

HÅNDBOG

# RUNDKØRSLER I ÅBENT LAND

ANLÆG OG PLANLÆGNING

JANUAR 2019

Afventer ikrafttræden af bindende bestemmelser

**VEJ**REGLER

## FORORD

Denne håndbog omhandler projektering af rundkørsler i åbent land.

Håndbogen er en del af vejregelserien ”Udformning af veje og stier i åbent land”, som indeholder følgende håndbøger:

- Planlægning af veje og stier i åbent land + eksempelsamling
- Grundlag for udformning af trafikarealer
- Tracéring i åbent land
- Tværprofiler i åbent land
- Planlægning af vejkryds i åbent land
- Prioriterede vejkryds i åbent land
- Rundkørsler i åbent land
- Signalregulerede vejkryds i åbent land
- Toplanskryds i åbent land

Håndbogen er udført under vejregelgruppen, der i perioden havde følgende sammensætning:

- Ulrik Larsen, Vejdirektoratet (formand)
- Ulrich Bach, COWI (fagsekretær)
- Kenneth Kjemtrup, Vejdirektoratet
- Kristian Larsen Nørgaard, Vejdirektoratet
- Anne Eriksson, Vejdirektoratet
- Anne Marie Gejlager, Vejdirektoratet
- Jakob Brokholm Mortensen, Lemvig Kommune
- Stig V. Jeppesen, Sweco
- Anders Aagaard Poulsen, Rambøll
- Petra Schantz, Vejdirektoratet (projektleder fra vejregelsekretariatet)

Sweco var faglig rådgiver ved udarbejdelsen af håndbogen.

### *Omfang af revisionen i forhold til udgaven fra marts 2015*

Det er indarbejdet følgende væsentlige ændringer:

- I afsnit 1.1.2, pkt. 25, er skitse revideret, så cykelareal langs cirkulationsareal også indgår i oversigtsarealet.
- Afsnit 1.7 er omarbejdet til en mere positiv tilgang til 2-sporede rundkørsler. Der er også angives en basis-udformning. Desuden er specificeret mulige kombinationer af vejgrene med 2-sporede til- eller frafarter og 2-sporet cirkulationsareal.
- I underafsnit 2.1.2 er beskrivelsen om opsætning af kunstgenstande i rundkørslers midterø udbygget med en sikkerhedsmæssig vurdering som grundlag for beslutning om eventuel opsætning.
- I underafsnit 2.2.2 er tilføjet figur 2.7 og 2.8 med tabelværdier ud fra radius til midterøens begrænsningslinje i intervallet 20-30 m for sammenhængende værdier af radier i 2-sporede rundkørsler for cirkulationsarealets indre og ydre begrænsningslinjer ved forskellige kombinationer af dimensionsgivende og tilgængelighedskrævende typekøretøjer. Hertil er brugt et kørekurveprogram.
- I afsnit 3.1.4 er der udarbejdet 3 figurer for 2-sporede rundkørsler med anbefalede sammenhængende værdier for de dimensionerende centrale elementer og elementer i hver vejgren, gældende for hver af de 3 helletyper. Desuden er der rettet tabelværdier i figur 3.1.10 for 1-sporede rundkørsler med trompetheller.
- Brug af korrekt kantstensopspring i afsnit 3.2.4 er revideret og præciseret.
- Afsnit 5.4 er udbygget med mere specifikke anvisninger for shuntspor i rundkørsler.
- Der er tilføjet et nyt afsnit 5.5 om behov og udformning af holdepladser i frafarterne efter rundkørsler.
- I formel (5.1) og (5.2) er 3,6 rettet til  $3,6^2$ .

## INDHOLDSFORTEGNELSE

1	GRUNDLAG OG INDLEDENDE PROJEKTERING	5
1.1	Projekteringsforløb	5
1.2	Køretøjer	14
1.3	Ind- og udkørselshastighed	17
1.4	Rumlig placering af centrale elementer og vejgrene	18
1.5	Oversigt	28
1.6	Afvanding	28
1.7	2-sporede rundkørsler	30
2	RUNDKØRSLENS CENTRALE ELEMENTER	33
2.1	Midterø	33
2.2	Cirkulationsareal og tilhørende overkørselsareal	36
3	RUNDKØRSLENS VEJGRENE	42
3.1	Sekundærheller	42
3.2	Kørespor i til- og frafarter	57
4	VEJGRENENS TILSLUTNING	63
4.1	Tilslutningskanter	63
4.2	Overkørselsarealer ved tilslutningen	64
4.3	2-sporede tilslutninger	66
5	ØVRIGE TRAFIKAREALER	67
5.1	Buslommer	67
5.2	Cyklistarealer	69
5.3	Fodgængerarealer	70
5.4	Shuntspor	71
5.5	Holdeplads i frafarter	72
6	ØVRIGE VEJAREALER	73
6.1	Skille- og yderrabatter	73
7	VEJAFMÆRKNING OG -UDSTYR	74
7.1	Afmærkning	74
7.2	Belysning	85
7.3	Visuelt miljø og materialer	86
7.4	Øvrigt vejudstyr	91
	Appendiks	
	A Turbo rundkørsler	92

# 1 GRUNDLAG OG INDLEDENDE PROJEKTERING

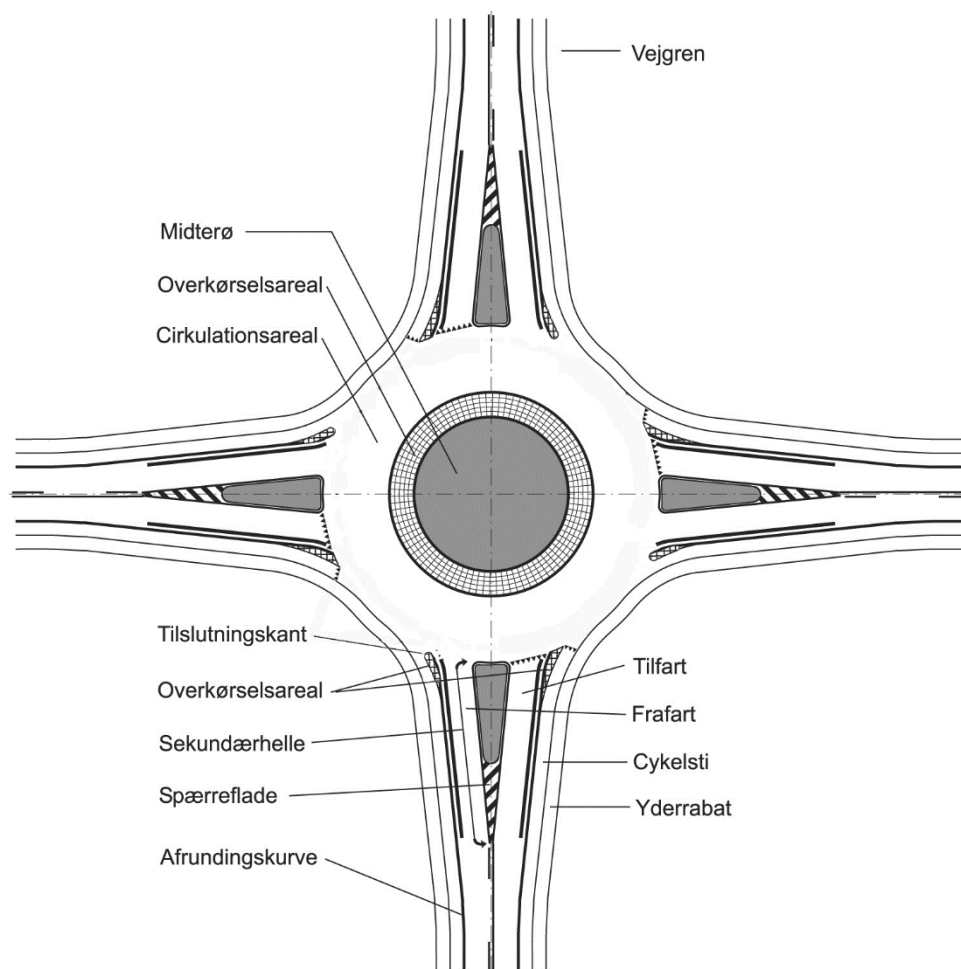
## 1.1 Projekteringsforløb

Dette afsnit omfatter en oversigt over nomenklaturen for en rundkørsel og en oversigtlig gennemgang af projekteringsforløbet.

### 1.1.1 Nomenklatur

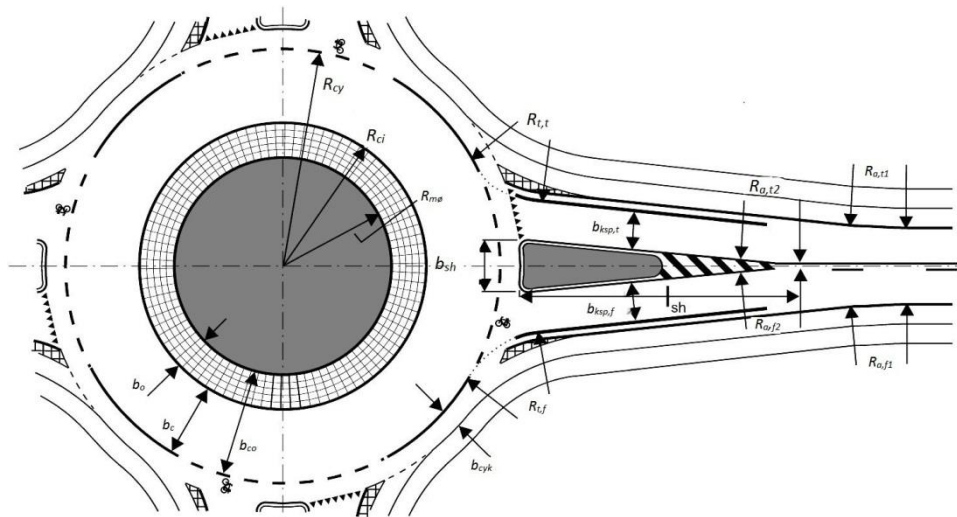
I Figur 1.1 er vist et forenklet billede af en rundkørsel med betegnelser for de fleste af de geometriske elementer, som kan indgå i en rundkørsel med cykeltrafik.

I en konkret rundkørsel kan der f.eks. af lokale årsager forekomme andre sammensætninger af elementer.



Figur 1.1 Betegnelser for elementer i en rundkørsel, principskitse.

Bestemmende horisontale mål for en 1-sporet rundkørsel og dens normale elementer er vist på Figur 1.2.



- $R_{cy}$  = radius til cirkulationsarealets ydre begrænsningslinje  
 $R_{ci}$  = radius til cirkulationsarealets indre begrænsningslinje  
 $R_{mø}$  = radius til midterøens begrænsningslinje  
 $R_{t,t}$  = radius til tilfartens tilslutningskant  
 $R_{a,t}$  = radius til tilfartens afrundingskurve  
 $R_{t,f}$  = radius til frafartens tilslutningskant  
 $R_{a,f}$  = radius til frafartens afrundingskurve  
 $b_{ksp,t}$  = bredde af tilfartssporet  
 $b_{ksp,f}$  = bredde af frafartssporet  
 $b_{co}$  = bredde af cirkulationsareal og overkørselsareal  
 $b_c$  = bredde af cirkulationsareal  
 $b_o$  = bredde af overkørselsareal  
 $b_{cyk}$  = bredde af cykelsti  
 $b_{sh}$  = bredde af sekundærhelle på bredeste sted  
 $l_{sh}$  = Længden af sekundærhelle

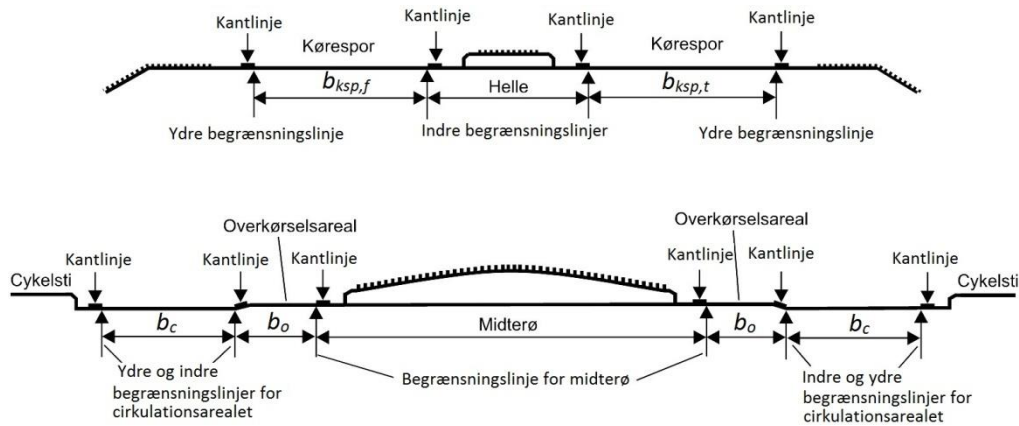
Figur 1.2 Parametre for elementer i en rundkørsel, principskitse.

Den geometriske konstruktion af en rundkørsel består først og fremmest i konstruktion af begrænsningslinjerne for køresporene. Derved fastlægges de arealer, der er til rådighed for trafikstrømmene.

I det følgende benævnes begrænsningslinjerne i køresporets venstre henholdsvis højre side, set i kørselsretningen for sporets indre henholdsvis ydre begrænsningslinje.

Midterø og sekundærheller fremkommer herefter som arealerne inden for eller mellem de indre begrænsningslinjer.

På Figur 1.1 og Figur 1.2 er begrænsningslinjerne vist med tyk streg, og på Figur 1.3 er vist placeringen i forhold til kantlinjerne.



Figur 1.3 Begrænsningslinjernes placering.

### 1.1.2 Projekteringsforløb

Det er en forudsætning for den geometriske udformning af en rundkørsel, at der forudgående er sket et valg af vejkrydstype, varianter, herunder om rundkørslen skal være 1- eller helt eller delvis 2-sporet, og elementer på baggrund af retningslinjerne i håndbogen "Fælles grundlag og planlægning for vejkryds i åbent land", 2018.

Endvidere at det er vurderet, om kravet til hældningen af fladerne gennem de centrale elementers perifericirkler og kravet til vejgrenenes længdegradienter, bedømt på et foreløbigt grundlag, se afsnit 1.4, fører til en rimelig indpasning af rundkørslen i terrænet.

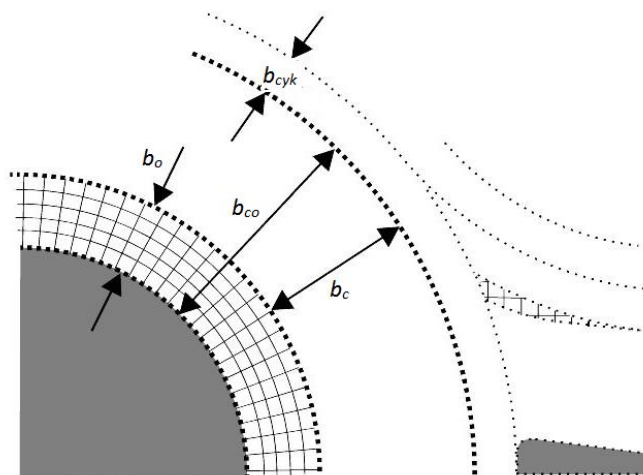
Projekteringen af en rundkørsel følger i princippet efterfølgende forenklede gengivelse af forløbet. I praksis vil en del af de omtalte aktiviteter finde sted samtidigt, og der vil forekomme flere tilfælde af tilbagekobling end angivet.

1. Valg af dimensionsgivende køretøjer, der skal kunne cirkulere om midterøen og foretage ind- og udkørsel mellem cirkulationsarealet og til- og frafarterne på vejgrenene uden brug af overkørselsarealer (afsnit 1.2).

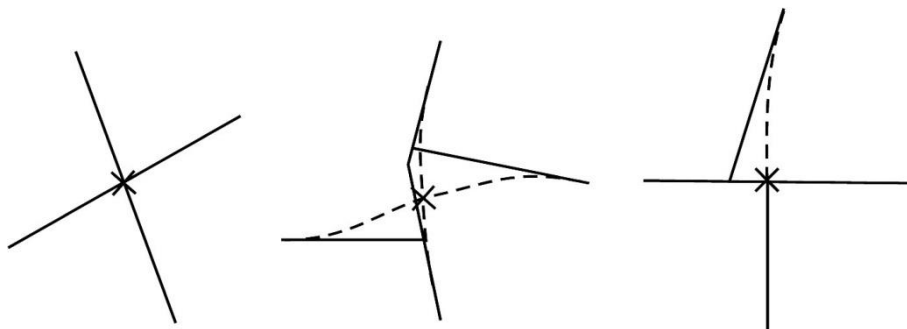
Valg af tilgængelighedskrævende køretøjer, der skal kunne passere uden om midterøen og foretage ind- og udkørsel mellem cirkulationsarealet og til- og frafarterne på vejgrenene ved brug af overkørselsarealer (afsnit 1.2).

For 2-sporede rundkørsler skal der tages stilling til, hvilke køretøjer der samtidigt skal kunne køre ved siden af hinanden på 2-sporede trafikarealer (afsnit 1.2).

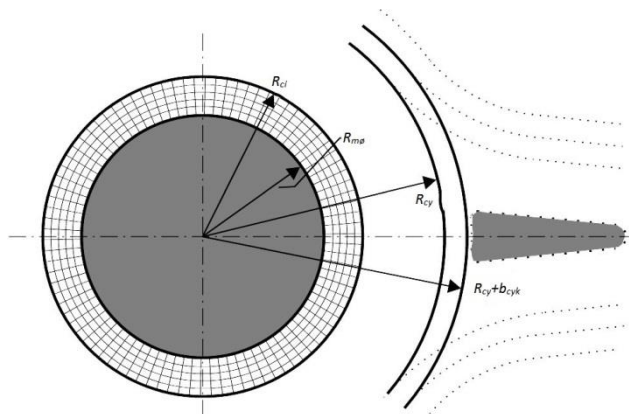
2. I rundkørsler, hvor der er kapacitetsmæssigt behov for 2-sporet tilfart, gennemføres særlige beregninger af fordelingen af trafikstrømme (afsnit 1.7).
3. Valg af planlægnings hastighed på fri strækning uden for til- og frafarts-området. Dette bør normalt ske i planlægningsfasen, se håndbogen "Fælles grundlag og planlægning for vejkryds i åbent land", 2018.
4. Bestemmelse af midterøens størrelse og af bredder af cirkulationsareal i forhold til, om det skal være 1-sporet eller helt eller delvist 2-sporet, af eventuelt overkørselsareal og af eventuelt cyklistareal (afsnit 2.1, 2.2 og 5.2).



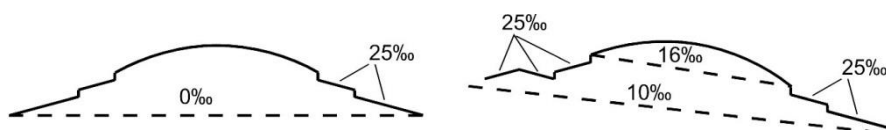
5. Placering af midterøens centrum i forhold til tilslutningen mellem vejmidterlinjerne for hver vejgren (afsnit 1.4).



6. Optegning af koncentriske cirkler som begrænsningslinjer for midterø, eventuelt overkørselsareal, cirkulationsareal og eventuelt cyklistareal (afsnit 2.1, 2.2, og 5.2).



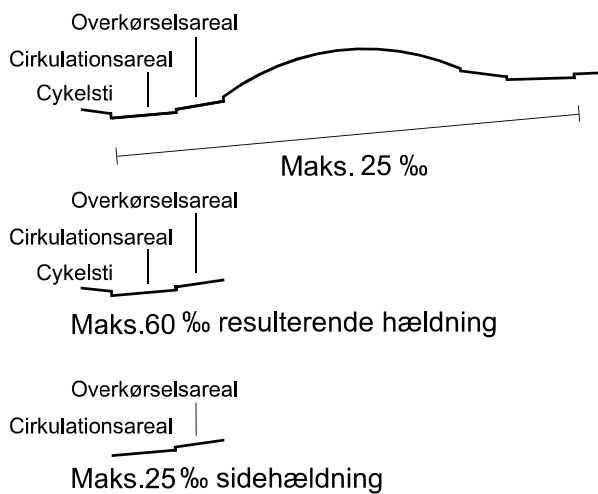
7. Bestemmelse af hældningen af de centrale elementer (afsnit 1.4).



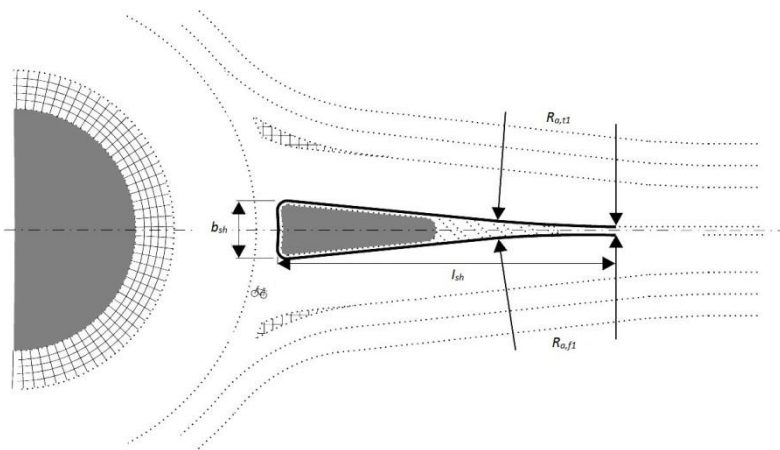


8. Optegning af tværprofiler gennem de centrale elementer til kontrol af, at disse kan indpasses i terrænet ved rimelig afgravning eller påfyldning, idet der, se i øvrigt pkt. 14, tages hensyn til:
- maksimal hældning af fladen gennem cirkulationsarealets ydre begrænsningslinje
  - maksimal resulterende hældning af alle færdselsarealer
  - maksimal sidehældning af cirkulations- og overkørselsarealer
  - oversigt fra cirkulationsareal henover de centrale elementer.

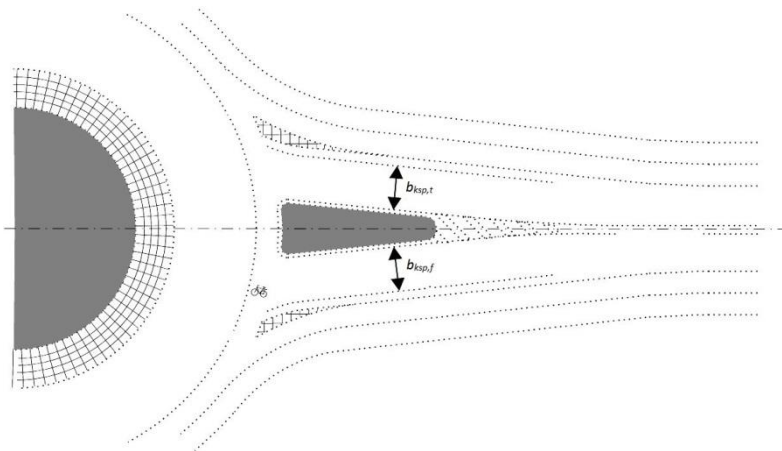
Hvis kravene ikke kan opfyldes, genoptages proceduren fra pkt. 3, idet der ændres på placeringen – horisontalt og/eller vertikalt – af de centrale elementer, som hindrer opfyldelsen af disse krav.



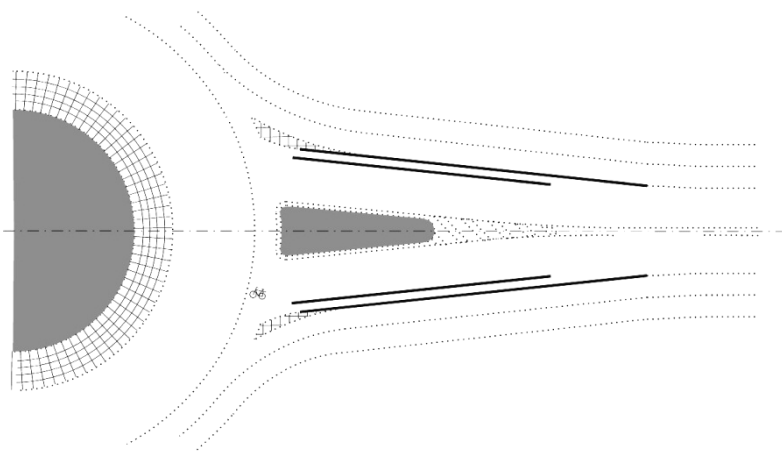
9. Opgørelse af behovet for og placering af færdsels- og vejvisningstavler, kørebaneafmærkning, belysning, beplantning, øvrigt vejudstyr og andre faste genstande på midterøen og langs rundkørselens ydre afgrænsning.
10. Fastlæggelse af hver sekundærhelles funktioner (afsnit 3.1), herunder placering af færdsels- og vejvisningstavler, belysning, beplantning og øvrigt vejudstyr (afsnit 7.1 – 7.4).
11. Fastlæggelse af hver sekundærhelles dimensioner i forhold til størrelsen af de centrale elementer og konstruktion af hellernes begrænsningslinjer, normalt symmetrisk omkring vejgrensningens midterlinje (afsnit 3.1).



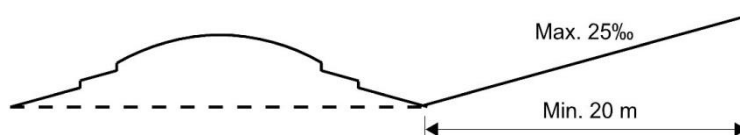
12. Bestemmelse af bredderne af tilfarten og frafarten (afsnit 3.2).



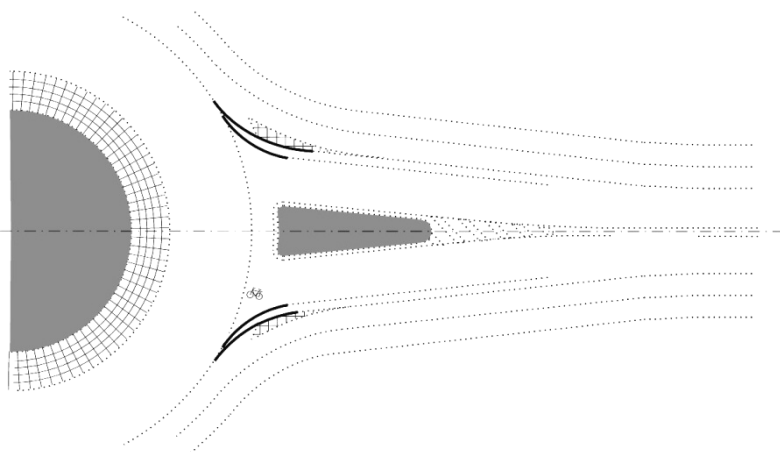
13. Bestemmelse af arealbehov for de tilgængelighedskrævende køretøjer og for de dimensionsgivende køretøjer ved indkørsel til og udkørsel fra cirkulationsarealet. Bestemmelsen sker ved hjælp af et kørekurveprogram eller arealbehovskurver med et tillæg, så afvigelser fra den optimale kørselsmanøvre kan tolereres (afsnit 3.2).
14. Konstruktion af ydre begrænsningslinjer i hver til- og frafart på grundlag af valgte bredder af kørespor og arealbehovene for de dimensionsgivende køretøjer (afsnit 3.2).



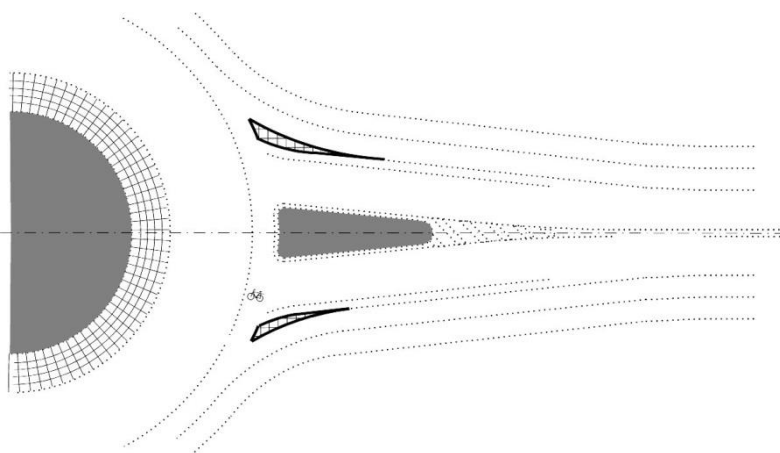
15. Fastlæggelse af hældninger og længdegradienter for hver til- og frafart (afsnit 1.4).



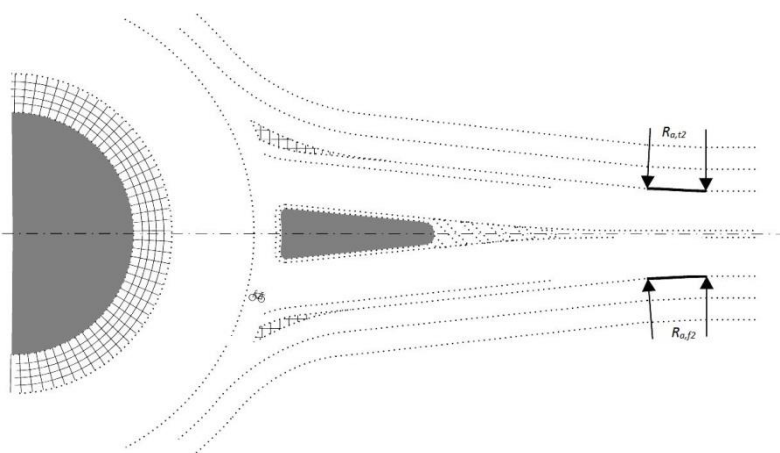
16. Konstruktion af tilslutningskanter mellem cirkulationsarealets ydre begrænsningslinje og de ydre begrænsningslinjer for hver til- og frafart på grundlag af arealbehovene for de dimensionsgivende køretøjer (afsnit 4.1).



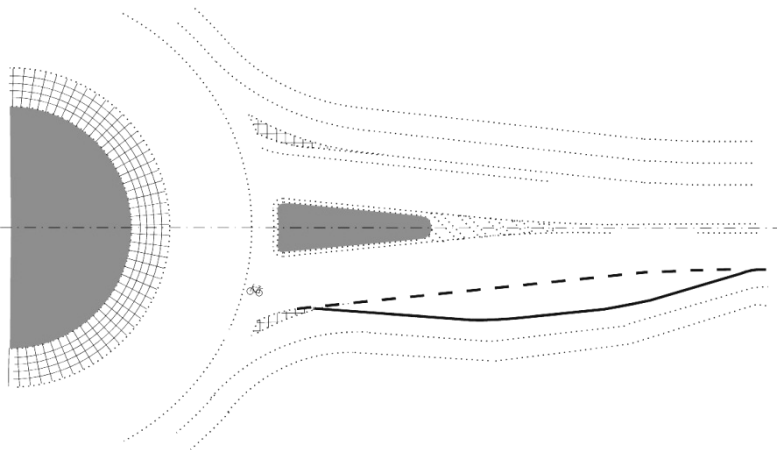
17. Konstruktion af eventuelle overkørselsarealer langs hver til- og frafart på grundlag af forskellen mellem arealbehovene for de dimensionsgivende og de tilgængelighedskrævende køretøjer. Endvidere konstruktion af eventuelt overkørselsareal til begrænsning af de hastighedsmaksimerede køretøjers fart (afsnit 4.2 og 4.3 samt afsnit 1.2 og 1.3).



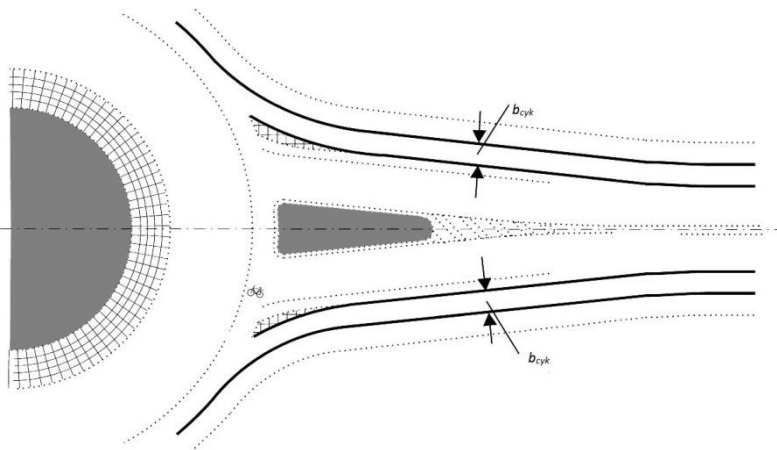
18. Fastlæggelse for hver vejgren af kurveforløbet i overgangen mellem fri strækning og til- og frafartsområdet i form af størrelse af afrundingsradier og kurvelængde (afsnit 3.1).



19. Konstruktion af eventuel buslomme langs køresporets frafart (afsnit 5.1).



20. Konstruktion af eventuel cykelsti langs til- og frafarter (afsnit 5.2).

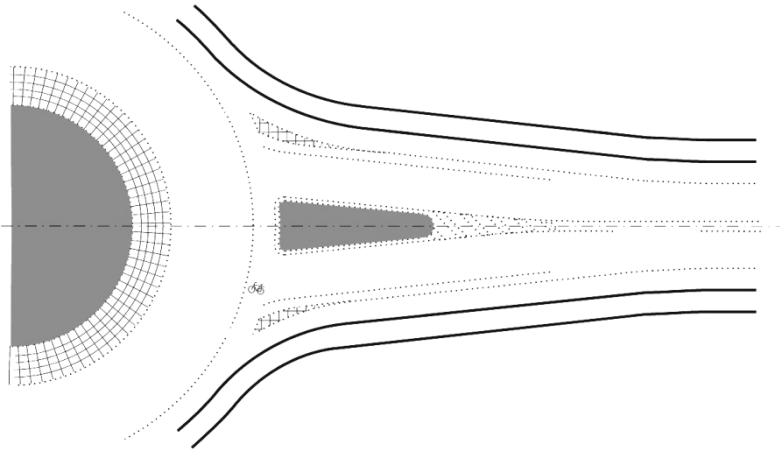


21. Optegning for hver vejgren af længde- og tværprofiler af til- og frafartsspor, af eventuel cykelsti, af overgangsstrækning samt af eventuel buslomme til kontrol af, om disse elementer ved rimelig afgravning eller påfyldning kan indpasses i terrænet, idet der tages hensyn til (afsnit 1.4 og 1.5):

- maksimal længdegradient for vejgrene
- maksimal resulterende hældning af alle trafikarealer
- tilslutning mellem vejgrenens længdeprofil og cirkulationsarealet
- oversigt fra tilfart til forrige tilfart og til den del af cirkulationsarealet, der ligger til venstre for tilfarten.

Hvis kravene ikke kan opfyldes, genoptages proceduren fra pkt. 9, eventuelt pkt. 3, hvis der også skal ændres ved de centrale elementer, idet der ændres på placeringen – horisontalt og/eller vertikalt – af de elementer, som hindrer opfyldelsen af disse krav.

22. Konstruktion af eventuelle fodgængerarealer og af yderrabatter.

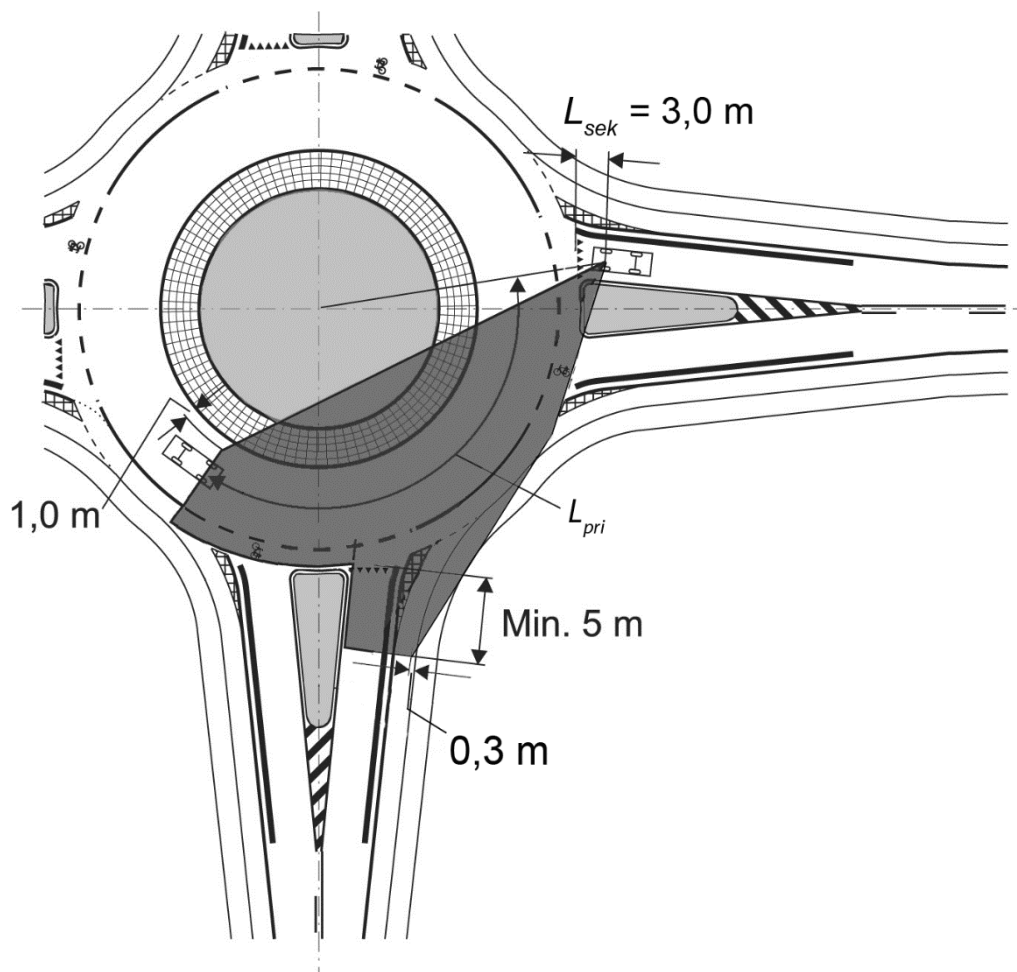


23. Dimensionering og placering af vejdstyr, se pkt. 8, så krav til læse- og observationsafstande er opfyldte (afsnit 1.5 og 7.1 – 7.4 ).

Hvis disse krav ikke kan opfyldes, genoptages proceduren fra pkt. 9, eventuelt pkt. 3, hvis der også skal ændres ved de centrale elementer, idet der ændres på forudsætninger, type, dimensioner og/eller placering af de elementer, som hindrer opfyldelsen af disse krav.

24. Optegning af højdekurveplan og kontrol af afvanding (afsnit 1.6).
25. Detaljeret fastlæggelse af oversigtsarealer og kontrol af, at krav til oversigt fra tilfart og fra cirkulationsareal er opfyldte (afsnit 1.5).

Hvis oversigtskravene ikke kan opfyldes, genoptages proceduren fra pkt. 8, eventuelt pkt. 3, hvis der også skal ændres ved de centrale elementer, idet der ændres på forudsætninger, type, dimensioner og/eller placering af de elementer, som hindrer opfyldelsen af disse krav.



26. Æstetisk bearbejdning af projektet og valg af materialer (afsnit 7.3).
27. Samlet helhedsbedømmelse af, om der er overensstemmelse mellem vejudstyrets informationer og den geometriske udformning, især i 2-sporede rundkørsler.

Hvis denne overensstemmelse ikke er til stede, genoptages proceduren fra pkt. 3, idet der ændres på forudsætninger, type, dimensioner og/eller placering af de elementer, som skaber uoverensstemmelsen.

## 1.2 Køretøjer

Typekøretøjerne samt køretøjernes køremåde (A eller B) og arealbehov, opdelt i sporareal og friareal, fremgår af håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer", 2018, kapitel 6, i vejregelserien "Fælles for by og land". Heri er også beskrevet de sikkerhedsmæssige følger af valget af køremåde, og hvorledes der fremskaffes viden om hvilke køretøjer, der kan forventes at foretage svingmanøvrer i rundkørslen.

Valget af køretøj for dimensionering af vejkrydstyperne er generelt beskrevet i håndbogen "Fælles grundlag og planlægning for vejkryds i åbent land" 2018, kapitel 14.

I dette afsnit suppleres med bemærkninger om valg af køretøjer og anvendelse af et kørekurveprogram eller arealbehovskurver i rundkørsler.

### 1.2.1 Valg af køretøj

Valg af køretøj vedrører cirkulationen i den centrale del og ind- og udkørsel ad vejgrenene.

Som grundlag for fastlæggelse af geometrien i en rundkørsel i basis-udformningen benyttes normalt følgende køretøjer:

- Sættevogntoget som dimensionsgivende køretøj, der skal kunne gennemkøre rundkørslen uden brug af overkørselsarealer.
- Specialkøretøjet som tilgængelighedskrævende køretøj, der skal kunne gennemkøre rundkørslen ved anvendelse af overkørselsarealer. Specialkøretøjet kan være læsset med bredere og lavthængende last.
- Personbilen som hastighedsmaksimeret køretøj i forhold til den maksimale hastighed, som det ud fra et komfortkriterium i en personbil er muligt at køre ind i eller ud af cirkulationsarealet med inden for begrænsningslinjerne.

Landbrugskøretøjer anvendt mellem avlsgård og mark kan være op til 4,3 m brede.

Typekøretøjet for sættevogntog er mere arealkrævende ved cirkulation i en rundkørsel end typekøretøjet for busser med længden 12 m og praktisk taget lige så arealkrævende som busser med længden 13,7 m (kræver vejmyndighedens tilladelse lige som busser med en længde på 15 m til kørsel i rute). Busser med længden 13,7 og 15 m bus fylder op til 0,4 m mere i bredden i begge sider, når de svinger.

På mindre veje kan typekøretøjet for busser med længden 12 m anvendes som dimensionsgivende køretøj. Det tilgængelighedskrævende køretøj vil da normalt være typekøretøjet for sættevogntog eller for busser med længden 13,7 m. Sidstnævnte skal antageligt så bruge overkørselsarealet. Det medfører dårlig passagerkomfort og accepteres ikke af alle trafikselskaber, hvilket kan afstedkomme ruteomlægninger.

Andre specialkøretøjer end det, der er defineret som typekøretøj, kan være tilgængelighedskrævende afhængigt af lokale behov, f.eks. adgang til/fra havne eller særlige virksomheder i nærheden af rundkørslen. På Fremkommelighedsvejnettet, der er udmeldt af vejmyndighederne til omfangsrige transporter, skal køretøjer med læs på  $B \cdot H \cdot L = 5 \text{ m} \cdot 4,5 \text{ m} \cdot 50 \text{ m}$  principielt kunne komme frem.

Eventuelle transporter med bredere eller længere læs bør kunne passere rundkørslen ved at trække ud over rabatter eller heller, eventuelt midterøen.

Det dimensionsgivende køretøj i en rundkørsel kan have så stort arealbehov ved cirkulation og ved ind- og udkørsel, at mindre køretøjer kan foretage de samme manøvrer med væsentligt højere hastighed end ønsket. For at begrænse hastigheden er det i så fald relevant at etablere overkørselsarealer (afsnit 4.2) inden for de fastlagte kørespor for det dimensionsgivende køretøj, som derved kommer til at passere over disse overkørselsarealer. I de pågældende tilfælde vælges der altså et hastighedsmaksimeret køretøj til fastlæggelse af begrænsningslinjen for overkørselsarealet.

Det er vigtigt at foretage en nøje afvejning mellem hensynet til trafiksikkerhed og køretøjernes fremkommelighed.

Valget af køretøj kan systematiseres ved anvendelse af skemaet i Figur 1.4, der omfatter samtlige kombinationer af kørselsmanøvrer fra indkørsel til udkørsel og for cirkulation herimellem. Der anvendes ét skema for de dimensionsgivende køretøjer og ét for de tilgængelighedskrævende køretøjer.

I hver celle i skemaet angives hvilket køretøj, som er dimensionsgivende eller tilgængelighedskrævende fra den relevante tilfart til den relevante frafart på vejgrene 1, 2, 3 ..... Herved tages der også højde for U-vendinger.

Tilfarter	Frafarter				
	F1	F2	F3	...	...
T1					
T2					
T3					
...					
...					

Figur 1.4 Skema til brug ved systematisk udpegning af dimensionsgivende og tilgængelighedskrævende køretøjer.

Der gøres opmærksom på, at ved passage af en rundkørsel kan der være forskel på arealbehovet ved udveksling af trafik med dimensionsgivende og tilgængelighedskrævende køretøjer mellem to vejgrene i hver sin retning. Det gælder f.eks., hvis der køres med lang last i den ene retning og uden last i den modsatte retning eller, hvis en bus ikke benytter samme rute i hver sin retning.

Når dele af trafikarealerne i en rundkørsel er 2-sporede, skal der tages stilling til, hvilke typekøretøjer der skal kunne køre ved siden af hinanden. Normalt er sandsynligheden for passagen af det tilgængelighedskrævende køretøj, som godt kan overskride begrænsningen af sit eget kørespor, samtidig med et andet arealkrævende køretøj i nabosporet yderst beskeden, især i spidstimerne. Men der kan forekomme situationer i rundkørsler, f.eks. nær færgehavne eller på vejnettet for modulvogntog, hvor samtidig forekomst gør det nødvendigt at dimensionere således, at det tilgængelighedskrævende køretøj kan køre ved siden af et andet arealkrævende typekøretøj, f.eks. en lastbil, på det 2-sporede trafikareal.

Også i 2-sporede rundkørsler kan et tilsvarende skema som vist i Figur 1.4 anvendes, når hver række og hver kolonne underopdeles i 2 dele, gældende for højre og venstre kørespor.

For kombinationer af køremåde og hastighed henvises til håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer", 2018, kapitel 6, i vejregelserien "Fælles for by og land".

Køremåde B kan ikke benyttes ind i rundkørslen fra det venstre kørespor i 2-sporet rundkørsler, da trafikanten i det højre kørespor kan blive klemt. Ved udkørsel kan køremåde B derimod godt benyttes ved udkørsel fra det venstre kørespor, da trafikanten i forvejen her vigepligtigt for trafikanten i den højre kørespor.

### 1.2.2 Overkørselsarealer generelt

Overkørselsarealer kan etableres:

- mellem midterø og cirkulationsareal, se afsnit 2.2



- i højre eller venstre side af hver enkelt til- og frafart ved tilslutningen til cirkulationsarealet, se afsnit 4.2.

Overkørselsarealer etableres, når:

- de tilgængelighedskrævende køretøjer har et arealbehov, der ved køremåde B er større end arealbehovet for det dimensionsgivende køretøj, når dette kører med en hastighed på mindre end eller lig 15 km/h
- det hastighedsmaksimerede køretøj kører hurtigere end ønsket.

Overkørselsarealet bør være mindst 1,0 m bredt på sit bredeste sted, idet der i stedet etableres en kantbane, hvis behovet er mindre, se afsnit 3.2.1 og 3.2.2.

### 1.2.3 Anvendelse af et kørekurveprogram eller arealbehovskurver

Et kørekurveprogram eller arealbehovskurven gældende for det valgte køretøj anvendes til at fastlægge begrænsningslinjerne i begge sider af køresporet (ved cirkulation og ind- og udkørsel), afhængigt af om der dimensioneres efter sporareal eller friareal. Det er vigtigt, at køretøjet placeres, som en chauffør placerer det, og at kørekurveprogrammet har den rigtige ratdrejningshastighed. I modsætning til CAD-konstruktøren opleves passagen af en rundkørsel af en chauffør horisontalt, hvor også spejle bruges, og chaufføren skal yderligere være opmærksom på anden trafik. For at skabe plads til mindre afvigelser fra den teoretiske kørselsmanøvre tillægges dette et bevægelses-spillerum på 0,30 m i begge sider for det valgte køretøj. Hvis sættevogntog er dimensionsgivende køretøj, kan der være arealtillæg at tage hensyn til, se håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer", 2018, i vejregelsereien "Fælles for by og land" afsnit 6.2.1.

Hvor det anses for nødvendigt at etablere et overkørselsareal, fastlægges først begrænsningslinjerne ved hjælp af et kørekurveprogram eller arealbehovskurven gældende for det køretøj, som skal kunne foretage svingmanøvren ved brug af overkørselsareal. Herefter fastlægges tilsvarende begrænsningslinjer for det køretøj, som skal kunne foretage svingmanøvren uden brug af overkørselsareal. Arealforskellen mellem disse to sæt begrænsningslinjer udgør overkørselsarealet, se afsnit 4.2.

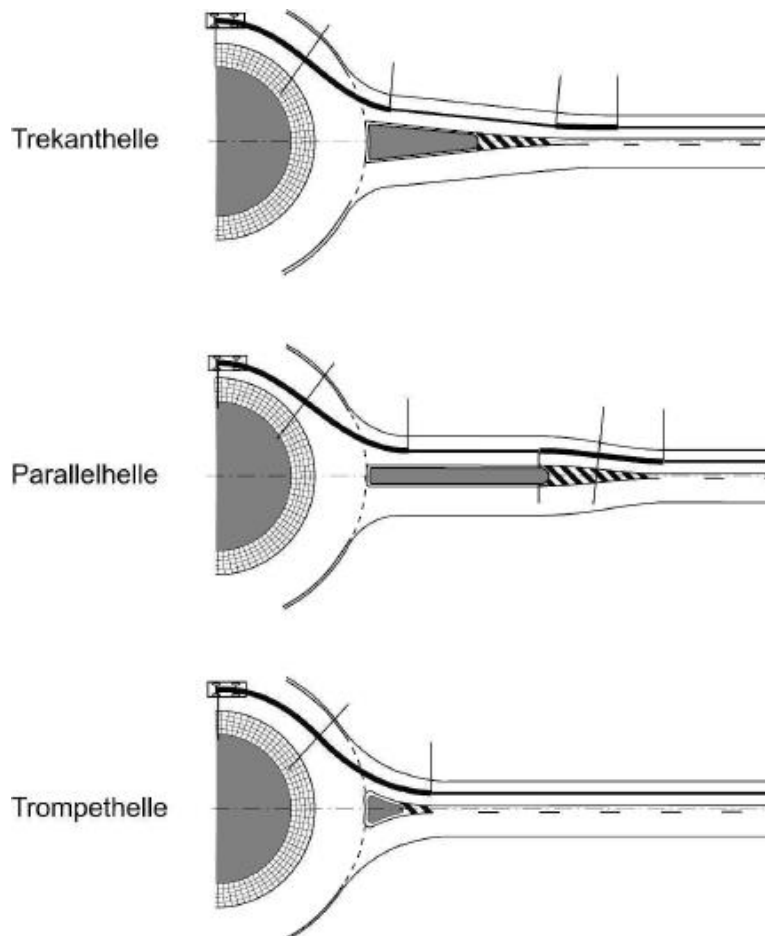
## 1.3 Ind- og udkørselshastighed

Dette afsnit omhandler fastsættelse af ind- og udkørselshastighed i tilslutningen mellem cirkulationsareal og hver enkelt til- og frafart. Denne fastsættelse er sikkerhedsmæssigt betinget for at formindske risikoen for uheld og deres alvorlighed, se håndbøgerne "Grundlag for udformning af trafikarealer", 2018, i vejregelsereien "Fælles for by og land" og "Fælles grundlag og planlægning for vejkryds i åbent land", 2018.

Ind- og udkørselshastighed ved tilslutningen mellem cirkulationsareal og hver enkelt til- og frafart er mindre end eller lig med 30 km/h. Hvis der ikke er cykel- eller fodgængertrafik på tværs af en frafart, kan der vælges en udkørselshastighed op til 50 km/h.

Ind- og udkørselshastighed svarer til den maksimale hastighed for en personbil, som er det hastighedsmaksimerede køretøj, og som det ud fra et komfortkriterium er muligt at køre ind i eller ud af cirkulationsarealet med i forhold til begrænsningslinjerne. Den maksimale hastighed bestemmes således af udformningen af tilslutningen mellem cirkulationsarealet og hver enkelt til- og frafart, idet det kurvede forløb er afgørende for komforten. Denne er bestemt af sideaccelerationen.

Hastighedsprofilen for et køretøj, der passerer rundkørslen, er imidlertid i øvrigt påvirket af udformningen af sekundærhellen, se Figur 1.5, hvor de kurvede forløb, der påvirker hastigheden, er markerede.



Figur 1.5 Hastighedsdæmpende kurveforløb i tilfarten til en rundkørsel, principskitser.

Ved anvendelse af en trekanthelle påvirkes køretøjets hastighed af et retningskift (vinkeldrejning) mod højre ved overgangen fra den frie strækning. Ved anvendelse af en parallelhelle påvirkes hastigheden af et S-formet retningskift (to vinkeldrejninger) ved overgangen fra den frie strækning. Ved anvendelse af en trompethelle glider køretøjet tangentielt ind i en kurve, der fører køretøjet frem til rundkørselens centrale del.

Hastighedsmålinger har vist, at basis-udformningen af en rundkørsel med en midterøradius på (mindst) 10 m giver ind- og udkørselshastigheder for biltrafik på 25 – 30 km/h, også gennem cirkulationsarealet.

#### 1.4 Rumlig placering af centrale elementer og vejgrene

Dette afsnit indeholder en beskrivelse af placeringen af rundkørselens centrale elementer og vejgrene såvel horisontalt som vertikalt i forhold til hinanden og i forhold til terrænet.

Overordnet for rundkørselens placering er det vigtigt, at trafikanterne kan:

- opfatte rundkørselens tilstedeværelse i tide, herunder at de nærmer sig en rundkørsel og ikke en anden krydstype og tilpasse hastigheden herefter
- erkende vigepligtsforholdene og de andre trafikanter, som de har vigepligt overfor
- orientere sig om, i hvilken vejgren udkørsel skal ske.

Rundkørselens placering gennemgås på to niveauer:

- Overordnet niveau med hensyn til placering af centrum og vejgrene, se afsnit 1.4.1, og erkendelse af rundkørslen, se afsnit 1.4.2
- Detaljeret niveau med hensyn til vertikale forhold og synlighed af afmærkning inden for krydsområdet, se afsnit 1.4.3.

#### **1.4.1 Placering af centrum**

Placeringen af rundkørselens centrum afhænger af forløbet af vejgrenenes midterlinjer.

Rundkørselens centrum bør normalt placeres i vejmidterlinjernes skæringspunkt.

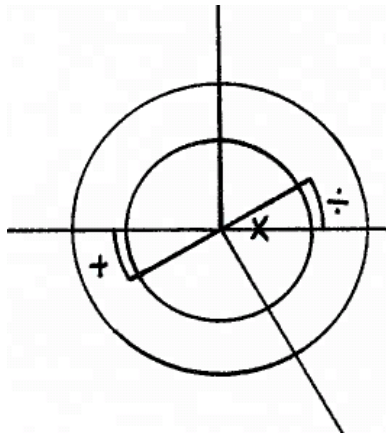
Dette er umiddelbart muligt i 4-grenede rundkørsler, hvor vejgrenene to og to ligger i forlængelse af hinanden og, hvor alle vejmidterlinjer er retlinjede. Det gælder også i 3-grenede rundkørsler, hvor to af vejgrenene ligger i forlængelse af hinanden og hvor alle vejmidterlinjer er retlinjede, se dog Figur 1.7.

Grundlaget for placering af midterøens centrum er, at forsætning ved ind- og udkørsel bør være ens og, at der bør være samme forsætning ved gennemkørsel i de to retninger. Hvis forsætningen er større ved udkørsel end ved indkørsel, er der risiko for, at gennemkørende bilister i cirkulationsarealet overraskes med risiko for ulykker, fordi de skal nedsætte deres hastighed.

Herudover placeres midterøen, så midterøen lukker vejrummet, og så der ikke kan ses veje på den anden side af rundkørslen.

#### **Knæk mellem vejmidterlinjer**

Hvis to vejgrenes midterlinjer er tilsluttet hinanden i et knæk vil en placering af midterøens centrum i midtlinjernes skæringspunkt medføre at gennemkørende trafik mellem disse to vejgrene opnår større forsætning i den ene retning end i den anden. Derfor bør midterøens centrum i denne situation ikke placeres i selve knækpunktet, men forskudt mod den side i forhold til vejmidterlinjerne, hvor den mindste vinkel er, se Figur 1.6. Forskydningen af centrum bør være så stor, at der bliver nogenlunde ens forsætning ved gennemkørsel i hver af de to retninger.

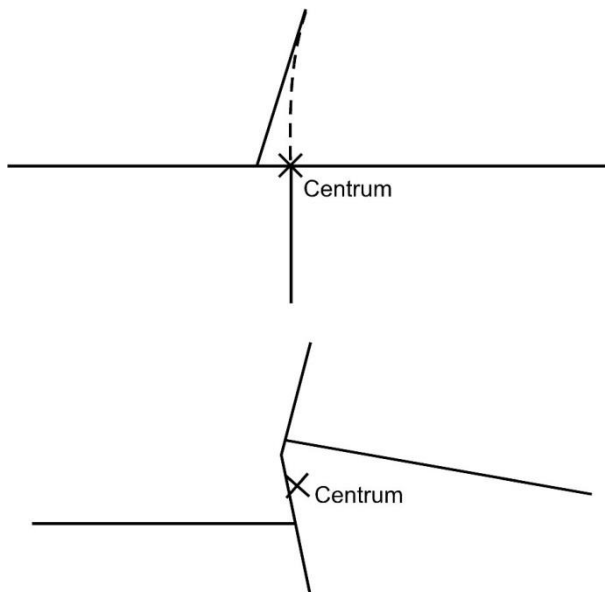


Figur 1.6 Forskydning af rundkørsels centrum (markeret med X), når to vejgrenes midterlinjer mødes i et knæk.

### Vejmidterlinjer uden fælles skæringspunkt

Ved ombygning af et eksisterende kryds til en rundkørsel, hvor de eksisterende vejmidterlinjer ikke har et fælles skæringspunkt, er det nødvendigt at forlægge en eller flere af de tilsluttede veje for at opnå et fælles skæringspunkt for vejgrenenes midterlinjer, se Figur 1.7 øverst.

Ved forlægninger af vejgrene bør der imidlertid ikke anvendes skarpe kurver i tilfarten, der begrænser oversigten frem mod rundkørslen. Der bør i denne forbindelse anvendes cirkelbuer med så store radier, at hver vejgrens tilfart mindst sikres stopsigt til vigepligtstavlen B 11, ubetinget vigepligt.



Figur 1.7 Placeringer af rundkørsels centrum i forhold til vejmidterlinjer uden fælles skæringspunkt.

Hvis midterlinjerne ikke kan bringes til at skære hinanden i samme punkt på tilfredsstillende måde, bør midterøens centrum placeres midt mellem de forskellige skæringspunkter, se Figur 1.7 nederst.

### Vejmidterlinje med horisontalkurve

Når en rundkørsel anvendes på en vej, hvis midterlinje gennem krydsområdet er en horisontalkurve med stor radius (anbefalet minimum 1000 m), placeres midterøens centrum på selve midterlinjen.

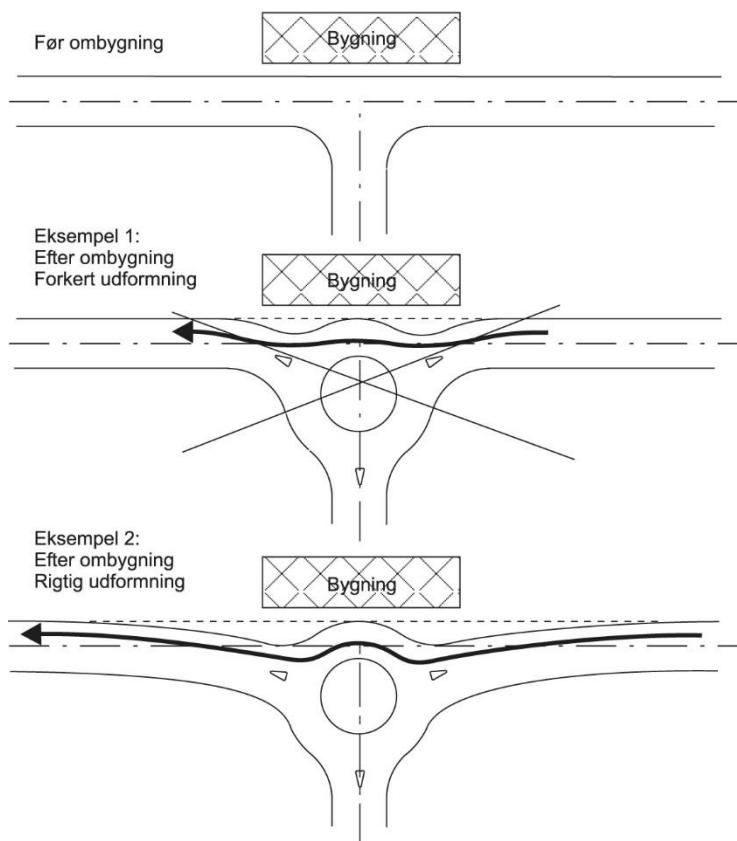
Ved væsentligt mindre kurveradier (mindre end 250 m) vil der være behov for at forskyde centrum i forhold til vejmidterlinjen for at opnå ens forsætning ved gennemkørsel i hver af de to retninger. Af hensyn til erkendelse af rundkørslen frarådes det dog at placere rundkørsler på veje med så små kurveradier.

### 3-grenede rundkørsler med begrænsede udvidelsesmuligheder

Hvis der ved ombygning af et T-kryds til en 3-grenet rundkørsel, hvor der på grund af lokale forhold ikke er muligt at placere rundkørselens centrum i skæringspunktet mellem de eksisterende vejmidterlinjer, er det vigtigt at forlægge rundkørselens centrum, så ind- og udkørselshastigheden på højst 30 km/h kan opfyldes.

I Figur 1.8, Eksempel 1, er vist en løsning med en utilstrækkelig forsætning af den gennemkørende trafik i den ene retning på den gennemgående vej. Personbiler i denne retning vil kunne passere gennem rundkørslen med væsentlig højere hastighed end ind- og udkørselshastigheden på højst 30 km/h.

I Figur 1.8, Eksempel 2, er vist en løsning, der vil give en tilstrækkelig forsætning af den indkørende trafik fra alle tre retninger i forhold til en indkørselshastighed på højst 30 km/h.



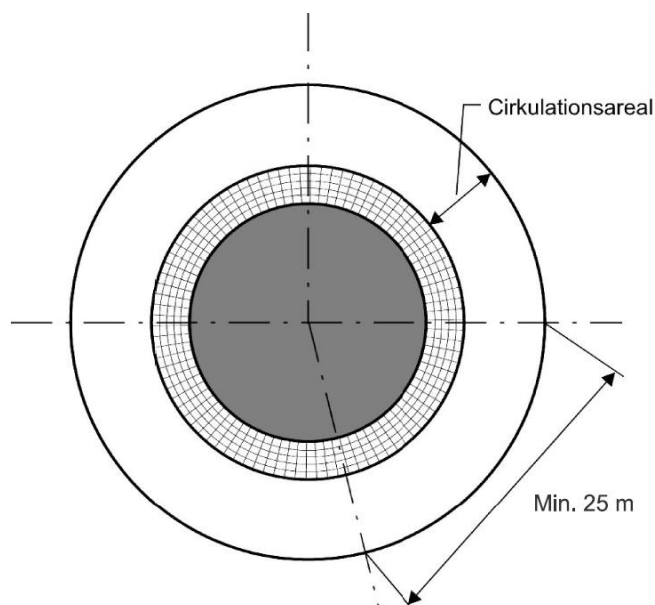
Figur 1.8 Eksempel på ombygning af T-kryds til excentrisk beliggende rundkørsel.

### Mindste afstand mellem vejmidterlinjer

Afstanden mellem to nabo vejgrenenes midterlinjer, målt retlinjet mellem midterlinjernes skæringer med cirkulationsarealets ydre begrænsningslinje, bør være så stor, at det dimensionsgivende køretøj, som ikke benytter overkørselsarealer, kan udføre "højresving" fra en tilfart til den efterfølgende frafart.

Dog bør afstanden så vidt muligt også være så stor, at det tilgængelighedskrævende køretøj kan foretage ovennævnte "højresving". Hvis dette ikke lade sig gøre, må sidstnævnte køretøj udføre en ekstra cirkulation før udkørsel ad den pågældende frafart.

Afstanden bør være mindst 25 m i både 1- og 2-sporede rundkørsler, se Figur 1.9, ifølge en dansk undersøgelse af sikkerhedseffekterne i rundkørsler fra 2013 (og højst 40 m) for at sikre tilstrækkelig stor afstand mellem de ind- og udkørende trafikstrømme. Afstanden bør dog tilpasses, at "højresvingende" fra en tilfart til den efterfølgende frafart ikke får for høje hastigheder ved at kunne gennemføre dette kørselsforløb efter en enkelt kurve med for stor radius.



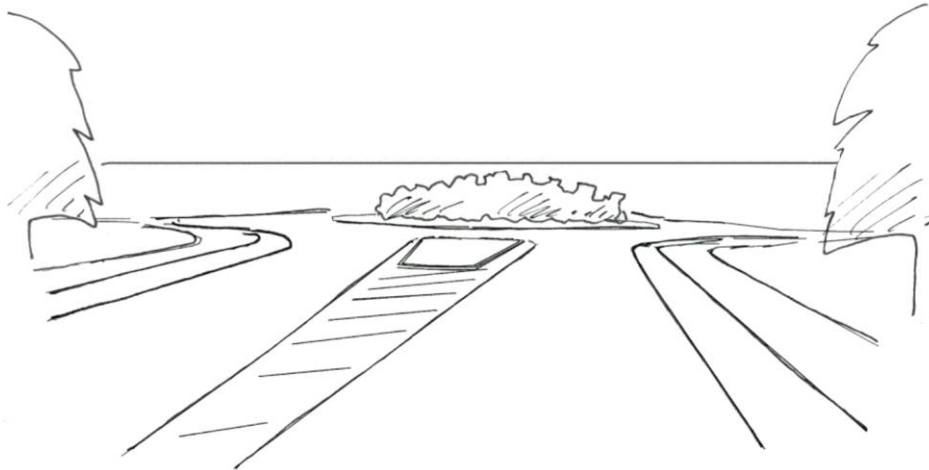
Figur 1.9 Mindste afstand mellem vejgrenenes midterlinjer i en 1-sporet rundkørsel, principskitse.

#### 1.4.2 Erkendelse af rundkørslen

En trafikant, som nærmer sig en rundkørsel, må kunne erkende denne i en sådan afstand, at trafikanten kan indstille sig på de nødvendige ændringer i kørselsforløbet. Ved erkendelse forstås i denne sammenhæng, at trafikantens opmærksomhed henledes på, at denne nærmer sig en rundkørsel, se Figur 1.10. Virkemidler til at sikre denne erkendelse er f.eks.:

- Vejstrækningen på den anden side af rundkørslen bør ikke kunne ses, fordi føreren da vil se på denne vejstrækning frem for på rundkørslen. Rundkørslen udformes, så den udgør en naturlig afslutning på et vejrum.
- Optisk betoning af rundkørslen ved etablering eller afbrydelse af beplantning.
- Målbevidst brug af master, autoværn eller tavleafmærkning, herunder diagramorienteringstavler.

- Udformning af midterø.
- Belysning
- Vigepligtsafmærkning.



Figur 1.10 Eksempel på erkendelse af rundkørsel ved udformning af midterøen.

Erkendelse af rundkørslen, det vil sige at kunne se midterøen, bør ske i afstande herfra, som afhænger af planlægningshastigheden  $V_p$  på vejgrene uden for krydsområdet. Disse erkendelsesafstande er anført i tabellen Figur 1.11.

Planlægningshastighed $V_p$ (km/h)	30	40	50	60	70	80
Afstand ved erkendelse (m)	55	75	105	140	175	215

Figur 1.11 Erkendelsesafstande.

Disse afstande sikrer, at en trafikant, som kører med planlægningshastigheden  $V_p$  frem mod rundkørslen efter en reaktionstid på 4 sekunder kan bringe sit køretøj til standsning før rundkørslen med en komfortabel deceleration på  $2 \text{ m/s}^2$ .

Erkendelsesafstande bestemmes ved hjælp af håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer", 2018, afsnit 7.3, i vejregelserien "Fælles for by og land" efter samme type formel som (7.4). Beregning af erkendelsesafstanden sker således med andre værdier for reaktionstid og deceleration som angivet ovenfor ud fra planlægningshastigheden  $V_p$ .

Ved ombygning af et eksisterende kryds til en rundkørsel kan det være nødvendigt at forlægge vejmidterlinjerne for en eller flere af de tilstødende veje for at opnå disse erkendelsesafstande.

Hvis erkendelsesafstanden ikke kan opnås, bør hastigheden nedsættes ved tavleafmærkning. Der anvendes forbudstavlen C 55 Lokal hastighedsbegrænsning med 50 km/h eller mindre, se dog undtagelser i afsnit 7.1.2 og 7.1.4.

I tilfarten for hver vejgren tilvejebringes der altid mindst stopsigt til vigepligtstavlen B 11, ubetinget vigepligt, som markerer vigepligten, se afsnit 7.1. Forvarsling af vigepligten sker ved tavleafmærkning.

### 1.4.3 Vertikale forhold

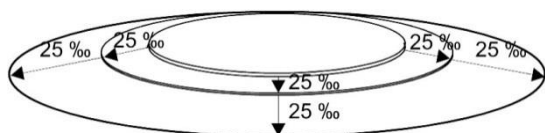
Rundkørslelsens cirkulære form betyder, at en placering i et plant, vandret terræn giver det smukkeste og mest funktionelle resultat. I den ideelle situation kan begrænsningslinjerne for cirkulationsareal, eventuelt overkørselsareal og midterø udgøres af planparallelle koncentriske cirkler, hævet tilpas over hinanden til at give gode afvandings- og kørselsdynamiske forhold samt en god erkendelse af rundkørslen.

Den mest almindelige situation vil imidlertid være et skrånende terræn. Her kan nye eller eksisterende vejgrensens indplacering i terrænet (eller nærliggende bebyggelse) gøre det nødvendigt at give rundkørslelsens periferi en vis hældning.

Når rundkørslelsens periferi hælder, bliver det aktuelt at overveje hældningen for de øvrige elementer, dels af hensyn til afvandingen, dels af hensyn til æstetik og kørselsdynamik og risikoen for, at blokvogne skraber bunden og eventuelt ødelægger belægningen.

#### Vandret rundkørsel

I den vandrette rundkørsel anbefales et fald bort fra midterøen på 25 ‰ for både cirkulationsareal og eventuelt overkørselsareal, se Figur 1.12. Denne hældning sikrer en god afvandning af arealerne og medvirker til at gøre midterøen synlig for trafik, der nærmer sig rundkørslen.



Figur 1.12 Eksempel på vandret rundkørsel.

Sidehældningen af cirkulations- og overkørselsarealer bør ikke overstige 25 ‰ på grund af risikoen for udskridning i glat føre og for, at høje lastbiler vælter eller, at lasten forskubber sig, samt af hensyn til komforten for person- og varebiler.

Afvandingsmæssigt kan der være et mindre problem langs cirkulationsarealets ydre kantstansbegrænsning mellem vejgrensene, da længdegradienten her er 0 ‰. Denne del af cirkulationsareal er imidlertid mindre befærdet, og en passende mængde og placering af rendestensbrønde vil normalt være tilstrækkeligt til at undgå store vandhindetykkelser. Eventuelt kan det overvejes at etablere kunstigt rendestensfald.

Såvel brønde som vand, der fryser til is, kan give problemer for cyklister, såfremt disse er henvist til at benytte en cykelbane, som dog ikke kan anbefales, se afsnit 5.2, langs cirkulationsarealets ydre begrænsningslinje. Dette bør tages i betragtning ved fastlæggelsen af eventuelle cyklistarealers placering og bredde.

#### Hældende rundkørsel med plane, cirkulære begrænsningslinjer

Hvor det ikke er muligt at anlægge rundkørslen vandret, udføres rundkørslen hældende med plane cirkler som begrænsningslinjer for midterø, overkørselsareal og cirkulationsareal.

Hældningen af den plane flade gennem cirkulationsarealets ydre begrænsningslinje bør være højst 25 ‰.

Sidehældningen af cirkulations- og overkørselsarealer bør ikke overstige 25 ‰ på grund af risikoen for udskridning i glat føre og for, at høje lastbiler vælter eller, at lasten forskubber sig samt af hensyn til komforten for person- og varebiler.

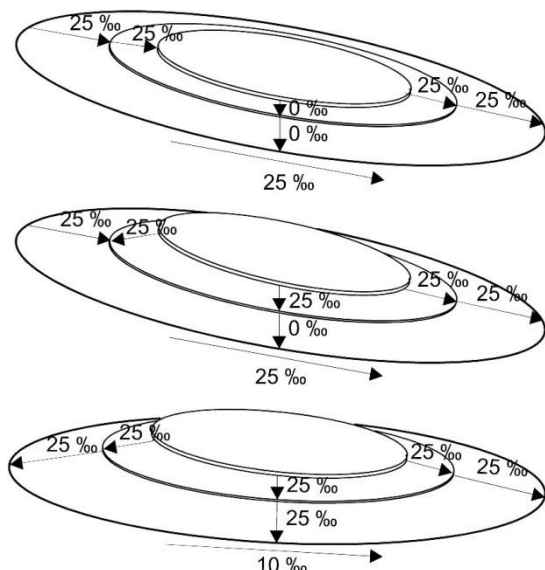


Af æstetiske årsager bør der ikke være stor forskel på hældningen på begrænsningslinjerne for midterø, overkørselsareal og cirkulationsareal.

På Figur 1.13 er vist eksempler på hældninger på centrale elementer i hældende rundkørsler.

Øverste eksempel viser rundkørselens centrale elementer med en hældning på 25 ‰ for planparallelle flader gennem begrænsningslinjerne for midterø, overkørselsareal og cirkulationsareal.

Hvis hældningen i dette eksempel svarer til terrænhældningen, og hvis der ikke er problemer med erkendelse af rundkørslen fra vejgrene, vil løsningen være æstetisk attraktiv, netop fordi den er afpasset med terrænet. Imidlertid kan løsningen med planparallelle flader kun anvendes ved relativt store hældninger, da det ellers vil være vanskeligt at få afledt vandet fra cirkulations- og overkørselsarealerne. De planparallelle flader indebærer således, at det kan være vanskeligt at skabe hurtigt afløb til nedløbsbrønde, idet afvanding på tværs af rundkørslen forhindres. Vand kan dermed komme til at løbe hele vejen gennem rundkørslen med deraf følgende større vandhindetykkelser.



Figur 1.13 Eksempler på kombinationer af hældninger på rundkørselens centrale elementer.

Hvis den planparallelle løsning ikke giver tilstrækkelig god erkendelse af rundkørslen fra vejgrene, kan det være en fordel at give overkørselsarealet et ensartet fald bort fra midterøen, se det midterste eksempel på Figur 1.13. I dette tilfælde vil der være forskel på hældningen af fladerne gennem begrænsningslinjerne. Denne løsning forbedrer muligheden for at opsamle afstrømmende vand i nedløbsbrønde, som er placerede ved cirkulationsarealets indre begrænsningslinje.

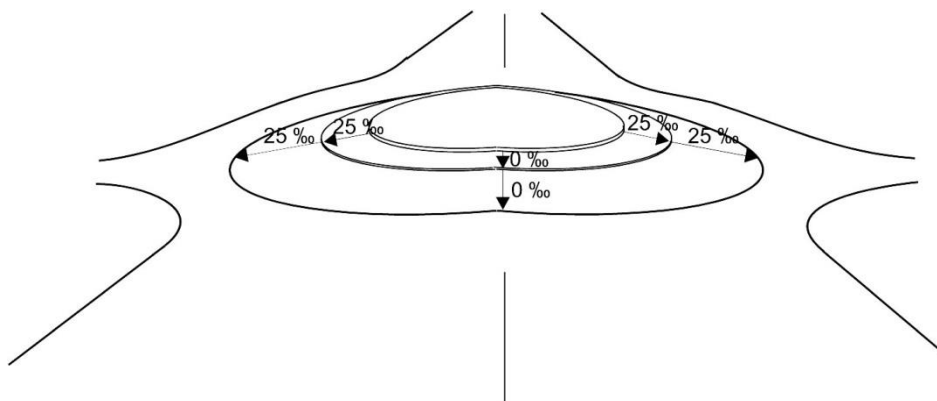
En forskel på mere end 15 – 20 ‰ mellem fladerne for midterøens og cirkulationsarealets begrænsningslinjer kan have geometrisk og æstetisk set uheldige følger.

Nederste eksempel på Figur 1.13 viser en plan flade gennem cirkulationsarealets ydre begrænsningslinje med en hældning på 10 ‰. I dette tilfælde kan såvel erkendelsen af rundkørslen som afvandingen forbedres ved at give cirkulations- og overkørselsarealerne et fald på 25 ‰ bort fra midterøen. Også i dette tilfælde vil der være forskel på hældningen af fladerne gennem begrænsningslinjerne.

Som det fremgår af disse eksempler, giver den mindre hældning for fladen gennem cirkulationsarealets ydre begrænsningslinje større frihed til at vælge løsninger med hældninger på overkørsels- og cirkulationsarealer bort fra midterøen, mens en løsning med planparallelle flader i disse tilfælde ville medføre afvandingsproblemer.

#### Hældende rundkørsel med knækket cirkulationsareal

Hvor etableringen af et cirkulationsareal med en plan flade gennem cirkulationsarealets ydre begrænsningslinje ikke er mulig uden omfattende terrænreguleringer, kan et knækket cirkulationsareal eventuelt anvendes. Knækket foretages over en linje gennem rundkørslens centrum og en eller to vejgrenes midterlinjer, således at cirkulationsarealet ved indkørsel ses som tag- eller trugformet, se Figur 1.14.



Figur 1.14 Eksempel på knækket cirkulationsareal med tagformet profil.

Ved afrundingen af længdeprofilerne mellem de herved fremkomne to flader af cirkulationsarealet bør der tages hensyn til kørselskomforten og det æstetiske samspil med hele rundkørslens udformning.

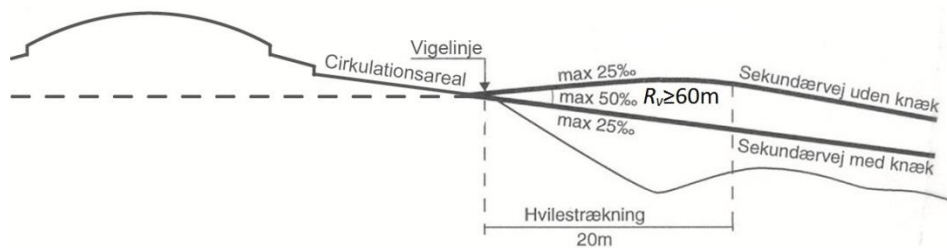
#### Vertikale hensyn for vejgrene

Vejgrenenes længdegradient må være højst 25 ‰ i en afstand på mindst 20 m fra vigelinjen, se Figur 1.15 og Figur 1.16.

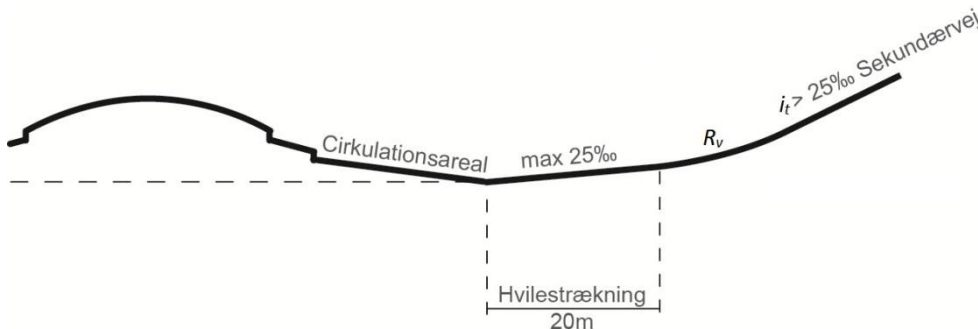
Vejgrenenes længdeprofil kan tilsluttes til cirkulationsarealet ved den ydre begrænsningslinje med en afrundingskurve på mindst 60 m af hensyn til bussers og specialkøretøjers passage, se Figur 1.15 og Figur 1.16. Dette giver den æstetisk pæneste løsning.

En anden løsning er at tilslutte vejgrenenes længdeprofil til cirkulationsarealet med et knæk. Differencen mellem vejgrenens længdegradient og cirkulationsarealet sidehældning bør da ikke overstige 50 ‰. Et knæk i længdeprofilet kan være en fordel af hensyn til:

- Formindskelse af højdeforskellen mellem vejgrene og omgivelserne, hvilket kan give op til 10 cm forskel i højden
- Forbedring af sigt til vigelinje, når de to længdegradienter hælder væk fra hinanden (konvekst knæk)
- Eventuel bedre styring af, at overfladevand ikke løber ud på cirkulationsarealet.



Figur 1.15 Tilslutning af vejgren med stigning mod rundkørslen, principsskitse.



Figur 1.16 Tilslutning af vejgren med fald mod rundkørslen, principsskitse.

Vejgrenenes tværhældning tilpasses cirkulationsarealets hældning ved den ydre begrænsningslinje ved en vipning af de to kørebanelhalvdele over så kort en strækning som muligt. Der bør dog normalt være højst 10 ‰ forskel mellem længdegradierne i hver side af et kørespor.

Ved meget små længdegradier på vejgrenene kan det være nødvendigt at udføre en partiel vipning eller vandrende højderyg for at undgå for store vandhindetykkelser.

Hvor der færdes fodgængere ved en rundkørsel, bør et eventuelt areal med lille hældning placeres, så risikoen for oversprøjtning af fodgængere fra større vandhindetykkelser bliver mindst mulig.

### Sammenfatning af vertikale hensyn

Sammenfattende er der fire forhold, som tilgodeses ved udformning af rundkørselens vertikalgeometri:

- Kørseldynamikken tilgodeses ved, at sidehældningen gøres så lille og ensartet som muligt.
- Afvandingen tilgodeses ved så store resulterende fald på alle arealer som muligt.
- Æstetikken tilgodeses ved et godt samspil med det omgivende terræn og ved, at fladerne gennem de cirkulære begrænsningslinjer for de centrale elementer har så ens hældninger som muligt.

Synligheden tilgodeses ved, at kantbegrænsningen af midterø og overkørselsareal hæves mest muligt.

## 1.5 Oversigt

### 1.5.1 Generelt

Det er fundamentalt for afviklingen af trafikken i en rundkørsel, at oversigtsforholdene er i orden. Derfor skal tages der hensyn til oversigtskravene gennem hele projekteringsforløbet.

De krav, der stilles til oversigt i en rundkørsel, findes i håndbogen "Fælles grundlag og planlægning for vejkryds i åbent land", 2018, og gælder:

- bilister på vejgrenene med retning mod rundkørslen, afsnit 10.9.1
- bilister i stopposition på vejgrenene, afsnit 10.9.2
- cirkulerende bilister, afsnit 10.9.3
- oversigt for udkørende bilister, afsnit 10.9.4
- cyklister under kørsel, afsnit 10.7
- cyklister og fodgængere med vigepligt, afsnit 10.8.

I afsnit 1.5.2 beskrives oversigt før rundkørslen, og i håndbogen "Prioriterede vejkryds i åbent land" 2017, afsnit 1.5.2, er omtalt afsætning af oversigtsareal og eventuel sikring af dette areal med en servitut. Placering af vejudstyr, se kapitel 7, kan også påvirke oversigtsforholdene.

### 1.5.2 Oversigt før kryds

Ved oversigt før kryds forstås oversigt til og fra en sekundærtrafikanter, der nærmer sig rundkørslen. Her henvises generelt til håndbogen "Fælles grundlag og planlægning for vejkryds i åbent land", 2018, afsnit 10.11.

Rundkørsler fungerer dog på den måde, at trafikanter orienterer sig, mens de kører frem til vigelinjen, fordi de ikke har vigepligt for bil- og cykeltrafik fra højre. Hvis der kun er oversigt fra stopposition, vil der blive et indirekte fuld stop med risiko for bagendekollisioner. Der bør derfor ikke være færdselselementer i rundkørslen, der begrænser oversigten før stopposition. F.eks. må vejvisningstavler på sekundærhellen ikke begrænse oversigten før stopposition. Dog skal det påpeges, at alt for god oversigt før rundkørslen (mere end 15 m før vigelinjen) forværrer trafikikkerheden væsentligt ifølge britisk, australsk og new zealandsk forskning. Dette har dog ikke kunnet eftervises i en dansk undersøgelse af sikkerhedseffekterne i rundkørsler fra 2013.

Oversigt til udkørende bilers blinklys vil forbedre trafikafviklingen.

## 1.6 Afvanding

Ved projektering af rundkørsler indgår hensyn til afvandingsforholdene, så trafikikkerheden bliver størst mulig.

I rundkørsler er afvandingsforholdene vanskelige, dels fordi færdselsarealet er større med deraf følgende forøgede vandmængder, der skal bortledes, dels på grund af de geometriske forhold. Da køretøjerne skal accelerere eller decelerere og samtidig svinge gennem et skiftende kurveforløb, er det vigtigt med en effektiv afvanding for at undgå glat føre.

Vertikalgeometrien i en rundkørsel med tilhørende vejgrene er normalt så kompliceret, at det er nødvendigt at kontrollere afvandingsforholdene på den samlede kørebaneoverflade ved optegning af niveaukurver (højdekurveplan).

Ved udarbejdelsen af højdekurveplanen bør man undgå større vandhindetykkelser i områder, hvor gående og cyklister kan blive oversprøjtet.

For at sikre en god afvanding bør asfalterealerne have et resulterende minimumsfald på 25 ‰, og afvandingslinjerne bør være så korte som muligt for at undgå store tykkelser af vandhinden.

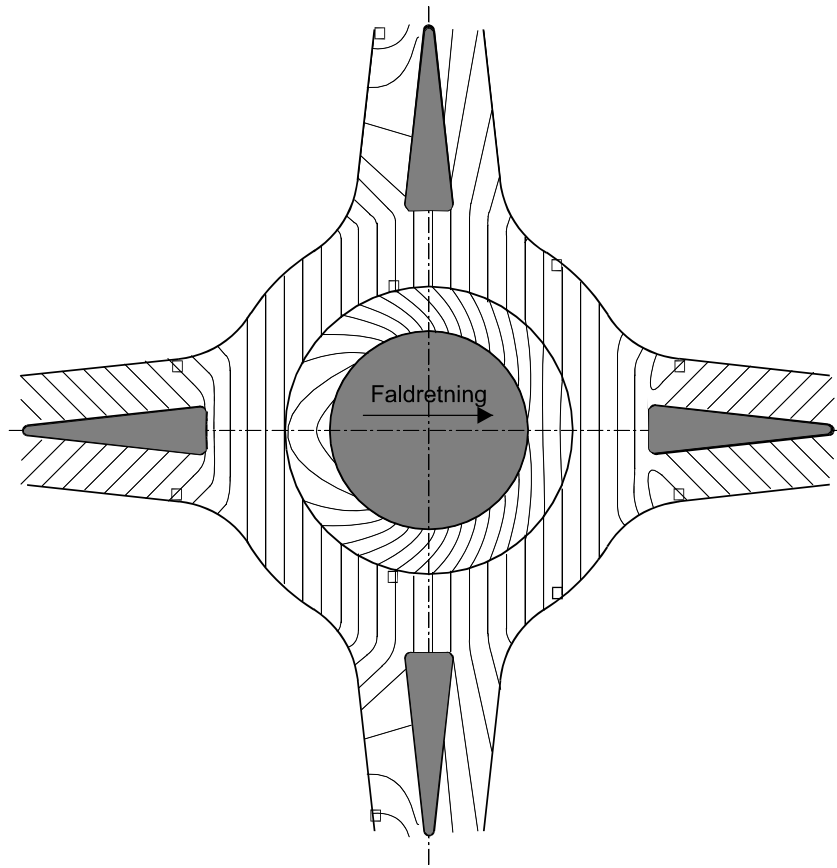
Vedrørende de forskellige muligheder for hældning af rundkørsels elementer henvises til vertikale hensyn i afsnit 1.4.3.

Hvor overfladevandet er ledt bort fra kørebanen til rabat eller rende langs kantstensbegrænsning, bør det sikres, at overfladevandet ikke senere i afløbet løber tilbage på kørebanen. Rundkørsels vejgrene udformes, så der ikke løber vand ud i cirkulationsarealet.

Rendestensbrønde bør ikke placeres, hvor der kan køres hen over dem, heller ikke når der køres tæt på hjørner. Rendestensbrønde bør placeres opstrøms i forhold til fodgængerpassager. Overkørselsramper kan give u hensigtsmæssige vandansamlinger.

Brønddæksler bør ikke placeres i kørebanearealer, da det medfører støj og vibrationer og u hensigtsmæssige køretøjsplaceringer, og heller ikke på arealer, hvor der kommer cykeltrafik.

Som en selvfølge placeres rendestensbrønde i dybdepunkterne, idet der tages hensyn til, at der er en usikkerhed ved udlægning af asfalt. Specielt brønde langs midterø og overkørselsareal i hældende rundkørsler risikerer at blive ubenyttede på grund af selv små unøjagtigheder ved udførelsen. Derfor bør de placeres opstrøms det punkt, hvor vandet teoretisk vil forlade kanten af overkørselsarealet, se Figur 1.17.



Figur 1.17 Hældende rundkørsel med højdekurver og rendestensbrønde.

Midterøen afvandes særskilt, så der ikke løber regnvand eller smeltevand ud på kørebanen. Dette kan ske ved, at der etableres en dybdelinje ca. 0,5 m bag kantbegrænsningen med afløb til nedløbsbrønde. For at undgå, at vand løber ned i rundkørselens bundsikring, placeres et dræn under denne dybdelinje.

### 1.7 2-sporede rundkørsler

Ved en 2-sporet rundkørsel forstås en rundkørsel med mindst én 2-sporet frafart, hvor hele eller en del af cirkulationsarealet som følge heraf kan være opdelt i to kørespor ved hjælp af en punkteret delelinje. Rundkørsler med et fuldt 2-sporet cirkulationsareal, men uden én eller flere 2-sporede frafarter bør aldrig anlægges. Det skyldes, at der skabes risiko for hurtige skift af kørespor i cirkulationsarealet, især før frafarter, med uheld til følge uden, at der opnås større kapacitet af rundkørslen.

Basis-udformningen for en 2-sporet rundkørsel er rundkørsel med stor midterødiameter og med 2-sporet cirkulationsareal og både 2-sporede til- og frafarter på den overordnede vej. De underordnede vejgrene kan både have 1- eller 2-sporede til- og frafarter.

I efterfølgende to tabeller er mulige kombinationer af antal kørespor i til- og frafarter vist afhængig af antal spor i cirkulationsarealet.

Kombinationer af til- og frafarter ved <u>1-sporet</u> cirkulationsareal		Frafarter		
		Kun 1-sporede	Blanding af 1-sporet og 2-sporede	Kun 2-sporede
Tilfarter	Kun 1-sporede	Ja	Ja <sup>*)</sup>	Ja <sup>*)</sup>
	Blanding af 1-sporet og 2-sporede	Nej	Nej	Nej
	Kun 2-sporede	Nej	Nej	Nej

<sup>\*)</sup> 2-sporede frafarter er ikke udelukkede ved 1-sporet cirkulationsareal, f.eks. fordi der er efter rundkørslen er 2 kørespor på en vejgren; men de 2-sporede frafarter øger ikke kapaciteten og er dermed ikke nødvendige.

Kombinationer af til- og frafarter ved <u>2-sporet</u> cirkulationsareal		Frafarter		
		Kun 1-sporede	Blanding af 1-sporet og 2-sporede	Kun 2-sporede
Tilfarter	Kun 1-sporede	Nej	Ja <sup>*)</sup> <sup>**)</sup>	Ja <sup>*)</sup>
	Blanding af 1-sporet og 2-sporede	Nej	Ja <sup>**)</sup>	Ja
	Kun 2-sporet	Nej	Ja <sup>**)</sup>	Ja

<sup>\*)</sup> Når tilfarterne ikke er 2-sporede, opnås der ikke en stigning i rundkørselns kapacitet.

<sup>\*\*)</sup> 1-sporede frafarter anbefales kun ved lavt trafikerede frafarter.

Den store fordel ved en 2-sporet rundkørsel i forhold til en 1-sporet rundkørsel er, at kapaciteten er højere, så der kan afvikles mere trafik.

En særlig type rundkørsel er en fordelerring, se "Vej- og trafikteknisk ordbog", som ofte er 2-sporet. Den kan benyttes i tilslutningsanlæg, hvor den underordnede vej og ramperne til og fra den overordnede vej er forbundet ved hjælp af én rundkørsel, se håndbogen "Toplanskryds i åbent land", 2019, afsnit 3.2.4.

Normalt bør rundkørsler være 1-sporede som beskrevet i de foregående afsnit, når kapaciteten heri er tilstrækkelig, fordi 1-sporede rundkørsler sikrer den mest enkle trafikafvikling og har en større sikkerhedsmæssig effekt.

2-sporede rundkørsler benyttes således af kapacitetsmæssige årsager og 2-sporede rundkørsler er til trods for nedenstående sikkerhedsproblemer mere trafiksikre end signalreguleret kryds.

Erfaringerne viser, at i forhold til 1-sporede rundkørsler kan der i 2-sporede rundkørsler ske uheld som følge af:

- at et køretøj i højre spor i en 2-sporet tilfart ikke overholder sin vigepligt, fordi et køretøj i det venstre spor hindrer oversigten
- at køretøjerne i en 2-sporet tilfart eller frafart kommer for tæt på hinanden ved samtidig ind- eller udkørsel
- at vigepligten ved skift mellem 2 afmærkede kørespor i cirkulationsarealet ikke overholdes

- at vigepligten ikke overholdes ved udkørsel fra cirkulationsarealet til det venstre kørespor i en 2-sporet frafart, hvis udkørslen indledes fra det venstre kørespor i cirkulationsarealet
- at især ældre trafikanter har vanskeligt ved at orientere sig i 2-sporede rundkørsler
- at de brede kørebanearealer og den store midterø formindsker rundkørselens hastighedsdæmpende effekt.

2-sporede rundkørsler er som hovedregel alene relevante, hvor den overordnede vej er 2+1- eller 2-sporet, se håndbogen "Fælles grundlag og planlægning for vejkryds i åbent land", 2018, afsnit 7.4, eller når kapaciteten af en 1-sporet rundkørsel ikke er tilstrækkelig. 2-sporede rundkørsler på 4-sporede veje er kun relevante, hvis der ikke er eller forventes trafikmængder i spidstimerne tæt på denne vejtypes kapacitetsgrænse. Det skyldes, at kapaciteten af den 2-sporede tilfart normalt er væsentlig mindre, afhængig af størrelsen af den cirkulerende trafik forbi denne. Dette afdækkes med kapacitetsberegninger.

Når den samlede mængde af indkørende årssøgntrafik er større end ca. 15.000 motorkøretøjer, kan der af kapacitetsmæssige årsager være behov for en 2-sporet rundkørsel. I så fald gøres den ved udformning og afmærkning så trafikikker som mulig, se mulige udformninger og afmærkningsprincipper i afsnit 7.1.4.

Beregning af kapaciteten bør altid udføres, og beslutning om 2 spor træffes for hver vejgren for sig. Forinden den geometriske projektering igangsættes, gennemføres følgende:

- På grundlag af beregning af trafikintensitet og registrering af de forskellige trafikantkategoriers forløb i rundkørslen fra tilfart til frafart fastlægges den ønskede trafikstrømsfordeling i tilfarter, cirkulationsareal og frafarter.
- Der fastlægges på grundlag af kapacitetsberegning og de optegnede trafikstrømsfordelinger:
  - Antal spor i tilfarter
  - Eventuel shunt før rundkørsel, idet der iagttages den nødvendige læsetid til tavlen, som angiver shunten
  - Tavleafmærkning og kørebaneafmærkning i tilfarter som grundlag for styring af trafikstrømme i tilfarter
  - Antal spor i cirkulationsarealet, herunder kørebaneafmærkning til styring af trafikstrømme (tvunget frafart)
  - Antal spor i frafarter, herunder kørebaneafmærkning til styring af trafikstrømme samt længden af sporbortfaldsstrækningen, svarende til 8 sekunders køretid.

Det bemærkes, at i visse situationer kan ekstra kapacitet tilvejebringes ved hjælp af et eller flere shuntspor, se håndbogen "Fælles grundlag og planlægning for vejkryds i åbent land", 2018. Udformning af shuntspor fremgår af håndbogen "Toplanskryds i åbent land", 2018.

Ved 2-sporede rundkørsler skal cykel- og fodgængertrafik pålægges vigepligt over for biltrafikken.

*Forslag til ny bekendtgørelsestekst.*

Al cykeltrafik i 2-sporede rundkørsler henvises til separate cykelstier, hvor cyklisterne har vigepligt ved krydsning af vejgrenene, se afsnit 5.2. Det sikres ved cykelstiernes skæring med vejgrenene, at den fornødne oversigt er til stede, se afsnit 1.5.1.



## 2 RUNDKØRSLENS CENTRALE ELEMENTER

Dette kapitel omfatter fastlæggelse og konstruktion af midterøen, se afsnit 2.1, og af cirkulations- og overkørselsarealet, se afsnit 2.2.

### 2.1 Midterø

#### 2.1.1 Form og størrelse

Rundkørsler bør være cirkulære.

Ovale rundkørsler bør undgås. Det skyldes, at kørselsmanøvren ved overgangen mellem lille og stor cirkelbue ved både de ydre og indre begrænsningslinjer for cirkulationsarealet kan være en uventet og dermed krævende kurveændring for bilisten, så risikoen for uheld øges.

Størrelsen af midterøen er afhængig af:

- disponibelt areal i krydsområdet
- antal vejgrene i krydset og vinklerne mellem disse
- antal spor i til- og frafart og cirkulationsareal
- hastighed ved cirkulation, ved ind- og udkørsel samt på vejgrene uden for krydsområdet
- dimensionsgivende og tilgængelighedskrævende køretøjer
- behovet for forsætning og retnings skift af trafikstrømme gennem rundkørslen
- begrænsning af omvejskørsel
- økonomi.

Udgangspunktet for en fastsættelse af midterøens størrelse i basis-udformningen er en radius af midterøen på 10 m. Dog viser mange undersøgelser af rundkørsler og trafikikkerhed, at god sikkerhed kan skabes inden for et interval på mellem 5 og 20 m med den rette udformning af rundkørselns andre elementer, bedst inden for intervallet 10 – 20 m ifølge en dansk undersøgelse af sikkerhedseffekterne i rundkørsler fra 2013.

Følgende kriterier gør sig gældende for anvendelse af en større radius af midterøen end 10 m:

- fem eller flere vejgrene (bør normalt ikke anvendes ved rampekryds)
- hensyn til de størst forekommende dimensionsgivende eller tilgængelighedskrævende køretøjer
- spidse vinkler mellem to nabo vejgrene
- 2-sporet udformning, herunder hensyn til eventuel varighed af skift mellem eller fletning af kørespor i cirkulationsarealet.

Følgende kriterier gør sig gældende for anvendelse af en mindre radius af midterøen end 10 m:

- arealbegrænsninger
- dimensionsgivende og tilgængelighedskrævende køretøjer ikke særligt arealkrævende
- alle tilsluttede veje mindre betydende.

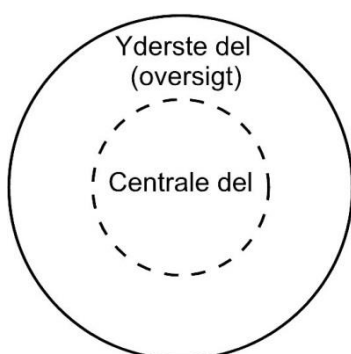
### Midterø i 2-sporede rundkørsler

I en 2-sporet rundkørsel udformes midterøen normalt med stor radius (20-30 m); men kriterierne i afsnit 2.1.1 kan føre til større eller mindre radier. En stor midterø medfører større afstande mellem vejgrenene og giver derved trafikanterne bedre tid til at orientere sig om afmærkning, herunder vejvisning for hver enkelt vejgren, og om eventuelt skift mellem eller fletning af kørespør. En stor midterø giver større muligheder for anvendelse af virkemidler til erkendelse af rundkørslen. Det er dog en ulempe, at en stor midterø også giver mulighed for større cirkulationshastighed.

#### 2.1.2 Opbygning

Midterøer kan opdeles i to områder, se Figur 2.1:

- yderste del, hvor der tilvejebringes oversigt i henhold til oversigtskravene, se afsnit 1.5
- centrale del af midterø.



Figur 2.1 Opdeling af midterø.

Normalt vil der i henhold til oversigtskravene ikke være behov for fri sigt hen over den centrale del af midterøen.

I en dansk undersøgelse af sikkerhedseffekterne i rundkørsler fra 2013 indgår også forskellige højder af midterøen i centrum i 1-sporede rundkørsler, se tabellen Figur 2.2.

Type	Antal kryds	Højde af midterø i centrum (m)	Forventet <sup>1)</sup> (antal)	Observeret <sup>2)</sup> (antal)	Effekt (%)
Alle uheld	83	0,0 – 0,9	273	199	-27
	64	1,0 – 1,9	230	174	-24
	77	2,0 – 8,0	301	154	-49
Personskader	62	0,0 – 0,9	126	66	-47
	58	1,0 – 1,9	114	60	-47
	66	2,0 – 8,0	188	31	-84

<sup>1)</sup> Forventet: beregnet antal uheld i en 1 – 5 årig periode regnet fra tidspunktet for krydsets ombygning til rundkørsel, som ville være sket, hvis den ikke var ombygget til rundkørsel

<sup>2)</sup> Observeret: faktisk antal uheld i en 1 – 5 årig periode regnet fra tidspunktet for krydsets ombygning til rundkørsel

Figur 2.2 Sikkerhedseffekter ved ombygning af kryds til 1-sporede rundkørsler med midterøer af forskellige højder i centrum.

For 2-sporede rundkørsler synes højden ifølge samme undersøgelse ikke at påvirke trafiksikkerheden.

For at imødegå bilisters eneuehld med påkørsel af midterøen, forårsaget af at de overser midterøen, fremhæver man derfor visuelt rundkørselens tilstedeværelse med en opbygning af den centrale del af midterøen, som hindrer fri sigt hen over denne. Ud fra ovennævnte undersøgelse anbefales en højde i centrum på mindst 2 m.

For at opfylde oversigtskravene skal man være opmærksom på, at i rundkørsler med en radius af midterøen på mindre end 10 m kan det være nødvendigt at sikre fri sigt hen over hele midterøen. Den visuelle markering af sådanne rundkørsler omfatter i sådanne tilfælde de øvrige muligheder, der er nævnt i afsnit 1.4.2, og for så vidt angår midterøen indskrænker sig til højder, der respekterer oversigtskravet (0,2 m under sigtfladen).

Ved udformningen af den yderste del af midterøen kan der være behov for, at særligt brede eller lange transporter, f.eks. møllevinger, skal have lavthængende dele af disse transporter ind over denne del af midterøen. Derfor kan det være nødvendigt at udforme denne del af midterøen asymmetrisk med varierende bredde for at tilgodese behovet for disse transporter.

Der er ingen danske eller udenlandske studier af trafiksikkerheden i rundkørsler, som kan dokumentere, at kunstgenstande placeret i rundkørselens midterø påvirker trafiksikkerheden negativt. Kunst kan på den ene side være en distraktor, som kan bortlede trafikantens opmærksomhed fra andre trafikanter, men kan samtidigt på den anden side medvirke til at synliggøre rundkørslen for trafikanten, der nærmer sig rundkørslen.

Inden beslutning om eventuelt at opsætte kunstgenstande i midterøen skal der som grundlag gennemføres en sikkerhedsmæssig vurdering. I denne vurdering indgår:

- Kunstgenstandes størrelse, vægt og materialeegenskaber må ikke (eller kun i begrænset omfang) medføre risiko for personskadeuehld ved påkørsel.
- Det kunstneriske indtryk bedømmes og må ikke virke forvirrende eller på anden måde kræve trafikanternes opmærksomhed.
- Der fastsættes en mindsteafstand, svarende til stopsigt, fra vigelinjen på tværs af hver tilfart frem til kunstgenstande på midterøen. Hvis en trafikant har overset rundkørsel og midterø og passerer vigelinjen med 30 km/h ligeud med påkørsel af midterøen, placeres kunstgenstande således, at denne afstand (helst) er stopsigt.
- Afhængigt af den konkrete lokalitet kan der etableres sikkerhedsfremmende foranstaltninger. På midterøen kan det være f.eks. autoværn. I tilfarterne kan det være f.eks. helletype, der bedre leder tilkørende trafikanter uden om midterøen, hastighedsbegrænsning, skilting, rumlefelter m.v.

Hvor den tilladte hastighed mod rundkørslen er større end 50 km/h, bør kunst eller andre genstande i midterøen være eftergivelige.

## 2.2 Cirkulationsareal og tilhørende overkørselsareal

Dette afsnit omfatter konstruktionen af cirkulationsarealet og overkørselsarealet langs hermed og består primært i at fastlægge disse arealers bredder i forhold til de dimensionsgivende og tilgængelighedskrævende køretøjer, se afsnit 2.2.1.

Til fastlæggelse af de tre bredder er der angivet sammenhængende størrelser for radierne for midterøen og for cirkulationsarealets indre og ydre begrænsningslinje i forhold til de dimensionsgivende og tilgængelighedskrævende køretøjer, se afsnit 2.2.2.

Endelig beskrives cirkulationsarealet i rundkørsler uden overkørselsareal i afsnit 2.2.3 og i 2-sporede rundkørsler i afsnit 2.2.4.

Udformning af og materialevalg til overkørselsarealer er beskrevet i afsnit 7.3.2.

### 2.2.1 Bestemmelse af bredder af cirkulations- og overkørselsarealer

Bestemmelsen foregår i følgende tre trin, der gælder for 1-sporede rundkørsler, se Figur 2.3:

1. Bestemmelse af den samlede bredde af cirkulations- og overkørselsarealerne
2. Bestemmelse af bredden af cirkulationsarealet
3. Bestemmelse af bredden af overkørselsarealet.

#### Bredde af de samlede cirkulations- og overkørselsarealer

Bredden  $b_{co}$  af de samlede cirkulations- og overkørselsarealer, se pkt. 1 ovenfor, afhænger af midterøens størrelse og af, at det tilgængelighedskrævende køretøj skal kunne passere rundkørslen på det samlede areal, altså også ved brug af overkørselsarealet.

Bredden dimensioneres normalt på grundlag af, at det tilgængelighedskrævende køretøj skal kunne passere mellem alle vejgrene i rundkørslen. I særlige tilfælde kan dimensioneringen indskrænkes til at sikre det tilgængelighedskrævende køretøjs gennemkørsel ad den relevante rute.

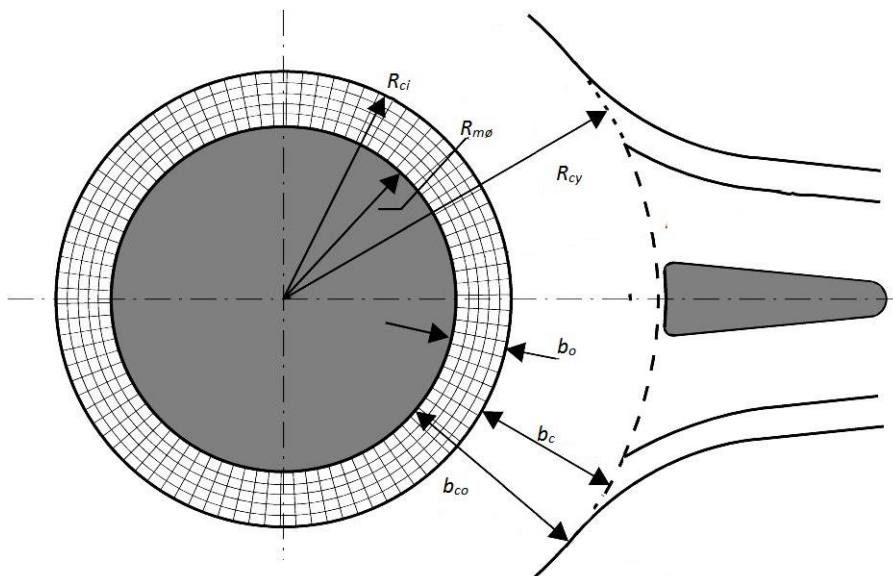
#### Bredde af cirkulationsareal

Bredden  $b_c$  af cirkulationsarealet, se pkt. 2 ovenfor, afhænger af radius for den ydre begrænsningslinje for de samlede cirkulations- og overkørselsarealer og af, at det dimensionsgivende køretøj skal kunne cirkulere uden brug af overkørselsarealet.

Bredden dimensioneres på grundlag af, at det dimensionsgivende køretøj skal kunne passere mellem alle vejgrene i rundkørslen.

#### Bredde af overkørselsareal

Bredden  $b_o$  af overkørselsarealet, se pkt. 3 ovenfor, bestemmes herefter simpelt som forskellen mellem bredden af det samlede cirkulations- og overkørselsareal og bredden af cirkulationsarealet, altså:  $b_o = b_{co} - b_c$ .



Figur 2.3 Radier til begrænsningslinjerne for rundkørslens centrale elementer og bredder af disse.

### 2.2.2 Sammenhængende værdier for radier

I tabellerne Figur 2.4 og Figur 2.5 er til bestemmelse af bredderne af overkørsels- og cirkulationsarealerne, i 1-sporede rundkørsler, angivet sammenhængende værdier for radius af midterø ( $R_{mø}$ ) og den indre og ydre begrænsningslinje for cirkulationsarealet ( $R_{ci}$  og  $R_{cy}$ ).

Her er anvendt to sæt af ofte forekommende tilgængelighedskrævende og dimensionsgivende køretøjer, nemlig typekøretøjerne for specialkøretøjer henholdsvis sættevogntog i basis-udformningen og for sættevogntog henholdsvis busser på mindre veje. Figur 2.5 er baseret på typekøretøjet for busser med længden 12 m, for radius af midterø mellem 5 og 10 meter og typekøretøjet for busser med længden 13,7 m, for radius af midterø mellem 12,5 og 20 meter. Rundkørsler med midterø mellem 5 og 10 meter kan umiddelbart benyttes af busser med længden 13,7 m (med faste aksler) ved, at overkørselsarealet indgår i cirkulationsarealet. Afhængigt af den konkrete lokalitet med rundkørsel, bør det overvejes, om der alternativt skal dimensioneres efter busser med længden på 15 m. Hvis busser kører over et overkørselsareal med en niveauforskel, giver det en dårlig passagerkomfort og tillades ikke af alle trafikselskaber for busser i rute.

Værdierne i tabellerne er bestemt på følgende grundlag:

- Det tilgængelighedskrævende køretøjs forreste, højre hjul følger den ydre afgrænsning af cirkulationsarealet, idet køretøjets karosseri tillades at række ud over dette areal, f.eks. rabat, med den begrundelse, at dette køretøj er sjældent forekommende.
- Øvrige tilgængelighedskrævende og dimensionsgivende køretøjs forreste, højre karosserihjørne følger den ydre afgrænsning af cirkulationsarealet (køremåde A, friareal).
- Der er indregnet et tillæg til bevægelsesspillerum, så mindre afvigelser fra den optimale cirkulation kan tolereres. Dette tillæg er sat til 0,3 m for de pågældende dimensionsgivende og tilgængelighedskrævende køretøjer. For brug af større arealtillæg for busser med længden 13,7 og 15 m og for sættevogntog med ekstra bagendeudsving ved cirkulation i højre side henvises til håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer", 2018, afsnit 6.2.1, i vejregelserien "Fælles for by og land".

- Der er regnet med hastighed på 15 km/h for dimensionsgivende køretøjer (dog 5 km/h ved en radius  $R_{m\emptyset}$  til midterøens begrænsningslinje på 5 m) og 5 km/h for tilgængelighedskrævende køretøjer.

Sammenhængen mellem bredderne, som er gennemgået ovenfor, og de angivne radier er følgende:

- samlet bredde af cirkulations- og overkørselsareal:  $b_{co} = R_{cy} - R_{m\emptyset}$
- bredde af cirkulationsareal:  $b_c = R_{cy} - R_{ci}$
- bredde af overkørselsareal:  $b_o = R_{ci} - R_{m\emptyset}$

Radius til midterøens begrænsningslinje	Radius til cirkulationsareals indre begrænsningslinje	Bredde af cirkulationsareal	Radius til cirkulationsareals ydre begrænsningslinje
$R_{m\emptyset}$ (m)	$R_{ci}$ (m)	$R_{cy} - R_{ci}$ (m)	$R_{cy}$ (m)
5,0	10,4	6,9	17,3
7,5	12,2	6,5	18,7
10,0	14,1	6,1	20,2
12,5	16,0	5,9	21,9
15,0	18,1	5,6	23,7

Figur 2.4 Sammenhængende værdier af radier i 1-sporede rundkørsler for midterø og cirkulationsareals indre og ydre begrænsningslinjer for typekøretøjet for specialkøretøjer som tilgængelighedskrævende køretøj og typekøretøjet for sættevoqntog som dimensionsgivende køretøj i basis-udformningen inkl. 0,3 m bevægelsesspillerum.

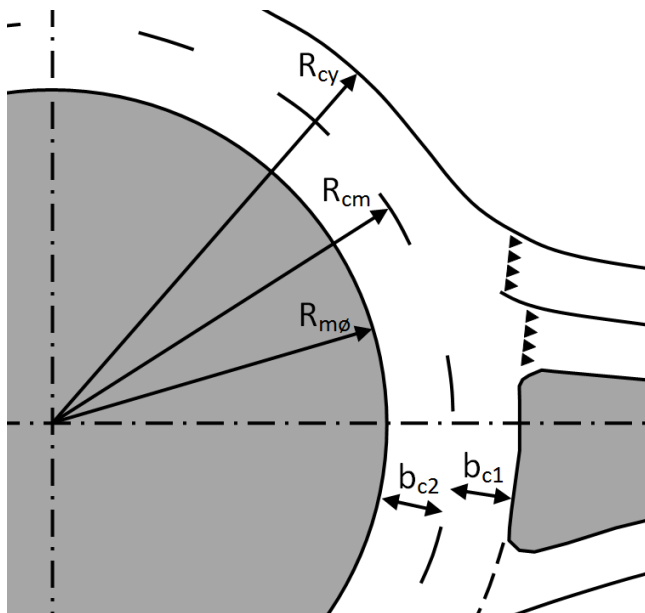
Radius til midterøens begrænsningslinje og cirkulationsareals indre begrænsningslinje for typekøretøjet for busser med længden 13,7 m	Radius til cirkulationsareals indre begrænsningslinje for typekøretøjet for busser med længden 12 m	Bredde af cirkulationsareal	Radius til cirkulationsareals ydre begrænsningslinje for typekøretøjet for busser med længden 12 og 13,7 m
$R_{m\emptyset}$ (m)	$R_{ci}$ (m)	$R_{cy} - R_{ci}$ (m)	$R_{cy}$ (m)
5,0	7,3	6,2	13,5
7,5	9,3	5,8	15,1
10,0	11,4	5,5	16,9
12,5	13,7	5,2	18,9
15,0	16,0	4,9	20,9

Figur 2.5 Sammenhængende værdier af radier i 1-sporede rundkørsler for midterø og cirkulationsareals indre og ydre begrænsningslinjer for typekøretøjet for sættevoqntog som tilgængelighedskrævende køretøj og typekøretøjet for busser som dimensionsgivende køretøj på mindre veje inkl. 0,3 m bevægelsesspillerum.

En dansk undersøgelse af sikkerhedseffekterne i rundkørsler fra 2013 viser, at cirkulationsarealet med fordel kan gøres 5-7 m bredt ved en radius til cirkulationsarealets indre begrænsningslinje på 10-20 m.

Tilsvarende mål kan opsættes for 2-sporede rundkørsler. I rundkørsler med frafarter med tvunget højresving, se afsnit 7.1.4, skal det dimensionsgivende køretøj kunne cirkulere inden for begrænsningslinjerne i begge kørespor. I rundkørsler med frafarter uden tvunget højresving, se afsnit 7.1.4, skal det dimensionsgivende køretøj kunne cirkulere i det højre kørespor i cirkulationsarealet. Venstre kørespor i cirkulationsarealet dimensioneres efter en personbil. Det tilgængelighedskrævende køretøj må benytte begge kørespor i cirkulationsarealet. Et overkørselsareal ind mod midterøen er således først nødvendigt, hvis cirkulationsarealets kørespor tilsammen ikke har tilstrækkelig bredde til det tilgængelighedskrævende køretøj. Ved dimensionerne, som er angivet i Figur 2.7 og Figur 2.8, har det ikke været nødvendigt med et overkørselsareal, hvorfor det ikke er omtalt yderligere.

Figur 2.6 viser målsætningen i en 2-sporet rundkørsel.



Figur 2.6 Målsætning i en 2-sporet rundkørsel.

Type af frafart (se afsnit 6.1.4)	Radius til midterøens begrænsnings- linje	Radius til Cirkulationsare- alets midterste begrænsnings- linje	Radius til cirkulationsare- alets ydre be- grænsningslinje	Bredde af højre kørespor i cirkulations- areal	Bredde af ven- stre kørespor i cirkulations- areal
	$R_{m\phi}$ (m)	$R_{cm}$ (m)	$R_{cy}$ (m)	$R_{cy} - R_{cm}$ (m)	$R_{cm} - R_{m\phi}$ (m)
Med tvunget højre- sving	20	25,2	30,1	4,9	5,2
	25	29,9	34,5	4,6	4,9
	30	34,6	39	4,4	4,6
Uden tvunget højre- sving	20	22,8	27,8	5,0	2,8
	25	27,7	32,4	4,7	2,7
	30	32,7	37,2	4,5	2,7

Figur 2.7 Sammenhængende værdier af radier i 2-sporede rundkørsler for midterø og cirkulationsarealets indre og ydre begrænsningslinjer for typekøretøjet for specialkøretøjer som tilgængelighedskrævende køretøj og typekøretøjet for sættevogntog som dimensionsgivende køretøj inkl. 0,3 m bevægelsesspillerum.

Type af frafart (se afsnit 6.1.4)	Radius til midterøens begrænsnings- linje	Radius til Cirkulationsare- alets midterste begrænsnings- linje	Radius til cirkulationsare- alets ydre be- grænsningslinje	Bredde af højre kørespor i cirkulations- areal	Bredde af ven- stre kørespor i cirkulations- areal
	$R_{m\phi}$ (m)	$R_{cm}$ (m)	$R_{cy}$ (m)	$R_{cy} - R_{cm}$ (m)	$R_{cm} - R_{m\phi}$ (m)
Med tvunget højre- sving	20	24,7	29,1	4,4	4,7
	25	29,4	33,6	4,2	4,4
	30	34,2	38,2	4,0	4,2
Uden tvunget højre- sving	20	22,8	27,3	4,5	2,8
	25	27,7	32,0	4,3	2,7
	30	32,7	36,8	4,1	2,7

Figur 2.8 Sammenhængende værdier af radier i 2-sporede rundkørsler for midterø og cirkulationsarealets indre og ydre begrænsningslinjer for typekøretøjet for sættevogntog som tilgængelighedskrævende køretøj og typekøretøjet for busser 13,7 m som dimensionsgivende køretøj inkl. 0,3 m bevægelsesspillerum.

### 2.2.3 Rundkørsler uden overkørselsareal

I rundkørsler uden overkørselsareal, men med arealer til cykelsti eller gangsti, hvor der alligevel, men yderst sjældent forekommer tilgængelighedskrævende køretøjer, kan disse arealer for lette trafikanter indgå som arealer, der køres hen over. I så fald befæstes de til den ekstraordinære belastning.



Hvor der i rundkørsler uden et egentligt overkørselsareal ikke er disse ekstraordinære muligheder for overkørsel, bør tilgængelighedskrævende køretøjers passage sikres ved befæstelse af dele af midterø, sekundærheller og/eller rabatter i det omfang, at det aktuelle arealbehov kræver det.

#### **2.2.4 Cirkulationsareal i 2-sporede rundkørsler**

Det tilgængelighedskrævende køretøj vil normalt benytte begge kørespor. Dog kan der langs cirkulationsarealet ved midterøen etableres overkørselsareal langs venstre side af venstre kørespor, hvis det ikke ønskes, at det tilgængelighedskrævende køretøj overskrider begrænsningslinjen til højre kørespor.

Det dimensionsgivende køretøj vil normalt benytte det højre kørespor, som derfor sikres en bredde, så det ikke rækker ind over det venstre kørespor. Her er typekøretøjet for personbil normalt det dimensionsgivende køretøj. Dette gælder en løsning med 1-sporet frafart eller 2-sporet frafart uden tvunget højresving, se afsnit 7.1.4. Især hvor der er mange store køretøjer, og hvor afmærkningen tvinger køretøjerne ud i det venstre kørespor, bør også det venstre kørespor have en bredde, der sikrer, at det dimensionsgivende køretøj ikke rækker ind over det højre kørespor. Dette gælder en løsning med 2-sporet frafart med tvunget højresving, se afsnit 7.1.4.

Arealbehov og kriterier for tilgængelighedskrævende og dimensionsgivende køretøjer efterprøves med kørekurveprogrammer eller arealbehovskurver. I håndbogen "Prioriterede vejkryds i åbent land", 2017, figur 3.4, fremgår sporbredder for forskellige radier. Se ligeledes afsnit 2.2.2, hvor sammenhængende dimensioner for 2-sporede rundkørsler er vist.

## 3 RUNDKØRSLENS VEJGRENE

Dette kapitel omfatter sekundærhellers funktion og konstruktion i afsnit 3.1 samt konstruktionen af kørespor i til- og frafarter og overgangen mellem til- og frafartsområdet og vejgrenens frie strækning i afsnit 3.2.

### 3.1 Sekundærheller

Først beskrives sekundærhellers mulige funktioner i afsnit 3.1.1. Derefter beskrives de tre helletyper, se afsnit 3.1.2:

- trekanthelle
- parallelhelle
- trompethelle.

Dernæst gennemgås kravene til sekundærhellers udformning i henseende til bredde, længde, kantstensbegrænsning og afrundingskurve i afsnit 3.1.3. Endelig beskrives udformningen af en overkørsel anvendt som tilslutning mellem rundkørslen og en vejgren uden sekundærhelle i afsnit 3.1.4.

Sekundærhellen udformes og konstrueres i forhold til vejgrenens midterlinje og er normalt symmetrisk omkring denne.

Hellen omfatter hele arealet inden for begrænsningslinjen med såvel den kantstensbegrænsede del med tilhørende kantbaner som spærrefladen længst fra cirkulationsarealet.

#### 3.1.1 Funktioner

Sekundærhellen kan have følgende funktioner:

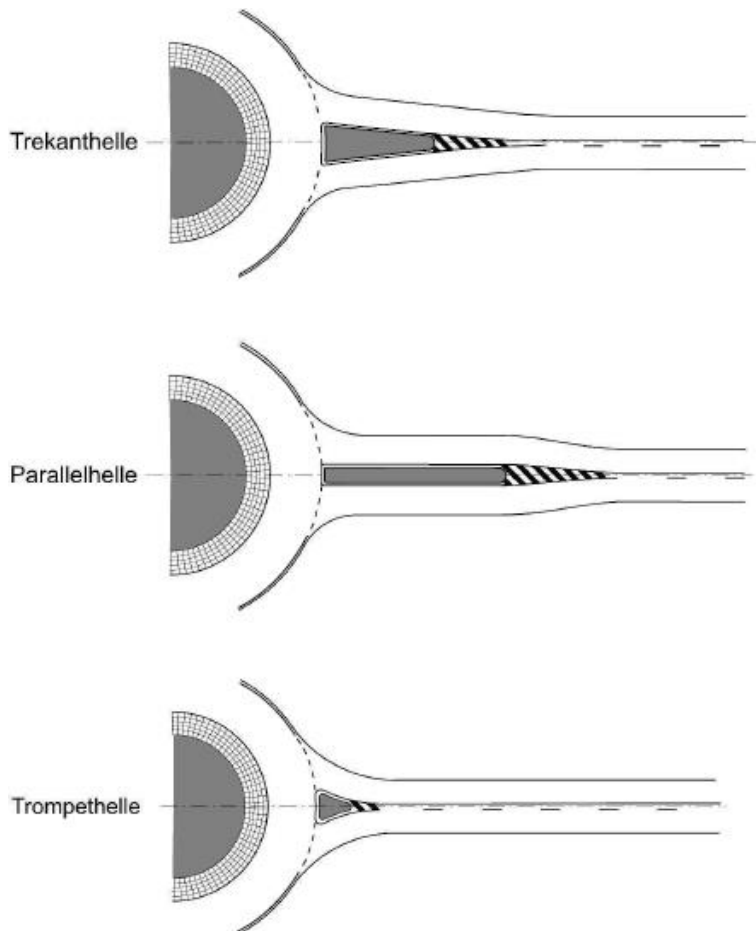
- tydeliggørelse af rundkørsels tilstedeværelse
- afbøjning forsætning (afbøjning) af indkørende trafik
- tilvejebringelse af ind- og udkørselshastigheden på højst 30 km/h
- adskillelse af ind- og udkørende trafik
- støtte til cirkulerende lette trafikanters krydsning af vejgrenene
- placering af færdsels- og vejvisningstavler.

Der bør normalt etableres sekundærhelle i alle vejgrene. Kun ved tilslutning af en mindre betydende lokalvej eller vejadgang kan det overvejes at undlade sekundærhelle og i stedet tilslutte vejgrenen med en overkørsel til rundkørslen. For udformningen af en overkørsel henvises til afsnit 3.1.4.

Sekundærhellen er et af de vigtigste elementer i en rundkørsel. Dette skyldes, at udformningen af sekundærhellen sammen med størrelsen af rundkørsels centrale elementer (midterø samt cirkulations- og overkørselsarealer) og med tilslutningskanten fastlægger forsætningen og forsætningsstrækningen, som er bestemmende for ind- og udkørselshastigheden, se afsnit 1.3.

### 3.1.2 Helletyper og deres trafiksikkerhed

For sekundærheller findes tre principielle udformninger, se Figur 3.1.



Figur 3.1 Principielle udformninger af sekundærhelle.

Kombinerede helletyper kan forekomme, således at på den ene side af vejmidterlinjen er hellen udformet som én type og på den anden side som en anden type.

Forskning fra flere lande viser, at rundkørsler uden sekundærheller eller med parallelheller fungerer sikkerhedsmæssigt dårligere end rundkørsler med trekant- eller trompetheller både ved ind- og udkørsel. Ifølge en dansk undersøgelse af sikkerhedseffekterne i rundkørsler fra 2013 med fokus på forskellige typer af sekundærheller i rundkørsler i åbent land er det dog ikke umiddelbart muligt at udpege en type som mere sikker end de andre.

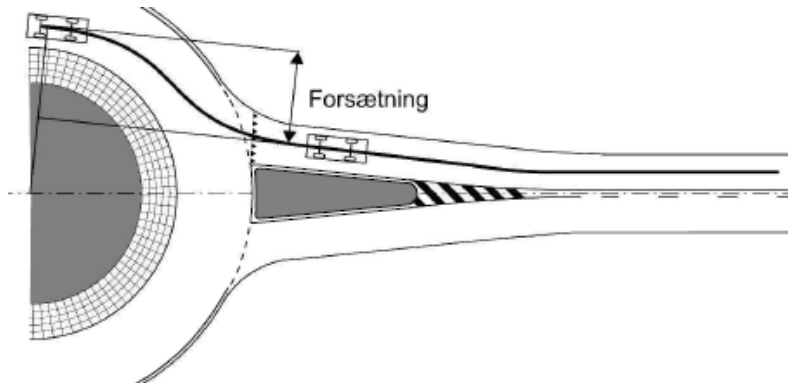
For at lette forståelsen af generelle fordele og ulemper er hver af helletyperne beskrevet, især for så vidt angår den fysiske indflydelse på ind- og udkørselshastigheden. I beskrivelsen er der regnet med, at sekundærhellen er symmetrisk omkring vejmidterlinjen. Kombinerede og asymmetriske sekundærheller er omtalt sidst i afsnittet.

Beskrivelsen tager udgangspunkt i trekanthellen som den normalt anvendte helletype, der indgår i basis-udformningen, og slutter med trompethellen, der kan indebære et mere dynamisk kørselsforløb.

### Trekanthelle

Denne helletype anses sikkerhedsmæssigt for den bedste sammen med trompethellen.

Trekanthellen er karakteriseret ved, at de ydre begrænsningslinjer for hellen danner et trekantformet areal, hvor siderne mod køresporene er retlinjede med en vinkeldrejning i forhold til vejgre-nens midterlinje, se Figur 3.2.



Figur 3.2 Trekanthelle og kørselsforløb med forsætning, principskitse.

Kørselsforløbet frem mod rundkørslen langs en trekanthelle indledes således med et retningskift mod højre. Så følger et forløb langs en retlinjet del af tilfarten. Der afsluttes med et retningskift mod højre ved indkørsel i cirkulationsarealet.

Det indledende retningskift (vinkeldrejningen) er fartdæmpende, men vil tilsvarende reducere den forsætning, som sker ved passage af rundkørselens centrale elementer. Vinkeldrejningen kan typisk være 1:15 – 1:5 og er i basis-udformningen 1:10.

Størrelsen af det andet retningskift er bestemmende for den fysiske fartdæmpende forsætning, se afsnit 1.3, ved passage af rundkørselens centrale elementer og afhænger af de faktiske værdier for hellens største bredde og længde i tilfartssiden og radius af cirkulationsarealets indre begrænsningslinje. Så jo mindre vinkeldrejning ved første retningskift, jo større forsætning.

Kørselsforløbet frem mod rundkørslen er enkelt og overskueligt og forventes på grund af retningskiftene at give en vis fysisk fartdæmpning. Denne fartdæmpning vil dog også blive påvirket af, i hvor høj grad trafikanten i tilfarten har et lukket synsfelt.

Sammenfattende er trekanthellen mest velegnet i vejgrene, hvor krav om fysisk fartdæmpning er moderate.

Denne helletype anvendes i basis-udformningen, fordi den giver et kørselsforløb frem mod rundkørslen som angivet ovenfor med en passende fysisk fartdæmpning. Det skyldes kombinationen af størrelsen af forsætningen og længden af forsætningsstrækningen, herunder placeringen af tilslutningskanternes tangentpunkt, se Figur 1.5.

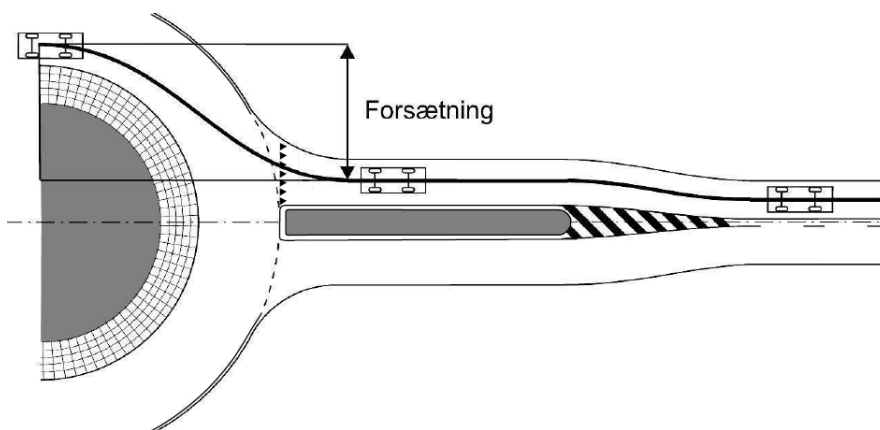
En dansk undersøgelse af sikkerhedseffekterne i rundkørsler fra 2013 viser bedst effekt ved forsætninger på 8-15 m

Ved store midterøer med en radius på 15 m eller større, hvilket også gælder 2-sporede rundkørsler, kræves en relativ stor vinkeldrejning ved første retningskift og dermed stor bredde af hellen nærmest cirkulationsarealet. Så opnås en passende fysisk fartdæmpning ved ind- og udkørsel i forhold til størrelsen af forsætningen og længden af forsætningsstrækningen.

### Parallelhelle

Denne helletype anses sikkerhedsmæssigt for den dårligste sammenlignet med de to andre helletyper.

Parallelhellen er karakteriseret ved, at begrænsningslinjerne mod køresporene for den kantstensbegrænsede del af hellen er parallelle med vejgrenens midterlinje, se Figur 3.3.



Figur 3.3 Parallelhelle og kørselsforløb med forsætning, principskitse.

Kørselsforløbet frem mod rundkørslen langs en parallelhelle indledes med et retningskift mod højre og umiddelbart derefter et tilsvarende retningskift mod venstre i et S-kurvet forløb. Så følger et forløb langs en retlinjet del af tilfarten. Der afsluttes med et retningskift mod højre ved indkørsel i cirkulationsarealet.

Det indledende retningskift i det S-kurvede er fysisk fartdæmpende, men vil tilsvarende reducere den forsætning, som sker ved passage af rundkørselns centrale elementer, se afsnit 1.3.

Der vil normalt ikke være frit gennemsyn fra vigelinjen i forhold til cirkulationsarealets indre begrænsningslinje. Dog afhænger det af de faktiske værdier for hellens største bredde i tilfartssiden og radius for den indre begrænsningslinje for cirkulationsarealet.

Parallelhellen er den helletype, der giver størst mulighed for fysisk fartdæmpning. Den vil, mere på grund af hellens længde end på grund af dens bredde, være velegnet til at tydeliggøre rundkørselns tilstedeværelse for tilkørende bilister. En længere udstrækning af hellen kan dog sløre rundkørslen, idet sekundærhellen så ikke opfattes som en del af rundkørslen.

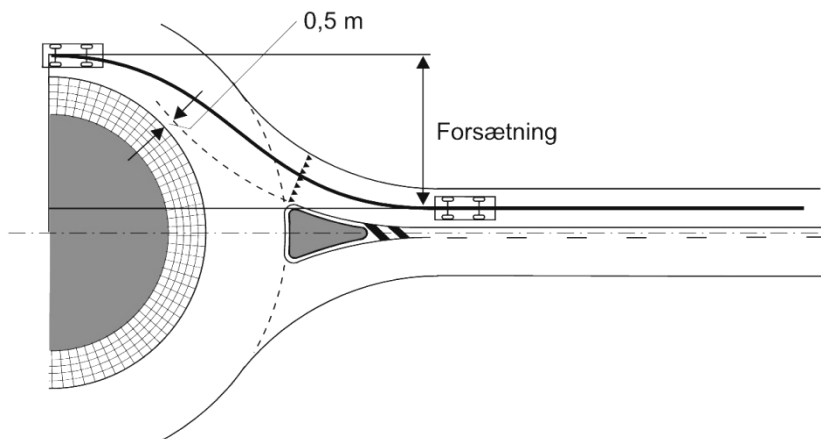
En stor bredde af parallelhellen vil sammen med en tilhørende langstrakt S-kurve gøre parallelhellen arealkrævende.

Sammenfattende er parallelhellen mest velegnet i vejgrene, hvor krav om fysisk fartdæmpning er høje, samtidig med at der ikke er krav om en stor hellebredde. Derfor er denne helletype ikke velegnet ved store midterøer med en radius på 15 m eller større, hvilket også gælder 2-sporede rundkørsler.

### Trompethelle

Denne helletype anses sikkerhedsmæssigt for den bedste sammen med trekantshellen.

Trompethellen er karakteriseret ved, at de ydre begrænsningslinjer for hellen danner et trompetformet areal, hvor siderne mod køresporene er kurvede, bestående af en enkelt cirkelbue, se Figur 3.4.



Figur 3.4 *Trompethelle med dynamisk kørselsforløb og konstruktiv binding mellem hellens ydre begrænsningslinje og cirkulationsarealets indre begrænsningslinje, principskitse.*

Kørselsforløbet frem mod rundkørslen langs en trompethelle består i forløb langs en kurvet tilfart fra den frie strækning frem til, at trafikanten kører tangentielt ind i cirkulationsarealet.

Forlængelsen af hellens ydre begrænsningslinjer i retning mod cirkulationsarealet udformes således, at den ikke skærer cirkulationsarealets indre begrænsningslinje, men tangerer denne i en afstand på 0,5 m, se Figur 3.4. Denne afstand sikrer, at hvis køretøjet fortsætter ind i cirkulationsarealet efter samme kurve som i tilfarten, så overskrider det ikke overkørselsareal eller midterø. Ved vigelinjen kan der derfor blive frit gennemsyn i forhold til cirkulationsarealets indre begrænsningslinje. Samtidig vil køretøjets kørselsretning skære cirkulationsarealets ydre begrænsningslinje i en mere spids vinkel end ved de to andre helletyper. Dette kan medføre større risiko for, at en trafikant på vej mod cirkulationsarealet ikke overholder sin ubetingede vigepligt.

Sammenfattende er trompethellen mest velegnet i vejgrene, hvor der ikke er megen plads til rådhed i nogen afstand fra cirkulationsarealet.

En dansk undersøgelse af sikkerhedseffekterne i rundkørsler fra 2013 viser, at der opnås en bedre effekt ved forsætninger over 15 m end under.

Ved store midterøer med en radius på 15 m eller større, hvilket også gælder 2-sporede rundkørsler, er det nødvendigt med en radius i cirkelbuen af samme størrelsesorden som midterøens radius. Det nødvendiggør en stor bredde af hellen nærmest cirkulationsarealet.

### Asymmetriske heller

Alle tre helletyper udformes normalt symmetrisk om vejgrenens midterlinje. Lokale eller særlige funktionskrav kan dog betinge en asymmetrisk udformning, enten med forskellige helletyper på hver side af midterlinjen eller med samme helletype, men med forskellige dimensionsgivende værdier. En asymmetrisk helle er f.eks. nødvendig ved ønsket om en dynamisk frafart, se afsnit 3.2.2.

### 3.1.3 Krav til udformning

Udformningen af en sekundærhelle afhænger af, hvordan hellen i praksis opfylder funktionskravene i afsnit 3.1.1. Disse krav er afgørende for valget af helletype og for følgende dimensioner, som efterfølgende specificeres:

- (største) bredde
- total længde (inkl. spærreflade)
- længde af kantstensbegrænset del
- afrundingskurve.

#### Bredde

Bredden af sekundærhellen nærmest cirkulationsarealet (største bredde) er normalt dimensionsgivende for hellekonstruktionen. Bredden, som måles mellem begrænsningslinjerne, bør af visuelle grunde og af hensyn til konstruktionen af den kantstensbegrænsede del normalt ikke være mindre end 4,0 m for trekantshellen og trompethellen og ikke mindre end 2,1 m for parallelhellen. For trekantshellen indgår denne værdi i basis-udformningen, fordi den medvirker til at sikre en ind- og udkørselshastighed på 30 km/h.

Ved fastlæggelse af bredden er ind- og udkørselshastigheden et af de væsentligste funktionskrav, idet bredden har indflydelse på forsætningen ved ind- og udkørsel i forhold til cirkulationsarealet, se afsnit 1.3.

Stor hellebredde kan være nødvendig for at sikre hellens funktion med tydeliggørelse af rundkørsels tilstedeværelse og for at give færdselstavler den mest synlige placering for trafik på vej mod rundkørslen.

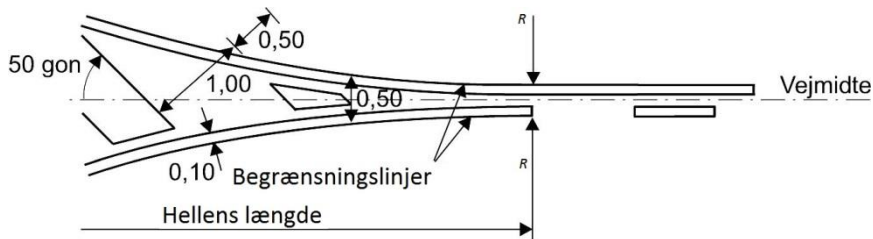
Bredden af den kantstensbegrænsede del af en sekundærhelle er mindst 1,5 m, hvor der anbringes færdsels- og vejvisningstavler.

Hvor en sekundærhelle krydses af cykelsti eller fodgængerfelt, udføres den med en bredde, målt mellem hellens begrænsningslinjer, på mindst 2,5 m. Hvis cykler med anhænger eller med halvcykel/efterløber, der lovligt kan være op til 3,5 m lange, forekommer i stort antal, vælges en større bredde. Ellers kan disse cykeltyper enten holde på skrå i hellen eller krydse både til- og frafart i én omgang, så der ikke standses på hellen.

Ved fastlæggelse af hellens bredde bør også tages hensyn til eventuelle krav til friarealet for udragende dele af det tilgængelighedskrævende køretøj.

#### Total længde

Sekundærhellens totale længde regnes fra helleenden nærmest cirkulationsarealet til det punkt, hvor hellens begrænsningslinje tangerer de indre begrænsningslinjer for hvert af de to modsatte kørespor på vejgrenens frie strækning med kanten af spærrelinjen før tilfartsområdet og kanten af vognbanelinjen efter frafartsområdet, se Figur 3.5.



Figur 3.5 Sammenhængen mellem spærreflade og kørebaneafmærkning.

Hellen bør være så lang, at kørselsforløbet langs tilfart og frafart kommer til at ske parallelt med køresporets begrænsningslinjer. Ved hellelængder under 20 m er der risiko for, at personbiler kan opnå højere hastighed end den ønskede nær rundkørslen ved at udnytte, at køresporsbredden er større end køretøjsbredden og således køre skråt gennem sporet. I basis-udformningen er den totale længde 20 m, fordi den medvirker til at sikre en ind- og udkørselshastighed på højst 30 km/h.

For trekantshellen vedkommende afgøres den totale længde som oftest af, hvor stor forsætning der er nødvendig for at opnå den ønskede hastighed nær rundkørslen. Når den største bredde af trekantshellen er fastlagt, vil en forøgelse af længden medføre, at vinkeldrejningen af hellens retlinjede side bliver mindre. Derved opnås ved indkørsel i cirkulationsarealet en større forsætning og dermed lavere hastighed.

For parallelhellen vedkommende påvirker hellens totale længde ikke forsætningens størrelse.

For trompethellen vedkommende vil den konstruktive binding som vist i Figur 3.4 medføre, at hellens længde er fastlagt, når rundkørselns centrale elementer og største hellebredde er fastlagt. Hvis hellebredden forøges, vil det så medføre en forøgelse af hellens længde og afrundingskurvens radius og dermed også af hastigheden i det kurvede forløb.

#### Længde af kantstensbegrænset del

Den kantstensbegrænsede del afpasses efter det udstyr, som placeres på den, f.eks. færdsels- og vejvisningstavler og belysningsmaster.

Den del af sekundærhellen, som befinder sig nærmest cirkulationsarealet, udføres altid kantstensbegrænset med en kantbanebredde på 0,3 m.

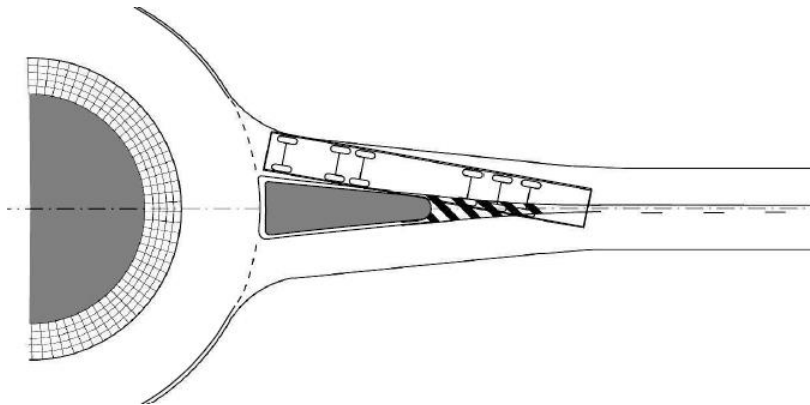
Den kantstensbegrænsede, ikke-overkørbare del af trekant- og trompethellen bør have en længde på mindst 2 m og højst 15 m. I basis-udformningen har denne del en længde på 10 m, fordi den sikrer en passende visuel indsnævring af den kantstensbegrænsede del af til- og frafarter.

Den maksimale længdebegrænsning vil normalt sikre passage for tilgængelighedskrævende køretøjer. Disse vil kunne køre skråt ind i eller ud af rundkørslen under benyttelse af den resterende del af hellen (spærreflade) samt eventuelt ved at benytte det kørespor i vejgrene, som er beregnet for den modsatrettede trafik, se eksemplet i Figur 3.6. Et tilgængelighedskrævende køretøj kan under visse omstændigheder benytte arealer for modsatrettet færdsel.

Dele af den kantstensbegrænsede del af hellen kan konstrueres som overkørselsareal, se afsnit 4.2.

Hele den kantstensbegrænsede del af sekundærhellen kan eventuelt udformes som overkørselsareal, hvis det er nødvendigt af hensyn til det tilgængelighedskrævende køretøj. Der vil i så fald ikke kunne placeres tavler eller andet udstyr på hellen.

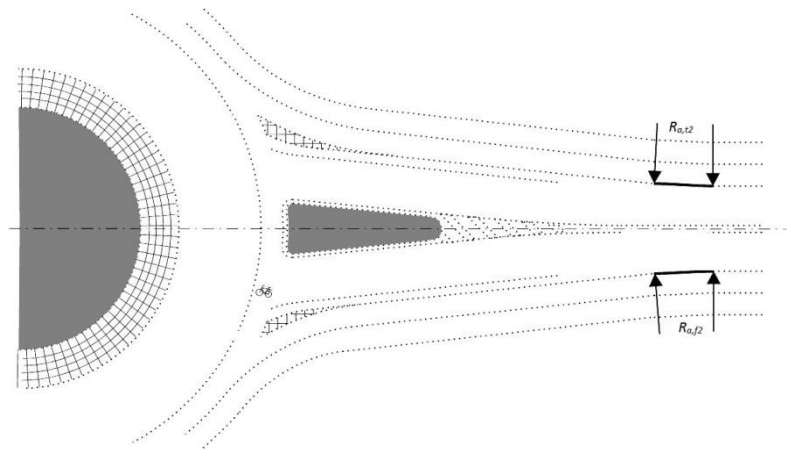




Figur 3.6 Tilgængelighedskrævende køretøj, der forud har været ovre i det modsatte kørespor for at kunne foretage indkørsel, principskitse.

### Afrundingskurve

Der etableres afrundingskurver mellem til- og frafartssporene og de tilhørende spor på den frie vejstrækning af vejgrenen, se Figur 3.7.



Figur 3.7 Overgangskurver mellem til- og frafarter og fri vejstrækning, principskitse.

Afrundingskurverne anvendes ved både de indre og ydre begrænsningslinjer for til- og frafartssporene. Ved de indre begrænsningslinjer, som svarer til sekundærhellens ydre begrænsningslinjer (ikke vist på Figur 3.7), tilsluttes disse kurver vejmidterlinjen på fri strækning.

Ved trekantheller indlægges en afrundingskurve mellem hellens retlinjede begrænsningslinjer og de indre begrænsningslinjer for hvert af de to modsatte kørespor på vejgrenens frie strækning ved kanten af spærrelinjen før tilfartsområdet og kanten af vognbanelinjen efter frafartsområdet, se Figur 3.5.

Kurvelængden bør være mindst 10 m, så der ikke forekommer et visuelt knæk.

Ved parallelheller forbinder S-kurver hellens parallelle retlinjede begrænsningslinjer med de indre begrænsningslinjer for hvert af de to kørespor på vejgrenens frie strækning ved kanten af spærrelinjen før tilfartsområdet og kanten af vognbanelinjen efter frafartsområdet, se Figur 3.5. Radius i S-kurven er bestemmende for hastigheden ved retningskiftet.

Hver af afrundingskurverne, der indgår i S-kurven, bør være mindst 10 m lange, så kurverne ikke forekommer som visuelle knæk.

Ved trompetheller er begrænsningslinjerne mod køresporene formet som afrundingskurver, der tangerer de indre begrænsningslinjer for hvert af de to modsatte kørselsretninger på vejgrenens frie strækning ved kanten af spærrelinjen før tilfartsområdet og kanten af vognbanelinjen efter frafartsområdet, se Figur 3.5.

Hvis den frie strækning på vejgrenen uden for krydsområdet er 2-sporet, kan overgangen ved 2-sporede til- og frafarter mellem 1- og 2-sporet trafikafvikling i hver sin kørselsretning med fordel placeres i forbindelse med afrundingskurven.

### 3.1.4 Anbefalede dimensioner

#### 1-sporede rundkørsler

For de to helletyper, parallelhelle og trekantehelle, er i tabellerne i Figur 3.8 og Figur 3.9 angivet anbefalede, sammenhængende værdisæt, alene for de dimensionerende centrale elementer og elementer i hver vejgren, som medvirker til at sikre en ind- og udkørselshastighed på højst 30 km/h. Disse elementer bestemmer forsætningen gennem rundkørslen og den tilhørende længde af den strækning, som forsætningen tilvejebringes over. Jo større forsætning eller jo kortere længde af forsætningsstrækningen, desto lavere ind- og udkørselshastighed.

Bredde af kantstensbegrænset del af sekundærhelle <sup>1)</sup> $b_{sh}$ (m)	Minimumsradius til cirkulationsarealets indre begrænsningslinje <sup>2)</sup> $R_{ci}$ (m)	Maksimumsbredde af cirkulationsareal (dimensionsgivende køretøj) <sup>2)</sup> $R_{cy} - R_{ci}$ (m)	Maksimumsradius i tilslutningskant ved tilfart/frafart $R_t$ (m)
2	10,4 5,0 7,3	6,9 (SVT) 8,5 (13,7 m BUS) 6,2 (12 m BUS)	10/12
4	10,4 7,5 7,3	6,9 (SVT) 7,6 (13,7 m BUS) 6,2 (12 m BUS)	
6	12,2 7,5 7,3	6,5 (SVT) 7,6 (13,7 m BUS) 6,2 (12 m BUS)	

1) Eksklusive kantbane på hver side med en bredde på 2 x 0,3 m, heraf 0,1 m bred kantlinje

2) Se tilhørende værdier for de øvrige centrale elementer i tabellerne i Figur 2.4 og Figur 2.5

Figur 3.8 Anbefalede, sammenhængende værdisæt for 1-sporede rundkørsler for de dimensionerende centrale elementer og elementer i hver vejgren med parallelhelle.

Bredde af kantstensbegrænset del af sekundærhelle <sup>1)</sup>	Vinkel-drejning	Minimumsradius til cirkulationsarealets indre begrænsningslinje <sup>2)</sup>	Maksimumsbredde af cirkulationsareal (dimensionsgivende køretøj) <sup>2)</sup>	Maksimumsradius i tilslutningskant ved Tilfart/frafart
$b_{sh}$ (m)		$R_{ci}$ (m)	$R_{cy} - R_{ci}$ (m)	$R_t$ (m)
2	1:15	10,4 7,5 7,3	6,9 (SVT) 7,6 (13,7 m BUS) 6,2 (12 m BUS)	10/12
	1:10	10,4 7,5 7,3	6,9 (SVT) 7,6 (13,7 m BUS) 6,2 (12 m BUS)	
	1:5	10,4 10 9,3	6,9 (SVT) 6,9 (13,7 m BUS) 5,8 (12 m BUS)	
4	1:15	10,4 7,5 7,3	6,9 (SVT) 7,6 (13,7 m BUS) 6,2 (12 m BUS)	
	1:10	10,4 10,0 7,3	6,9 (SVT) 6,9 (13,7 m BUS) 6,2 (12 m BUS)	
	1:5	10,4 10,0 9,3	6,9 (SVT) 6,9 (13,7 m BUS) 5,8 (12 m BUS)	
6	1:15	10,4 7,5 7,3	6,9 (SVT) 7,6 (13,7 m BUS) 6,2 (12 m BUS)	
	1:10	10,4 10,4 7,3	6,9 (SVT) 6,9 (13,7 m BUS) 6,2 (12 m BUS)	
	1:5	10,4 12,5 9,3	6,9 (SVT) 6,4 (13,7 m BUS) 5,8 (12 m BUS)	

- 1) Nærmest cirkulationsarealet og eksklusive kantbane på hver side med en bredde på 2 x 0,3 m, heraf 0,1 m bred kantlinje
- 2) Se tilhørende værdier for de øvrige centrale elementer i tabellerne i Figur 2.4 og Figur 2.5

Figur 3.9 *Anbefalede, sammenhængende værdisæt for 1-sporede rundkørsler for de dimensionerende centrale elementer og elementer i hver vejgren med trekanthelle.*

For helletypen, trompethelle, opnås størst hastighed, hvis afrundingskurven langs indre begrænsningslinje af kørespor i til- eller frafart følges. I Figur 3.10 er angivet anbefalede, sammenhængende værdisæt, alene for de dimensionerende centrale elementer og elementer i hver vejgren.

Radius i afrundingskurve langs indre begrænsningslinje af kørespor $R_a$ (m)	Bredde af kantstensbegrænset del af sekundærhelle (beregnet) <sup>1)</sup> $b_{sh}$ (m)	Længde af sekundærhelle $l_{sh}$ (m)	Minimumsradius til cirkulationsarealets indre begrænsningslinje <sup>2)</sup> $R_{ci}$ (m)	Maksimumsbredde af cirkulationsareal (dimensionsgivende køretøj) <sup>2)</sup> $R_{cy} - R_{ci}$ (m)	Maksimumsradius i tilslutningskant ved tilfart/frafart $R_t$ (m)
30	5,5	12,8	14,1	6,1 (SVT)	10/12
	5,9	13,3	15,0	5,9 (13,7 m BUS)	
	7,1	14,6	16,0	4,9 (12 m BUS)	
40	6,2	15,6	12,2	6,5 (SVT)	
	6,4	15,9	12,5	6,4 (13,7 m BUS)	
	6,6	16,2	11,4	5,5 (12 m BUS)	
50	6,2	17,5	10,4	6,9 (SVT)	
	6,0	17,2	10,0	6,9 (13,7 m BUS)	
	6,4	17,7	9,3	5,8 (12 m BUS)	

1) Nærmest cirkulationsarealet og eksklusive kantbane på hver side med en bredde på 2 x 0,3 m, heraf 0,1 m bred kantlinje

2) Se tilhørende værdier for de øvrige centrale elementer i tabellerne i Figur 2.4 og Figur 2.5

Figur 3.10 Anbefalede, sammenhængende værdisæt for 1-sporede rundkørsler for de dimensionerende centrale elementer og elementer i hver vejgren med trompethelle.

Hastigheder kan aflæses i håndbogen "Fælles grundlag og planlægning for vejkryds i åbent land", afsnit 14.9.2 i tabellen med Forslag til bekendtgørelsestekst. Her er en sammenhæng mellem kørekurve-radius og (cirkulations)hastighed, som også kan regnes gældende ved ind- og udkørsel. Her er tale om hastigheder, som er større end 30 km/h. Så trompetheller er ikke velegnede, hvor der optræder cirkulerende cyklister eller i hvert fald kun ganske få.

### 2-sporede rundkørsler

Ved 2-sporede frafarter, se afsnit 6.1.4, gælder generelt, at der kan opnås den størst mulige hastighed ved kørsel fra det venstre kørespor i tilfarten til det venstre kørespor i cirkulationsarealet. Derfor er der i de efterfølgende tabeller taget udgangspunkt i hastigheden i dette kørselsforløb og ikke ved kørsel fra det højre kørespor til det højre kørespor i cirkulationsarealet, hvor hastigheden er mindre. Dette gælder for 2-sporede frafarter både med og uden tvunget højresving, se afsnit 6.1.4.

For hver af de to helletyper, parallelhelle og trekantehelle, er der i tabellerne i Figur 3.11 og + Kan anvendes

- (+) Kan nødtvungent anvendes, hvor arealerhvervelser langs vejgrenen i nogen afstand fra cirkulationsarealet er kritiske
- Frarådes

Figur 3.12 anvist dimensioner i forhold til at medvirke til at sikre en hastighed ved indkørsel på højst 30 km/h.

Største bredde af kantstensbegrænset del af sekundærhelle <sup>1)</sup> $b_{sh}$ (m)	Maksimumsradius i tilslutningskant ved tilfart/frafart $R_t$ (m)	2-sporet frafart <u>med</u> tvunget højresving (se afsnit 6.1.4)					
		Dimensionsgivende køretøj: Sættevognstog			Dimensionsgivende køretøj: Bus 13,7 m		
		$R_{m\phi} = 20 \text{ m}^2$	$R_{m\phi} = 25 \text{ m}^2$	$R_{m\phi} = 30 \text{ m}^2$	$R_{m\phi} = 20 \text{ m}^2$	$R_{m\phi} = 25 \text{ m}^2$	$R_{m\phi} = 30 \text{ m}^2$
2	10/12	+	+	+	+	+	+
4		+	+	+	+	+	+
6		+	+	(+)	+	+	+
8		+	+	(+)	+	+	+

Største bredde af kantstensbegrænset del af sekundærhelle <sup>1)</sup> $b_{sh}$ (m)	Maksimumsradius i tilslutningskant ved tilfart/frafart $R_t$ (m)	2-sporet frafart <u>uden</u> tvunget højresving (se afsnit 6.1.4)					
		Dimensionsgivende køretøj: Sættevognstog			Dimensionsgivende køretøj: Bus 13,7 m		
		$R_{m\phi} = 20 \text{ m}^2$	$R_{m\phi} = 25 \text{ m}^2$	$R_{m\phi} = 30 \text{ m}^2$	$R_{m\phi} = 20 \text{ m}^2$	$R_{m\phi} = 25 \text{ m}^2$	$R_{m\phi} = 30 \text{ m}^2$
2	10/12	+	+	+	+	+	+
4		+	+	+	+	+	+
6		+	+	+	+	+	+
8		+	+	+	+	+	+

1) Eksklusive kantbane på hver side med en bredde på 2 x 0,3 m, heraf 0,1 m bred kantlinje

2) Se tilhørende værdier for de øvrige centrale elementer i tabellerne i Figur 2.7 og Figur 2.8

+ Kan anvendes

- (+) Kan nødtvungent anvendes, hvor arealerhvervelser langs vejgrenen i nogen afstand fra cirkulationsarealet er kritiske

Figur 3.11 *Anbefalede sammenhængende værdier for de dimensionerende centrale elementer og elementer i hver vejgren med parallelhelle.*

Bredde af kantstensbegrænset del af sekundærhelle <sup>1)</sup>	Vinkel-drejning	Maksimums-radius i tilslutningskant ved tilfart/frafart	2-sporet frafart <u>med</u> tvunget højresving (se afsnit 6.1.4)					
			Dimensionsgivende køretøj: Sættevognstog			Dimensionsgivende køretøj: Bus 13,7 m		
			$R_{m\phi} = 20$ m <sup>2</sup>	$R_{m\phi} = 25$ m <sup>2</sup>	$R_{m\phi} = 30$ m <sup>2</sup>	$R_{m\phi} = 20$ m <sup>2</sup>	$R_{m\phi} = 25$ m <sup>2</sup>	$R_{m\phi} = 30$ m <sup>2</sup>
2	1:15	10/12	+	+	(+)	+	+	+
	1:10		+	+	(+)	+	+	(+)
	1:5		-	-	-	(+)	(+)	-
4	1:15		+	+	(+)	+	+	+
	1:10		+	+	(+)	+	+	(+)
	1:5		-	-	-	(+)	(+)	-
6	1:15		+	+	(+)	+	+	(+)
	1:10		(+)	(+)	(+)	+	+	(+)
	1:5		-	-	-	-	-	-
8	1:15		(+)	(+)	(+)	+	+	(+)
	1:10		(+)	(+)	-	+	+	(+)
	1:5		-	-	-	-	-	-

Bredde af kantstensbegrænset del af sekundærhelle <sup>1)</sup>	Vinkel-drejning	Maksimums-radius i tilslutningskant ved tilfart/frafart	2-sporet frafart <u>uden</u> tvunget højresving (se afsnit 6.1.4)					
			Dimensionsgivende køretøj: Sættevognstog			Dimensionsgivende køretøj: Bus 13,7 m		
			$R_{m\phi} = 20$ m <sup>2</sup>	$R_{m\phi} = 25$ m <sup>2</sup>	$R_{m\phi} = 30$ m <sup>2</sup>	$R_{m\phi} = 20$ m <sup>2</sup>	$R_{m\phi} = 25$ m <sup>2</sup>	$R_{m\phi} = 30$ m <sup>2</sup>
2	1:15	10/12	+	+	+	+	+	+
	1:10		+	+	+	+	+	+
	1:5		+	+	(+)	+	+	(+)
4	1:15		+	+	+	+	+	+
	1:10		+	+	+	+	+	+
	1:5		+	+	(+)	+	+	(+)
6	1:15		+	+	+	+	+	+
	1:10		+	+	+	+	+	+
	1:5		+	(+)	(+)	+	+	(+)
8	1:15		+	+	+	+	+	+
	1:10		+	+	+	+	+	+
	1:5		(+)	(+)	-	(+)	(+)	(+)

<sup>1)</sup> Nærmest cirkulationsarealet og eksklusive kantbane på hver side med en bredde på 2 x 0,3 m, heraf 0,1 m bred kantlinje

<sup>2)</sup> Se tilhørende værdier for de øvrige centrale elementer i tabellerne i Figur 2.7 og Figur 2.8

+ Kan anvendes

(+) Kan nødtvungent anvendes, hvor arealerhvervelser langs vejgreden i nogen afstand fra cirkulationsarealet er kritiske

- Frarådes

Figur 3.12 *Anbefalede sammenhængende værdier for de dimensionerende centrale elementer og elementer i hver vejgren med trekanthelle.*

For helletypen, trompethelle, opnås størst hastighed lige som ved 1-sporede rundkørsler, hvis afrundingskurven langs indre begrænsningslinje af kørespor i til- eller frafart følges. I Figur 3.13 er angivet anbefalede værdier for 2-sporede rundkørsler i sammenhæng, alene for de dimensionerende centrale elementer og elementer i hver vejgren.

Dimen- sions- gi- vende køretøj	Mid- terø- radius <sup>1)</sup>	Radius i afrundingskurve langs indre begrænsningslinje af kørespor i tilfart/frafart	Maksimumsradius i tilslutningskant ved tilfart /frafart	2-sporet frafart med tvunget højresving (se afsnit 6.1.4)	
	$R_{m\phi}$ (m)	$R_a$ (m)	$R_t$ (m)	Bredde af kantstens- begrænset del af se- kundærhelle <sup>2)</sup>	Længde af sekundærhelle
				$b_{sh}$ (m)	$l_{sh}$ (m)
SVT	20	30	10/12	3,9	10,5
	25			5,1	12,2
	30			6,1	13,5
Bus 13,7 m	20	30		4,6	11,5
	25			5,8	13,1
	30			6,8	14,3
SVT	20	40		5,9	15,3
	25			7,5	17,4
	30			8,9	19,1
Bus 13,7 m	20	40		6,7	16,3
	25			8,2	18,3
	30			9,6	19,9
SVT	20	50	7,7	19,6	
	25		9,6	22,1	
	30		11,4	24,1	
Bus 13,7 m	20	50	8,5	20,6	
	25		10,3	23,0	
	30		12,0	24,9	

(figuren fortsættes på næste side)

(figuren er fortsat fra forrige side)

Dimen- sions- gi- vende køretøj	Mid- terø- radius <sup>1)</sup>	Radius i afrundingskurve langs indre begrænsningslinje af kørespor i tilfart/frafart	Maksimumsradius i tilslutningskant ved tilfart/frafart	2-sporet frafart <u>uden</u> tvunget højresving (se afsnit 6.1.4)		
				Bredde af kantstens- begrænset del af se- kundærhelle <sup>2)</sup>	Længde af sekundærhelle	
	$R_{m\emptyset}$ (m)	$R_a$ (m)	$R_t$ (m)	$b_{sh}$ (m)	$l_{sh}$ (m)	
SVT	20	30	10/12	5,6	12,8	
	25			6,8	14,3	
	30			7,7	15,3	
Bus 13,7 m	20			6,0	13,3	
	25			7,1	14,7	
	30			8,1	15,7	
SVT	20			40	7,7	17,6
	25				9,3	19,5
	30				10,5	20,9
Bus 13,7 m	20	8,1			18,1	
	25	9,6			19,9	
	30	10,9			21,3	
SVT	20	50			9,5	21,9
	25				11,4	24,2
	30				12,9	25,9
Bus 13,7 m	20			9,9	22,4	
	25			11,7	24,6	
	30			13,3	26,3	

1) Se tilhørende værdier for de øvrige centrale elementer i tabellerne i Figur 2.7 og Figur 2.8

2) Nærmest cirkulationsarealet og eksklusive kantbane på hver side med en bredde på 2 x 0,3 m, heraf 0,1 m bred kantlinje

Figur 3.13 *Anbefalede sammenhængende værdier for de dimensionerende centrale elementer og elementer i hver vejgren med trompethelle.*

### 3.1.5 Overkørsler

En vejgren, som er tilsluttet cirkulationsarealet med en overkørsel, etableres som en hævet flade med afvigende belægning på tværs af og i niveau med yderrabat og eventuel cykelsti/fortov/gangsti langs cirkulationsarealet.

Udformningen af overkørslen skal opfylde et eller flere af følgende kriterier:

- tydelig for trafik på vejgrenen på vej mod rundkørslen
- hævet i forhold til vejgrenens kørebane, normalt med en kantsten mod cirkulationsarealet
- ramper mod kørebanerne
- eventuelt indsnævret tværprofil i forhold til vejgrenen.



Vigepligten afmærkes som ved prioriterede vejtilslutninger med vigepligtstavlen B 11 Ubetinget vigepligt og vigepligtstavler, se håndbøgerne "Færdselstavler, Vigepligtstavler", 2017, og "Afmærkning på kørebanen, Tværafmærkning", 2017, begge i vejregulserien "Færdselsregulering".

Bredden af en overkørsel, målt ved den ydre begrænsningslinje for fortov/gangsti eller yderrabat, bør være følgende:

- dobbeltrettet trafik: maksimalt 6 m
- ensrettet ind- eller udkørende trafik: maksimalt 5 m.

Rampen mod kørebanen udføres i en bredde, som svarer til arealbehovet ved det dimensionsgivende køretøjs svingmanøvre.

For den detaljerede udformning af en overkørsel henvises til håndbogen "Vejkryds", 2018, i vejregulserien "Trafikarealer, by".

### 3.2 Kørespor i til- og frafarter

Dette afsnit omfatter konstruktionen af tilfartsspor, se afsnit 3.2.1, og af frafartsspor, se afsnit 3.2.2, herunder dynamiske frafartsspor. Endvidere beskrives konstruktionen af overgangen mellem til- og frafartsområdet og vejgrenens frie strækning, se afsnit 3.2.3.

De ydre begrænsningslinjer for køresporene i til- og frafartsområdet konstrueres parallelt med sekundærhellens begrænsningslinjer.

#### 3.2.1 Tilfartsspor

Efterfølgende er angivet anbefalede værdier for 1- og 2-sporede tilfarter som udgangspunkt for disses bredde. Her tilstræbes så smalle tilfartsspor som muligt for visuelt at medvirke til fartdæmpning; men de anbefalede breddeværdier skal altid tjekkes for hver enkelt tilfartsspor med kørekurveprogram eller arealbehovskurver for det dimensionsgivende køretøj. Det passerer rundkørslen uden brug af overkørselsarealer. Dette tjek skyldes, at dets svingmanøvrer fra tilfart til cirkulationsareal afhænger af dets bredde, størrelsen af midterøen, helleudformning og afstande til de efterfølgende frafarter. Ud over det simple højresving ved indkørsel kan dette være kombineret med endnu et højresving, ligeudkørsel eller et venstresving i cirkulationsarealet, som gør arealbehovet i den samlede manøvre komplekst. Ofte vil bredden af tilfartsspor nærmest cirkulationsarealet derfor være større end de anbefalede værdier.

##### 1-sporet tilfart

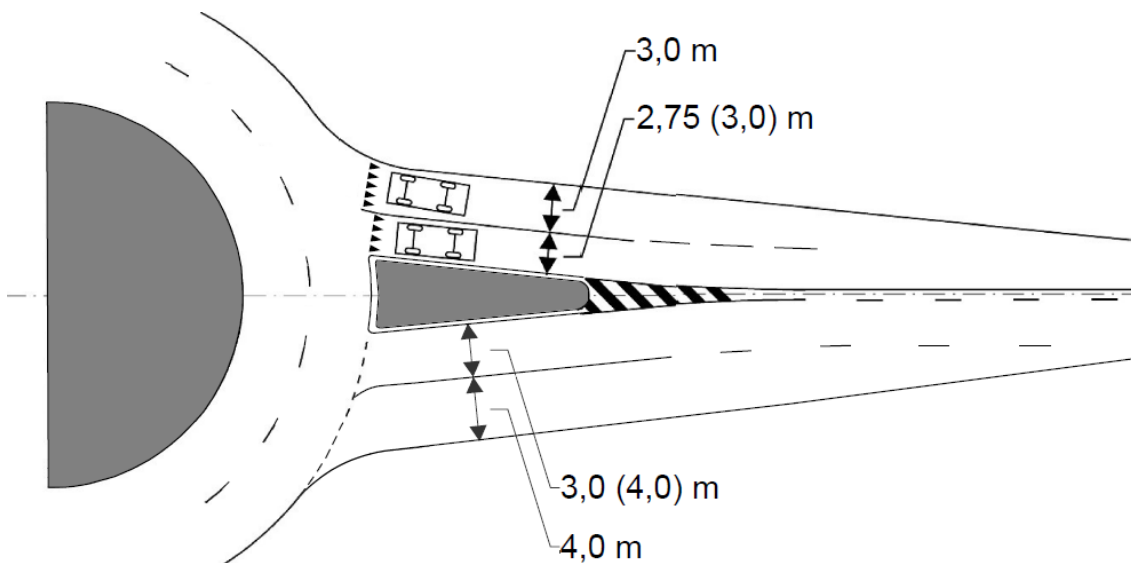
Der anbefales normalt en køresporsbredde på 3,0 m (målt mellem indre og ydre begrænsningslinje), se dog indledningen til afsnit 3.2.1, hvilket tillader det dimensionsgivende køretøjs indkørsel i basis-udformningen. Langs tilfartssporets højre side etableres en kantbane på 0,9 m inkl. 0,3 m kantlinje, såfremt der er behov for et overkørselsareal med største bredde mindre end 1,0 m, se afsnit 1.2.2.

##### 2-sporet tilfart

Længden af den 2-sporede strækning i tilfarten bør mindst svare til den beregnede kølængde.

For højre tilfartsspor benyttes samme anbefalede bredde på 3,0 m som for en 1-sporet tilfart, se dog indledningen til afsnit 3.2.1.

For venstre tilfartsspor anbefales en bredde på 2,75 m, se Figur 3.14 og indledningen til afsnit 3.2.1. Hvis det for at nå bestemte vejvisningsdestinationer er nødvendigt at benytte venstre tilfartsspor, anbefales dette også en bredde på 3,0 m, se dog indledningen til afsnit 3.2.1.



Figur 3.14 2-sporet til- og frafart, principskitse (se dog forklaring i tekst til breddeværdierne).

Ved 2-sporet tilfart henvises til afsnit 4.3 om behov for et overkørselsareal af hensyn til det tilgængelighedskrævende køretøj.

### 3.2.2 Frafartsspor

Efterfølgende er angivet anbefalede værdier for 1- og 2-sporede frafarter som udgangspunkt for disse bredde. Her tilstræbes så smalle frafartsspor som muligt for visuelt at medvirke til fartdæmpning, hvor der er krydsende cykel- eller fodgængertrafik; men de anbefalede breddeværdier skal altid tjekkes for hver enkelt frafartsspor med kørekurveprogram eller arealbehovskurver for det dimensionsgivende køretøj. Det passerer rundkørslen uden brug af overkørselsarealer. Dette tjek skyldes, at dets svingmanøvrer fra cirkulationsareal til frafart afhænger af dets bredde, størrelsen af midterøen, helleudformning og afstande fra de forrige tilfarter. Ud over det simple højresving ved udkørsel kan dette være kombineret med endnu et højresving, ligeudkørsel eller et venstresving i cirkulationsarealet, som gør arealbehovet for den samlede manøvre komplekst. Ofte vil bredden af frafartsspor nærmest cirkulationsarealet derfor være større end de anbefalede værdier.

#### 1-sporet frafart

Der anbefales normalt en køresporsbredde på 4,0 m (målt mellem indre og ydre begrænsningslinje), se dog indledningen til afsnit 3.2.2, hvilket stemmer overens med en dansk undersøgelse af sikkerhedseffekterne i rundkørsler fra 2013 og tillader det dimensionsgivende køretøjs udkørsel i basis-udformningen. Langs frafartssporrets højre side etableres en kantbane på 0,9 m inkl. 0,3 m kantlinje, såfremt der er behov for et overkørselsareal med største bredde mindre end 1,0 m, se afsnit 1.2.2.

I 2-sporede rundkørsler kan også benyttes 1-sporet frafart, se afsnit 7.1.4.

#### 2-sporet frafart

For højre frafartsspor benyttes samme anbefalede bredde på 4,0 m som for en 1-sporet frafart, se dog indledningen til afsnit 3.2.2.

For venstre frafartsspor anbefales en bredde på 3,0 m, se Figur 3.14 og indledningen til afsnit 3.2.2, dog 4,0 m i en løsning med 2-sporet frafart med tvunget højresving, se afsnit 7.1.4.

Ved 2-sporet frafart henvises til afsnit 4.3 om behov for et overkørselsareal af hensyn til det tilgængelighedskrævende køretøj.

Længden af den 2-sporede strækning i frafarten med kørespor i fuld bredde  $L_{2\text{-sporet}}$  udføres på mindst 30 m, så et langt køretøj kan være i højre kørespor inden indfletning. Hvis der efterfølgende ikke er to kørespor på strækningen efter rundkørslen i den pågældende retning, gøres den efterfølgende flettestrækning med indsnævring af de to kørespor til ét så lang, at den svarer til 8 sekunders køretid. Her skal der ved beregning af længden iagttages, at hastigheden øges under accelerationen bort fra rundkørslen. Denne strækning gøres så vidt muligt retlinjet for at sikre oversigten i flettestrækningen, som derfor afsluttes inden afrundingskurven, se afsnit 3.1.3.

Ved afslutningen af den 2-sporede strækning i frafarten med kørespor i fuld bredde starter flettestrækningen, som afmærkes med oplysningstavlen E 16 Vognbaneforløb. Tavlen placeres således, at der er en observationstid  $t_{ud}$  under kørsel på mindst 2 sekunder efter passage af overgangen mellem cirkulationsareal og frafart.

Her tages udgangspunkt i hastigheden  $V_{ud}$  (km/h) ved denne passage. Denne udkørselshastighed er normalt 30 km/h, men kan være op til 50 km/h, hvis der ikke er cyklister og fodgængere på tværs af frafarten. Accelerationen  $g_{aud}$  ved udkørselshastigheden  $V_{ud}$  findes i håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer", 2018, figur 7.2, i vejregelserien "Fælles for by og land" og regnes gældende for hele den 2-sporede strækning i fuld bredde, uanset at hastigheden er stigende.

Afstanden  $d_{ud}$  fra overgangen mellem cirkulationsareal og frafart til oplysningstavlen E 16 Vognbaneforløb beregnes af formel (3.1).

$$d_{ud} = (V_{ud}/3,6 + \frac{1}{2} \cdot g_{aud} \cdot t_{ud}) \cdot t_{ud} \quad (3.1)$$

Hvis  $d_{ud}$  bliver mindre end den ønskede længde af den 2-sporede strækning i fuld bredde  $L_{2\text{-sporet}}$  på 30 m, placeres oplysningstavlen i stedet 30 m fra overgangen mellem cirkulationsareal og frafart. Herefter er  $t_{ud}$  større end 2 sekunder og beregnes af formel (3.1) ved at sætte  $d_{ud} = 30$  m og løse formel (3.1) med hensyn til  $t_{ud}$ . Det giver løsningen i formel (3.2).

$$t_{ud} = \frac{-V_{ud}/3,6 + \sqrt{(V_{ud}/3,6)^2 + 2 \cdot g_{aud} \cdot d_{ud}}}{g_{aud}} \quad (3.2)$$

Hastigheden ved afslutningen af den 2-sporede strækning i fuld bredde  $V_{flet}$  (km/h), hvor fletningen begynder, beregnes af formel (3.3).

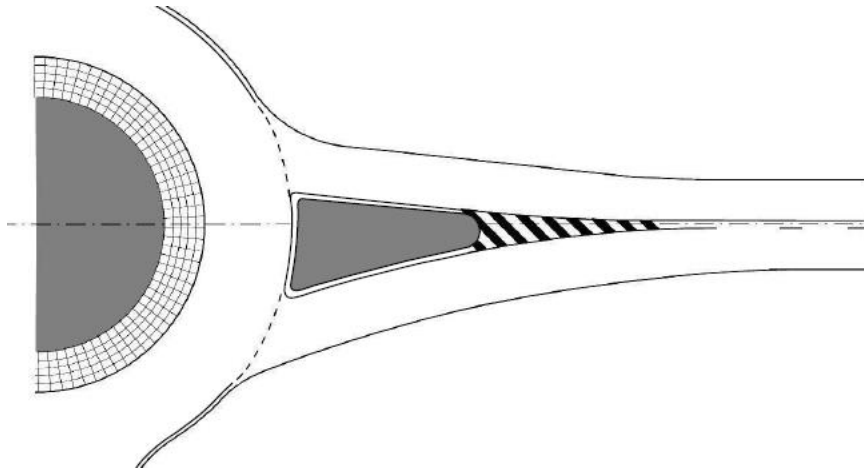
$$V_{flet} = V_{ud} + 3,6 \cdot g_{aud} \cdot t_{ud} \quad (3.3)$$

Flettestrækningens længde  $L_{flet}$  beregnes af formel (3.4), idet flettetiden  $t_{flet}$  er 8 sekunder og accelerationen  $g_{aflet}$  ved hastigheden  $V_{flet}$  ved starten af fletningen findes i håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer", 2018, figur 7.2, i vejregelserien "Fælles for by og land" og regnes gældende for hele flettestrækningen, uanset at hastigheden er stigende.

$$L_{flet} = (V_{flet}/3,6 + \frac{1}{2} \cdot g_{aflet} \cdot t_{flet}) \cdot t_{flet} \quad (3.4)$$

### Dynamisk frafart

Hvor der ikke optræder cirkulerende lette trafikanter på tværs af en vejgren i en rundkørsel, kan frafarten gøres dynamisk i forhold til den tilhørende tilfart. Dette opnås ved at udforme sekundærhellen asymmetrisk omkring vejgrenens midterlinje og ved f.eks. at udforme frafartssiden af hellen som en trompethelle. Herved øges bredden af den del af hellen, som befinder sig i frafartssiden, se Figur 3.15.



Figur 3.15 Dynamisk frafart, principskitse.

Begrundelsen for at etablere en dynamisk frafart er at øge udkørselshastighed og kørselskomfort. Dette anses for acceptabelt, når der ikke er cykel- eller fodgængertrafik på tværs af frafarten. Denne foranstaltning har en kapacitetsfremmende effekt for den indkørende biltrafik i tilfarten i samme vejgren, fordi afstanden til de udkørende i samme gren bliver større, se håndbogen "Kapacitet og serviceniveau", 2015 i vejregelserien "Fælles for by og land".

### 3.2.3 Bredeændring af kørespor

Såfremt bredden af til- og frafartssporene er den samme som bredden af de tilsvarende spor på den frie strækning af vejgrene konstrueres til- og frafartssporenes ydre begrænsningslinjer parallelt med sekundærhellens ydre begrænsningslinjer. De svarer til til- og frafartssporenes indre begrænsningslinjer.

Såfremt bredden af til- og frafartssporene afviger fra bredden af de tilsvarende spor på den frie strækning af vejgrene, indbygges bredeændringen i konstruktionen af overgangen mellem de ydre begrænsningslinjer for til- og frafartssporene og de ydre begrænsningslinjer for de tilsvarende spor på den frie strækning af vejgrene, se afsnit 3.1.3. I princippet sker det ved at benytte samme geometriske udformning som for sporenes indre begrænsningslinjer, men eventuelt med ændrede radier for afrundingskurverne.

### 3.2.4 Kantstensbegrænsning

Til- og frafartsspor bør begrænses med kantsten langs den ydre begrænsningslinje mindst på hele den strækning, der svarer til den kantstensbegrænsede del af sekundærhellen. Der anbefales dog, at der anvendes kantstensbegrænsning langs hele til- og frafartssporet.

Kantstensbegrænsningen medvirker til, at hastigheden i tilfarterne begrænses, idet den visuelt tilfører tværprofilet et snævrere indtryk.

Kantsten gøres affasede og placeres ikke med en niveauforskel større end 5 cm.

For at undgå opkøring af ikke-befæstet rabatareal langs 1-sporede tilfarter anbefales det at befæste mindst 0,5 m langs kantstensbegrænsningens højre side. Særligt brede traktorer kan således køre op over kantstensbegrænsningen og benytte det ekstra befæstede areal.

Overkørselsarealer bør have afvigende belægning, både hvad angår farve og materiale, i forhold til de øvrige arealer af kørebanen.

Ved udformningen af overkørselsarealer er det vigtigt at signalere til førerne af de tilgængelighedskrævende køretøjer, som benytter overkørselsarealer, at arealet er befæstet og overkørbart.

Det er samtidigt vigtigt at sikre, at overkørselsarealer ikke benyttes af mindre køretøjer til at passere krydset med højere hastighed end planlægningshastigheden eller svinghastigheden. Derfor udføres overkørselsarealer afvisende over for mindre køretøjer ved at tilvejebringe en niveauforskel i forhold til det tilgrænsende kørespor og eventuelt en sidehældning, som er større end sidehældningen for det tilgrænsende kørespor.

Et eventuelt kantstensopspring mellem overkørselsareal og det tilgrænsende kørespor/cirkulationsareal bør være 4 – 5 cm for at hindre mindre køretøjer i at benytte overkørselsarealet.

Et kantstensopspring mindre end 4 – 5 cm vil øge risikoen for, at motorcyklister overser opspringet med udskridning til følge.

Et kantstensopspring større end 4 – 5 cm er heller ikke tilrådelig af hensyn til påkørselsrisikoen, høje lastbilers risiko for at vælte samt blokvognes risiko for at skrabe bunden (frihøjden under en blokvogn er ofte kun ca. 10 cm). Desuden kan et kantstensopspring større end 4 – 5 cm give førerne af de tilgængelighedskrævende køretøjer det indtryk, at overkørselsarealet ikke er overkørbart.

Ved etablering af overkørselsarealer skal opmærksomheden henledes på, at der tages de fornødne hensyn til snerydning. I den forbindelse bør foranstaltninger til markering af ovennævnte kantstensopspring indgå, idet denne kan være svær at erkende, når den er snedækket. Det må derfor påregnes, at de fleste overkørselsarealer, der ikke er i niveau med kørebanen, markeres med snestokke i hele vinterperioden, hvad der gør kørsel på overkørselsarealerne besværlig. I stedet for en niveauforskel kan benyttes ujævn belægning med f.eks. brosten eller græsarmingssten.

I øvrigt anbefales, at man i forbindelse med projekteringen af rundkørslen sikrer, at blokvogne kan passere de aktuelle sidehældninger af overkørselsarealer og af det tilgrænsende kørespor og de aktuelle niveauforskelle mellem disse.

Anvendelsen af kantstensbegrænsninger i rundkørsler har både fordele og ulemper.

Fordele:

- God ledeevne ved kurvede vejforløb
- God ledeevne i mørke
- Visuel markering og afgrænsning af til- og frafarter, så det opfattes kompakt

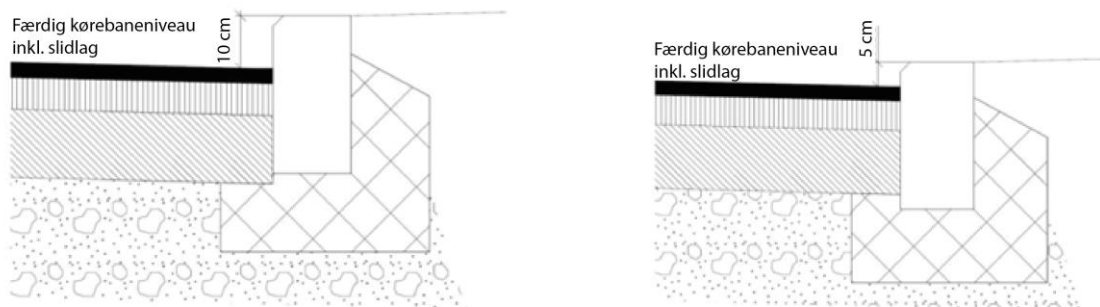
- Kantstensbegrænsninger i begge sider af et kørespor medvirker til at forstærke indtrykket af snæverhed og antages derfor at medvirke til fartdæmpning
- Opkøring af rabatter, herunder afskæring af hjørner med højere hastighed i svingmanøvrer end den planlagte til følge, begrænses.

Ulemper:

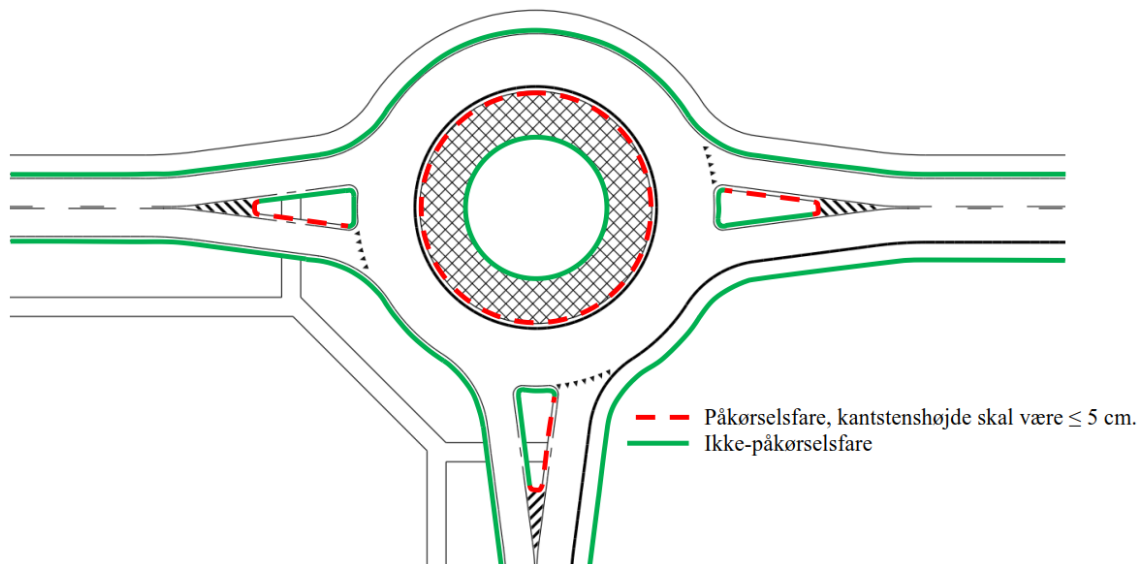
- Påkørselsrisiko for snepløve
- Svært at få nedbrudte køretøjer bort fra kørebanen og ud i rabatten.

Hvor der etableres kantstensbegrænsning, bør der anvendes affasede kantsten. Affasningen mindsker risikoen for dækskader.

Kantstensopspringet, som måles mellem kørebane og overside af kantsten, se Figur 3.16, tilrådes valgt ud fra, om kantstensforløbet er påkørselsfarligt eller ikke.



Figur 3.16 Kantstensopspring på 10 og 5 cm, principkitser.



Figur 3.17 Kantsten med trafiksikkerhedsmæssig vurdering af påkørselsfare for en rundkøsel.

## 4 VEJGRENENS TILSLUTNING

Kapitlet omfatter konstruktionen af tilslutningskanterne mellem vejgrenens ydre begrænsningslinjer og cirkulationsarealets ydre begrænsningslinje, se afsnit 4.1. Endvidere beskrives konstruktionen af overkørselsarealer, der knytter sig til tilslutningen mellem vejgrenen og cirkulationsarealet, i afsnit 4.2.

Valg af dimensionsgivende og tilgængelighedskrævende køretøjer er beskrevet i afsnit 1.2.

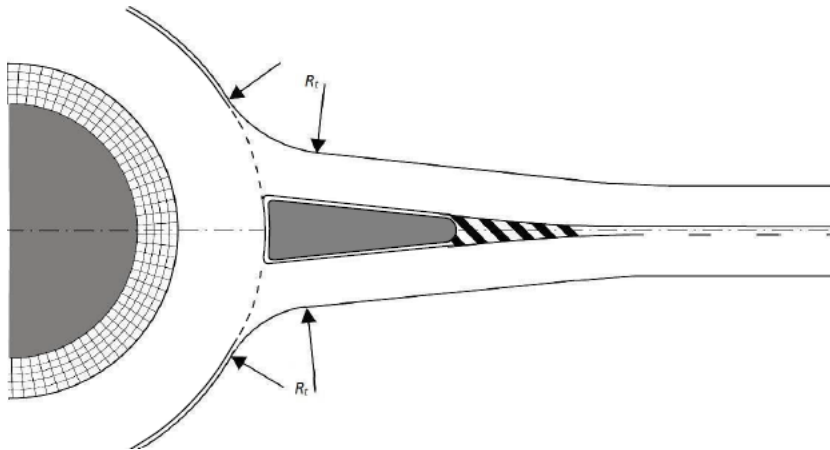
### 4.1 Tilslutningskanter

Vejgrenens ydre begrænsningslinjer (højre side af til- og frafarter) tilsluttes cirkulationsarealets ydre begrænsningslinje ved hjælp af en cirkelbue med radius  $R_t$  og  $R_f$  bestemt ved hjælp af et køre-  
kurveprogram eller arealbehovskurven for det dimensionsgivende køretøj, se Figur 4.1.

Da forsætningsstrækningens længde måles fra tilslutningskantens tangentpunkt på tilfartssporets begrænsningslinje får størrelsen af radius  $R_t$  indflydelse på denne længde. Jo mindre radius, jo kortere forsætningsstrækning og jo lavere hastighed for personbilen. Som radius for tilslutningskanten bør derfor vælges en værdi, der ikke er større end netop nødvendigt for, at dimensionsgivende køretøj kan køre ind i cirkulationsarealet med køremåde A og uden brug af overkørselsarealer, se afsnit 1.2.1. Samme forhold gælder for størrelsen af  $R_f$ .

Normalt vil  $R_t$  være 10 – 12 m. I basis-udformningen anvendes en værdi på 10 m, fordi den sikrer en passende placering af tilslutningskantens tangentpunkt i tilfarten og dermed længde af forsætningsstrækningen. Så overholdes en maksimal indkørselshastighed på 30 km/h.

Normalt vil  $R_f$  være 12 – 14 m. I basis-udformningen anvendes en værdi for  $R_f$  på 12 m, som ligeledes sikrer en maksimal udkørselshastighed på 30 km/h.



Figur 4.1 Cirkelbue som tilslutningskant ved vejgrenens tilslutning til cirkulationsarealet, principskitse.

## 4.2 Overkørselsarealer ved tilslutningen

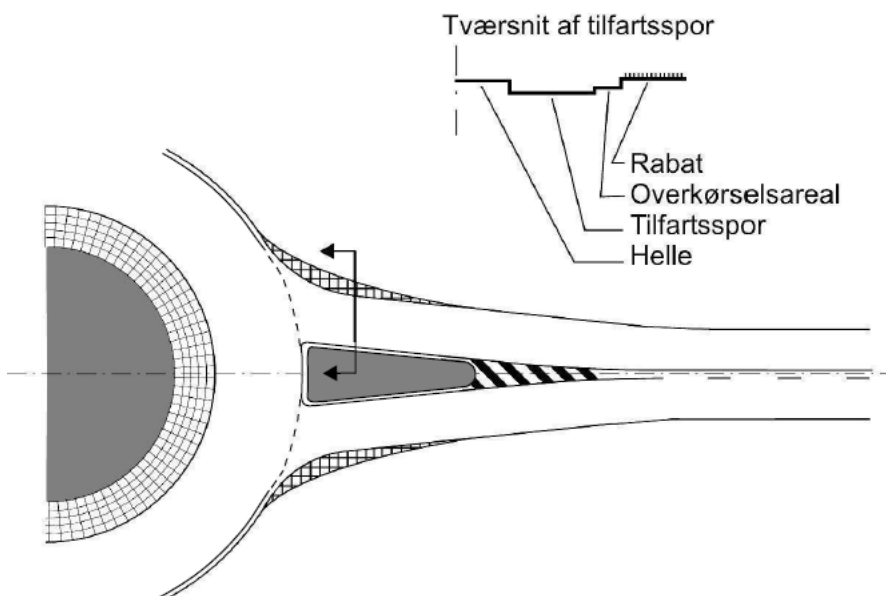
Hvis det tilgængelighedskrævende køretøj i en 1-sporet til- eller frafart har et arealbehov nærmest cirkulationsarealet, som er væsentligt større end bredden af kørebanen mellem kantstensbegrænsningerne for til- eller frafarten inkl. kantbanerne, bør der etableres et overkørselsareal langs køresporet ved tilslutningen til cirkulationsarealet.

Der er to løsningsmuligheder for placering af dette overkørselsareal, henholdsvis højre og venstre side af køresporet. Hvis overkørselsarealet udføres med niveauspring, forventes det afmærket med snestokke i vinterhalvåret af hensyn til sneplove. Dette begrænser den praktiske anvendelse af overkørselsarealet.

Hvis der som følge af det dimensionsgivende køretøjs store arealbehov ved ind- og udkørsel er valgt et hastighedsmaksimeret køretøj, se definitionen i afsnit 1.2.1, etableres der spærreflade inden for det fastlagte køresporet for det dimensionsgivende køretøj, som derved kommer til at passere hen over denne spærreflade. Derfor afgrænses den med en punkteret 0,1 m bred kantlinje. Spærrefladen placeres i højre side af køresporet.

### Overkørselsareal langs højre side

For at tilgodese det tilgængelighedskrævende køretøjs arealbehov foretages en – ofte trompetformet – udvidelse af køresporet i form af et overkørselsareal nærmest cirkulationsarealet, se Figur 4.2.



Figur 4.2 Til- og frafart med overkørselsarealer langs højre side, principskitse.

For at begrænse det hastighedsmaksimerede køretøjs hastighed ved indkørsel i cirkulationsarealet kan etableres et overkørselsareal langs højre begrænsningslinje inden for det dimensionsgivende køretøjs arealbehov.

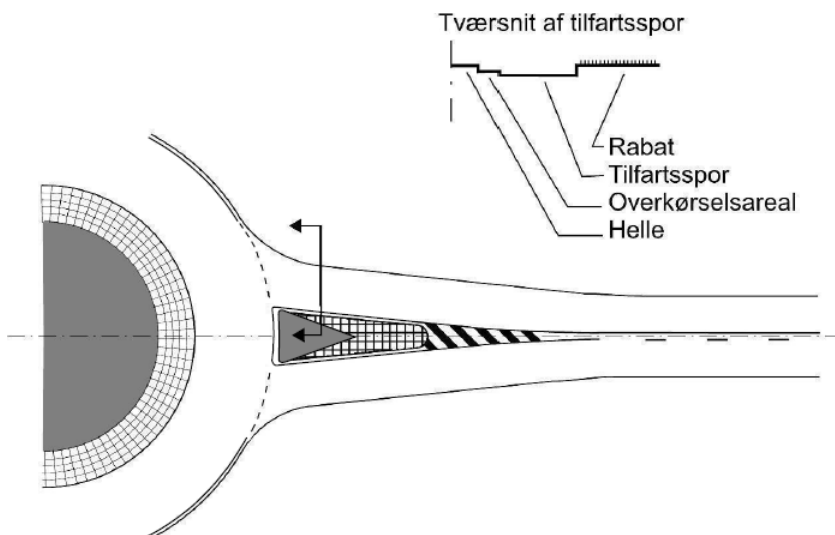
Fordelen ved disse løsningsmuligheder er, at overkørselsarealet vil blive benyttet af den slæbende del af det tilgængelighedskrævende køretøj henholdsvis dimensionsgivende køretøj. Der stilles således ikke særlige krav til chaufføren om at tilrettelægge sine kørselsmanøvrer under hensyntagen til køretøjets arealbehov inden passagen af denne del af køresporet.



Ulempen er, at cykeltrafikken i sekundærvejens tilfart uden for overkørselsarealet kan komme i konflikt med et køretøj, som benytter overkørselsarealet. Samme konflikt gør sig gældende mellem køretøjet og eventuel fodgængertrafik til/fra hjørnet inden for tilslutningskanten.

#### Overkørselsareal langs venstre side

I dette tilfælde inddrages en del af den kantstensbegrænsede del af sekundærhellen til overkørselsareal, se Figur 4.3.



Figur 4.3 Til- og frafart med overkørselsareal langs venstre side, principskitse.

Fordelene ved denne løsningsmulighed er, at den ikke giver mindre køretøjer mulighed for øget hastighed ved benyttelse af overkørselsarealet og, at den er mere sikker for cykeltrafikken på den tilsluttede vej.

Ulemperne er, at dels markerer en mindre sekundærhelle rundkørselens tilstedeværelse dårligere for trafik på vej mod denne, dels forventes dette overkørselsareal benyttet af den styrende del af det tilgængelighedskrævende køretøj. Der stilles således særlige krav til chaufføren om at tilrettelægge sine kørselsmanøvrer under hensyntagen til køretøjets arealbehov inden passagen af denne del af køresporet. Hvis dette ikke gøres, vil den slæbende del af køretøjet overskride køresporets højre begrænsning.

#### Fastlæggelse af overkørselsarealers størrelse

I alle tilfælde fastlægges overkørselsarealerne ved brug af et kørekurveprogram eller arealbehovskurven for det relevante køretøj, se afsnit 1.2.

Overkørselsarealet til brug for det dimensionsgivende køretøj befæstes som en del af køresporet, men med afvigende belægning, se afsnit 7.3.2, og med kantsten mod rabat, cykelsti eller et eventuelt overkørselsareal til brug for det tilgængelighedskrævende køretøj. Sidstnævnte overkørselsareal kan etableres som befæstet rabatareal, eventuelt afgrænset mod ubefæstet rabatareal eller cykelsti med kantsten eller lignende.

### 4.3 2-sporede tilslutninger

Hvis det tilgængelighedskrævende køretøj har en bredde ved ind- eller udkørsel, som er større end bredden af det tilfartsspor, som det skal benytte, regnes der med, at en del af nabosporet kan benyttes. Dog skal der tages stilling til, hvilken kombination af samtidigt ind- og udkørende typekøretøjer der ønskes tilgodeset. Hertil benyttes et kørekurveprogram eller arealbehovskurver for de pågældende typekøretøjer.

Her kan etableres overkørselsareal langs højre side for det tilgængelighedskrævende køretøj, se afsnit 4.2, når dette benytter højre kørespor. Hvis det tilgængelighedskrævende køretøj også skal benytte det venstre kørespor i tilfarten for at nå bestemte vejvisningsdestinationer, etableres eventuelt også overkørselsareal langs venstre side. Også hertil benyttes et kørekurveprogram eller arealbehovskurven for det tilgængelighedskrævende køretøj.

## 5 ØVRIGE TRAFIKAREALER

I det følgende beskrives principperne for anlæg af buslommer i afsnit 5.1. Endvidere beskrives hvilke anlæg, der kan sikre forholdene for cyklister i afsnit 5.2 og for fodgængere i afsnit 5.3.

### 5.1 Buslommer

Først gennemgås placeringen af buslommer. Videre beskrives udformningen af kilestrækninger ved ud- og indkørsel. Endelig angives nødvendige oversigtslængder ved buslommer.

#### Placering

Buslommers dimensioner fremgår af håndbøgerne "Kollektiv bustrafik og BRT", 2016, i vejregelserien "Fælles for by og land" og "Anlæg for standsning og parkering i byer", 2018, i vejregelserien "Byernes trafikarealer".

Buslommer bør placeres langs frafarter.

Placering langs frafarten sikrer de bedst mulige forhold for busserne ved indkørsel til og udkørsel fra buslommen. Ved placering langs tilfarten ville indkørsel til og udkørsel fra buslommen kunne hindres af kødannelse i tilfarten.

Endvidere gælder, at oversigtsforholdene for indkørende bilister i den efterfølgende vejgren ikke berøres af en buslomme, som er placeret langs frafarten.

I 2-sporede rundkørsler med 2-sporede frafarter er buslommer også at foretrække af trafiksikkerheds- og fremkommelighedsmæssige årsager. Dog kan de undværes, så bussen har standsningssted i højre frafartsspor; men det forudsætter, at busfrekvensen er lav.

#### Kilestrækning

Ved udkørsel fra buslommen bør der etableres en normal kilestrækning, se Figur 5.1, dimensioneret efter håndbogen "Anlæg for parkering og standsning i byer" 2018, i vejregelserien "Trafikarealer i byområder".

Ved indkørsel til buslommen kan der ligeledes etableres en normal kilestrækning, se Figur 5.1 øverst, dimensioneret efter håndbogen "Anlæg for parkering og standsning i byer", 2018, i vejregelserien "Trafikarealer i byområder". Her bliver der således en kantstensbegrænset udbuling af frafarten mellem cirkulationsarealet og buslommen. For at sikre tilstrækkelig oversigt bør der benyttes en normal kilestrækning, hvor udkørselshastigheden fra cirkulationsarealet er højere end 30 km/h.

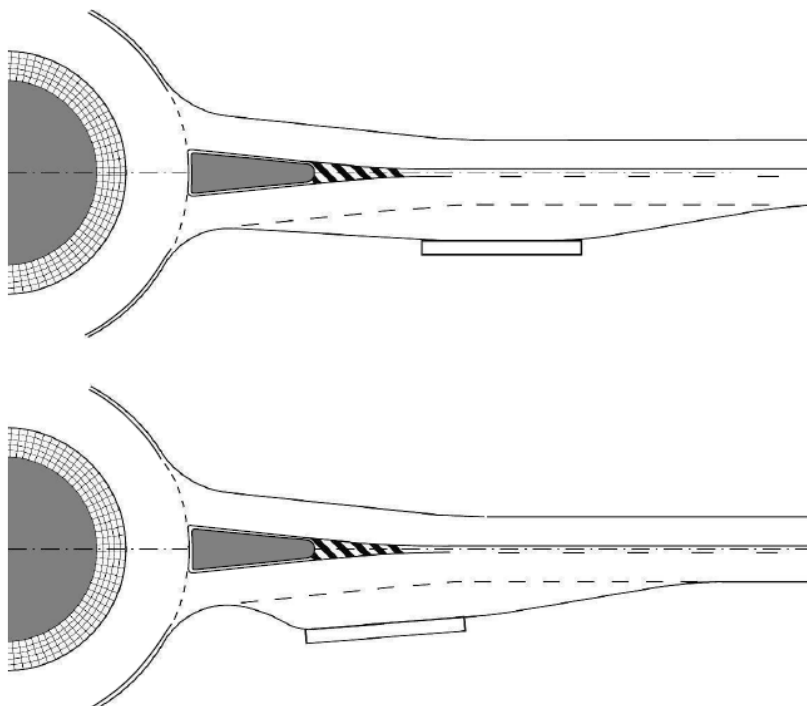
Denne udbuling er vigtig for at undgå, at bredden af køresporets frafart ikke øges unødigt. Uden kantstensbegrænset udbuling af frafarten vil udkørende køretøjer kunne opnå uønsket høje hastigheder ved udkørsel henover buslommen.

Ulempen ved en normal kilestrækning ved indkørsel er, at bussen kommer til at holde relativt langt fra en eventuel fodgængerpassage på tværs af vejgrenen. Det kan friste buspassagerer på vej til eller fra stoppestedet til at krydse den pågældende vejgren på et mindre sikkert sted end tæt på cirkulationsarealet, hvor biltrafikkens hastighed er lavest.

Alternativt til en normal kilestrækning ved indkørsel til buslommen kan der etableres en kort kilestrækning med samme bredde af udbulingen som ved en normal kilestrækning, men med en

længde, som alene er bestemt af arealbehovet for typekøretøjer for busser ved køremåde B. Kilestrækningen gøres herefter lige bestemt så lang, at en bus kan manøvreres ind på plads langs holdestrækningen, se Figur 5.1 nederst. Med en kort kilestrækning ved indkørsel bringes bussen til at holde tæt på en eventuel fodgængerpassage på tværs af vejgrenene tæt på cirkulationsarealet.

Hvis der er en fodgængerpassage over vejgrenen, bør kilestrækningen først begynde efter denne.



Figur 5.1 Eksempler på buslomme langs frafart med normal eller kort kilestrækning ved indkørsel, principskitse.

### Oversigt

Oversigten til og fra buslommen bør være fri på så lang en strækning, at såvel udkørende bilister som buschaufføren i den holdende bus i tide får overblik og kan opfatte modparten. Afhængigt af den ønskede hastighed ved tilslutningen mellem cirkulationsarealet og frafarten bør der tilvejebringes oversigtslængder, som fremgår af tabellen Figur 5.2.

Hastighed $V_{ud}$ ved udkørsel (km/h)	Oversigtslængde til bussens bagende (m)
20	20
30	30
40	40
50	55

Figur 5.2 Oversigtslængder ved buslomme i forhold til udkørselhastigheden  $V_{ud}$  fra cirkulationsarealet, afrundet opad til nærmeste multiplum af 5.

Oversigtslængderne forudsætter, at en udkørende bilist, der kører med hastigheden  $V_{ud}$  og har en reaktionstid på 2,0 sekunder, kan bringe sit køretøj til standsning med en kraftig deceleration på  $3,7 \text{ m/s}^2$ . Oversigtslængderne bestemmes ved hjælp af håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer" 2018, afsnit 7.2 efter samme type formel som (7.4), i vejregelserien "Fælles for by og land". Beregning af oversigtslængden sker således ud fra udkørselhastigheden  $V_{ud}$ .

Buschaufføren bør i venstre sidespejl have oversigt langs bussens venstre side, svarende til oversigtslængden i Figur 5.2 + bussens længde.

Som virkemiddel til at opnå den korrekte oversigtslængde for buschaufføren i den holdende bus kan benyttes en større bredde af buslommens holdestrækning end mindsteværdien på 2,7 m.

## 5.2 Cyklistarealer

### Generel udformning

Ved udformningen af rundkørsler tages der hensyn til cyklisters og knallertkøreres sikkerhed, fremkommelighed og komfort. Generelle krav herom er beskrevet i håndbogen "Fælles grundlag og planlægning for vejkruds i åbent land", 2018, kapitel 5.

Det er vigtigt at tage alle tre hensyn på én gang. Konfliktpunkter mellem biltrafik og cykeltrafik bør undgås eller reduceres, uden at det giver væsentlig omvejskørsel og forsinkelse for cyklisterne samtidig med, at trygheden også forbedres gennem udformningen af de fysiske forhold.

Konfliktpunkter kan undgås ved, at krydsninger sker ude af niveau. Hvis dette ikke kan lade sig gøre, må anvendes krydsning i samme plan som biltrafikken i rundkørslen. De geometriske forhold bør tilrettelægges, så trafiksituationen forenkles mest muligt og derved bliver overskuelig for trafikanten. Her etableres en lokal hastighedsbegrænsning omkring rundkørslen, som alternativt kan overvejes etableret med en anbefalet hastighed.

Hvor der ikke er etableret cyklistarealer på vejgrenene, bør disse ifølge en dansk undersøgelse af sikkerhedseffekterne i rundkørsler fra 2013 heller ikke etableres lokalt i krydsområdet. Samme undersøgelse viser, at den dårligste løsning for cyklisters sikkerhed er cykelbaner og farvede cykelfelter, også sammenlignet med at der ikke etableres cyklistarealer i rundkørsler.

Endelig bør cyklisterens sikkerhed forbedres ved etablering af ventearealer og eventuelt ved hastighedsdæmpende foranstaltninger.

I håndbogen "Fælles grundlag og planlægning for vejkruds i åbent land", 2018, er specifikt beskrevet:

- Etplanløsninger afsnit 5.3.1
- Særlige forhold i rundkørsler afsnit 5.3.2
- Dobbeltrettede cykelstier afsnit 5.3.5
- Bredder afsnit 5.3.6
- Begyndelse og afslutning af cykelstier afsnit 5.3.7
- Krydsning i to planer afsnit 5.4.

### Tilbagetrukket cykelstikrydsning

Hvor der ikke (kan) etableres krydsning i to planer, er tilbagetrukket cykelstikrydsning af til- og frafarter, hvor cyklisterne pålægges vigepligt i forhold til biltrafikken, den sikreste løsning. Dette gælder både 1- og 2-sporede rundkørsler, idet det yderligere er den eneste brugbare etplansløsning i 2-sporede rundkørsler.

Tilbagetrukket cykelstikrydsning kan udføres med en lille eller stor tilbagetrækning, se håndbogen "Fælles grundlag og planlægning for vejkruds i åbent land" 2018, afsnit 5.3.2, hvor fordele og ulemper ved de to løsninger er beskrevet. I 2-sporede rundkørsler med 2-sporet frafart, se afsnit 7.1.4,

er stor tilbagetrækning at foretrække. Det skyldes, at ved en lille tilbagetrækning har krydsende cyklister svært ved at erkende i så kort afstand fra cirkulationsarealet, om cirkulerende biler i cirkulationsarealet ud for frafarten eller inden denne skal ud ad den pågældende 2-sporede frafart eller skal fortsætte cirkulationen forbi frafarten. Det kan skabe utryghed hos disse cyklister og farlige konfliktsituationer. Hvis en lille tilbagetrækning alligevel etableres, kan en forbedring opnås ved at etablere en skillehelle med tilstrækkelig bredde til at være støttepunkt for cyklister mellem de 2 frafartsspor; men skillehellen er arealkrævende, især når tilgængelighedskrævende og dimensionsgivende køretøjer ved udkørsel skal kunne benytte begge frafartsspor.

Hvor cyklister skal krydse en 2-sporede tilfart med tilbagetrukket stikrydsning, og de således har vigepligt, skal der være opmærksomhed på risikoen for, at biler i det ene kørespor skaber dårlig oversigt for cyklisterne i forhold til biler i det andet kørespor. Den manglende oversigt er især kritisk, når der også på vejgrenen uden for tilfartsområdet er 2 kørespor frem mod rundkørslen som på en 2+1-sporet vej.

Normalt er stisystemet dobbeltrettet for at begrænse omvejskørslen. Dette gælder især kørselsmanøvrer for cyklister, der svarer til venstresving i prioriterede og signalregulerede kryds. Der skal være skillerabat mellem kørebane og det dobbeltrettede stisystem.

Reglerne for skillerabat ved dobbeltrettede cykelstier fremgår indtil videre af cirkulære nr. 95 af 6 juli 1984 om etablering af dobbeltrettede cykelstier langs vej.

Bestemmelserne i cirkulæret er under revision og forventes udsendt med bekendtgørelse ultimo 2015. På grundlag af erfaringerne med cirkulærets krav til bredde af skillerabat samt erfaringerne i forbindelse med dispensationer for kravet om minimum 1,0 m rabat over kortere strækninger, kan det konkluderes, at der ikke er særlig risiko ved anvendelse af skillerabatter under 3,0 m ved større veje. Der er heller ikke belæg for at kræve autoværn i smalle skillerabatter. Til større veje som omtalt i den gældende cirkulære-tekst regnes gennemfartsveje ved hastighedsklasse Høj+ (80 km/h) eller derunder og fordelingsveje.

Krydsningen af vejgrenene gøres vinkelret på vejmidterlinjen. På hver side af krydsningen udføres stitilslutningen med små kurveradier for at opnå en fartdæmpende effekt for cyklisterne i forbindelse med deres vigepligt.

### 5.3 Fodgængerarealer

Gangstier bør anlægges efter samme hovedprincipper som for cykelstier. I rundkørsler med buslommer er det vigtigt at sikre fodgængertrafikken til og fra disse med gangstier, herunder at tage hensyn til færdselshandicappede.

Ved beskedne mængder af cyklister og fodgængere vil fodgængerne kunne henvises til at benytte eventuelle cykelstier som adgang til og fra buslommerne.

Bredden af gangstier bør være 1,5 – 2,0 m, men kan reduceres til mindste bredde på 1,0 m, hvor der alene er tale om at sikre adgangen for ganske få buspassagerer. Som exceptionel mindste bredde kan anvendes en værdi på 0,8 m, som passer med en fortovsflise på 0,8 m x 0,625 m.

Hvor der anlægges krydsning i to planer eller kantstensbegrænset fodgængerstøttepunkt i sekundærhellen, bør gangstier lede fodgængerne direkte til de sikre krydsningssteder uden omveje. Dette gælder også forbindelsen til buslommer.

Hvor der er fodgængerstøttestpunkt i sekundærhellen, bør denne have en bredde på 2,5 m målt mellem hellens begrænsningslinjer.

Der etableres ikke fodgængerfelter i rundkørsler i landområder.

Vedrørende hensyn til færdselshandicappede henvises til håndbogen "Færdselsarealer for alle", 2017, i vejregelserien "Fælles for by og land".

#### 5.4 Shuntspor

En shuntspor uden om en rundkørsel består af:

- Frakørsel fra højre side af en tilfart (normalt retlinjet)
- Højredrejende horisontalkurve
- Tilkørsel til højre side af den efterfølgende frafart, regnet mod uret (normalt retlinjet).

I princippet projekteres fra- og tilkørsel som beskrevet i håndbogen "Toplanskryds i åbent land", 2019, se henholdsvis afsnit 7.2 og afsnit 7.1.

På disse vejgrene i en rundkørsel er hastigheden dog varierende med deceleration for biltrafik på vej mod rundkørslen og acceleration for biltrafik på vej bort fra rundkørslen. Ud- og indfletningshastigheder skal derfor beregnes ud fra decelerationer og accelerationer, se håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer", 2018, afsnit 7.2.4, i vejregelserien "Fælles for by og land".

##### Frakørsel

Placeringen af starten af frakørslen skal tage udgangspunkt i 70 % af den hastighed, som en bilist på vej frem mod rundkørslen har. Her tages udgangspunkt i 2 situationer for hastigheden, så den er afpasset efter, at bilisten på vej frem mod rundkørslen:

- 1) ville standse ved vigelinjen, fordi der er trafik i cirkulationsarealet forbi tilfarten
- 2) ville passere vigelinjen med ca. 30 km/h, når der ingen trafik er i cirkulationsarealet.

Ved 2) vil bilen være tættest på vigelinjen. Derfor skal den bruges ved beregning af hastigheden ved frakørselens startpunkt.

##### Kurve mellem fra- og tilkørsel

Den højredrejende kurve udformes som én cirkelbue og tangerer normalt ydersiden af cirkulationsarealet i en afstand af mindst 2 m fra denne. Den kan dog også bestå af 3 cirkelbuer.

I rundkørsler, hvor cyklister eller fodgængere skal krydse shunten, udformes denne, så hastigheden for biltrafikken i den kurve, hvor krydsningen finder sted, ikke overskrider 30 km/h. Radius i cirkelbuen i forhold til hastigheden fastsættes ud fra en komfortbetragtning efter håndbogen "Fælles grundlag og planlægning for vejkryds i åbent land", 2018, afsnit 14.9.2. Her gøres også plads til en krydsningshelle mellem cirkulationsareal og shunt som støttestpunkt for cyklister og fodgængere. Afhængig af den konkrete udformning placeres krydsningen langs tilfart, cirkulationsareal eller frafart.

### Tilkørsel

Længden af frafarten  $L_{1\text{-sporet}}$  inden indfletning af shunten er bestemt af den geometriske udformning af shunten. Hvis der efterfølgende ikke er to kørespor på strækningen efter rundkørslen i den pågældende retning, gøres flettestrækningen så lang, at den svarer til 8 sekunders køretid. Før starten af flettestrækningen opsættes vigepligtstavlen B 15 Sammenfletning i konvergenssnittet. Her skal iagttages, at hastigheden øges under accelerationen bort fra rundkørslen. Både den 1-sporede strækning af frafarten og flettestrækningen gøres så vidt muligt retlinjet for at sikre oversigten før og i flettestrækningen, som derfor afsluttes inden afrundingskurven, se afsnit 3.1.3.

Længden af frafarten  $L_{1\text{-sporet}}$  inden indfletning skal være mindst 20 m. Vigepligtstavlen B 15 Sammenfletning placeres således, at der er en observationstid  $t_{ud}$  under kørsel på mindst 2 sekunder efter passage af overgangen mellem cirkulationsareal og frafart.

Her tages udgangspunkt i hastigheden  $V_{ud}$  (km/h) ved passagen af overgangen fra cirkulationsareal til frafart. Denne udkørselshastighed er normalt 30 km/h, men kan være op til 50 km/h, hvis der ikke er cyklister og fodgængere på tværs af frafarten. Accelerationen  $g_{aud}$  ved udkørselshastigheden  $V_{ud}$  findes i håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer", 2018, figur 7.3, i vejregelserien "Fælles for by og land" og regnes gældende for hele den 1-sporede frafart, uanset at hastigheden er stigende.

Hastigheden ved afslutningen af 1-sporede frafart  $V_{flet}$  (km/h), hvor fletningen begynder, skal være den samme for de to flettende trafikstrømme og beregnes af formel (5.1), der er afledt af håndbogen "Toplanskryds i åbent land", 2019, formel (6.2).

$$V_{flet} = \sqrt{3,6^2 \cdot L_{1\text{-sporet}} \cdot 2 \cdot g_{aud} + V_{ud}^2} \quad (5.1)$$

Flettestrækningens længde  $L_{flet}$  beregnes af formel (5.2). Flettetiden  $t_{flet}$  er 8 sekunder, og accelerationen  $g_{aflet}$  ved hastigheden  $V_{flet}$  ved starten af fletningen findes i håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer", 2018, figur 7.3, i vejregelserien "Fælles for by og land". Den regnes gældende for hele flettestrækningen, uanset at hastigheden er stigende. Det giver så en længde af flettestrækningen, som er på den sikre side, altså "for lang".

$$L_{flet} = \left( V_{flet} / 3,6^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot g_{aflet} \cdot t_{flet} \right) \cdot t_{flet} \quad (5.2)$$

## 5.5 Holdeplads i frafarter

Om der skal etableres holdeplads i en eller flere frafarter, afhænger af, om der lokalt og konkret er behov for det. I så fald undgås opkøring af yderrabatten.

Med hensyn til placering, kilestrækning og oversigt henvises generelt til afsnit 5.1 Buslommer. Hvad angår udformning af en holdeplads for et eller flere motorkøretøjer, afhængigt af behovet, er den nærmere beskrevet i håndbogen "Anlæg for standsning og parkering" i vejregelserien "Byernes trafikarealer".



## 6 ØVRIGE VEJAREALER

### 6.1 Skille- og yderrabatter

#### 6.1.1 Skillerabat

Når der for cyklister anvendes tilbagetrukket stikrydsning af vejgrenene, hvor cyklister pålægges vigepligt, bør der i rundkørselens centrale del være skillerabat mellem cykelsti og cirkulationsareal. I rundkørselens centrale del bør der dog normalt ikke være skillerabat mellem en ensrettet cykelsti og det tilgrænsende cirkulationsareal, hvis der ikke er tilbagetrukket stikrydsning. Her bør i stedet anlægges kantstensbegrænsning.

Langs vejgrenene bør der normalt være skillerabat mellem cykelsti og kørespor. Bredden af skillerabatten bør være mindst 2,5 m, hvor der gøres plads til et støttepunkt for cyklister, der afventer krydsning af vejgrenen, se dog også afsnit 3.1.2, hvis omfanget af særligt lange cykeltyper er stort.

Hvor der er en dobbeltrettet cykelsti i rundkørslen, skal der være skillerabat mellem sti og kørespor/cirkulationsareal, se afsnit 5.2.

Hvis der opstilles tavler i skillerabatten, gøres afstanden mellem kørebane-kant og den nærmeste del af tavlen ikke mindre end 0,5 m, og afstanden mellem kanten af cykelstien og tavlestanderen eller selve tavlen gøres ikke mindre end 0,3 m, se håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer", 2018, i vejregelserien "Fælles for by og land".

#### 6.1.2 Yderrabat

Bredden af yderrabatten bør være 2,0 m, hvor der ikke anlægges cykel- eller gangsti.

Hvor der er cykelsti eller fodgængerarealer i rundkørslen, kan bredden reduceres til 1,0 m afhængigt af, hvilket udstyr, f.eks. tavler, der placeres i yderrabatten og udstyrets nødvendige afstand til færdselsarealerne.

Afstanden mellem kørebane-kant og den nærmeste del af en tavle gøres ikke mindre end 0,5 m. Hvor der er cykelsti eller fodgængerarealer, gøres afstanden mellem kanten af cykel- eller gangstien og tavlestanderen ikke mindre end 0,3 m, se håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer", 2018, i vejregelserien "Fælles for by og land".

Hvis der ikke er cykelsti langs cirkulationsarealet, begrænses det med kantsten mod yderrabat. Kantstensbegrænsningen fremhæver rundkørselens form og medvirker til, at den ønskede hastighed for cirkulation overholdes, og at opkøring af ikke-befæstet yderrabat begrænses.

## 7 VEJAFMÆRKNING OG -UDSTYR

I kapitlet om vejafmærkning og -udstyr redegøres for afmærkning i afsnit 7.1, belysning i afsnit 7.2, visuelt miljø og materialer i afsnit 7.3 og øvrigt vejudstyr i afsnit 7.4.

### 7.1 Afmærkning

#### 7.1.1 Generelt

Når der etableres rundkørsler i kryds mellem veje, hvor den ene vej tidligere var en primærvej i et prioriteret vejkryds, vil de nye vigepligtsforhold ofte være uventede for trafikanterne på den tidligere primærvej. Det er derfor vigtigt i en periode, f.eks. ½ år, efter etablering af rundkørslen at anvende særlig opmærksomhedsskabende afmærkning, som informerer eller understreger de nye vigepligtsforhold. Eksempler på sådan afmærkning omtales senere i dette afsnit.

Afmærkning i rundkørsler tjener følgende hovedformål:

- at oplyse trafikanten om, at der er en rundkørsel så betids, at vedkommende kan nå at standse ved vigelinjen
- at lede trafikanten sikkert gennem rundkørslen.

Der skal være fuld overensstemmelse mellem den information trafikanten indhenter fra vejens geometri, fra kørebaneafmærkningen og fra vejskiltene, således at trafikanten ikke bliver i tvivl, vildledes eller forvirres af modstridende information.

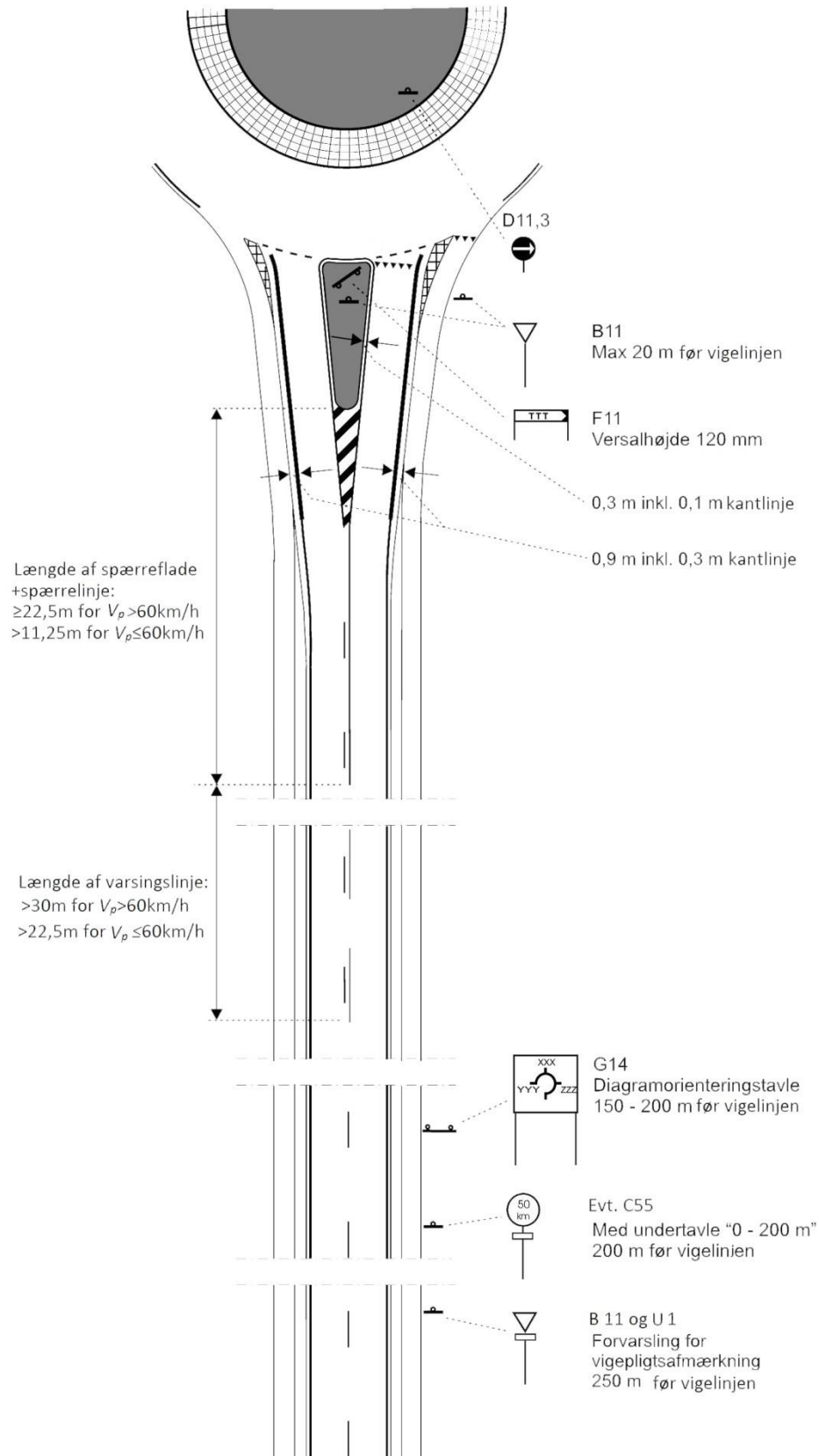
Anvendelsen af færdsels- og vejvisningstavler gennemgås i afsnit 7.1.2. Tilsvarende beskrives kørebaneafmærkningen i afsnit 7.1.3. Dernæst beskrives den særlige afmærkning i 2-sporede rundkørsler i afsnit 7.1.4.

#### 7.1.2 Færdsels- og vejvisningstavler

For at trafikanten kan nå at reagere hensigtsmæssigt på en tavles information placeres tavlen således, at den kan observeres og læses over en passende afstand inden rundkørslen.

Der bør desuden kunne standses inden tavlen. Derfor kræves, at trafikanten ser disse tavler i en afstand svarende til mindst stopsigt ved den dimensionerende hastighed  $V_d$ .

I Figur 7.1 er vist en samlet afmærkningsplan for en 1-sporet rundkørsel med hovedparten af al den afmærkning, som normalt kan forekomme.



Figur 7.1 Samlet afmærkningsplan for 1-sporet rundkørsel, principskitse.

Vigepligten i rundkørsler forvarsles altid.

På vejgrene, der er hovedveje, opsættes vigepligtstavlen B 11 Ubetinget vigepligt i sekundærhellen til supplement af den tilsvarende tavle i højre vejside. Dette bør ske på alle vejgrene. Vigepligtsafmærkningen forvarsles.

I sekundærhellen er det muligt at opstille enten færdselsfyret P11 Hellefyr i enden nærmest ved cirkulationsarealet eller påbudstavlen D 15,3 Påbudt passage (højre) vendt mod tilkørende trafik, i enden fjernest fra cirkulationsarealet.

Hvor det vurderes, at hastigheden før rundkørslen bliver for høj, eller hvor erkendelsesafstanden ikke kan opnås, se tabellen Figur 1.11, begrænses hastigheden med forbudstavlen C 55 Lokal hastighedsbegrænsning til normalt 50 km/h eller mindre. Tavlen suppleres med undertavle "0 – 200 m". Nedsættelse af hastigheden skal sikre tilstrækkelig tid til, at de nødvendige læse- og observationsafstande til tavler er til stede, og at en tilkørende trafikant også kan erkende rundkørselens overordnede udformning.

Dog er en lokal hastighedsbegrænsning på 70 km/h eller mindre tilstrækkelig, når der etableres shunt, se afsnit 5.4, eller en løsning med 2-sporet frafart med tvunget højresving, se afsnit 7.1.4.

Motorveje og motortrafikveje skal afmærkes med oplysningstavlen E44 Motorvej ophører, henholdsvis E 45 Motortrafikvej ophører mindst 400 m før en rundkørsel. Højest 100 m efter ophørstavlerne etableres forbudstavlen C55 Lokal hastighedsbegrænsning med 70 km/h.

*Forslag til ny bekendtgørelsestekst.*

En lokal hastighedsbegrænsning på 50 km/t eller mindre tilvejebringes altid, hvis der er tilbagetrukket cykelstikrydsning, hvor cyklister er pålagt vigepligt. Det kan overvejes, om hastighedsbegrænsningen etableres som en anbefalet hastighed med oplysningstavlen E39 Anbefalet hastighed.

Advarselstavlen A 16.1 Rundkørsel anvendes midlertidigt med gul baggrund i en passende periode efter etableringen af en rundkørsel på hovedveje og på veje, der tidligere har været primærveje i prioriterede vejkryds. Tavlen placeres ca. 200 m før rundkørslen. Der henvises til håndbogen "Færdselstavler, Advarselstavler", 2017, i vejregelserien "Færdselsregulering".

Den geografiske vejvisning forvarsles med en diagramorienteringstavle. Tavlen diagram medvirker til at informere trafikanten om, at der er en rundkørsel forude. Tabelorienteringstavler og portaltavler anvendes ikke i forbindelse med rundkørsler. For portaltavlers vedkommende gælder dog afsnit 7.1.4.

Læseafstanden til vejvisningstavler afhænger af antallet af informationer, planlægningshastigheden  $V_p$ , skriftstørrelsen, tavlens lystekniske egenskaber og tavlens placering. Skriftstørrelser og lystekniske egenskaber fremgår af håndbogen "Generelt om vejvisning på almindelige veje", 2017, i vejregelserien "Færdselsregulering".

Undersøgelser har vist, at mange trafikanter har svært ved at læse og bearbejde flere informationer, mens de kører. Hvis der er mange informationer, er der samtidig en risiko for, at trafikanten overser andre trafikanter, mens informationen læses.

Af håndbogen "Tavletyper for vejvisning på almindelige veje", 2017, i vejregelserien "Færdselsregulering" fremgår, hvordan behovet for fri sigt til tavler beregnes. Her er der også tabeller med eksempler på længder af fri sigt, afhængigt af antallet af informationer samt tavlens placering i forhold til kørebanen.

### 7.1.3 Kørebaneafmærkning

#### Cirkulationsareal

Til den indre afgrænsning af cirkulationsareal mod overkørselsareal (eller mod midterø, hvor der ikke er overkørselsareal) afmærkes med 0,3 m bred kantlinje.

Til den ydre afgrænsning af cirkulationsareal mod yderrabat eller eventuel cykelsti afmærkes en 0,5 m bred kantbane med en 0,1 m bred kantlinje som afgrænsning. Forbi til- og frafarter er kantlinjen brudt. Dog afbrydes den helt forbi 2-sporede tilfarter.

#### Til- og frafarter

Vigelinjen for enden af tilfarterne i 1-sporede rundkørsler placeres normalt ca. 1,0 m fra den brudte kantlinje langs den ydre afgrænsning af cirkulationsarealet.

Den ydre begrænsning af både til- og frafarter i basis-udformningen af 1-sporede rundkørsler består af en 0,3 m bred ubrudt kantlinje i en afstand fra kantsten langs yderrabat (eller cykelsti) på 0,6 m, så bredden af kantbanen er 0,9 m. Hvis der ikke er behov for et smalt overkørselsareal, se afsnit 1.2.2 samt 3.2.1 og 3.2.2, gøres kantlinjen 0,1 m bred og kantbanen 0,3 m bred.

Den indre begrænsning af både til- og frafarter består af en 0,1 m bred ubrudt kantlinje. Langs den kantstensafgrænsede del af sekundærhellen befinder den sig i en afstand herfra på 0,2 m, så bredden af kantbanen er 0,3 m.

Længderne af dels spærrefladen i forlængelse af den kantstensafgrænsede del af sekundærhellen og spærrelinjen, dels varslingslinjen i forlængelse af spærrelinjen, i tilfartssiden fremgår af Figur 7.1. I frafartssiden afmærkes med vognbanelinje. Den detaljerede overgang mellem spærreflades afslutning og spærrelinje/vognbanelinje fremgår af Figur 3.5.

### 7.1.4 Udformning og afmærkning af 2-sporede rundkørsler

#### Afmærkning med færdsels- og vejvisningstavler før rundkørslen

2-sporede rundkørsler forvarsles tilsvarende som 1-sporede rundkørsler med en diagramorienteringstavle 150 – 200 m før rundkørslen.

Diagrammet bør være så overskueligt og forståeligt som muligt. Ved at vise aktuelle spor kompliceres diagrammet og bliver sammen med den tilhørende vejvisningsinformation vanskelig at opfatte for trafikanterne, mens de kører, se håndbøger om vejvisningstavler i vejregelserien "Færdselsregulering". I særlige tilfælde, f.eks. når der anlægges shuntspor i rundkørslen, vises disse spor dog særskilt på diagramorienteringstavlen.

Diagramorienteringstavlen kan undtagelsesvist suppleres med en vognbaneorienteringstavle eller en portal tættere på rundkørslen, der viser forløbet af køresporene.

På vejgrene med 2-sporede tilfarter og uden tilbagetrukket cykelstikrydsning begrænses hastigheden med forbudstavlen C 55 Lokal hastighedsbegrænsning til 70 km/h eller mindre, når der etableres shunt, se afsnit 5.4, eller en løsning med 2-sporet frafart med tvunget højresving, se senere i dette afsnit. Tavlen suppleres med undertavle "0 – 200 m".

### Generel udformning og kørebaneafmærkning

Hvor 2-sporede tilfarter følger i forlængelse af en vejstrækning med 2 kørespor i den pågældende retning, afmærkes de som separate kørespor med vigelinjer og uden pilafmærkning. Delelinjen mellem køresporene udføres med 15 m spærrelinje og 15 m varslingslinje. Hvor 2-sporede tilfarter følger i forlængelse af en vejstrækning med ét kørespor i den pågældende retning, udføres højre kørespor som en sportilføjelse, der afmærkes med en 0,3 m bred kantlinje, hvoraf 15 m gøres ubrudt.

Vigelinjen for enden af højre tilfartsspor placeres normalt ca. 1,0 m fra forlængelsen af kantlinjen langs den ydre afgrænsning af cirkulationsarealet. Vigelinjen i venstre tilfartsspor trækkes tilbage i forhold til vigelinjen i højre tilfartsspor. Størrelsen af denne tilbagetrækning skal sikre oversigt for en holdende trafikant i et motorkøretøj umiddelbart bag vigelinjen i højre tilfartsspor i retning med uret tilbage i hele bredden af cirkulationsarealet, altså i forhold til den cirkulerende trafik, som der er vigepligt for. Denne tilbagetrækning er nødvendig, hvis der samtidigt holder et motorkøretøj umiddelbart bag vigelinjen i venstre tilfartsspor, se Figur 7.2, Figur 7.3 og Figur 7.4.

Den ydre begrænsning af både til- og frafarter består af en 0,1 m bred ubrudt kantlinje i en afstand fra kantsten langs yderrabat (eller cykelsti) på 0,2 m, så bredden af kantbanen er 0,3 m. For den indre begrænsning af både til- og frafarter henvises til afsnit 7.1.3.

Rutenumre kan males i hvert kørespor op til 150 m fra vigelinjen.

Det er en forudsætning, at de i afsnit 2.2.4 nævnte krav til sporbredder i en 2-sporet rundkørsel er tilgodeset.

Frafarter i 2-sporede rundkørsler kan udføres med følgende tre løsninger med eventuelt tilhørende varianter, der beskrives efterfølgende:

- 1-sporede frafarter
- 2-sporede frafarter uden tvunget højresving
- 2-sporede frafarter med tvunget højresving.

Valg af løsning afhænger af de konkrete og lokale forhold i den 2-sporede rundkørsel. En dansk undersøgelse af sikkerhedseffekterne i rundkørsler fra 2013 peger i retning af, at af 2-sporede rundkørsler med 2-sporede frafarter er med tvunget højresving er at foretrække.

Uanset løsning er afmærkningen før den 2-sporede tilfart på kørebanen og med vejvisningstavler vigtig at få udført korrekt. Så signaleres det bedst muligt til trafikanterne, hvilken løsning der gælder. Dette gælder især valg af et af de to tilfartsspor i forhold til, hvilken vejgren der skal benyttes til udkørsel, se afsnit 1.7.

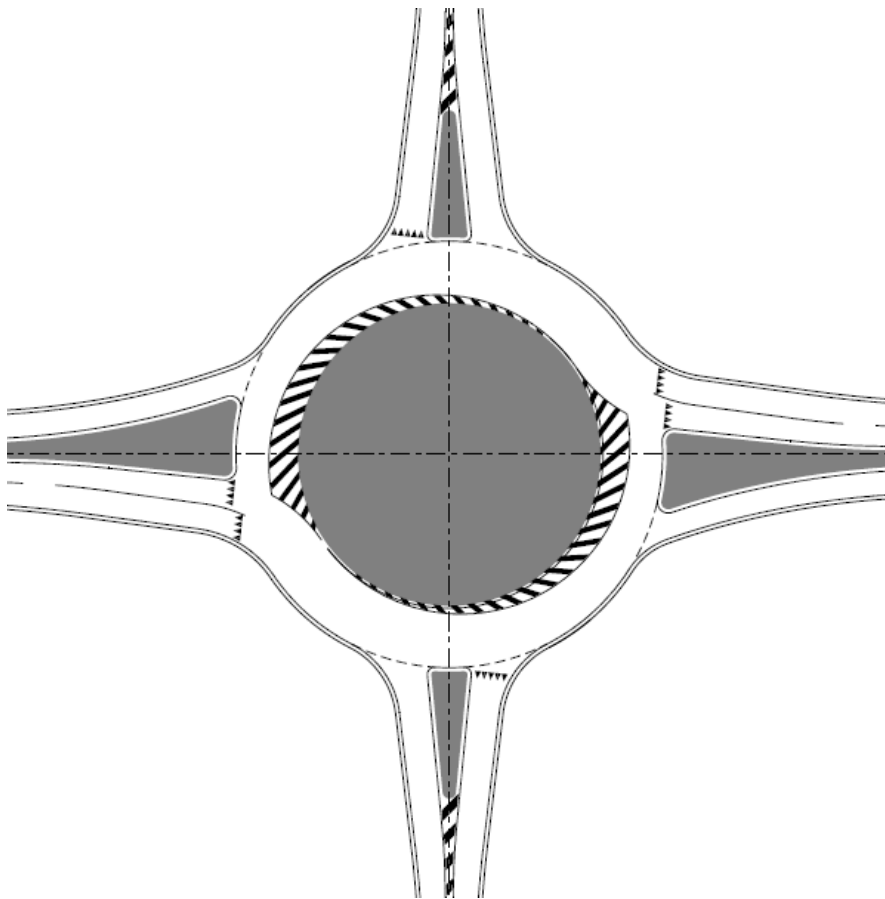
Hvis der viser sig behov for en meget kompleks og omfattende afmærkning både før og i rundkørslen på kørebanen og med tavler, kan det være tvivlsomt, om alle trafikanter kan forstå den. I så fald bør en anden krydstype med et signalreguleret kryds eller et toplanskryds overvejes frem for en 2-sporet rundkørsel.

### 1-sporede frafarter

Denne løsning indgår i de tyske vejregler. Den underbygges af en forklaringsmodel for trafikantadfærd i Trafitec-rapporten "Nordic Human Factors Guideline", udarbejdet af Gabriel Helmers, fra januar 2014.

Kapacitetsmæssigt er der sjældent behov for en 2-sporet frafart, idet den udkørende biltrafik normalt ikke har vigepligt for andre trafikanter. Idealkapaciteten af en 1-sporet frafart svarer således til idealkapaciteten pr. kørespor på en 2-sporet vej på 1.700 pe/time. Cirkulationsarealet kan indsnævres på strækningen fra den 2-sporede tilfart til den 1-sporede frafart med spærreflade, se Figur 7.2, eller overkørselsareal i venstre side til en bredde, svarende til et 1-sporet cirkulationsareal, gældende for det dimensionsgivende køretøj.

Indsnævringen i cirkulationsarealet gøres så lang, at den svarer til 4 sekunders køretid. Den skal bruges til selve flettemanøvren. Den normale orienteringstid på 4 sekunder før selve flettemanøvren er udeladt, fordi trafikanten vil være foran den trafikant, som der skal flettes med på grund af det kritiske gap ved indkørsel i rundkørslen.



Figur 7.2 2-sporet rundkørsel med 1-sporede frafarter, principskitse.

Denne løsning er nærliggende, hvor den overordnede vej er 2+1-sporet, idet rundkørslen således også benyttes som en oplagt overgang mellem skift af kørespor, altså fra to spor i den ene retning og et spor i modsat retning på den ene side af rundkørslen til omvendt på den anden side af rundkørslen. Løsningen kan også bruges, hvor den overordnede vej er 2-sporet (principskitsen gælder en 2+1-sporet vej).

Fordelene ved denne løsning er:

- at udkørsel ad alle frafarter foregår fra højre side af cirkulationsarealet, hvilket tilgodeser usikre trafikanter, så de opnår større tryghed
- at afmærkning på kørebanen og med vejvisningstavler bliver relativ simpel
- at 1-sporede frafarter er anlægsøkonomisk billigere end 2-sporede.

Ulemperne ved denne løsning er:

- at trafikken fra den 2-sporede tilfart skal flettes ind i højre side af cirkulationsarealet
- at der kræves en stor midterø, som gør rundkørslen anlægsøkonomisk dyr, for at sikre tilstrækkelig længde af indsnævringen, hvilket også øger muligheden for relativ høj hastighed ved cirkulation.

Løsningen med 1-sporet frafart kan udføres i en variant, hvor indsnævringen i cirkulationsarealet udelades. Her udføres ikke punkteret delelinje i cirkulationsarealet til opdeling i to kørespor.

Fordelene ved varianten, alene sammenlignet med løsningen med indsnævringen i cirkulationsarealet, er:

- at der opnås er en enklere udformning af cirkulationsarealet med samme bredde
- at det ikke er nødvendigt med en stor midterø, hvilket mindsker risikoen for relativ høj hastighed ved cirkulation.

Ulemperne ved varianten, alene sammenlignet med løsningen med indsnævringen i cirkulationsarealet, er:

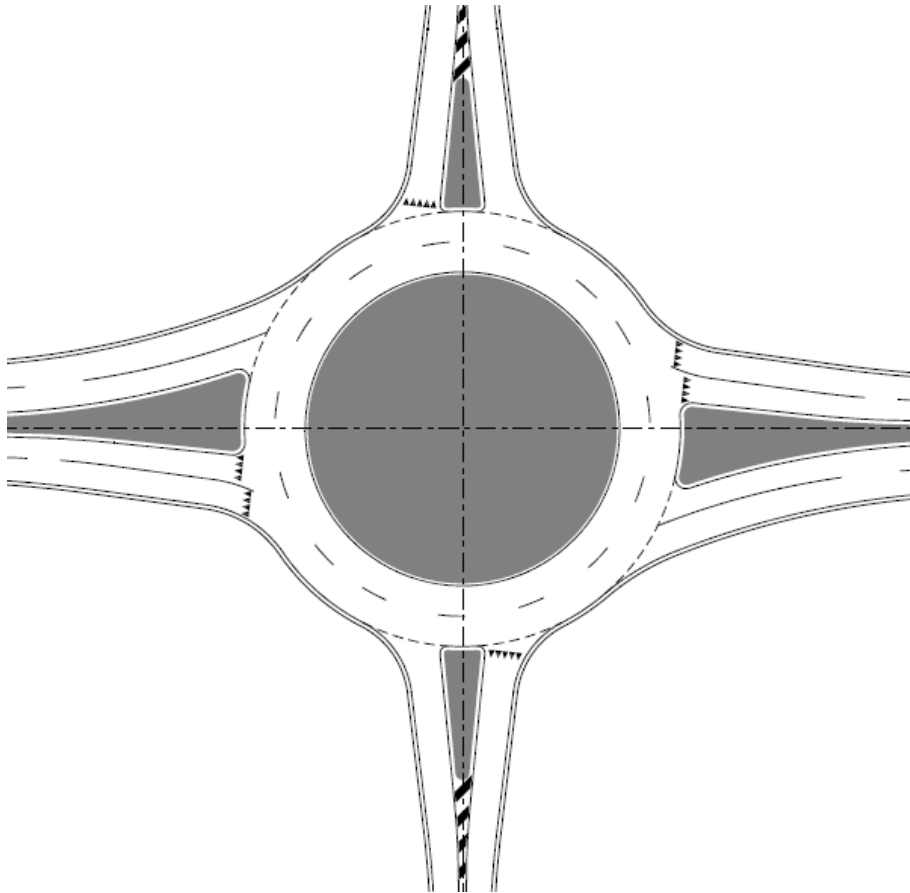
- at der kan opstå konflikter mellem cirkulerende trafikanter i venstre side af cirkulationsarealet, som vil ud ad en 1-sporet frafart, og cirkulerende trafikanter i højre side af cirkulationsarealet forbi denne frafart
- at sammenfletning før de 1-sporede frafarter ikke understøttes med afmærkning på kørebanen.

Opsummerende anses denne løsning og dens variant for at have sin største styrke i at tilgodese de usikre trafikanter, der helst vil køre i højre side af kørebanearealer. Tilsvarende anses løsningen og variantens største svaghed for at være sammenfletning af de 2 indkørende biltrafikstrømme fra en 2-sporet tilfart i cirkulationsarealet. Dette skal foregå under kørsel i en relativt skarp kurve med risiko for trængningsuheld til følge, om end de er mindre alvorlige.

### **2-sporede frafarter uden tvunget højresving**

Cirkulationsarealet udføres med punkteret delelinje mellem de to kørespor, se Figur 7.3. I de 2-sporede frafarter afmærkes med en 15 m lang ubrudt spærrelinje mellem frafartssporene i starten af frafarten, efterfulgt af en vognbanelinje.





Figur 7.3 2-sporet rundkørsel uden tvunget højresving ved 2-sporede frafarter, principskitse.

Denne løsning kan bruges, hvor den overordnede vej er 2+1- eller 2-sporet (principskitsen gælder en 2+1-sporet vej). Om dens brug på 4-sporede veje se afsnit 1.7.

Fordelene ved denne løsning er:

- at den usikre trafikant, der foretrækker at benytte højre kørespor, kan nå alle vejvisningsdestinationer (udkørsler) fra dette kørespor og dermed opnår større tryghed
- at afmærkning på kørebanen og med vejvisningstavler bliver relativ simpel.

Ulemperne ved denne løsning er:

- at der kan opstå konflikter mellem cirkulerende trafikanter i højre cirkulationsspor forbi en 2-sporet frafart og trafikanter i venstre cirkulationsspor, som vil ud ad den samme 2-sporede frafart i dens venstre kørespor
- at der kan opstå konflikter mellem cirkulerende trafikanter i venstre cirkulationsspor, som vil ud ad en 1-sporet frafart, og cirkulerende trafikanter i højre cirkulationsspor
- at hvor den overordnede vej er 2-sporet, kan rundkørslen benyttes til overhalinger i trafiksvage perioder

- at det i en eventuel stikrydsning med lille tilbagetrækning, hvor cyklister har vigepligt, se afsnit 5.2 og håndbogen "Fælles grundlag og planlægning for vejkryds", 2018, afsnit 5.3.2, vil være svært for fodgængere og cyklister ved krydsning af frafarten at erkende, om biler i cirkulationsarealet ud for frafarten eller inden denne skal fortsætte cirkulationen eller skal ud ad den pågældende frafart (ulempen kan mindskes eller undgås ved at gøre tilbagetrækningen større).

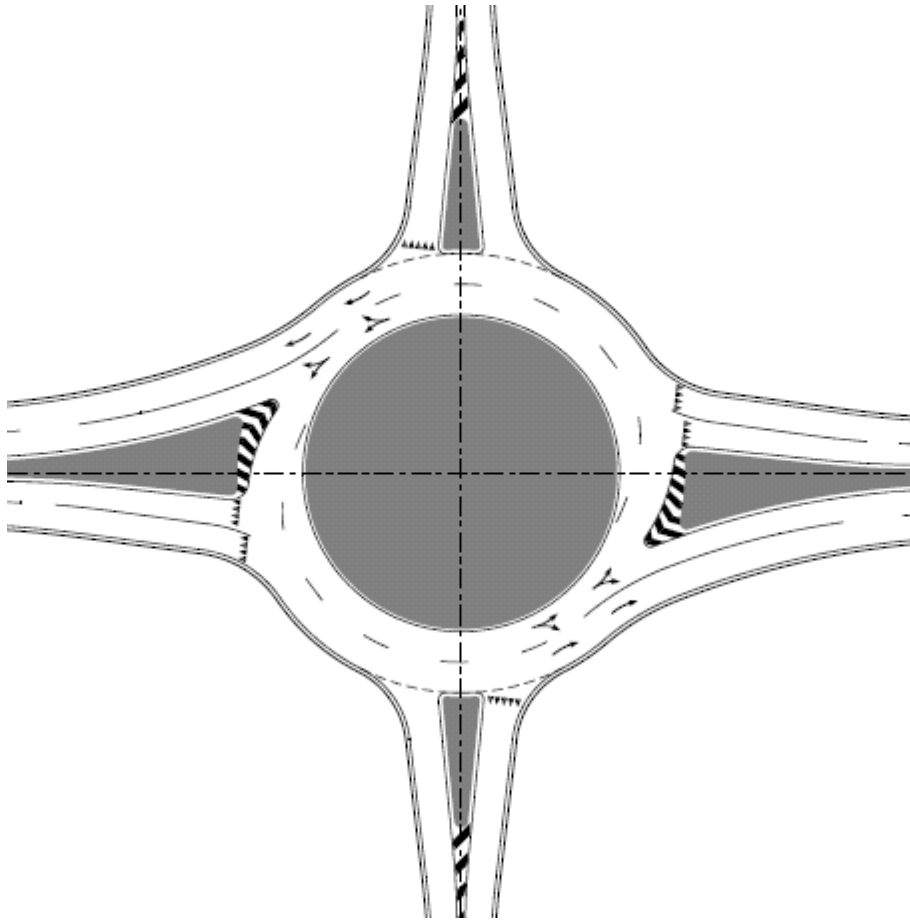
De 2 førstnævnte konflikter kan føre til, at cirkulerende trafikanter i venstre cirkulationsspor standser, fordi de har vigepligt ved skift af kørespor.

Opsummerende anses denne løsning for at have sin største styrke i at tilgodese de usikre trafikanter, der helst vil køre i højre side af kørebanearealer. Tilsvarende anses dens største svaghed for at være risikoen for konflikter i cirkulationsarealet ud for både 1- og 2-sporede frafarter med uheld til følge, om end de er mindre alvorlige.

### **2-sporede frafarter med tvunget højresving**

Tvunget højresving i det højre spor i cirkulationsarealet mod 2-sporede frafarter, se Figur 7.4, kan anvendes, hvor kapacitetsberegninger viser, at løsningen er nødvendig, og hvor trafikanterne i overvejende grad er bekendte med de lokale trafikforhold. F.eks. gælder det rundkørsler med en stor andel af bolig-arbejdssted trafikanter.

I de 2-sporede frafarter afmærkes med en 15 m lang ubrudt spærrelinje mellem frafartssporene i starten af frafarten, efterfulgt af en vognbanelinje. Denne spærrelinje begynder ved afslutningen af delelinjen i cirkulationsarealet, se Figur 7.4.



Figur 7.4 2-sporet rundkørsel med tvunget højresving ved 2-sporede frafarter, principskitse.

Denne løsning kan bruges, hvor den overordnede vej er 2+1- eller 2-sporet (principskitsen gælder en 2+1-sporet vej). Om dens brug på 4-sporede veje se afsnit 1.7.

For at formindske risikoen for at fange trafikanter i højre cirkulationsspor bør der være stor afstand, svarende til mindst 4 sekunders køretid, mellem den aktuelle 2-sporede frafart og den foregående tilfart, så trafikanter, der ønsker at cirkulere, kan nå at skifte spor.

Ud for vejgrene med 2-sporede til- og frafarter indsnævres cirkulationsarealet, så det er 1-sporet, gældende for det dimensionsgivende køretøj, men udføres med overkørselsareal eller spærreflade, se Figur 7.4, så det tilgængelighedskrævende køretøj kan passere. Så sikres, at trafikanter i venstre cirkulationsspor før indsnævringen bliver "centrifugeret" ud i højre cirkulationsspor efter indsnævringen. Herfra muliggøres problemfri udkørsel ad en efterfølgende 1-sporet frafart. En dansk undersøgelse af sikkerhedseffekterne i rundkørsler fra 2013 tyder på, at den bedste sikkerhedsmæssige effekt opnås ved en fysisk indsnævring af cirkulationsarealet med overkørselsareal frem for brug af spærreflade.

De 2 vejgrene, hvor der er 2-sporede til- og frafarter, behøver ikke at ligge i forlængelse af hinanden således som vist på principskitsen, se Figur 7.4. De kan godt være nabo vejgrene ved siden af hinanden; men afgørende for rundkørselns rigtige funktion med den 2-sporede trafikafvikling er det, at indsnævringen af cirkulationsarealet udføres ud for netop de 2 vejgrene med 2-sporede til- og frafarter.

Bredden af cirkulationsarealet tilpasses således, at også venstre kørespor kan benyttes af det dimensionsgivende køretøj. Især er dette relevant ved kørselsmanøvrer, der svarer til venstresving i et prioriteret eller signalreguleret kryds.

Fordelene ved tvunget højresving, når en forholdsvis stor del af trafikanterne passerer rundkørslen dagligt, er, at stort set alle trafikanter er bekendt med afmærkningen og derfor:

- anvender det venstre frafartsspor uden tøven, fordi der ikke er vigepligt over for trafikanten i det højre frafartsspor
- at der opnås et højt serviceniveau for 4-sporet trafikafvikling ad den overordnede vej gennem rundkørslen
- at trafikanter, der vil ud ad 1-sporede frafarter, naturligt ledes ud i højre cirkulationsspor, hvis de ikke er der i forvejen.

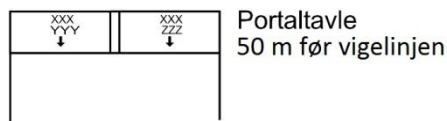
Ulemperne ved tvunget højresving er:

- at den usikre trafikant, der erfaringsmæssigt ofte kører i det højre kørespor, bliver fanget af det tvungne højresving og kan reagere uhensigtsmæssigt ved at opdage, at vedkommende utilsigtet er blevet tvunget til et højresving, f.eks. med en U-vending
- at der ved indkørsel fra 1-sporede tilfarter med det samme helst skal tages stilling til, hvilket af de to cirkulationsspor der skal anvendes, og at dette især er kritisk, hvis afstanden til den efterfølgende frafart er lille, så muligheden for at skifte mellem de to cirkulationsspor er begrænset
- at det er nødvendigt med en relativt kompliceret afmærkning med vejvisningstavler i tilfarterne
- at hvor den overordnede vej har 2-spor i hver retning, kan rundkørslen benyttes til overhalinger i trafiksvage perioder
- at det i en eventuel stikrydsning med lille tilbagetrækning, hvor cyklister har vigepligt, se afsnit 5.2 og håndbogen "Fælles grundlag og planlægning for vejkryds", 2018, afsnit 5.3.2, vil være svært for cyklister ved krydsning af frafarten at erkende, om biler i cirkulationsarealet ud for frafarten eller inden denne skal fortsætte cirkulationen eller skal ud ad den pågældende frafart (ulempen kan mindskes eller undgås ved at gøre tilbagetrækningen større).

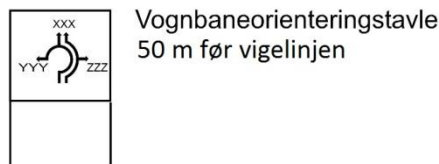
Afmærkningen før rundkørslen udføres derfor således, at trafikanterne får den bedst mulige vejledning i, hvorledes de skal placere sig i tilfarten og cirkulationsarealet, så de undgår at blive fanget af det tvungne højresvingsspor.

Der kan som supplement til diagramorienteringstavlen på vejgrenene med 2-sporet tilfarter opsættes en portaltavle ca. 50 m før vigelinjerne. På portalen vises over de nedadrettede vognbanepile de vejvisningsdestinationer, der kan nås under indkørslen ved at vælge det kørespor, som pilene peger ned på, se Figur 7.5. I stedet for portaltavle kan anvendes en vognbaneorienteringstavle med pile, der viser køresporsforløbet gennem rundkørslen til de frafarter, der kan benyttes, se Figur 7.5.

Ved anvendelse af vognbaneorienteringstavler skal det sikres, at de trafikstrømme, som er grundlag for kapacitetsberegningerne, se afsnit 1.7, afspejles klart og entydigt i fordelingen på kørespor.



eller



Figur 7.5 *Supplerende tavleafmærkning på vejgrene med 2-sporet tilfart i rundkørsler med tvunget højresving ved 2-sporede frafarter.*

Fordelen ved en portaltavle er, at den viser nøjagtigt valg af kørespor lige over disse ved indkørsel. Ulempen er, at den ikke angiver eventuelt efterfølgende skift af kørespor i cirkulationsarealet.

Fordelen ved en vognbaneorienteringstavle, som viser tvunget højresving i cirkulationsarealet, er, at den viser nøjagtigt valg af kørespor fra indkørsel til udkørsel. Ulempen er, at trafikanternes læsning af både diagram- og vognbaneorienteringstavler kræver en del opmærksomhed.

Opsummerende anses denne løsning for at have sin største styrke i, at de 2-sporede frafarter giver et højt serviceniveau for 4-sporet trafikafvikling gennem hele rundkørslen. Tilsvarende anses dens største svaghed for at være risikoen for, at usikre trafikanter bliver fanget af det tvungne højresving og kan reagere uhensigtsmæssigt ved at opdage, at vedkommende utilsigtet er blevet tvunget til et højresving.

## 7.2 Belysning

Afsnittet indeholder en generel vejledning vedrørende behovet for belysning i afsnit 7.2.1 samt omtale af belysningens placering i afsnit 7.2.2.

### 7.2.1 Generelt

Der henvises til håndbøgerne "Vejbelysning", 2015, i vejregelserien "Færdselsregulering" og "Grundlag for udformning af trafikarealer", 2018, afsnit 10.4, i vejregelserien "Fælles for by og land".

Rundkørsler skal altid belyses.

En bilist på vej mod en rundkørsel i mørke skal kunne:

- erkende rundkørslen og dets udformning i tilstrækkelig god tid samt bedømme afstanden til vigelinjen
- se eventuelle fodgængere og cyklister, der krydser eller er på vej til at krydse vejgrenen
- bedømme afstand og hastighed for biler og cykler i cirkulationsarealet eller for sidstnævntes vedkommende på eventuelle cykelarealer, se afsnit 5.2, og i forrige tilfart

- se cirkulations- og overkørselsarealerne og disses begrænsning.

Belysning af en rundkørsel tilrettelægges således, at belysningen omfatter cirkulationsareal, til- og frafarter, eventuelle overkørselsarealer og cykelarealer samt ikke for korte strækninger af vejgrene. Der benyttes belysningsklasse som for kryds i byområder, dog mindst LE5 hvor der er cyklister og/eller fodgængere. De yderste 3,5 m af midterøen belyses altid svarende til belysningsklasse E1.

Opmærksomheden henledes på, at overgangen fra ubelyste til belyste strækninger kan virke blændende, og at synsevnen er forringet i nogle sekunder efter, at en belyst strækning er passeret. Det kan derfor være hensigtsmæssigt at udforme belysningen med trinvisse overgange mellem belyste og ubelyste strækninger. Især hvor cyklister ledes ud på kørebanen, er det vigtigt at etablere en gradvis dæmpning.

Midterøen kan eventuelt markeres med lys med fiberoptik. Kantstensbegrænsninger af midterø og sekundærheller kan eventuelt markeres med reflekser eller lignende.

Belysningen af en rundkørsel projekteres i henhold til håndbogen "Vejbelysning", 2015, i vejregleserien "Færdselsregulering".

### 7.2.2 Placering

Af hensyn til påkørselsrisikoen bør masterne placeres i yderrabatterne mindst 2,0 m bag kørebane-kanten.

Hvor der er cykelsti, placeres master mindst 0,3 m bag stikant.

I særlige tilfælde placeres belysningen på midterøen, hvor der anvendes armaturer, der sender mest muligt lys på tværs af kørebanen.

I rundkørsler, hvor det tilgængelighedskrævende køretøj i nogle af vejgrene kræver brede overkørselsarealer langs vejgrenenes ydersider, anbefales af hensyn til ind- og udkørsel, at til- og frafart belyses fra en mast i sekundærhellen. Hvis belysningen i denne situation alternativt placeres i yderrabatten, bør master inden for en afstand på 15 m fra vigelinjen være demonterbare, f.eks. ved hængsling.

Alle master i rundkørslen bør være eftergivelige. Dette gælder også rundkørsler ved byzonegrænser.

## 7.3 Visuelt miljø og materialer

Afsnittet indeholder beskrivelse af overordnede æstetiske hensyn, herunder beplantning, i afsnit 7.3.1. Endvidere omtales materialevalg i afsnit 7.3.2 for:

- overkørselsarealer
- kantstensbegrænsninger
- jordoverflader.

### 7.3.1 Æstetik

Smukke resultater opnås bedst ved at arbejde med de æstetiske hensyn fra starten af planlægningen og videre gennem alle dele af projekteringsforløbet.

Det er væsentligt at se rundkørslen som en visuel helhed og få afklaret dens forhold til omgivelserne. De visuelle forhold bør vurderes rumligt og i perspektiv frem for kun i plantegning.

Det er en god metode at udarbejde en idéskitse, der omfatter både terræn, beplantning, udsmykning, belysning og materialevalg. Man kan f.eks. vælge at tilpasse anlægget til dets omgivelser eller omvendt at lade rundkørslen udforme med et selvstændigt udtryk i form og materialer, så det dominerer omgivelserne.

Anvendelse af enkle, klare virkemidler og så få forskellige materialer som muligt gavner ofte det færdige resultat.

De funktionelle og kørselstekniske forhold, de runde former og særlige kvaliteter i omgivelserne indgår som forudsætninger ved formgivningen af den visuelle helhed.

Det er vigtigt, at alle de nødvendige delelementer tænkes med ind i helheden – også placering af belysningsmaster, færdsels- og vejvisningstavler og anden afmærkning under skyldig hensyntagen til oversigtsforholdene, se afsnit 1.5.

Med sin placering og sit frie areal indbyder midterøen til kunstnerisk udformning med terrænregulering, beplantning og/eller forskellige former for skulpturer. Denne mulighed kan udnyttes; men det anbefales, at disse elementer udformes således, at påkørsel af dem ikke kan forvolde alvorlige skader, idet midterøen er sikkerhedszone. Det er væsentligt for et godt resultat, at midterøen opbygges, så der er sammenhæng med arealerne uden for rundkørselens ydre begrænsning i materialevalg og udtryk.

Midterøen udformes, så man ikke kan se vejen på den anden side af midterøen.

### **Beplantning**

Beplantning er et oplagt virkemiddel ved udformning af rundkørsler. Med god sans for vækstformer, farver, årstidsvariation m.v. kan der opnås smukke resultater. Det er normalt en god idé at tage udgangspunkt i de beplantninger, der findes i omgivelserne.

Ved brug af plantematerialer er det en forudsætning for et godt resultat, at der er taget højde for vækstbetingelserne både over og under terræn, planternes udvikling med årene og den pleje, der er nødvendig for at opnå den ønskede virkning. Det er vigtigt at sørge for, at der er plads til træernes rødder, således at disse ikke bliver til gene for belægningsopbygningen og eventuelle nedgravede kabler.

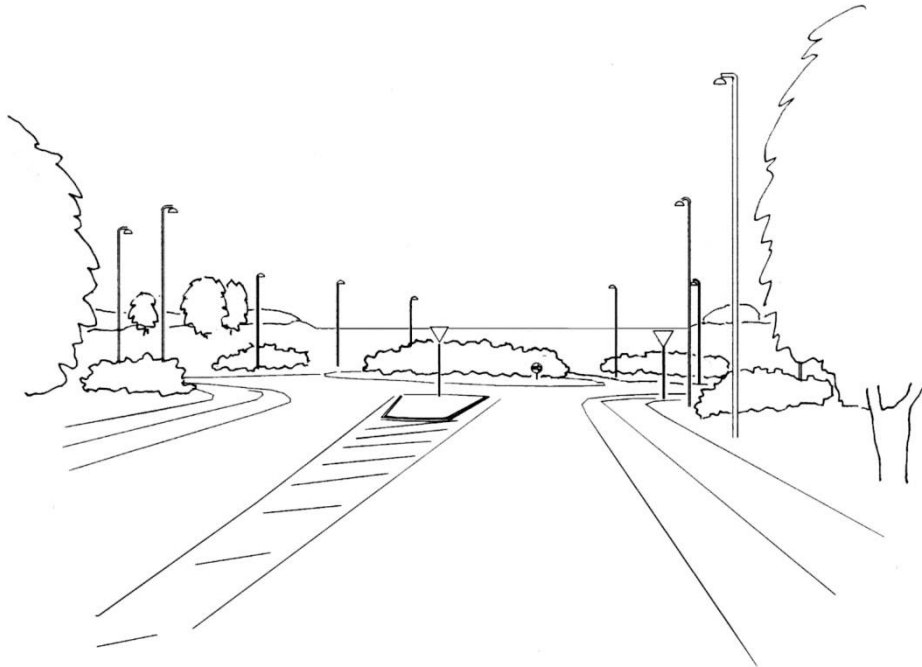
Af andre muligheder for beplantning skal nævnes buske og løgblomster, der gerne må være farvestrålende og vekslende med årstiderne.

Der tages højde for, at beplantningen plejes og vedligeholdes blandt andet således, at den ikke kommer til at skjule tavler, skygge for eventuel belysning og hindre den nødvendige oversigt, se afsnit 1.5. Desuden bør der være det nødvendige arbejdsareal omkring beplantningen.

Erfaringen viser, at for høj fart er årsag til mange ulykker, hvor det havarede køretøj havner på midterøen eller i rundkørselens umiddelbare nærhed. Træer bør således ikke udgøre noget faremoment. Langs vejgrenene kan der plantes træer uden for sikkerhedszonen, se håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer", 2018, i vejreguleringen "Fælles for by og land"; men disse træer bør

ikke vise et vejforløb på den anden side af rundkørslen. I øvrigt henvises til håndbogen "Beplantning i åbent land", 2006, i vejregelserien "Vejudstyr".

I Figur 7.6 er vist et eksempel. Her er der anvendt buskbeplantning på midterøen og langs rundkørselens periferi.



Figur 7.6 Eksempel på beplantning og belysning ved en rundkørsel.

### 7.3.2 Materialevalg

Valget af materialer bør vurderes i sammenhæng med, hvad der allerede findes på de tilstødende veje. Selvom rundkørslen som isoleret vejanlæg udformes med smukke materialer, kan helheden godt blive uharmonisk, hvis der ikke er en materialemæssig sammenhæng med de nære omgivelser.

Valg af materialer bør tage højde for, hvor rundkørslen ligger. Det er ikke altid, at kostbare materialer også giver et smukkere og rigtigere udtryk.

Valg af materialer og beplantning må ses i sammenhæng.

### Overkørselsarealer

Overkørselsarealer bør have afvigende belægning, både hvad angår farve og materiale, i forhold til de øvrige arealer af kørebanen.

Ved udformningen af overkørselsarealet er det vigtigt at signalere til chaufførerne i de tilgængelighedskrævende køretøjer, som benytter overkørselsarealet, at arealet er befæstet og overkørbart.

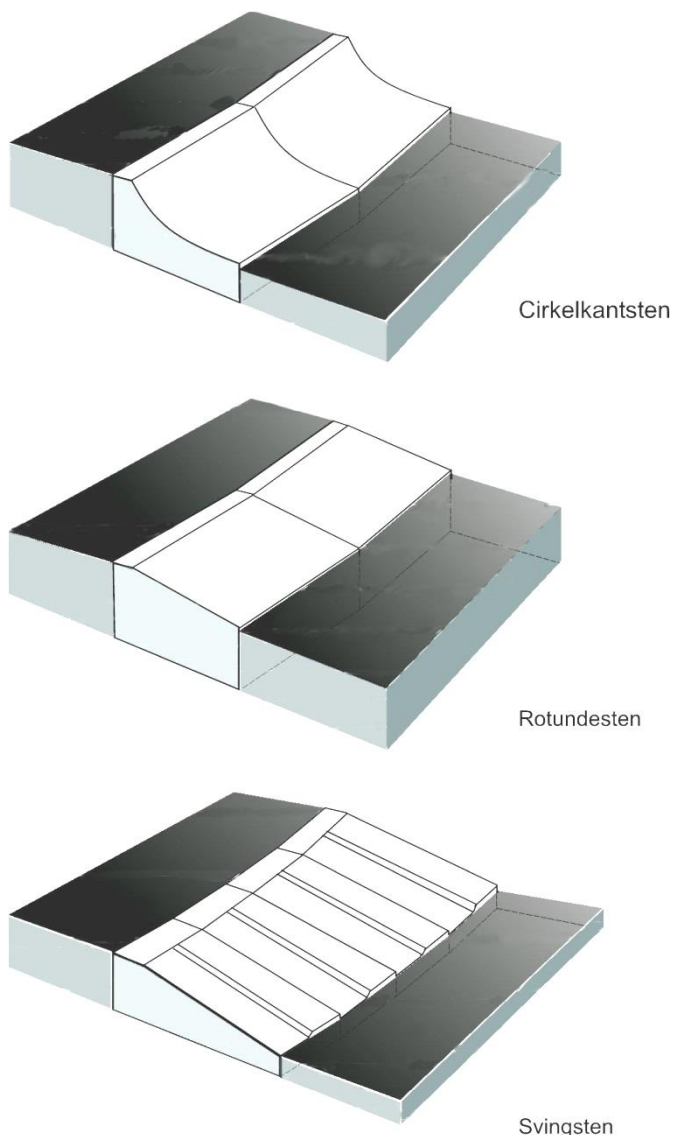
Det er samtidigt vigtigt at sikre, at overkørselsarealet ikke benyttes af mindre køretøjer til at passere rundkørslen med højere hastighed end den ønskede. Derfor kan overkørselsarealet udføres afvisende over for mindre køretøjer ved at tilvejebringe en niveauforskel i forhold til det tilgrænsende færdselsareal. Endvidere udføres overkørselsarealet i et andet materiale eller en anden farve end anvendt for det tilgrænsende kørebaneareal.



Det resulterende opspring mellem cirkulations- og overkørselsareal bør være 4 – 5 cm for at hindre mindre køretøjer i at benytte overkørselsarealet.

En niveauforskel mindre end 4 – 5 cm vil øge risikoen for, at motorcyklister overser opspringet med udskridning til følge.

En niveauforskel større end 4 – 5 cm er heller ikke tilrådelig af hensyn til påkørselsrisikoen, høje lastbilers risiko for at vælte samt blokvognes risiko for at skrabe bunden (frihøjden under en blokvogn er ofte kun ca. 10 cm). Desuden kan en niveauforskel større end 4 – 5 cm give chaufførerne i de dimensionsgivende køretøjer det indtryk, at overkørselsarealet ikke er overkørbart.



Figur 7.7 Eksempler på betonsten til begrænsning af midterø og cirkulationsareal.

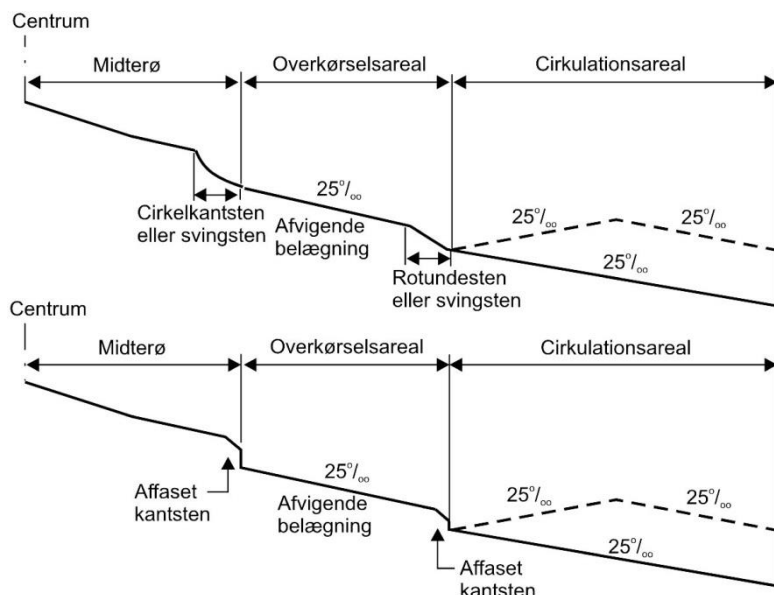
Ved etablering af overkørselsarealer skal opmærksomheden henledes på, at der tages de fornødne hensyn til snerydning. I den forbindelse bør foranstaltninger til markering af ovennævnte niveauforskel indgå, idet denne kan være svær at erkende, når den er snedækket. Det må forventes, at overkørselsarealer i siden af til- og frafarter med niveauforskel afmærkes med snestokke i vinterhalvåret, hvilket begrænser muligheden for at anvende dem. Overkørselsarealet langs midterøen

vil det normalt ikke være nødvendigt at afmærke; men det vil normalt kun vanskeligt kunne ryddes for sne.

I øvrigt anbefales det, at man i forbindelse med projekteringen af rundkørslen sikrer, at blokvogne kan passere de aktuelle sidehældninger af overkørselsarealer og af det tilgrænsende kørebaneareal samt det aktuelle niveauspring mellem disse.

For at fremhæve overgangen mellem cirkulations- og overkørselsarealerne kan den del af overkørselsarealet, der er nærmest cirkulationsarealet, opbygges af f.eks. rotundesten eller svingsten, se Figur 7.8, med en tværsnitsbredde på ca. 0,4 – 0,5 m og en hældning bort fra midterøen på 100 – 150 ‰, Figur 7.8 øverst. Svingsten med riflet overflade vil i høj grad være afvisende over for mindre køretøjer. Alternativt kan overkørselsarealet begrænses med affasede kantsten, se Figur 7.8 nederst.

Niveauforskellen mellem cirkulations- og overkørselsarealerne bør altid være maksimalt 5 cm.



Figur 7.8 Tværnit af midterø og overkørselsareal med eksempler på begrænsning.

Hvis kantbegrænsningen ikke udføres med hvide sten, afmærkes der med en kantlinje.

En anden løsningsmulighed er at udforme denne del af overkørselsarealet med samme tværsnitsbredde og -hældning som angivet ovenfor, men udført med profileret kantlinje på asfalt.

I rundkørsler uden overkørselsareal ved midterøen anbefales af sikkerhedsmæssige årsager en kantstensbegrænsning med en niveauforskel på maksimalt 5 cm mellem midterø og cirkulationsareal. Alternativt kan benyttes cirkelkantsten eller svingsten med en hældning på 200 ‰ bort fra midterøen med samme niveauforskel.

### Kantstensbegrænsninger

Det bør anvendes affasede, lyse kantsten med en niveauforskel på højst 5 cm.

Affasningen mindsker risikoen for dækskader. Lyse kantsten sikrer bedre synlighed af kantbegrænsninger i mørke.

I tilslutningskanter kan som alternativ til anvendelsen af kantsten benyttes svingsten.

#### **Jordoverflader**

Jordoverflader tilsås med græs, eventuelt suppleret med en blomster-blanding.

### **7.4 Øvrigt vejudstyr**

Ud over det vejudstyr, som er gennemgået i afsnit 7.1 – 7.3, kan der i rundkørsler optræde følgende vejudstyr:

- buslæskærme
- autoværn
- støjafskærmning
- andres udstyr
- historisk vejudstyr.

For valg og placering heraf henvises til håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer", 2018, kapitel 9, i vejregelserien "Fælles for by og land" og andre relevante vejregler. Endvidere indgår i rundkørsler også hensyn til erkendelsesafstande, se Figur 1.11, samt til oversigt, se afsnit 1.5.

Det er vigtigt at sikre det nødvendige arbejdsareal omkring vejudstyret for service og vedligehold.

## APPENDIKS

### A Turbo rundkørsler

#### A.1 Generelt

En turbo rundkørsel er en særlig 2-sporet rundkørsel, som er karakteriseret ved, at der ikke er flet-tende biltrafikstrømme i cirkulationsarealet. Ved indkørsel skal trafikanten således vælge det kor-rekte tilfartsspor i forhold til udkørsel, fordi der ikke kan skiftes mellem de to cirkulationsspor.



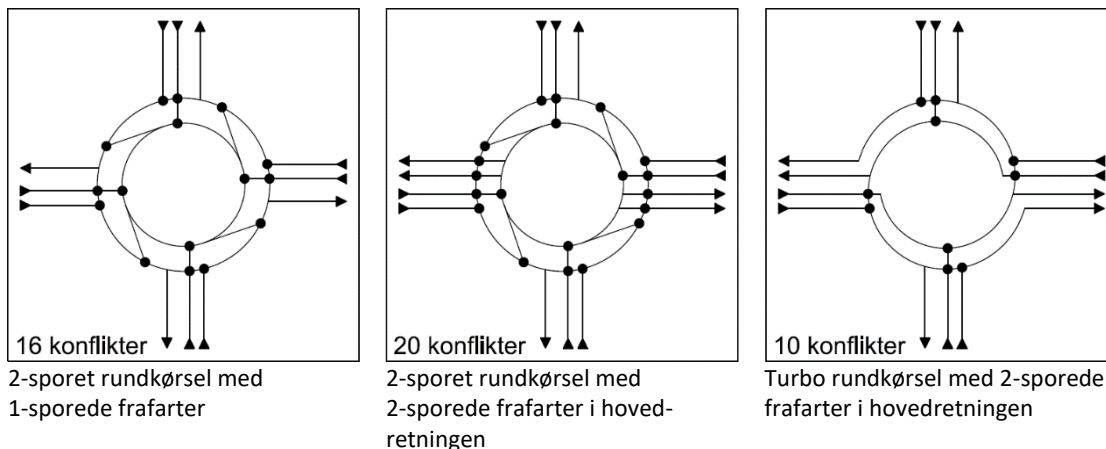
*Figur A.1 Skråfoto af hollandsk turbo modelrundkørsel. Bemærk brugen af "fiskekrogs-pile" i den øverste tilfart, som ikke er tilladt i Danmark i forbindelse med rundkørsler.*

Tilfarter i turbo rundkørsler er normalt alle 2-sporede. Dog er 1-sporede tilfarter at foretrække i de vejgrene, hvor det kapacitetsmæssigt er tilstrækkeligt, se afsnit A.2.

Valget af tilfartsspor sker på grundlag af vejvisningstavler, eventuelt suppleret med rutenumre i køresporene. Vejvisningen skal placeres og geometrien af tilfartssporene udformes omhyggeligt, idet der skal tages hensyn til trafikstrømmenes størrelse og retning.

Studier af danske trafikanters adfærd i 4 rundkørsler med 2-sporede tilfarter, som fremgår af rap-pporten "Trafikantadfærd i 2-sporede rundkørsler – Sporbenyttelse og konfliktende adfærd", udar-bejdet af Trafitec, 2008, viser, at omkring 2/3 automatisk vælger højre tilfartsspor, dog med stor variation, og at ikke alle forstår informationen på vejvisningstavler med vognbanevejvisning. Der er derfor en risiko for, at nogle trafikanter ikke vælger korrekt tilfartsspor og derved bliver ledt ud af rundkørslen i en retning, som de ikke ønsker. Da valg af korrekt kørselspor er vigtig før en turbo rundkørsel, etableres turbo rundkørsler ikke i forbindelse med motorvejsramper.

Antallet af konfliktpunkter reduceres i forhold til normale 2-sporede rundkørsler fra 16-20 punkter til 10, se figur A.2.



Figur A.2 Konfliktpunkter i 2-sporede rundkørsler og turbo rundkørsler.

Tyske og hollandske undersøgelser har vist, at turbo rundkørsler har en bedre sikkerhed end almindelige 2-sporede rundkørsler og lige så god sikkerhed som 1-sporede rundkørsler.

## A.2 Kapacitet

Der bør gennemføres kapacitetsberegninger, se afsnit 1.7, efter håndbogen "Kapacitet og serviceniveau", 2015, i vejregelserien "Fælles for by og land".

I følge hollandske undersøgelser er kapaciteten af 4-grenede turbo rundkørsler, hvor alle tilfarter er 2-sporede, ca. 3.500 pe/time for den samlede indkørende biltrafik. Tyske undersøgelser viser en tilsvarende kapacitet på op til ca. 4.000 pe/time, baseret på en tysk kapacitetsmodel fra et udkast til en vejledning for turbo rundkørsler fra 2014. Denne model er på nogle punkter mere detaljeret end de tilsvarende beregninger efter håndbogen "Kapacitet og serviceniveau", 2015, i vejregelserien "Fælles for by og land".

## A.3 Udformning

Der tages udgangspunkt i det normale projekteringsforløb til den geometriske udformning af en turbo rundkørsel, se afsnit 1.1.2. Som grundlag er benyttet et hollandsk typeeksempel for en 4-grenet rundkørsel, som er tilpasset danske forhold.

I det følgende gennemgås alene de punkter i projekteringsforløbet, se afsnit 1.1.2. hvor der er afvigelser eller udbygninger af det normale forløb, eventuelt suppleret med underbyggende forklaringer, angivet med *kursiv*. Resten af punkterne i projekteringsforløbet udføres som angivet i afsnit 1.1.2.

1. Valg af dimensionsgivende køretøj, der skal kunne cirkulere om midterøen i begge cirkulationsspør og foretage ind- og udkørsel mellem begge cirkulationsspør og til- og frararterne på vejgrene uden brug af overkørselsarealer (afsnit 1.2). Her vælges sættevogn (SVT).

Valg af tilgængelighedskrævende køretøj, der skal kunne cirkulere om midterøen i begge cirkulationsspør og foretage indkørsel fra tilfarter til begge cirkulationsspør og udkørsel fra

højre cirkulationsspor til frafarterne på vejgrene ved brug af overkørselsarealer (afsnit 1.2). Her vælges specialkøretøj (SKT).

Når SKT kun foretager udkørsel fra højre cirkulationsspor, skyldes det, at ved gennemkørsel mellem to vejgrene med 2-sporede til- og frafarter forventes SKT altid at benytte højre kørespor, så udkørsel sker fra højre cirkulationsspor. Hertil kommer, at ved kørselsmanøvrer for dette køretøj fra en 2-sporet tilfart, der svarer til venstresving i et prioriteret eller signalreguleret kryds, benytter SKT venstre tilfartsspor ind i det venstre cirkulationsspor, som via spiralen ledes ud i det højre cirkulationsspor frem til udkørsel.

Der regnes med, at både SVT og SKT skal kunne køre til og fra alle fire vejgrene. I cirkulationsarealet vælges, at SVT og SKT skal kunne køre ved siden af hinanden. Ved til- og frafarter vælges, at to SVT skal kunne køre ind og ud ved siden af hinanden.

2. – 3. Se afsnit 1.1.2.

4A. Fastlæggelse af midterøradius ( $R_{m\phi}$ ) til 12,5 m.

Her regnes med en 0,3 m bred kantbane ( $b_{ik}$ ) langs med midterøen, se figur A.4. Kantlinjen i denne kantbane gøres brudt, hvis det tilgængelighedskrævende køretøj kører efter Færdselslovens bestemmelser (f.eks. modulvogntog) – ellers ubrudt.

I stedet for et overkørselsareal langs midterøen for det tilgængelighedskrævende køretøj etableres en køresporsadskillelse mellem de to cirkulationsspor, se figur A.4. Den benyttes af det tilgængelighedskrævende køretøj ved cirkulation i såvel det venstre som det højre cirkulationsspor. Derfor kan der ikke køre to tilgængelighedskrævende køretøjer i hver sit cirkulationsspor ved siden af hinanden samtidigt; men sandsynligheden for denne samtidige cirkulation er normalt også yderst begrænset.

Radius til den ydre begrænsningslinje af køresporsadskillelsen (sammenfaldende med indre begrænsningslinje for det højre cirkulationsspor) aflæses af figur 2.4 til 21,9 m i forhold til det tilgængelighedskrævende køretøj. Radius til den indre begrænsningslinje for køresporsadskillelsen (sammenfaldende med den ydre begrænsningslinje for det venstre cirkulationsspor) aflæses af figur 2.5 til 18,9 m i forhold til det dimensionsgivende køretøj. Når der regnes med kantbane langs midterøen, skal værdien af disse radier øges med bredden af kantbanen til 22,2 m, henholdsvis 19,2 m. Bredden af det venstre cirkulationsspor ( $b_{ics}$ ) bliver således forskellen mellem radierne for den indre begrænsningslinje for køresporsadskillelsen og for ydersiden af kantbanen langs midterøen ( $12,5 + 0,3 = 12,8$  m), altså  $19,2 \div 12,8 = 6,4$  m, se figur A.4.

Ved andre værdier af radius for midterøen og bredden af den indre kantbane kan benyttes et kørekurveprogram til fastlæggelse af bredden af det venstre cirkulationsspor, afhængigt af valg af dimensionsgivende og tilgængelighedskrævende køretøj.

4B. Opgørelse af bredden af køresporsadskillelsen ( $b_{\sigma}$ ).

Bredden fremkommer som forskellen mellem breddebehovet ved cirkulation i det inderste cirkulationsspor langs midterøen for det tilgængelighedskrævende køretøj og det dimensionsgivende køretøj (pkt. 4.A) til  $22,2 \div 19,2 = 3,0$  m, se figur A.4. Denne adskillelse inkluderer 0,2 m kantbane, heraf 0,1 m kantlinje, i hver side.

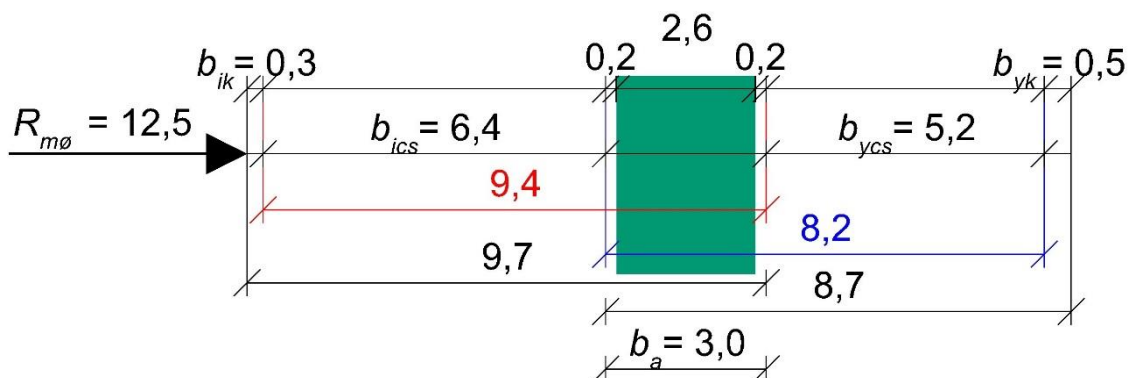
Køresporsadskillelsen uden kantbaner, som har en bredde på 2,6 m, afmærkes som spærreflade eller udføres som overkørselsareal med ujævn belægning og en niveauforskel på 4-5 cm i forhold til cirkulationssporene på hver side. Kantlinjerne langs køresporsadskillelsen gøres brudte, hvis det tilgængelighedskrævende køretøj kører efter Færdselslovens bestemmelser (f.eks. modulvogntog MVT) – ellers ubrudte.

4C. Bestemmelse af bredden af det højre cirkulationsspør ( $b_{ycs}$ ).

Ved hjælp af et kørekurveprogram opgøres den til 5,2 m, se figur A.4, for det dimensionsgivende køretøj ved cirkulation langs den ydre begrænsningslinje for køresporsadskillelsen (sammenfaldende med den indre begrænsningslinje for det højre cirkulationsspør).

4D. Tjek af cirkulation for det tilgængelighedskrævende køretøj i det højre cirkulationsspør.

Ved hjælp af et kørekurveprogram tjekkes, om det valgte typekøretøj kan cirkulere mellem indersiden af den indre begrænsningslinje for køresporsadskillelsen og ydersiden af kantbanen med bredden ( $b_{yk}$ ) på 0,5 m i cirkulationsarealets yderside, altså inden for en værdi på  $3,0 + 5,2 + 0,5 = 8,7$  m, se figur A.4. Hvis dette ikke er muligt, øges bredden af køresporsadskillelsen uden at ændre bredden af det højre cirkulationsspør. Kantlinjen i den ydre kantbane gøres brudt, hvis det tilgængelighedskrævende køretøj kører efter Færdselslovens bestemmelser (f.eks. modulvogntog MVT) – ellers ubrudt.



Figur A.4 Tværsnit af midterø og cirkulationsareal i den ene halvdel af en turbo rundkørsel (alle mål i m).

5A. Bestemmelse af vejmidterlinjernes skæringspunkt.

I modsætning til den normale geometri med et enkelt centrum i en rundkørsel gennem vejmidterlinjernes skæringspunkt og koncentriske cirkler i forhold til dette centrum anvendes spiraler i en turbo rundkørsel. Geometrien kompliceres af de forskellige bredder af det venstre og højre cirkulationsspør og af køresporsadskillelsen.

5B. Optegning af en retlinjet forskydningsakse gennem vejmidterlinjernes skæringspunkt.

I første omgang placeres forskydningsaksen foreløbigt i en tilfældig vinkel i forhold til vejmidterlinjerne for senere at bliver roteret til den korrekte placering i pkt. 16B.

En spiral, bestående af to halvcirkelbuer, på hver side af det venstre cirkulationsspør fører dette ud i det højre. Cirkelbuerne i hver spiral bringes til at tangere hinanden i overgangspunktet OP1 og OP2, se øverste halvdel af figur A.5, hvor disse to spiraler er vist med orange.

I stedet for et enkelt centrum for de to halvcirkelbuer på den ene halvdel af forskydningsaksen bliver der to centre, hvoraf det ene har større forskydning end det andet, se figur A.5. Centret med den største forskydning anvendes for halvcirklen med den mindste radius til at skabe overgangen fra den indre begrænsningslinje for det venstre cirkulationsspor til den indre begrænsningslinje for det højre cirkulationsspor. Centret med den mindste forskydning anvendes for de tre halvcirkler i resten af de to spiraler.

Efter samme fremgangsmåde har de to halvcirkelbuer på den anden halvdel af forskydningsaksen to centre med hver sin forskydning med samme forskel, se nederste halvdel af figur A.5. hvor de to overgangspunkter er OP3 og OP4, og de tilhørende to spiraler er vist med grøn.

Der bliver således fire centre på forskydningsaksen med følgende fire halvcirkelbuer:

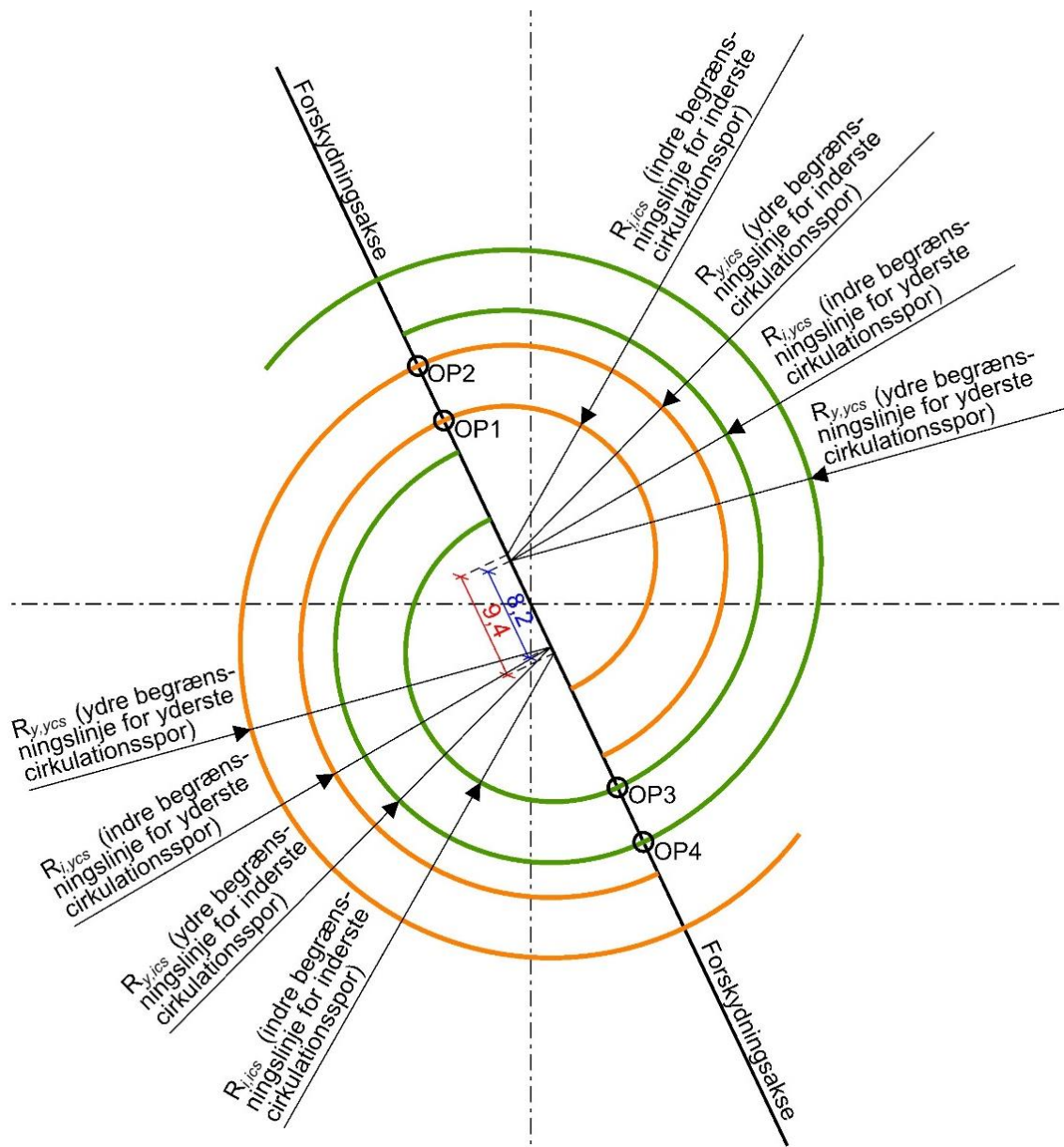
Indre begrænsningslinje for venstre (inderste) cirkulationsspor ( $R_{i,ics}$ )

Ydre begrænsningslinje for venstre (inderste) cirkulationsspor ( $R_{y,ics}$ )

Indre begrænsningslinje for højre (yderste) cirkulationsspor ( $R_{i,ycs}$ )

Indre begrænsningslinje for højre (yderste) cirkulationsspor ( $R_{y,ycs}$ )





Figur A.5 Centrale turbo elementer (alle mål i m).  $R_{i,ics}$  har centrum ved den største forskydning fra vejmidterlinjernes skæringspunkt og  $R_{y,ics}$ ,  $R_{i,ycs}$  og  $R_{y,ycs}$  centrum ved den mindste forskydning.

Forskydningerne beregnes ud fra et tværsnit som vist på figur A.4. Heraf er vist forskydningen mellem de indre begrænsningslinjer af det venstre og højre cirkulationsspor (med rødt) på 9,4 m. På figuren er også vist forskydningen (med blå) mellem de ydre begrænsningslinjer af det venstre og højre cirkulationsspor på 8,2 m. På samme figur er også vist de bredder, som det tilgængelighedskrævende køretøj kræver ved cirkulation langs midterøen (9,7 m) og langs yder/skille-rabatten (8,7 m).

- 5.C Beregning af radius for de fire halvcirkelbuer, som er begrænsningslinjer for de to cirkulationsspor.

Disse cirkelbuer afgrænser cirkulationsarealer for det dimensionsgivende køretøj. Deres radier beregnes skematisk i figur A.6 rækkevis med tilhørende mellemregninger for overgange og forskydninger. Værdierne øverst i skemaet i de orange felter er inddata fra pkt. 4, hvorefter radierne for de fire halve cirkelbuer og placeringer af hvert af deres centre beregnes. Herudover indgår tre kontroller.

Geometriske beregninger for de centrale elementer i en turbo rundkørsel					
Element i tværsnit (inddata)	Værdi				Bemærkninger
Midterø-radius ( $R_{m\emptyset}$ )	12,5				
Bredde af indre kantbane mellem midterø og venstre cirkulationsspor inkl. kantlinje ( $b_{ik}$ )	0,3				
Bredde af venstre cirkulationsspor ( $b_{ics}$ )	6,4				
Bredde af køresporsadskillelse inkl. kantbaner ( $b_a$ )	3,0				
Bredde af højre cirkulationsspor ( $b_{yics}$ )	5,2				
Bredde af ydre kantbane inkl. kantlinje ( $b_{ik}$ )	0,5				
<b>Overgange og forskydninger</b>					
<i>Overgang<sub>1</sub></i> : fra indre begrænsningslinje for venstre cirkulationsspor ( $R_{i,ics}$ ) til indre begrænsningslinje for højre cirkulationsspor ( $R_{i,yics}$ )			9,4		
<i>Overgang<sub>2</sub></i> : fra ydre begrænsningslinje for venstre cirkulationsspor ( $R_{y,ics}$ ) til ydre begrænsningslinje for højre cirkulationsspor ( $R_{y,yics}$ )				8,2	
<i>Forskydning<sub>1</sub></i> af centrum = $\frac{1}{2}$ af <i>Overgang<sub>1</sub></i> (gælder for radius $R_{i,ics}$ )			4,7		Forskydning gælder på forskydningsaksen i forhold til vejmidterlinjernes skæringspunkt
<i>Forskydning<sub>2</sub></i> af centrum = $\frac{1}{2}$ af <i>Overgang<sub>2</sub></i> (gælder for radius $R_{y,ics}$ , $R_{y,yics}$ og $R_{y,yics}$ )				4,1	
<i>Difference</i> = <i>Forskydning<sub>1</sub></i> ÷ <i>Forskydning<sub>2</sub></i>			0,6		
<b>Beregningsresultater</b>	Radius	Forskydning af centrum (fra vejmidterlinjernes skæringspunkt)	Startplacering = Radius ÷ Forskydning af centrum (kun til brug for kontrol 1 og 2 nedenfor)	Slutplacering = Radius + Forskydning af centrum (kun til brug for kontrol 1 og 2 nedenfor)	Start- og Slutplacering gælder på forskydningsaksen relativt i forhold til vejmidterlinjernes skæringspunkt
<b>Radius for hver af de 4 cirkelbuer og placering af deres centrum</b>	<b>Værdi</b>				
$R_{i,ics} = R_{m\emptyset} + b_{ik}$	12,8	4,7	8,1	17,5	
$R_{i,yics} = R_{i,ics} + \text{Overgang}_1 \div \text{Difference}$	21,6	4,1	17,5	25,7	
<b>Kontrol 1: Start/Slut-placeringer</b>					Slutplacering af $R_{i,ics}$ = Startplacering af $R_{i,yics}$
<b>Kontrol 2: Forskel mellem:</b> de to Startplaceringer  de to Slutplaceringer			9,4	8,2	Forskel skal svare til <i>Overgang<sub>1</sub></i> Forskel skal svare til <i>Overgang<sub>2</sub></i>
$R_{y,ics} = R_{i,yics} \div b_a$	18,6	4,1			
$R_{y,yics} = R_{y,ics} + \text{Overgang}_2$	26,8	4,1			
<b>Kontrol 3:</b> $R_{y,yics} = R_{i,yics} + b_{yics}$	26,8				

Figur A.6 Skematisk beregning af de centrale geometriske elementer i en turbo rundkørsel (alle værdier i m).

6. Optegning af cirkelbuer med radier for cirkulationssporenes indre og ydre begrænsningslinjer ( $R_{i,ics}$ ,  $R_{y,ics}$ ,  $R_{i,ycs}$  og  $R_{y,ycs}$ ) på hver side af forskydningsaksen i forhold til placering af deres centrum (eventuelt også cirkelbuer med radius for skillerabat og cykelsti (afsnit 5.2), som dog ikke indgår i typeeksemplet).

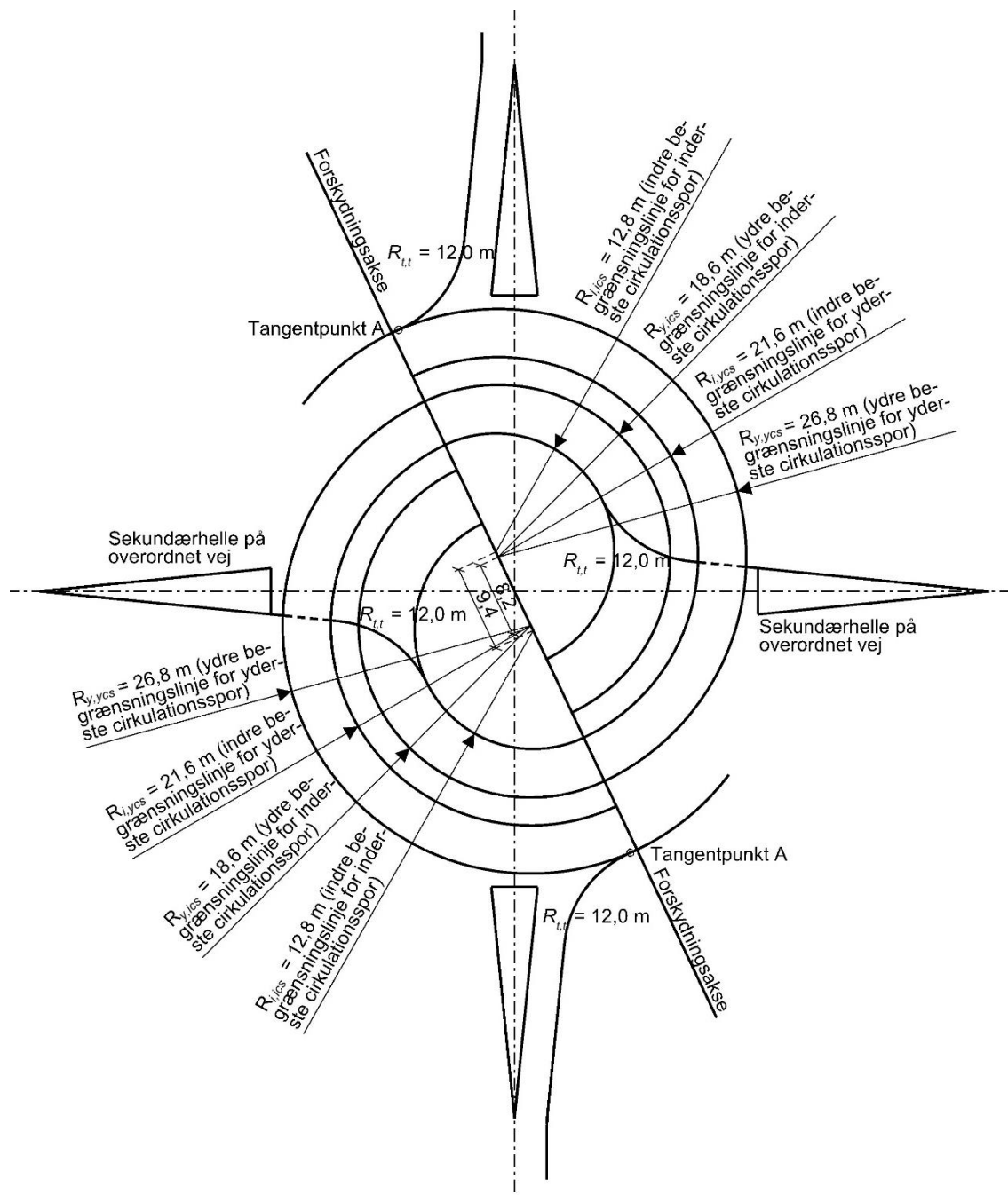
7. – 15. Se afsnit 1.1.2.

- 16A. Konstruktion af tilslutningskanter mellem den ydre begrænsningslinje for det højre cirkulationsspør og de ydre begrænsningslinjer for hver til- og frafart på grundlag af arealbehovene for det dimensionsgivende køretøj (afsnit 4.1).
- 16B. Tilpasning af de centrale turbo elementer til vejgrenene gennem en drejning af forskydningsaksen og de tilhørende spiraler, så de tilpasses tilfarterne.

Figur A.7 viser den korrekte placering af forskydningsaksen, når den overordnede vej i dette eksempel er orienteret vandret på tværs i figuren og har 2-sporede til- og frafarter.

Der udføres en finjustering af placeringen af forskydningsaksen ved en detaildedrejning, så tangentpunkt A, se figur A.7, hvor tilslutningskanten med radius  $R_{t,t}$  på 12,0 m i dette eksempel i forhold til dimensionsgivende køretøj i tilfarten for den underordnede vej forbindes med den ydre begrænsningslinje for det højre cirkulationsspør, er placeret umiddelbart efter forskydningsaksen.

Forlængelsen af den indre begrænsningslinje for det venstre tilfartsspør på den overordnede vej tilsluttes den indre begrænsningslinje i det venstre cirkulationsspør med samme radius  $R_{t,t}$  på 12,0 m som tilslutningskanten for den underordnede vej.



Figur A.7 Tilpasning af de centrale turbo elementer til tilfarterne, når den overordnede vej er orienteret vandret på tværs og har 2-sporede til- og frafarter.  $R_{t,t}$  gælder radius i tilslutningskanten for tilfarter for det dimensionsgivende køretøj (alle mål i meter).

- 17A. Konstruktion af eventuelle overkørselsarealer langs hver til- og frafart på grundlag af forskellen mellem arealbehovene for de dimensionsgivende og de tilgængelighedskrævende køretøjer. Endvidere konstruktion af eventuelt overkørselsareal til begrænsning af det hastighedsmaksimerede køretøjs fart (afsnit 4.2 og 4.3 samt afsnit 1.2 og 1.3).
- 17B. Fastlæggelse af begyndelse på køresporsadskillelsen i hver cirkelhalvdel.

Ved hjælp af et kørekurveprogram eller arealbehovskurver fastlægges starten på køresporsadskillelsen i forhold til det dimensionsgivende køretøj, når dette kører fra det venstre tilfartsspor på den overordnede vej ind i det venstre cirkulationsspor langs midterøen. Her må køresporsadskillelse først starte uden for typekøretøjets arealbehov for dette højresving.

Samtidig tjekkes på lignende måde, at når der samtidigt kører dimensionsgivende køretøjer fra hver sit tilfartsspor på den overordnede vej ind i hver sit cirkulationsspor, skal arealbehovene for de to indkørende typekøretøjer ved højresving ikke overskride hinanden. Hvis dette er tilfældet, øges radius i tilslutningskanten, og pkt. 16B gentages.

17C. Fastlæggelse af afslutning på køresporsadskillelsen i hver cirkelhalvdel.

Afslutningen af køresporsadskillelsen påbegyndes i cirkulationsarealet ud for den 2-sporede frafart på den overordnede vej. Her indsnævres bredden af adskillelsen gradvis ud ad frafarten mellem dens to kørespor for at ende i en bredde på 0,3 m inklusive de to 0,1 m brede kantlinjer. Indsnævringen gøres 30 m lang, se afsnit 3.2.2. Ved hjælp af et kørekurveprogram eller arealbehovskurver sikres, at de to frafartsspor hver gøres tilstrækkeligt brede til, at udkørende dimensionsgivende køretøjer ved højresvinget til begge frafartsspor ikke benytter køresporsadskillelsen.

18. – 27. Se afsnit 1.1.2.





Carsten Niebuhrs Gade 43, 5 sal  
1577 København V  
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)

ISBN: 978-87-93674-23-3

