

HÅNDBOG

# TRAFIKSIKKERHEDSPRINCIPPER

ANLÆG OG PLANLÆGNING

JUNI 2017

VEJREGLER

## FORORD

”Trafiksikkerhedsprincipper” beskriver principperne for planlægning og udformning af trafiksikre veje og stier. ”Trafiksikkerhedsprincipper” er udarbejdet i sammenhæng med håndbøgerne ”Trafiksikkerhedsrevision” og ”Trafiksikkerhedsinspektion” af vejregelgruppen ”Trafiksikkerhed”. De tre håndbøger kan benyttes sammen som lærebog og som opslagsværk for trafiksikkerhedsrevisorer, projekterende og bygherrer.

Med de tre håndbøger samles op på de erfaringer, der er gjort siden introduktionen af trafiksikkerhedsrevision i Danmark i 1990’erne. Der er i den forbindelse foretaget indsamling af information blandt rekvirenter og udførende af trafiksikkerhedsrevision. Der er også hentet inspiration fra udviklingen i revisionsystemerne og -arbejdet i andre lande både i og uden for Europa.

Håndbøgerne står ikke alene, men er del af et langsigtet formål om at udbrede trafiksikkerhedsrevision og trafiksikkerhedsinspektion til en så stor del af den danske vejsektor som muligt. De udadvendte aktiviteter omfatter foruden håndbøgerne:

- Uddannelse af og eksamen for trafiksikkerhedsrevisorer.
- Udveksling af viden om trafiksikkerhed, bl.a. ved afholdelse af revisorseminarer mv.

Vejregelgruppen ”Trafiksikkerhed” består af:

- Civilingeniør Winnie Hansen, Vejdirektoratet (formand)
- Civilingeniør Jesper Mertner, COWI A/S (fagsekretær)
- Civilingeniør Adriaan Schelling, DTU Diplom
- Civilingeniør Morten Klintø Hansen, Vejdirektoratet
- Civilingeniør Anders Møller Gaardbo, Vejdirektoratet
- Akademiingeniør Søren Troels Berg, Københavns Kommune
- Politiassistent Hanne Dik, Vestegnens Politi
- Ingeniør Mogens Sørensen, selvstændig
- Akademiingeniør Birger Villadsen, COWI A/S
- Ingeniør Anders Gjedde Petersen, Næstved Kommune
- Akademiingeniør Gunvor B. Winther, Ikast-Brande Kommune
- Civilingeniør Rikke Rysgaard, Vejdirektoratet og HVU
- Fagprojektleder Per Bundgaard Øster, Vejdirektoratet
- Fuldmægtig Anna Laurentzius, Vejdirektoratet.

## INDHOLDSFORTEGNELSE

1	INTRODUKTION TIL TRAFIKSIKKERHEDSPRINCIPPER	5
2	HENSYNTAGEN TIL TRAFIKSIKKERHED	6
2.1	Nøglelitteratur	6
2.2	Trafikikkerhed versus øvrige hensyn i projekter	6
2.3	Ulykkes- og skadesfaktorer	8
2.4	Ulykker og hastighed	8
2.5	Trafikanterne som forudsætning	10
2.6	Oversigtlig ulykkesstatistik	13
3	PLANLÆGNING AF VEJNETTET	16
4	GEOMETRISK UDFORMNING	18
4.1	Krydsudformning	18
4.2	Tracering	20
4.3	Tværsprofil	21
4.4	Sidehældning	27
5	BELÆGNINGSTYPER OG -OVERFLADER	30
6	KØREBANEAFMÆRKNING OG KANTPÆLE	32
6.1	Afmærkning på kørebanen	33
6.2	Kantpæle	34
7	VEJUDSTYR: FÆRDELSTAVLER, GADEINVENTAR OG FORSYNINGSSKABE MV.	35
7.1	Vejbelysning	35
7.2	Antiblændingsskærme	37
7.3	Færdselstavler	37
7.4	Autoværn	40
7.5	Alternativer til autoværn	43
7.6	Rækværker	44
7.7	Tekniske anlæg	44
8	TRAFIKREGULERING	45
8.1	Hastighedsbegrænsning og fartdæmpning	45
8.1.1	Hastighedsgrænser	45
8.1.2	Vej- og hastighedstilpasning	46
8.1.3	Fartdæmpning	46
8.1.4	Lokale lavere hastighedsbegrænsninger	48
8.1.5	Hastighedszoner	48
8.1.6	Lokale højere hastighedsbegrænsninger	49
8.2	Adgangsregulering	50
8.3	Krydsregulering	51
8.3.1	Vigepligt	51
8.3.2	Stoptavler	51
8.3.3	Overkørsler	51
8.3.4	Signalregulering	52
8.3.5	Rundkørsler	53
8.3.6	Tosporede rundkørsler	54

8.3.7	Minirundkørsler	55
8.3.8	Shuntspor for biler og cykler	56
8.4	Heller	56
8.5	Krydsninger for fodgængere og cyklister	57
8.5.1	Fodgængerkrydsninger	57
8.5.2	Cyklistkrydsninger	58
8.5.3	Cyklister i signalregulerede kryds	61
8.5.4	Cyklister i rundkørsler	63
8.6	Ensretningssystemer	64
8.7	Kantstensparkering	65
9	VEJARBEJDER OG VEDLIGEHOLDELSE	66

# 1 INTRODUKTION TIL TRAFIKSIKKERHEDSPRINCIPPER

I denne håndbog foretages en teknisk, trafikikkerhedsfaglig gennemgang af de elementer af vej- og trafikplanlægning og vejprojektering, der har størst betydning for trafikikkerheden.

Principperne beskrevet i håndbogen er ikke normative, men skal opfattes som anbefalinger og som en vejledning i, hvordan trafikikkerheden kan tillægges høj prioritet ved planlægning, udformning og indretning af vejene og ved regulering af trafikken.

I kapitel 1 *Introduktion til Trafikkerhedsprincipper* beskrives overordnet hvad håndbogen indeholder.

I kapitel 2 *Hensyntagen til trafikikkerhed* forklares, hvordan hensynet til trafikikkerhed spiller sammen med andre hensyn i projekter, hvordan ulykkes- og skadesfaktorer påvirker risiko for og skadesgrad i ulykker, og hvordan trafikanterne og deres adfærd påvirker trafikulykkerne. Desuden præsenteres eksempler på nøglelitteratur og en oversigtlig ulykkesstatistik.

I kapitel 3 *Planlægning af vejnettet* beskrives, hvad der bør tages hensyn til i forhold til trafikikkerhed, når trafiksystemet planlægges.

I kapitel 4 *Geometrisk udformning* opsummeres de elementer, som i særlig grad påvirker trafikikkerheden, dvs. krydsudformning, tracering, tværprofil og sidehældning.

I kapitel 5 *Belægningstyper og -overflader* beskrives, hvordan belægningens karakter kan have betydning for trafikikkerheden, herunder friktion, jævnhed, sporkøring etc.

I kapitel 6 *Kørebaneafmærkning og kantpæle* opsummeres, hvordan brugen af kørebaneafmærkning og kantpæle kan lede og advare trafikanterne samt regulere trafikken.

I kapitel 7 *Vejudstyr; færdselstavler, gadeinventar og forsyningsskabe mv.* beskrives, hvordan vejudstyr kan anvendes på og langs vejen til at forbedre trafikikkerheden. Vejudstyret kan f.eks. omfatte vejbelysning, antiblændingsskærme, færdselstavler, autoværn, rækværker og tekniske anlæg som forsyningsskabe.

I kapitel 8 *Trafikregulering* opsummeres de områder, der har størst betydning for trafikikkerheden inden for trafikregulering, herunder hastighedsbegrænsning og fartdæmpning, adgangsregulering, krydsregulering, heller, krydsninger for fodgængere og cyklister, ensretningssystemer etc.

I kapitel 9 *Vejarbejder og vedligeholdelse* beskrives baggrunden for, at vejarbejder bør betragtes som mulige ulykkeslokaliteter, samt hvordan man reducerer risikoen for ulykker.

## 2 HENSYNTAGEN TIL TRAFIKSIKKERHED

Enhver planlægnings- og projekteringsproces vil almindeligvis kræve afvejning og valg mellem forskelligrettede hensyn undervejs.

Trafiksikkerhedsrevision – som beskrevet i vejregelhåndbogen "Trafiksikkerhedsrevision" (Vejdirektoratet, marts 2015) – opstiller en formel ramme, der giver mulighed for at inddrage trafiksikkerhedshensyn på det rigtige tidspunkt i processen, og som desuden beskriver, hvordan trafiksikkerhedshensyn afvejes mod andre hensyn på det rigtige niveau i de ansvarlige organisationer.

I tilknytning hertil beskriver denne håndbog om trafiksikkerhedsprincipper det fagtekniske grundlag for at bringe trafiksikkerhedshensyn ind i planlægnings- og projekteringsprocessen – hvad enten det sker som en integreret del af processen eller på bestemte trin undervejs i forbindelse med en trafiksikkerhedsrevision.

### 2.1 Nøglelitteratur

Beskrivelsen af trafiksikkerhedsprincipperne går ikke i alle detaljer. Det vil være for omfattende, og samtidig er den samlede viden på sikkerhedsområdet under stadig udvikling. Der henvises i stedet til relevante referencer for konkret, ajourført og situationsbestemt viden om trafiksikkerhed, bl.a.:

- [www.vejdirektoratet.dk](http://www.vejdirektoratet.dk)
- [www.vejregler.dk](http://www.vejregler.dk)
- [www.sikkertrafik.dk](http://www.sikkertrafik.dk)
- [www.transport.dtu.dk](http://www.transport.dtu.dk)
- [www.hvu.dk](http://www.hvu.dk)
- [www.toi.no](http://www.toi.no)
- [www.vti.se](http://www.vti.se)
- [www.piarc.org](http://www.piarc.org)

og til følgende nøglelitteratur:

- "Trafiksikkerhedsberegninger og ulykkesbekæmpelse", Vejdirektoratet, 2015
- "Trafiksikkerhedshåndbok", Alena Høye, Rune Elvik, Michael W. J. Sørensen, Truls Vaa, Transportøkonomisk Institutt (TØI), 2012; samt senest opdaterede version på TØIs hjemmeside ([www.toi.no](http://www.toi.no))
- "PIARC Road Safety Manual", World Road Association, 2003

Husk denne liste over referencer er ikke udtømmende, og der vil løbende komme ny litteratur, der kan anvendes.

### 2.2 Trafiksikkerhed versus øvrige hensyn i projekter

Trafiksikkerhed er resultatet af et kompliceret samspil mellem mange elementer, og en bogstavelig anvendelse af normer og regler fører langt fra altid til den sikrest mulige udformning. Dette er i særlig grad tilfældet, hvor reglerne (også) tager hensyn til andre forhold end sikkerhed, f.eks. til fremkommelighed, tilgængelighed, miljø og økonomi.

Samtidig vil et vej- eller trafikprojekt i mange tilfælde have et andet hovedformål end at forbedre trafikikkerheden. Projektets fokus kan f.eks. være at forbedre fremkommeligheden, øge tilgængeligheden eller reducere utrygheden i et kryds, på en strækning eller i et område.

#### Trafikkerhed versus øvrige trafikforhold

Trængselsproblemerne og offentlighedens bevågenhed herom er voksende, særligt omkring og i de store byer i morgen- og eftermiddagsmyldretiderne. Forbedring af fremkommeligheden i et trafiksystem (givet ved højere rejsehastighed) ved gennemførelse af tiltag til reduktion af forsinkelse i kryds, øgning af strækningskapacitet mv. kan have negative konsekvenser for sikkerheden for alle eller særskilte trafikantgrupper – med mindre at trafikikkerheden kompenseres på anden måde gennem valg af vejudformning, trafikregulering og -kontrol. Det kan f.eks. være nødvendigt generelt eller tidsmæssigt afgrænset at adskille modsatrettede trafikstrømme, indføre lokal hastighedsbegrænsning, tage særlige hensyn til cyklister og fodgængere mv.

Alles kamp om vejen kommer også til udtryk i kravene om øget tilgængelighed som beskrevet i f.eks. "Håndbog i tilgængelighed". Tilgængelighedsrevision tager udgangspunkt i de samme principper, som ligger til grund for trafikikkerhedsrevision. Målet er at skabe størst mulig bevægelsesfrihed og sikkerhed for alle trafikanter, herunder med særlig fokus på de færdsels-handicappede. I denne forbindelse er det vigtigt at sikre, at tiltag til forbedring af tilgængeligheden, f.eks. udformning af adgange, krydsningspunkter og udstyr, også udføres med hensyn til trafikikkerheden.

På samme måde er det vigtigt at vurdere borgerhenvendelser, ønsker om forbedring af skoleveje og anlæg af cykelstier mv. i sammenhæng med de reelle konstaterede trafikikkerhedsmæssige problemer. Utrygheds- og trafikikkerhedsproblemer er ikke nødvendigvis sammenfaldende og bør ikke uden videre sidestilles. Løsninger på utryghedsproblemer vil endvidere ikke altid kunne begrundes i sikkerhedsforbedringer, men kan eventuelt indgå i andre projekter, f.eks. med temaer som barriereeffekt, støj og æstetik ved miljøprioriterede gennemfarter, etablering af stilleveje mv.

Ligeledes bemærkes, at såvel "falsk" tryghed som "falsk" utryghed forekommer. Førstnævnte er problematisk ud fra en sikkerhedsvinkel, sidstnævnte bør som nævnt principielt håndteres i anden sammenhæng.

Suppleret med hensyntagen til bl.a. politiske prioriteringer, projektøkonomi, miljøforhold og påvirkning fra forskellige interessegrupper kan forskellige projektmål og -omstændigheder føre til, at trafikikkerheden ikke får tilstrækkelig opmærksomhed / vægt i projekteringen.

De sikreste vejudformninger opnås, hvis der undervejs i projekteringen – allerede inden trafikikkerhedsrevisionen kommer ind i billedet – løbende tages hensyn til trafikikkerheden, f.eks. ved at spørge:

- Kan vejudformningen give anledning til forvirring, skabe flertydighed og misforståelse af trafikanterne, herunder ved passage af kryds?
- Giver vejudformningen utilstrækkelig eller for meget information?
- Medfører vejudformningen utilstrækkelig oversigt eller spærring af oversigt?
- Er der forhindringer / "fælder" i vejudformningen for trafikanterne?

Hvis svaret er ja, bør årsagen til problemet findes ved hjælp af en række åbne spørgsmål (hvordan, hvorfor, hvornår, hvor mv.?).

### 2.3 Ulykkes- og skadesfaktorer

Trafiksikkerhed i planlægning og projektering handler i høj grad om at påvirke eller helt eliminere mulige ulykkes- og skadesfaktorer gennem vejudformningen og trafikreguleringen.

En ulykkesfaktor er en omstændighed eller en handling, som har haft afgørende betydning for, at en ulykke skete. Der vil stort set altid være flere ulykkesfaktorer til stede, når en ulykke indtræffer. Hver for sig udløser ulykkesfaktorerne ikke nødvendigvis en ulykke i den konkrete situation, men kombinationen af faktorer gør ulykken mulig. Til gengæld ville ulykken med stor sandsynlighed ikke være sket, hvis blot én af ulykkesfaktorerne ikke havde været til stede.

På tilsvarende vis betegner skadesfaktorer omstændigheder og handlinger, som bidrager til en ulykkes alvorlighed (i form af personskader), men som ikke bidrager til, at selve ulykken indtræffer.

Ulykkes- og skadesfaktorerne kan være relateret til trafikanten, til vejen/omgivelserne og til køretøjet. Det anslås almindeligvis, at trafikantrelaterede ulykkesfaktorer medvirker i 90-100 % af alle ulykker. Dette er først og fremmest baseret på udenlandske ulykkesanalyser, men understøttes også af danske dybdeanalyser fra Havarikommissionen for Vejtrafikulykker (HVU) og af resultaterne fra den udvidede dødsulykkesstatistik (DUS) – se f.eks. "Hvorfor sker trafikulykkerne", HVU, 2014 eller "Dødsulykker 2014, Årsrapport, Rapport 545", Vejdirektoratet, 2015.

Nogle ulykkes- og skadesfaktorer optræder markant oftere end andre. Ser man på resultaterne fra DUS og fra HVU's dybdeanalyser, som tilsammen repræsenterer nogle af de alvorligste ulykker, er uopmærksomhed, mangelfuld orientering og høj hastighed blandt de hyppigste ulykkesfaktorer (for dødsulykkernes vedkommende dog også sammen med kørsel i påvirket tilstand). Blandt de hyppigste skadesfaktorer finder man manglende selebrug og faste genstande langs vejen, men høj hastighed optræder også som skadesfaktor i et ikke ubetydeligt antal ulykker (hvor hastigheden ikke samtidig er en ulykkesfaktor).

### 2.4 Ulykker og hastighed

Hastigheden – forstået som den faktiske kørselshastighed – er formentlig den identificerbare enkeltfaktor, der medvirker til flest alvorlige ulykker, eftersom den kan optræde enten som ulykkesfaktor eller som skadesfaktor. Hastighedsniveauet på vejene og samspillet mellem vejudformningen og trafikanternes hastighedsvalg har dermed en afgørende betydning for trafiksikkerheden.

Generelt vil risikoen for ulykker og personskader stige med øget hastighed og falde med lavere hastighed. Mere specifikt er der udviklet empirisk baserede modeller, som på matematisk form beskriver sammenhængen mellem ændringer i gennemsnitshastigheden og ændringer i antallet af ulykker eller antallet af personskader. Ved hjælp af en sådan model kan man eksempelvis beregne den forventede sikkerhedsmæssige effekt af at ændre hastighedsbegrænsningen – og dermed ændre gennemsnitshastigheden – på en strækning.

*Potensmodellen* er den mest kendte og gennemprøvede af disse modeller. *Eksponentialmodellen* er en nyere model, som tager højde for en lille svaghed ved potensmodellen. Især ved høje hastigheder anses eksponentialmodellen for at være mest retvisende, men potensmodellen er den mest simple at anvende, og ved relativt små hastighedsændringer afviger de to modellers resultater ikke meget fra hinanden.

I "Trafikikkerhedsberegninger og ulykkesbekæmpelse" (Vejdirektoratet, 2015) findes en vejledning i at anvende modellerne, og en grundigere beskrivelse af modellerne kan eksempelvis ses i:

- "The Power Model of the relationship between speed and road safety, Update and new analyses, TØI report 1034/2009", Rune Elvik, Transportøkonomisk Institutt (TØI), 2009
- "Fart og trafikikkerhet, Nye modeller, TØI rapport 1296/2014", Rune Elvik, Transportøkonomisk Institutt (TØI), 2014

Begge de to sidstnævnte publikationer kan hentes på TØIs hjemmeside ([www.toi.no](http://www.toi.no)).

### Potensmodellen

Ifølge potensmodellen kan ændringer i antallet af ulykker eller personskader på en strækning som følge af en hastighedsændring beregnes ved brug af formlen:

$$U_{\text{efter}} = U_{\text{før}} \times (V_{\text{efter}} / V_{\text{før}})^p$$

hvor

$U_{\text{før}}$	=	antallet af ulykker/personskader på strækningen i en afgrænset førperiode
$U_{\text{efter}}$	=	antallet af ulykker/personskader på strækningen i en tilsvarende efterperiode
$V_{\text{før}}$	=	gennemsnitshastigheden på strækningen i førsituationen
$V_{\text{efter}}$	=	gennemsnitshastigheden på strækningen i eftersituationen

Potensen  $p$  varierer med ulykkestypen og bliver fra tid til anden justeret, efterhånden som nye undersøgelser bliver gennemført og kan bidrage til at gøre datagrundlaget mere solidt. I skrivende stund kan de nyeste værdier ses i førnævnte TØI rapport 1296/2014. Følgende værdier kan dog med god tilnærmelse anvendes:

Alle personskadeulykker	$p = 2$
Dødsulykker alene	$p = 4$

Selv små fald i gennemsnitshastighed kan resultere i betragtelige ulykkesreduktioner. Beregninger med såvel eksponentialmodellen som potensmodellen viser eksempelvis, at en hastighedsnedgang på 5 km/h typisk vil medføre et fald i antallet af personskadeulykker på:

- 15-25 % på veje med relativ lav gennemsnitshastighed (<50 km/h)
- ca. 15 % på almindelige veje i byområde (50-60 km/h)
- 10-15 % på almindelige veje i landområde (>60 km/h)

Ved brug af modellerne skal man være opmærksom på, at det er ændringen i det faktiske hastighedsniveau (udtrykt ved gennemsnitshastigheden), der skal anvendes – og altså ikke en eventuel ændring i hastighedsbegrænsningen.

Modellerne sigter alene på at beskrive sammenhæng mellem ændringer i gennemsnitshastigheden og ændringer i antallet af ulykker/personskader. Hvordan de pågældende hastighedsændringer tilvejebringes indgår ikke i modellerne og har således ikke betydning for beregningerne.

## 2.5 Trafikanterne som forudsætning

Trafikanterne og deres adfærd er en medvirkende faktor til langt den største del af trafikulykkerne. Det er derfor særdeles vigtigt, at samspillet mellem vej, køretøj og tiltag rettet mod trafikanterne fungerer, så ønsket adfærd i videst muligt omfang opnås.

Trafikanter afspejler et bredt udsnit af befolkningens sammensætning. Det er vigtigt at være opmærksom på, at ikke alle kan forventes at opføre sig som den ideelle valgte dimensionsgivende trafikant / køretøj. Det gælder således, at der såvel i biltrafikken som i den lette trafik vil være trafikanter, der opfører sig anderledes end forventet og ønsket - f.eks. i opfattelsesevne og reaktionstid, valg af hastighed og bevægelse mv.

Der er grænser for, hvad en trafikant i praksis kan omsætte af informationer fra bl.a. vejbilledet, afmærkning, medtrafikanter og de øvrige omgivelser til handlinger. Der er samtidig risiko for, at trafikanterne overvurderer egne evner eller fejlvurderer hinandens hensigter, når situationen bliver for kompleks, uoverskuelig eller uvant i forhold til den tilrådighedværende reaktionstid. På samme måde kan kompenserende adfærd i forbindelse med nye vej- og trafiksituationer udgøre en risiko.



Figur 2.1 Eksempel på kompleks vejudformning med flere vognbaner, retningsforskelle, let trafik og relativt høje hastigheder.

Det er således en vigtig opgave for den projekterende og for trafikikkerhedsrevisorerne, at vej- og trafikanlæg udformes efter en menneskelig målestok og ikke afkræver trafikanterne for mange handlinger på samme tid. Først og fremmest er det vigtigt i størst muligt omfang at undgå:

- Høj absolut hastighed i forhold til omgivelserne
- Hastighedsforskelle - blandet hurtigt kørende motortrafik og langsomt kørende / let trafik
- Retningsforskelle (kryds, modkørende, svingende trafik, etc.)
- Uforudsigelige situationer.

Trafikanter skal opfatte og bearbejde information, træffe beslutninger og reagere inden for en given tidsperiode. Trafikanterne må ikke overbelastes med unødige oplysninger. Det kan føre til, at livsvigtig information overses. Overbelastning kan opstå på grund af for meget information, modstridende budskaber eller manglende klarhed i vejforløbet.

Komfortabel og sikker kørsel opnås, når trafikanterne kan udføre de nødvendige opgaver i et tempo, der ligger klart under stressniveauet, men samtidig er så højt, at det stadig er stimulerende.

Dette er en af de grundlæggende betingelser for at skabe og opretholde sikre trafiksystemer, der:

- Informerer trafikanterne om vej- og trafiktilstande, som de vil møde
- Advarer om og vejleder trafikanterne gennem alle vejudformninger, der er usædvanlige
- Styrer trafikanternes passage gennem konfliktpunkter eller -områder
- Eftergiver trafikanternes fejlagtige eller uønskede adfærd.

Trafiksystemet bør være *selvforklarende*. Vejens elementer skal være genkendelige og ensartede og ikke give trafikanterne overraskelser, hverken i trafiksystemets permanente eller midlertidige tilstand ved f.eks. vejarbejder. Trafikantaccept og ønsket adfærd opnås gennem logiske og sammenhængende valg af vejudformning og trafikregulering, herunder af f.eks. tværprofil, krydsindretning og hastighedsbegrænsning. Trafiksystemet skal give en konsekvent og styret strøm af relevant information (ikke for meget på én gang). Informationen gentages, hvor en specifik fare skal fremhæves.

Vej- og trafikforhold, der ligner hinanden, skal indrettes på lignende måde. Det er vigtigt at undgå:

- Utilstrækkelig eller mangelfuld behandling af et problem (der gøres noget ved den problematiske situation, men ikke nok)
- Fejlagtig eller malplaceret behandling af et problem (der bruges en forkert behandling i situationen)
- Overdreven behandling af et problem (der gøres ekstra meget for at få ekstra sikkerhed – med fare for at andre og lignende situationer, som er behandlet til det korrekte niveau, tilsløres).

Trafiksystemet bør samtidig være *tilgivende*. Uanset hvor selvforklarende trafiksystemet indrettes, vil trafikanterne begå fejl, og ulykker vil forekomme. Vejene og de nærmeste omgivelser bør derfor være udformet, så ulykkernes konsekvenser i form af alvorlige personskader kan begrænses.

Udgangspunktet for at etablere et sikkert trafiksystem bør derfor altid være følgende:

- Det må forventes, at trafikanter begår fejl – minimér fejlmulighederne
- Når fejlen alligevel sker – minimér konsekvenserne

Tilgivende veje skabes først og fremmest ved at etablere en passende adskillelse mellem trafikantgrupper, mellem modkørende og mellem krydsende trafikanter – alternativt ved at kompensere for den manglende adskillelse gennem en tilpasning af hastighedsniveauet. Vejens sideområder bør samtidig udformes på en måde, så køretøjer der utilsigtet forlader vejen ikke vælter eller rammer faste genstande, der kan medføre alvorlige personskader ved en eventuel påkørsel (etablering af sikkerhedszone).

Anbefalingerne i denne håndbog danner sammen med vejreglerne et godt udgangspunkt for etablering af tilgivende veje. Anbefalingerne er bl.a. baseret på statistiske analyser og erfaringer fra det ulykkesbæmpende arbejde.

Hvor langt man som vejbestyrelse skal gå med henblik på at indrette vejnettet til et maksimalt opnåelige sikkerhedsniveau, må imidlertid bero på en afvejning. Etablering af tilgivende veje vil ideelt set betyde, at vejnettet bør indrettes under hensyn til grænserne for menneskekroppens evne til at modstå fysisk kraftpåvirkning – og hvorledes disse grænser relaterer sig til kollisionshastigheder i forskellige ulykkesituationer.

En lang række undersøgelser er gennem årene foretaget med henblik på at fastlægge sammenhænge mellem kollisionshastigheder og risikoen for alvorlige personskader – se eksempelvis "Driving speeds and pedestrian safety; a mathematical model" (Pasanen, 1992), "Safety-belt effectiveness: the influence of crash severity and selective recruitment" (Evans, 1996, Accident Analysis and Prevention, 28, 423-433) samt "Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed" (Rosén og Sander, 2011, Accident Analysis and Prevention, 41, 536-542).

Resultaterne af disse og lignende undersøgelser er i grundlaget for den svenske nulvision sammenfattet på følgende vis:

- Risikoen for at blive dræbt i en frontalkollision mellem to personbiler er minimal ind til et hastighedsniveau på omkring 70 km/h. Derefter stiger risikoen kraftigt – trods brug af passivt sikkerhedsudstyr som selere og airbags.
- Risikoen for at blive dræbt i en tværkollision mellem to personbiler er minimal (for fører og passagerer i den bil der påkøres i siden) ind til et hastighedsniveau på omkring 50 km/h (hos modparten), hvorefter risikoen stiger kraftigt.
- Risikoen for at blive dræbt som fodgænger eller cyklist, der påkøres af en bil, er minimal ind til et hastighedsniveau på omkring 30 km/h (for bilen). Derefter stiger risikoen kraftigt.

I den svenske nulvision og i tilsvarende internationalt anerkendte nulvisionsstrategier – se eksempelvis "Towards Zero: Ambitious Road Safety Targets and the Safe System Approach" (OECD/ITF, 2008) – er disse sammenhænge lagt til grund for en række anbefalinger om, hvorledes vejnettet bør udformes og afmærkes, såfremt vejinfrastrukturen i sig selv skal bidrage maksimalt til at forebygge alvorlige personskader.

- Veje der afvikler dobbeltrettet motortrafik ved et hastighedsniveau over 70 km/h, bør altid være forsynet med en form for midteradskillelse (midterrabat med/uden midterautoværn eller som minimum et overkørbart midterareal).
- Krydsende motortrafikstrømme i niveau bør ikke forekomme, hvor trafikken afvikles ved hastigheder over 50 km/h, særligt i prioriterede kryds. I alle niveauekrydsninger bør desuden sikres, at vigepligten er tydelig, og hastigheden dæmpet.
- Motortrafik og let trafik bør ikke benytte de samme færdselsarealer, hvor motortrafikkens hastighed er over 30 km/h. I krydsninger mellem motortrafik og let trafik bør hastigheden tilsvarende dæmpes til max. 30 km/h eller krydsningen som minimum signalreguleres.

Det er oplagt, at for mange vejbestyrelser vil etablering af tilgivende veje ud fra disse anbefalinger medføre ganske betydelig ændringer af det eksisterende vejnet – ændringer som kun vil være økonomisk og praktisk mulige, hvis de gennemføres gradvist over tid.

Vejbestyrelser, der ønsker at følge anbefalingerne, må derfor gøre dette ved at foretage en løbende tilpasning af geometri, hastighedsgrænser mv. på det eksisterende vejnet, samt ved konsekvent at udforme nye veje til et højere sikkerhedsniveau end de eksisterende vejes. Tilpasningen af de eksisterende veje kan prioriteres ud fra eksempelvis ulykkesforekomst, hastighedsniveau og trafikmængde.

## 2.6 Oversigtlig ulykkesstatistik

Ifølge den officielle ulykkesstatistik registrerede politiet i 2015 i alt 11.105 trafikulykker (person- og materielskadeulykker, ekskl. ekstraueheld) på danske veje. Heraf var de 2853 personskadeulykker, som resulterede i 178 dræbte og 3156 tilskadekomne trafikanter (kilde: vejman.dk).

67 % af de politirapporterede ulykker er registreret i byområder, 33 % i åbent land. Derimod er kun 35 % af de dræbte og 56 % af de tilskadekomne registreret i byer. Alvorligheden af ulykkerne er altså generelt større på veje i åbent land. Den højere hastighed er en væsentlig del af forklaringen herpå, ligesom det har betydning, at mange ulykker i byområde involverer cyklister eller andre ubeskyttede trafikanter, eftersom der i disse ulykker ofte kun vil være én person (den ubeskyttede trafikant), der skades.

Ulykker	By	67 %	Kryds	36 %
			Strækning	31 %
	Land	33 %	Kryds	11 %
Strækning			22 %	
I alt		100 %	I alt	100 %
Dræbte	By	35 %	Kryds	16 %
			Strækning	19 %
	Land	65 %	Kryds	10 %
Strækning			55 %	
I alt		100 %	I alt	100 %
Tilskadekomne	By	56 %	Kryds	30 %
			Strækning	26 %
	Land	44 %	Kryds	14 %
Strækning			30 %	
I alt		100 %	I alt	100 %

Figur 2.2 Ulykker (ekskl. ekstraueheld), dræbte og tilskadekomne i 2015 fordelt på by- og landområde samt på kryds og strækning (vejman.dk).

47 % af ulykkerne, 44 % af de tilskadekomne og 26 % af de dræbte er registreret i kryds. I byområder er der ikke stor forskel på fordelingen og alvorligheden af ulykker i kryds og på strækninger. I åbent land registreres derimod langt flere ulykker, dræbte og tilskadekomne på strækninger end i kryds.

Denne forskel mellem by og land kan bl.a. skyldes forskelle i krydstæthed og trafiksammensætning og er dermed også en funktion af vejtypen. Forskellen er især tydelig for de dræbte, som i forhold til ulykker og tilskadekomne er betydeligt overrepræsenteret på strækninger i det åbne land.

Ud fra Vejdirektoratets interaktive årsstatistik ([www.vejdirektoratet.dk](http://www.vejdirektoratet.dk)) kan ulykkernes alvorlighed (udtrykt ved antal dræbte hhv. antal dræbte og tilskadekomne pr. personskadeulykke) beregnes for nogle få, meget overordnede kategorier af veje.

	Dræbte pr. personskadeulykke	Dræbte og tilskadekomne pr. personskadeulykke
Motorveje	0,08	1,40
Motortrafikveje	0,17	1,69
Øvrige veje i landområde	0,10	1,33
Øvrige veje i byområde	0,03	1,09

Figur 2.3 Skadesgrad på motorveje, motortrafikveje og øvrige veje i hhv. by og land 2011-2015 (interaktiv årsstatistik på [www.vejdirektoratet.dk](http://www.vejdirektoratet.dk)).

Mere detaljeret information om trafikikkerhedsniveauet på forskellige vej- og tværprofiltyper på det overordnede vejnet kan udledes af Vejdirektoratets empirisk baserede ulykkesmodel, som for en række standardtværprofiler og standardkrydstyper beskriver sammenhængen mellem trafikmængde og ulykkestæthed. Modellen er beskrevet i "Trafikikkerhedsberegninger og ulykkesbekæmpelse" (Vejdirektoratet, 2015).

Generelt er ulykkesfrekvensen på strækninger lavere på motorveje og motortrafikveje end på øvrige to-, tre- og firesporede veje i landområder. Antallet af dræbte og tilskadekomne pr. ulykke er dog højest på motortrafikveje. For de almindelige tosporede veje er tosporede veje med cykelsti eller kantbane sikrere end tosporede veje uden. I byområde er de tosporede veje med både kantbane og cykelsti generelt sikrest.

Ulykkesfrekvensen er endvidere lavere i T-kryds end i firevejskryds. Rundkørsler er dog den sikreste almindelige krydstype.

Fordelingen af registrerede dræbte og tilskadekomne på trafikantgrupper viser, at i byområde er skadesgraden for fodgængere, motorcyklister og førere af stor knallert højere end gennemsnittet, idet andelen af dræbte for disse trafikantgrupper er større end andelen af tilskadekomne.

	Fodgænger	Cykel	Lille knallert	Stor knallert	MC	Personbil	Varebil	Bus og lastbil	Øvrige	Total
	Dræbte									
By	23 %	27 %	11 %	5 %	13 %	19 %	2 %	0 %	0 %	100 %
Land	11 %	8 %	6 %	2 %	9 %	53 %	7 %	2 %	2 %	100 %
	Tilskadekomne									
By	18 %	40 %	13 %	2 %	6 %	20 %	1 %	0 %	1 %	100 %
Land	4 %	8 %	5 %	1 %	8 %	68 %	4 %	2 %	1 %	100 %
	Alle personskader									
By	18 %	39 %	13 %	2 %	6 %	20 %	1 %	0 %	1 %	100 %
Land	4 %	8 %	6 %	1 %	8 %	66 %	4 %	2 %	1 %	100 %

Figur 2.4 Dræbte og tilskadekomne i 2015 fordelt på trafikantgrupper samt på by- og landområde (vejman.dk).

Ikke overraskende er andelen af skadede lette trafikanter størst i byområder (udgør ca. 70 % af alle registrerede personskader i byområde), mens andelen af skadede førere og passagerer i person- og varebiler er størst på veje i landområde.

Tallene viser også, at andelen af skadede cyklister er markant større i kryds end på strækninger. Der er her stort potentiale for forbedringer.

	Fodgænger	Cykel	Lille knallert	Stor knallert	MC	Personbil	Varebil	Bus og lastbil	Øvrige	Total
Dræbte										
Kryds	18 %	31 %	11 %	4 %	11 %	22 %	2 %	0 %	0 %	100 %
Strækkn.	15 %	8 %	6 %	2 %	11 %	49 %	6 %	2 %	2 %	100 %
Tilskadekomne										
Kryds	10 %	36 %	10 %	1 %	6 %	35 %	2 %	1 %	0 %	100 %
Strækkn.	13 %	18 %	9 %	1 %	8 %	47 %	2 %	1 %	1 %	100 %
Alle personskader										
Kryds	10 %	36 %	10 %	1 %	6 %	35 %	2 %	1 %	0 %	100 %
Strækkn.	13 %	17 %	9 %	2 %	8 %	47 %	3 %	1 %	1 %	100 %

Figur 2.5 Dræbte og tilskadekomne i 2015 fordelt på trafikantgrupper samt på kryds og strækning (vejman.dk).

### 3 PLANLÆGNING AF VEJNETTET

Ved projektering og trafikikkerhedsrevision på trin 1 (forprojekt) bør principperne for planlægning af trafiksystemet som helhed vurderes med hensyn til trafikikkerheden. Vejens funktion bør være tydelig for alle trafikanter. Vejens hastighedsklasse bør være i overensstemmelse med vejtypen og de valgte krydstyper, med omgivelserne, trafikomfang og -sammensætning, adgangsforhold mv.

Jo højere planlægningshastighed, jo strengere krav er der til horisontal- og vertikalkurver, til kørespors- og rabatbredder, afstand til faste genstande, adskillelse af trafikarter, afstand mellem og standard af kryds mv.

De forskellige trafikantgrupper har forskellige behov. Udover behovene for personbiler kan der være behov for f.eks. særlige faciliteter for eller hensyntagen til:

- Færdselshandicappede
- Fodgængere
- Cyklister
- Knallertkørere
- Motorcyklister
- Lastbiler, busser og øvrige specialkøretøjer



Figur 3.1 Eksempel på vej i byområde, hvor der er taget hensyn til fodgængeres behov med brede fortove og smalle kørebaner med en belægning, der understøtter ønsket om lave hastigheder. Dog er belægningen uhensigtsmæssig for cyklister.

I byområder er det i særlig grad vigtigt at projektere med hensyntagen til de lette trafikanters behov. Det kan gøres ved at etablere hensigtsmæssige direkte ruter for fodgængere og cyklister, restriktioner på biltrafikken eller adskillelse mellem trafikantgrupperne.

Også overgange mellem nye og gamle strækninger samt tilstødende vejnet, der påvirkes trafikalt af vej- eller trafikprojektet (f.eks. i form af markante trafikændringer, øget tung trafik, ændring af trafikruter og vigepligtsforhold mv.), bør indgå i helhedsvurderingen af sikkerheden.

Det kan i planlægningen af et projekt være vigtigt at gøre sig klar, hvilken trafik, der skal bevæge sig på vejen, f.eks. store eller tunge køretøjer. På [www.vejdirektoratet.dk](http://www.vejdirektoratet.dk) er der kort med information om ruter for særtransporter, tungvogns-vejnettet, frihøjder mv.

## 4 GEOMETRISK UDFORMNING

De elementer i den geometriske udformning, som i særlig grad påvirker trafiksikkerheden, er:

- Krydsudformning
- Tracering
- Tværprofil
- Sidehældning

Der findes vejregler dækkende disse elementer for såvel veje og stier i åbent land som for veje i byområder. Vejreglerne opdateres løbende, men kan ikke i alle tilfælde forventes at tage afsæt i den nyeste trafiksikkerhedsviden.

Trafikanternes korrekte brug af vejanlæg er normalt betinget af, at adfærd og manøvrer understøttes af passende afmærkning. Derfor bør kørebaneafmærkning og vejdstyr indgå så tidligt som muligt (helst allerede i skitseprojektet) og som en integreret del af projektet som supplement til den geometriske udformning.

Derved sikres i projekteringen, at vejgeometrien udformes på en måde, der muliggør en tilstrækkelig og letforståelig afmærkning og regulering.

### 4.1 Krydsudformning

Ulykkesstatistikken viser, at en stor del af ulykkerne sker i kryds. I 2015 er 47 % af ulykkerne, 44 % af de tilskadedkomne og mere end hver fjerde af de dræbte registreret i kryds. Derfor bør trafiksystemet planlægges, så antallet af kryds begrænses mest muligt.



Figur 4.1 Eksempel på kryds som er markeret med en hastighedsdæmpende hævet flade.

Ved planlægning og udformning af vejkrøds bør der – som ved de øvrige færdselsarealer – tages hensyn til trafiksikkerhed for alle trafikantgrupper, fremkommelighed og kapacitet, miljø, økonomi mv. Desuden bør der tages hensyn til de vejtyper, der indgår i krydset, afstand til og udformning af nabokryds, oversigt, overskuelighed, vejenes dimensioneringshastighed, tracering, omgivelser mv.



Figur 4.2 Eksempel på kryds med primærkanalisering og variabel lokal hastighedsbegrænsning som kun aktiveres, når der er sidevejstrafik.

Af trafiksikkerhedshensyn bør valget af krydstype, -udformning og -regulering principielt styres af:

- At antallet af mulige konfliktpunkter minimeres. T-kryds har lavere ulykkesfrekvenser end firevejskryds. Kryds med fire eller flere ben bør undgås, eller krydsene kan udformes som rundkørsler. I sidstnævnte er det vigtigt, at udformning af midterø og til- / frafarter sikrer tilstrækkelig forsætning, så for høje hastigheder undgås i rundkørslen. Firevejskryds kan alternativt udformes som venstre- eller højreforsatte T-kryds. Afstanden mellem de to T-kryds bør ikke være mindre end 30-40 m for at forhindre "diagonalkørsel". En sidste mulighed er at lukke et krydsben i firevejskrydset. Niveaufri kryds kan bruges, hvor der er store trafikmængder og vil ofte reducere antallet af konfliktpunkter og alvorligheden af ulykker. Rampernes tilslutning til det øvrige vejnet vil ofte være udført som T-kryds, forsatte kryds, signalregulerede kryds eller rundkørsler, hvor de samme overvejelser for udformning, placering etc. bør indgå som beskrevet ovenfor.
- At erkendelsesproblemer undgås. For at undgå vildledning kan det være nødvendigt at understrege krydsenes tilstedeværelse ved hjælp af ekstra tavler, signaler, baggrundsafmærkning, heller, belysning eller beplantning. På den anden side må vejudstyr mv. ikke spærre for nødvendig oversigt til såvel vigepligtsafmærkning som til øvrige trafikanter. Her tænkes f.eks. på oversigtslængder til tværgående trafik ved krydsning / svingning, til modkørende i forbindelse med venstresving og til medkørende lette trafikanter ved højresving.

- At udformning og regulering, herunder vigepligtsforhold, skal være klart synlige for alle trafikanter, som nærmer sig krydset. Spidse vinkler i Y-kryds og skæve kryds med begrænset oversigt fremad i trafikretningen indebærer større ulykkesrisiko end øvrige kryds - især for ældre trafikanter. Kryds, hvor oversigten er af meget forskellig kvalitet til de to sider, fører også til øget ulykkesrisiko og bør undgås.
- At der i vigepligtsregulerede kryds kun bør være ét gennemfartsspor i hver færdselsretning, ellers må andre krydsløsninger anvendes. På samme måde bør der højst være et højre- og venstresvingsspor. Kryds på veje med  $\geq 4$  spor eller særlige kanaliseringsbehov bør normalt etableres som 2-plans- eller signalregulerede kryds.
- At faciliteter for den svingende trafik fra den overordnede vej og for krydsende trafik fra den sekundære vej kan etableres. Kanalisering i stærkt trafikerede kryds med beskyttede kørespor for venstresvingende køretøjer kan begrænse ulykker. Derimod er etablering af højresvingbaner ikke en entydig trafiksikkerhedsmæssig forbedring pga. mulige problemer med f.eks. begrænsning af oversigt fra sidevej og øget hastighed på den overordnede vej.
- At den mest hensigtsmæssige form for krydsregulering bruges med henblik på at opnå maksimale trafiksikkerhed for alle trafikantgrupper, se mere herom i afsnit 8.3 om krydsregulering.
- At sikre krydsningspunkter for fodgængere og cyklister etableres på de steder, hvor fodgænger- og cykeltrafikken retfærdiggør det – f.eks. ved hjælp af heller og hastighedsdæmpende foranstaltninger, se afsnit 8.5 om lette trafikanters krydsninger.
- At antallet af afbrydelser i midterrabatten (på veje med midterrabat) kan begrænses til de steder, hvor venstresving og U-sving kan gennemføres mest sikkert, f.eks. i en rundkørsel.
- At buslommer og parkeringslommer nær kryds bør placeres i frafarter, så oversigtsbegrænsninger og konflikter reduceres mest muligt.

## 4.2 Tracering

Ulykkesfrekvenserne påvirkes også af vejens linjeføring og længdeprofil samt samspelet mellem disse elementer.

Ethvert vejanlæg skal have stopsigt. Afhængigt af vejtype kan der derudover være krav til overhalings- og mødesigt. To- og et-sporede veje bør således have mødesigt, tosporede veje desuden passende overhalingsmuligheder for at modvirke hasarderede overhalinger.

### Lette trafikanter, færdselshandicappede mv.

Den geometriske udformning af veje og stier og øvrige færdselsarealer bør tage hensyn til såvel de forskellige typer af motorkøretøjer som til cyklister, fodgængere og færdselshandicappede.

Der er således i vejreglerne også krav til f.eks. stop- og mødesigt, oversigtsforhold ved krydsning og svingning, linjeføring og længdeprofil, tværprofil samt sidehældning på færdselsarealer for cykel- og knallertrafik. Tilsvarende er der særlige krav til udformningen mht. tilgængelighed og sikkerhed for færdselshandicappede. Sidstnævnte er beskrevet i bl.a. vejregelhåndbogen "Færdselsarealer for alle – Håndbog i tilgængelighed" (januar 2013). Vær i udformningen og vejafmærkningen opmærksom på at stier i eget tracé, fællestier mv. oftest bruges dobbeltrettet af de lette trafikanter. Udformningen bør understøttes af passende afmærkning, vejudstyr mv.

Valg af tracé bør afspejle den hastighed, hvorved vejen ønskes trafikeret. Pludselige ændringer i tracéets standard bør undgås. Dette gælder også ved overgange mellem nye og gamle vejanlæg.

Er små horisontal- eller vertikalkurver uundgåelige, bør trafikanterne forberedes på dem, ved at kurveradierne nedtrappes jævnt over en strækning på begge sider af de skarpeste kurver.

Det gælder for længdeprofilen:

- At ulykkesrisikoen øges med øget gradient. Der er en gevinst ved at reducere gradienter helt ned til 10-20 ‰. Sikkerhedseffekten er størst ved en reduktion af de stejleste stigninger.
- At ulykkesrisikoen er størst ved længdeprofilens top- og dybdepunkter. Risikoen knytter sig især til lange strækninger med kraftigt fald, hvor høj hastighed, styring og bremsning kan give problemer – specielt for de tunge køretøjer og for cyklister. Stejle fald bør altid forvarsles på veje med høje hastigheder.
- At der også bør tages hensyn til langsomt kørende køretøjer på stigninger. Ved lange strækninger med stigning over 35 ‰ kan den tunge trafik hastighed blive væsentligt nedsat, hvilket f.eks. kan føre til uønskede / hasarderede overhalinger med begrænset sigt.
- At oversigtsbegrænsninger ved bakketoppe generelt bør formindskes mest muligt.
- At kryds ikke bør placeres på stejle stigninger. Gradienten bør på sekundærveje desuden maksimalt være 25 ‰ indenfor en afstand på 20 m fra vige- eller stoplinje.
- At broer og tunneller kan hindre oversigt i konkave vertikalkurver.

Det gælder for linjeføringen:

- At linjeføringen afpasses til dimensioneringshastighedsniveauet. Horisontalkurver, der er skarpere end 200-400 m radius, anvendes med yderste forsigtighed og undgås udenfor byerne. Kurver med radius under 400 m har ofte relativ stor ulykkesfrekvens, især hvis de følger efter længere rette strækninger.
- Norske undersøgelser m.fl. viser, at kurver med radius større end 1.000 m radius generelt er sikrest ("Trafikksikkerheshåndbok", TØI, 2012).



Figur 4.3 Eksempel på tydelig baggrundsmarkering der også virker om natten.

Kombinationer af linjeføring og længdeprofil, som kan føre til misforståelser og synsbedrag, skal undgås. F.eks. er ulykkesfrekvenserne højere på steder, hvor en horisontalkurve begynder lige efter et toppunkt i længdeprofilen. Det er endvidere vigtigt at være opmærksom på, at samtidig brug af flere minimumsværdier for tracerslementerne giver forhøjet risiko for ulykker.

### 4.3 Tværprofil

Trafikikkerheden påvirkes markant af antallet og bredden af køresporene, udformning af eventuel midterrabat, tilstedeværelsen af cykelsti eller -bane, samt udformningen af kantbaner, rabatter og skråninger mv.

Samspillet mellem disse elementer og trafikmængderne er komplekse. Især må der – som også nævnt ved tracersingselementerne – advares mod generel brug af minimumsværdier for elementerne i tværprofilen. Det vil indebære en forringelse af den ønskede standard.

### Vejbredde

Dette gælder ikke kun arealerne indenfor vejbredden, men i høj grad også de ydre arealer, som bl.a. skal udformes med henblik på at opfylde kravene til sikkerhedszonen og eventuelt en nødzone. Nærmere anvisninger til sikring af sikkerhedszonen er angivet i vejregelhåndbogen "Autoværn og tilhørende udstyr", Vejdirektoratet, oktober 2015.

Nogle generelle principper er i øvrigt:

- Jo flere kørespor en vej har, jo mindre stiger ulykkestallet med stigende trafik (ulykkesfrekvensen falder). Hvor der forventes store stigninger i trafikmængden, bør veje i åbent land derfor projekteres, så det er muligt senere at udbygge dem med flere spor, end der i starten er behov for - med mindre der forventes planlagt helt nye vejforbindelser.
- De anbefalede køresporsbredder afhænger især af dimensioneringshastigheden. Derudover bør der tages hensyn til eventuelle lette trafikanter.
- For brede kørespor fører til for høje hastigheder og bør derfor undgås. Dette gælder især i byområder og på andre veje med lav dimensioneringshastighed. På smalle veje kan passage-muligheden for specialkøretøjer sikres ved hel eller delvis befæstelse af midter- og sidearealer, hvorved brede køretøjer kan passere dem ved lav hastighed.
- For tosporede veje i åbent land er der sikkerhedsmæssige fordele ved at tilstræbe køresporsbredder på 3,5 m, men der kan ikke påvises fordele ved større køresporsbredder. Ved hastigheder under 80 km/h kan kørespor gøres smallere, eventuelt adskilt af smalt overkørbart midterareal på den frilagte bredde, se mere herom i det følgende.
- Tresporede veje bør undgås – med mindre de anlægges som 2+1-veje, hvor overhalingsstrækningerne begrænses og beskyttes af passende adskillelse mellem kørselsretningerne.



Figur 4.4 Eksempel på 2+1 vej, hvor kørselsretningerne er adskilt af autoværn.

## 2-1-veje

Smalle tosporede og mindre trafikerede veje kan omprofileres til 2-1-veje, hvor det belagte areal ved hjælp af brede, punkterede kantlinjer opdeles i ét kørespor og to brede kantbaner. Køresporet benyttes af motortrafik i begge retninger, mens kantbanerne benyttes af cykler og knallerter. Desuden kan motorkøretøjer trække ud over kantlinjerne, når to modkørende skal passere hinanden.

En omprofilering til 2-1-vej giver tryghed og komfort for de ubeskyttede trafikanter, men de hidtidige erfaringer med 2-1-veje – herunder fra Danmark – kan ikke påvise, at en 2-1-afstribning i sig selv medfører lavere hastighed. Kombineres afstribningen med hastighedsdæmpende foranstaltninger, kan der til gengæld opnås både hastighedsdæmpning og færre ulykker. Se f.eks. mere herom i:

- "2 minus 1 veje, Erfaringsopsamling, Rapport 543", Vejdirektoratet, 2015, eller
- "Trafiksikkerhedsanalyse af '2-1' veje", Trafitec, 2015.

## Kantbaner

Kantbaner bidrager til trafiksikkerheden for både bilister og cyklister på veje i åbent land, uanset om vejen har midterrabat eller ej. Kantbaner reducerer ulykkesrisikoen, selv hvor køresporbredden derved indskrænkes til 3,0 m. Kantbaner smallere end 0,5 m bidrager dog til stigende ulykkesrisiko og bør undgås. For cyklister fungerer kantbanen bedst, hvis den er 0,9 m inkl. kantlinje eller bredere (1,2-1,5 m anbefales). Cykelstier og -baner er dog generelt sikrere for cyklister end brede kantbaner. Sidstnævnte kan også føre til uønsket øgning af hastigheder.

## Cykelstier og cykelbaner

Ved nyanlæg bør den lette trafik på strækninger (mellem kryds) med hastigheder > 50 km/h adskilles fra biltrafikken med en skillerabat eller minimum en kantsten. Ved høje hastigheder er afvikling af den lette trafik på stier i eget tracé eller ad stiruter på parallelt løbende lokalveje dog generelt sikkerhedsmæssigt at foretrække.

På eksisterende veje kan anlæg af cykelstier og cykelbaner reducere ulykker med cyklister og knallertkørere på strækninger mellem kryds med over 50 %. I byområder vil den positive effekt på strækninger dog typisk blive opvejet af medfølgende ulykkesstigninger i kryds. Ulykkesstigningerne kan forekomme i både signalregulerede og prioriterede kryds, og ulykkerne involverer både svingende / krydsende bilister og cyklister. Set under ét er der derfor behov for at gøre krydsene sikrere, hvis forbedring af trafiksikkerheden ønskes anvendt som begrundelse for anlæg af cykelsti eller cykelbane, se herom i afsnit 8.3 og 8.5.

Det er endvidere vigtigt at være opmærksom på:

- At der generelt sker færre alvorlige personskaulykker på cykelstier end på cykelbaner og strækninger uden cykelfaciliteter i øvrigt, særligt ved køretøjshastigheder > 50 km/h. Cykelstier virker generelt bedre for børn end for voksne.
- At der er stor hastighedsspredning blandt cyklister. Cykelstier, cykelbaner og kantbaner bør anlægges med tilstrækkelig bredde, bl.a. for at modvirke at overhalende cyklister utilsigtet benytter kørebane (eller fortov). Smalle cykel- og kantbaner øger risikoen for påkørsler bagfra.
- At der kan opstå konflikter mellem cyklister og fodgængere / busser ved busstoppesteder, samt mellem cyklister og parkerede biler på eller ved cykelbaner og -stier.
- At afslutning af enkeltrettet cykelsti ud i blandet trafik udformes sikkert, f.eks. ved videreførelse i cykel- eller kantbane, og eventuelt markeres med tavleafmærkning og sidehelle, se bl.a. "Idékatalog for cykeltrafik".

- At dobbeltrettede cykelstier langs veje fører til usædvanlige manøvrer i kryds og øvrige vejadgange, og hvor stierne ender. Disse situationer indebærer en betydelig risiko for ulykker. Etablering af dobbeltrettede stier langs veje bør derfor i hvert tilfælde overvejes nøje i forhold til andre løsningsalternativer.

Erfaringer fra Holland har vist, at blandet trafik på lokalveje, som forløber parallelt med gennemfartsveje / fordelingsveje i åbent land, samlet set er sikrere end både enkelt- og især dobbeltrettede cykelstier langs de overordnede veje. Lokalvejene har desuden den fordel, at de kan afvikle langsomme motorkøretøjer som landbrugsmaskiner mv. adskilt fra den hurtigere biltrafik. Derved reduceres behovet for overhalinger, og risikoen for alvorlige kollisioner mindskes. Privat vejadgang kan ske via lokalvejene.



Figur 4.5 Eksempel fra Holland, hvor en lokalvej til blandet trafik ses til venstre, og en gennemfartsvej til motortrafik ses til højre.

### Midterrabbatter

Etablering af midterrabbatter på veje med 4 eller flere spor reducerer ulykkesfrekvenserne ved at muliggøre for bilisterne at genvinde herredømmet over køretøjet efter afkørsel fra kørebanen, adskille modkørende trafik og herunder muliggøre anbringelse af midterautoværn.

Midterrabbatter og -autoværn kan også anvendes på tosporede veje og 2+1-veje for at undgå frontalkollisioner og reducere gennemsnitshastighederne på de etsporede strækninger. I kurver kan etablering af lokale midterzoner modvirke overhalinger og frontalkollisioner.

Den nødvendige bredde af midterrabbatter afhænger af trafikintensitet, hastighedsniveau samt beslutning om, hvorvidt der ønskes opsat midterautoværn. Principielt bør behovet for autoværn minimeres.

Nødzone ind mod midterrabbatten kan være ønskelig af trafiksikkerhedsmæssige og fremkommelighedsmæssige grunde. Ved midterrabbat med autoværn bør bredden som minimum være så bred, målt mellem køresporskantnerne (altså inkl. indre kantbaner), at der er plads til at give trafikantene

mulighed for at genvinde kontrollen over køretøjer, der kommer væk fra kørebanen, og til at stille nedbrudte køretøjer. Herved kan fodgængere (dvs. førere eller passagerer som har forladt deres bil) vente relativt sikkert på for eksempel redningstjenester uden for trafikstrømmen, og trafikafviklingen sikres bedst muligt på også meget trafikerede veje. Om der skal tilvejebringes en nødzone i venstre side vil dog afhænge af den specifikke situation. Er nødzone til havarerede køretøjer ikke skønnet nødvendig, kan bredden af midterrabat med autoværn reduceres. På tosporede veje og 2+1 veje, hvor der etableres nødspor, kan minimumsbredden af en midterrabat med midterautoværn eventuelt reduceres. Belagte (især hvis smalle) midterrabatter er normalt en sikkerhedsmæssig fordel.

Hvor midterrabatterne har den fornødne bredde, kan kantstensbegrænsning med fordel udelades især ved høje hastigheder, idet trafikanterne derved lettere og sikrere kan genvinde herredømmet over køretøjet ved afkørsel fra kørebanen.

### Midterarealer

Alternativt og afhængigt af vej- og hastighedsforhold, vejens omgivelser, adgangsforhold og behov for venstresving mv. kan anvendes midtervulster og relativt smalle midterarealer med afvigende belægning, rumleriller og profileret afmærkning, herunder også blide overkørbare forhindringer. Disse muliggør desuden i større eller mindre omfang overhaling. Overkørbare midterarealer er brugbare på to- og tosporede veje uden midterautoværn.



Figur 4.6 Eksempler på forskellige udformninger af midterarealer.

Ulykkesanalyser indikerer, at den sikkerhedsmæssige effekt af et overkørbart midterareal på tosporede veje er 25-30 % for strækningsulykker. Bredden af midterarealet bør ses i sammenhæng med køresporenes og kantbanernes bredde, idet det på tosporede veje uden fysisk midteradskillelse er bedre at etablere forholdsvis brede kantbaner end et bredt overkørbart midterareal, hvis der skal disponeres over en given vejbredde. Generelt anbefales, at midterarealet på to- og 2+1-veje er tilstrækkeligt bredt, så det virker som en ekstra sikkerhedsafstand mellem modkørende, og samtidig kan det udføres med en belægning eller afmærkning, som effektivt "vækker" bilister, der kortvarigt kommer over midtlinjen.

### Sidearealer

Befæstede (kørestabile) sidearealer – udover midterrabatten drejer det sig typisk om skille- og yder-rabatter – mindsker risikoen for at tabe herredømmet, hvis køretøjet utilsigtet forlader kørebanen. Overgange mellem belægning og ikke belagte arealer / rabatter bør være udformet, så høje belægningskanter undgås. Generelt bør midter- og yderrabatter have fald væk fra kørebanen.

Skråninger og grøfter bør udformes, så autoværn i videst muligt omfang kan undværes. Påfyldningsskråninger bør være så flade som muligt. Ved skråningsanlæg  $\geq 5$ , kan sideterrænet bruges til både nedbremsning og manøvrering. Der er dog jf. internationale studier sikkerhedsmæssige fordele ved endnu fladere anlæg,  $a \geq 6-7$ . Anlæg  $\geq 3$  og  $< 5$  kan ikke bruges til deceleration, men er mulige at køre på uden at vælte. Afgravningsskråninger bør have anlæg  $\geq 2$ . Grøfter bør udformes afrundede eller som flade trug. Overgange mellem rabat og skråning samt skråning og grøft bør også være afrundede. Nærmere anvisning til sikring af sidearealer er angivet i vejregelhåndbogen "Autoværn og tilhørende udstyr", Vejdirektoratet, oktober 2015.

Konkrete ulykkesanalyser viser, at afrundede trug kan reducere strækningssulykker på eksisterende veje med 15-20 % og personskader med 30-40 % i forhold til stejle og kantede grøfter i afgravning og terræn.

Af hensyn til trafiksikkerheden er i umiddelbar tilknytning til kørebanearealet fastlagt en sikkerhedszone, der er et areal med tilstrækkelig bæreevne udformet uden stejle skråninger og påkørselsfarlige genstande. De forskellige faste genstande er nærmere beskrevet i afsnit 7.4. Etablering af en sikkerhedszone i tilstrækkelig bredde medfører, at et køretøj, som utilsigtet kommer udenfor kørebanen, kan undgå at vælte og kan bringes til standsning uden risiko.

Den nødvendige bredde af sikkerhedszonen i åbent land afhænger af vejens planlægnings-hastighed, og af om strækningen ligger i en horisontalkurve. Kravet til bredden af sikkerhedszonen (målt fra køresporskanten, sikkerhedszonen inkluderer altså eventuel kantbane) øges med stigende hastighed og i kurver med radius mindre end 1.000 m.

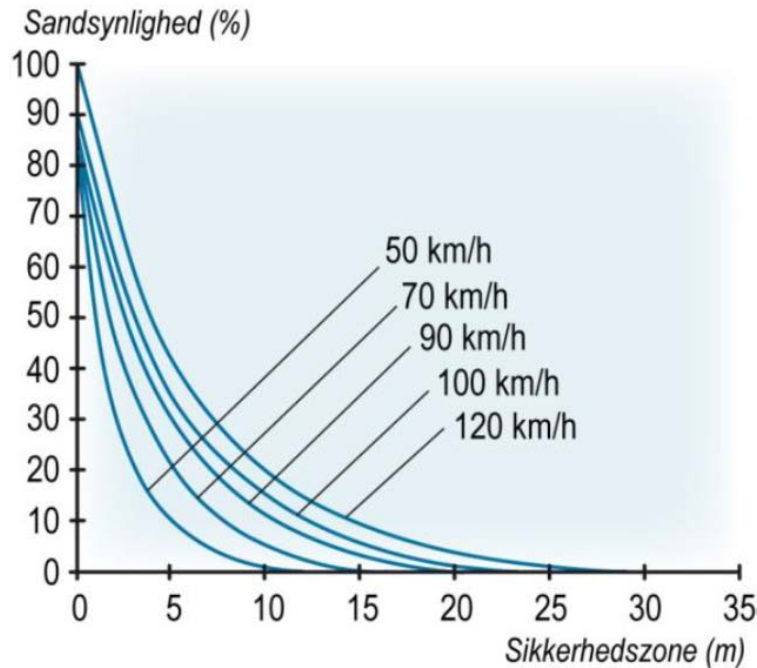
Som tommelfingerregel kan sikkerhedszonens minimumsbredde (målt i meter) findes ved, at strækningens planlægnings-hastighed (i km/h) divideres med 10 og 2 trækkes fra. Ved hastigheder på 100 km/h angives eksempelvis, at sikkerhedszonen bør være minimum 8 m bred ("Autoværn og tilhørende udstyr", Vejdirektoratet, oktober 2015).

Norske og hollandske studier angiver fordele ved sikkerhedszoner med bredder op til 9-10 m. Amerikanske studier viser i denne forbindelse, at 80-90 % af de køretøjer, som utilsigtet forlader kørebanen med en hastighed på 100 km/h, ikke kommer længere væk fra kørebanen end 10 m. Omkring 60 % af bilisterne kommer længere ud end 6 m.

I tættere bebygget område er vejreglernes anbefalede minimumsbredde af sikkerhedszonen 1 m ved en hastighedsbegrænsning på 50 km/h og 3 m ved en hastighedsbegrænsning på 60-70 km/h.

Definition af sikkerhedszonen og dens etablering mv. er nærmere beskrevet i bl.a.

- "Autoværn og tilhørende udstyr", Vejdirektoratet, oktober 2015
- "Faste genstande langs veje i åbent land", Vejdirektoratet, 2005
- "Trafikksikkerheshåndbok" TØI, 2012
- "Forgiving Roadside Design Guide", CEDR, 2012
- "Road Safety Manual", PIARC/World Road Association, 2003



Figur 4.7 Illustration af sammenhæng mellem hastighedsniveau og bredder på sikkerhedszoner ("Road Safety Manual", World Road Association, 2003. Originalt fra "Roadside Design Guide", 1996, American Association of State Highways and Transportation Officials, Washington DC).

#### 4.4 Sidehældning

Sidehældning etableres for at lede vand væk fra vejoverfladen og for at modvirke centrifugalkraften ved kørsel i kurver. Det anbefales:

- At sidehældningen på lige strækninger, etableret alene af hensyn til afvanding, bør være mindst 20 ‰ og højst 30 ‰, afhængig af belægningstypen. Normalt anvendes 25 ‰.
- At der også er sidehældning på strækninger med længdefald. Dobbelt-sidedig hældning giver den bedste afvanding.

På kantstensbegrænsede strækninger med under 7 ‰ længdefald skal der sikres fald i rendesten på mindst 5 ‰ (kunstigt rendestensfald).

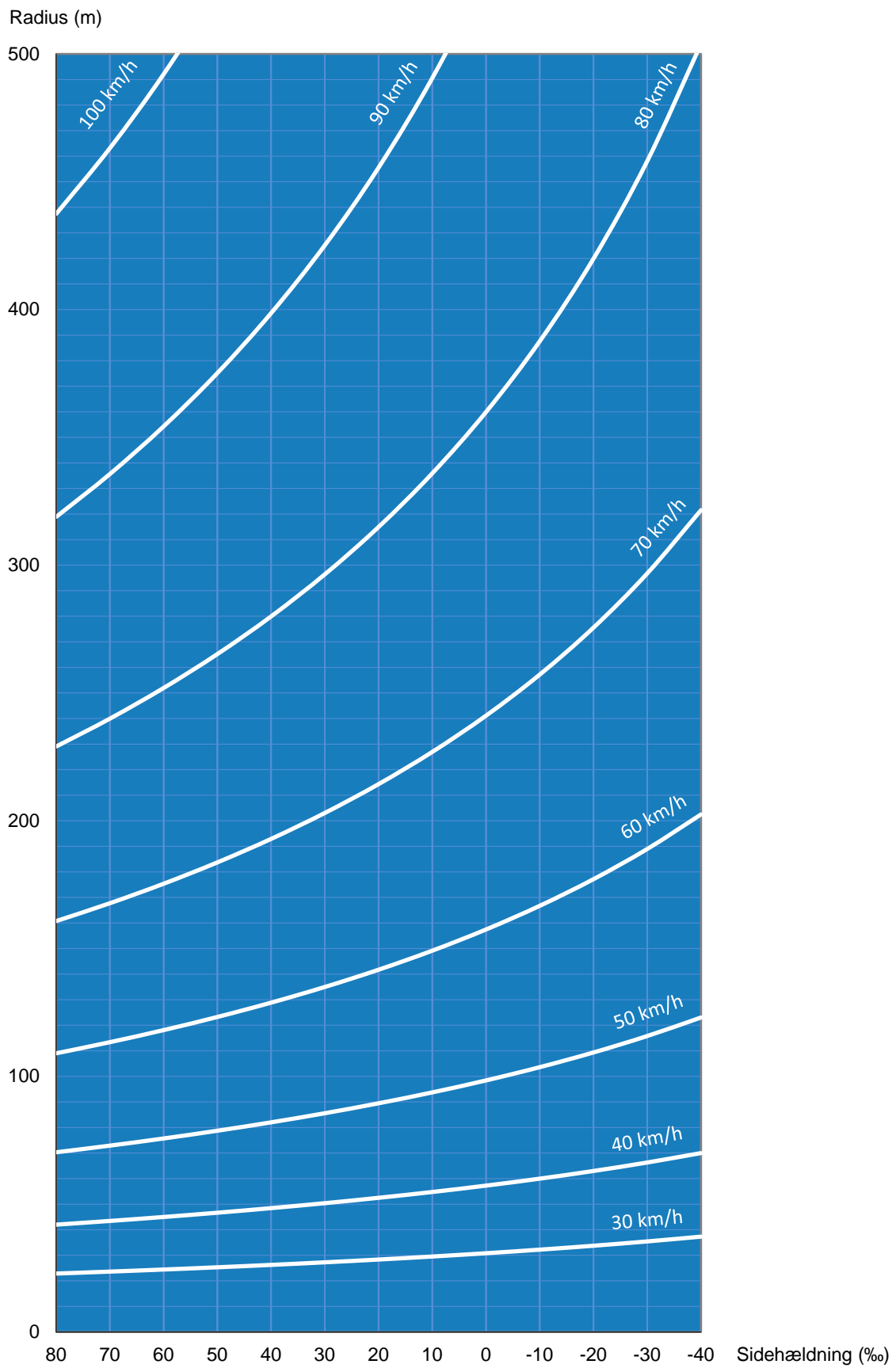
Det resulterende fald (en funktion af sidehældningen og længdefaldet) bør ikke overstige 70 ‰.

Den nødvendige, ensidige sidehældning for sikker kørsel i kurver bestemmes af dimensioneringshastigheden og belægningens friktion i våd tilstand. Se illustration af denne relation i figur 4.8.

De anvendte tilladelige sidefriktionskoefficienter er de samme som er brugt i vejregelhåndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer", Vejdirektoratet, 2012.

Gennemkørsel af en given kurve med en given hastighed giver anledning til en bestemt værdi for sideaccelerationen. I vejbygningen kompenseres for en del af denne sideacceleration ved at etablere overhøjde i kurver.

Figur 4.8 kan bruges som kontrol af, om en given kurve på en vej med given tilladt hastighed har tilstrækkeligt sidefald.



Figur 4.8 Sammenhæng mellem kurveradius, sidehældning og maksimal forsvarlig hastighed.

De angivne værdier er minimumsværdier, der kun undtagelsesvist bør anvendes. På veje med hastighedsgrænse 80 km/h er kurver med radier under 400 m kendt for at være ulykkesbelastede og det bør generelt af sikkerhedsmæssige årsager tilstræbes, at kurver ikke etableres med radier under 1000 m.

Hvor tilstrækkelig sidehældning ikke kan opnås, angives en vejledende hastighed for vejkurven jf. vejreglerne for afmærkning på kørebanen.

Den bedste afvanding i kurver fås, hvis en overhøjderampe udføres som en "vandrende højderyg". "Vipning" af kørebanekanterne resulterer i kørebanearealer næsten uden sidehældning. Dette fører til vandansamlinger, også på strækninger med længdefald, og bør undgås. Da vandrende højderyg i praksis er svær at udføre i korrekt form med de nu kendte metoder til asfaltudlægning, kan i stedet anvendes forskudt vipning (Veje og stier, Redigeret Bent Thagesen, Polyteknisk Forlag, februar 2000, s. 117-120).

## 5 BELÆGNINGSTYPER OG -OVERFLADER

Belægningsoverfladens karakter har særdeles stor betydning for trafiksikkerheden. De gældende vejregelkrav til belægningsoverfladens funktion, f.eks. friktionskoefficient, jævnhed i længde- retning, tværprofilafvigelse, sporkøring og lystekniske forhold, er beskrevet i udbuds- og anlægs- forskrifterne for varmblandet asfalt.

Ujævnheder i profilet, f.eks. lunger og sporkøring, øger risikoen for at miste herredømmet over køretøjet og underminerer trafiksikkerheden.

Ulykkesrisikoen kan begrænses ved generel brug af overflader med god friktion i våd tilstand. For at forbedre køretøjers manøvre- og bremseevne i de mest hyppige konfliktområder kan anvendes højfriktionsbelægnings på tilfartspor til krydsninger for lette trafikanter, kryds og signaler i øvrigt samt ved hastighedsdæmpende foranstaltninger. For tohjulede køretøjer vil belægningsoverflader med særlig god friktion - udover i tilfarter - også være en fordel i cirkulationsarealet i rundkørslen og kurver.

Synligheden af afmærkningen i vådt føre kan forbedres og blænding fra skiftende refleksioner i mørke kan reduceres ved anvendelse af passende overfladestruktur.

Farvet belægning kan anvendes til at øge trafikanternes opmærksomhed og tydeliggøre særlige forhold omkring trafikregulering i kryds, overgang mellem land og by, adskillelse af modkørende trafikanter, bilister og cyklister mv. Belægningen bør tydeligt angive, om trafikken skal afvikles blandet eller på særskilte arealer. Farvet belægning kan anvendes på cykel- og kantbaner, i nødrabat og -spor, i midterzonen og -afmærkningen eller i hele kørebanens bredde, men må ikke kunne forveksles med afmærkning.

### Rumleriller

Fræsedede rumleriller er effektive, hvis en fører er ved at forlade sin vognbane på grund af uopmærksomhed. Rumleriller er især et relevant tiltag på strækninger, hvor førere kan være tilbøjelige til at miste fokus på vejen – f.eks. på lange, monotone strækninger, som ikke rummer de store udfordringer.

Rumleriller anvendes typisk langs midterlinje eller langs kantlinje mod midter- og siderabat. Der bør opretholdes en vis køresporsbredde efter etablering af rumlerillen. Følgende køresporsbredder anbefales:

- Landeveje:  $\geq 3$  meter
- Motorveje (såvel højre som venstre kørespor): 3,50 meter
- Motorveje, hvor lastbiler ikke må benytte venstre spor: 3,25 meter.

Forekomsten af lette trafikanter er afgørende for, om der kan etableres rumleriller på en given strækning, da rumleriller kan "presse" bilisterne til at køre nærmere de lette trafikanter end ellers.

På veje, som på grund af vejbredde og cykeltrafik ikke er velegnede til etablering af almindelige rumleriller ved siden af kantlinjen, er det muligt at etablere forsænkede rumleriller under kørebaneafmærkningen. På smalle veje, hvor der færdes cyklister, anbefales det, at forsænkede rumleriller kun etableres ved følgende vejbredder:

- Veje uden kantlinje:  $\geq 7$  meter. Herved kan en personbil passere en cyklist uden at skulle overskride rumlerillen.
- Veje med kantlinje:  $\geq 7,5$  meter. Afhængigt af kantbanebredden kan cyklister enten færdes i kantbanen eller på venstre side af kantlinjen og stadig passeres af en bil.

På strækninger med cykelforbud, selvstændig cykelsti eller meget få lette trafikanter kan forsænkede rumleriller anbefales ved vejbredder på 6 meter og derover ("Kogebog for rumleriller", Vejdirektoratet 2012).



*Figur 5.1 Eksempel på anvendelse af fræsede rumleriller i åbent land placeret hhv. ved siden af kørebaneafmærkningen og forsænket under kørebaneafmærkningen.*

Rumleriller og profileret afmærkning kan give støjgener i bebyggede områder. Udformningen af bl.a. rumleriller udvikles og afprøves løbende for at reducere disse gener. Forsøg foretaget af Vejdirektoratet viser, at sinusformede rumleriller kun medfører en meget lille ydre støjforøgelse i forhold til referencetrækninger uden rumleriller ("Trafikstøj ved rumleriller – et pilotforsøg", Vejdirektoratet, Vejteknisk Institut, Eksternt notat 51, 2007).

## 6 KØREBANEAFMÆRKNING OG KANTPÆLE

Al vejafmærkning skal placeres, så den vejleder trafikanterne bedst muligt. Budskabet skal kunne forstås betids, så der kan handles hensigtsmæssigt uden at være til fare eller gene for andre trafikanter.

Kørebaneafmærkning og kantpæle forbedrer trafiksikkerheden for en relativ lav pris. Afmærkningen har tre hovedformål:

- At lede trafikken ved angivelse af vejens og køresporenes forløb og anvendelse.
- At advare trafikanterne om farlige eller specielle forhold ved vejens geometriske udformning; ved angivelse eller supplerende af trafikregulerende bestemmelser beskrevet i færdselsloven og bekendtgørelse om vejafmærkning, samt ved supplerende af trafikregulering angivet ved færdselstavler.
- At regulere trafikken; ved trafikregulerende bestemmelser knyttet til den pågældende type afmærkning på kørebanen - ifølge bestemmelser i færdselsloven og bekendtgørelse om vejafmærkning.

Afmærkningen kan være traditionelle linjer, symboler eller reflektorer på selve kørebanen samt kantpæle ved kørebanekanten.



*Figur 6.1 Eksempel på vildledende afmærkning (gammel afmærkning der ikke er fjernet tilstrækkeligt), der i mørke kan lede bilister ind i midterhellen.*

Al afmærkning skal:

- Opfylde et reelt behov
- Tiltrække sig trafikanternes opmærksomhed
- Overføre en klar, enkel og entydig information
- Give trafikanterne tilstrækkelig tid til at reagere på den information, der formidles
- Være ensartet og anvendes konsekvent

Manglende, nedslidt eller fejlagtig afmærkning er i bedste fald virkningsløs, i værste fald vildledende og farlig. Synligheden af afmærkning bør både tjekkes i dagslys og mørke.

### 6.1 Afmærkning på kørebanen

Punkterede og ubrudte kantlinjer og spærreflader anbefales generelt udformet med profileret afmærkning evt. suppleret med fræsede rumleriller i midten. Denne udformning vil, når der køres på den, akustisk og ved lette rystelser hjælpe vildfarne bilister tilbage på rette kurs. Derved kan risikoen for afkørsler til vejsiderne og – især hvis der er rumleriller i midten – bl.a. frontalkollisioner reduceres. Profilerede linjer gør samtidig adskillelsen mellem f.eks. bilister og cyklister på cykel- eller kantbane mere tydelig.

Alternativt kan en traditionel afstribning suppleres med rumleriller, der såvel visuelt som ved vibrationer og lyd, advarer trafikanterne og giver indtryk af et smallere kørespor. For at undgå støjgener bør såvel profilerede striber som profileret belægning overvejes afbrudt i nærheden af bebyggelse, såfremt støjsvage løsninger ikke er til rådighed. Sinusformede riller kan reducere støjgenerne.



*Figur 6.2 Eksempel på strækning med profileret kantafmærkning. Strækningen kan suppleres med fræsede rumleriller i midten.*

Samtidig bør profileret afmærkning og belægning ikke anvendes langs smalle kantbaner, hvis disse benyttes af cyklister og knallertkørere.

Kørebanefælgning med 3D virkning kan - herunder i bebyggede områder - også anvendes til at tydeliggøre midter- og kantmarkering samt vigepligtsforhold. 3D afmærkning må kun bruges når der er søgt dispensation.

Som supplement / alternativ til traditionel eller profileret afmærkning kan anvendes kørebanereflektorer / færdselssøm. En fordel med reflektorer er, at de er mere synlige end traditionel kørebanefælgning i mørke og vådt føre. Som profileret afmærkning advarer de endvidere de bilister, der uden at vide det er ved at forlade kørebanen / -sporet. Reflektorer som profileret kørebanefælgning kan ikke holde til snepløve, hvis ikke reflektorerne nedfræses.



Figur 6.3 Eksempel på en tydelig afmærkning af kørebanen i en kurve.

Reflektorer kan som profileret kørebaneafmærkning / belægning f.eks. anvendes til at tydeliggøre et overhalingsforbud, adskillelse af modkørende trafik i f.eks. kurver og kryds, adskillelse af bilister og cyklister på cykel- / kantbane og generel begrænsning af kørespor og -bane i forhold til henholdsvis øvrige kørespor og de omkringliggende arealer.

For at sikre kørebaneafmærkningens effektivitet ud fra et sikkerhedssynspunkt bør den:

- Forblive synlig og virksom under alle forhold; i modlys, i vådt føre, i dagslys og mørke. Det kræver god farve- og strukturkontrast og gode reflekterende egenskaber. Profilerede striber er lettere at se i vådt føre end striber uden profilering, men kan være vanskelige at se i modlys.
- Være holdbar således at hyppig vedligeholdelse undgås. Nedslidt afmærkning øger ulykkesrisikoen og bør erstattes hurtigst muligt.
- Være skridsikker, herunder særligt i vådt føre, også for f.eks. motorcyklister, knallertkørere, cyklister og fodgængere.

Vær således opmærksom på at f.eks. kørebane-reflektorer kan være problematiske for tohjulede køretøjer i kurver, rundkørsler mv.

## 6.2 Kantpæle

Anvendelse af kantpæle alene har i bl.a. norske undersøgelser ikke vist en klar sikkerhedsmæssig gevinst. Kombineret med den øvrige afmærkning kan kantpæle dog fremhæve særlige træk ved vejens udformning, f.eks. vejens forløb i kurver, ved vejtilslutninger og til- / frakørsler, vige- og holdepladser, tværsnitsændringer eller linjeføringen generelt - herunder under specielle forhold som f.eks. ved snedække og oversvømmelse.

Kantpæle placeret i skillerabat kan endvidere anvendes til at tydeliggøre adskillelse mellem kørebane og (især dobbeltrettede cykel)stier samt i hastighedsøjemed i kombination med andre virkemidler til fysisk og visuel indskrænkning af kørebanen.

Særlige krav til anvendelse af kantpæle er:

- Pælene må ikke frembyde fare ved påkørsel (udgøre faste genstande)
- God synlighed i dårligt vejr, hvilket kan medføre betydeligt rengøringsbehov
- Modstandsdygtighed mod vejrlig og hærværk.

## 7 VEJUDSTYR: FÆRDSELSTAVLER, GADEINVENTAR OG FORSYNINGSSKABE MV.

Vejudstyr anvendes på og langs veje til at forbedre trafikikkerheden, forbedre orienteringen for færdslen mv. Det omfatter bl.a. vejafmærkning, signalanlæg, vejbelysning, vej- og broautoværn, beplantning, støjafskærmning og tekniske installationer.

Fælles for alt udstyr gælder, at dets udformning og placering ikke unødigt må bringe trafikanternes sikkerhed i fare. Vejudstyr må således ikke hindre de nødvendige oversigtsforhold eller udgøre uafskærmede faste genstande indenfor den hastighedsafhængige sikkerhedszone.

### 7.1 Vejbelysning

Vejreglerne for vejbelysning beskriver en række belysningsklasser, der bør anvendes afhængigt af vejens klasse, dens dimensioneringshastighed og de forventede trafikforhold.

Vejbelysning bør ideelt set give en ensartet belyst vejoverflade, hvor cyklister, fodgængere og genstande kan ses i silhuet. Lysarmaturernes udformning og belysningsanlæggets geometri bør tilpasses belægningens refleksionsegenskaber for at opnå optimal belysningskvalitet og -niveau. Ved en senere fornyelse af belægningen skal det sikres, at den nye belægning lysteknisk svarer til de forudsætninger, som er lagt til grund ved projekteringen af belysningsanlægget.



*Figur 7.1 Eksempel på belyste hastighedsdæmpende foranstaltninger ved indgangen til tættere bebygget område i mørke og i dagslys. De hastighedsdæmpende tiltag er i dette tilfælde ikke tilstrækkelig belyst.*

Lysmasternes placering bør ikke skabe unødige risikomomenter. Påkørselsrisikoen kan reduceres ved placering af master i tilstrækkelig afstand fra kørespors- og cykelstikant, anvendelse af påkørselsvenlige master eller master med brudled, beskyttelse af trafikanter ved autoværn og begrænsning af antallet af master ved brug af belysning i kædeophæng.

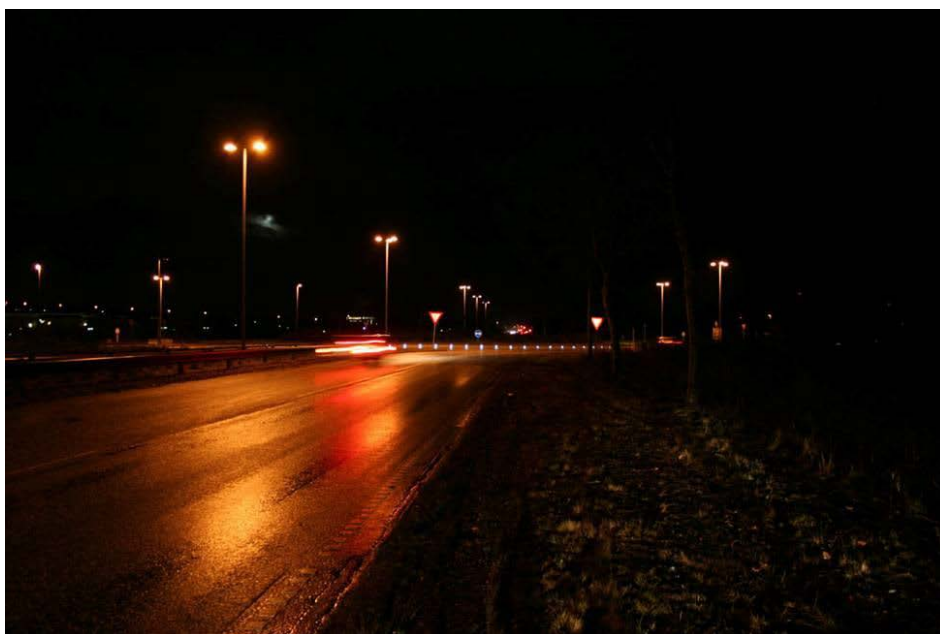
Som hovedregel belyses alle trafikarealer i bymæssige områder. Udover veje og kryds (husk eventuelt behov for ekstra / særskilt belysning af krydsninger for lette trafikanter, herunder fodgængerfelter, samt hastighedsdæmpende foranstaltninger) drejer det sig om stier i det egentlige færdselsnet, fodgængerområder / -gader og parkeringspladser.

Normalt belyses strækninger og kryds i åbent land ikke. Det kan dog i nogle tilfælde være vanskeligt at orientere sig alene ved bilens lys. Signalregulerede kryds skal således jf. vejbelysningsreglerne altid belyses. Tilsvarende anbefales det, at rundkørsler og større vejkryds med kanalisering samt øvrige kryds med forholdsvis mange ulykker i mørke belyses. Også vejstrækninger med mange mørkeulykker bør overvejes belyst.

En bilist på vej mod et vejkryds i mørke skal som hovedregel kunne:

- Erkende vejkrydset og dets udformning i tilstrækkelig god tid og bedømme afstanden til vige- eller stoplinjen
- Se eventuelle fodgængere og cyklister, der krydser eller er på vej til at krydse vejgrene
- Se begrænsningen af alle færdselsarealer
- Se eventuelle hastighedsdæmpende foranstaltninger.

Vejbelysningsmaster kan også i dagslys øge synligheden af kryds. Vejbelysningen bør ikke skabe falske ledelinjer.



Figur 7.2 Eksempel på belyst rundkørsel i åbent land i mørke. Et problem med denne belysning er, at lysene ligeud på den anden side af rundkørslen kan ses.

Det anbefales tilsvarende, at kantstensbegrænsede midterrabatter, advarselsheller, indsnævring og forsætninger, porte samt øvrige fysiske hastighedsdæmpende foranstaltninger som bump og hævede flader belyses.

Overgangen fra ubelyste til belyste strækninger kan virke blændende. Samtidig er synsevnen forringet i nogle sekunder efter passage af belyst område. Trinvisse overgange mellem ubelyste og belyste strækninger anbefales, især hvor cyklister ledes ud på kørebanen.

Etablering af vejbelysning på en vejstrækning kan forbedre trafikikkerheden jf. "Håndbog, Trafikkerikkerhed, Effekter af vejtekniske virkemidler" (2. udgave, Vejdirektoratet, 2014). En forøgelse af belysningsniveau gør ulykkesrisikoen lavere mens en sænkning af belysningsniveau gør ulykkesrisikoen højere jf. "Trafikkerikkerhethåndbok" (TØI, 2012).

## 7.2 Antiblændingsskærme

På ubelyste veje kan blænding fra modkørende køretøjer udgøre en gene og potentiel fare for trafikanterne. Problemerne kan mindskes ved midterrabbatter af tilstrækkelig bredde ( $\geq 10$  m) eller ved at etablere vejbelysning eller buskbeplantning i midterrabbatten.

Som alternativ kan problemet modvirkes ved brug af antiblændingsskærme mellem kørebanerne for modsatrettet trafik på veje med midterrabat (hvor de kan monteres på autoværnet), og hvor veje løber sammen eller nærmer sig hinanden.



Figur 7.3 Eksempel (fra Frankrig) på anvendelse af antiblændingsskærme.

Antiblændingsskærmens udformning bør give relativ uhindret sigt på tværs af køreretningen, samtidig med at de skærmer fremad i køreretningen. Lukkede skærme bør ikke anvendes.

## 7.3 Færdselstavler

Færdselstavler bør kun anvendes, hvor det er nødvendigt for at tage hensyn til trafikikkerheden eller trafikafviklingen. Unødig anvendelse kan svække respekten for tavlerne. Det bør således altid overvejes, om en færdselstavle skal suppleres eller kan erstattes af vejvisningstavler, kant- og baggrundsafmærkning eller afmærkning på kørebanen.

Al afmærkning bør regelmæssigt renholdes, og refleksion kontrolleres.

I tilfælde af at kantpæle ikke markerer en kurve tilstrækkeligt, bør afmærkningen erstattes med kantafmærkningsplader eller med baggrundsafmærkning i form af retningspile. En fortætning af baggrundsafmærkningen i kurver kan således virke ulykkesreducerende. Baggrundsafmærkningen kan – afhængigt af kurven og trafikken – kombineres med advarselstavler, med afmærket eller kantstensbegrænset midterzone samt tavler med vejledende hastighed eller lokal hastighedsbegrænsning.

Det bemærkes, at øget trafikantfokus på de afmærkede, særligt problematiske kurver jf. bl.a. norske undersøgelser kan føre til, at trafikanternes opmærksomhed slækkes, og ulykkestal øges på de omkringliggende strækninger (inkl. øvrige kurver).

De nærmere regler for anvendelse af færdselstavler og øvrig afmærkning er beskrevet i "Bekendtgørelse om Vejafmærkning", "Bekendtgørelse om anvendelse af Vejafmærkning" og vejreglerne for henholdsvis "Færdselstavler" og "Afmærkning på kørebanen".



Figur 7.4 Eksempel på brug af færdselstavler, der advarer om henholdsvis signalanlæg og skole.

På særligt ulykkesbelastede vejstrækninger og kryds – herunder især sorte pletter – kan der opsættes tavler, som informerer trafikanterne herom, se figur 7.5. Tanken er, at skiltningen skal øge trafikanternes opmærksomhed og forståelse for forholdene ved lokaliteten.

Skiltningen bør som hovedregel kun anvendes midlertidigt, indtil en permanent løsning på problemet kan gennemføres. Tavlerne kan kombineres med de normale færdselstavler, f.eks. placeret som undertavle til en hastighedsbegrænsningstavle. Anvendelse af tavler, der ikke findes i afmærkningsbekendtgørelsen, skal godkendes af Vejdirektoratet.

Midlertidige tavler kan ligeledes anvendes til at gøre trafikanterne opmærksomme på en ny situation, som kan kræve ekstra opmærksomhed, eksempelvis en ny rundkørsel eller en ny signalregulering.



Figur 7.5 Eksempler på midlertidig afmærkning. Til venstre til brug på særligt farlige lokaliteter og til højre brugt til at gøre opmærksom på ny rundkørsel.

Udover de faste tavler kan efter godkendelse af Vejdirektoratet anvendes variabel skiltning, der aktiveres automatisk eller skifter budskab afhængigt af trafikens hastighed, intensitet, sammensætning eller retning – eller af vejrforhold.

Variable tavler omfatter bl.a.:

- Fartvisere for bilistens hastighed (brug i bymæssig bebyggelse og på strækninger med lokal hastighedsbegrænsning skal ikke godkendes)
- Variabel hastighedsbegrænsning, bestemt ved sammenvejning af aktuelle lokale trafikforhold
- Varsling af farlige vejkurver
- Varsling af kø, varsling af modkørende der forbereder venstresving, sidevejstrafik i kryds mv.
- Varsling af fodgængere og cyklister på eller ved vejen
- Forskellig trafikinformation, f.eks. om gennemsnitshastigheder på en strækning, som kort supplerende tekst til tavlesymboler eller som henstillinger ved uønsket adfærd.

Variabel skiltning er stadig en forholdsvis ny teknologi og der sker en løbende udvikling på området, man bør derfor være særlig opmærksom på, at nye tavler kan være kommet til.



Figur 7.6 Eksempel på brug af variabel skiltning ved en skole på en vej med 60 km/h hastighedsbegrænsning, hvor de variable tavler skilte med 40 km/h i perioder med mange skolebørn.

Ved anvendelse af variable tavler skal sikres, at skiltningen ikke f.eks. reducerer sidevejstrafikanter opmærksomhed på gældende vigepligtsforhold, tager opmærksomhed fra anden afmærkning eller trafikanter, eller utilsigtet fratager trafikanterne det generelle ansvar for altid at færdes efter de lokale forhold. Eventuelle driftsproblemer med tavler, sensorer eller algoritmer kan desuden give sikkerhedsproblemer, hvis trafikanterne blindt stoler på skiltningen.

Som ved al anden afmærkning gælder, at tilstrækkelig – men ikke unødigt – information til at lede, advare og regulere trafikanterne skal sikres.

### Vejvisning

Ud over færdselstavler vil der i et vej- eller trafikprojekt ofte også være behov for vejvisning. Som ved øvrig vejafmærkning er det vigtigt, at vejvisningstavlerne ikke vildleder eller overbebyrder trafikanterne. Det bør ved placering af vejvisning sikres, at læseafstanden giver trafikanterne tid til at orientere sig og eventuelt manøvrere.

Mængden af informationer på vejvisningstavler bør ikke overstige 4 vejvisningsmål. Dette øger risikoen for fejlkørsler, fordi trafikanten fejllæser eller overser information, men også for at trafikanten overser andre trafikanter, mens opmærksomheden er rettet mod vejvisningen.

Vejvisningen skal være kontinuerlig og entydig. Der må således ikke i et kryds vejvises til samme mål ad to retninger, medmindre det af vejvisningen fremgår, at de to vejvisninger henvender sig til forskellige trafikanter. Endvidere bør der ikke vejvises til højre, hvis målet ligger til venstre, hvilket f.eks. kan forekomme på motorveje. Det kan undgås ved at gennemtænke vejvisningen i planlægningsfasen. Vejvisningen skal være kontinuerlig, dvs. at vejvisningsmål, der én gang er vist på en tavle, skal vises på alle efterfølgende tavler af denne kategori på ruten, indtil målet er nået.

Som ved andet vejudstyr skal sikres, at tavler ikke begrænser de nødvendige oversigtslængder, udgør faste genstande mv., se eventuelt mere om brug af vejvisningstavler i vejregelhæfterne for vejvisning.

## 7.4 Autoværn

Udformningen af vejens yderarealer og faste genstande har stor betydning for trafiksikkerheden. Autoværn og påkørselsdæmpere har til formål at begrænse risikoen for personskader i køretøjet og for øvrige trafikanter som følge af, at et køretøj utilsigtet forlader kørebanearealet.

Side- og/eller midterautoværn opsættes:

- For at forhindre kollisioner mellem køretøjer og faste genstande
- For at hindre at køretøjer standses brat eller vælter i vejens yderarealer, herunder at beskytte fører og passagerer mod drukning
- For at beskytte andre trafikanter, herunder cyklister og fodgængere, mod vildfarne køretøjer
- For at forhindre kollisioner mellem modkørende køretøjer, altså som midterautoværn i midterrabat.

Påkørselsdæmpere opsættes primært foran faste genstande, som udgør en fare ved påkørsel og som ikke kan flyttes, gøres påkørselssikre eller beskyttes med autoværn. Faste genstande er for eksempel:

- Støjskærme og støttemure (herunder stengærder og -diger)
- Brosøjler og brovederlag
- Rørstandere med udvendig diameter større end eller lig 76 mm og med godstykkelse større end 3,2 mm
- Træer og træmaster med diameter større end 10 cm målt 40 cm over terræn (herunder hegnsplæ, elmaster mv.)
- Fundamenter, brønde og sten højere end 0,2 m over terræn (f.eks. mure, bygninger, broer, byporte, kunstværker, marksten, mile- og kilometersten, mindsten mv.)

- Kantsten og opadgående lodrette spring større end 0,2 m. Kantsten bør kun undtagelsesvis anvendes i åbent land. De bør i så fald være affasede og max. 5 cm høje.
- Betonmaster uanset dimension
- Elskabe fast monteret på beton eller på andet nedgravet fundament (herunder andre tekniskabe til f.eks. naturgas, kabeltv, telefon mv.)
- Grøfteafslutninger ved overkørsler og vejtilslutninger (herunder frontmure).



Figur 7.7 Eksempler på faste genstande i sikkerhedszonen: træ med diameter > 10 cm (venstre) og grønneafslutning (højre).

Øvrige problematiske forhold ved vejens yderarealer er:

- Stejle skråninger og grøfter; afgravningsskråninger med anlæg < 2 og påfyldningsskråninger med anlæg < 5 (minimum 3 for at manøvrere)
- Vandarealer (gadekær, søer, åer og vandløb, regnvandsbassiner mv.) med dybde  $\geq 1,0$  m
- Nedadgående lodrette spring større end 1,0 m.

Såfremt der inden for sikkerhedszonen optræder nedadgående lodrette spring større end 1,0 m i forbindelse med bygværker – f.eks. bro- og tunnelkonstruktioner eller støttemure – opsættes broautoværn, se vejregelhåndbogen "Autoværn og tilhørende udstyr", oktober 2015.

Autoværn og påkørselsdæmpere bør opsættes, såfremt en tilstrækkelig sikkerhedszone ikke kan etableres, se herom i afsnit 4.3. Det er vigtigt, at side- og midterautoværn opsættes på en sådan måde, at et køretøj ikke kan komme om bag autoværnet og derefter ramme en forhindring. Der skal tages højde for trafik fra begge færdselsretninger.

Det bør tilstræbes, at autoværn opsættes i en fast afstand fra kørebanekanten. Nødvendige forsætninger bør udføres med en hældning på 1:16 eller derover. I stedet for gentagne korte (< 100 m) afbrydelser i et autoværn kan det anbefales at opsætte autoværnet kontinuert.

Autoværn skal være stærke nok til at forhindre, at et køretøj bryder igennem. På den anden side må de ikke være så stive eller modstandsdygtige, at de ved påkørsel forårsager lige så meget eller større skade end det, de beskytter trafikanterne imod. Fleksible autoværn er at foretrække. Disse anbringes så langt fra køresporene som muligt - i midterrabatter betyder det, at dobbeltsidet autoværn er at foretrække - derved reduceres risikoen for påkørsel og gives mulighed for etablering af nødzone.

Stive autoværn anbringes modsat tæt på køresporet, så påkørselsvinklen mindskes. Af hensyn til risikoen for påkørsel af autoværnet bør afstanden mellem dette og den fuldt optrukne (og helst profilerede) spærrelinje langs vejmidte eller -kant dog ikke være under 0,5 m.

Et autoværn mellem vej og cykelsti udformes således, at cyklister ikke skades unødigt ved en eventuel påkørsel af autoværnet.

Traditionelle autoværnsbegyndelser (enten udført som nedføring eller vendestykke) udgør en skadesrisiko ved påkørsel. Autoværnsbegyndelser bør derfor være energiabsorberende eller udføres som tilbageføring.



Figur 7.8 Eksempel på tilbageført autoværn og energiabsorberende autoværnsbegyndelse.

Som alternativ til energiabsorberende autoværnsbegyndelse (f.eks. i kiler ved motorvejsramper) kan også anvendes påkørselsdæmpere. Prisen for en påkørselsdæmper kan være relativ høj, men påkørselsdæmpere er meget effektive til at beskytte trafikanterne mod personskader ved påkørsel af faste genstande. Påkørselsdæmpere vil normalt mindske risikoen for personskade.



Figur 7.9 Eksempel på en påkørselsdæmper i en kile ved en motorvejsrampe.

For motorcyklister er påkørsel af autoværn forbundet med en betydelig personskaderisiko. Denne risiko gælder alle typer autoværn, men især kabel- og stålplade-autoværns lodrette stolper udgør en meget alvorlig skadesrisiko. Risikoen kan mindskes ved at indkapsle stolperne i forskellige former for stødabsorberende materiale.



Figur 7.10 Eksempel på brug af stødabsorberende muffer til beskyttelse af motorcyklister.

## 7.5 Alternativer til autoværn

Autoværn er i sig selv en fast genstand og bør kun bruges, hvor risikoen ved at køre af vejen er større end risikoen ved at påkøre autoværnet. Det skal derfor altid vurderes, om risikoen ved at forlade kørebanen kan formindskes på anden måde, f.eks. ved at:

- Tracéet flyttes horisontalt eller vertikalt
- Skarpe kurver udrettes
- Tilstrækkelig overhøjde etableres i kurver
- Yderrabat, skillerabat eller midterrabat gøres bredere og fastere
- Faste genstande fjernes eller flyttes udenfor sikkerhedszonen
- Skråninger flades ud og afrundes ved skråningstop og -fod
- Grøfter erstattes med trug
- Vejudstyr udformes med brudled eller eftergivelige
- Tavle- og kørebaneafmærkningen forbedres
- Hastigheden begrænses og reguleres.



Figur 7.11 Eksempel på eftergiveligt udstyr – hhv. når det er ramt, og når det er reetableret. Når f.eks. et skilt etableres eftergiveligt vil det i tilfælde af påkørsel lægge sig ned, hvilket medfører færre skader på køretøjet.

## 7.6 Rækværker

Anvendelse af fodgængerrækværker kan have en række ulemper. De kan bl.a. være til fare ved påkørsel og hindre "flugt" fra kørebanen, men kan i specielle tilfælde bruges i byområder til at adskille fodgængere (og cyklister) fra køretøjerne på kørebanen. De kan endvidere anvendes til at styre fodgængere til "sikrede" krydsningspunkter og på tværs af midterheller/midterratter. De vil normalt ikke standse et vildfarent køretøj.

Rækværker må ikke være så høje eller uigennemsigtige, at de forhindrer en kørende trafikants oversigt til fodgængere, der venter på at krydse ved overgang eller for enden af rækværket. Tilsvarende må rækværket heller ikke hindre fodgængernes oversigt til kørebanen.

Der skal tages særlige forholdsregler for også at sikre børns og færdselshandicappede i kørestols synlighed og oversigtsforhold. Af hensyn til personer med nedsat synsfunktion bør rækværker udformes med stokkeliste i 10-20 cm's højde og med farve, der står i kontrast til omgivelserne.

## 7.7 Tekniske anlæg

Det skal så vidt muligt sikres, at forsyningskabe, kabelbrønde og andre tekniske anlæg, som kræver tilsyn, er placeret på eller bagved et fortov eller bag autoværn.

Hvor dette ikke er muligt, bør inspektionsbrønde og lignende placeres på eller være beskyttet af kantstensbegrænsede heller. Dette er sikrere for såvel servicepersonale som trafikanter.

## 8 TRAFIKREGULERING

De områder indenfor trafikreguleringen, der har størst betydning for trafiksikkerheden, er:

- Hastighedsgrænser og fysisk fartdæmpning
- Adgangsregulering
- Krydsregulering
- Heller
- Krydsninger for lette trafikanter
- Ensretningssystemer
- Parkeringsregulering.

### 8.1 Hastighedsbegrænsning og fartdæmpning

Hastighedsreduktioner – forstået som reduktioner i de faktiske kørselshastigheder – vil alt andet lige føre til et fald i antallet og i alvorligheden af trafikulykker.



Figur 8.1 Eksempel på brug af hastighedsdæmpende tiltag i en bygennemfart.

#### 8.1.1 Hastighedsgrænser

Det er mere kompliceret, hvordan hastighedsgrænserne påvirker de faktiske kørselshastigheder. Dette afhænger af vejens geometriske udformning, trafikens omfang og sammensætning, kontrolindsatsen mv. Erfaringer har dog ført til praktiske kriterier, der kan danne basis for fastsættelse af hastighedsgrænser:

- Hastighedsgrænser bør fastsættes under hensyntagen til bl.a. de generelle hastighedsgrænser, arealanvendelsen langs vejen, vejens geometriske standard, til trafikomfang og -sammensætning, til 85 % fraktilhastigheden  $v_{85}$  (som 85 % af bilisterne ikke overskrider i vådt føre) samt til ulykkesfrekvenserne på sammenlignelige veje.

- Der bør i projekteringen af et vejanlæg tages udgangspunkt i den hastighed (planlægningshastigheden  $v_p$ ) som vejbestyrelsen ønsker, at førerne af personbiler overholder under hensyntagen til fremkommelighed, trafikikkerhed, miljø, mv.
- Dimensioneringshastigheden  $v_d$ , der som udgangspunkt ikke må være lavere end planlægningshastigheden, lægges til grund for den detaljerede planlægning og projektering. Den dimensionerende hastighed bør fastlægges ud fra vejens funktion, hvor øvre grænse tager hensyn til 85 % fraktilhastigheden  $v_{85}$  og nedre grænse er den skilte/de/generelle hastighedsgrænse. Ved valg af dimensioneringshastigheden kan projekterende vælge et hastighedstillæg på f.eks. 10 eller 20 km/h ud fra f.eks. sikkerhedsovervejelser om trafikanternes hastighedsadfærd.
- Hastigheden bør svare til vejens funktion og til trafikanternes oplevelse af vejens udformning, indretning og udstyr samt øvrig trafik. Dette kan primært ske på to måder. Enten kan vejen tilpasses hastigheden og trafikken (vejtilpasning), eller hastigheden kan tilpasses vejen og trafikken (hastighedstilpasning).

### Dimensioneringshastighed

For de geometriske elementer, der fastlægges primært ud fra komforthensyn, bestemmes værdierne direkte på grundlag af planlægningshastigheden. Dette gælder f.eks.:

- Sammenhæng mellem kurveradius og sidehældning
- Klotoideparametre
- Længdefald

For de geometriske elementer, som fastlægges primært ud fra sikkerhedshensyn anvendes en dimensioneringshastighed, der fremkommer ved evt. addition af et sikkerhedstillæg til planlægningshastigheden. Dette gælder geometriske elementer som f.eks.:

- Oversigt i kryds
- Mødesigt
- Stopsigt

#### 8.1.2 Vej- og hastighedstilpasning

Vejtilpasningen sker typisk i projekteringen af nye veje samt ved ombygning af eksisterende veje ved hjælp af vejregler og anden empirisk viden om trafiksikre udformninger og trafikantadfærd. Hastighedstilpasning anvendes til at styre (reducere) trafikanternes hastighed på eksisterende veje til et forsvarligt niveau. I denne forbindelse bør ulykesbilledet inkluderes i grundlaget for valg af virkemidler.

#### 8.1.3 Fartdæmpning

Visuelle og/eller fysiske virkemidler kan være med til at påvirke trafikanterne til højst at køre med planlægningshastigheden, hvad enten det drejer sig om den generelle hastighedsbegrænsning eller en lokal hastighedsbegrænsning med tavleafmærkning. Fartdæmpende foranstaltninger bør udformes, så de kan passeres med den skilte hastighed (dog må tunge køretøjer typisk påregne en lavere passagehastighed).

Mulige virkemidler er f.eks. en kombination af (by)porte, rundkørsler, belysning, beplantning, helleanlæg, indsnævring, forsætninger, smallere kørespor, farvet / profileret belægning, informerende kørebane- eller tavleafmærkning, profilerede linjer og rumlestribes, fysiske og visuelle (3D) bump samt fartvisere. Dertil kommer politiets manuelle og automatiske fartkontrol.



Figur 8.2 Eksempel på brug af byport som hastighedsdæmpende tiltag.

De forskellige hastighedsdæmpende foranstaltninger til brug i byområder er udførligt beskrevet i håndbøger og eksempelsamlinger i vejregelserien "Byernes Trafikarealer". Især bump er en effektiv foranstaltning. Bump er desuden den foranstaltning, der mest præcist kan udformes til den ønskede planlægningshastighed – se Vejdirektoratets "Katalog over typegodkendte bump" og "Erfaringsopsamling om trafiksanering med hastighedsdæmpning, Vejbump" (Vejdirektoratet, 2004). Flere eksempler på hastighedsdæmpende foranstaltninger er beskrevet i Vejdirektoratets idékatalog "Hastighedstilpasning i åbent land" fra november 2014.



Figur 8.3 Eksempel fra Haren i Holland, hvor bygennemfarten er ombygget delvist efter Shared Space-principper. Det har medført at flere bilister vælger motorvejen udenom byen og trafikken gennem byen sker mere hensynsfuldt end tidligere.

Cyklister kan i visse tilfælde hensigtsmæssigt føres uden om fysiske hastighedsdæmpende foranstaltninger ved hjælp af cykelsluser, cykelstier eller cykelbaner. En bredde af cykelslusen på ca. 1,25 m sikrer, at cyklister ikke benytter kørebanen, hvilket er uønsket, og at bilister ikke kan passere foranstaltningen via cykelslusen. Det er vigtigt hertil at bemærke, at alt vejudstyr, der kan få en cyklist til at vælte, er problematisk, f.eks. kan steler ved bump udgøre en påkørselsrisiko for cyklister og knallertkørere.

#### 8.1.4 Lokale lavere hastighedsbegrænsninger

En lokal hastighedsbegrænsning kan eventuelt være midlertidig (tidsbestemt) ved f.eks. skoler eller i sommerhusområder, eller være variabel (trafikbestemt) ved f.eks. krydsningspunkter for lette trafikanter eller under hensyntagen til problematisk vejrlig (f.eks. regn- og vintervej).



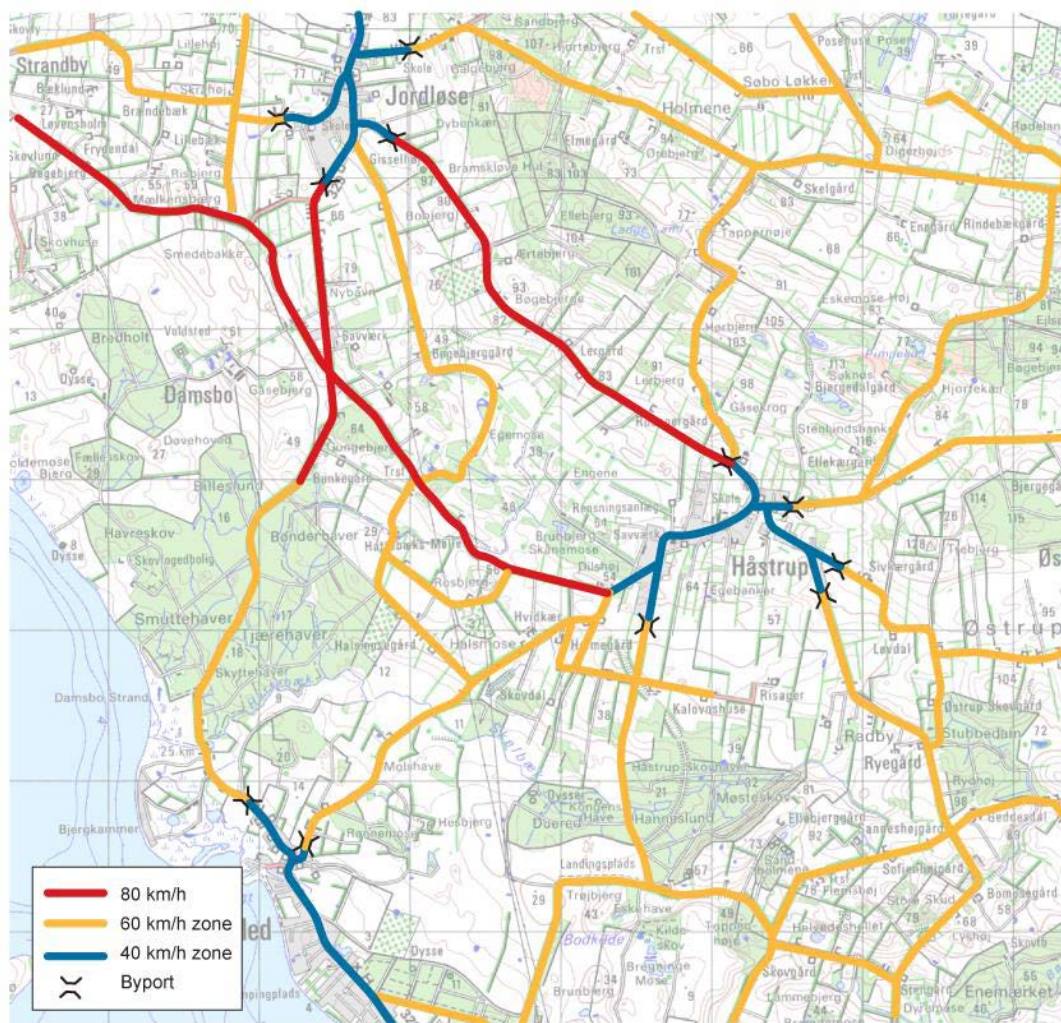
Figur 8.4 På en landevej er der lokal hastighedsbegrænsning på 60 km/h (tidligere 80 km/h) over en strækning på knap 3 km i forbindelse med at vejen passerer gennem en skov. Skiltningen i skoven er suppleret med en sideudvidelse og afmærkning med brede kantbaner. Hastighedsmålinger viser, at der køres med lavere fart, men stadigvæk over den nye hastighedsgrænse på 60 km/h. Løsningen har medført en god sikkerhedsmæssig effekt i forhold til antal registrerede trafikulykker, som er faldet fra 14 ulykker over 5 år inden ændringen til 4 ulykker over 5 år efter ændringen.

Lokale lavere hastighedsbegrænsninger og eventuelt vejledende hastigheder kan anvendes stræknings- og punktvis i bebyggede områder (tættere bebyggede, med blå stedtavler mv.), ved overgange mellem land og by, i kryds og kurver, før og efter flettestrækninger, ved skoler og institutioner mv. Trafikanternes forståelse for hastighedsgrænserne kan f.eks. øges ved kombineret opsætning af hastighedsbegrænsningstavle og andre færdselstavler, især advarselstavler, hvorved årsag til indført lokal hastighedsbegrænsning kan angives. Årsagen bør dog også fremgå af de synlige forhold, det vil sige vejens geometri, omgivelser mv.

#### 8.1.5 Hastighedszoner

Som alternativ til lokale hastighedsgrænser kan i et lokaltrafikområde etableres en hastighedszone (Hastighedstilpasning i åbent land, Idékatalog, november, 2014), hvor hastigheden på alle veje nedsættes til et bestemt niveau. Hastighedszoner anvendes primært i byområder, men forsøg kan også tænkes i åbent land, f.eks. med 60 km/h zoner i afgrænsede områder mellem overordnede veje, hvor der findes mindre trafikerede veje af relativ lav sikkerhedsstandard (faste genstande indenfor sikkerhedszonen, skarpe kurver, kuperet terræn med ringe oversigt mv.).

Hastighedsovergange skal tydeligt markeres, så trafikanterne i god tid opfatter, at hastigheden ændres. Gradvise overgange kan være nødvendige og de må højst nedskiltes med 20 km/h ad gangen. Oftest må lokale lavere hastighedsbegrænsninger suppleres med fysiske fartdæmpere for at sikre den ønskede trafikantadfærd.



Figur 8.5 Forslaget i figur 8.4 kunne evt. som det fiktive eksempel viser, suppleres med etablering af hastighedszoner i hele området med hastigheder på 40 km/h i landsbyerne, 60 km/h på landstrækningerne og 80 km/h på større veje som vist på kortet.

### 8.1.6 Lokale højere hastighedsbegrænsninger

Lokale højere hastighedsgrænser end de generelle bør kun anvendes i særlige tilfælde. Anvendelse af lokal 60-70 km/h hastighedsbegrænsning på veje i byområder bør således følge kriterier for vejklassen "Trafikveje" i hastighedsklasse "Høj":

- Begrænset facadeadgang
- Randbebyggelse, der på grund af karakter eller afstand ikke er følsom overfor gener fra hurtigkørende trafik
- Krydsende lette trafikanter er ude af niveau eller i signalregulerede kryds
- Ingen uregulerede firevejskryds
- Kun venstresving i signalregulerede kryds eller rundkørsler
- Den lette trafik på vejen er adskilt fra biltrafikken med mindst en kantsten.

På veje i åbent land kan højere lokale hastighedsgrænser normalt ikke anbefales på andet end dertil indrettede motortrafikveje.

Bemærk at brug af nogle typer af hastighedsbegrænsning, afmærkning mv. kræver særlig godkendelse eller dispensation af Vejdirektoratet, Transportministeriet og/eller Justitsministeriet.



Figur 8.6 Eksempel på indfaldsvej med lokal højere hastighedsgrænse.

## 8.2 Adgangsregulering

Regulering af adgangsforholdene og styring af anvendelse af tilstødende arealer til vejen er vigtig for at minimere risikoen for ulykker.

Veje med direkte facadeadgang har i almindelighed ulykkesfrekvenser på op mod det dobbelte af veje med få adgange. Norske undersøgelser viser, at hvor der er randbebyggelse med intensiv aktivitet, kan ulykkesfrekvensen være helt op til 10-20 gange så høj som på veje med få adgange. Antallet af adgange til vejen bør derfor holdes på et minimum. En halvering af det oprindelige antal adgange og tilhørende trafik kan medføre ulykkesreduktioner på 25-30 %.



Figur 8.7 Eksempler på god (til venstre) og dårlig placering og udformning af udkørsel (til højre). Udkørslen på foto til højre er placeret i inderside af en kurve, der hindrer tilstrækkelig sigt, og lige over for en sidevej, så der i praksis er tale om et 4-benet kryds.

Nye trafikveje bør som udgangspunkt have en adgangsbe grænsning, der også omfatter markoverkørsler. Antallet af ulykker i forbindelse med markoverkørsler og udkørsler fra private ejendomme er betragteligt, og omfatter især påkørsler bagfra, frasvingningsulykker og vigepligtsulykker. Også nye lokalveje, der har karakter af lokale fordelingsveje, bør kun have direkte facadeadgang, hvis der i hvert enkelt tilfælde er tungtvejende grunde til det. Tilslutninger af lokalgader bør undgås i nærheden af kryds mellem overordnede veje for at begrænse antallet af mulige konflikt punkter.

Afhængigt af bl.a. vejtype findes i vejreglerne yderligere anbefalinger om valg af krydstype, krydsafstand og facadeadgang.

Vejadgange bør ikke placeres i eller nær skarpe kurver. Dette gælder både horisontale (< 1.000 m radius) og vertikale kurver. Især placering af vejtilslutninger i indersiden af skarpe horisontale kurver, på stejle stigninger eller ved bakketoppe kan give problemer på grund af bl.a. oversigtsbe grænsninger, varierende hastigheder for bil og tung trafik mv. Husk at oversigtskravene for adgange til ejendomme er de samme som for vejtilslutninger.

Blinde sideveje bør være forsynet med vendemuligheder for at undgå bakning ud på befærdede veje.

### 8.3 Krydsregulering

Regulering af vigepligten i kryds kan ske ved hjælp af vigepligtstavler eller stoptavler, brug af overkørsler, signalregulering eller rundkørsler.

Almindelig højrevigepligt bør ikke benyttes, idet den forvirrer trafikanterne og skaber konflikter, der kan føre til ulykker.

Generelt bør nye kryds ikke etableres som 4-benede kryds. Signalregulering af kryds bør kun anvendes, hvor kapacitets- og/eller sikkerhedsforhold nødvendiggør dette.

#### 8.3.1 Vigepligt

Ved alle kryds mellem veje er det afgørende, at vigepligten som minimum er angivet ved ubetinget vigepligtstavle og vigelinjer på kørebanen. På svagt trafikerede veje kan vigelinje dog anvendes alene.

Hvis der er højresvingsspor kan højresvingende trafikanter hindre oversigten for sidevejstrafikken. Er denne større end 2.000 biler/døgn, kan krydset overvejes ombygget til rundkørsel eller signalreguleret kryds.

#### 8.3.2 Stoptavler

Stoptavler og -linjer bør bruges, hvor trafiksituationen eller vejudformningen kræver, at de vigepligtige trafikanter holder helt stille for at foretage en tilstrækkelig grundig orientering.

#### 8.3.3 Overkørsler

Anvendelse af overkørsler i mindre T-kryds, herunder også i udkørsler fra ejendomme, kan tydeliggøre vigepligt, skærpe trafikanternes opmærksomhed og reducere svinghastigheder. Snævre overkørsler kan medføre, at køretøjer hindrer hinandens kørsel, f.eks. ved køretøjers samtidige svingning til og fra primærvejen.



Figur 8.8 Eksempel på overkørsel i byområde.

### 8.3.4 Signalregulering

Et signalkryds skal udformes, så det er let for trafikanten at finde vej gennem krydset. De primære konflikter, det vil sige trafikstrømme fra krydsende veje, skal være signalregulerede. Sekundære konflikter mellem trafikanter på samme vej skal ikke nødvendigvis være signalregulerede. Af sikkerheds- og kapacitetsmæssige årsager kan det dog være relevant at regulere sekundære konflikter ved venstresving overfor modkørende trafik, venstresving overfor dobbelttrettet sti, højresving overfor cyklister og fodgængere mv.

Særlige faser - f.eks. for den svingende trafik og de lette trafikanter - reducerer de mulige konfliktsituationer og kan forbedre trafikikkerheden. For komplekse signalreguleringer med mange faser, lange ventetider og en omfattende signalbestykning kan dog bl.a. forvirre trafikanterne og derved øge risikoen for ulykker.



Figur 8.9 Eksempel på større signalanlæg med regulering af trafikken i separate faser og vejvisningstavler samt afkortede cykelstier.

For at sikre tilstrækkelig synlighed af kryds og signaler kan anvendes signaler med forbedret fjernvirkning, supplerende standere og galger, baggrundsplader mv. Det er ligeledes vigtigt, at signalerne ses korrekt i forhold til hinanden. Signaler bestemt for tværgående retning eller andre trafikantstrømme / -grupper må ikke kunne vildlede trafikanterne.

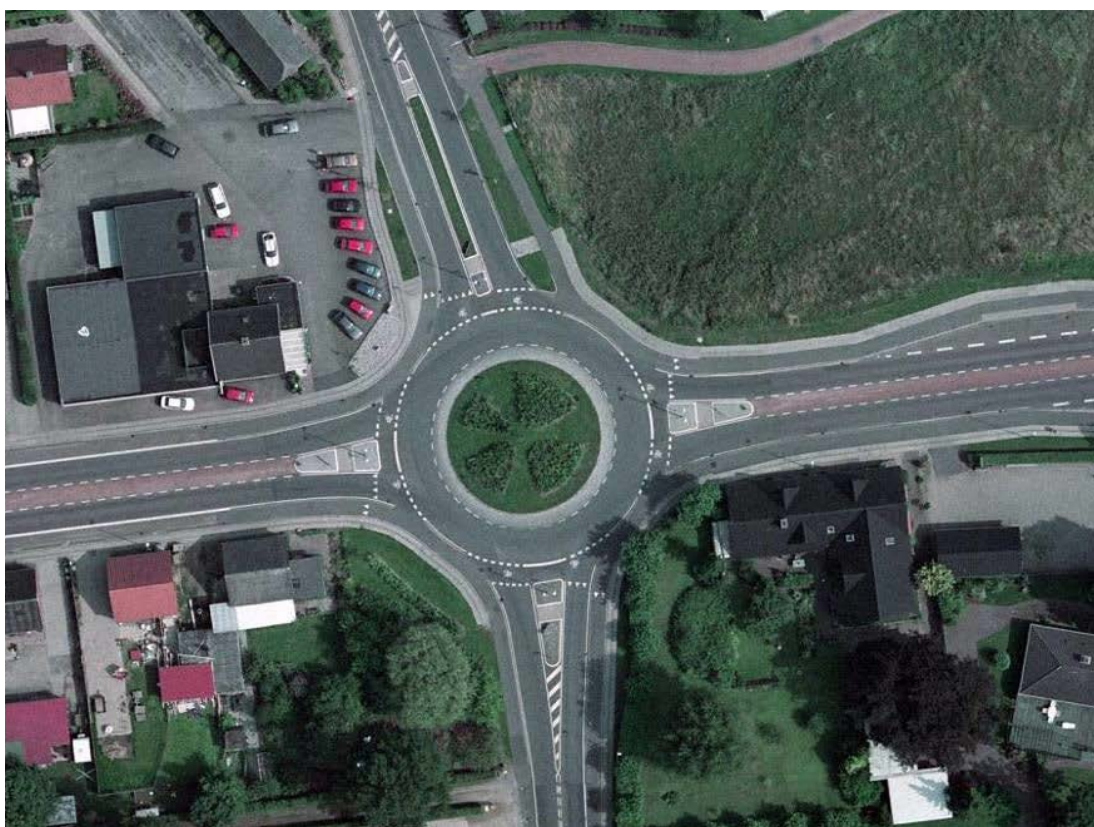
Signalregulering af kryds på veje med høj hastighed bør undgås. Gennemsnitshastigheden og hastighedsbegrænsningen bør ikke komme over 60 km/h. Signaler bør ikke anvendes på veje med gennemsnitshastigheder og hastighedsgrænser over 70 km/h.

Specielle problemstillinger for cyklister i signalregulerede kryds behandles i afsnit 8.5.3.

### 8.3.5 Rundkørsler

Rundkørsler kan spille en hovedrolle i indsatsen for at begrænse alvorlige ulykker i kryds, forudsat at projekteringsreglerne kan overholdes – især med hensyn til afbøjning i tilfarterne og passende oversigt/synlighed. Ifølge danske og internationale undersøgelser kan ombygning af kryds til rundkørsler reducere antallet af personskadeulykker med op til 80 %, afhængigt af vej- og trafikforhold. De sikkerhedsmæssige effekter er størst ved ombygning af kryds i åbent land, hvilket bl.a. skyldes, at motorkøretøjernes hastighed i konfliktpunkterne falder mere her end i byområder. Der vil som regel opnås større reduktion i antal ulykker og personskader, når et vigepligtsreguleret kryds ombygges til en rundkørsel, end når et signalanlæg ombygges til rundkørsel.

Ombygning af traditionelle kryds til rundkørsler kan især reducere alvorligheden af ulykkerne. For bilister kan rundkørsler således reducere antallet af personskader med omkring 80 % ("Håndbog, Trafikikkerhed, Effekter af vejtekniske virkemidler", 2. udgave, Vejdirektoratet, 2014).



Figur 8.10 Rundkørsler kan reducere antallet og alvorligheden af personskadeulykker, men de bør forvarsles tydeligt, og hastigheden bør eventuelt nedskiltes. Cyklistfaciliteter skal overvejes nøje.

Antallet af cyklister er helt afgørende for ulykkesrisikoen. Ombygning af et kryds til rundkørsel forringer ofte trafikikkerheden for cyklister og knallertkørere. Dette taler for, at ombygning af kryds til rundkørsel i byområder begrænses til kryds med ingen eller få tohjulede trafikanter, medmindre cyklister og biltrafik separeres ved etablering af separat cykelsti udenfor rundkørselens cirkulationsareal. Specielle problemstillinger for cyklister i rundkørsler behandles mere dybtgående i afsnit 8.5.4.

Generelt bør sekundærheller etableres i alle ben, og fodgængerfelter bør kun afmærkes ved store krydsende strømme. En udformning af sekundærhellerne som trekanteheller giver de bedste sikkerhedseffekter i byområder. Parallelheller er mest velegnede i landområder, hvor kravene til fartdæmpning er høje. Trompetheller bør ikke anvendes, hvor der er cirkulerende cykeltrafik på tværs af vejgrene.

For at sikre tilstrækkelig hastighedsdæmpning foreslås det, at til- og frafarter gøres så smalle som muligt – ved brug af punkterede kantlinjer og overkørselsarealer sikres muligheden for passage af store køretøjstyper. Undersøgelser af rundkørsler i åbent land viser dog, at en stærkt hastighedsdæmpende udformning kan komme bag på bilisterne på de tilstødende veje og derved øge risikoen for eneulykker, herunder også med dødelig udgang. Her er det vigtigt at forvarse rundkørslen med afmærkning og eventuelt nedskilte hastigheden.

Midterøens højde har betydning for trafikikkerheden i en rundkørsel. Er midterøen i en 1-sporet rundkørsel 2 meter eller højere, synes antallet af ulykker med resulterende personskader mellem cirkulerende, ind- og udkørende trafikanter i højere grad at blive reduceret end i 1-sporede rundkørsler med lave midterøer.

I åbent land vil en rundkørsel oftest være en trafikikkerhedsmæssigt bedre løsning end signalregulering. I byområder er der ikke store forskelle i ulykkesfrekvensen, men i begge tilfælde er antallet af tilskadekomne pr. personskadeulykke lavest i rundkørsler jf. "Trafikkerhed i rundkørsler i Danmark" (Vejdirektoratet, 2002).

### 8.3.6 Tosporede rundkørsler

1-sporede rundkørsler er generelt sikrere end 2-sporede. 2-sporede rundkørsler kan ifølge tyske og hollandske undersøgelser være sikrere end sammenlignelige signalregulerede kryds - men det forudsætter, at rundkørslerne udformes hensigtsmæssigt og at trafikken afvikles efter reglerne. Brug af 2-sporede rundkørsler stiller således særlige krav til afmærkning, hastighedsbegrænsning og hastighedsdæmpning mv.

Antallet af vejgrene har betydning for sikkerheden i flersporede rundkørsler: Uheldsfrekvensen er lavest i rundkørsler med 4 vejgrene, efterfulgt af 3 og 5 vejgrene, mens flersporede rundkørsler med 6 vejgrene har den højeste uheldsfrekvens.

Et vigtigt designforhold ved flersporede rundkørsler er arrangement af cirkulations- og frafartsspor. Rundkørsler, hvor cirkulationsarealet er fysisk indsnævret nogle steder, er mere sikker end rundkørsler uden ("Evaluering af effekter af rundkørsler med forskellig udformning", Trafitec 2013).

Tosporede rundkørsler bør anlægges med et kompakt cirkulationsareal og retvinklet tilslutning af krydsben. Den største sikkerhed opnås ved brug af turbineafmærkning (spiralformet afmærkning) i rundkørslen, hvor de små kurveradier i afmærkningen dæmper hastigheden. Samtidig reduceres antallet af potentielle konfliktpunkter, herunder især ved kørselskift i rundkørslen.

Cykeltrafik må ikke afvikles i tosporede rundkørsler, se også afsnit 8.5.4.



Figur 8.11 Eksempel på 2-sporet rundkørsel uden cykeltrafik. Rundkørslen har såkaldt turbine-afstrikning ved de to vejgrene med 2-sporede til- og farter.

### 8.3.7 Minirundkørsler

Ombygning til minirundkørsel medfører, i modsætning til andre typer rundkørsler, ikke signifikante reduktioner i antallet af ulykker og personskader. Minirundkørsler har den bedste effekt i kryds, hvor der kører færre end 5.000 biler pr. døgn, og hvis sekundærheller undlades ("Evaluering af effekter af rundkørsler med forskellig udformning", Trafitec 2013). Ved tilslutning af mindre betydende veje i en minirundkørsel kan anvendes en overkørsel.



Figur 8.12 Eksempel på minirundkørsel i byområde (det kan generelt ikke anbefales at etablere blå cykelfelter i rundkørsler og minirundkørsler, se afsnit 8.5.4).

### 8.3.8 Shuntspor for biler og cykler

Shuntspor med flettestrækning kan eventuelt anvendes til at lede den højresvingende biltrafik udenom et kryds – forudsat at der ikke er cykel- og knallertrafik på den vej, der skal svinges ind i. Højresvingende cyklister kan på tilsvarende vis ledes udenom et kryds. Cykelshunts kan dog øge utrygheden for krydsende fodgængere, især færdselshandicappede.



Figur 8.13 Eksempel på cykelshunt der leder højresvingende cyklister udenom et kryds.

## 8.4 Heller

Heller kan udformes enten kantstensbegrænsede eller som afmærkede spærreflader. Spærreflader må ikke, men kan overskrides, f.eks. ved overhalinger. Kantstensbegrænsninger i heller, vejkryds mv. giver god ledeevne, afgrænsning af færdselsareal samt beskyttelse af svingende og krydsende trafik, men udgør samtidig en påkørselsrisiko. Kantstensbegrænsninger bør altid udføres med affasede lyse kantsten.

Affasningen mindsker risikoen ved påkørsel (dækskader, miste herredømme, vælte ved autoværn / påkørselsdæmpere mv.). Lyse kantsten sikrer bedre synlighed af begrænsningen, også i mørke.

Heller kan med fordel anvendes:

- Hvor der er behov for at adskille modsatrettede trafikstrømme, forhindre overhalinger og bestemte typer af svingbevægelser
- Ved kanalisering på primærvejen for at dæmpe hastighed, vejlede og beskytte den tværgående og svingende trafik og for at skabe todelt krydsningsmulighed for fodgængere og cyklister, herunder passagerer til / fra busstoppesteder
- På sekundærveje ved befærdede kryds for at synliggøre kryds for både primær- og sekundærtrafikanter, vejlede og dæmpe hastighed for svingende trafik og give lette trafikanter støttepunkt for krydsning.

Kantstensbegrænsede heller skal generelt have en udformning, der gør det muligt sikkert at placere tavler og andet vejudstyr på hellen. Hvor en primær- eller sekundærhelle (eller skille-/midterrabat) anvendes som støttepunkt for krydsning af let trafik (krydses af f.eks. cykelsti eller fodgængerfelt) bør bredden af hellen være mindst 2,5 m og gerne 3 m.



Figur 8.14 Eksempler på heller anvendt i 4-benede kryds.

## 8.5 Krydsninger for fodgængere og cyklister

På strækninger og i kryds, hvor der er en væsentlig fodgænger- eller cykeltrafik bør etableres passende krydsningsfaciliteter.

### 8.5.1 Fodgængerkrydsninger

Fodgængerfelter og signalregulerede overgange på strækninger kan være en tvivlsom foranstaltning. Fodgængerfelter (med signal eller ej) på strækninger kan således punktvis forbedre trafik-sikkerheden, men generelt har strækninger med fodgængerfelter ikke lavere ulykkesfrekvens end sammenlignelige strækninger uden sådanne faciliteter. Der har tidligere været indikationer på, at etablering af fodgængerfelter medførte flere ulykker både for fodgængere og andre trafikanter. Nyere forskning tyder - ifølge "Trafiksikkerhed - effekter af vejtekniske virkemidler" - dog på, at det kun er tilfældet, hvis vejen er bred og har mere end to kørespor. Når der kun er to kørespor, synes fodgængerfelter ikke at påvirke sikkerheden - hverken positivt eller negativt.

#### Støtteheller

Midterhelle til støtte for krydsning bør altid etableres, hvis spidstimetrafikken er over 500 biler pr. time. Derved kan en tosporet vej krydses i to tempi ved normal ganghastighed – under forudsætning af gennemsnitlig tidsafstand mellem køretøjerne. De lette trafikanters krydsning bør i det hele taget deles op, hvis antallet af konfliktpunkter, der skal passeres, overstiger 3-4. Dette er især vigtigt ved bilhastigheder > 70 km/h.

#### Brug af fodgængerfelt

Etablering af fodgængerfelter på strækninger bør derfor altid erstattes af og/eller kombineres med andre foranstaltninger, f.eks.:

- Krydsningshelle som støttepunkt, minimum 2,5-3 m bred af hensyn til arealbehov for f.eks. krydsende fodgængere med barnevogne og cyklister med anhængere
- Sideheller, der indsnævrer kørebanen og derved reducerer krydsningslængden
- Lokal hastighedsbegrænsning suppleret med øvrige hastighedsdæmpende foranstaltninger, se eventuelt herom i afsnit 8.1
- Vejbelysning, enten som del af den normale vejbelysning eller ved særskilt belysning.

**Bekendtgørelse om anvendelse af Vejafmærkning, § 189:**

S 17 uden signalregulering må ikke etableres, hvor den tilladte hastighed er større end 60 km/h.

*Kilde: BEK nr. 1194 af 21. september 2016*

Bemærk, at der allerede ved kollisioner med hastighed > 30 km/h er risiko for alvorlige skader for lette trafikanter. Fodgængerfelter bør således normalt ikke anlægges på strækninger i åbent land.



*Figur 8.15 Eksempel på en fodgængerkrydsning på strækning.*

I almindelighed er strækningen indenfor 50 m fra signalregulerede krydsninger den del af vejen, der er farligst at krydse for fodgængere. Her kan det i visse tilfælde være hensigtsmæssigt at styre fodgængerne til det ønskede (og sikrede) krydsningssted med rækværk.

**8.5.2 Cyklistkrydsninger**

I krydsninger mellem veje og stier samt i enderne af stierne er der også risiko for konflikter. Vigepligt skal være tydelig. Oversigtsforhold bør være tilstrækkelige og ensartede til begge sider. Vejbelysning anbefales.

**Vigepligt**

Pålægges bilisterne vigepligt, er regulering ved fysiske fartdæmpere eller signalregulering nødvendig. Ellers må cyklisterne pålægges vigepligten. Cyklisterne reguleres i dette tilfælde med f.eks. stop- eller ubetinget vigepligtstavler, hjaltænder, bump, ramper mv. Anlæg af bremsekurve samt forsætning med beplantning, belyste bomme og steler kan også benyttes til henholdsvis at bremse cyklister og hindre bilisters adgang til stierne.

Bemærk at stibomme og steler samt rækværker kan udgøre en påkørselsrisiko for især cyklister og knallertkørere.

**Dobbeltrettede stier**

Ved start af dobbeltrettede stier bør i modsat vejside etableres en vigeplads for de cyklister, der venter på at krydse til stien. Start og afslutning af dobbeltrettede stier kan kombineres med fartdæmpende foranstaltninger. En midterhelle vil gøre det muligt at krydse vejen i to tempi. Ved tilslutning af stier i eget tracé bør cyklister pålægges vigepligt. Derudover bør udformning mv. ligne krydsninger mellem veje og stier.



*Figur 8.16 Eksempel på afslutning af cykelsti, hvor cyklisterne er pålagt vigepligten. For at understøtte den afmærkede vigepligt er stien yderligere forsynet med bump.*

### Udformning i kryds

Ved udformningen af vejkryds skal der ikke kun tages hensyn til bilisterne – også fodgængere, cyklister og knallertkørere skal tænkes ind. De lette trafikanter rute gennem krydset bør være så direkte som muligt, så konflikt punkter mellem bil- og cykeltrafik undgås eller reduceres, uden at det medfører væsentlig omvejskørsel eller forsinkelse for cyklisterne. Også fremkommelighed og komfort for de lette trafikanter skal tilgodeses, ellers er der fare for, at anlæggene anvendes anderledes, end de er tænkt – til potentiel skade for trafiksikkerheden.

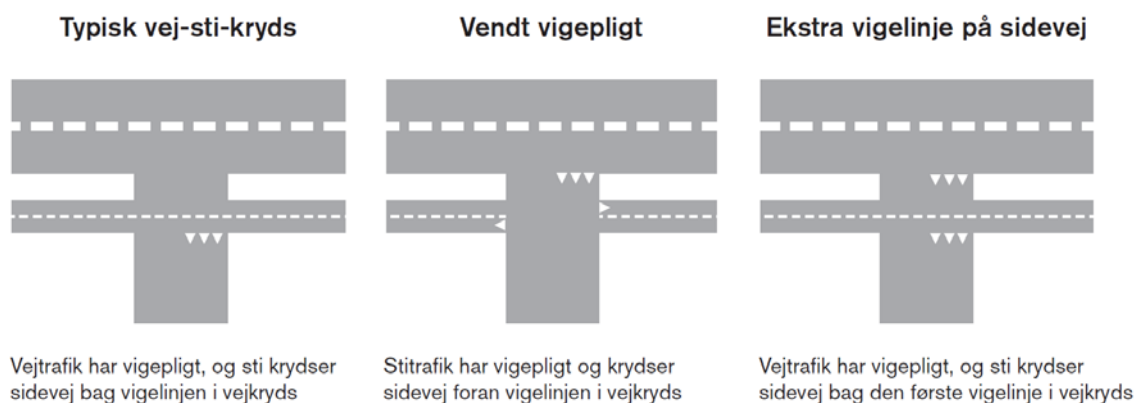
Dynamiske kryds, hvor bilisterne f.eks. har mulighed for at svinge med relativ høj hastighed, medfører en særlig risiko for de lette trafikanter. Generelt bør cykeltrafikken altid have vigepligt i et krydsningspunkt, hvis bilhastigheden er over 30 km/t i konflikt punkterne. Der bør etableres et separat venteareal for cyklisterne udenfor køresporene. Et eksempel på et sådant areal i form af en såkaldt cykelvigeplads (her i et T-kryds) er vist på figur 8.17. Ved lavere hastigheder kan enten bil- eller cykeltrafikken pålægges vigepligt.



*Figur 8.17 Eksempel på cykelvigeplads.*

Hvis en dobbeltrettet cykelsti langs en primærvej krydser en sidevej, er en krydsning i to plan den mest sikre løsning. Hvis en stor del af stitrafikanterne har behov for at krydse primærvejen ud for sidevejen, bør løsningen anvendes i kombination med en tilsvarende niveaufri krydsning af primærvejen, ellers vil mange stitrafikanter vælge at krydse sidevejen i niveau.

Hvor en sti krydser en sidevej i ét plan, er den sikreste løsning, at vigepligten er pålagt stitrafikken – helst minimum 6 meter fra primærvejen. Er vigepligten derimod pålagt vejtrafikken på sidevejen, er den sikreste løsning, at vigelinjen er placeret foran stien (dvs. stien er placeret mellem sidevejens vigelinje og primærvejen) - ligeledes i en afstand af minimum 6 meter fra primærvejen. Typisk vil afmærkningen bestå af to vigelinjer, hvorved motorkøretøjerne kan krydse stien for sig og manøvrere i krydset derefter. Er der ikke plads til at placere stikrydsningen af sidevejen foran vigelinjen, er det en fordel at placere stien så tæt på primærvejen som muligt.



Figur 8.18 Eksempler på en dobbeltrettet stis krydsning af en sidevej ("Håndbog, Trafikikkerhed, Effekter af vejtekniske virkemidler", 2. udgave, Vejdirektoratet, 2014)

Hvor en dobbeltrettet cykelsti krydser en sidevej, bør der ikke afmærkes med blå cykelfelt, idet det medfører en stigning i ulykkesforekomsten.

#### Afbrudt/afkortet sti

Ved større sideveje og veje i åbent land afbrydes cykelstien. Her kan cykelsti og -bane videreføres i et cykelfelt med cykelsymboler. Cykelsti og -bane kan afbrydes ca. 30 m før sidevejen, hvis cyklister er i høj fart ned ad bakke.

#### Overkørsler

Sideveje i vigepligtsregulerede kryds i byområder kan udformes som overkørsler. Det er en sikker og tryk løsning for cyklister, hvor sidevejstrafikken er beskeden ("Idékatalog for cykeltrafik", Vejdirektoratet, 2001). Cykelsti og -bane føres gennem krydset, f.eks. med særlig belægning eller afmærkning.

Gennemført cykelsti og/eller fortov øger generelt cyklisternes sikkerhed. Undtagelsesvist – f.eks. i tæt trafikerede kryds eller ved dobbeltrettede stier – kan cykelstien trækkes 5-7 m væk fra krydset og på hævet flade krydse sidevejen. Løsningen bør ikke benyttes, hvis der mange lastbiler på sidevejen.

#### Skillerabatter

Skillerabatter mellem cykelsti og kørebane bør afbrydes ca. 30 m før kryds, dels for at synliggøre cyklisterne, dels for at optimere oversigtsforholdene fra sidevejene. Kantstensbegrænsning kan i nogle tilfælde bibeholdes, se nærmere herom i det følgende.



Figur 8.19 Eksempel på overkørsel med gennemført cykelsti og fortov.

### Kanalisering

I både vigepligts- og signalregulerede kryds med mange cyklister kan foretages en kanalisering af cyklisterne på cykelstien / -banen.

#### 8.5.3 Cyklister i signalregulerede kryds

I kryds med signalregulering og cykelsti eller -bane på de enkelte vejgrene er særlige, konfliktfrie faser for fodgængere og cyklister at foretrække ud fra et trafiksikkerhedshensyn. Selv om der ikke er cyklistarealer på de enkelte vejgrene, kan disse etableres lokalt i krydsområdet. Stopstregen for motorkøretøjer bør i alle kørespor trækkes ca. 5 m tilbage i forhold til fodgængerfelt/stopstreg for cyklister – eventuelt kombineret med før-grønt for cyklisterne.



Figur 8.20 Eksempler på separate faser for cyklister i signalanlæg.

Såfremt der findes et højresvingsspor for bilisterne, og cyklister kører med almindelig/lav fart, kan cykelstier og -baner fremføres til stoplinjen og videreføres i et (evt. blåt) cykelfelt. Hvor der ikke er plads til en separat højresvingbane, eller hvor cykler kører med høj fart (f.eks. ned af bakke), bør cykelstien afkortes, så bilister og cyklister fletter i højresvingssporet. Alternativt kan anlægges en

smal cykelbane langs højresvingssporet eller en cykelbane mellem højresvings- og ligeudspor. Ud- og indkørsler bør ikke forefindes på strækninger med afkortet cykelsti eller fremført cykelbane.

På veje uden cykelfaciliteter kan der eventuelt etableres en kort cykelbane i tilfarten før krydset, og stopstregen bør i så fald trækkes tilbage.



Figur 8.21 Eksempler på afslutning af cykelsti ved kryds. Til venstre er stien før frem til krydset, mens den til højre er afkortet.



Figur 8.22 Eksempler på afslutning af cykelsti ved kryds. Til venstre videreføres stien i en traditionel cykelbane, til højre er der etableret en cykelbane til ligeudkørende (og eventuelt venstresvingende) cyklister mellem banerne for hhv. ligeudkørende biler og højresvingende biler (og cyklister).

### Cykelbokse

En cykelboks er et areal med et malet cykelsymbol, der eventuelt kan etableres foran bilisternes stopstreg i svingspor. Herved bliver cyklister, der holder for rødt, mere synlige for – og får mulighed for at køre ud i krydset før – bilisterne.

Tidligere blev løsningen frarådet, hvor der er lastbiltrafik, da HVU's undersøgelse af lastbilulykker ("Ulykker mellem højresvingende lastbiler og ligeudkørende cyklister", Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, 2006) viste, at chaufføren i en holdende lastbil ikke altid kunne se cyklister placeret umiddelbart foran lastbilen.

I dag har langt de fleste lastbiler imidlertid frontzonespejl, og samtidig anbefales cykelboks i en række lande (bl.a. Holland). Vejdirektoratet har derfor igangsat et storskala-forsøg med cykelbokse i 2015. Forsøget vil blive evalueret i en adfærdsundersøgelse.



Figur 8.23 Eksempel på cykelboks som afslutning af en fremført cykelbane i et signalreguleret kryds.

#### 8.5.4 Cyklister i rundkørsler

Ved 1-sporede rundkørsler giver etablering af separat cykelsti uden om rundkørslen den bedste sikkerhedsmæssige effekt blandt løsninger i niveau. Krydsningspunkterne, hvor cyklisterne krydser de enkelte vejgrene, bør være trukket væk fra cirkulationsarealet, og cyklisterne bør være pålagt vigepligten i krydsningen. Afhængigt af forholdene på stedet bør tilbagetrækningen i forhold til cirkulationsarealet være på 10-40 m, og der bør etableres en sekundærhelle som støttepunkt for stikrydsningen. Det er vigtigt, at placeringen af krydsningspunkterne ikke medfører en stor omvej, eftersom dette kan resultere i, at cyklister benytter kørebanen i stedet.

Ved krydsninger med store strømme i både biltrafik (> 10.000 ÅDT) og fodgænger-/cykliststrømme, bør det kraftigt overvejes at etablere en tunnel eller en bro. Tilbagetrækning af cykelstien kan også anvendes i andre typer kryds, f.eks. hvor en dobbeltrettet cykelsti krydser sidevejen i et T-kryds.

Det frarådes at etablere cykelsti eller -bane i cirkulationsarealet og anvende farvet cyklistafmærkning, da dette kan give en stigning i antallet af cyklistuheld ("Evaluering af effekter af rundkørsler med forskellig udformning", Trafitec 2013). I rundkørsler med sådanne foranstaltninger – eller med cykeltrafik i cirkulationsarealet – bør hastigheden i til- og frafarter ikke være over 30 km/t.

Mere end ét spor i tilfarter, frafarter eller cirkulationsareal er uforeneligt med cykler og knallerter inde i rundkørselens cirkulationsareal eller på en cykelsti / -bane langs med cirkulationsarealet. Ved sådanne rundkørsler skal der i stedet etableres et separat stisystem til disse trafikanter. Krydsning

af de enkelte vejgrene kan enten ske ude af niveau, ved signalregulering eller med vigepligten pålagt cyklisterne i tilbagetrukket stikrydsning, som beskrevet ovenfor.



*Figur 8.24 Eksempel på rundkørsel med separat stisystem, hvor stikrydsningerne er trukket væk fra rundkørslen. Cyklisterne er pålagt vigepligt i krydsningerne.*

En minirundkørsel kan anlægges på en hævet flade. Minirundkørslen bør ligeledes etableres uden cykelbaner og farvet cyklistafmærkning ("Evaluering af effekter af rundkørsler med forskellig udformning", Trafitec 2013).

## 8.6 Ensretningssystemer

Ensretning af gadesystemer kan forbedre trafikikkerheden, men ensretninger bør gennemføres under hensyntagen til såvel relevante trafikantgrupper som til det tilstødende vejnet.

Omveje for cyklister, stigende hastigheder eller flytning af trafik til mindre egnede veje (med højere ulykkesfrekvenser) kan være uønskede følgevirkninger - specielt til ulempe for de lette trafikanters sikkerhed.

Ensretningerne bør sædvanligvis kun gælde for biltrafikken. Ulemperne ved at tillade modkørende cyklister - med passende afmærkning og beskyttelse - er som regel mindre end ulemperne ved at påtvinge dem omveje eller at have dem kørende ulovligt mod ensretningen.

## 8.7 Kantstensparkering

Parkerede køretøjer påvirker trafikikkerheden på to måder:

- Der er fare for sammenstød mellem kørende køretøjer / lette trafikanter og parkerede eller manøvrerende biler
- Parkerede køretøjer kan begrænse oversigtsforhold og skjule fodgængere, cyklister eller andre køretøjer, der er på vej ud på kørebanen fra f.eks. fortov, kryds og udkørsler.

Generelt bør parkering og standsning (herunder af bustrafik) ske i frafarterne efter kryds. Placering af parkeringen i parkeringslommer i tilfarter til kryds eller før fodgængerovergange kan være en nødvendig og effektiv trafikikkerhedsforanstaltning, hvis parkering ikke kan undgås disse steder. Dog løser parkeringslommer ikke problemet med cyklister på cykelsti skjult bag parkerede biler ved kryds og adgange til ejendomme.



Figur 8.25 Eksempel på parkeringslommer, hvor afstanden mellem cykelstien og de parkerede biler reducerer risikoen for, at cyklisterne rammer åbne bildøre.

Samtidig kan åbnede bildøre i køretøjer i kantstensparkering og parkeringslommer udgøre en påkørselsrisiko.

## 9 VEJARBEJDER OG VEDLIGEHOLDELSE

Ved vejarbejder er det vigtigt at sikre såvel alle trafikantgrupper (inkl. færdselshandicappede) som vejarbejdere/servicepersonale bedst muligt.

### Vejarbejde

Ifølge vejregelhåndbogen "Afmærkning af vejarbejder m.m." omfatter vejarbejde "alle arbejder, som foregår på vejarealet, og arbejder under, over eller uden for vejarealet, der medfører større eller mindre indskrænkning i trafikens normale bevægelsesfrihed, eller som nødvendiggør større agtpågivenhed eller hensyntagen fra trafikanternes side."

Midlertidig rådighed over vejarealet sidestilles med vejarbejde i afmærkningsmæssig henseende.

Steder med vejarbejde bør betragtes som mulige ulykkeslokaliteter. Årligt registreres ca. 2 % af alle personskadeulykker på steder med vejarbejde (gennemsnit over 5 år). Ulykker kan især indtræffe, hvis trafikanter ikke får tilpasset deres hastighed til de ændrede trafikforhold ved vejarbejdsstedet og overraskes over uventede skift i vognbaneforløb mv.

Også omlægning af cykel- og knallertrafik kan medføre øget ulykkesrisiko, eksempelvis hvis omlægningen indebærer, at bilisterne overraskes over cyklisternes og knallerkørrernes placering på vejen. For alle trafikantgrupper gælder i øvrigt, at påkørsel af mangelfuldt afmærket afspærringsmateriel, udgravninger mv. kan medføre alvorlige personskader.

Derfor bør der ved tilrettelæggelse af vejarbejder tages nøje hensyn til vejreglerne for afmærkning af vejarbejder, herunder udarbejdes de nødvendige afmærkningsplaner.

### Bekendtgørelse om afmærkning af vejarbejder mv., § 7

Før et vejarbejde sættes i gang, skal der foreligge en plan for:

- 1) afmærkning af vejarbejdet, herunder om en evt. nedskiltning med lokal hastighedsbegrænsning skyldes hensynet til trafikanterne eller vejarbejdernes sikkerhed,
- 2) beskrivelse af beskyttelsesniveauer, jf. bilag 4,
- 3) tilsyn og vedligeholdelse, og
- 4) angivelse af adgangsveje til arbejdsstedet

Der skal være et eksemplar af ovennævnte planer på arbejdsstedet.

Stk. 2. Hvor vejarbejdet forestås af andre, skal afmærkningsplanen efter stk. 1 godkendes af Vejmyndigheden, inden arbejdet påbegyndes.

*Kilde: BEK nr. 1129 af 18. september 2013 og BEK nr. 1213 af 14. november 2014*

Man bør være meget opmærksom på, at den midlertidige afmærkning skal optræde markant tydelig i forhold til den permanente afmærkning.

Vejreglerne indeholder en række standard-afmærkningsplaner, der vil kunne anvendes direkte i mange tilfælde. Vejreglerne kan dog ikke altid give færdige løsninger – dertil er situationerne for forskellige.

Vejarbejder kræver tæt og hyppig overvågning, som også omfatter besigtigelser på stedet. Den midlertidige trafikregulering bør have indbygget tilstrækkelig fleksibilitet til at kunne tillade ændringer af trafikikkerhedsmæssige årsager – om nødvendigt med kort varsel.

#### **Bekendtgørelse om afmærkning af vejarbejder mv., § 19**

På dage, hvor der arbejdes, skal afmærkningen kontrolleres og vedligeholdes mindst to gange dagligt dog altid ved arbejdets begyndelse og ophør. På andre dage kontrolleres og vedligeholdes afmærkningen mindst én gang dagligt.

Stk. 2. På motorveje skal afmærkningen kontrolleres og vedligeholdes mindst to gange dagligt på alle dage.

Stk. 3. Kontrollen og vedligeholdelsen påhviler den, der forestår arbejdet.

*Kilde: BEK nr. 1129 af 18. september 2013*



*Figur 9.1 Eksempler på forkert/mangelfuld afmærkning af vejarbejder.*

Bygherren bør stille krav om, at kurset "Vejen som arbejdsplads" er gennemført på relevante trin af såvel interne som eksterne medarbejdere på arbejdsstedet.



Niels Juels Gade 13  
Postboks 9018  
1022 København K  
Telefon 7244 3333

[vd@vd.dk](mailto:vd@vd.dk)  
[vejdirektoratet.dk](http://vejdirektoratet.dk)

[vejregler@vd.dk](mailto:vejregler@vd.dk)  
[vejregler.dk](http://vejregler.dk)

EAN 9788793394261

