresvingsfase og førgrønt for cyklister i højere grad kan målrettes mod lokaliteter, hvor den forventede uheldsforekomst overstiger den her forudsatte, vil skadesbesparelsen i 2020 relateret til de to tiltag øges.

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### **Referencer**

- Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. and Sørensen, M., 2009, *The Handbook of Road Safety Measures*, Emerald Group Publishing
- Høye, A., Elvik, R. og Sørensen M. W. J., 2011, *Trafiksikkerhedsvirkninger av tiltak*, TØI rapport 1157/2011, Transportøkonomisk Institutt
- Jensen, S. U., 2008, *Effekt-katalog: Viden til bedre trafiksikkerhed*, Trafitec
- Jensen, S. U., Andersson, P. K. og Herrstedt, L., 2010, *Håndbog: Trafiksikkerhed – Effekter af vejtekniske virkemidler*, Vejdirektoratet
- Wang, X. and Abdel-Aty, M., 2008, *Modeling left-turn crash occurrence at signalized intersections by conflicting patterns*, Accident Analysis and Prevention, vol. 40, pp. 76-88

### 3.14. Bedre mulighed for etablering af hastighedszoner

**Fokusområder: 1, 5 og 6.**

#### **Beskrivelse**

I Cirkulære om lokale hastighedsbegrænsninger angives, at der kan fastsættes en hastighedsgrænse lavere end den generelle ved følgende betingelser:

§ 8. I tættere bebygget område kan en lavere hastighedsgrænse end den generelle fastsættes, når væsentlige færdselssikkerhedsmæssige hensyn taler herfor, dvs. når hastigheden er en væsentlig ulykkesårsag eller -risiko på den pågældende vejstrækning, og navnlig i tilfælde, hvor det skønnes påkrævet af hensyn til fodgængere og cyklister.

Stk. 2. En lavere hastighedsgrænse end den generelle kan under tilsvarende betingelser fastsættes for et nærmere afgrænset område med en ringe gennemkørende trafik.

Stk. 3. Fastsættelse af lavere hastighedsgrænser uden hastighedsdæmpende foranstaltninger kan kun ske undtagelsesvis.

Stk. 4. Fastsættelse af hastigheder på 30 km i timen eller derunder kan kun ske på opholds- og legeområder samt på veje med mindre indgribende trafiksaneringer ('stilleveje'), jf. færdselslovens § 40.

Det er politiet, som skal godkende anvendelse af lokale hastighedsgrænser.

En revision af cirkulæret vil give mulighed for, at kommunerne lettere kan få godkendt hastighedsgrænser på 40 km/t eller 30 km/t især på lokalveje ved etablering af hastighedszoner ved afmærkning med E68,4 tavler – altså "røde" hastighedszoner.

#### **Formål og virkning**

Målet er at få reduceret hastigheden og dermed forbedre trafiksikkerheden på lokalveje og mindre betydende trafikveje f.eks. trafikveje gennem centerområder.

En revision af cirkulæret kan gøre det muligt:

- At nedsætte hastigheden ved brug af hastighedszoner i et større sammenhængende område, selvom der ikke er ulykkesproblemer på alle veje i området.
- At nedsætte hastigheden på veje/i områder, selvom der ikke er konstateret ulykkesproblemer.

Konkret kan dette ske ved ikke længere at stille krav om, at

hastighedsreduktionen skal være begrundet i "væsentlige færdselssikkerhedsmæssige hensyn", hvor hastigheden er en væsentlig ulykkesårsag eller risiko. I stedet kan kravene opblødes ved også at tillade lokale hastighedsbegrænsninger, hvor begrænsningen vurderes at have særlig præventiv effekt, hvor lave hastigheder i særlig grad er ønskelige (eksempelvis i større områder omkring skoler), eller hvor der er et ønske om at forbedre trygheden for lette trafikanter.

Det er politiet, som skal godkende ønsker fra vejbestyrelsen omkring lokale hastighedsbegrænsninger. Mange kommuner oplever, at politiet holder sig meget stringent til cirkulærets tekst ved behandling af kommunale ansøgninger om især hastighedszoner ved etablering med E68,4 tavler. Politiet giver afslag, da hastigheden kun i få tilfælde eller slet ikke er en væsentlig ulykkesårsag eller ulykkesrisiko på de pågældende veje.

Hvis kommunerne vil nedsætte hastigheden, må det ofte ske ved etablering af blå E53 tavler i stedet for brug af E 68,4 tavler. Det medfører et behov for væsentlig flere fysiske foranstaltninger og derfor en større investering. Anvendelse af E68,4 tavler har samme virkning, men kræver en mindre investering, hvilket vil give mulighed for etablering af flere zoner med lavere hastighedsgrænser.

En revision af cirkulæret vil især være rettet mod etablering af hastighedszoner i lokalvejsområder i byer eksempelvis i boligområder eller industriområder. Det kan både være i større såvel som mindre byer.

Revisionen kan også gøre det lettere at etablere lavere hastigheder end 50 km/t på trafikvejsstrækninger f.eks. gennem centerområder, forbi skoler etc.

### **Effekt og potentiale**

Der er ikke kendskab til effektstudier af revision af cirkulæret med dertilhørende bedre muligheder for etablering af hastighedszoner. Det er derfor ikke muligt at estimere hverken effekt eller potentiale for tiltaget på en præcis basis.

Men det forventes, at tiltaget vil medføre en reduktion af bilernes hastighed på de veje/de områder, hvor hastighedsnedsættelsen gennemføres. Evalueringer af hastighedszoner etableret med E68,4 tavlerne i bl.a. Gladsaxe og Københavns Kommuner viser, at gennemsnitshastigheden falder. Det er veldokumenteret, at antallet af ulykker samt ulykkernes alvorlighedsgrad falder, når hastigheden reduceres.

**Besparelser og investeringer**

Etablering af lokale hastighedszoner vil indebære mindre udgifter til opsætning af skilte, men da selve tiltaget er en revision af cirkulæret om lokale hastighedsbegrænsninger, vil der ikke være udgifter forbundet med dette. Tiltaget er et rent juridisk tiltag, som ikke vil kræve investeringer.

Da der ikke findes egentlig effektmålinger af tiltaget, kan besparelserne ikke beregnes.

**Ansvarlig for gennemførelse**

Justitsministeriet

**Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### 3.15. Rumleriller på veje i åbent land

**Fokusområder: 3, 8 og 9.**

#### **Beskrivelse**

Etablering af rumleriller i veje bevirker, at der opstår rumlelyde – akustisk advarsel – og vibrationer i køretøjerne, når hjulene kommer i kontakt med rumlerillerne. Rumlerillerne etableres enten som udfræsninger i asfalten (eksisterende vej) eller tromles ned i asfalten, mens denne endnu er blød (nyanlæg/asfaltreovering). Rumleriller kan etableres i vejmidten for at modvirke mødeuheld eller i vejsiden for at modvirke afkørselsuheld, og er primært relevant for trafiksikkerhedsindsatsen i det åbne land. Rumleriller kan etableres i forskellige bredder og kan ligge ved siden af eller under afstribsningen. Fræsede rumleriller bør ikke etableres på meget slidte belægninger pga. risiko for belægningskader.

Etableringen af rumleriller i vejmidten er relevant for to-sporede veje uden midteradskillelse i åbent land.



Eksempel på fræsede rumlerille i vejmidte. Foto: Christoffer Askman.

#### **Formål og virkning**

Hensigten med rumlerillerne i vejsiden og/eller i vejmidten er at alarmere førere om, at de er på vej til at køre af vejen, henholdsvis er på vej over i den modsatte kørebane. Tiltagene retter sig mod at forebygge afkørsels- og mødeulykker, der sker, fordi bilførere falder i søvn under kørslen eller på anden vis distraheres. Distractionen kan eksempelvis skyldes indstilling af radio, samtale med passagerer, mobiltale eller lignende. Potentielt kan etableringen af rumleriller i vejmidten ligeledes skærpe bilføreres opmærksomhed på modkørende i forbindelse med overhaling, ligesom de i



kurver kan medvirke til, at bilisterne i venstresving i mindre grad skærer kurven og derved kommer i konflikt med modkørende.

Etableringen af rumleriller anvendes i flere lande især i USA, hvor rumleriller i vejsiden første gang blev anvendt på veje i åbent land i 1950'erne. Etableringen af rumleriller i vejmidten er af nyere dato, også i Danmark, hvor tiltaget først blev taget i anvendelse i 2004. Siden 2006 er der etableret rumleriller i vejmidten på større dele af statsvejnettet.

Etableringen af *rumleriller i vejsiden* har vist sig effektiv i forhold til at reducere forekomsten af afkørselsuheld på lige strækninger og i kurver (Jensen et al., 2010) Tiltaget kan derfor med fordel anvendes på veje i åbent land, hvor der er registreret høje forekomster af afkørselsuheld. Ligeledes kan indsatsen prioriteres efter hastighedsniveau samt fokuseres mod strækninger, hvor vejenes rabat/sideanlæg er af en sådan udformning og beskaffenhed, at der er en forøget skadesrisiko ved afkørselsuheld.

I forhold til forebyggelse af mødeulykker på to-sporede veje uden midteradskillelse i åbent land er etableringen af *rumleriller i vejmidten* særdeles relevant. Kombinationen af høj hastighed og frontal kollision bevirker således, at denne type af ulykker er karakteriseret ved en høj alvorlighedsgrad (Madsen, 2005). Evalueringsstudier dokumenterer, at rumleriller i vejmidten har en positiv sikkerhedsmæssig effekt (Carlson and Miles, 2003; Noyce and Elango, 2004; Persaud et al., 2004; Hirasawa et al., 2005; Elvik et al., 2009; Olson et al., 2011). En evaluering af etablering af rumleriller i vejmidten på udvalgte strækninger på statsvejnettet i Danmark viser også en positiv sikkerhedsmæssig effekt. Det fremgår ikke af evalueringen, hvilken bredde rumleriller der indgår i det undersøgte vejnet. Evalueringen anslår, at antallet af uheld reduceres med 10-20 % (Mohamud, 2012). Etableringen af rumlerillerne kan prioriteres på baggrund af forekomsten af mødeuheld. Alternativt kan tiltaget prioriteres på baggrund af indikatorer, der kan sandsynliggøre, at der foreligger en øget risiko for alvorlige mødeuheld, herunder primært trafikmængden samt hastighedsniveauet.

Fælles for rumleriller i vejsiden og vejmidten er, at de især nedbringer uheldsforekomsten i aften- og nattetimerne, hvor bilførerne i højere grad er trætte, og vejenes optiske ledning er reduceret. Rumleriller i vejmidten reducerer eksempelvis antallet af ulykker med 8 % i dagslys og med 32 % om natten (Elvik et al, 2013).

Det anbefales, at rumleriller i vejsiden og vejmidten ikke implementeres "punktvis", men på længere sammenhængende vejstrækninger.

Da etableringsomkostningerne for rumlerillerne er relativt lave, er tiltaget relativt omkostningseffektivt (AASHTO, 2009).

Rumleriller er kun i begrænset omfang anvendt på veje i byområde på grund af den støjgene, der opstår i nærmiljøet ved kontakt med rumlerillerne. Det sikkerhedsmæssige potentiale knyttet til en implementering af rumleriller i vejmidten i byområder vurderes som begrænset, da uheldsbilledet i mindre grad domineres af mødeuheld, ligesom mødeuheldene i byområde har en signifikant lavere alvorlighedsgrad end mødeuheld i landområde (Madsen, 2005). Rumleriller i vejsiden og vejmidten kan dog være relevante på strækninger gennem "blå byer".

I *Kogebog for rumleriller* (Luxenburger, 2012) findes en række anbefalinger til, hvilke kriterier veje bør opfylde, før der etableres rumleriller.

Køresporsbredden bør være mindst 3,0 m på landeveje og 3,5 m på motorveje, dog 3,25 m på motorveje, hvor lastbiler ikke må benytte venstre spor. Det anbefales, at rumleriller kun etableres på strækninger med megen cykeltrafik, hvis der er cykelsti eller cykelbane på mindst 1,2 m. Ved et begrænset antal cyklister bør der være mindst 0,75 m kantbane. Ved rumleriller under midterafmærkning bør vejbredden være mindst 6,0 m for veje uden cyklister, og hvis der er cyklister bør vejbredden være mindst 7,0 m for veje uden kantlinjer og 7,5 m for veje med kantlinjer. Ved etablering af rumleriller ved højre vejside bør det tages med i betragtningen, at fræsningen kan være ukomfortabel for lette trafikanter (Luxenburger, 2012).

### **Effekt og potentiale**

De forventede effekter af tiltagene er sammenfattet i tabel 1.

	Reduktion			Bemærkninger
	Dræbte	Alv. tilskadekomne	Let tilskadekomne	
Rumle-riller i vejmidten	-18 % -25 %	-18 % -25 %	-18 % -25 %	Effekt på alle ulykkes-typer Effekt på møde-ulykker
Rumle-riller i vejside	-20 %	-20 %	-20 %	Effekt på ulykkes-type 011, 022, 023, samt for veje uden midterrabat: 012, 021, 024

Tabel 1. Sammenfatning af effekter fordelt på ulykkestype for rumleriller i vejmidten (Jensen, 2010).

Det fremgår ikke af evalueringerne, hvorvidt krydsulykker indgår i ovenstående effekter. For at undgå at overestimere den sikkerhedsmæssige effekt af tiltaget, er det valgt at beregne effekten uden krydsulykker.

I vurderingen af mulig skadesbesparelse i 2020 estimeres besparelsen under tre forskellige forudsætninger:

- På enkeltlokaliteter etableres alene rumleriller i vejmidten
- På enkeltlokaliteter etableres alene rumleriller i vejsiden
- Rumleriller i vejmidte og vejside implementeres i kombination på enkeltlokaliteterne

I sidstnævnte tilfælde er det nødvendigt at tage højde for, at effekterne af rumlerillerne i vejmidten og vejsiden overlapper hinanden.

Effekten af rumleriller i vejmidten er opdelt i hhv. effekt på alle ulykkestyper og effekt på mødeulykker. For at undgå effektoverlap er effekten fordelt på en sådan måde, at effekten på alle ulykkestyper (18%) beregnes i forhold til personskadestætheden for alle andre ulykker end mødeulykker, og effekten for mødeulykker er beregnet i forhold til personskadestætheden for mødeulykker. Tilsvarende opdeles effekten yderligere på lokaliteter, hvor der både etableres rumleriller i vejsiden og vejmidten.

For fræse rumleriller i vejsiden har Elvik et al. (2013) fundet signifikante effekter for mødeulykker og eneulykker, som er markant højere end de størrelser, som Jensen (2010) beskriver. Eksempelvis angiver Elvik et al. (2013) -85 % som bedste bud på effekten for mødeulykker, som bliver til dødsulykker.

Tilsvarende angiver Elvik et al. (2013) -80 % som bedste bud på effekten for rumleriller i vejmidten på samtlige ulykker, som bliver til dødsulykker.

Som grundlag for at vurdere tiltagets bidrag til samlet årlig skadesbesparelse er antallet af kilometer vej i åbent land opgjort for motorveje og øvrige veje, samt fordelt på vejbestyrer:

	Km vej, som opfylder forudsætninger		Bemærkninger
	Stat	Kommune	
Motorveje	1.093	8	Kilde: Danmarks Statistik 2012
Øvrige veje	2.697 inkl. by 2.600	70.080 inkl. by 50.000	Kilde: Danmarks Statistik 2012 Anslået længde i åbent land

Tabel 2. Oversigt over vejlængde fordelt på vejbestyrelse.

Ydermere er antallet af personskader i perioden 2007-2011 knyttet til dette vejnet kortlagt via uheldsudtræk fra VIS. Her er det som nævnt valgt at se bort fra ulykker i kryds:

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne		Psk.tæthed [psk./km/år]	
	S	K	S	K	S	K	S	K
Motorveje ulykkestype 011,022,023	31	0	167	1	227	0	0,078	0,025
Øvrige veje Alle strækn. ulykker excl. mødeulykker	88	375	601	2.037	861	2.181	0,119	0,018
Øvrige veje Alle strækn. ulykker excl. mødeulykker og ulykkestyp 011-024 *	52	171	368	841	529	1016	0,073	0,008
Øvrige veje Mødeulykker	111	204	326	707	286	622	0,056	0,006
Øvrige veje ulykkestype 011-024	36	204	233	1.196	332	1.165	0,046	0,010

Tabel 3. Registrerede personskader i åbent land 2007-2011, samt

*personskadetæthed ved brug af tabel 2. \* Til brug for kontrol for effektoverlap ved strækninger med rumleriller i såvel vejmidte som vejside. S = statsveje, K = kommunalveje.*

Tabellen inkluderer antallet af personskader på lokaliteter, hvorpå der allerede er etableret rumleriller.

### **Besparelser og investering**

Vejdirektoratet har opgjort, at der i august 2011 var etableret rumleriller i vejmidten på ca. 400 km af statsvejnettet excl. motorveje, hvoraf der på ca. 50 km var lavet rumleriller på både vejmidte og vejside. Der findes ingen samlet oversigt over, hvor stor en del af det kommunale vejnet, der er etableret rumleriller på.

Med henblik på at fastsætte et realistisk implementeringsniveau er der indhentet information om enhedspriserne for etablering af rumleriller:

Enhedspriser	
Fræsning af rumleriller i vejmidte eller ved kantbane ved siden af afstribning	12.000 kr./km

Det bør bemærkes, at prisen alene afspejler etableringsomkostningerne, mens evt. forkortet levetid for belægningen ikke indgår i prisen.

Jensen (2008) vurderer, at der er omkring 10.000 km veje i åbent land i Danmark, som er brede nok til etablering af rumleriller i vejmidten. Her anslås det, at hvis "hele potentialet" for rumleriller i vejmidten skal udnyttes, skal der etableres rumleriller på 1.500 km statsvej og 4.500 km kommunevej. Dette potentiale vurderes stadig at være gældende.

For rumleriller i vejsiden anslår Jensen (2008) tilsvarende, at potentialet er 940 km motorveje, 270 km motortrafikveje, 1.200 km øvrige statsveje og 1.000 km kommuneveje.

Ved udvælgelse af vejnet til etablering af rumleriller skal belægningens stand indgå i vurderingen. Det vurderes, at næsten hele motorvejsnettet og ca. halvdelen af statsvejene i åbent land har en stand og vejbredde, som muliggør etablering af rumleriller, og hvor der endnu ikke er etableret rumleriller. På kommunevejene antages andelen af egnede strækninger at være betydelig

lavere. I det videre antages, at 1/15 af kommunevejene i åbent land er egnede. På kommunevejene antages det, at der vil være veje, hvor der ikke er tilstrækkelig vejbredde til rumleriller i vejmidten og vejsiden, og hvor det vurderes mest hensigtsmæssigt at etablere rumleriller i vejsiden.

For de videre beregninger forudsættes følgende implementeringsniveau frem mod 2020:

Fræsede rumleriller i vejmidten:

- Statsvej - øvrige veje: 1.500 km (heraf 500 km overlap med rumleriller i vejside)
- Kommunevej - øvrige veje: 4.500 km (heraf 500 km overlap med rumleriller i vejside)

Fræsede rumleriller i vejside:

- Statsvej - motorveje: 1.000 km (heraf 0 km overlap med rumleriller i vejmidten)
- Statsvej - øvrige veje: 500 km (heraf 500 km overlap med rumleriller i vejmidten)
- Kommunevej - øvrige veje: 1.000 km (heraf 500 km overlap med rumleriller i vejmidten)

Med det anførte implementeringsniveau bliver implementeringsomkostningerne 102 mio. kr.

Den samlede skadesbesparelse per år ved en implementering i det beskrevne omfang i 2020 er givet ved produktet mellem effekten af de respektive sikringstiltag og det forventede antal personskader på de lokaliteter, der gøres til genstand for en indsats.

En sikker beskrivelse af skadesbesparelsen er betinget af, at den lokalt forventede skadestæthed på de vejstrækninger, hvorpå der etableres rumleriller, fastlægges. Der foreligger ikke uheldsmodeller eller andet, der giver mulighed for at fremsætte et sådant egentligt estimat.

I estimatet på den forventede skadesbesparelse er der taget udgangspunkt i de observerede personskadestætheder på statsvejnettet for motorveje og øvrige statsveje i perioden 2007-2011, som fremgår tabel 3. Da effekten varierer mellem rumleriller i vejside og vejmidte samt mellem ulykkestyper, er der behov for at fastlægge personskadestætheden for en række forskellige kombinationer:

Øvrige veje – stat – kun rumlerille i vejmidte:

- Strækningssulykker excl. mødeulykker: 0,119 psk/km/år svarende til den gennemsnitlige tæthed, da det udbredes på en meget stor del af vejnettet
- Mødeulykker: 0,056 psk/km/år svarende til den gennemsnitlige tæthed, da det udbredes på en meget stor del af vejnettet
- Samlet skadestæthed: 0,175 psk/km/år

Øvrige veje – kommune – kun rumlerille i vejmidte:

- Tætheder identiske med "Øvrige veje – stat – kun rumlerille i vejmidte", da der primært vil være tale om større veje og en prioritering af veje med ulykker. (Dette svarer til en ulykkestæthed, som er ca. 9 gange større end den gennemsnitlige tæthed)

Motorveje – kun rumlerille i vejside:

- 0,078 psk/km/år svarende til den gennemsnitlige tæthed

Øvrige veje - stat – kun rumlerille i vejside:

- Ingen veje, hvor der alene etableres rumleriller i vejsiden

Øvrige veje - kommune – kun rumlerille i vejside:

- Ulykkestype 011-024: 0,046 psk/km/år, svarende til tæthed for øvrige statsveje, da der primært vil være tale om større veje og en prioritering af veje med ulykker. (Dette svarer til en ulykkestæthed, som er ca. 6 gange større end den gennemsnitlige tæthed)

Øvrige veje – stat – rumlerille i vejmidte og vejside:

- Strækningssulykker excl. mødeulykker og ulykkestype 011-024: 0,073 psk/km/år svarende til den gennemsnitlige tæthed, da det udbredes på en meget stor del af vejnettet
- Mødeulykker: 0,056 psk/km/år svarende til den gennemsnitlige tæthed, da det udbredes på en meget stor del af vejnettet
- Ulykkestype 011-024: 0,046 psk/km/år svarende til den gennemsnitlige tæthed, da det udbredes på en meget stor del af vejnettet
- Samlet skadestæthed: 0,175 psk/km/år

Øvrige veje – kommune – rumlerille i vejmidte og vejside:

- Tætheder identiske med "Øvrige veje – stat – rumlerille i vejmidte og vejside", da der primært vil være tale om større veje og en prioritering af veje med ulykker. (Dette svarer til en ulykkestæthed, som er ca. 9 gange større end den gennemsnitlige tæthed)

For at kunne fordele besparelsen i antallet af personskader på de respektive skadeskategorier, er det antaget, at personskaderne fordeler sig på samme måde som i perioden 2007-2011 for henholdsvis motorveje og øvrige statsveje, jf. tabel 3.

Den forventede skadesbesparelse i 2020 ved det forudsatte implementeringsniveau ses i nedenstående tabel.

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne	
	VD	Kommune	VD	Kommune	VD	Kommune
Rumlerille vejmidte	3,4	14,4	14,6	63,7	17,4	63,3
Rumlerille vejside	1,1	0,4	6,1	2,2	8,3	2,1
Rumlerille vejmidte og vejside	1,7	1,8	7,5	8,1	9,0	8,2
<b>Sum</b>	6,2	16,6	28,2	74,0	34,7	73,6
<b>Total</b>	22,8		102,1		108,3	

Tabel 4. Forventet antal sparede personskader i 2020 som følge af etablering af rumleriller i vejmidte og vejside på 7.500 km vej.

Samlet svarer det til en besparelse på 233 personskader per år.

#### **Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag**

Ved fuld implementering på hele vejnettet af enten rumleriller i vejmidten eller rumleriller i vejsiden, og uden hensyntagen til effektoverlap og allerede eksisterende strækninger med rumleriller, vil effekten af rumleriller i vejsiden udgøre 38 % for øvrige veje i forhold til effekten ved rumleriller i vejmidten, jf. størrelser i tabel 3. Dette taler for, at etablering af rumleriller i vejmidten bør prioriteres over rumleriller i vejsiden.

Fræsede kantlinjer i vejside har effektoverlap med profileret kantbaneafmærkning. Desuden har det effektoverlap med tiltag, som er beskrevet i *Sikring af sideområder*.

#### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

#### **Forfatter**



## Referencer

- AASHTO, 2009, *Highway Safety Manual 1st edition*, American Association of State Highway and Transportation Officials
- Carlson, P. J. and Miles, J. D., 2003, *Effectiveness of rumble strips on Texas Highways*, Texas Transportation Institute
- Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og Sørensen, M., 2009, *The Handbook of Road Safety Measures*, Emerald Group Publishing
- Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og Sørensen, M., 2013, *Trafiksikkerheshåndboken*, www.tsh.toi.no, Transportøkonomisk Institutt
- Hirasawa, M., Saito, K. and Asano, M., 2005, *Study on development and practical use of rumble strips as a new measure for highway safety*, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, vol. 6, p.p. 3697-3712
- Jensen, S. U., 2008, Effektkatalog. Viden til bedre trafiksikkerhed, Trafitec
- Jensen, S. U., Andersson, P. K. og Herrstedt, L., 2010, *Håndbog: Trafiksikkerhed – Effekter af vejtekniske virkemidler*, Vejdirektoratet
- Luxenburger, J., 2012, *Kogebog for rumleriller, Vejregelforberedende rapport*, foreløbig udgave dateret december 2012, Luxenburger Trafiksikkerhed & Vejteknik
- Madsen, J. C. O., 2005, Skadesgradsbaseret Sortpletudpegning: Fra Loss Reduction til Crash Prevention i Vejbestyrelsernes Sortpletarbejde – Bilagsrapport, Trafikforskningsgruppen, Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet
- Mohamud, M. J.1, 2012, *Centerline Rumble Strips – Safety Evaluation*, Institut for Planlægning, Aalborg Universitet (afgangsprojekt)
- Noyce, D. A. and Elango, V. V., 2004, *Safety Evaluation of Centerline Rumble Strips: A Crash and Driver Behavior Analysis*, Proceedings 83<sup>rd</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board
- Olson, D., Manchac, B., Glad, R. W. and Sujka, M., 2011, *Performance Analysis of Centerline Rumble Strips in Washington State*, WSDOT Research Report, Washington State Department of Transportation
- Persaud, B. N., Retting, R. A. and Lyon, C. A., 2004, *Crash reduction following installation of centerline rumble strips on rural two-lane roads*, Accident Analysis and Prevention, vol. 36, no. 6, p.p. 1073-1079

### 3.16. Midterautoværn på større veje

**Fokusområde: 3, 8 og 9.**

#### **Beskrivelse**

Midterautoværn på veje i åbent land etableres for at modvirke mødeuheld. Etableringen af midterautoværn på to-sporede veje kombineres i Sverige med en samtidig udbygning af vejen til en 2+1 vej for at bevare trafikanternes overhalingsmuligheder. Etableringen af 2+1 veje med autoværn har en dokumenteret positiv effekt på antallet af dræbte og alvorligt tilskadede.

I Sverige og Norge benyttes ofte kabelautoværn på veje uden midterrabat, da det er den mest eftergivelige autoværnstype, og da den kræver mindre plads end andre autoværnstyper. (Elvik et al, 2013)



Eksempel på midterautoværn på 2+1 vej i Sverige

Kilde: [www.dt.se](http://www.dt.se)

#### **Formål og virkning**

Autoværns primære formål er at reducere skadesomfanget ved ulykker – ikke at forhindre at ulykkerne opstår. Autoværn kan også have en positiv indvirkning på ulykkesrisikoen som følge af dets visuelle ledning, og fordi føreren vil forsøge at undgå at påkøre autoværnet. Modsat kan autoværn også medføre, at manøvrearealet reduceres. Den sikkerhedsmæssige effekt er således afhængig af den konkrete udformning og af de geometriske forhold.

Mødeuheld i åbent land er karakteriserede ved, at de har en meget høj alvorlighedsgrad. Møde-uheldene er primært et resultat af, at motorkøretøjer uforvarende kommer over i den modsatte kørebane, fordi førerne er uopmærksomme eller mister herredømmet over køretøjet. Med etablering af autoværn forhindres det, at køretøjerne kommer over i modsatte kørebane. Udbygningen til 2+1 vej giver trafikanterne en sikker overhalingsmulighed, samtidig med at frontalkollisioner, der kan tilskrives overhalinger, forebygges. På 2-sporede veje hindrer midterautoværn overhaling.

De svenske erfaringer tyder på, at etableringen af 2+1 veje med midterautoværn kan reducere antallet af dræbte og alvorligt tilskadekomne ganske betydeligt på det overordnede vejnet (Carlson, 2009; Høye et al., 2011). Til gengæld kan der forventes en stigning i antallet af lette tilskadekomne og i antallet af materielskadeulykker, hvilket kan tilskrives påkørsler af autoværnet. Forklaringen på denne virkning skal søges i, at mødeulykker har en væsentligt højere alvorligheds-grad end ulykker, der skyldes påkørsel af autoværn (Madsen, 2005). Dels fordi kraftpåvirkningen af køretøjerne er mindre ved påkørsel af autoværn, dels fordi det gennemsnitlige antal implicerede personer er lavere i uheld mod autoværn, end tilfældet er ved frontalkollisioner. Der findes kun få studier af effekten af midterautoværn på strækninger uden midterhelle (Elvik et al., 2013).

Tiltaget er af praktiske hensyn mest relevant på veje i åbent land med få tilslutninger, primært motortrafikveje. Den skadesbesparende virkning er størst på sammenhængende veje med høje forekomster af mødeuheld, alternativt på veje hvor trafikmængden, trafikanternes hastighed og overhalingsadfærd og/eller vejens design taler for en forøget risiko for alvorlige mødeuheld.

Alvorligheden af mødeulykker stiger med hastigheden. Derfor er midterautoværn især relevant på strækninger med høje hastighedsniveauer, hvorfor tiltaget også bør indgå i overvejelserne, hvis hastigheden f.eks. skiltes op til 90 km/t. Veje med dobbeltrettet trafik og hastighedsniveau over 70 km/t anbefales i internationale nulvisionsstrategier forsynet med midteradskillelse (midterrabat med eller uden midterautoværn) (OECD, 2008).

Etablering af midterautoværn på tosporede strækninger fratager trafikanterne muligheden for at overhale forankørende. Dermed fratages trafikanterne også det frie valg af hastighed. Dette er ikke tilfældet på 2+1 vejene, idet de giver mulighed for at overhale på delstrækninger.

Midterautoværn gennem kurver kan desuden modvirke overhalinger og frontalkollisioner. Her vil der typisk være behov for en køresporsudvidelse.

I *tværprofiler i åbent land* (Vejdirektoratet, 2012) anbefales det, at der laves en risikovurdering før der opsættes midterautoværn på alt andet end motorveje, hvor vurderingen bør omfatte følgende elementer:

- Risiko for at mødende trafik kolliderer og risikoen ved kollision med autoværnet, herunder risikoen for følgeuheld.

- Midterautoværn udgør desuden en barriere for trafik, der skal på tværs af vejen, og risikovurderingen bør derfor også omfatte vurderinger for det omkringliggende vejnet. Her bør iagttages risiko ved eventuel omvejskørsel ad alternativ rute, hvis midterautoværnet medfører reduceret tilgængelighed til vejen. I denne vurdering bør indgå alternative midterforanstaltninger, som f.eks. rumleriller og overkørbare midterarealer.
- Risiko i forbindelse med udskiftning af påkørt autoværn skal ligeledes vurderes. Det gælder både risiko for vejarbejderne og trafikanterne i forbindelse med opsætning og nedtagning af vejarbejdsafmærkning i retableringsperioden.

Som supplement til ovenstående punkter bør nævnes, at midterautoværn også kan være til gene for udrykningskøretøjers fremkommelighed.

### Effekt og potentiale

Effekten af midterautoværn i tosporede veje og 2+1 veje er bedst beskrevet i Høye et al.(2011), som er baseret på svenske undersøgelser suppleret med en mindre norsk undersøgelse. Effekten gælder for kabelautoværn. Høye et al. (2011) finder signifikante sikkerhedsmæssige effekter, hvor antallet af dræbte reduceres med 76 %. En tilsvarende effekt findes i Carlson (2009).

	Reduktion			Bemærkninger
	Dræbte	Alv. tilskade	Let tilskade	
Midterautoværn	- 76 %	- 47 %	+13 %	Gælder både kryds og strækninger

Tabel 1. Stedlig effekt ved etablering af midterautoværn på tosporede veje og 2+1 veje (Høye et al, 2011).

De opgjorte effekter vedrører primært svenske veje, som før ombygningen var 2-sporede veje med meget brede kantbaner, der i princippet fungerede som en variant af 4-sporede veje. Danske 2-sporede veje adskiller sig markant fra det svenske i deres design forud for ombygningen. Det vil kræve en markant sideudvidelse af de danske veje, hvis det skal være muligt at opnå samme tværprofil, som på de svenske 2+1 veje. Hvis det antages, at midterautoværn på danske veje primært etableres på to-sporede strækninger, antages effekten fra de svenske veje at være for optimistisk i forhold til det danske vejnet.

Som led i forarbejdet til vejregler for veje og stier i åbent land publicerede Vejregelrådet i 1999 *Vejtværnsnit og uheldsrisiko* (Vejdirektoratet, 1999), hvori forskellige muligheder for at forbedre standardtværnsnittet blev undersøgt. Undersøgelsen var rettet mod nyanlæg af 2-sporede 8 m brede veje, men uheldsbetragtningerne vurderes i publikationen også at være gyldige for ombygning af eksisterende veje. Et af tiltagene er midteradskillelse, der imidlertid beskrives som profileret, akustisk virkende midterafstribning (rumlerille). Denne form for midteradskillelse vurderes til at kunne reducere forekomsten af personskadeuheld med 27 %, antallet af dræbte med 47 % og antallet af dræbte og tilskadekomne med 25 %. Desuden vurderes tiltaget at have følgende effekt (Vejdirektoratet, 1999):

- 50 % reduktion i antallet af uheld med motorkøretøjer, der er kørt af vejen via venstre rabat, og en 50 % reduktion i antallet af uheld med motorkøretøjer, der er kørt i grøften til venstre for kørebanen.
- 25 % reduktion i antallet af uheld, der sker i forbindelse med overhaling, og 75 % reduktion i forekomsten af andre mødeuheld.
- Ingen effekt på uheld med biler, der er kørt af vejen via højre rabat eller andre typer afkørselsuheld til højre for kørebanen.

Ovenstående undersøgelse behandler ikke midterautoværn, men undersøgelsen er taget med, da den forholder sig til effekten af midteradskillelse under danske forhold.

Da der ikke findes undersøgelser, som vurderes egnede til at beskrive den sikkerhedsmæssige effekt ved etablering af autoværn på eksisterende 2-sporede veje under danske forhold, er det valgt at tage udgangspunkt i Vejdirektoratet (1999). Det forventes, at autoværn i modsætning til et profileret midterareal vil føre til eliminerings af mødeulykker. Til gengæld er der risiko for påkørsel af midterautoværnet, som må antages at øge antallet af materielskadeulykker og mindre alvorlige ulykker jf. de svenske resultater. Desuden er der risiko for uheldsophobning ved afslutning af autoværnet, da overhalinger "undertrykkes" på autoværnsstrækninger med kun ét kørespor i hver retning. Risikoen foreligger allerede på strækninger, hvor der i dag er overhalingsforbud, og på tæt trafikerede strækninger, hvor de modkørende hindrer overhaling. Det antages derfor, at risikoen for uheldsophobning ved afslutning af strækninger med midterautoværn vil være forholdsvis begrænset, med mindre der etableres meget lange sammenhængende strækninger, eller der er en stor andel langsomtkørende køretøjer på strækningerne.

Da der ikke findes nogen dokumenteret effekt for etablering af midterautoværn på danske 2-sporede veje, vurderes det, at det bedste estimat på den stedlige sikkerhedsmæssige effekt opnås ved at reducere effekten i tabel 1 med 1/3 for dræbte og alvorligt tilskadekomne, svarende til forskellen mellem effekten på dræbte i Høye et al. (2011) og Vejdirektoratet (1999). Effekten for lettere tilskadekomne øges tilsvarende med 1/3. Det skal understreges, at disse effekter alene bunder på antagelser, og der ikke er tale om dokumenterede effekter.

	Reduktion			Bemærkninger
	Dræbte	Alv. tilskade	Let tilskade	
Midterautoværn	- 51 %	- 31 %	+ 17 %	Gælder både kryds og strækninger

Tabel 2. Antagelser om stedlig effekt ved etablering af midterautoværn på tosporede veje.

Ovenstående effekter tager ikke hensyn til, at ændringerne kan medføre omfordeling af trafikken på vejene. F.eks. øget trafik med lette trafikanter og langsomkørende køretøjer på det omkringliggende vejnet.

Det forudsættes, at det alene er midterautoværn på 2 eller evt. 3 sporede strækninger, som vurderes. Skulle der findes 4-sporede strækninger, hvor modkørende ikke er separerede i tilstrækkelig grad, er tiltaget naturligvis også relevant på disse. Jævnfør bekendtgørelsen for vejautoværn, BEK nr 9427 af 04/07/2006, skal der således etableres midterautoværn på nye veje med midterrabat og tilladt hastighed over 80 km/t, hvis der er modkørende trafik inden for sikkerhedszonen.

Etablering af 2+1 veje med midterautoværn vil kræver markante udvidelser af kørebanebredden på stort set hele det danske vejnet. Det vil være meget dyrt, og 2+1 veje vil som følge heraf primært være relevant i forbindelse med nyanlæg.

Etablering af midterautoværn på 2-sporede veje er et nyt tiltag under danske forhold. Det anbefales derfor, at der igangsættes etablering af forsøgsstrækninger, og at der på baggrund heraf opstilles nærmere specificerede anbefalinger til de konkrete krav til vejprofil, trafiksammensætning, antal overkørsler og sideveje, tværprofil mv. Desuden bør antallet af overkørsler på strækningerne være meget begrænset, da det kun vil være muligt at foretage højresving inden for et begrænset

manøvreareal. Der bør ikke etableres åbninger i midterautoværnet, da autoværnsafslutningerne er påkørselsfarlige og bør derfor begrænses i antal.

Jævnfør Vejdirektoratet (2012) skal midterrabat med autoværn mindst være 2,8 m bred. Dette medfører, at det i det videre forudsættes, at vejene som minimum skal have 9 m kørebanebredde, hvis der skal kunne etableres midterautoværn. Det bør samtidig forudsættes, at let trafik ikke færdes på kørebanen. Desuden bør andelen af langsomtkørende køretøjer være begrænset, hvis de ikke helt kan forbydes på strækningerne.

I tabel 3 er længden på øvrige stats- og kommuneveje i åbent land opgjort. Der findes ikke samlede fortegnelser over, hvordan dette vejnet fordeler sig på vejbredder og forekomst af stifacilitet langs vejen. Længden på det vejnet, hvorpå det er muligt at etablere midterautoværn lader sig derfor ikke præcist afgrænse.

	Km vej, som opfylder forudsætninger		Bemærkninger
	Stat	Kommune	
Øvrige veje	2.697 <i>inkl. by</i>	70.080 <i>inkl. by</i>	Kilde: Danmarks Statistik 2012
	2.600	50.000	Anslået længde i åbent land

*Tabel 3. Oversigt over længden af øvrige veje i åbent land fordelt på vejbestyrelse.*

I tabel 4 er antallet af dræbte, alvorligt tilskadede og let tilskadede i strækings- henholdsvis mødeuheld på veje i åbent land opgjort. Samtidig er personskadetætheden for disse uheldstyper estimeret. Det er på baggrund af uheldsdataene ikke muligt at isolere de uheld og personskader, der er indtruffet på vejstrækninger, hvor etablering af midterautoværn er relevant.

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne		Psk.tæthed [psk./km/år]	
	S	K	S	K	S	K	S	K
Øvrige veje Alle stræk- ulykker excl. mødeulykker	88	375	601	2.037	861	2.181	0,119	0,018
Øvrige veje Mødeulykker	111	204	326	707	286	622	0,056	0,006

Tabel 4. Registrerede personskader i strækings- henholdsvis mødeuheld på øvrige veje i åbent land 2007-2011, samt estimeret personskadetæthed.

### Besparelser og investeringer

Midterautoværn antages etableret på strækninger med belagte bredder over 9 m, hvor rumleriller i vejmidten ikke vurderes at være tilstrækkeligt effektive, eller hvor rumleriller allerede har været forsøgt uden tilstrækkelig sikkerhedsmæssig effekt.

Midterautoværn antages dermed etableret på uheldsbelastede strækninger, hvor der især er registreret mange mødeulykker.

Med henblik på at fastsætte et realistisk implementeringsniveau er der i nedenstående angivet enhedspriser for etablering af midterautoværn. Enhedsprisen afspejler omkostningen ved at etablere midterautoværn og ændre afstribningen.

Enhedspriser	
Midterautoværn og ændret afstribning	600.000 kr./km

For de videre beregninger forudsættes følgende implementeringsniveau frem mod 2020:

Statsveje: 30 km  
Kommuneveje: 30 km

Med det anførte implementeringsniveau bliver implementeringsomkostningerne 36 mio. kr.

Den forventede skadesbesparelse per år ved en implementering i det beskrevne omfang i 2020 er givet ved produktet mellem effekten af de



respektive sikringstiltag og det forventede antal personskader på de lokaliteter, der gøres til genstand for en indsats.

En sikker beskrivelse af skadesbesparelsen er betinget af, at den lokalt forventede skadestæthed på de vejstrækninger, hvorpå der etableres midterautoværn, fastlægges. Der foreligger ikke uheldsmodeller eller andet, der giver mulighed for at fremsætte et sådant egentligt estimat.

I estimatet på den forventede skadesbesparelse er der taget udgangspunkt i de observerede personskadetætheder på statsvejnettet for øvrige statsveje i perioden 2007-2011, som fremgår tabel 4. Da tiltaget retter sig mod uheldsbelastede strækninger, er det antaget, at personskadetætheden er 4 gange højere end gennemsnittet for statsvejene, hvilket svarer til 3,5 personskader/km over 5 år for såvel stats- som kommuneveje, hvorpå der forudsættes etablering af midterautoværn. Den antagne højere skadestæthed er desuden begrundet i, at tiltaget forudsættes implementeret på de mest trafikerede veje. Konkret baserer estimatet på den forventede uheldsbesparelse dermed på følgende forudsatte forventede skadestætheder:

Statsveje: 0,7000 psk/km/år  
Kommuneveje: 0,7000 psk/km/år

For at kunne fordele besparelsen i antallet af personskader på de respektive skadeskategorier er det antaget, at de sparede personskader fordeler sig på dræbte, alvorligt og let tilskadekomne på samme måde, som de gjorde i perioden 2007-2011, jævnfør tabel 4.

Den forventede skadesbesparelse i 2020 ved det forudsatte implementeringsniveau kan på dette grundlag opgøres til 4 sparede personskader i 2020, idet besparelsen knytter sig til dræbte og alvorligt tilskadekomne, se tabel 5.

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne	
	VD	Kommune	VD	Kommune	VD	Kommune
Kurver	0,9	0,9	2,7	2,7	-1,8	-1,8
<b>Total</b>	<b>1,8</b>		<b>5,4</b>		<b>-3,6</b>	

*Tabel 5. Forventet antal sparede dræbte og alvorligt tilskadekomne ved etablering af 60 km autoværn på kommune- og statsveje i åbent land. Antallet af let tilskadekomne stiger som følge af påkørsel af autoværn.*

### Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag

Tiltaget har effektoverlap med midterudvidelse i kurver, rumleriller, etablering af autoværn, etablering af sikkerhedszone og sanering af rabatter, som er tiltag, der kan være rettet mod de samme strækninger.

Hvis det antages, at 10 km af de 60 km vej, hvori der er forudsat etablering af midterautoværn i forvejen har rumleriller i vejmidten, vil effekten blive reduceret med 25 % for mødeulykker og 18 % for øvrige ulykker jævnfør effekten af *rumleriller på veje i åbent land*.

Hvis det yderligere antages, at yderligere 10 km af de 60 km vej, der forsynes med midterautoværn, får saneret sidearealerne, vil effekten af etableringen af autoværn for disse veje yderligere blive reduceret med 25 %, jævnfør effekten af *sikring af sideområder*.

Tabel 6 opsummerer effekten af etableringen af rumleriller under hensyntagen til dels forekomsten af rumleriller på de strækninger, hvor tiltaget implementeres, dels effektoverlap fra sikring af sideområder. Den forventede skadesbesparelse i 2020 ved det forudsatte implementeringsniveau kan på dette grundlag opgøres til 3 sparede personskader i 2020.

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne	
	VD	Kommune	VD	Kommune	VD	Kommune
Kurver	0,94	0,94	2,65	2,65	-1,80	-1,80
Reduktion 10 km rumleriller	-0,04	-0,04	-0,11	-0,11	0,07	0,07
Reduktion 10 km sidearealer	-0,04	-0,04	-0,11	-0,11	0,07	0,07
<b>Total</b>	<b>1,72</b>		<b>4,86</b>		<b>-3,30</b>	

Tabel 6. Forventet antal sparede dræbte og alvorligt tilskadekomne ved etablering af 60 km autoværn på kommune- og statsveje i åbent land under hensyntagen til forekomsten af rumleriller i vejmidten forud for etablering af autoværn samt muligt effektoverlap med sikring af sidearealerne. Antallet af let tilskadekomne stiger som følge af påkørsel af autoværn.

### Ansvarlig for gennemførelse

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### Forfatter

### **Referencer**

Carlson, A., 2009, *Uppföljning av mötesfria vägar – Slutrapport*, VTI-rapport 636, Statens Väg- og Transportforskningsinstitut

Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og Sørensen, M., 2013, *Trafiksikkerhetshåndboken*, tsh.toi.no, Transportøkonomisk Institutt

Høye, A., Elvik, R. og Sørensen M. W. J., 2011, *Trafikksikkerhetsvirkninger av tiltak*, TØI rapport 1157/2011, Transportøkonomisk Institutt

Madsen, J. C. O., 2005, *Skadesgradsbaseret Sortpletudpegning: Fra Loss Reduction til Crash Prevention i Vejbestyrelsernes Sortpletarbejde – Bilagsrapport*, Trafikforskningsgruppen, Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet

OECD, 2008, *Towards Zero: Ambitious Road Safety Targets and the Safe System Approach*, OECD

Vejdirektoratet, 1999, *Vejtværnsnit og uheldsrisiko. Vurdering af uheldskonsekvenser af udvalgte tværsnitsændringer. Vejregelforberedende rapport*, Vejdirektoratet

Vejdirektoratet, 2012, *Tværprofiler i åbent land*, Vejdirektoratet

### 3.17. Midterudvidelse i kurver

#### Fokusområde: 8.

#### Beskrivelse

Midterudvidelse i kurver sker ved at udvide kørebanens bredde, og etablere en spærreflade mellem de to kørselsretninger. Derved mindskes risikoen for mødeulykker i kurver. En spærreflade er også med til at synliggøre kurvens forløb. Det er primært brugt i uheldsbelastede kurver på statsveje i åbent land.



Eksempel på kurveudvidelse på H714 øst for Fåborg.

#### Formål og virkning

En stor del mødeulykkerne sker i kurver. Uheldene kan skyldes uopmærksomhed, eller at bilisternes sigteforhold er begrænsede. For høj hastighed i kurver med en lav horisontalradius kan ligeledes medføre, at midterlinjen bliver krydset med mødeuheld til følge. U hensigtsmæssig kombination af en vertikalkurve over en konveks kurve kan desuden medføre, at vejens forløb ikke er synligt for trafikanten.

Mødeuheld i åbent land er karakteriserede ved, at de har en meget høj alvorlighedsgrad. Etablering af en spærreflade mellem kørselsretningerne er med til at modvirke mødeuheld grundet den større afstand mellem modkørende.

En spærreflade kan ikke som autoværn forhindre trafikanterne i at komme over i modsatte kørebane, men udvidelsen af afstanden mellem kørselsretningerne giver forøget mulighed for at påkørsel undgås eller kan afværges.

Danske og internationale undersøgelser viser, at etablering af midterareal på strækninger har en dokumenteret positiv effekt på antallet af dræbte og alvorligt tilskadekomne (Høye et al., 2011). Undersøgelserne omhandler dog strækninger generelt og ikke kurver specifikt.

I kurver, hvor en midterudvidelse kan have en potentiel effekt, kan tiltaget kombineres med tiltag som baggrundsafmærkning i kurvernes yderside og færdselssøm i kanten af spærrefloden.

Tiltaget er især relevant i åbent land i uheldsbelastede kurver med dårlige oversigtsforhold og/eller begrænset synlighed.

### **Effekt og potentiale**

Da der ikke er kendskab til den sikkerhedsmæssige effekt af kurveudvidelser, har det ikke været muligt at beregne tiltagets potentiale. Det anbefales, at der laves evalueringsstudier af tiltagets effekt på danske veje, da det må forventes at have en positiv effekt.

### **Besparelser og investeringer**

Da hverken effekt eller potentialet er kendt for midterudvidelser i kurver, er det heller ikke muligt at estimere de forventede besparelser af tiltaget, ligesom investeringerne heller ikke kan beregnes i forhold til forventet besparelse i 2020.

### **Effektoverlap og forhold til andre tiltag**

Tiltaget vil være rettet mod kurver, hvor tiltag som kurveafmærkning, sikring af sideområder, rumleriller og midterautoværn også kan være relevant. Tiltagene kan anvendes i kombination eller som selvstændige løsninger.

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### **Referencer**

Høye, A., Elvik, R. og Sørensen M. W. J., 2011, *Trafikksikkerhedsvirkninger av tiltak*, TØI rapport 1157/2011, Transportøkonomisk Institutt

### 3.18. Afmærkning i kurver

**Fokusområder: 8 og 9.**

#### Beskrivelse

Forstærket kurveafmærkning er et muligt tiltag i kurver i bestræbelserne på at forebygge afkørselsuheld i åbent land. Kurveafmærkningen kan forstærkes ved forstærket baggrundsopmærkning med retningspile (færdselstavlerne O41.1, O41.2 henholdsvis O41.3) gennem kurvens forløb, hvor pileretningen angiver kurveretningen. En anden mulighed er at forvarsle kurven ved opsætning af advarselstavle (A41.1, A.41.2, A42.1 eller A42.2) alternativt ved opsætning af oplysningstavle (E41) med angivelse af anbefalet hastighed ved gennemkørsel af kurven.



Oversigt over færdselstavlerne: O41.1, O41.2, O41.3, A41.1,A.41.2, A42.1, A42.2 og E41

#### Formål og virkning

På de mest trafikerede veje i åbent land markeres vejenes optiske ledning ved kørebaneafmærkning (vejafstribning) samt opsætning af kantpæle langs vejen. I udgangspunktet medvirker disse elementer til at angive og beskrive kurveforløb for trafikanterne. Anbefalinger til placering af kantpæle i forhold til kurveradius er beskrevet i vejreglen for kant- og baggrundsafmærkning (Vejdirektoratet, 2006).

Afkørselsuheld udgør en væsentlig del af uheldene på vejene i åbent land, og grundet hastighedsniveauet i åbent land er der en væsentlig skadesrisiko knyttet til uheldstypen. I kurver, hvor kørebaneafmærkning samt kantpæle ikke markerer kurven og dens forløb tilstrækkelig tydeligt for trafikanterne, kan det være relevant at etablere en forstærket afmærkning af kurverne i bestræbelserne på at forebygge afkørselsuheldene.

Afkørselsuheld er typisk en konsekvens af, at trafikanterne for sent erkender kurven eller fejlvurderer kurvens radius/forløb og derfor kører ind i kurven ved høj hastighed og evt. med utilstrækkelig koncentration. På baggrund af dybdeanalyse af 30 ulykker på landeveje anbefaler Havarikommissionen for

Vejtrafikulykker, at vejbestyrelserne gennemfører trafikikkerhedsinspektion på landevejene med afmærkning og synlighed af kurver som tema (Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, 2011). Havarikommissionen for Vejtrafikulykker har desuden anbefalet vejbestyrelserne at lave inspektioner, hvor der er særlig fokus på forholdene for motorcykler bl.a. i kurver (Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, 2009).

Vejdirektoratet har siden 2010 lavet udvidet dødsulykkesstatistik, hvor samtlige dødsulykker i trafikken er blevet analyseret og uheldslokaliteterne besigtiget af en vejingeniør med stor trafikikkerhedsviden sammen med politi og evt. repræsentanter fra kommunen. I både 2010 og 2011 tegnede dødsulykker i kurver sig for ca. 25 % af samtlige dødsulykker. Heraf skete de fleste i moderate kurver, men med en betydelig andel i skarpe kurver. I 2010 var ca. 60 % af kurve-dødsulykkerne sket på almindelige landeveje med 80 km/t. I 2010 blev vejforløbet kategoriseret som utydeligt eller uforståeligt i ca. 20 % af kurve-dødsulykkerne. I 2010 blev der påkørt en fast genstand i næsten 50 % af kurve-dødsulykkerne. Ca. 1/3 af disse var eneulykker. I 2011 udgjorde mødeuheld i kurver og påkørsel af autoværn i kurver hver ca. 20 % af kurve-dødsulykkerne (Vejdirektoratet, 2011; Vejdirektoratet, 2012)

Opsætning af retningspile som baggrundsopmærkning i kurver tjener til at sikre, at bilisterne i udgangspunktet erkender kurven, ligesom opsætning og gentagelse af retningspile i serie gennem hele kurven sikrer en bedre beskrivelse af kurvens forløb.

Opsætning af advarselstavle har til formål at advare trafikanterne om en kommende kurve. Opsætningen foretages typisk i forbindelse med kurver, der kommer pludseligt/overraskende pga. vejens omgivelser eller forløb eller ved særligt skarpe kurver. Ved overdreven anvendelse af advarselstavlerne er der dog risiko for, at deres sikkerhedsmæssige effekt udhules.

Opsætning af tavler med angivelse af anbefalet hastighed har til formål at orientere trafikanterne om, ved hvilken hastighed kurven med fordel kan gennemkøres. Formålet er at sikre, at trafikanterne ikke gennemkører kurven med for høj hastighed med deraf følgende forhøjet uheldsrisiko. Effekten på trafikanternes hastighedsvalg ved opsætning af tavler med anbefalet hastighed er betinget af, at trafikanterne opfatter den anbefalede hastighed som retvisende i forhold til det oplevede risikomoment. Virkningen af tiltaget kan derfor begrænse sig til de mest problematiske kurver, hvor der opleves en reel risiko (Charlton, 2004). Omvendt fremhæver Høye et al. (2011), at i risikokurver, hvor risikomomentet er tydeligt for trafikanterne, kan effekten af tiltaget være

helt fraværende, da opsætningen af tavle med anbefalet hastighed blot bekræfter trafikanterne i deres – allerede lave – hastighedsvalg.

Forbedret kurveafmærkning – primært gennem opsætning af gentagne retningspile som baggrundsafmærkning – er relevant i skarpe kurver; først og fremmest kurver med en horisontal radius mindre end 400 meter, sekundært i kurver med radius mindre end 1.000 meter (Vejdirektoratet, 2011a). Dette gælder primært:

- I kurver med ophobning af afkørselsuheld – særligt afkørselsuheld i mørke.
- I kurver hvor vejens længdeprofil skjuler vejens forløb.
- I kurver med høje gennemkørselshastigheder.

For at skabe forståelse blandt trafikanterne er det vigtigt, at vejbestyrelserne følge vejreglernes retningslinjer for opsætning af afmærkning, og at afmærkningen kun benyttes på lokaliteter, hvor der er behov for afmærkning.

### **Effekt og potentiale**

Metaanalyser af den sikkerhedsmæssige effekt af opsætning af retningspile som baggrundsafmærkning angiver, at tiltaget medfører en ikke-signifikant reduktion i antallet af personskadeuheld på 21 % (Høye et al., 2011).

Effektstudierne der indgår i metaanalysen er dog forholdsvis gamle – nyeste studie er fra 1993. En nyere litteraturgennemgang viser, at opsætning af retningspile som baggrundsafmærkning:

- påvirker bilisternes tværsnitsplacering i kurven, idet de placerer sig længere fra kantlinjen.
- reducerer uheldsforekomsten set i forhold normal kurveafmærkning (herunder opsætning af advarselstavle).
- fører til en forøgelse af gennemsnitshastigheden hos bilisterne (Lyles and Taylor, 2006).

En mulig forklaring på, at trafiksikkerheden tilsyneladende forbedres trods stigende gennemsnitshastighed, kan være, at hastighedsspredningen reduceres, som konsekvens af at de hurtigkørende i før-situationen reducerer hastigheden, mens de langsomt kørende øger hastigheden i takt med, at beskrivelsen af kurvens forløb forbedres. Effekterne af retningspile som baggrundsafmærkning vurderes til at være størst om natten og i skarpe kurver, samt når tiltaget kombineres med afmærket kantlinje (Lyles and Taylor, 2006). Et simulatorbaseret studie angiver dog, at etableringen af retningspile som baggrundsafmærkning reducerer trafikanternes hastighed ved indkørsel til og gennemkørsel af kurve (Charlton, 2004).



Det er også undersøgt, om der er forskel på effekten af retningspilene alt efter om de etableres som et enkelt skilt (monteret på én enkelt stander) eller etableres som en serie af enkelte retningspile, der gentages gennem kurveforløbet. Konklusionen er, at en serie af gentagne retningspile har en mere gunstig indflydelse på trafikanternes hastighed og tværsnitsplacering (Gates et al, 2004; Herrstedt and Greibe, 2001).

Norske studier antyder, at på strækninger, hvor baggrundsafmærkningen forstærkes i de mest problematiske kurver, kan uheldstallet stige – stigningen er dog ikke signifikant (Elvik et al., 1997). Der findes ikke nyere studier, der dokumenterer, hvorvidt dette er tilfældet eller ej.

Forvarsling af kurve med advarselstavle skal sikre, at trafikanternes opmærksomhed henledes på kommende kurve med dertil hørende risikomoment. Der kan ikke dokumenteres en signifikant sikkerhedsmæssig effekt af opsætning af advarselstavle alene, men meta-analyser angiver et bedste estimat på 30 % reduktion i antallet af personskadeuheld i kurverne, hvor tiltaget implementeres (Elvik et al., 2009). Jørgensen and Wentzel-Larsen (1999) forklarer den manglende dokumentation af en entydig positiv sikkerhedsmæssig effekt af advarselstavlerne med, at overdreven anvendelse af advarselstavle kan have udhulet de sikkerhedsmæssige effekter. I forlængelse heraf kan der heller ikke påvises entydige, positive sikkerhedsmæssige effekter af opsætning af tavle med angivelse af anbefalet hastighed (Charlton, 2007; Lyles and Taylor, 2006). Elvik et al. (2009) angiver imidlertid en signifikant reduktion i antallet af personskadeuheld på 13 %.

Studier indikerer, at montering af trafiksum i kantlinjen giver anledning til uheldsreduktioner, når de monteres på uheldsbelastede lokaliteter, men der kan ikke påvises en signifikant effekt ved en generel anvendelse af trafiksum (Bahar et al., 2004). Brug af trafiksum bør vurderes i forhold til vejbelægningens stand.

Der findes ikke en dokumenteret effekt af tiltaget på mødeuheld. Mødeuheld vil potentielt kunne forebygges ved, at vejens forløb tydeliggøres, hvorved hastighedsniveauet kan tilpasses, så trafikanter i kurvens inderside ikke kommer over i modsatte kørespor pga. for høj hastighed. Modsat kan risikoen for mødeulykker også påvirkes negativt ved at trafikanterne placerer sig længere inde mod vejmidten, når kurverne er afmærkede. For at forebygge dette, kan tiltaget kombineres med rumleriller i vejmidten eller kurveudvidelse med spærreflade i vejmidten.

Til trods for at effekten hviler på ældre studier, anvendes 21 % reduktion af personskadeuheld i kurver som udgangspunkt for de videre beregninger, da det vurderes at være bedste bud på en effekt. Baggrundsafmærkning forudsættes generelt anvendt i kurverne, mens forvarsling kunne anvendes i kurver, der vurderes særligt afkørselsfarlige, ligesom varslingsstavlerne og lokal hastighed typisk kun bruges i kombination med baggrundsafmærkning. Det er ikke muligt klart at afgrænse de kurver og de dertilhørende uheld nærmere, ligesom der ikke findes specifikke opgørelser over den kombinerede effekt af samtidig etablering af baggrundsafmærkning og forvarsling.

Kurveafmærkning er relevant på veje i åbent land. Det er primært relevant i kurver, som er vanskelige at erkende eller bedømme for trafikanterne. I mange af de relevante kurver vil horisontalradius være mindre end 400 meter.

Det er ikke muligt at identificere relevante kurver på landsplan, da lokaliteterne i høj grad vil blive udpeget på baggrund af lokale forhold – f.eks. i forbindelse med inspektion. Dermed er det heller ikke muligt udpege registrerede uheld i forhold til et relevant vejnet. Det er dermed heller ikke muligt at beregne personskadestætheden på det relevante vejnet.

I VIS er det muligt at lave udtræk for uheld i kurver. Denne parameter i imidlertid ikke nærmere specificeret i forhold til oversigtsproblemer, kurveradius eller lignende. Et udtræk af personskadeuheld og personskader i perioden 2007-2011 for uheld i kurver i åbent land vil således rumme et stort antal kurveuheld, hvor der enten findes kurveafmærkning, eller hvor der ikke er behov for kurveafmærkning. Udtrækket er dog alligevel taget med, da det benyttes til at vurdere, hvordan skaderne fordeler sig på alvorlighedsgrad. Tallene stammer fra VIS:

	Dræbte		Alvorligt Tilskadekomne		Lettere Tilskadekomne	
	S	K	S	K	S	K
Kurver i åbent land	43	176	142	760	156	717

*Tabel 1. Registrerede personskader på strækninger i åbent land 2007-2011, hvor vejudformning inddateret som kurve.*

Resultatet fra den udvidede dødsulykkesstatistik viste, at ca. 20 % af kurvedødsulykkerne var sket i kurver med utydeligt eller uforståeligt vejforløb. (Vejdirektoratet, 2011) Overføres dette forhold til de i alt 219 dræbte i kurver i perioden 2007-2011, vil ca. 44 være dræbt i kurver, hvor der kunne være behov for kurveafmærkning. Denne sammenligning er alene taget med for at perspektivere potentialet knyttet til at forbedre baggrundsafmærkning og forvarsling af horisontalkurver.

### **Besparelser og investeringer**

Med henblik på at fastsætte et realistisk implementeringsniveau er der i nedenstående angivet enhedspriserne for etablering af kurveafmærkning. Enhedsprisen afspejler prisen for at etablere forvarsling, evt. lokal hastighed og baggrundsafmærkning med O41-tavler opsat i henhold til vejreglerne:

Enhedspriser	
Forvarsling og O41 tavler i kurve	50.000 kr./kurve

For de videre beregninger forudsættes følgende implementeringsniveau frem mod 2020:

Statsveje: 30 kurver  
Kommuneveje: 500 kurver

Med det anførte implementeringsniveau bliver implementeringsomkostningerne 27 mio. kr.

Den samlede skadesbesparelse per år ved en implementering i det beskrevne omfang i 2020 er givet ved produktet mellem effekten af de respektive sikringstiltag og det forventede antal personskader på de lokaliteter, der gøres til genstand for en indsats.

En sikker beskrivelse af skadesbesparelsen er betinget af, at den lokalt forventede skadestæthed i de kurver, hvor tiltaget gennemføres frem mod 2020, er fastlagt. I estimatet på den forventede skadesbesparelse er der taget udgangspunkt i en antagelse om, at der i gennemsnit forventes 2 personskader per kurve over 5 år i de kurver, hvor afmærkningen forbedres:

Statsveje: 0,4000 psk/km/år  
Kommuneveje: 0,4000 psk/km/år

For at kunne fordele besparelsen i antallet af personskader på de respektive skadeskategorier, er det antaget, at personskaderne fordeler sig på samme måde som i de registrerede uheld i kurve på kommuneveje i perioden 2007-2011, jf. tabel 1.

Den forventede skadesbesparelse i 2020 ved det forudsatte implementeringsniveau ses i nedenstående tabel.

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne	
	VD	Kommune	VD	Kommune	VD	Kommune
Kurver	0,3	4,5	1,0	19,3	1,2	18,2
<b>Total</b>	<b>4,8</b>		<b>20,3</b>		<b>19,4</b>	

Tabel 2. Forventet antal sparede personskader i 2020 som følge af etablering af kurveafmærkning i 530 kurver.

Samlet svarer det til en besparelse på 45 personskader per år.

### Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag

Tiltaget har effektoverlap med midterudvidelse i kurver, rumleriller, etablering af autoværn, etablering af sikkerhedszone og sanering af rabatter, som er tiltag, der også kan være relevante gennem kurver med behov for bedre afmærkning.

### Ansvarlig for gennemførelse

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### Forfatter

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### Referencer

- Bahar, G., Mollett, C., Persaud, B., Lyon, C., Smiley, A. and Smahel, T., 2004, *Safety Evaluation of Permanent Raised Pavement Markers*, NCHRP Report 518, National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board
- Charlton, S., 2004, *Perceptual and attentional effects on drivers' speed selection at curves*, Accident Analysis and Prevention, Vol. 36, pp. 877-884
- Charlton, S., 2007, *The role of attention in horizontal curves: A comparison of advance warning, delineation, and road marking treatments*, Accident Analysis and Prevention, vol. 39, pp. 873-885

Elvik, R., Mysen, A. B. og Vaa, T., 1997, Trafiksikkerheshåndbok: Oversikt over virkninger, kostnader og offentlige ansvarsforhold for 124 trafikksikkerhetstiltak, Transportøkonomisk Institutt

Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. and Sørensen, M., 2009, *Handbook of Road Safety Measures*, Emerald

Gates, T. J., Carlson, P. J. and Hawkins, 2004, *Field evaluations of warning and regulatory signs with enhanced conspicuity properties*, Transport Research Record, no. 1862, pp. 64-76

Havarikommisjonen for Vejtrafikulykker, 2009, *Motorcykelulykker*, Rapport nr. 6, Havarikommisjonen for Vejtrafikulykker

Havarikommisjonen for Vejtrafikulykker, 2011, *Ulykker på landeveje*, Rapport nr. 7, Havarikommisjonen for Vejtrafikulykker

Herrstedt, L. and Greibe, P., 2001, *Safer signing and marking of horizontal curves on rural roads*, Traffic Engineering and Control, vol. 42, no. 3, pp. 82-87

Høye, A., Elvik, R. og Sørensen M. W. J., 2011, *Trafikksikkerhetsvirkninger av tiltak*, TØI rapport 1157/2011, Transportøkonomisk Institutt

Jørgensen, F. and Wentzel-Larsen, T., 1999, *Optimal use of warning signs in traffic*, Accident Analysis and Prevention, vol. 31, pp. 729-738

Lyles, R. W. and Taylor, W. C., 2006, *Communicating Changes in Horizontal Alignment*, NCHRP Report 559, National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board

Vejdirektoratet, 2006, *Vejregel: Færdselstavler. Hæfte 7. Kant- og baggrundsafmærkning*, Vejregelrådet, Vejdirektoratet

Vejdirektoratet, 2011, *Dødsulykker 2010. Årsrapport. Rapport 396 - 2011*, Vejdirektoratet

Vejdirektoratet, 2011a, *Håndbog: Trafiksikkerhedsprincipper - Anlæg og Planlægning*, Vejregelrådet, Vejdirektoratet

Vejdirektoratet, 2012, *Dødsulykker 2011. Årsrapport. Rapport 427 - 2012*, Vejdirektoratet

### 3.19. Etablering af sikre områder

#### **Fokusområde: 8 og 9.**

##### **Beskrivelse**

Hvis et køretøj kommer ud i rabatten, er der stor risiko for, at føreren mister herredømmet og enten forulykker i sideområderne eller overstyrer og kolliderer med en med- eller modkørende trafikant. Begge handlinger kan føre til alvorlige ulykker.

For at forebygge sådanne ulykker kan der bl.a. gøres en indsats for, at føreren har mulighed for at genvinde kontrollen over køretøjet eller for at mindske skadesomfanget ved at fjerne eller beskytte mod påkørselsfarlige genstande. Sikring af sideområder omfatter følgende tiltag:

Sanering af rabatter, så føreren har mulighed for kontrollere køretøjet ved kørsel i rabatten

Etablering af sikkerhedszoner, så der ikke er påkørselsfarlige genstande inden for sikkerhedszonen

Etablering af autoværn langs vejsiden, så trafikanterne beskyttes mod påkørselsfarlige genstande, som ikke kan fjernes fra sikkerhedszonen

De tre forskellige typer af indsatser retter sig mod samme type ulykker.

Sanering af rabatter og etablering af sikkerhedszoner kan med fordel benyttes i kombination. Etablering af autoværn langs vejsiden er en mulighed, når det ikke er muligt at sikre sideområderne i tilstrækkeligt omfang.



Eksempel på sikring af sideområder fra H413 nord for Ebeltoft.

##### **Formål og virkning**

Formål og virkning er nærmere beskrevet for de enkelte tiltag i afsnit 3.19.1, 3.19.2 og 3.19.3.

Hensigten med tiltagene er at beskytte trafikanterne mod at forulykke eller komme til skade som følge af, at de efter en tur i rabatten har mistet herredømmet, påkørt faste genstande eller er væltet/rullet rundt.

Tiltagene beskrives i denne sammenhæng i forhold til implementering i åbent land, men tiltagene kan også være relevante på udvalgte steder i byområder.

Tiltagene er ikke mindst relevante i ydersider af kurver, da sikkerhedszonen øges betragteligt, når vejens horisontalradius bliver mindre end 1.000 m.

### Effekt og potentiale

De forventede effekter af tiltagene er sammenfattet i tabel 1.

	Reduktion dræbte	Reduktion person-skader	Bemærkninger
1) Sanering af rabatter	-8% -0,5% -3%	-8% -0,5% -3%	Effekt på eneulykker Effekt på trængningsulykker Effekt på frontalkollisioner
2) Etablering af sikkerhedszone	-22%	-22%	Effekt ved at øge sikkerhedszone fra 1 til 5 m, hvilket er mindre end den anbefalede sikkerhedszone ved 80 km/t på lige vej
1 + 2) Kombination	-25%	-25%	Anslået effekt, når sikkerhedszone friholdes og rabatten saneres
3) Etablering af autoværn langs vejside	-54%	-54%	Effekt på ulykkesituation 011, 022, 023

Tabel 1. Sammenfatning af effekter, som er nærmere beskrevet i afsnit 3.19.1, 3.19.2 og 3.19.3.

Bemærk at kombinationen af tiltag 1 og tiltag 2 ikke har en dokumenteret effekt. Den anførte effekt er vurderet ud fra den betragtning, at frontalkollisioner i højere grad vil blive reduceret, når etablering af sikkerhedszone kombineres med rabatsanering.

Det bør desuden bemærkes, at effekten af etablering af sikkerhedszone er gældende for sikkerhedszone på 1- 5 m. Det er valgt at benytte denne effekt, selvom anbefalingen er, at der etableres en sikkerhedszone på op til 8 meter fra kørebaneanten. Der er dele af vejnettet, som i udgangspunktet er friholdt i en større afstand end 1 m fra kørebaneant, hvorfor effekten af at udvide

sikkerhedszonen ikke vil være så høj, som effektstudierne angiver ved etablering af sikkerhedszone på op til 8 meter. Dertil vil der være lokaliteter, hvor det ikke er fysisk muligt at udvide sikkerhedszonen op til 8 meter.

Som grundlag for at vurdere tiltagets bidrag til samlet årlig skadesbesparelse er antallet af kilometer vej i åbent land opgjort for motorveje og øvrige veje, samt fordelt på vejbestyrer:

	Km vej, som opfylder forudsætninger		Bemærkninger
	Stat	Kommune	
Motor-veje	1.093	8	Kilde: Danmarks Statistik 2012
Øvrige veje	2.697 inkl. by	70.080 inkl. by	Kilde: Danmarks Statistik 2012
	2.600	50.000	Anslået længde i åbent land

Tabel 2. Oversigt over vejlængde fordelt på vejbestyrelse.

Ydermere er antallet af personskader i perioden 2007-2011 knyttet til dette vejnet kortlagt via uheldsudtræk fra VIS:

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne		Psk.tæthed [psk./km/år]	
	S	K	S	K	S	K	S	K
Motorveje inkl. ramper Alle strækn. ulykker	124	0	677	1	837	0	0,300	0,025
Øvrige veje Alle strækn. ulykker	254	715	1.266	3.627	1.665	3.867	0,245	0,033
Motorveje inkl. ramper ulykkes-type 011; 022;023	31	0	167	1	228	0	0,078	0,025
Øvrige veje Ulykkes-type 011; 022;023	19	109	132	684	206	622	0,027	0,006

Tabel 3. Registrerede personskader i åbent land 2007-2011, samt personskadetæthed ved brug af tabel 2.



Tabellen inkluderer antallet af personskader på lokaliteter, hvorpå der allerede er gennemført en sikring af vejens sideområder gennem rabatsanering, etablering af sikkerhedszone eller via opsætning af autoværn i vejsiden.

### Besparelser og investeringer

Med henblik på at fastsætte et realistisk implementeringsniveau er der indhentet information om enhedspriserne for sikring af vejenes sideområde:

Enhedspriser	
Kantforstærkning (per vejside)	200-500 kr./m
Sikkerhedszone	250 kr./m
Autoværn (stål excl. påkørselsdæmper) (per vejside)	500 kr./m
	Kilde: VD Syddanmark

For de videre beregninger forudsættes følgende implementeringsniveau frem mod 2020:

- 1 og 2) Implementeres på 200 km motorvej og 400 km øvrig statsvej i åbent land
- 1 og 2) Implementeres på 800 km kommunevej i åbent land
- 3) Implementeres på 100 km motorveje og 100 km øvrige statsveje i åbent land
- 3) Implementeres på 200 km kommunevej i åbent land

Med det anførte implementeringsniveau bliver implementeringsomkostningerne 1.330 mio. kr. for sanering af rabatter og sikring af sikkerhedszone samt 400 mio. kr. for autoværn i vejsiden. I alt 1.730 mio. kr.

Den samlede skadesbesparelse per år ved en implementering i det beskrevne omfang i 2020 er givet ved produktet mellem effekten af de respektive sikringstiltag og det forventede antal personskader på de lokaliteter, der gøres til genstand for en indsats.

En sikker beskrivelse af skadesbesparelsen er betinget af, at den lokalt forventede skadestæthed på de vejstrækninger, hvor der gennemføres en sikring af sidearealerne frem mod 2020 er fastlagt. Der foreligger ikke uheldsmodeller eller andet, der giver mulighed for at fremsætte et sådant egentligt estimat.

Det er forudsat, at tiltag 1 og 2 primært udføres på sammenhængende strækninger, hvor personskadetætheden ligger over gennemsnittet. Tiltag 3, autoværn, anvendes dels på strækninger og dels som punkttiltag på lokaliteter, hvor der er registreret uheld med afkørsel, og hvor det ikke umiddelbart er muligt at forbedre sideterrænet tilstrækkeligt.

Det er ydermere forudsat, at sikringen af sideområderne på det kommunale vejnet først og fremmest gennemføres på de større kommuneveje, der i udformning og trafikbelastning antages at kunne sidestilles med øvrige statsveje.

I estimatet på den forventede skadesbesparelse er det derfor i stedet forudsat, at:

- Tiltag 1 og 2 implementeres i kombination på vejstrækninger, hvor den gennemsnitlige tæthed af personskader er 0,45 personskader/km/år for motorveje
- Tiltag 1 og 2 implementeres i kombination på vejstrækninger, hvor den gennemsnitlige tæthed af personskader er 0,3 personskader/km/år for øvrige statsveje og kommuneveje
- Tiltag 3 implementeres på vejstrækninger, hvor den gennemsnitlige tæthed af personskader relateret til uheld for uheldssituationerne 011; 022 og 023 er 0,2 personskader/km/år for motorveje og for øvrige statsveje og kommuneveje

For at kunne fordele besparelsen i antallet af personskader på de respektive skadeskategorier er det antaget, at personskaderne fordeler sig på samme måde som i perioden 2007-2011 for henholdsvis motorveje og øvrige statsveje, jf. tabel 2. Den forventede skadesbesparelse i 2020 ved det forudsatte implementeringsniveau ses i nedenstående tabel.

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne	
	VD	Kommune	VD	Kommune	VD	Kommune
Tiltag 1 og 2	4,1	5,2	21,2	26,5	27,2	28,3
Tiltag 3	1,4	1,7	8,2	10,4	12,0	9,5
Sum	5,5	6,9	29,4	37,0	39,2	37,8
Total	12,3		66,4		76,9	

Tabel 3. Forventet antal sparede personskader i 2020 som følge af forbedring af sideområder på i alt 1.800 km.

Samlet svarer det til en besparelse på 156 personskader per år.

### **Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag**

Elementerne i sikring af sideområderne kan implementeres som selvstændige tiltag. Hvis tiltagene implementeres samme sted, vil effekterne overlappe. Der er taget højde for dette, idet det i beregningerne er forudsat, at rabatsanering og etablering af sikkerhedszone gennemføres i kombination, hvorfor der er anvendt en effekt, der udtrykker den kombinerede effekt af tiltagene. Ydermere er det i overslaget på skadesbesparelserne forudsat, at der ikke gennemføres rabatsanering og etablering af sikkerhedszone på steder, hvor der opsættes autoværn og vice versa.

Der kan ydermere opstå et effektoverlap, hvis der på lokaliteter, hvor sideanlæggene sikres, tillige sættes ind med etablering af midterautoværn, rumleriller i vejsiden, forbedret afmærkning, lokal hastighed og midterudvidelse i kurver.

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### 3.19.1. Sanering af rabatter

**Fokusområder: 7, 8 og 9.**

#### **Beskrivelse**

Rabatsanering bevirker, at rabattens bæreevne øges, hvorved opspring til kørebanen begrænses, og rabatten vil forblive mere jævn. Rabatten kan bl.a. forstærkes med græsarmering af forskellig art eller ved at ændre rabattens opbygning, så den får en større bæreevne. Rabatsanering kan anvendes langs veje i åbent land, hvor det er relevant i kurver, krydsområder og på lige strækninger. Det er også relevant langs motorveje og især i midterrabatten. I udlandet benyttes også andre løsninger, f.eks. 30-35 graders asfaltfyldning fra kørebanekant og ud.

Løbende vedligehold af rabatter, herunder rabatafhøvling, rabatfræsning og kanttilfyldning anses for at være en del af det normale vedligehold, og ikke som en del af denne indsats. Løbende vedligehold er dog en forudsætning for, at de sikkerhedsmæssigt positive effekter af rabatsanering fastholdes.

#### **Formål og virkning**

Hensigten med rabatsanering er at forbedre mulighederne for at fastholde eller genvinde herredømmet over køretøjet, hvis et køretøj kommer ud i rabatten. Hvis rabatten er meget ujævn eller blød, eller der er stort opspring til kørebanen, er der stor risiko for, at føreren mister herredømmet og enten kører af vejen eller overstyrer og derved kommer over i den modsatte kørebane. Flere undersøgelser fra Havarikommisionen for Vejtrafikulykker (HVU) peger på, at rabattens bæreevne har stor betydning for trafiksikkerheden langs landeveje og motorveje (Havarikommisionen for Vejtrafikulykker, 2011). Vejdirektoratets udvidede dødsulykkestatistik viser også, at problematiske rabatforhold er en faktor, som har betydning for trafikuheldenes alvorlighedsgrad.

Der kan være mange faktorer, som indvirker på, at køretøjer kommer ud i rabatten, herunder uopmærksomhed, søvn, mistet herredømme, mangelfuld afmærkning og høj hastighed. Ulykker som følge af en tur i rabatten kan omfatte eneulykker, ulykker mellem trafikanter i samme retning og mødeulykker. Tiltaget kan således prioriteres ud fra forekomsten af disse ulykkestyper i åbent land. Herudover kan der prioriteres ud fra lokalt kendskab til problematiske rabatforhold. Desuden kan saneringen prioriteres på strækninger med høj hastighed, da hastigheden indvirker på risikoen for at komme ud i rabatten og på ulykkernes alvorlighed.

Tiltaget bør ses i sammenhæng med fjernelse af påkørselsfarlige genstande inden for sikkerhedszonen. Desuden har kantbanebredden indflydelse på, hvor lang reaktionstid føreren har, før køretøjet kommer ud i rabatten.

### **Effekt**

Det er ikke muligt at identificere egentlige studier af den sikkerhedsmæssige effekt af rabatsanering. De studier, der kommer tættest på, omhandler de sikkerhedsmæssige effekter af etablering af 0,3-1 meter brede kantbaner samt asfaltering af rabatten (vejskulder). Førstnævnte reducerer antallet af personskader med 3-8 % (Høye et al., 2011).

I dansk sammenhæng er det tidligere vurderet, at effekten af rabatsanering kan sidestilles med effekten af etablering af 0,3-1 meter brede kantbaner. Her vurderes effekten for både person- og materielskadeulykker at være 3% reduktion ved frontalkollision, 8% reduktion eneulykker, samt 0,5% reduktion i bagendekollisioner (Jensen et al., 2010). Asfaltering af rabatten er i et studie (Ogden, 1997) påvist til at reducere forekomsten af dødsulykker på to-sporede veje i åbent land med op til 41 %. Studiet vurderes dog til at have metodologiske svagheder, der kan betyde, at effekten er overvurderet (Høye et al., 2011).

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### 3.19.2. Etablering af sikkerhedszone

**Fokusområde: 7 og 9.**

#### **Beskrivelse**

Af hensyn til trafiksikkerheden skal der uden for køresporet være et areal, sikkerhedszonen, som er fri for påkørselsfarlige faste genstande, og som er udformet sådan, at et køretøj, der utilsigtet forlader køresporet, ikke vælter eller bringes til brat standsning.

#### **Formål og virkning**

En stor del af de alvorlige ulykker, hvor trafikanten af forskellige årsager kører af vejen, kunne være endt mindre alvorligt, hvis vejens sideområder var fri for faste genstande som f.eks. store sten, master, træer o.l. Ved at gennemføre en målrettet indsats for at fjerne faste genstande og ændre udformningen af stejle grøfter og skråninger, kan alvorligheden af mange eneulykker reduceres.

Sikkerhedszonen er et areal uden for kørebanen, som bør være udformet så et køretøj, der utilsigtet kommer uden for kørebanen:

- Ikke vælter
- Kan bringes til standsning uden risiko

Terrænet i sikkerhedszonen skal være afrundet og nogenlunde plant, samt friholdt for grøfter. Ligeledes skal sikkerhedszonen have tilstrækkelig bæreevne til, at trafikanten kan manøvrere sikkert. Som princip bør faste genstande, der er placeret indenfor sikkerhedszonen, fjernes. Nogle af de faste genstande ønsker man imidlertid at bevare, fordi de er fredede eller beskyttede som kulturhistoriske elementer eller på grund af en æstetisk landskabelig værdi. Andre faste genstande, som f.eks. bygninger, er ikke umiddelbart mulige at fjerne.

Den nødvendige bredde på sikkerhedszonen er betinget af vejens dimensioneringshastighed, samt om sikkerhedszonen ligger i en horisontalkurve. For veje med en dimensioneringshastighed på 100 km/t bør sikkerhedszonen have en bredde på mindst 8 meter. Amerikanske studier viser, at når køretøjer kører af vejen med en hastighed på 100 km/t, kommer mindst 60 % mere end 6 meter væk fra kørebanekanten, mens 80-90 % af trafikanterne ikke kommer længere end 10 meter væk (Vejdirektoratet, 2011).

De sikkerhedsmæssige tiltag, der er tale om, er fjernelse, tilpasning og/eller afskærmning af genstandene i sikkerhedszonen eller ved etablering af lokal hastighedsbegrænsning. Det anbefales, at tiltaget ikke implementeres

"punktvis", men på længere sammenhængende vejstrækninger. Mange faste genstande er placeret på privat ejendom, og det betyder, at vejbestyrelsen ikke bare kan fjerne dem. Derfor er en vigtig del af arbejdet med faste genstande også at komme i dialog med de lodsejere, som sætter de mange faste genstande op på deres ejendom.

Tiltaget er i særlig grad relevant, når det gælder forebyggelse af personskader i eneulykker på veje i åbent land. Kombinationen af høj hastighed og påkørsel af fastegenstande tæt på kørebanelen bevirker således, at denne type af ulykker er karakteriseret ved en høj alvorlighedsgrad.

### **Effekt**

Evalueringsstudier dokumenterer, at etablering af sikkerhedszoner har en positiv sikkerhedsmæssig effekt på veje i åbent land. Det er især andelen af dræbte og alvorligt tilskadede, som reduceres. Effekten af etablering af sikkerhedszoner fordobles, når sikkerhedszonen etableres med en bredde på 9 meter set i forhold til etableringen af en sikkerhedszone på 5 meter. Øgning af sikkerhedszone fra 1 m til 5 m reducerer risikoen for ulykker med 22%, og øgning fra 5 m til 9 m reducerer ulykkesrisikoen med 44% (Høye et al., 2011, og Elvik et al., 2013). I Norge og Holland anbefales det, at sikkerhedszoner etableres med en bredde på 9-10 meter, og i Highway Safety Manual betegnes sikkerhedszoner med en bredde på eller over 9 meter, som de sikreste (AASHTO, 2009).

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### 3.19.3. Autoværn i vejsiden langs større veje i det åbne land

**Fokusområde: 7 og 9.**

#### **Beskrivelse**

Ved at opsætte autoværn i vejsiden langs større veje, vil bilister, der er ved at køre af vejen, blive opfanget af autoværnet og køretøjets hastighed og retning ændret på kontrolleret vis, så trafikanter ikke udsættes for unødige kraftpåvirkninger som følge af påkørsel af faste genstande, eller fordi køretøjet triller rundt. Opsætning af autoværn er relevant langs større veje, hvor der ikke er tilstrækkelig plads til etablering af en sikkerhedszone langs vejen.

#### **Formål og virkning**

Hensigten med autoværnet i vejsiden er at forhindre bilister i at køre af vejen. Tiltaget retter sig især mod at nedbringe alvorlighedsgraden af eneulykker, der sker, fordi bilførere distraheres eller falder i søvn under kørslen, så de uagtsomt kører af vejen. Afkørselsulykker er særligt problematiske på lokaliteter, hvor der langs vejen findes faste genstande og grøfter, eller hvor vejens sideterræn er af en sådan beskaffenhed eller udformning, at der er en forøget risiko for, at afkørende køretøjer ruller rundt. Etableringen af autoværn vil forhindre forulykkede trafikanter i at fortsætte ud i grøften, på marken, ind i et træ eller f.eks. ind i en ejendom.

Det er væsentligt, at der anvendes den rigtige stivhed i autoværnet. Jo blødere autoværn, jo mildere opbremsning får bilisten, hvilket som oftest resulterer i færre og mindre personskader. Ved eksempelvis bropillar er det dog væsentligt, at der anvendes et stivere autoværn.

Autoværn har den største effekt, når de påkøres indenfor bestemte vinkelinterval. Opsætning af autoværn bør kombineres med rabatsanering (især ved brug af stive autoværn). Ved manglende rabatsanering er der risiko for, at bilisten ved uopmærksomhed får et hjul i rabatten og dernæst overreagerer ved at styre bilen over i modsatte vejbane og derfor kører frontalt ind i autoværnet. Dette kan minimeres ved rabatsanering.

Autoværn anbefales opsat på strækninger i det åbne land, hvor afkørselsrisikoen er stor, vejens sidearealer giver anledning til en forøget skadesrisiko, og hvor det ikke er muligt at etablere tilstrækkelig sikkerhedszone. Etableringen af autoværn er særlig relevant på vejstrækninger, hvor hastigheden eller hastighedsgrænsen er høj, idet dette stiller øgede krav til sikkerhedszonens bredde.



Idet enderne på autoværn i sig selv udgør en risiko, da der er mulighed for at bilister kan komme op og "ride" på autoværnet, kan det være effektivt, at sammenbinde kortere strækninger med autoværn, således at der i stedet fremstår en længere strækning med autoværn. Desuden bør enderne på autoværnet bøjes væk fra vejbanen, da risikoen for "ridning" derved mindskes.

### **Effekt**

Metaanalyser af effekterne af etablering af autoværn langs veje i åbent land viser, at opsætning af autoværn ikke påvirker antallet af afkørseluheld (uheldssituationerne 011, 022 og 023), men at der sker en væsentlig omfordeling af uheldene fra (alvorlige) personskadeuheld til materielskadeuheld (Jensen et al., 2010). Effekterne af opsætning af autoværn varierer dog alt efter udformningen og beskaffenheden af sideanlæggene samt forekomsten og typen af faste genstande i rabatten på de steder, hvor autoværn opsættes (Elvik, 1995).

I en dansk sammenfatning af effekter ved autoværn i vejsiden i åbent land vurderes effekten af autoværn langs vejsiden i åbent land at være 54% reduktion i antal personskadeulykker og 64% forøgelse i antal materielskadeulykker for ulykkesituationerne 011, 022 og 023 (Jensen, 2010). "Trafiksikkerheshåndboken" beskriver, at effekten på personskader er -47% (Elvik et al., 2013).

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### **Referencer**

AASHTO, 2009, *Highway Safety Manual 1st edition*, American Association of State Highway and Transportation Officials

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, pp. 523-549

Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og Sørensen, M., 2013, *Trafiksikkerheshåndboken*, [www.tsh.toi.no](http://www.tsh.toi.no), Transportøkonomisk Institutt

Jensen, S.U., Andersson, P.K., Herrstedt, L., 2010, *Håndbog. Trafiksikkerhed. Effekter af vejtekniske virkemidler*, Vejdirektoratet

Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, 2011, *Ulykker på Landeveje*, Rapport nr. 7, Havarikommissionen for Vejtrafikulykker

Høye, A., Elvik, R. og Sørensen M. W. J., 2011, *Trafikksikkerhetsvirkninger av tiltak*, TØI rapport 1157/2011, Transportøkonomisk Institutt

Ogden, K. W., 1997, *The effects of paved shoulders on accidents on rural highways*, Accident Analysis and Prevention, vol. 29, pp. 353-362

Vejdirektoratet, 2011, *Trafikksikkerhedsprincipper*, Vejdirektoratet

### 3.20. Etablering af "2 minus 1 veje" i åbent land

**Fokusområder: 1, 5, 6 og 9.**

#### **Beskrivelse**

"2 minus 1-veje" består af ét kørespor, som skal afvikle trafik i begge retninger. Køresporet er afmærket med punkterede brede kantlinjer i begge sider, hvor lette trafikanter kan færdes. Kantbanerne skal desuden benyttes, når modkørende bilister skal passere hinanden. Etablering af "2 minus 1-veje" i åbent land bevirker, at trafikanterne skal ændre færdselsmønster i forhold til kørsel på almindelige 2-sporede veje.

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

Tiltaget er anvendt på flere strækninger i bl.a. Danmark, Sverige, Tyskland og Holland. Tiltaget kan bl.a. være relevant på veje gennem "blå byer". "Blå byer" forstås som vejstrækninger med nogen bebyggelse, som ikke er afgrænset af byzone-tavlen (tavle E55), men som i stedet er markeret med et blå skilt med bynavnet i hvid skrift (tavle H45).



Eksempel fra Holland på "2 minus 1-vej". Foto:

[www.aviewfromthecyclepath.com](http://www.aviewfromthecyclepath.com)

#### **Formål og virkning**

Formålet med "2 minus 1-veje" er at forbedre forholdene for de lette trafikanter, hvor der ikke er cykelsti og evt. heller ikke fortov. Afmærkningen viser biltrafikanterne, at de skal køre på midten af vejen, hvorved kantbanerne friholdes til de lette trafikanter.

Basistværprofilet for "2 minus 1-veje" er i "Håndbog for tværprofiler i åbent land" (Vejdirektoratet, 2012) defineret sådan, at det består af en kørebane, to brede kantbaner med 0,3 m brede punkterede kantlinjer og to yderrabatter. Der skal desuden sikres, at der er mødesigt ved planlægningshastigheden. Jf. afmærkningsbekendtgørelsen må ensporede veje med dobbeltrettet færdsel og

punkterede kantlinjer ikke anvendes på strækninger i åbent land, hvor den tilladte hastighed er over 60 km/t. Kørebanebredden skal være mellem 3,0 og 3,5 m. (Transportministeriet, 2012)

Vejdirektoratet har undersøgt, hvor udbredt "2 minus 1-veje" er i Østdanmark. 33 kommuner i området deltog i undersøgelsen, som viste, at der i perioden siden 2003 var etableret mindst 27 "2 minus 1-veje" fordelt på 12 kommuner. Vejenes tværprofil varierer, men ingen har en vejbrede større end 7,9 m. De fleste har vognbanebredder smallere end 3,5 m. Strækningerne er mellem 150 og 1.800 m lange, og den længste strækning er en delstrækning af en længere sammenhængende "2 minus 1" strækning. Årsdøgntrafikken varierer mellem 730 og 2.600 køretøjer. De skilte hastigheder er 40 km/t eller 50 km/t. Én strækning har en skiltet hastighed på 60 km/t. Mange af strækningerne er ikke blevet evalueret i forhold til ulykker og hastighed. Undersøgelsen omfatter ikke en effektvurdering eller ulykkesdata. (COWI, 2013)

Den dokumenterede effekt af "2 minus 1-veje" er meget begrænset. En rapport fra 2008 sammenfatter eksisterende viden på området. Heraf fremgår det, at der ikke findes dokumenterede langtidseffekter på, at tiltaget reducerer hastighedsniveauet, med mindre tiltaget kombineres med andre hastighedsdæmpende tiltag som f.eks. bump, chikaner, vejindsnævninger, reduceret tilladt hastighed mv. Der findes eksempler på, at tiltaget har medført en reduktion i trafikarbejdet. Der er ikke fundet nogen entydig dokumentation af, at tiltaget har skabt øget oplevelse af tryghed blandt cyklister og fodgængere. I rapporten påpeges desuden, at der er risiko for, at trafikanterne misforstår hinanden. (Erke et al., 2008)

Et dansk forsøg har vist, at hastighedsniveauet steg efter indførelse af "2 minus 1-veje" til trods for, at den skilte hastighed blev reduceret. (la Cour Lund, 2005)

Der er lavet tyske forsøg, hvor etableringen "2 minus 1-veje" med 4,2 m bred kørebane på veje med en ønsket hastighed på 70 km/t blev evalueret. Som del af forsøget blev hastighedsvalget på en udvalgt strækning kortlagt ved at eftersætte bilister på strækning i køretøj udstyret med GPS. På baggrund af GPS-registreringerne blev der optegnet hastighedsprofiler for vejstrækningen før og efter. Målingerne viser en reduktion i hastigheden på 10 % (Richter and Zierke, 2009).

I Holland er "2 minus 1-veje" anvendt som et gennemgående hastighedsdæmpende tiltag i forbindelse med etableringen af 60 km/t

hastighedszoner på mindre veje i det åbne land. I udgangspunktet var vejene karakteriseret ved en hastighedsgrænse på 80 km/t, ligesom vejstrækningerne omfatter veje med en køresporbredde i intervallet 2,5 – 6,2 meter. Som det centrale hastighedsdæmpende element blev vejenes midterafmærkning fjernet, og antallet af kørebaner reduceret fra to til en ved afmærkning af punkterede kantlinjer i begge vejsider. Bredderne på de etablerede kantbaner varierer strækningerne imellem. Etableringen af "2 minus 1-vejene" blev kombineret med opsætning af hastighedszonetavler samt etablering af hastighedsdæmpende foranstaltninger, primært bump, på strategiske udvalgte dele af strækningerne og hævede flader i forbindelse med kryds. Evalueringerne af den samlede sikkerhedsmæssige effekt af etableringen af hastighedszoner i kombination med hastighedsdæmpende foranstaltninger og "2 minus 1 veje" viser en signifikant reduktion i antallet af personskadeuheld på vejstrækningerne i de områder, hvori tiltaget er implementeret (Jaarsma et al, 2011).

Sammenfattende kan det konkluderes, at "2 minus 1-veje" ikke bør etableres uden at det kombineres med andre hastighedsdæmpende foranstaltninger. Disse er nærmere beskrevet i faktaarket for *hastighedsdæmpende (vejtekniske) foranstaltninger*.

Hvis "2 minus 1-veje" ikke kan føres igennem på hele den ønskede strækning pga. oversigtsproblemer eller andre lokale forhold, er det muligt, at opsplitte "2 minus 1-vejen" med en 2 sporet vej på en delstrækning. Konsekvenserne af dette for cyklisterne bør dog indgå i overvejelserne.

### **Effekt og potentiale**

Den hollandske evaluering af den kombinerede effekt af introduktionen af 60 km/t zoner, hastighedsdæmpende foranstaltninger og "2 minus 1-veje" er interessant, idet "2 minus 1-vejene" er implementeret på et med Danmark sammenligneligt vejnet, hvor der forefindes lette trafikanter. De etablerede "2 minus 1-veje" er desuden i overvejende grad implementeret i overensstemmelse med danske anbefalinger.

Det hollandske studie viser en signifikant nedgang i antallet af personskadeuheld på strækningerne på 18 %, ligesom antallet af tilskadekomne i strækningsuheld reduceres med 18 %, når "2 minus 1-veje" etableres i forbindelse med en nedsættelse af hastighedsgrænsen fra 80 til 60 km/t. Det bør bemærkes, at effekten i kryds var 44 %, og den samlede effekt for kryds og strækninger var en uheldsreduktion på 24 % (Jaarsma et al, 2011). I effektstudiet er der kontrolleret for generelle uheldstrends ved at forholde

ændringen i uheds- og skadesforekomsten fra før til efter i projektområder med udviklingen i uheds- og skadesforekomsten i udvalgte kontrolområder. Ligeledes er det dokumenteret, at nedgangen i antallet af uheld og personskader ikke er et resultat af, at nedsættelsen af hastighedsgrænserne på de mindre veje i landområde har flyttet biltrafik til det overordnede landevejsnet.

I det videre benyttes en effekt på 18 % reduktion i antallet af tilskadekomne på strækninger, hvor hastigheden reduceres fra 80 til 60 km/t suppleret med hastighedsdæmpende tiltag.

Der findes ikke nogen kendt effekt for "2 minus 1 veje" i byer og "blå byer". Her vil der være højere krydstæthed, mere krydsende trafik og flere lette trafikanter, men til gengæld vil hastigheden typisk være reduceret i forvejen, hvorfor sikkerhedseffekten af en hastighedsreduktion må antages at være mindre. I det videre benyttes en effekt på 18 % reduktion i antallet af tilskadekomne ved "2-1 veje" i mindre bysamfund og "blå byer".

"2 minus 1 veje" er relevante på mindre veje i åbent land og gennem byer og "blå byer". Da der er tale om mindre veje uden høje trafikmængder, er tiltaget alene relevant på kommuneveje.

Det er ikke muligt at identificere det relevante vejnet på landsplan, da lokaliteterne i høj grad vil blive udpeget på baggrund af lokale forhold. Dermed er det heller ikke muligt at udpege registrerede uheld i forhold til et relevant vejnet. Det er dermed heller ikke muligt at beregne personskadestætheden på det relevante vejnet.

Selv om det ikke er muligt at identificere de relevante uheld, er det valgt at lave et udtræk af antallet af personskader i perioden 2007-2011, som er registreret på 2 sporede veje i åbent land excl. motortrafikveje, da tallene senere vil blive benyttet til at estimere fordelingen på alvorlighed. Tallene stammer fra VIS:

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne	
	S	K	S	K	S	K
2 sporede veje i åbent land excl. motortrafikveje	180	575	881	2.747	1.171	2.996

Tabel 1. Registrerede personskader på 2 sporede strækninger i åbent land 2007-2011.

### Besparelser og investeringer

Med henblik på at fastsætte et realistisk implementeringsniveau er der i det nedenstående angivet enhedspriser for etablering af "2 minus 1 veje".

Enhedsprisen vil variere en del i forhold til lokale forhold:

Enhedspriser	
By: inkl. afmærkning, bump og enkelte hævede flader	400.000 kr./km
Land: inkl. afmærkning og bump	300.000 kr./km
<i>Bemærk at prisen varierer afhængig af lokalitet</i>	

"2 minus 1 veje" er målrettet mindre trafikerede strækninger. Især i åbent land har der ofte ikke været udført målrettede trafikikkerhedsmæssige tiltag på denne type strækninger, da der tidligere ikke har været kendskab til tiltag, som kunne være relevante.

Det antages, at kommunerne vil prioritere egnede strækninger, hvor der er registreret uheld, og hvor der evt. vurderes behov for at skabe øget tryghed for cykeltrafik. Som følge heraf forudsættes det, at der prioriteres strækninger med 80 km/t, hvor der gennemsnitligt forventes 1 personskade per strækning på 5 år. Det antages desuden, at der udvælges strækninger uden høj trafikintensitet. I åbent land antages strækningerne gennemsnitligt at være 2 km lange, og gennem byer og "blå byer" antages strækningerne gennemsnitligt at være 1 km lange.

For de videre beregninger forudsættes følgende implementeringsniveau frem mod 2020:

- Kommuneveje – åbent land: 300 strækninger á 2 km svarende til 3 strækninger per kommune
- Kommuneveje – by/"blå byer": 200 strækninger á 1 km svarende til 2 strækninger per kommune

Med det anførte implementeringsniveau bliver implementeringsomkostningerne 260 mio. kr.

Den samlede skadesbesparelse per år ved en implementering i det beskrevne omfang i 2020 er givet ved produktet mellem effekten af de respektive sikringstiltag og det forventede antal personskader på de lokaliteter, der gøres til genstand for en indsats.

En sikker beskrivelse af skadesbesparelsen er betinget af, at den lokalt forventede skadestæthed i de kryds, hvor tiltaget gennemføres frem mod 2020, er fastlagt. I estimatet på den forventede skadesbesparelse er der taget udgangspunkt i en antagelse om, at der i gennemsnit er registreret 1 personskade per strækning i løbet af 5 år på de projektstrækninger, hvor der etableres 2-1 veje. Dette svarer til følgende forudsatte forventede skadestætheder:

- Kommuneveje – åbent land: 0,1000 psk/km/år
- Kommuneveje – by/"blå byer": 0,2000 psk/km/år

For at kunne fordele besparelsen i antallet af personskader på de respektive skadeskategorier, er det antaget, at personskaderne fordeler sig på samme måde som for kommuneveje i perioden 2007-2011, jf. tabel 1.

Den forventede skadesbesparelse i 2020 ved det forudsatte implementeringsniveau ses i nedenstående tabel.

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne	
	VD	Kommune	VD	Kommune	VD	Kommune
Åbent land	0	1,0	0	4,7	0	5,1
By/"blå byer"	0	0,7	0	3,1	0	3,4
<b>Total</b>		<b>1,7</b>		<b>7,8</b>		<b>8,5</b>

Tabel 2. Forventet antal sparede dræbte, alvorligt og lettere tilskadekomne ved etablering af 800 km "2 minus 1-veje".

Samlet svarer det til en besparelse på 18 personskader per år.



### **Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag**

Tiltaget har effektoverlap med hastighedsdæmpende foranstaltninger. "2 minus 1 veje" i byer er i det beskrevne implementeringsniveau antaget primært at være rettet mod mindre byer, mens de hastighedsdæmpende foranstaltninger er antaget at være rettet mod andre veje. Der er dermed taget højde for effektoverlap disse tiltag imellem ved i estimatet på den forventede skadesbesparelse i 2020 at forudsætte, at disse tiltag implementeres på forskellige lokaliteter.

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### **Referencer**

COWI, 2013, *Evaluering af brugen af 2-1 veje*, Notat dateret 19. dec. 2012, COWI

Erke, A., Sørensen, M., 2008, *Extended road shoulders on rural roads: A measure for cyclists and pedestrians?*, TØI rapport 961/2008,

Transportøkonomisk Institutt

Jaarsma, R., Louwerse, R., Dijkstra, A., de Vries, J. and Spaas, J. P., *Making minor rural road networks safer: The effects of 60 km/h zones*, Accident Analysis and Prevention, vol. 43, pp. 1508-151

la Cour Lund, B. m.fl., 2005, *Hastighedsmålinger på Gurrevej*, Trafitec

Richter, T. og Zierke, B., 2009, *Safe design of rural roads by normalized road characteristics*, Association for European Transport.

Transportministeriet, 2012, Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning, BEK nr. 801 af 04/07/2012, Transportministeriet

Vejdirektoratet, 2012, Håndbog: Tværprofiler i åbent land – Anlæg og Planlægning, høringsudgave, Vejdirektoratet

### 3.21. Lokal hastighedsbegrænsning i kryds i åbent land

**Fokusområder: 1, 3 og 10.**

#### **Beskrivelse**

Etablering af lokal hastighedsbegrænsning på 60 km/t eller 70 km/t i kryds i åbent land bevirker, at trafikanterne bliver mere opmærksomme på, at kørsel gennem krydsområdet kræver særlig opmærksomhed. Tiltaget er en lavteknologisk version af variable tavler, hvor lokal hastighedsbegrænsning aktiveres ved sidevejstrafik eller evt. venstresvingstrafik fra den gennemgående vej i krydset.

Tiltaget er anvendt gennem en længere årrække, men praksis for brug af tiltaget og valg af hastighed varierer. Nogle steder er det f.eks. praksis, at hastigheden skiltes ned omkring rundkørsler.



Eksempel på lokal hastighedsbegrænsning i kryds i åbent land på H425

#### **Formål og virkning**

Hensigten med lokal hastighedsbegrænsning ved hjælp af statiske tavler er at gøre de gennemkørende trafikanter opmærksomme på, at der er en øget ulykkesrisiko i krydsområdet. Tiltaget retter sig mod kryds, hvor de geometriske forhold ikke giver tilstrækkelig oversigt og mod uheldsbelastede kryds, hvor der ikke er aktuelle planer om at forbedre forholdene ved ombygning eller lignende. Det kan således anvendes som en midlertidig lokal hastighedsbegrænsning i perioden frem mod ombygningen. Det kan også benyttes i uheldsbelastede kryds, hvor uheldsbilledet ikke er entydigt. Desuden målretter tiltaget sig også mod lokaliteter, hvor krydset er dimensioneret til lavere hastighed end den generelle hastighed på strækningen.

Valg af lokal hastighed i krydsområder bør ensartes på landsplan, da det som trafikant kan være vanskeligt at forstå (og acceptere), hvorfor hastigheden i kryds i åbent land varierer mellem 60 og 90 km/t, uden at der er en synlig logisk forklaring. Den nuværende variation kan bl.a. skyldes forskellig praksis hos vejbestyrer og politikredse, samt variation over tid.

I signalregulerede kryds i åbent land anbefales den tilladte hastighed højst at være 70 km/t, og om kryds i ét plan anføres det i "Håndbog for planlægning af vejkryds i åbent land", at hastigheden bør være lavere i krydset end på fri strækning. Samtidig viser undersøgelser, at fører og passagerer normalt vil kunne overleve sidekollisioner ved hastigheder på 50 km/t, mens det ikke er alle bilister, der overlever sidekollisioner ved hastigheder i intervallet 60-80 km/t (Vejdirektoratet, 2012b).

Tiltaget er relevant i forhold til alle typer krydsulykker i åbent land, da lavere hastigheder reducerer ulykkesrisikoen og alvorligheden af ulykkerne. Som udgangspunkt bør tiltaget være målrettet kryds, hvor der er særlige sikkerhedsproblemer, da der er en risiko for, at stor udbredelse medfører mindre accept af de lokale hastighedsbegrænsninger, og dermed reduceres tiltagets hastighedsdæmpende effekt.

Som en del af indsatsen kan der udarbejdes anbefalinger til, hvor og hvordan lokal hastighedsbegrænsning i krydsområder anvendes, herunder hvordan hastighederne mest hensigtsmæssigt differentieres på tværs af udformningsmæssige og trafikale karakteristika. De enkelte vejbestyrelser bør efterfølgende gennemgå samtlige eksisterende lokale hastighedsbegrænsninger i krydsområder.

### **Effekt og potentiale**

Hvis der opnås en ensartet og forståelig brug af lokal hastighedsbegrænsning i kryds, kan effekten forventes at være højere end ved brug af lokal hastighedsbegrænsning på strækninger i åbent land. Ved en reduktion i hastighedsgrænsen fra 80 km/t til hhv. 70 km/t og 60 km/t kan gennemsnitshastigheden forventes at falde med hhv. 2,5 km/t og 7,5 km/t. (Høye et al. 2011).

De forventede effekter af tiltagene er sammenfattet i tabel 1.

	Reduktion			Bemærkninger
	Dræbte	Alv. Tilskade	Let tilskade	
Fra 90 til 80 km/t	- 13 % [-14;-11]	- 10 %	- 4 %	Hastighedsreduktion - 2,5 km/t
Fra 80 til 70 km/t	- 14 % [-16;-12]	- 11 %	- 4 %	Hastighedsreduktion - 2,5 km/t
Fra 80 til 60 km/t	- 37 % [-41;-33]	- 30 %	- 13 %	Hastighedsreduktion - 7,5 km/t

Tabel 1. Påvirkning af gns. hastighed og ulykker ved hastighedsreduktion i åbent land. Konfidensinterval oplyst i [], men findes kun for dræbte (Høye et al. 2011).

I takt med at etableringen af lokale hastighedsbegrænsninger udbredes til flere og flere kryds i det åbne land, foreligger der en risiko for, at effekten på hastighedsniveauet aftager. Så længe tiltaget kun finder begrænset anvendelse og primært i kryds med særlig forøget uheldsrisiko, er det muligt, at trafikanterne i højere grad vil respektere hastighedsgrænsen, fordi trafikanterne ræsonnerer sig frem til, at den lokale hastighedsbegrænsning kan henføres til forekomsten af særlige lokale risikomomenter snarere end den generelle risiko, der knytter sig til passage af kryds. Niveauet af politikontrol vil desuden generelt påvirke effekten.

Effekten af lokal hastighedsbegrænsning ved faste tavler er ca. halvt så store som effekten for kryds med variable hastighedstavler, idet studier viser, at trafikanterne i højere grad respekterer variable tavler.

#### Personskader og vejnet

Som grundlag for at vurdere tiltagets bidrag til samlet årlig skadesbesparelse er antallet af kryds i åbent land opgjort for øvrige veje, som er fordelt på vejbestyrer. I de videre beregninger af indsatsens effekt forudsættes følgende tiltag på vejene:

- Signalregulerede kryds i åbent land nedskiltes til 70 km/t jf. anbefaling i vejregler
- Vigepligtsregulerede kryds i åbent land med kanaliseringsanlæg nedskiltes til 70 km/t
- Vigepligtsregulerede kryds i åbent land, hvor oversigtsforhold ikke opfylder vejreglernes krav, nedskiltes til 60 km/t

	Antal kryds, som opfylder forudsætninger		Bemærkninger
	VD (øvrige statsveje)	Kommune	
Signalreg. kryds >70 km/t	100	200	Baseret på vejman.dk udtræk og antagelser, samt antagelse om i alt ca. 3.000 signalregulerede kryds i Danmark
Vigepl. reg. kryds >70 km/t	6.500	75.000	Tal er baseret på antagelser.

Tabel 2. Oversigt over kryds, som opfylder kriterierne fordelt på vejbestyrelse.

Ydermere er antallet af personskader i perioden 2007-2011 knyttet til dette vejnet kortlagt via uheldsudtræk fra VIS, ligesom den gennemsnitlige personskadetæthed per kryds er estimeret ved at forholde antallet af personskader til antallet af kryds, se tabel 3.

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne		Psk.tæthed [psk./kryds/år]	
	VD	Kom.	VD	Kom.	V D	Kom.	VD	Kom.
Signalreg.kryds >70 km/t	3	5	18	52	34	59	0,110	0,116
Vigepl. reg.kryds >70 km/t	48	120	325	787	493	1.059	0,027	0,005

Tabel 3. Registrerede personskader i åbent land 2007-2011, samt personskadetæthed ved brug af tabel 2. Kom. = Kommune.

Det bør bemærkes, at den gennemsnitlige personskadetæthed dækker over en meget stor variation enkeltkrydsene imellem, da det ikke har været muligt at indsnævre søgningen i ulykker yderligere i forhold til kriterierne. Specielt de vigepligtsregulerede kryds omfatter et stort antal kryds, hvor der ikke er registreret ulykker inden for udpegningsperioden.

## Besparelser og investeringer

Med henblik på at fastsætte et realistisk implementeringsniveau er der indhentet information om enhedspriserne for etablering af lokal hastighedsbegrænsning gennem opsætning af stationære tavler:

Enhedspriser	
Opsætning af 4 tavlesæt med C55/C56	18.000 kr.
Enhedspris per sæt	4.500 kr

Jf. anbefalingerne i vejreglerne sættes implementeringsniveauet til 100 % for signalregulerede kryds i åbent land, hvor den skilte hastighed er over 70 km/t, jf. tabel 2.

Der findes ingen opgørelser over det eksisterende implementeringsniveau af lokal hastighedsbegrænsning i kanaliserede kryds og i kryds med dårlige oversigtsforhold i åbent land. Som tidligere nævnt kan det være forbundet med en faldende effekt, hvis der laves lokal hastighedsbegrænsning i stort omfang og på en sådan måde, at trafikanterne ikke forstår eller accepterer formålet med hastighedsbegrænsningen. Derfor er implementeringsniveauet sat forholdsvist lavt for de vigepligtsregulerede kryds. På statsvejene er det for hver af krydstyperne sat til 30 kryds, svarende til 10 kryds per driftsområde. På kommunevejene er det sat til ca. to kanaliserede kryds per kommune, og ca. fire vigepligtsregulerede kryds med dårlig oversigt per kommune.

For de videre beregninger forudsættes følgende implementeringsniveau frem mod 2020:

Statsvej - øvrige veje:	100 signalregulerede kryds
Kommunevej - øvrige veje:	200 signalregulerede kryds
Statsvej - øvrige veje:	15 kanaliserede kryds
Kommunevej - øvrige veje:	100 kanaliserede kryds
Statsvej - øvrige veje:	30 kryds med dårlig oversigt
Kommunevej - øvrige veje:	400 kryds med dårlig oversigt

Med det anførte implementeringsniveau bliver implementeringsomkostningerne 15 mio. kr.

Implementeringsniveauet svarer til 845 kryds, hvilket svarer til 7 kryds per kommune i gennemsnit og 145 på statsveje.

Den samlede skadesbesparelse per år ved en implementering i det beskrevne omfang i 2020 er givet ved produktet mellem effekten af de respektive sikringstiltag og det forventede antal personskader på de lokaliteter, der gøres til genstand for en indsats.

En sikker beskrivelse af skadesbesparelsen er betinget af, at den lokalt forventede skadestæthed i de kryds, hvor tiltaget gennemføres frem mod 2020, er fastlagt. Der foreligger ikke uheldsmodeller eller andet, der giver mulighed for at fremsætte et sådant egentligt estimat.

I estimatet på den forventede skadesbesparelse er der taget udgangspunkt i de observerede personskadestætheder i perioden 2007-2011, som fremgår af tabel 3. Det er forudsat, at de gennemsnitlige personskadestætheder i kryds, hvor tiltaget implementeres ligger på følgende niveauer:

- Statsvej - øvrige veje - signalregulerede kryds: 0,110 psk/kryds/år
- Kommunevej - øvrige veje - signalregulerede kryds: 0,116 psk/kryds/år
  
- Statsvej - øvrige veje - kanaliserede kryds: 0,200 psk/kryds/år
- Kommunevej - øvrige veje - kanaliserede kryds: 0,200 psk/kryds/år
  
- Statsvej - øvrige veje - kryds med oversigtsproblemer: 0,200 psk/kryds/år
- Kommunevej - øvrige veje - kryds med oversigtsproblemer: 0,200 psk/kryds/år

For at kunne fordele besparelsen i antallet af personskader på de respektive skadeskategorier er det antaget, at personskaderne fordeler sig på samme måde som i perioden 2007-2011 for henholdsvis motorveje og øvrige statsveje, jf. tabel 3.

Den forventede skadesbesparelse i 2020 ved det forudsatte implementeringsniveau ses i nedenstående tabel.

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne	
	VD	Kommune	VD	Kommune	VD	Kommune
a) Signalreguleret	0,1	0,1	0,4	1,0	0,3	0,4
b) Kanaliseret	0,0	0,2	0,1	0,8	0,1	0,4
c) Oversigtsproblemer	0,1	1,8	0,7	9,6	0,4	5,6
<b>Sum</b>	0,2	2,1	1,1	11,4	0,8	6,5
<b>Total</b>	2,3		12,5		7,3	

Tabel 4. Forventet antal sparede dræbte og tilskadekomne ved etablering af lokal hastighed ved 845 kryds.

Samlet svarer det til en besparelse på 22 personskader per år.

### Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag

Lokal hastighedsbegrænsning kan implementeres som et selvstændigt tiltag i eksisterende kryds, men kan også indgå som en del af løsningen sammen med f.eks. kanalisering eller etablering af signalregulering.

Tiltaget retter sig mod samme type kryds som f.eks. variabel hastighedsbegrænsning, etablering af rundkørsler og vejlukning i uheldsbelastede kryds.

### Ansvarlig for gennemførelse

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### Forfatter

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### Referencer

Høye, A., Elvik, R. og Sørensen M. W. J., 2011, *Trafikksikkerhedsvirkninger av tiltak*, TØI rapport 1157/2011, Transportøkonomisk Institutt  
 Vejdirektoratet. 2012b, Håndbog: Planlægning af Vejkryds i Åbent Land – Anlæg og Planlægning, Vejdirektoratet



## 3.22. Variable hastighedstavler

**Fokusområder: 1, 3, 5, 6 og 10.**

### Beskrivelse

Variable hastighedstavler etableres som dynamisk skiltning af hastighedsgrænser, der tillader hastighedsgrænsen at variere over tid. Variable hastighedstavler kan opsættes omkring kryds eller på udvalgte vejstrækninger.

Der kan skelnes mellem 4 typer af variable hastighedstavler:

- Variable hastighedstavler, hvor hastighedsgrænsen varieres mellem prædefinerede tidsrum.
- Variable hastighedstavler i kryds, hvor hastighedsgrænsen i primærretningen reduceres ved detektering af sidevejstrafik eller svingende trafik på primærvejen.
- Variable hastighedstavler, hvor hastighedsgrænsen varieres på baggrund af målinger af eksempelvis trafikdensiteten eller trafikanternes hastighed.
- Variable hastighedstavler, hvor hastighedsgrænsen varieres på baggrund af vej- og vejforhold eksempelvis vindstyrke, nedbør eller vejtemperatur.



Eksempel på variabel hastighedstavle (Herrstedt og la Cour Lund, 2006)

### Formål og virkning

Opsætning af variable hastighedstavler gør det muligt at nedsætte hastighedsgrænsen, når den lokale uheldsrisiko er forøget. En nedsættelse af hastighedsgrænsen i de pågældende tidsrum kan eliminere den forøgede uheldsrisiko og reducere alvorlighedsgraden af de uheld, der fortsat indtræffer, og derved medvirke til at reducere såvel antallet af uheld som antallet af personskader.

Variable hastighedstavler udformes som dynamiske tavler, der lyser, når de er aktiverede, hvilket gør dem mere i øjenfaldende for trafikanterne end almindelige faste tavler. De tiltrækker i højere grad trafikanternes opmærksomhed og stimulerer derfor trafikanterne til at aflæse dem. Når

tavlerne ikke er aktiverede er de sorte. Undersøgelser viser, at trafikanter har større respekt for variable tavler, da afmærkningen i højere grad opleves som retvisende. Det er derfor vigtigt, at systemerne fungerer optimalt.

De variable hastighedstavler omfatter bl.a.:

*Variable hastighedstavler med prædefinerede tidsrum.* Disse er hidtil primært anvendt på veje omkring skoler, hvor hastighedsgrænsen typisk reduceres fra 60 km/t eller 50 km/t til 40 km/t i tidsrummene omkring skolestart og skoleophør. Tiltaget indføres af hensyn til børnenes sikkerhed, idet især mindre børn har problemer med afstands- og hastighedsbedømmelser. En reduktion af hastighedsgrænsen til 40 km/t reducerer i betragtelig grad alvorligheden af uheld med cyklister og fodgængere. Løsningen kan også implementeres på vejstrækninger i det åbne land for eksempel ved at nedskilte hastigheden i aften- og nattetimerne på vejstrækninger, hvor den optiske ledning er dårlig i mørke.

*Variable hastighedstavler i kryds (sidevejsdetektering).* Denne type har til formål at nedsætte trafikanternes hastighed ved kryds på veje i åbent land. Når der detekteres sidevejstrafik eller svingende trafik i krydset aktiveres tavlerne og viser en reduceret hastighedsgrænse. Hastighedstavlerne udformes med undertavle, der viser udstrækningen af den reducerede hastighedsbegrænsning. Tiltaget er i særlig grad relevant for kryds i åbent land, hvor der foreligger en forøget uheldsrisiko som følge af høje hastigheder på primærvejen og/eller som konsekvens af, at oversigtforholdene fra sidevejen er dårlige. Effektstudier fra Danmark, Sverige og England dokumenterer, at etableringen af variable hastighedstavler reducerer hastighedsniveauet og dermed uheldsrisikoen samt uheldenes alvorlighedsgrad (Pedersen, 2009). Tabel 1 viser effekter på hastigheden i danske forsøg med variable hastighedstavler i kryds.

Lokalitet	Tilladt hastighed km/t			Middelhastighed km/t		85 % fraktil		Ændring km/t	
	Før	Efter tændt	Efter slukket	Tændt	Slukket	Tændt	Slukket	Middelværdi (Slukket)	85 % fraktil (Slukket)
				(Før)	(Efter)				
<i>Hundestedsvvej</i>	80	60	-	70	73	79	82	-3	-3
<i>Idvej</i>	80	70	-	80	85	90	95	-5	-5
<i>Isterødvej</i>	90/80	70	-	-	-	-	-	-5	-6,5

Tabel 1. Uddrag af sammenfatning af effekter ved danske forsøg (Pedersen, 2009). De danske effekter er i samme størrelsesorden som eller lavere end de fleste af de udenlandske studier.

*Variable hastighedstavler på vejstrækninger, hvor hastigheden varieres ud fra målinger af trafikafviklingen.* Denne variant er etableret på dele af motorvejsnettet. Systemerne er udformet således, at hastighedsgrænsen reduceres ved trængsel/kodannelse på vejene – ud fra målingerne af bilisternes hastighed – ligesom systemet gør det muligt at nedsætte hastighedsgrænserne i perioder med vejarbejde eller i forbindelse med uheldshændelser. Hensigten er at reducere hastighedsniveauet og hastighedsspredningen og dermed antallet af uheld og personskader. Formålet med etablering af variable hastighedstavler på motorveje er især at reducere forekomsten af bagendekollisioner og fletteuheld. Der er planlagt evalueringer af de sikkerhedsmæssige effekter af dynamiske tavler på E45 omkring Limfjordstunnellen. Dette arbejde er imidlertid ikke afsluttet. Udenlandske studier viser, at introduktionen af dynamiske hastighedstavler på vejstrækninger forbedrer trafikikkerheden, fordi hastighedsgrænserne i højere grad respekteres og hastighedsniveauet bliver mere homogent. (Fildes and Lee, 1993; Carsten, 2002; Dewar and Olsson, 2002; Aarts and Van Schagen, 2006; Goodwin et al., 2006; Wegman and Aarts, 2006; Van Nes et al., 2010).

*Variable hastighedstavler, hvor hastighedsgrænsen varieres på baggrund af vej- og vejforhold.* Denne variant gør det muligt at nedsætte hastighedsgrænsen på lokaliteter, hvor uheldsrisikoen stiger ved kraftig vindpåvirkning, eksempelvis på broer, samt på veje hvor friktionen i særlig grad nedsættes i tilfælde af nedbør. Ligeledes er det muligt at koble variable hastighedstavler med målinger af vejtemperaturen, så hastighedsgrænsen nedsættes ved lave vejtemperaturer.

Der findes andre varianter af variable hastighedstavler. Eksempelvis anvendes variable hastighedstavler også til at forebygge vildtulykker, idet hastighedsgrænserne nedsættes, når der detekteres vildt i nærheden af vejen. Et udenlandsk studie påviser en betydelig reduktion i antallet af vildtulykker på steder, hvor denne løsning er etableret (Høye et al., 2011).

I Danmark forventes det største potentiale for skadesbesparelse i udgangspunktet at være knyttet til systemerne 2) og 3) samt brugen af variable hastighedstavler på veje med dårlig optisk ledning i mørke. Brugen af din-fart-tavler er et muligt alternativ til systemerne 1) og 2).

### **Effekt og potentiale**

I de videre beregninger benyttes alene systemerne til 2) variable hastighedstavler i kryds (sidevejsdetektering), eftersom der alene foreligger dokumentation for denne variants sikkerhedsmæssige effekter i en dansk

kontekst. Det fremgår af tabel 1, at hastighedsreduktionen er ca. 5 km/t uanset om hastigheden skiltes 10 eller 20 km/t ned.

De forventede effekter af tiltagene er sammenfattet i tabel 2 og er estimeret med baggrund i de sammenhænge mellem hastighedsreduktion og skadesbesparelse, der er afspejlet i potensmodellen, jævnfør Elvik (2009).

	Reduktion			Bemærkninger
	Dræbte	Alvorligt tilskadedekomne	Let tilskadedekomne	
Fra 90 til 70 km/t	- 23 %	- 18 %	- 8 %	Hastighedsreduktion -5 km/t
Fra 80 til 70 km/t	- 26 %	- 20 %	- 9 %	Hastighedsreduktion -5 km/t

*Tabel 2. Effekten af variable hastighedstavler på antallet af dræbte, alvorligt og let tilskadedekomne. Effekterne er estimeret ved hjælp af potensmodellen og de dokumenterede ændringer i hastighedsniveauet.*

Effekten af hastighedsbegrænsning ved variable tavler er ca. dobbelt så stor som den effekt, der opnås i kryds, hvor hastigheden lokalt nedskiltes ved hjælp af faste hastighedstavler, hvilket netop viser, at trafikanterne i højere grad respekterer variable hastighedstavler.

Som grundlag for at vurdere tiltagets bidrag til den forventede årlige skadesbesparelse i 2020, er antallet af kryds i åbent land opgjort for landeveje og fordelt på stats- og kommuneveje. I de videre beregninger af indsatsens virkning på antallet af personskader forudsættes det, at tiltaget implementeres i følgende variant:

Vigepligtsregulerede kryds på overordnede veje i åbent land nedskiltes dynamisk til 70 km/t ved detektering af sidevejstrafik. Tiltaget anbefales især i kryds, som vurderes at have høj ulykkesrisiko og hvor geometriske ændringer ikke vurderes relevante. Det forudsættes desuden, at den gældende hastighedsgrænse i dag er 80 eller 90 km/t.

Konkret forudsættes variable hastighedstavler etableret i uheldsbelastede kryds med mindst 4 politiregistrerede uheld og mindst 1 politiregistreret personskade i perioden 2007-2011.

Tabel 3 indeholder en opgørelse over antallet af kryds, der falder indenfor kriterierne for implementering. Antallet af kryds er identificeret på baggrund af produktet mellem vejnummer 1 og vejnummer 2. Denne metode rummer en usikkerhed i forhold til kryds, hvor der ikke findes vejnumre for begge veje i uheldsindberetningerne, hvilket i særlig grad er udpræget på kommunevejnettet. Desuden har en del kryds mere end to vejnumre, hvilket giver risiko for, at produktet af vejnumre for uheld i samme kryds kan give forskellige resultater.

	Antal kryds, som opfylder forudsætninger	
	Statsvej	Kommunevej
Kryds i åbent land excl. rundkørsler, hvor der er registreret mindst 4 uheld og mindst 1 personskade i 2007-2011	30	15
Heraf kryds med mindst 2 personskader	19	10
Heraf kryds med 1 personskade	11	5

*Tabel 3. Oversigt over kryds med mindst 4 politiregistrerede uheld og mindst 1 politiregistreret personskade i perioden 2007-2011.*

I kryds med mindst 4 politiregistrerede uheld og mindst 1 politiregistreret personskade er der i gennemsnit registreret hhv. 5,7 uheld i statsvejskryds og 5,1 uheld i kommunevejskryds i perioden 2007-2011.

Antallet af personskader i perioden 2007-2011 registreret i disse kryds er kortlagt via uheldsudtræk fra VIS, se tabel 4.

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne		Psk.tæthed [psk./kryds/år]	
	S	K	S	K	S	K	S	K
Kryds	4	1	28	16	49	21	0,5400	0,5067
Heraf i kryds med mindst 2 person skader	4	1	23	15	43	17	0,7368	0,6600
Heraf kryds med 1 person skade	0	0	5	1	6	4	0,2000	0,2000

*Tabel 4. Registrerede personskader i kryds i åbent land med mindst 4 politiregistrerede uheld og mindst 1 politiregistreret personskade i perioden 2007-2011 med tilhørende estimat på den tilhørende personskadetæthed i krydsene. S = Stat, K = Kommune.*

En del af de registrerede lokaliteter må antages at være blevet udpeget som uheldsbelastede kryds. Derfor kan det også forventes, at der allerede er sket trafiksikkerhedsmæssige tiltag i en del af krydsene.

### **Besparelser og investeringer**

Med henblik på at fastsætte et realistisk implementeringsniveau er der indhentet information om enhedspriserne for etablering af variable hastighedstavler:

Enhedspriser	
Variable hastighedstavler i kryds	500.000 kr.
<i>Bemærk at prisen varierer meget afhængig af lokalitet</i>	

Det forudsættes, at tiltaget prioriteres i kryds med kryds med mindst 4 registrerede person- og materielskadeuheld og med mindst 1 tilskadekomne. Det antages, at 15 af de mest uheldsbelastede kryds vil være relevante i forhold til ombygning til rundkørsel.

For de videre beregninger forudsættes følgende implementeringsniveau frem mod 2020:

- Statsvej - øvrige veje: 10 vigepligtsregulerede kryds (90 km/t i 2 kryds og 80 km/t i 8 kryds)
- Kommuneveje - øvrige veje: 5 vigepligtsregulerede kryds (80 km/t i alle kryds)

Med det anførte implementeringsniveau bliver implementeringsomkostningerne 7,5 mio. kr.

Den samlede skadesbesparelse per år ved en implementering i det beskrevne omfang i 2020 er givet ved produktet mellem effekten af de variable hastighedstavler og det forventede antal personskader på de lokaliteter, hvor disse opsættes.

En sikker beskrivelse af skadesbesparelsen er betinget af, at den lokalt forventede skadestæthed i de kryds, hvor tiltaget gennemføres frem mod 2020, kan fastlægges. I estimatet på den forventede skadesbesparelse er der taget udgangspunkt i den observerede gennemsnitlige personskadestæthed i perioden 2007-2011 for kryds i landområde med mindst 4 politiregistrerede uheld og mindst 1 politiregistreret personskade. Følgelig forudsættes følgende forventede skadestætheder i de kryds, hvori der opsættes variable hastighedstavler:

- Statsvej - øvrige veje: 0,5400 psk/kryds/år
- Kommunevej - øvrige veje: 0,5067 psk/kryds/år

De forudsatte gennemsnitlige skadestætheder i krydsene svarer til, at tiltaget implementeres i kryds, hvor der i en 5-årig førperiode er registreret i gennemsnit 2,7 ulykker per kryds på statsveje og 2,5 ulykker per kryds på kommuneveje.

For at kunne fordele besparelsen i antallet af personskader på de respektive skadeskategorier, er det antaget, at de sparede personskader fordeler sig på dræbte, alvorligt og let tilskadekomne på samme måde som de registrerede personskader i perioden 2007-2011 for henholdsvis motorveje og øvrige statsveje, se tabel 4.

Den forventede skadesbesparelse i 2020 ved det forudsatte implementeringsniveau fremgår af tabel 5.

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Let tilskadekomne	
	S	K	S	K	S	K
90 km/t til 70 km/t	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
80 km/t til 70 km/t	0,1	0,0	0,3	0,2	0,2	0,1
<b>Sum</b>	0,1	0,0	0,4	0,2	0,3	0,1
<b>Total</b>	0,1		0,6		0,4	

Tabel 5. Forventet skadesbesparelse i 2020 som følge af opsætning af variable hastighedstavler i 15 vigepligtsregulerede kryds i landområde.

Samlet opnås en besparelse på 1 personskade i 2020.

### Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag

Variable hastighedstavler kan implementeres som et selvstændigt tiltag, men kan også indgå som en del af løsningen sammen med f.eks. kanalisering.

Tiltaget retter sig mod samme type kryds som f.eks. lokal hastighedsbegrænsning, etablering af rundkørsler og vejlukning i uheldsbelastede kryds. Der er taget højde for effektoverlap disse tiltag imellem ved i estimatet på den forventede skadesbesparelse i 2020 at forudsætte, at disse tiltag implementeres på forskellige lokaliteter.

### Ansvarlig for gennemførelse

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### Forfatter

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### Referencer

- Arts, L. and Van Schagen, I. N. I. G., 2006, *Driving speed and the risk of road crashes – A re-view*, Accident Analysis and Prevention, vol. 38, pp. 215-224
- Carsten, O., 2002, *Intelligent Speed Adaption*, Proceedings 67th Road Safety Congress
- Dewar, R. E. and Olsson, P. I., 2002, *Traffic control devices*, Human Factors in Traffic Safety, pp. 421-458
- Elvik, R., 2009, The Power Model of the relationship between speed and road safety. Update and new analyses. TØI rapport 1034, Norge



Fildes, B. N. and Lee, S. J., 1993, *The Speed Review: Road environment, behaviour, speed limits, enforcement and crashes*, Monash University

Goodwin, F., Achterberg, F. and Beckmann, J., 2006, *Intelligent Speed Assistance – Myths and reality*, European Transport Safety Council

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

Høye, A., Elvik, R. og Sørensen M. W. J., 2011, *Trafikksikkerhetsvirkninger av tiltak*, TØI rapport 1157/2011, Transportøkonomisk Institutt

Pedersen, L. S., 2009, *Variable hastighedstavler – Effektundersøgelse af variable hastighedstav-ler ved kryds på veje i åbent land*, Proceedings Trafikdage

Van Nes, N., Brandenburg, S. and Twisk, D., 2010, *Improving homogeneity by dynamic speed limit systems*, *Accident Analysis and Prevention*, vol. 42, pp. 944-952

Wegman, F. and Aarts, L., 2006, *Advancing sustainable safety: National road safety outlook for 2005-2020*, Institute for Road Safety Research, SWOV

### 3.23. "Din fart" tavler

**Fokusområde: 1, 5 og 6.**

#### **Beskrivelse**

Elektroniske fartvisere, eller "Din Fart" tavler placeres ved siden af vejen. Udstyret måler det enkelte køretøjs hastighed, når det kører hen mod fartviseren. På fartviseren angives hastigheden for det enkelte køretøj. Fartviseren blinker, hvis trafikanten overskrider den skilte hastighed, og gør dermed trafikanten opmærksom på hastighedsoverskridelsen. Udstyret har været anvendt i Danmark gennem en årrække og været benyttet af både kommuner, Vejdirektoratet og de tidligere amter.

De elektroniske fartvisere kan benyttes både i byområde og i landområde, hvor der er lokal hastighedsbegrænsning. Opsætning af fartvisere skal altid aftales med politiet.

De elektroniske fartvisere kan opstilles som permanente eller flytbare, og kan være radar- eller spolebaserede.



Eksempel på "din fart"-tavle på H318

#### **Formål og virkning**

"Din Fart" tavler har til formål at reducere hastigheden og dermed mindske risikoen for alvorlige ulykker. Tiltaget retter sig imod at forebygge ulykker, hvor hastigheden er en uheldsfaktor, og hvor høj hastighed har medvirket til, at ulykken er blevet mere alvorlig. "Din Fart" tavlerne skal medvirke til, at føreren af køretøjet bliver gjort opmærksom på sin hastighedsoverskridelse og sænker hastigheden.

"Din Fart" tavlerne kan benyttes, hvor det anses for hensigtsmæssigt at reducere hastigheden. I byområder kan dette være ved overgangen mellem by og land, ved gennemfartsveje og indfaldsveje i større og mindre byer, ved fodgængerfelter, på skoleveje, samt generelt på steder hvor der sker flere

hastighedsoverskridelser. Tiltaget kan også benyttes på baggrund af en sortpletudpegning eller trafiksikkerhedsinspektion af vejnettet, hvor der er udpeget strækningerne med mange ulykker med høj hastighed som ulykkesfaktor.

I åbent land kan fartviserne benyttes, hvor der er problemer med overskridelse af hastighedsgrænsen. Dette kan f.eks. være i "blå byer", i forbindelse med skarpe kurver, farlige vejkryds og vejarbejde. "Blå byer" forstås som vejstrækninger med nogen bebyggelse, som ikke er afgrænset af byzone-tavlen, men som i stedet er markeret med et blå skilt med bynavnet i hvid skrift.

### **Effekt og potentiale**

Evalueringsrapporter beskriver, at de elektroniske farttavler har en sikkerhedsmæssig positiv effekt, idet hastigheden reduceres. Forsøg i London med mobile fartvisere viste gennemsnitsreduktion i hastigheden på 1,4 mph og en sikkerhedsmæssig effekt på 5,6% (Walter and Broughton, 2011).

Norske studier viser, at effekten på hastigheden formentlig afgrænser sig til en distance fra 200 meter før tavlen til 100 meter efter tavlen (Høye et al., 2011). Der laves i øjeblikket forsøg med opstilling af flere mobile fartvisere i et større byområde. Målet er at undersøge, om dette påvirker det generelle hastighedsniveau i hele byen – også på de strækninger, hvor udstyret ikke er opstillet.

Dokumentationen af "Din Fart" tavlers effekt er begrænset. I et afgangprojekt sammenfattes internationale erfaringer med effekten af faste fartvisere. Der er dog tilknyttet en stor usikkerhed til disse tal. Gennemsnitligt har de faste fartvisere reduceret hastighedsniveauet med 6,3 km/t for 85%-fraktilen og 8,2 km/t for middelhastigheden fra før- til eftersituationen. En stor del af lokaliteterne havde hastigheder på 50-70 km/t før opsætningen af fartviserne. Fartvisernes effekt på antal ulykker er heller ikke veldokumenteret. (Thomsen, 2011)

Ved en gennemsnitlig hastighedsreduktion fra 56,3 km/t til 50 km/t vil den sikkerhedsmæssige effekt, jf. potensmodellen, være en reduktion på 13% for persons-kadeulykker og 9% for materiel-kadeulykker (Elvik, 2009).

Jensen et al. (2010) har beregnet den sikkerhedsmæssige effekt ved hjælp af potensmodellen ud fra et antaget fald i gennemsnitshastigheden på 5 km/t i både åbent land og byzone.

I vurderingen af de sikkerhedsmæssige effekter af "Din Fart"-tavler er det valgt at anvende samme antagelse som Jensen et al. (2010), blandt andet fordi antagelsen om en reduktion i hastigheden på 5 km/t placerer sig i midten af effekterne på hastigheden beskrevet af Walter and Broughton (2011) og Thomsen (2011). Effekten kan forventes at være mindre ved implementering af tiltag på strækningen, hvor vejudformningen og den tilladte hastighed ikke ændres. Effekten vil dog være afhængig af de lokale forhold.

	Reduktion			
	Dræbte	Alv. tilskade	Let tilskade	Personskader
Byzone	- 26 %	- 18 %	- 11 %	- 15 %
Landzone	- 25 %	- 20 %	- 8 %	- 14 %

Tabel 1. Effekt ved hastighedsreduktion på 5 km/t. (Jensen et al. 2010).

Jensen et al. (2010) beskriver ikke, hvor stort et område omkring fartviseren effekten omfatter. I det videre forudsættes effekten at dække strækningen fra 200 meter før tavlen til 100 meter efter tavlen, jf. Høye et al. (2011).

I de videre beregninger af indsatsens effekt forudsættes det, at "Din Fart"-tavler anvendes på vejene i følgende varianter:

- Faste "Din fart" ved overgang fra land til by. Det antages, at overgangen fra land til by primært svarer til overgang fra tilladt hastighed på 80 km/t til tilladt hastighed på 50-60 km/t
- Faste "Din fart" ved overgang fra åbent land til "blå by". Det antages, at overgangen fra svarer til overgang fra tilladt hastighed på 80 km/t til tilladt hastighed på 60-70 km/t

Det er ikke muligt at lave en overordnet udpegning i ulykkesdatabasen af ulykker, som er sket omkring overgangen fra land til by. Dette skyldes, at der er stor usikkerhed forbundet parameteren "skønnet hastighed", samt at det vil kræve et meget omfattende arbejde at identificere ulykker, som er sket i nærheden af overgangen mellem land og by.

I en tidligere vurdering af effekten af fartvisere i Danmark blev det konkluderet, at det ikke er muligt at fastlægge et specifikt potentiale pga. vanskeligheder med at identificere relevante lokaliteter (Jensen, 2008).

For at estimere et potentiale vælges i stedet en tilgang, hvor det antages, at de strækninger, der udvælges til implementering frem mod 2020, udgøres af uheldsbelastede strækninger ved indkørsel til byområde/"blå by", men hvor uheldsbelastningen samtidig er så lav, at strækningerne ikke er blevet udpeget i forbindelse med kommunernes og Vejdirektoratets sortpletarbejde. Derfor antages det, at:

- "Din Fart"-tavler opsættes på *kommuneveje* ved overgangen fra land til by/"blå by" i overgange, hvor der er observeret minimum 2 og maksimalt 3 uheld i perioden 2007-2011. Følgelig forudsættes det i beregningen af det sparede antal dræbt og tilskadekomne i 2020, at den gennemsnitlige uheldstæthed i overgangszonerne ligger på 2,5 uheld/5 år.
- "Din Fart"-tavler opsættes på *statsveje* ved overgangen fra land til by/"blå by" i overgange, hvor der er observeret minimum 3 og maksimalt 4 uheld i perioden 2007-2011, svarende til en forudsat gennemsnitlig uheldstæthed på 3,5 uheld/5 år.

Uheldstæthederne er i beregningerne omsat til skadestætheder med baggrund i det gennemsnitlige antal tilskadekomne registreret i uheld på kommuneveje og statsveje (eksklusive motorveje) i åbent land. I perioden 2007-2011 ligger det gennemsnitlige antal tilskadekomne per uheld for disse dele af vejnettet på 0,66 personskade/uheld, jf. tabel 2. Tallet vurderes at være mest repræsentativt for uheld, der indtræffer ved hastighedsniveauer omkring 80 km/t, eftersom størstedelen af de registrerede uheld knytter sig til de dele af vejnettet, hvor hastighedsgrænsen er 80 km/t. I beregningerne er det forudsat, at antallet af tilskadekomne per uheld i overgangszonen i gennemsnit ligger på 0,6 tilskadekomne/uheld. Forudsætningen baserer sig på, at hastigheden og dermed alvorlighedsgraden af uheldene her er lavere end gennemsnittet for vejnettet i åbent land som helhed.

Personskade per uheld	Kommune	Stat
Byzone	0,33	0,40
Landzone – excl. motorvej og ramper	0,66	0,64
Motorvej inkl. ramper - landzone	0,07	0,48
TOTAL	0,41	0,55

Tabel 2. Personskader per uheld på landsplan for perioden 2007-2011.

Dette betyder, at det i beregningerne forudsættes, at den gennemsnitlige skadestæthed på de lokaliteter, hvorpå "Din Fart"-tavler opsættes, ligger på 1,5

personskader/overgangszone/5 år, svarende til 0,3  
personskader/overgangszone/år

### **Besparelser og investeringer**

Der findes ingen oversigt over, hvor mange overgange fra land- til byzone eller fra land til "blå by" der findes på vejnettet.

Jf. (Jensen, 2008) var der i 2008 opstillet knap 1.000 fartvisere i Danmark. Der er ikke nærmere kendskab til udbredelsen.

Det antages, at der er potentiale for at etablere yderligere 1.000 fartvisere i overgangszoner mellem land og by/"blå by", hvor uheldstæthederne er så høje, at kriterierne for implementeringen af tiltaget er opfyldt. Disse antages fordelt med 200 på statsveje (150 ved overgang til by og 50 ved overgang til "blå by") og 800 på kommuneveje (640 by og 160 "blå by"). Dette svarer til ca. 8 lokaliteter per kommune.

Enhedspriser

Fartviser stk.

50.000 kr.

*Bemærk at prisen varierer afhængig af lokalitet og hvorvidt det er med spole eller radar*

Med det forudsatte implementeringsniveau bliver implementeringsomkostningerne ca. 39,5 mio. kr. for 790 lokaliteter ved byzone og ca. 10,5 mio. kr. ved 210 blå byer.

Produktet mellem antallet af personskader fordelt på skadeskategori, der kan henregnes til de lokaliteter, hvorpå "Din Fart"-tavler opsættes, og den stedlige effekt af "Din Fart"-tavlerne udgør skadesbesparelsen.

Antallet af dræbte, alvorligt og let tilskadekomne, der kan henregnes til de lokaliteter, hvorpå "Din Fart"-tavler opsættes, er estimeret ud fra de forudsatte skadestætheder på 0,3 personskader/overgangszone/år. Med det forudsatte implementeringsniveau betyder dette, at antallet af personskader på de lokaliteter, hvorpå tavler opsættes, ligger på 60 tilskadekomne/år for statsveje henholdsvis 240 tilskadekomne/år for kommunevejene. Personskaderne er herefter fordelt på de respektive skadeskategorier ud fra personskadernes generelle fordeling på dræbte, alvorligt tilskadekomne og let tilskadekomne i perioden 2007-2011.

Gennemsnitlig alvorlighedsgrad	
Dræbte	6 %
Alvorligt tilskadekomne	47 %
Lettere tilskadekomne	48 %

Tabel 3. Fordeling på alvorlighedsgrad af samtlige uheld på landsplan for perioden 2007-2011.

På det grundlag kan det sparede antal dræbte, alvorligt tilskadekomne og let tilskadekomne ved det forudsatte implementeringsniveau i 2020 estimeres til:

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne	
	VD	Kommune	VD	Kommune	VD	Kommune
a) Overgang byzone	0,7	2,8	4,2	17,9	1,7	7,3
b) Overgang "blå by"	0,2	0,7	1,4	4,4	0,6	1,8
<b>Sum</b>	0,9	3,5	5,6	22,3	2,3	9,1
<b>Total</b>	4,4		27,9		11,4	

Tabel 4. Forventet antal sparede personskader i 2020 som følge af etablering af "Din Fart"-tavler på 1.000 lokaliteter.

Samlet svarer det til en besparelse på 44 personskader i 2020.

### Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag

"Din Fart" tavler i forbindelse med overgang fra land til by har tæt sammenhæng med visuelle og fysiske foranstaltninger i forbindelse med byporte. Det omfatter bl.a. helleanlæg, bump, belysning, særlige standere og baggrundsafmærkning.

Ved brug i kurver, farlige kryds mv. kan der bl.a. effektoverlap med afmærkning, lokal og dynamisk hastighedsnedsættelse. Det er i beregningerne forudsat, at der ikke er overlap mellem de valgte lokaliteter.

### Alternativ brug af tiltaget

I beregningerne er det forudsat, at "Din Fart" tavlerne alene opsættes ved overgang til "blå byer" eller til byzone, da effekterne primært er knyttet til denne brug. Tiltaget kan dog også være relevant på en lang række andre

lokaliteter, som f.eks. fodgængerfelter, skoleveje, kryds, skarpe kurver mv., jf. beskrivelsen i afsnittet *formål og virkning*.

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### **Referencer**

Jensen, Søren Underlien (2008) Effektkatalog. Viden til bedre trafiksikkerhed.

Trafitec

Elvik, R. (2009). The Power Model of the relationship between speed and road safety. Update and new analyses. TØI rapport 1034, Norge

Thomsen, Mads Skov (2011) Fartviseres effekt på hastighed og trafiksikkerhed.

Afgangprojekt, Aalborg Universitet



### 3.24. Vejlukninger

**Fokusområde: 10.**

#### **Beskrivelse**

En vejlukning er en fysisk foranstaltning og skal fremstå tydeligt, for eksempel ved hjælp af beplantning og afgrænsningspæle. Vejlukning kan gennemføres som:

Decideret vejlukning i 4-benet kryds, hvor den ene sidevej lukkes og trafikanterne ad denne henvises til et andet og mere sikkert kryds.

Etablering af to forsatte T-kryds, hvor en sidevej i et eksisterende 4-benet kryds lukkes og i stedet tilsluttes i et nyt forsat T-kryds

Lukning af mindre overkørsler/indkørsler på veje i åbent land

Den største sikkerhedsmæssige effekt knytter sig til deciderede vejlukninger i uheldsbelastede vigepligtsregulerede 4-benede kryds i landområde, hvorfor fokus ligger på dette tiltag i det nedenstående.



Eksempel på forsæt i kryds i åbent land på H416.

#### **Formål og virkning**

De 4-benede kryds er generelt de farligste - her er antallet af konfliktpunkter mellem trafikstrømmene langt større end i et 3-benet kryds. Ved at lukke en af sidevejene i et 4-benet kryds, reduceres antallet af konfliktpunkter mellem de motoriserede trafikstrømme fra 32 til 9. 3-benede vigepligtsregulerede kryds har derfor normalt også lavere uheldsfrekvenser end 4-benede vigepligtsregulerede kryds. Som følge heraf anbefales det, at

vigepligtsregulerede kryds med 4 ben eller flere undgås (Vejdirektoratet, 2011). Følgelig er det i et trafikikkerhedsperspektiv også relevant at overveje lukning af sidevej i vigepligtsregulerede kryds med 4 ben eller flere.

I 4-benede vigepligtsregulerede kryds er der desuden risiko for, at især lokalkendte trafikanter ikke overholder deres vigepligt, men kører gennem krydset uden tilstrækkelig orientering, fordi de ofte har oplevet, at de ikke skulle vige for gennemkørende trafik. Tilsvarende er der risiko for, at ikke-lokalkendte ligeudkørende trafikanter ikke erkender krydset, og derfor ikke overholder deres vigepligt. Dette skaber en forøget risiko for tværkollisioner.

Lukningen af den ene sidevej kan medvirke til, at sidevejstrafikanterne lettere erkender krydset og deres vigepligt. Lukningen giver eksempelvis mulighed for baggrundsafmærkning i kryds. En vejlukning giver en effektiv uhedsreduktion på det pågældende sted. Biltrafikken flyttes imidlertid til andre omkringliggende veje, hvor den øgede trafikmængde kan medføre et øget antal uheld, hvis ikke vejnettet er indrettet til at kunne modtage og afvikle den øgede trafikmængde. Vejlukninger af denne karakter er derfor relevant i relation til uhedsbelastede kryds, hvor det vurderes sikkerhedsmæssigt forsvarligt at overflytte trafikken i den lukkede tilfart til det øvrige vejnet. Vejlukning i kryds bør ikke alene prioriteres ud fra en vurdering af forhold og effekter i det kryds, som vejlukningen omfatter. Vejlukning skal gennemføres på baggrund af en helhedsvurdering og omfatte en vurdering af virkninger på fremkommelighed og sikkerhed på vejlukningens influensvejnet.

Vejlukninger i kryds er primært relevant på veje i åbent land. I byområder kan det være vanskeligt og meget bekosteligt at begrænse adgangen til især de større veje. Ved sanering af bygennemfarter bør denne mulighed dog altid overvejes. Tiltaget kan prioriteres i uhedsbelastede kryds. Vejdirektoratet (2011) angiver, at tiltaget eksempelvis kan prioriteres i 4-benede vigepligtsregulerede kryds, hvor der er observeret mange tværkollisioner.

### **Effekt og potentiale**

De sikkerhedsmæssige effekter af vejlukninger er kun i begrænset omfang undersøgt i egentlige effektstudier, hvori den sikkerhedsmæssige effekt er kortlagt på baggrund af ændringer i uheds- og skadesforekomster i kryds, hvor der er gennemført en vejlukning.

De danske uhedsmodeller er estimeret på baggrund af de registrerede uheld på det nuværende statsvejnet samt de amtsveje, der ved kommunalreformen i 2007 blev overdraget til kommunerne. Uhedsmodellerne viser, at

uheldstæthederne og -frekvenserne er markant lavere i 3-benede vigepligtsregulerede kryds end i 4-benede signalregulerede kryds. Eksempelvis er tætheden af personskadeuheld ca. dobbelt så stor i fuldt kanaliserede 4-benede kryds sammenlignet med fuldt kanaliserede 3-benede kryds (Hemdorff, 2012). Med afsæt i uheldsmodellerne er det muligt at fremsætte estimater på den forventede uheldsbesparelse i det konkrete tilfælde. Beregningen forudsætter et kendskab til uheldsforekomster og trafikmængder i de projektkryds, hvori der gennemføres en vejlukning, samt kendskab til uheldsforekomster og trafikmængder i de influenskryds, hvortil der overflyttes trafik. Desuden skal ændringerne i trafikmængderne i projektkryds og influenskryds vurderes.

Uheldsmodellerne er grundlag for vurdering af de sikkerhedsmæssige effekter i forbindelse med konkrete vejlukninger. Modellerne er af ovenstående grunde mindre egnede, når det gælder en generel vurdering af den samlede besparelse i antallet af tilskadekomne, der kan forventes på landsplan ved en given implementering af vejlukninger frem mod 2020.

Der findes – overvejende ældre – effektstudier, der beskriver de sikkerhedsmæssige effekter af at ombygge et 4-benet vigepligtsreguleret kryds til to forsatte 3-benede vigepligtsregulerede kryds, hvor de to forsatte T-kryds' centerlinjer er forskudt med mindst 40 meter. Elvik et al. (2009) angiver, at den sikkerhedsmæssige effekt af at ombygge et vigepligtsreguleret F-kryds til to forsatte T-kryds afhænger af den relative størrelse af sidevejstrafikken – udtrykt ved sidevejstrafikkens andel af den samlede indkørende trafik i det 4-benede kryds. Er sidevejstrafikkens andel lav (< 15 %), er effekten af ombygningen negativ, mens tiltaget har en positiv sikkerhedseffekt ved højere andele af sidevejstrafik, se tabel 1.

Effekt på personskadeuheld ved ombygning af F-kryds til to forsatte T-kryds		
Krydstype	Middeleffekt	95 % CI
F-kryds med lav sidevejstrafik (< 15 %)	+ 35 %	(+ 10 %; + 70 %)
F-kryds med moderat sidevejstrafik (15 – 30 %)	- 25 %	(- 33 %; - 15 %)
F-kryds med markant sidevejstrafik (> 30 %)	- 33 %	(- 43 %; - 21 %)

Tabel 1. Sikkerhedsmæssig effekt af ombygning af F-kryds til to forsatte T-kryds (Elvik et al., 2009).

De stedlige effekter af at ombygge et F-kryds til to forsatte T-kryds afspejler ikke direkte effekten af at lukke sidevejen i et F-kryds og overflytte trafikken fra sidevejen til et nærliggende eksisterende T-kryds, hvilket meget vel kunne være den reelle trafikale konsekvens af at lukke én sidevej i et vigepligtsreguleret F-kryds i åbent land. Anledningen er, at i projekter, hvor et F-kryds omdannes til to forsatte T-kryds, vil det nye T-kryds blive udformet i henhold til den nyeste udgave af vejreglerne, hvorved krydset må forventes at få en høj sikkerhedsmæssig standard. Dertil vil det nye T-kryds stort set udelukkende betjene den trafik, der trafikerede det lukkede ben i F-krydset. Når trafikken i stedet overflyttes til et allerede eksisterende kryds, kan krydset meget vel have en lavere sikkerhedsmæssig standard, ligesom det i forvejen betjener anden trafik. Den sikkerhedsmæssige effekt vil derfor dels være betinget udformningen af det kryds, hvortil trafikken overflyttes, dels størrelsen på de trafikstrømme, der afvikles i krydset.

Vejlukninger i uheldsbelastede kryds er fortrinsvist relevant i 4-benede vigepligtsregulerede kryds udenfor byzone. Der er derfor lavet et udtræk over det registrerede antal personskadeuheld og tilhørende personskader i kryds af denne type, se tabel 2. Eftersom tiltaget i de kryds, hvori de gennemføres, principielt forhindrer tværkollisioner indenfor uheldssituation 510 og 520, er der ligeledes foretaget en særskilt opgørelse over antallet af personskadeuheld samt personskader indenfor disse uheldssituationer i 4-benede vigepligtsregulerede kryds i åbent land.

Opgørelsen i tabel 2 viser, at netop tværkollisionerne er den altdominerende uheldstype i de 4-benede vigepligtsregulerede kryds i åbent land. Uheldstypen tegner sig således 78 % af alle personskadeuheld og 86 % af alle dræbte i 4-benede vigepligtsregulerede kryds i åbent land.

F-kryds Land	Uheld	Personskadeuheld	Dræbte	Alvorligt tilskadekomne	Let tilskadekomne
S-vej	288	111	8	57	100
K-vej	839	366	41	211	285
I alt	1.127	477	49	268	385
510- og 520-uheld	Uheld	Personskadeuheld	Dræbte	Alvorligt tilskadekomne	Let tilskadekomne
S-vej	160	66	6	32	67
K-vej	671	306	36	176	239
I alt	831	372	42	208	306

*Tabel 2. Uheld, personskadeuheld og personskader i uheld i F-kryds i landområde i perioden 2007-2011 – alle uheld henholdsvis 510- og 520-uheld.*

Der findes ingen tilgængelige statistikker, der særskilt opgør antallet af 4-benede vigepligtsregulerede kryds på stats- og kommunevejene, der kan danne baggrund for estimater på uhelds- og skadestætheden for denne krydstype. I dokumentationen over de danske uheldsmodeller findes der opgørelser på uheldstætheden fordelt på forskellige typer af 4-benede kryds. Imidlertid hviler disse opgørelser på uhelds-, vej- og trafikdata fra statsvejnettet samt de amtsveje, der blev overdraget til kommunerne i forbindelse med kommunalreformen. De estimerede uheldstætheder er derfor ikke repræsentative for uheldstætheden i 4-benede vigepligtsregulerede kryds på kommuneveje i landområde, ligesom de heller ikke er direkte repræsentative for uheldstætheden i 4-benede vigepligtsregulerede kryds i landområde på statsvejnettet.

De 477 personskadeuheld i vigepligtsregulerede 4-benede kryds i åbent land fordeler sig på cirka 400 kryds. Kun i 10 % af krydsene er der observeret mere end 1 personskadeuheld. Personskadeuheldene ligger som sådan relativt spredt. Indregnes materielskadeuheld også, fordeler de 1.127 person- og materielskadeuheld sig på ca. 800 kryds. Tætheden af personskadeuheld i de kryds, hvori der er registreret personskadeuheld ligger på 0,23 personskadeuheld per år, mens den samlede uheldstæthed (personskadeuheld og materielskadeuheld) i de kryds, hvori der er registreret uheld, andrager 0,28 uheld/år.

### **Besparelser og investeringer**

I uheldsbelastede vigepligtsregulerede 4-benede kryds i åbent land findes forskellige alternativer til vejlukning i bestræbelserne på lokalt at forbedre

trafiksikkerheden, herunder ombygning af 4-benede kryds til rundkørsel samt nedskiltning af hastighedsniveauet.

I forhold til alternativerne etablering af rundkørsel og opsætning af variable hastighedstavler er det forudsat, at disse tiltag prioriteres i de uheldsbelastede kryds i åbent land, hvor der er registreret mindst 4 uheld og mindst 1 personskade i perioden 2007-2011. Eftersom kravet til uheldsforekomsten er sat forholdsvis højt, er dette ensbetydende med, at disse indsatser koncentrerer om større uheldsbelastede kryds i åbent land.

I sammenligning hermed forudsættes det, at vejlukninger alene vil være aktuelle i mindre vigepligtsregulerede kryds i det åbne land. Dette er ud fra den betragtning, at lukning af sidevej i praksis er betinget af, at trafikken kan flyttes og forsvarligt afvikles i nærliggende og derfor også større kryds. Det vurderes, at lukning af sidevej først og fremmest kan komme på tale i de ca. 150 vigepligtsregulerede 4-benede kryds i åbent land, hvori der er registreret 2-3 uheld i perioden 2007-2011 og til dels i de ca. 650 4-benede kryds, hvori der er registreret 1 uheld.

Det forudsættes, at der kan gennemføres lukning af sidevej i 40 af de 4-benede vigepligtsregulerede kryds, hvori der er registreret er registreret 1 - 3 uheld/5 år.

Omkostningerne knyttet til lukning af sidevej omfatter opbrydning og bortskaffelse af belægning, etablering af beplantning og ændret/supplerende skiltning. Dertil kommer omkostninger knyttet til eventuel ombygning og optimering af de vejstrækninger og kryds, som trafikken overledes til som konsekvens af vejlukningen. Prisen på en vejlukning kan derfor variere temmelig meget betinget af de lokale forhold.

Enhedspriser	
Lukning af sidevej 4-benet vigepligtsreguleret kryds (land):	150.000 kr.

Med det forudsatte implementeringsniveau og den forudsatte gennemsnitlige enhedspris beløber etableringsomkostningerne sig til i alt 6.000.000 kr.

I manglen på studier, der afspejler de sikkerhedsmæssige effekter af en decideret vejlukning, er det ikke umiddelbart muligt at fremsætte et dokumenteret estimat på antallet af sparede personskader i 2020 som følge af

lukningen af den ene sidevej i 40 vigepligtsregulerede 4-benede kryds i åbent land.

Den forventede skadesbesparelse i 2020 som følge af vejlukning er i stedet estimeret under forudsætning af, at vejlukningen resulterer i en reduktion i antallet af personskadeuheld på 25 % i de kryds, hvor løsningen implementeres, hvilket svarer til den effekt, der opnås ved ombygning af F-kryds til to forsatte T-kryds.

For at kunne estimere den forventede skadesbesparelse knyttet til lukning af sidevej i 4-benede kryds i det åbne land, er det nødvendigt med et estimat på den forventede uhelds- og skadesforekomst i kryds af denne type. Der foreligger ikke umiddelbart uheldsmodeller, der kan danne baggrund for et estimat på de forventede uhelds- og skadesforekomster.

Jensen (2008) anslår imidlertid, at i kryds, hvor der er observeret 1 – 3 uheld over en 5-årig periode, ligger den forventede gennemsnitlige uheldstæthed for krydsene i intervallet 0,125 – 0,25 uheld/år/kryds. I sin oversigt over sammenhængen mellem observerede uheldsforekomster og den gennemsnitlige forventede uheldsforekomst skelner Jensen (2008) ikke mellem 3- og 4-benede kryds. Dette til trods for, at en række opgørelser viser, at den forventede uheldsforekomst i 4-benede vigepligtsregulerede kryds er højere end den forventede uheldsforekomst i 3-benede vigepligtsregulerede kryds af de grunde, der er nævnt ovenfor. Følgelig er det nærliggende at antage, at den gennemsnitlige forventede uheldsforekomst for 4-benede kryds med ligger i den øvre ende af det opgivne interval. Af tabel 2 fremgår det, at 42 % af uheldene i vigepligtsregulerede kryds i åbent land er personskadeuheld. Følgelig kan det antages, at det forventede antal personskadeuheld i kryds, hvor der er observeret 1 – 3 uheld i gennemsnit ligger på 0,05 – 0,11 personskadeuheld/år/kryds.

På denne baggrund forudsættes det, at det forventede antal personskadeuheld/år for de kryds, hvori der gennemføres vejlukning i gennemsnit ligger på 0,10 personskadeuheld/år/kryds.

Med et forudsat implementeringsomfang på 40 4-benede vigepligtsregulerede kryds og en forudsat effekt på en 25 % reduktion i forekomsten af personskadeuheld, vil vejlukninger reducere antallet af personskadeulykker med 1 personskadeuheld i 2020.

Antages det, at det gennemsnitlige antal tilskadekomne i de sparede personskadeuheld svarer til det observerede gennemsnitlige antal personskader per personskadeuheld for uheld i 4-benede kryds i landområde i perioden 2007-2011, se tabel 3, kan den forventede skadesbesparelse i 2020 som følge af vejlukningerne opgøres til 1,5 personskader. Eftersom besparelsen i antallet af personskadeuheld ligger på 1, afspejler tabel 3 samtidig, hvordan de sparede personskader fordeler sig på dræbte, alvorligt og let tilskadekomne.

Dræbte/ personskadeuheld	Alvorligt tilskadekomne/ personskadeuheld	Let tilskadekomne/ personskadeuheld
0,103	0,562	0,807

*Tabel 3. Gennemsnitligt antal dræbte, alvorligt og let tilskadekomne per personskadeuheld i perioden 2007-2011 i uheld i vigepligtsregulerede 4-benede kryds i landområde.*

### **Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag**

Etablering af rundkørslen, lokal hastighedsbegrænsning, herunder også brug af dynamiske tavler er mulige alternativer til vejlukning i 4-benede vigepligtsregulerede kryds i landområde i bestræbelserne på at nedbringe antallet af dræbte og tilskadekomne. Der er taget højde for effektoverlap disse tiltag imellem ved i estimatet på den forventede skadesbesparelse i 2020 at forudsætte, at disse tiltag implementeres på forskellige lokaliteter.

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### **Referencer**

- Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. and Sørensen, M., 2009, *The Handbook of Road Safety Measures*, Emerald Group Publishing
- Jensen, S. U., 2008, *Effektkatalog: Viden til bedre trafiksikkerhed*, Trafitec
- Vejdirektoratet, 2011, *Håndbog: Trafiksikkerhedsprincipper – Anlæg og planlægning*, Vejregler, Vejdirektoratet



### 3.25. Etablering af rundkørsler

**Fokusområde: 1 og 10.**

#### **Beskrivelse**

Tiltaget etablering af rundkørsler omhandler ombygningen af eksisterende kryds til rundkørsel - primært ombygning af 3- eller 4-benede vigepligtsregulerede kryds i åbent land, hvor de sikkerhedsmæssige effekter af ombygning til rundkørsler er størst. Rundkørsler kan etableres som 1-sporet rundkørsel og som flersporet rundkørsel. Rundkørslerne etableres typisk med 3-6 tilfartsspor.

Rundkørsler etableres ofte på uheldsbelastede lokaliteter. Der kan også være trafikafviklingsmæssige eller tryghedsmæssige årsager til, at der etableres rundkørsler, ligesom der kan opstå behov for at etablere rundkørsler i nye kryds på vejnettet. Disse rundkørsler indgår ikke i beregningerne, som præsenteres i dette faktaark, men vil også have en sikkerhedsmæssig effekt.



Eksempel på rundkørsel i åbent land på H425 syd for Struer

#### **Formål og virkning**

Etablering af rundkørsler har til formål at reducere antallet af krydsuheld, herunder hastighedsrelaterede uheld i og omkring kryds, da rundkørsler har en hastighedsdæmpende effekt.

Ved etablering af en rundkørsel reduceres antallet af konfliktpunkter og dermed risikoen for krydsuheld. Erstatte et 4-benet kryds med en 4-benet rundkørsel reduceres antallet af konfliktpunkter mest markant, idet et prioriteret 4-benet kryds har op til 32 konfliktpunkter mellem motoriserede strømme mod maksimalt 9 konfliktpunkter mellem motoriserede strømme i en 4-benet rundkørsel. Ombygges et prioriteret 3-benet kryds til en 3-benet rundkørsel reduceres antallet af konfliktpunkter mellem motoriserede strømme som udgangspunkt fra 9 til 6 konfliktpunkter. Dette afspejles i, at de

sikkerhedsmæssige effekter af ombygning af 4-benede kryds generelt er større end de sikkerhedsmæssige effekter af ombygning af 3-benede kryds.

Ombygning af 4-benede kryds kan også sikre, at trafikanterne lettere erkender knudepunktsanlægget. Omdannelse af 4-benede kryds til rundkørsel kan derfor medvirke til at forebygge forekomsten af tværkollisioner, der skyldes at ligeudkørende trafikanter fra sidevej i 4-benede kryds overser knudepunktet. Grundet rundkørslers hastighedsdæmpende effekt reduceres alvorlighedsgraden af ulykkerne samtidig. Det forhold, at uheld mellem indkørende køretøjer og køretøjer i cirkulationsarealet typisk sker i spidse kollisionsvinkler, er ligeledes medvirkende til at reducere uhelgenes alvorlighedsgrad.

Rundkørsler benyttes hvor der er sket mange krydsuheld mellem motorkøretøjer. Dette kan typisk være i forbindelse med tilkørsel fra en lokalvej eller mindre trafikvej til en overordnet trafikvej, hvor hastigheden er høj. Brugen af tiltaget kan også baseres på en sortpletudpegning eller trafiksikkerhedsinspektion af kryds i åbent land.

Grundet den lavere forekomst af cyklister er ombygninger af kryds til rundkørsler generelt relevant for større kryds i åbent land. I byområde bør ombygningen begrænses til kryds med begrænset cykeltrafik, med mindre cyklister og motortrafik separeres ved etablering af separat cykelsti udenfor cirkulationsarealet eller henvises til andre veje/stier.

### **Effekt og potentiale**

Erfaringsmæssigt er den sikkerhedsmæssige effekt størst for ombygning af vigepligtsregulerede kryds, navnlig 4-benede kryds, i åbent land, og hvor der kun er få lette trafikanter. Effekten for cyklister har vist sig at være mindre end for øvrige trafikanter, og de nyeste evalueringer peger i retning af, at antallet af uheld med cyklister øges, når vigepligtsregulerede kryds ombygges til rundkørsel. Såvel et nyt litteraturstudie som en ny dansk evaluering af de sikkerhedsmæssige effekter ved ombygning af kryds til rundkørsler viser større fald i uheld og personskader, end hvad tidligere systematiske opsamlinger har vist. De viser således et fald i personskadeulykker på 44 % og et fald i materielskadeulykker på 25 %. Sikkerhedseffekten er op til 25 procentpoint højere på landet end i byområderne (Jensen og Madsen, 2012; Jensen, 2012).

I Jensen et al. (2010) findes en mere detaljeret opgørelse over sikkerhedsmæssige effekter fordelt på by og land, krydstyper samt alvorlighedsgrad. Effekten er højest i åbent land og ved ombygning fra

eksisterende vigepligtsregulerede 4-benede kryds. Effekten på personskadeulykker er uanset krydstype i åbent land opgjort til 44 %.

Elvik et al. (2012) er generelt enige i niveauet, men er dog mindre positive overfor effekten på materielskadeulykker. På baggrund af litteraturstudier anslår Elvik et al. (2012), at antallet af personskadeulykker reduceres med 46 %, mens antallet af materielskadeulykker øges med 10 %. Disse effekter er ikke opdelt mellem by og land. Effekten for materielskadeulykker er dog ikke signifikant.

De forventede effekter af tiltaget er sammenfattet i tabel 1.

	Reduktion			Bemærkninger
	Dræbte	Alvorligt tilskadekomne	Let tilskadekomne	
Alle kryds	- 68 %	- 45 %	- 47 %	Effekten gælder for vigepligts- og signalregulerede F- og T-kryds

Tabel 1. Sammenfatning af sikkerhedsmæssige effekter af ombygning af kryds i åbent land til rundkørsler (Jensen et al., 2010).

Som grundlag for at vurdere tiltagets bidrag til samlet årlig skadesbesparelse er antallet af kryds i åbent land excl. rundkørsler med mindst 4 politiregistrerede person- og materielskadeulykker og mindst 1 politiregistreret personskade i perioden 2007-2011 opgjort på vejbestyrelse. Umiddelbart er det således de mest uheldsbelastede kryds, der med fordel kan ombygges, forudsat at de ikke trafikeres af større mængder cykeltrafik.

I tabel 2 er opgjort antallet af kryds, der falder indenfor ovenstående kriterium for implementering. Antallet af kryds er identificeret på baggrund af produktet mellem vejnummer 1 og vejnummer 2. Denne metode rummer en usikkerhed i forhold til kryds, hvor der ikke findes vejnumre for begge veje i uheldsindberetningerne, hvilket i særlig grad er udpræget på det kommunale vejnet. Desuden har en del kryds mere end to vejnumre, hvilket giver risiko for, at produktet af vejnumre for uheld i samme kryds kan give forskellige resultater.

	Antal kryds, som opfylder forudsætninger	
	VD	Kommune
Kryds i åbent land excl. rundkørsler, hvor der er registreret mindst 4 uheld og mindst 1 personskade i 2007-2011	30	15
heraf kryds med mindst 2 personskader	19	10

Tabel 2. Oversigt over uheldsbelastede kryds i landområde, hvor en ombygning til rundkørsel kan være sikkerhedsmæssigt hensigtsmæssig.

I de kryds, som er identificeret i tabel 2's øverste række, er der i gennemsnit registreret hhv. 5,7 uheld i statsvejskryds og 5,1 uheld i kommunevejskryds i perioden 2007-2011.

Antallet af personskader i perioden 2007-2011 knyttet til disse kryds er kortlagt via uheldsudtræk fra VIS, se tabel 3, ligesom den gennemsnitlige tæthed af personskader er estimeret for de pågældende kryds.

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne		Psk.tæthed [psk./kryds/år]	
	S	K	S	K	S	K	S	K
Kryds	4	1	28	16	49	21	0,5400	0,5067
Heraf i kryds med mindst 2 personskader	4	1	23	15	43	17	0,7368	0,6600

Tabel 3. Registrerede personskader i kryds med mindst 4 uheld i åbent land 2007-2011 samt den gennemsnitlige personskadetæthed per år per krydset.

En del af de registrerede lokaliteter må antages at være blevet udpeget som uheldsbelastede kryds. Derfor må det også påregnes, at der allerede er implementeret trafikikkerhedsmæssige tiltag i en del af krydsene.

### Besparelser og investeringer

I uheldsbelastede vigepligtsregulerede kryds i åbent land findes forskellige alternativer til rundkørsler i bestræbelserne på lokalt at forbedre

trafiksikkerheden, herunder kanalisering, nedskiltning af hastighedsniveauet og vejlukning.

Med henblik på at fastsætte et realistisk implementeringsniveau er der indhentet information om enhedspriserne for etablering af rundkørsler. Enhedsprisen vil variere i forhold til lokale forhold som bl.a. eksisterende krydsudformning, sidearealer, jordbundstype, eksisterende vejforløb og behov for ændring af dette, rundkørselens størrelse, behov for tilpasning i forhold til specialkøretøjer mv. Den gennemsnitlige enhedspris for ombygning af kryds til rundkørsel i åbent land kan opgøres til 5.000.000 kr.

Enhedspriser	
Rundkørsel	5.000.000 kr.
<i>Bemærk at prisen varierer meget afhængig af lokalitet</i>	

Det forudsættes, at tiltaget prioriteres i kryds med mindst 4 registrerede person- og materielskadeuheld og med mindst 2 tilskadekomne. Desuden skal uheldsbilledet være relevant i forhold til etablering af en rundkørsel.

For de videre beregninger forudsættes følgende implementeringsniveau frem mod 2020:

- Statsvej - øvrige veje: 10 vigepligtsregulerede kryds svarende til halvdelen af de potentielle kryds
- Kommuneveje - øvrige veje: 5 vigepligtsregulerede kryds svarende til halvdelen af de potentielle kryds

Med det anførte implementeringsniveau bliver implementeringsomkostningerne 75 mio. kr.

Den samlede skadesbesparelse per år ved en implementering i det beskrevne omfang i 2020 er givet ved produktet mellem effekten af at ombygge eksisterende kryds til rundkørsel og det forventede antal personskader på de lokaliteter, der gøres til genstand for denne indsats.

En sikker beskrivelse af skadesbesparelsen er betinget af, at den lokalt forventede skadestæthed i de kryds, hvor tiltaget gennemføres frem mod 2020, kan fastlægges. I estimatet på den forventede skadesbesparelse er der taget udgangspunkt i de observerede personskadestætheder i perioden 2007-2011, som fremgår af tabel 3. Det er forudsat, at tiltaget implementeres omkring de

mest uheldsbelastede kryds, hvorfor den forventede personskadetæthed for de 15 kryds sættes lig den gennemsnitlige observerede personskadetæthed i perioden 2007-2011:

- Statsvej - øvrige veje: 0,7368 psk/kryds/år
- Kommunevej - øvrige veje: 0,6600 psk/kryds/år

De forudsatte skadestætheder i krydsene svarer til, at tiltaget implementeres i kryds, hvor der i en 5-årig førperiode er registreret i gennemsnit 3,7 personskader per kryds på statsveje og 3,3 personskader per kryds på kommuneveje.

For at kunne fordele besparelsen i antallet af personskader på de respektive skadeskategorier, er det antaget, at de sparede personskader fordeler sig på dræbte, alvorligt og let tilskadekomne på samme måde som de observerede personskader i perioden 2007-2011 for henholdsvis statsveje og kommuneveje, jævnfør tabel 3.

Den forventede skadesbesparelse fordelt på alvorlighedsgrad i 2020 ved det forudsatte implementeringsniveau er opgjort i tabel 4.

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne	
	VD	Kommune	VD	Kommune	VD	Kommune
Rundkørsel	0,2	0,1	1,0	0,6	1,9	0,7
<b>Total</b>	<b>0,3</b>		<b>1,6</b>		<b>2,6</b>	

Tabel 4. Forventet antal sparede personskader i 2020 som følge af ombygning af 15 vigepligtsregulerede kryds til rundkørsel.

Samlet opnås en besparelse på 5 personskader per år.

### Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag

Ombygning af vigepligtsreguleret kryds til rundkørsel retter sig mod samme type kryds som f.eks. lokal hastighedsbegrænsning, kanalisering og vejlukning i uheldsbelastede kryds. Der er taget højde for effektoverlap disse tiltag imellem ved i estimatet på den forventede skadesbesparelse i 2020 at forudsætte, at disse tiltag implementeres på forskellige lokaliteter.

### Ansvarlig for gennemførelse

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

**Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

**Referencer**

- Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og Sørensen, M., 2012, *Online version af Trafiksikkerheshåndboken*, tsh.toi.no, Transportøkonomisk Institutt
- Jensen, S. U., Andersson, P. K. og Herrstedt, L., 2010, *Håndbog: Trafiksikkerhed - Effekter af vejtekniske virkemidler*, Vejdirektoratet
- Jensen, S. U. og Madsen, P. B., 2012, Rundkørsler, sikkerhed og cyklister - Litteraturstudie af sikkerhedseffekter af ombygninger af kryds til rundkørsler og uheldsmodeller for rundkørsler, Trafitec
- Jensen, S. U., 2012, Sikkerhedseffekter af rundkørsler: Før-efter uheldsevaluering af ombygninger af kryds til 332 rundkørsler med fokus på uheld med lette trafikanter, Trafitec

### 3.26. Venstresvingskanaliseringsanlæg i vigepligtsregulerede kryds i åbent land

**Fokusområder: 10.**

#### **Beskrivelse**

Etablering af venstresvingsbaner i 3- og 4-benede, vigepligtsregulerede kryds er et effektivt middel til at reducere antallet af ulykker i kryds i åbent land. Kanaliseringsanlæggene kan være afgrænset af kantstensbegrænsede primærheller eller af malede spærreflader.

I kryds med primærheller/malede spærreflader og venstresvingskanalisering holder den venstresvingende bil beskyttet og på langs af køreretningen inden svingning. Situationen bliver mere overskuelig for den venstresvingende. Endvidere kan der opnås beskyttede ventepositioner for de lette trafikanter i ly af primærhellen.



Venstresvingskanaliseringsanlæg anvendes i kryds, hvor der er tæt trafik på den gennemgående vej, eller der er betydelig trafik til og fra sidevejene, men anvendes også i kryds, hvor der er registreret ulykker med venstresvingende bilister.

#### **Formål og virkning**

Venstresvingskanaliseringsanlæg reducerer især antallet af ulykker, hvor et bagfrakommende køretøj påkører et holdende køretøj, der venter på venstresving, samt ulykker ved venstresving ind foran medkørende. Venstresvingskanaliseringen betyder derudover, at den venstresvingende bliver mindre presset og derved får en mere rolig frafart, som bl.a. medvirker til en begrænsning af ulykker ved venstresving ind foran modkørende. Det skal derudover bemærkes, at kanalisering af kryds og etablering af venstresvingskanalisering forbedrer krydset synlighed, adskiller modkørende trafikstrømme, indskrænker og definerer konfliktområder, begrænser overhaling, dæmper hastigheden, medfører en bedre trafikafvikling og ved



kantstensbegrænsede støtteheller tilbyder de ventemuligheder for krydsende, lette trafikanter.

Ulempen ved kanaliseringsanlæg er, at de øger krydsets bredde, og dermed forøges risikoen for krydsningsulykker; spærreflader kan overskrides ved overhaling, og kantstensbegrænsede heller udgør en påkørselsrisiko.

### **Effekt og potentiale**

Flere kilder dokumenterer god effekt af at anvende kanalisering som sikkerhedsfremmende foranstaltning i eksisterende, ulykkesbelastede kryds. Venstresvingskanaliseringsanlæg kan etableres med kantstensbegrænset helle eller alene med malet spærreflade. Der foreligger ikke entydig dokumentation af, hvorvidt kantstensbegrænset eller malet kanalisering er sikrest. Kantstensbegrænsede hellearealer kan udgøre en påkørselsrisiko, hvilket skal afvejes imod, at en malet spærreflade kan overskrides og dermed muliggøre overhaling.

"Trafiksikkerheshåndboken" (TØI, 2012) har en opsummering af en lang række undersøgelser af kanaliseringsanlægs effekt på trafiksikkerheden, som viser ret forskellige virkninger af venstresvingsbaners betydning for trafiksikkerheden. Dette skyldes, at langt de fleste af studierne er ganske små, og ikke alle undersøgelserne er statistiske signifikante, men ved en sammenvejning af resultaterne og en tolkning heraf kan opsummeres i følgende:

- Venstresvingskanalisering reducerer antallet af personskadeulykker. Studierne synes svagt at pege i retning af, at venstresvingskanalisering med kantstensbegrænsede helle giver en lidt bedre virkning, end når der anvendes afmærkede/malede heller.
- Venstresvingkanalisering har størst effekt på personskadeulykker i T-kryds.

Vejdirektoratet har inden for de seneste år foretaget evalueringer af venstresvingekanaliseringsanlæg udført på statens vejnet (Wind, 1999), (VD, 2009). Begge evalueringer viste en stor og signifikant effekt af venstrekanaliseringsanlæg i åbent land.

I "Håndbog Trafiksikkerhed – effekter af vejtekniske virkemidler", (Vejdirektoratet, 2010) angives effekten af etablering af venstresvingskanaliseringer baseret på "Trafiksikkerheshåndboken" tilpasset danske erfaringer. Her angives det, at der også er tegn på, at venstresvingskanaliseringer har en mere gunstig virkning på personskadeulykker end på materielskadeulykker.

Nedenstående effekt af venstresvingskanalisering er primært fastsat på baggrund af to store amerikanske studier samt en opsamling af hovedsagligt nordiske studier (VD, 2010).

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

Figur 1. Effekt af venstresvingskanalisering i landzone.

Det er ikke muligt at adskille effekter for kantstensbegrænset fra afmærkede kanaliseringsanlæg. Effekterne ovenfor er effekter alene ved etablering af kanaliseringsanlæg. Det er oplagt at kombinere kanaliseringer med f.eks. lokale hastighedsbegrænsninger. Hvis det gøres, skal der ved effektberegningen tages højde for overlap.

### Besparelser og investeringer

Som grundlag for at vurdere tiltagets bidrag til samlet årlig skadesbesparelse er antallet af ulykker og personskader i vigepligtsregulerede kryds i åbent land opgjort for stats- og kommuneveje (vejman.dk).

2007 – 2011	Personskadeulykker	Dræbte	Alv. tilskadekomne	Let tilskadekomne
Krydsulykker, åbent land, ikke signal eller rundkørsel	2179	182	1237	1681
Gennemsnit pr. år	435,8	36,4	247,4	336,2
Statsveje	683	49	380	562
Kommuneveje	1496	133	857	1119

*Figur 2. Personskade- og materielskadeulykker og personskader i vigepligtsregulerede kryds i åbent land fordelt på stats- og kommuneveje.*

På statsveje har det været muligt at skille de kryds fra, der er kanaliseret på primærvejen. Det har ikke været muligt at foretage samme frasortering på kommunevejene.

### **Statsveje**

På statens veje er der i alt 532 vigepligtsregulerede kryds, hvor der ikke kanalisering på primærvejen, og hvor der en vis mængde trafik til og fra sidevejene (vejman.dk). I disse kryds er der i alt 100 personskadeulykker i perioden 2007 – 2011 med 150 personskader. Antallet af personskader er beregnet ud fra et gennemsnitligt antal personskader i personskadeulykker i vigepligtsregulerede kryds på statsveje i åbent land.

Vælges kryds med 3 eller flere person- og materielskadeulykker, er der i alt 27 kryds med 32 personskadeulykker. Det antages, at der sker samme antal personskader pr. personskadeulykke som i vigepligtsregulerede kryds generelt på statsveje, hvilket betyder, at der i de 32 ulykker er 48 personskader.

2007 – 2011	Antal kryds	Personskadeulykker	Materiel-skadeulykker	Dræbte	Alv. tilskadekomne	Let tilskadekomne
Vigepligtsregulerede kryds i åbent land uden kanalisering	532	100	186		150	
Heraf t-kryds	425	69	123		104	
Heraf f-kryds	107	31	63		47	
Heraf t-kryds med 3 eller flere ulykker	15	20	36		30	
Heraf f-kryds med 3 eller flere ulykker	12	12	26		18	

Figur 3. Kryds på statsveje.

Det antages, at der i alle 27 kryds med 3 eller flere ulykker etableres kanaliseringsanlæg. Ved at benytte effekten fra figur 1 får man, at der kan spares 2,4 personskade om året ved at etablere venstresvingskanalisering i 27 kryds på statsvejnettet.

2007 – 2011	Antal kryds	Personskadeulykker (vejman. dk)	Personskader (estimeret)	Sparede personskader
T-kryds	15	20	30	$30 * 25 \% = 7,5/5 \text{ år}$
F-kryds	12	12	18	$18 * 30 \% = 5,4/ 5 \text{ år}$
I alt	27	32	48	$12,9/5 \text{ år} = 2,6 \text{ personskade om året}$

Figur 4. Sparede personskader ved ombygning af 27 statsvejskryds.

## Kommuneveje

De er ikke muligt at foretage samme beregning for kommuneveje, da der ikke findes lige så mange og så detaljerede oplysninger samlet om kommuneveje.

Derfor foretages et skøn af potentialet på baggrund af følgende:

- Det antages af fordelingen af ulykker, der er sket i vigepligtsregulerede kryds i åbent land med kanaliseringsanlæg, er ens for stat og kommune.
- Det antages, at fordelingen af ulykker i kryds med mere end 3 ulykker på kommuneveje svarer til fordelingen på statsveje.
- Datamaterialet er ikke delt på f- og t-kryds, da der ikke er oplysninger til rådighed.
- Det antages, at der sker samme antal personskader pr. personskadeulykke som i vigepligtsregulerede kryds generelt på kommuneveje.
- Der er findes ikke en samlet oversigt over, hvor mange vigepligtsregulerede kryds der er på kommuneveje, så antallet af kryds estimeres ud fra en gennemsnitsbetragtning.

2007 – 2011	Antal kryds	Personskadeulykker	Dræbte	Alv. tilskadekomne	Let tilskadekomne
Krydsulykker, åbent land, ikke signal eller rundkørsel	?	1496	133	857	1119
Ulykker i vigepligtsregulerede kryds i åbent land, ikke kanaliseret*	?	224	314		
Ditto - f og t-kryds med 3 eller flere ulykker*	?	72	101		

Figur 4. Kryds kommuneveje.

\*Beregnet på baggrund af tilsvarende tal for statsveje, som er udtrukket via vejman.dk

Da der ikke kan skelnes mellem t- og f-kryds regnes med, at der udelukkende er tale om t-kryds, da der langt de fleste af krydsene er t-kryds.

2007 - 2011	Antal kryds	Personskadeulykker (vejman.dk)	Personskader	Sparede personskader
T- og f-kryds	?	72	101	$101 * 0,25 = 25/5 \text{ år} = 5$ personskader om året

Figur 5. Sparede personskader på kommuneveje.

Det er ikke umiddelbart muligt at angive antallet af kryds, men hvis man antager, at der sker 1,5 personskadeulykke i hvert af de kryds, der bygges om, så skal 48 kryds forsynes med kanaliseringsanlæg for at forebygge 25 personskader.

I følge "Effekthåndbogen" (VD, 2010) er anlægsudgiften til etablering af venstresvingskanalisering i f-kryds med delvist kantstensbegrænsede og opmalede helleanlæg 1 mio. kr. Tilsvarende pris for t-kryds er 650.000 kr. Anlægsskønnene forudsætter, at der ikke skal foretages udvidelse af vejarealet.

	Kryds ombygges	Pris	Effekt/år	1. forrentning*
T-kryds, kommunevej	48	31,2 mio. kr.	5 personskader	62 %
T-kryds, statsvej	20	13 mio. kr.	1,5 personskader	44 %
F-kryds, statsvej	12	12 mio. kr.	1,1 personskader	35 %
I alt	80	56,2 mio. kr.	7,6 personskader	52 %

Figur 6. Investeringsbehov. \* Enhedspris pr. rapporteret personskade (2010) = 3.845.104 kr.

Der er ikke indregnet driftsudgifter, men i flg. "Effekthåndbogen" (VD, 2010) er driftsudgiften til t-kryds 39.000 kr. og tilsvarende udgift til T-kryds er 60.000 kr.

Det skal afslutningsvis nævnes, at man i sit valg af foranstaltning skal overveje, om andre muligheder har bedre forrentninger. Særligt når det gælder f-kryds i åbent land kan rundkørsler og forsætninger være gode alternativer til kanaliseringer.

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### **Referencer**

1. Vejdirektoratet (2010): Trafiksikkerhed, effekter af vejtekniske virkemidler, håndbog.
2. Vejregel prioriterede vejkryds i åbent land
3. Vejdirektoratets handlingsplan for trafiksikkerhed 2009 – 2012, Dokumentationsrapport, vejtekniske tiltag – internt notat.
4. Effektvurdering af uheldsbekæmpelsen i Danmark. Afgangprojekt forår 1999
5. Sorte pletter på statsveje, evaluering 2009
6. Trafikksikkerhetshåndboken, Transportøkonomisk institut, 2012

### 3.27. Cykelstier i åbent land

**Fokusområde: 5 og 6.**

#### **Beskrivelse**

Cykelstier er stier, som er fysisk adskilt fra vej og eventuelt fortov med kantsten, kantlinje, rabat og lignende. I åbent land anlægges cykelstien ofte i eget tracé. Cykelstierne kan etableres som enkeltrettede cykelstier i begge vejsider eller som dobbeltrettede cykelstier i den ene vejside. De enkeltrettede cykelstier anbefales generelt, men dobbeltrettede stier i den ene vejside kan anvendes på strækninger, hvor der er få eller ingen kryds eller indkørsler. Cykelstiens bredde afhænger af den forventede trafikmængde.



Eksempel på cykelsti i åbent land på H349

#### **Formål og virkning**

Cykelstier etableres i åbent land blandt andet for at forbedre trafikikkerheden for cyklister og knallertkørere. Cykelstier anvendes ligeledes til at forbedre fremkommeligheden og trygheden for cyklister og knallertkørere, og ses derfor også som et virkemiddel til at fremme cykelanvendelsen.

Anlæg af cykelstier kan reducere antallet af ulykker, når de anlægges langs veje med høje hastigheder eller som separate stier i eget tracé i det åbne land. Cykelstier har en positiv effekt på antallet af cyklister og den oplevede tryghed. Cykelstier og evt. skillerabat medfører samtidig, at cyklisterne oplever et forbedret serviceniveau og derfor bliver mere tilfredse.

Langt hovedparten af de studier, der er gennemført af cykelstiers sikkerhedsmæssige effekt, relaterer sig til etablering af cykelsti i byområde. Her er det ikke muligt at påvise en positiv sikkerhedsmæssig effekt. Antallet af uheld med cyklister og knallertkørere falder langs strækningerne, hvor cykelstierne etableres, mens uheldene med cyklister og knallerter stiger, når de blandes med den motoriserede trafik i krydsene (Agerholm et al., 2006; Jensen, 2006, Høye et al., 2011).

De få foreliggende vurderinger af cykelstier i åbent land peger på en nedgang i antallet af uheld med personskader hos knallerter og cyklister (Jensen et al.,



2010). De positive sikkerhedsmæssige effekter kan formentlig forklares ved, at krydstæthed er lavere på landet, at cykelstierne oftest anlægges i eget tracé, hvorved cyklister og knallertkørere effektivt separeres fra den hurtigkørende trafik, samt at strækningssulykker i åbent land typisk er mere alvorlige end i byområder. Desuden er det lettere og mere acceptabelt at pålægge cyklister og knallertkørere vigepligt i forbindelse med passage af sideveje i kryds i åbent land, hvilket dog er et nyere tiltag.

Cyklistuheldene i det åbne land ligger typisk så spredt på vejbestyrelsernes vejnet, at disse ikke alene kan danne baggrund for en prioritering af etableringen af cykelstier i åbent land. Typisk prioriteres etableringen af cykelsti ud fra den eksisterende cykeltrafik samt potentialet for at øge mængden af cykeltrafik med etableringen af cykelsti. Ligeledes kan en vurdering af cyklisternes uhelds- og skadesrisiko på de enkelte dele af vejnettet indgå som en del af prioriteringsgrundlaget.

Etablering af dobbeltrettede stier bør generelt kun ske, hvis der er særlige forhold, som taler for dette. Det kunne bl.a. være, at cyklisterne undgår at krydse primærvejen flere gange. Ulempen ved dobbeltrettede stier er, at cyklister, som kører i den "forkerte" retning, kan forekomme overraskende for krydsende trafik, hvorfor de risikerer at blive overset. Dette bekræftes bl.a. i et adfærdsstudie fra 2011 (Buch, 2011) For dobbeltrettede stier er der i øvrigt generelt skærpede krav i forhold til afstand til kørebanen mv.

Der er en tendens til, at fællestier også har en positiv sikkerhedsmæssig effekt på fodgængerulykker, og især på fodgængere som færdes langs vejen, da de kan færdes på stien frem for i rabatten på strækninger uden fortov eller gangssti. Effekten er ikke signifikant (Elvik et al., 2013). Til gengæld finder Elvik et al. (2013) kun et ikke-signifikant fald i personskadeulykker på 3 % for fodgængerulykker på cykelsti. Det fremgår ikke af analyserne, hvordan effekten fordeler sig mellem land- og byområder.

### **Effekt og potentiale**

Fordeles sikkerhedseffekten på hhv. cykelstier på strækninger og cykelstier gennem kryds, findes følgende trafiksikkerhedsmæssige effekter:

*Cykelsti på strækning.* 11 % reduktion i det samlede antal personskadeulykker med cyklister [-18 %:-3 %]. Effekten ikke er opdelt på land og by (Elvik et al., 2013)

*Cykelsti gennem kryds.* 24 % øgning i antal personskadeulykker med cyklister [11 %:38 %] , hvor effekten ikke er opdelt på land og by (Elvik et al., 2013)

*Cykelsti gennem kryds og strækning i åbent land.* For ulykker med cykel eller knallert 30 og uden fodgænger forventes 62 % reduktion i antal personskadeulykker og 40 % reduktion i antal materielskadeulykker. Fodgængerulykkerne forventes reduceret med 35 % for både person- og materielskadeulykker (Jensen et al. 2010). Resultaterne er i høj grad baseret på de samme studier som Elvik et al. (2013).

Effekten af cykelsti i kryds afhænger af krydstypen. Cyklistulykkerne reduceres med 9 % i signalregulerede kryds og med 25 % i kryds generelt (Elvik et al., 2013). De forventede effekter af tiltagene er sammenfattet i tabel 1.

	Reduktion			Bemærkninger
	Dræbte	Alv. tilskade	Let tilskade	
Ulykker med cykel/ knallert 30	-80 %	-61 %	-60 %	Gælder både kryds og strækninger
Ulykker med fodgængere	-35 %	-35 %	-35 %	Gælder både kryds og strækninger

*Tabel 1. Stedlig effekt ved etablering af cykelsti på strækning og i kryds i åbent land (Jensen et al. 2010).*

Det anslås, at der er ca. 10.000 km cykelsti i Danmark inkl. sti i by. Der er ikke kendskab til opgørelser over det eksakte antal kilometer cykelsti og fordelingen af cykelsti mellem land og by og på vejbestyrelse. På baggrund heraf vil en beregning af personskadetætheden for uheld med cykler, knallerter og fodgængere også være behæftet med meget stor usikkerhed. Der er derfor fravalgt at opgøre den gennemsnitlige personskadetæt i tabel 2.

Antallet af personskader i perioden 2007-2011 er kortlagt via uheldsudtræk fra VIS. Det er i udtrækket udeladt ulykker, som er sket på strækninger med cykelsti. Oplysninger om cykelsti er ikke knyttet til ulykker med fodgængere, hvorfor nedenstående tal for fodgængere afspejler ulykker på et større vejnet end for cykel/knallert.

	Dræbte		Alvorligt Tilskadekomne		Lettere tilskadekomne	
	Stat	Kommune	Stat	Kommune	Stat	Kommune
Ulykker med cykel/ knallert 30 på strækninger uden cykelsti	10	89	68	464	43	277
Ulykker med fodgængere	34	66	60	148	24	83

*Tabel 2. Registrerede personskader 2007-2011 med lette trafikanter på øvrige veje i åbent land excl. motortrafikveje og excl. cykel- og knallertulykker på strækninger med cykelsti.*

Udtrækket af ulykker, hvor der ikke er oplysninger om cykelsti, tager ikke højde for, hvis der efterfølgende er etableret cykelsti på strækningen.

Blandt samtlige personskadeulykker i åbent land med cykel/knallert udgør dræbte og tilskadekomne i ulykker, hvor der ikke er angivet brug af cykelsti, 63 % af samtlige dræbte og tilskadekomne i åbent land med cykel/knallert. Det kan dermed konstateres, at en forholdsvis stor andel af personskaderne kan henføres til lokaliteter, hvor der på ulykkestidspunktet var etableret cykelsti. Taget i betragtning, at andelen af vejnettet med cykelsti i åbent land er væsentligt lavere end de 37 % af personskaderne, som disse lokaliteter tegner sig for, afspejler skadestallene, at de eksisterende cykelstier i åbent land er etableret på strækninger med større mængder cykel- og knallertrafik og dermed også relativt høje skadestætheder.

Det bør bemærkes, at personskadestæthederne rummer en meget stor variation og mange strækninger uden registrerede ulykker, da det ikke har været muligt at indsnævre søgningen i ulykker yderligere i forhold til kriterierne.

### **Besparelser og investeringer**

Med henblik på at fastsætte et realistisk implementeringsniveau er der indhentet information om enhedspriserne for etablering af enkeltrettede cykelstier. Vejdirektoratet opererer med enhedspriser på ca. 5 mio. kr. per km, mens nogle kommuner etablerer cykelstier for enhedspriser ned til ca. 1 mio. kr. per km. De store forskelle i enhedspriserne hænger bl.a. sammen med lokale forhold, ekspropriationsomkostninger, standard for cykelstiens tracering, sideanlægs og sidearealers udformning.

Enhedspriser	
Etablering af enkeltrettet sti i begge sider af vejen	3.000.000 kr./km

Den høje anlægspris medfører, at forrentningen af cykelstier i forhold til ulykkesbesparelser typisk vil blive forholdsvis lav. Derfor vil prioritering af anlæg af cykelstier også ofte afspejle ønske om sikre skoleruter, forbedrede forhold for turister, pendlerruter for cyklister osv. Når det er muligt at finde strækninger, hvor der kan forebygges personskadeulykker med cykelsti, er de forventede effekter til gengæld høje.

På statsvejene er implementeringsniveauet frem mod 2020 sat til 45 km, svarende til 15 km per driftsområde. På kommunevejene er implementeringsniveauet sat 1.000 km, svarende til 10 km cykelsti i åbent land per kommune.

Med det anførte implementeringsniveau bliver implementeringsomkostningerne 3,135 mia. kr.

Den samlede skadesbesparelse per år ved en implementering i det beskrevne omfang i 2020 er givet ved produktet mellem effekten af de respektive sikringstiltag og det forventede antal personskader på de lokaliteter, der gøres til genstand for en indsats.

Det forudsatte implementeringsniveau er fastlagt ud fra en antagelse om, at strækningerne udvælges ud fra en af en prioriteringsmodel, som bl.a. omfatter: mængden af cyklister før etableringen, forventet forøgelse i cykeltrafikken ved en implementering, utryghed, størrelsen og karakteren af de bysamfund/funktioner, der sammenbindes, herunder om strækningen har status af skolevej, samt det observerede antal uheld med cyklister, knallertkørere og fodgængere. Derfor vil det forventede antal registrerede uheld på de udvalgte strækninger også være forholdsvis lavt i forhold til, hvis strækningerne blev udvalgt alene ud fra en prioritering i forhold til registrerede uheld.

Det forudsættes for både stats- og kommuneveje, at cykelstierne etableres med en gennemsnitslængde på 5 km, og at etableringen af cykelsti gennemføres på sammenhængende strækninger, hvorpå der indenfor en 5 årig periode er registreret to personskader i uheld, der involverer knallertkørere eller cyklister. Dette svarer til en gennemsnitlig skadestæthed på 0,08

personskader/km/år. Desuden antages det, at der indenfor hver af de sammenhængende vejstrækninger, hvorpå der etableres cykelsti, i gennemsnit er registreret én personskade i fodgængeruheld over 5 år, hvilket svarer til en personskadetæthed på 0,04 personskader/km/år.

For at kunne fordele besparelsen i antallet af personskader på de respektive skadeskategorier, er det antaget, at personskaderne fordeler sig på samme måde som i perioden 2007-2011 for henholdsvis øvrige statsveje og kommuneveje, jf. tabel 2.

Den forventede skadesbesparelse i 2020 ved det forudsatte implementeringsniveau ses i nedenstående tabel.

	Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Lettere tilskadekomne	
	VD	Kommune	VD	Kommune	VD	Kommune
Cykel/ knallert 30	0,2	6,9	1,2	27,3	0,8	16,0
Fodgængere	0,2	3,1	0,3	14,0	0,1	7,8
<b>Sum</b>	<b>0,4</b>	<b>10,0</b>	<b>1,6</b>	<b>41,2</b>	<b>0,9</b>	<b>23,8</b>
<b>Total</b>	<b>10,4</b>		<b>42,7</b>		<b>24,7</b>	

Tabel 3. Forventet antal sparede personskader i 2020 som følge af etablering af 1.045 km cykelsti.

Samlet svarer det til en besparelse på 78 personskader per år.

### Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag

Cykelstier langs veje i åbent land har ikke umiddelbart overlap med andre tiltag.

Den benyttede effekt for ulykker i åbent land gælder for ulykker i både kryds og på strækninger. Ved en konkret udpegning af strækninger til cykelstier vil ophobning af ulykker i kryds typisk medføre andre tiltag end etablering af cykelsti på de omkringliggende strækninger. Det kunne f.eks. være niveaufri krydsning, overkørsler, tilbagetrækning af krydsningspunkt for cyklister i rundkørsler mv.

### Ansvarlig for gennemførelse

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### Forfatter

### Referencer

- Agerholm, N., Caspersen, S., Madsen, J. C. O. og Lahrmann, H., 2006, *Cyklisters trafiksikkerhed: en før-efterundersøgelse af 46 nye cykelstiers sikkerhedsmæssige effekt*, Dansk Vejtidskrift, Årgang 83, nr. 12, pp. 52-57
- Buch, T. S., 2011, Trafikantadfærd i kryds med dobbeltrettede cykelstier, Trafikdage
- Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. og Sørensen, M., 2013, *Trafiksikkerheshåndboken*, [www.tsh.toi.no](http://www.tsh.toi.no), Transportøkonomisk Institutt
- Høye, A., Elvik, R. og Sørensen M. W. J., 2011, *Trafiksikkerhetsvirkninger av tiltak*, TØI rapport 1157/2011, Transportøkonomisk Institutt
- Jensen, S. U., 2006, Effekter af cykelstier og cykelbaner: Før-og-efter evaluering af trafiksikkerhed og trafikmængder ved anlæg af ensrettede cykelstier og cykelbaner i Københavns Kommune, Trafitec
- Jensen, S.U., 2008, Effektkatalog. Viden til bedre trafiksikkerhed, Trafitec
- Jensen, S. U., Andersson, P. K. og Herrstedt, L., 2010, *Håndbog: Trafiksikkerhed - Effekter af vejtekniske virkemidler*, Vejdirektoratet

### 3.28. Separering af cyklister og motorkøretøjer i rundkørsler

**Fokusområder: 6 og 10.**

#### **Beskrivelse**

Separering af cyklister og motorkøretøjer gennemføres i rundkørsler ved at anlægge separat cykelsti adskilt fra motorkøretøjernes cirkulationsareal, idet cyklisterne pålægges vigepligt for motorkøretøjer ved rundkørslernes til- og frafartsspor. I mange tilfælde etableres en dobbeltrettet separat cykelsti for at kompensere for den reducerede fremkommelighed, som cyklister mod venstre oplever i forhold til rundkørsler, hvor cyklisterne i cirkulationsarealet ikke er pålagt vigepligt overfor ind- og udkørende motorkøretøjer. Studier viser, at rundkørsler med separat cykelsti, der ligger adskilt fra cirkulationsarealet, og hvor vigepligten pålægges cyklisterne, er mere sikre for cyklisterne end traditionelle udformninger, hvor der etableres cykelbane/-sti i ydersiden af cirkulationsarealet.



Eksempel på separat cykelsti adskilt fra motorkøretøjernes cirkulationsareal i Skive.

#### **Formål og virkning**

Ombygning af prioriterede kryds til rundkørsler fører til en dokumenteret nedgang i antallet af personskadeuheld og materielskadeuheld. Cyklister er imidlertid ikke omfattet af den sikkerhedsmæssige forbedring (Sakshaug et al., 2010). For cyklisternes vedkommende har de sikkerhedsmæssige effekter været uklare, men nyere udenlandske studier har påvist stigninger i forekomsten af personskadeuheld med cyklister på 27 % og i antallet af dødsulykker med cyklister på ca. 45 % (Daniels et al., 2008). En metaanalyse af

5 effektstudier med angivelse af sikkerhedseffekter for cyklister angiver en næsten signifikant stigning i antallet cykeluheld på 21 % og en ikke-signifikant nedgang i antallet af tilskadekomne cyklister (Jensen og Madsen, 2012). Jensen og Madsen (2012) vurderer dog, at ombygning af kryds til rundkørsel i en dansk kontekst fører til en stigning i antallet af cyklistuheld og tilskadekomne cyklister på 20-30 %. Vurderingerne bekræftes i en særskilt evaluering af de sikkerhedsmæssige effekter af ombygning af kryds til rundkørsler, hvori der påvises en signifikant stigning i antallet af tilskadekomne cyklister på 40 % - stigningen skyldes dog primært en stigning i antallet af lette personskader blandt cyklisterne (Jensen, 2012).

Det har væsentlig betydning for cyklisters sikkerhed, om cyklister og motorkøretøjer færdes sammen i cirkulationsarealet eller separeres via etablering af separat cykelsti. Etablering af separat cykelsti adskilt fra rundkørslen resulterer i signifikant færre tilskadekomne cyklister, end hvis motorkøretøjer og cyklister færdes sammen på cirkulationsarealet. Etablering af cykelsti umiddelbart ved siden af cirkulationsarealet har en tvivlsom sikkerhedsmæssig effekt, og kan lokalt resultere i såvel højere som lavere forekomster af personskader hos cyklisterne, end hvis motorkøretøjer og cyklister færdes sammen i cirkulationsarealet. Etablering af cykelbane i cirkulationsarealets yderkant synes at resultere i en dårligere sikkerhed for cyklister, end hvis disse færdes med motorkøretøjer i cirkulationsarealet (Jensen og Madsen, 2012). I et mere indgående studie af cykelfaciliteternes betydning, konkluderes det, at sikkerheden er dårligst, når der anvendes farvede cykelbaner eller blå cykelfelter i rundkørslen (Jensen, 2012).

På dette grundlag kan det på lokaliteter i byområde (generelt lokaliteter med mange cyklister), hvor pladsen tillader det, anbefales:

- At nyetablerede rundkørsler anlægges med separat cykelsti adskilt fra rundkørslen, idet cyklister pålægges vigepligt ved passage af til- og frafartsspor
- At eksisterende rundkørsler ombygges, så der etableres separat cykelsti adskilt fra rundkørselens cirkulationsareal, idet cyklister pålægges vigepligt ved passage af til- og frafartsspor

Ydermere antyder effektstudier:

- At cykelbane ikke bør etableres i udkanten af cirkulationsarealet ved etablering af nye rundkørsler – og at særligt etablering af farvede cykelbaner og blå cykelfelter bør undgås.



- At fjernelse af cykelbane i eksisterende rundkørsler måske kan medvirke til at reducere antallet af tilskadekomne cyklister. Særligt antyder materialet, at det kan være hensigtsmæssigt at fjerne farvede cykelbaner og blå cykelfelter i eksisterende rundkørsler.

På det foreliggende grundlag kan det dog ikke anbefales, at vejbestyrelserne generelt fjerner eksisterende cykelfelter i rundkørslerne. En sådan anbefaling er betinget af, at der gennemføres yderligere analyser, der kan dokumentere en positiv sikkerhedsmæssig effekt, allerhelst ved gennemførelse af en egentlig evaluering af de sikkerhedsmæssige konsekvenser i tilfælde, hvor vejbestyrelser faktisk har fjernet cykelbanen. I forbindelse hermed er det også nødvendigt at afdække de sikkerhedsmæssige effekter, hvis blot cykelbanen fjernes og bredden på cirkulationsarealet øges henholdsvis de sikkerhedsmæssige effekter, hvis cykelbanen fjernes og kantstenen flyttes, så bredden på cirkulationssporet er den samme før og efter fjernelsen af cykelfeltet.

Ombygningen af eksisterende rundkørsler kan prioriteres ud fra det observerede antal cykeluheld eller eksempelvis produktet mellem antallet af cyklister og indkørende bilister i rundkørslen. Et studie af Hels og Orozova-Bekkevold (2007) viser, at jo mere hastighedsdæmpende effekt en rundkørsel har, desto færre cyklistuheld. Dette kunne indikere, at tiltaget især bør prioriteres for dynamiske rundkørsler.

### **Effekt og potentiale**

I bestræbelserne på at reducere antallet af tilskadekomne i vejtrafikken i 2020, er det relevant med en kortlægning af det skadesbesparende potentiale knyttet til:

- Etablering af separat cykelsti adskilt fra cirkulationsarealet i eksisterende rundkørsler med koncentrationer af cyklistuheld
- Fjernelse af cykelbaner i cirkulationsarealet i rundkørsler med koncentrationer af cyklistuheld

I forhold til at vurdere den mulige skadesbesparelse knyttet til disse indsatser er der umiddelbart det problem, at der ikke foreligger evalueringer, der beskriver og dokumenterer de stedlige effekter af at etablere separat adskilt cykelsti omkring eksisterende rundkørsler henholdsvis de stedlige effekter af at fjerne cykelbaner i eksisterende rundkørsler. De foreliggende effektstudier beskriver således alene, hvordan ombygningen af prioriterede kryds til

rundkørsler påvirker antallet af cyklistuheld og personskader blandt cyklister ved varierende udformninger af cyklistfaciliteterne i rundkørslerne.

Ud fra dokumentationen af det gennemførte effektstudie af, hvordan udformningen af cyklistfaciliteter i rundkørsler påvirker forekomsten af cyklistuheld i forbindelse med ombygning af kryds til rundkørsler, er det principielt muligt at estimere en gennemsnitlig tæthed af cyklistuheld ved de forskellige udformninger af cyklistfaciliteterne omkring krydsene. Dette kan konkret ske ved at dividere det summerede antal cyklistuheld i de enkelte projekters efterperiode med antallet af rundkørsler med den givne udformning af cyklistfacilitet, se tabel 1.

Udformning/vigepligtig part	Antal rundkørsler	Observeret antal uheld efter	Uheldstæthed
Ingen cyklistfacilitet/bil	83	20	0,24
Cykelbane/bil	140	115	0,82
Enkeltrettet cykelsti/bil	42	23	0,55
Enkeltrettet (separat) cykelsti/cyklist	22	1	0,05
Dobbeltrettet cykelsti/bil	1	3	3,00
Dobbeltrettet (separat) cykelsti/cyklist	37	2	0,05

*Tabel 1. Gennemsnitlig tæthed af cyklistuheld i perioden efter ombygning af kryds til rundkørsel ved varierende udformninger af cyklistfaciliteter. Data fra Jensen (2012).*

Principielt vil en forskel i uheldstætheden mellem rundkørsler med forskellig udformning af cyklistfaciliteter kunne beskrive den sikkerhedsmæssige effekt af at ombygge rundkørslen fra en udformning af cyklistfaciliteterne til en anden. Forudsætningen er imidlertid, at gruppen af rundkørsler indenfor de enkelte udformningsmæssige kategorier er relativt identiske hvad angår mængden af bil- og cykeltrafik, øvrige udformningsparametre og ombygningstidspunktet.

I det perspektiv er det vurderingen, at forskellene i uheldstætheder mellem eksempelvis rundkørsler med cykelbane og rundkørsler uden cyklistfacilitet i tabel 1 *ikke* giver en sikker beskrivelse af den sikkerhedsmæssige effekt af at fjerne cykelbanen i eksisterende rundkørsel. Baggrunden er, at etableringen af cykelbane i rundkørslen formentlig er prioriteret på steder, der oppebærer større mængder af cykeltrafik, end de rundkørsler, hvori der ikke er etableret

cyklistfacilitet. Forskellen i uheldstæthed skyldes således ikke blot forekomsten og udformningen af cyklistfaciliteten i rundkørslen, men tillige udtryk for forskelle i den afviklede mængde af cykeltrafik.

Eftersom forskellene i uheldstæthederne ikke udelukkende kan henføres til forskelle i udformningen af cyklistfaciliteterne, betragtes det som værende for usikkert at basere en vurdering af de sikkerhedsmæssige effekter af dels at etablere separate cykelstier adskilt fra cirkulationsarealet og dels at fjerne cykelbaner fra eksisterende rundkørsler på de estimerede uheldstætheder.

Yderligere analyser er derfor påkrævet for at kunne estimere de mulige skadesbesparelser knyttet til at etablere separate cykelstier adskilt fra rundkørslernes cirkulationsareal henholdsvis fjerne cykelbaner fra rundkørslernes cirkulationsareal.

Med henblik på at beskrive det sikkerhedsmæssige potentiale knyttet til at ombygge cyklistfarlige rundkørsler ved etablering af separat cykelsti eller ved fjernelse af eksisterende cykelbaner er der lavet et udtræk over cyklistuheld i rundkørsler med tilhørende personskader i perioden 2007-2011. I uheldsudtrækket er uheldene opgjort på baggrund af oplysningerne om forløbet af cykelsti/-bane i de rundkørsler, hvori de enkelte cyklistuheld er indtruffet, se tabel 2. Gradueringen af de mulige stiudformninger er relativ grovkornet, eftersom uheldene alene kan inddeles efter, hvorvidt politiet har registreret, om der findes cykelsti eller cykelbane i/ved rundkørslen.

Udformning	Uheld		Personskadeuheld		Dræbte		Alvorligt tilskadekomne		Let tilskadekomne	
	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K
Ingen sti-facilitet	14	114	4	61	-	2	3	29	1	32
Cykelbane	42	309	21	122	-	-	13	54	8	71
Cykelsti	30	223	20	77	-	3	10	34	10	40
Uoplyst	6	84	5	32	-	1	4	18	1	15
I alt	92	730	50	292	-	6	30	135	20	158
	822		342		6		165		178	

*Tabel 2. Cyklistuheld og cyklistuheld i rundkørsel med tilhørende personskafer i perioden 2007-2011 opgjort på udformningen af cyklistfacilitet i/ved rundkørsel. S = statsveje, K = kommuneveje.*

De 822 cyklistuheld fordeler sig på op til 600 rundkørsler. I mindst 50 rundkørsler er der registreret 3 eller flere uheld med cyklister, og det er i første omgang på disse lokaliteter, at det vil være relevant at overveje en ændring i de etablerede cyklistfaciliteter.

### **Besparelser og investeringer**

Etablering af separat cykelsti adskilt fra cirkulationsarealet bør i første række prioriteres i de rundkørsler, hvor der er registreret koncentrationer af cyklistuheld, og hvor pladsen tillader, at der etableres en separat cykelsti. Fjernelsen af cykelbaner eller cykelfelter kan under forudsætning af en dokumenteret positiv sikkerhedsmæssige effekt overvejes på lokaliteter med koncentrationer af cyklistuheld, og hvor pladsen ikke tillader etablering af separat cykelsti.

I manglen på dokumentation for de sikkerhedsmæssige effekter af at etablere separate cykelstier samt fjerne cykelbaner fra rundkørslers cirkulationsarealer, er der ikke foretaget nogen nærmere opgørelse over antallet af cyklistfarlige rundkørsler, hvori det er muligt at etablere separat cykelsti.

Omkostningerne til etablering af separat cykelsti omfatter jord- og asfaltarbejde, afmærkning samt eventuel etablering af midterheller mellem til- og frafartsspor i særligt flersporede dynamiske rundkørsler.

Enhedspriser	
Fjernelse af cykelbane/bortfræsning af termoplast (med forøgelse af bredde på cirkulationsspor)	50-60 kr./m <sup>2</sup>
Dobbeltrettet cykelsti separeret fra rundkørsel	2.500 - 3.000 kr./løbende meter.

Grundet manglen på dokumentation af de sikkerhedsmæssige effekter knyttet til etablering af separat cykelsti adskilt fra rundkørslers cirkulationsareal samt fjernelse af cykelbaner i rundkørsler, er det ikke muligt at estimere en forventet skadesbesparelse knyttet til implementeringen af disse tiltag frem mod 2020.

### **Effektoverlap og sammenhæng med andre tiltag**

Tiltaget har ikke umiddelbart effektoverlap med andre tiltag.

### **Ansvarlig for gennemførelse**

Transportministeriet/Vejdirektoratet og kommunerne

### **Forfatter**

Sikkerhedsafdelingen, Vejdirektoratet

### **Referencer**

Daniels, S., Nuyts, E. and Wets, G., 2008, *The effects of roundabouts on traffic safety for bicyclists: an observational study*, Accident Analysis and Prevention, vol. 40, pp. 518-526

Hels, T. and Orozova-Bekkevold, 2007, *The effect of roundabout design features on cyclist accident rate*, Accident Analysis and Prevention, vol. 39, pp. 300-307

Jensen, S. U. og Madsen, P. B., 2012, Rundkørsler, sikkerhed og cyklister – Litteraturstudie af sikkerhedseffekter af ombygninger af kryds til rundkørsler og uheldsmodeller for rundkørsler, Trafitec

Jensen, S. U., 2012, Sikkerhedseffekter af rundkørsler: Før-efter uheldsevaluering af ombygninger af kryds til 332 rundkørsler med fokus på uheld med lette trafikanter, Trafitec

Sakshaug, L., Laureshyn, A., Svensson, Å. og Hyden, C., 2010, *Cyclists in Roundabouts – Different design solutions*, Accident Analysis and Prevention, vol. 42, pp. 1338-1351