

Bilisters samspilsadfærd i byrundkørsler

Ved brug af køresimulator og eyetracker er samspillet mellem indkørende bilister og cirkulerende cyklister i byrundkørsler med forskellige designs undersøgt. Undersøgelsen viser, at der er forskel på trafikanternes adfærd set i forhold til design og oversigtsforhold.



Belinda la Cour Lund,
Trafitec
bl@trafitec.dk



Lene Herrstedt, Trafitec
lh@trafitec.dk



Poul Greibe, Trafitec
pgr@trafitec.dk

Formål og baggrund

Rundkørsler har generelt set en god sikkerhedsmæssig effekt. Men for cyklisterne

er sikkerhedsgevinsten ikke nær så gunstig som for bilister. Hovedparten af de ulykker, der sker mellem bilister og cyklister i rund-

kørsler, sker mellem cirkulerende cyklister og bilister på vej ind- eller ud af rundkørslen.



Figur 1. Simulatorbil med eyetrackersystem. Eyetrackeren består af tre videokameraer der filmer forsøgspersonernes ansigt under kørslen. Kameraerne er placeret ved instrumentbrættet inde i bilen, og er tilsluttet en computer, som bl.a. ud fra optagelserne laver en beregning af forsøgspersonernes blikpunkt.

Vejdirektoratet har på den baggrund fået lavet en undersøgelse af samspilsadfærd mellem cyklister og bilister i relation til rundkørslers udformning med henblik på at forbedre trafikikkerheden for cyklister. Bilisternes adfærd er i undersøgelsen vurderet på basis af en række målelige adfærdsparemetre. Parametrene er primært knyttet til køretøjets hastighed, køretøjets placering i forhold til cyklisten samt bilistens visuelle fokusering mod cyklisten. De målte adfærdsparemetre er sammenholdt med rundkørselsdesign og oversigtsforhold. Projektet er udført som et simulatorstudium, og er udført af Trafitec i samarbejde med den norske forskningsorganisation SINTEF og vejdirektoraterne i Norge og Danmark.

Forsøgsdesign

Projektet er udført som et køresimulatorstudie med samtidig brug af eyetracker. Da eyetrackeren er synkroniseret med køresimulatoren, er det muligt at sammenholde forsøgspersonernes visuelle opmærksomhed med deres aktuelle kørehastighed og f.eks. brug af bremse og speeder.

Øjenbevægelserne registreres med et SMART EYE kamerasystem bestående af tre kameraer placeret på bilens instrumentbræt. Testpersonen mærker således ikke, at øjenbevægelserne registreres, se figur 1. Simulatoren opdaterer bilens position, hastighed mv. 20 gange per sekund, og bilisternes øjenbevægelser registreres 25 gange per sekund. En af fordelene ved simulatorforsøget er, at de trafikale situationer, der registreres på, er ens, og der er mulighed for at variere på rundkørselsdesign – uden at ændre på andre forhold.

Ved brug af køresimulator med samtidig brug af eyetrackerudstyr er der lavet en analyse af bilisters samspilsadfærd over for cirkulerende cyklister i byrundkørsler med og uden cykelanlæg, samt varierende oversigtsforhold. Der indgår i alt syv forskellige rundkørselsdesigns, som varierer mht. type af cykelfacilitet i tilfart og i cirkulationsareal, samt tilstedeværelsen af rækværk i cirkulationsareal eller bump i tilfart, se tabel 1. De syv designs er alle afprøvet med tre varierende oversigtsforhold: ”middelgode”, ”acceptable” og ”gode” (se figur 2, figur 3 og figur 4). Alle tre typer af oversigtsforhold opfylder vejreglernes krav til oversigtsforhold. I undersøgelsen er der alene fokuseret på den konfliktsituation, som kan opstå, når en bilist ankommer til en rundkørselstilfart, og der samtidig er en cyklist i cirkulationsarealet. Der optræder ikke andre trafikanter i den observerede trafiksituation.

I alt 18 forsøgspersoner har gennemkørt de 21 rundkørsler 1-2 gange hver, svarende til i alt 537 gennemkørsler. Rækkefølgen testpersonerne gennemkører de 21 rundkørsler varierer.

Opbygning af database

Der blev til forsøget opbygget en database, som indeholder en 3D-model af det vejnet, som testbilisterne gennemkører i simulatoren. Databasen er baseret på videooptagelser, fotos og tegninger af danske rundkørsler designet i overensstemmelse med anbefalingerne i de danske vejregler. For at gøre gennemkørslen så realistisk som muligt er der på strækningerne mellem rundkørslerne placeret vigepligtskryds, bygninger, beplantning samt anden simuleret trafik.

Registrering af parametre

Bilisternes hastighedsprofiler registreres fra ca. 150 meter før rundkørselens vigelinie og frem til 50 meter efter, de er kørt ud af cirkulationsarealet. Som supplement hertil registreres snithastigheder ved kørsel ind- og ud af rundkørslen, se figur 5.

Tidsafstanden mellem bil og cykel i konfliktpunktet registreres. Det er tidsrummet fra det tidspunkt, den første trafikant

Geometri	Oversigtsforhold		
	Gode	Middel	Acceptable
<i>Rundkørselsdesign 1:</i> Cykelsti i tilfart, cykelsti i cirkulationsareal	29	31	29
<i>Rundkørselsdesign 2:</i> Cykelsti i tilfart, blå cykelbane i cirkulationsareal	19	30	27
<i>Rundkørselsdesign 3:</i> Cykelsti i tilfart, cykelsti i cirkulationsareal - orange rækværk mellem vejkant og fortov	32	28	24
<i>Rundkørselsdesign 4:</i> Cykelsti i tilfart, bump i tilfart cykelsti i cirkulationsareal	26	16	30
<i>Rundkørselsdesign 5:</i> Intet cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen	30	21	13
<i>Rundkørselsdesign 6:</i> Intet cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Orange rækværk mellem vejkant og fortov	20	29	18
<i>Rundkørselsdesign 7:</i> Intet cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Bump i tilfarten	29	28	28

Tabel 1. Antal gennemkørsler af de 21 rundkørsler der benyttes i den endelige analyse fordelt på rundkørselsdesign og oversigtsforhold.



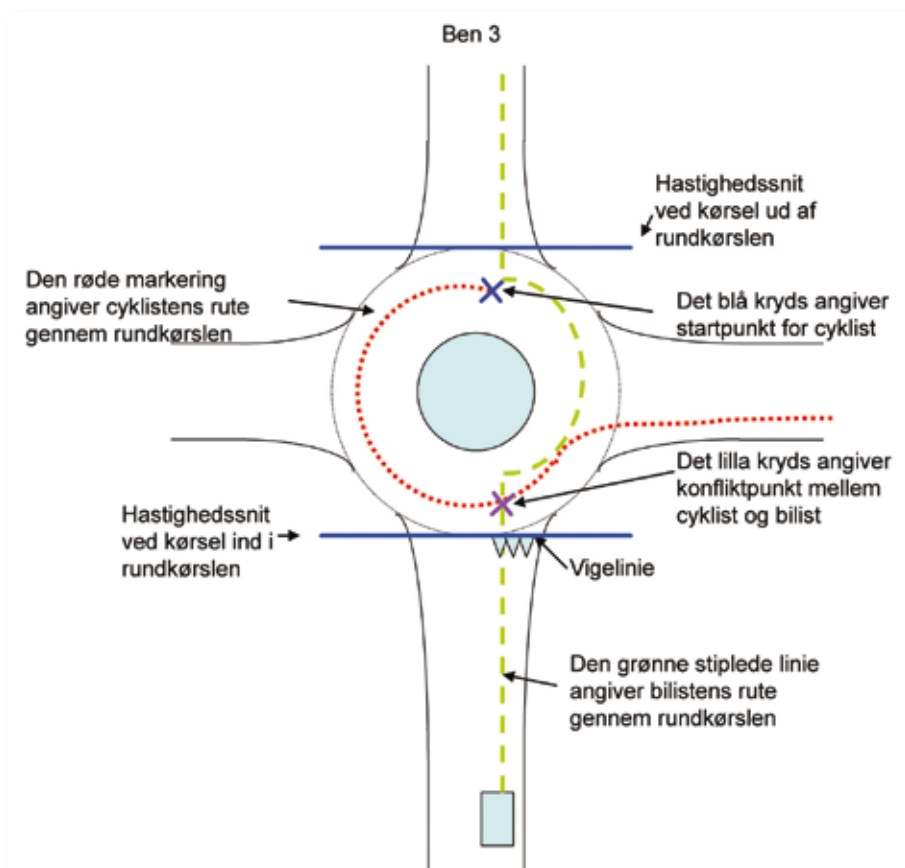
Figur 2. Eksempel på rundkørsel med middelgode oversigtsforhold. Højde på midterø er 1,5 inkl. beplantning. Højde af buske i tilfarten er 0,8 m.



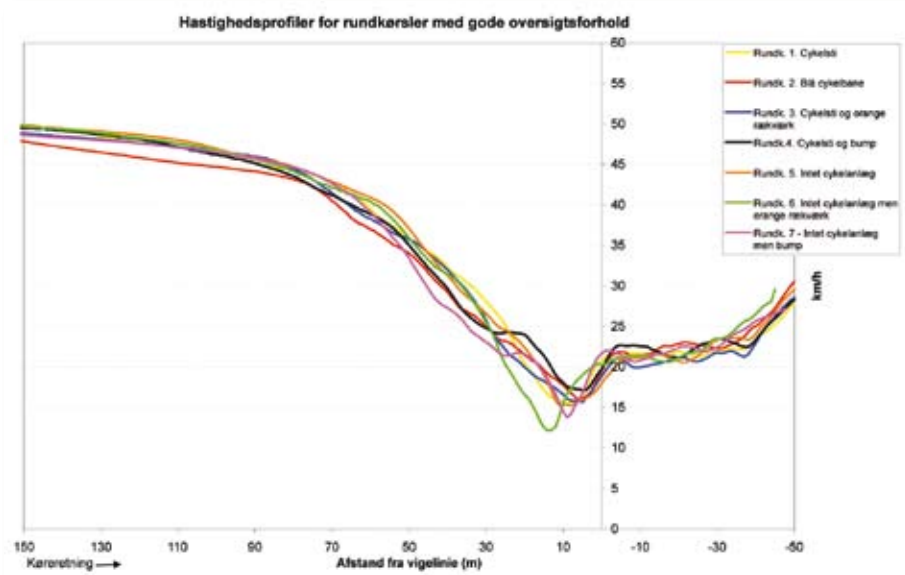
Figur 3. Rundkørsel med acceptable oversigtsforhold. Her er plantet træer i tilfarten med en indbyrdes afstand på 6 m. Højde på midterø er 1,90 m inkl. beplantning.



Figur 4. Rundkørsel med gode oversigtsforhold. Her er ingen beplantning langs tilfarten. Højde på midterø er 1,0 m inkl. beplantning



Figur 5. Angivelse af bilist og cyklists kørerute frem til og gennem rundkørslen. Når bilisten er ca. 120-180 m fra vigelinjen begynder cyklisten at køre, således at bilisten bliver tvunget til at foretage en vurdering af hvorvidt han vil køre ind i rundkørslen før eller efter den cirkulerende cyklist passerer konfliktpunktet.



Figur 6. Eksempel på hastighedsprofiler for de syv rundkørsler med gode oversigtsforhold.

	Cykelanlæg		Oversigtsforhold		
	Med	Uden	Gode	Middel	Acceptable
Hastighed ved kørsel ind i rundkørsel	18-21 km/t	18-22 km/t	20-22 km/t	18-22 km/t	18-22 km/t
Hastighed ved kørsel ud af rundkørsel	22-27 km/t	22-26 km/t	23-27 km/t	23-26 km/t	22-26 km/t
Tidsafstand i konfliktpunkt	3,3 sek.	2,8 sek.	2,9 sek.	3,0 sek.	3,3 sek.
Detekteringstid	3,1 sek.	2,5 sek.	2,5 sek.	2,9 sek.	3,0 sek.
Andel af tid der ses mod cyklist	17%	21%	19%	18%	18%
Afstand fra vigelinie hvor bilisterne har den største visuelle fokus mod cyklist	10-40 m	9-13 m	9-20 m	11-27 m	10-40 m

Tabel 2. Angivelse af undersøgelsens hovedresultater.

forlader konfliktpunktet, til den næste ankommer, se figur 5. Tidsafstand i konfliktpunktet indikerer, hvor tæt trafikantene passerer hinanden i konfliktpunktet. Tidsafstanden er således et udtryk for, hvor lang tid parterne har til at reagere overfor hinanden, hvis der skulle ske en uforudset hændelse.

Ud fra øjenbevægelser registreres, hvor stor en andel af tid bilisten har sit blik rettet mod den cirkulerende cyklist set i forhold til den samlede tid, cyklisten er i bilistens synsfelt. Herudover registreres detekteringstiden, dvs. tiden fra en cyklist kommer ind i bilistens synsfelt, til bilisten har det første registrerbare blik mod cyklisten.

Resultater

Resultaterne fra analysen tyder på, at både oversigtsforhold, design og tilstedeværelsen af cykelanlæg har betydning for bilisters samspilsadfærd over for cirkulerende cyklister, når de kører frem til og ind i en rundkørsel. Analysen viser, at hastighedsvalg ved kørsel frem mod en rundkørsel afhænger af den aktuelle trafiksituation og kompleksiteten heraf, men at bilisterne i god tid før ser, at de nærmer sig en rundkørsel, og derfor nedsætter hastigheden i takt med, at de nærmer sig vigelinien, se figur 6.

Oversigtsforholdene har tilsyneladende ingen betydning for hastighedsprofil og den samlede andel af tid, bilisten ser mod cyklisten, se tabel 2. Tidsafstand mellem den indkørende bilist og den cirkulerende cyklist er generelt lidt mindre ved gode og middelgode oversigtsforhold. Ligeledes kan det konstateres, at bilisterne naturligt nok får tidligere øje på den cirkulerende cyklist (detekteringstid), når oversigtsforholdene er gode. Det er ikke muligt ud fra denne analyse at sige noget klart om, hvilken indflydelse oversigtsforholdene har på trafik-sikkerheden. Men man kan forestille sig, at en bilist, der tidligt i forløbet ser en cirkulerende cyklist, efterfølgende vil være mere opmærksom ved kørsel ind i rundkørslen. Omvendt kan man argumentere, at det ikke er sikkert, at en bilist, der på et tidligt tidspunkt ser en cyklist, husker dette, når han når frem til vigelinien.

Hvis man sammenligner de fire rundkørselsdesigns, hvor der indgår cykelanlæg, med de tre rundkørsler uden cykelanlæg, tyder resultaterne på, at bilisternes adfærd er lidt mere ens i rundkørsler uden cykelanlæg. Den gennemsnitlige tidsafstand i konfliktpunktet er signifikant mindre for rundkørsler uden cykelanlæg, og spredningen i data er samtidigt lidt mindre set i forhold til rundkørsler med cykelanlæg. Selvom tidsafstand i konfliktpunktet er mindst for rundkørsler uden cykelanlæg, er den ikke kritisk

lav, og tidsafstanden er fortsat tilstrækkelig til, at bilisterne må formodes at have styr på situationen.

Bilisternes visuelle fokusering mod cyklisten er størst for rundkørsler uden cykelanlæg, og det er også her, at bilisten får tidligst øje på cyklisten. Både forskel i andel af tid, der ses mod cyklisten og detekteringstiden, er signifikante. For designs uden cykelanlæg har bilisterne samlet set, uanset oversigtsforhold, den største visuelle fokusering mod cyklisten i en afstand af 9-13 m fra vigelinien. For designs med cykelanlæg er der væsentligt større variation i, hvor langt fra vigelinien bilisterne har den største visuelle fokusering (10-40 m). Trafiksikkerhedsmæssigt kan man formode, at det er en fordel, at man som bilist har den største visuelle fokusering på cyklisten forholdsvis tæt på konfliktpunktet og dermed tilsyneladende har styr på cyklistens placering umiddelbart inden, der køres ind i rundkørslen. Et eksempel på kombineret hastigheds- og blikprofil kan ses i figur 7.

Konklusion

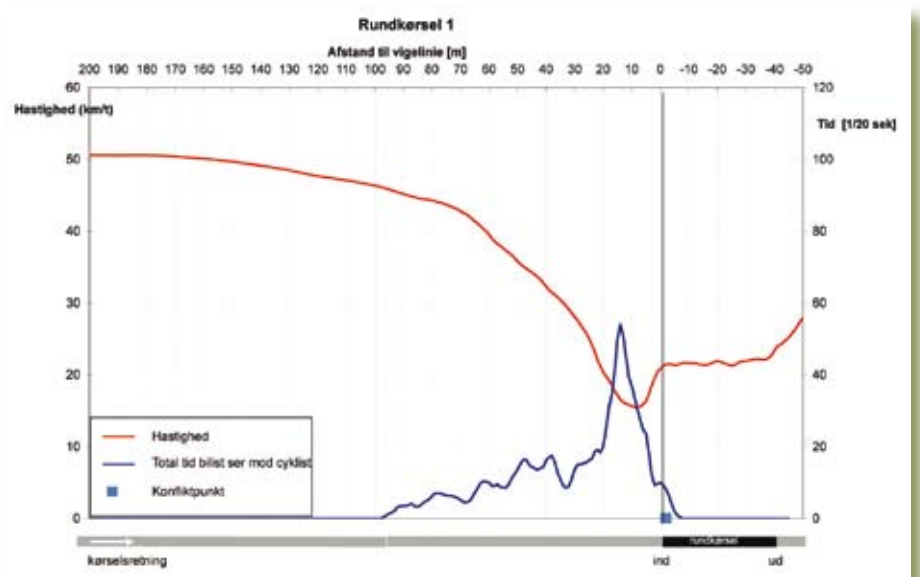
Resultaterne tyder samlet på, at bilister er mere opmærksomme over for cirkulerende cyklist, når der ikke er noget cykelanlæg i rundkørslen. Dette kombineret med, at bilisternes adfærd tilsyneladende er lidt mere ens for rundkørsler uden cykelanlæg gør, at man kan have en formodning om, at trafik-sikkerheden er lidt bedre i rundkørsler uden cykelanlæg. Det peger i samme retning som resultater fra tyske og hollandske uhelds-studier, som viser, at der sker flere ulykker i rundkørsler med cykelbane.

Resultaterne i denne analyse bygger ale-ne på adfærdsundersøgelser af personbilister i rundkørsler med ét spor i cirkulationsareal samt til/frafart. Der er tale om et simula-torforsøg. Det indebærer, at trafiksituationerne, der indgår i analysen, er begrænsede i variation og ikke fuldt ud gengiver den kompleksitet, der er i det rigtige trafikmil-jø.

Undersøgelsen har givet os viden om trafikanters samspil ved kørsel frem mod og igennem rundkørsler. Men der er brug for mere viden om, hvordan man kan tolke trafikanters visuelle adfærdsmønstre. Ser og erkender bilister det, blikket er rettet mod?

- og hvordan bearbejder en bilist det visu-elle søgemønster, når der køres frem til og gennem en rundkørsel. Og sidst men ikke

mindst, hvordan kan vi bruge den viden i praksis til at forbedre trafik-sikkerheden? ■



Figur 7. Eksempel på kombineret hastigheds- og blikprofil for rundkørsel 1. Den røde graf angiver bilisternes gennemsnitlige hastighedsprofil. Den blå graf angiver blikprofilet, dvs. den totale tid forsøgsbilisterne ser mod cyklisten. Det ses at bilisternes har den største fokusering mod bilisten ca. 15 m før vigelinjen.

REFERENCER

Oversigt i rundkørsler - Simulatorforsøg DEL 2. Samspilsadfærd mellem cirkulerende cyklist og indkørende bilister. Belinda la Cour Lund, Lene Herrstedt, Poul Greibe. Trafitec oktober 2007.