

Øversigt i rundkørsler

Simulatorforsøg – DEL I

Tilbagetrukket cykelstikrydsning samt oversigt til fast genstand



Marts 2006

Belinda la Cour Lund
Lene Herrstedt

Trafitec Aps
Forskerparken SCION DTU
Diplomvej, bygning 376
2800 Kgs. Lyngby
www.trafitec.dk

Indhold

1	Indledning.....	4
1.1	Baggrund og formål.....	4
1.2	De tre delundersøgelser	4
1.3	Samspilsadfærden mellem bilister og cyklister ved tilbagetrukket cykelstikrydsning.....	5
1.4	Oversigt til fast genstand i cirkulationsarealet	6
2	Køresimulator og eyetracker	7
2.1	Køresimulator	7
2.2	Eyetracker	9
3	Forsøgsopsætning	13
3.1	Opbygning af databaser	13
3.2	Forsøgskørsler	17
3.3	Forsøgspersoner.....	17
4	Metode og måleprogram for tilbagetrukket cykelstikrydsning	19
4.1	Observationsfelt.....	19
4.2	Opbygning af scenarier for rundkørsler med tilbagetrukket cykelstikrydsning.....	22
4.2.1	Beregning af cyklisthastighed	22
4.2.2	Eksempel på beregning af cyklisthastighed.....	23
4.3	Kriterier for rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 10 m eller mere	23
4.4	Forsøgskritik	25
5	Resultater for rundkørsler med tilbagetrukket cykelstikrydsning.....	27
5.1	Hastighedsprofiler	27
5.2	Tidsafstand i konfliktpunkt.....	30
5.3	Registrering af øjenbevægelser	31
5.3.1	Øjenbevægelser mod cyklist.....	32
5.3.2	Hvor tit og hvor længe retter bilisten blikket mod cyklisterne?	34
5.3.3	Blik mod advarselstavler der informerer om krydsende cyklister.	36
5.3.4	Hastighedsprofil og øjenbevægelser.....	39
5.4	Resultater og konklusion	45
6	Oversigt til fast genstand i cirkulationsarealet	48
6.1	Registrerede data	48
6.2	Konklusion.....	50
7	Sammenfatning og konklusion	51
7.1	De tre delundersøgelser	51
7.2	Samspilsadfærden mellem bilister og cyklister ved tilbagetrukket cykelstikrydsning.....	51
7.3	Oversigt til fast genstand i cirkulationsarealet	52

7.4	Resultater og konklusioner for rundkørsler med tilbagetrukket cykelstikrydsning.....	52
7.5	Resultater og konklusioner for rundkørsler med fast genstand i cirkulationsarealet.....	55
Bilag 1 Litteraturstudie.....		56
Bilag 2 Verbal information til bilister.....		59
Bilag 3. Eksempel på plantegning		60
Bilag 4 Eksempel på skilteplan.....		61
Bilag 5 Spørgeskema til forsøgspersoner.....		62
Bilag 6 Vurdering af simulatorens virkelighedsgrad		66
Bilag 7 Forsøgskørsel nr. 43010 - Bilist passerer konfliktpunkt før cyklist...67		

1 Indledning

Vejdirektoratet har igangsat en undersøgelse, der skal danne baggrund for en vurdering af hvorvidt gældende regler for oversigtsarealer i rundkørsler er tidssvarende eller om der er behov for en revurdering. Undersøgelsen er udført som et køresimulatorforsøg med brug af eyetracker til registrering af øjenbevægelser.

Undersøgelsen er planlagt og gennemført af Trafitec, som også har udarbejdet nærværende rapport. Simulatorkørslerne er foretaget i samarbejde med forskningscenteret SINTEF ved NTNU¹ i Trondheim.

1.1 Baggrund og formål

Uhedsstatistikken har gennem en årrække vist, at anlæg af rundkørsler generelt har en god trafiksikkerhedseffekt, specielt for motorkøretøjer. Effekten for cyklister er ikke nær så gunstig. Hovedparten af de uheld, der sker mellem bilister og cyklister i rundkørsler, sker mellem cirkulerende cyklister og bilister på vej ind i eller ud af rundkørslen. En række danske studier har gennem en årrække søgt at komme nærmere svaret på, præcis hvorfor disse uheld sker. Resultaterne fra disse studier peger på en række forhold, som kan have betydning.² Der er dog fortsat brug for undersøgelser, der kan bidrage med ny viden om, hvorfor disse uheld sker, og hvordan man i fremtiden kan minimere antallet af denne type uheld.

Vejdirektoratet har på den baggrund lavet en undersøgelse af bilisters samspilsadfærd overfor cyklister i rundkørsler.

Formålet har været at undersøge samspilsadfærden mellem cyklister og bilister i relation til rundkørslers udformning med henblik på at forbedre trafiksikkerheden for cyklister og herudfra at revurdere vejreglerne for udformning af rundkørsler.

1.2 De tre delundersøgelser

Projektet indeholder tre delundersøgelser, der på forskellige måder har til formål at beskrive bilisters samspilsadfærd og reaktioner i relation til cyklister og forekomst af faste genstande på kørebanen ved passage af rundkørsler.

¹ NTNU er Norges Teknisk Naturvidenskabelige Universitet i Trondheim

² I bilag 1, er der vedlagt et resume af et mindre litteraturstudium baseret på danske undersøgelser.

De tre delundersøgelser omhandler:

1. ***Samspilsadfærd mellem bilister og cyklister ved tilbagetrukket cykelstikrydsning.***

For rundkørsler med tilbagetrukket cykelstikrydsning i åbent land under søges, om det er muligt, ud fra et trafiksikkerhedsmæssigt perspektiv, at sige noget om, hvor lange sådanne tilbagetrækningslængder bør være. Det undersøges, om der findes en sammenhæng mellem bilisternes hastighedsprofil og øjenbevægelser og længden af cykelstikrydsningens tilbagetrækning.

2. ***Oversigt til fast genstand i cirkulationsarealet.***

Det undersøges, om de gældende regler for oversigt til faste genstande i rundkørslers cirkulationsarealer er tilstrækkelige eller om der er behov for en revurdering heraf.

3. ***Samspilsadfærd mellem cirkulerende cyklister og bilister***

For rundkørsler i byområder undersøges det, om man ved at ændre på oversigtsforhold og cyklistens synlighed kan påvirke trafikanterne til en mere trafiksikker samspilsadfærd.

Denne rapport indeholder beskrivelsen af delundersøgelse 1 og 2. Delundersøgelse 3 vil blive afrapporteret i en selvstændig rapport.

1.3 Samspilsadfærden mellem bilister og cyklister ved tilbagetrukket cykelstikrydsning

For rundkørsler med tilbagetrukket cykelstikrydsning i åbent land undersøges, om det er muligt, ud fra et trafiksikkerhedsmæssigt perspektiv, at sige noget om, hvor lange sådanne tilbagetrækningslængder bør være.

Det undersøges, om der findes sammenhænge mellem bilisternes hastighedsprofil, visuelle fokusering (øjenbevægelser) og længden af cykelstikrydsningens tilbagetrækning.

Forsøgsbilisternes adfærd observeres under gennemkørsel af rundkørslerne fra det tidspunkt, hvor de er 250 m fra indkørslen til rundkørslen, frem til det tidspunkt, hvor de har kørt 100 m efter udkørsel af rundkørslen. Der observeres på bilisternes øjenbevægelser og hastighedsprofil.

Hastighedsprofilet beskriver bilistens hastighed til et givet tidspunkt. Det forventes, at bilisternes hastighedsniveau samt brug af speeder og bremse varierer med forskellig længde af cykelstikrydsningens tilbagetrækning.

Bilistens øjenbevægelser registreres kontinuert fra det tidspunkt bilisten forlader rundkørslen og indtil bilisten har passeret cykelstikrydsningen. Registreringen kan vise, hvad bilisten ser på og hvor længe, der ses på bestemte elementer, som i denne situation drejer sig om cyklisterne og advarselstavlerne A21, der viser krydsende cyklister.

Desuden registreres tidsafstanden mellem bilistens og den krydsende cyklists passage af konfliktpunktet, som ligger på cykelstiens krydsning af udfarten.

Måleprogrammet er mere detaljeret beskrevet i kapitel 4.

1.4 Oversigt til fast genstand i cirkulationsarealet

Det undersøges, om bilister, der kører igennem en rundkørsel, kan nå at se, erkende og stoppe for en 15 cm høj fast genstand i cirkulationsarealet.

Undersøgelsen baseres på registrering af bilisternes hastighedsprofil og øjenbevægelser.

Der foretages en registrering af bilistens øjenbevægelser, fra det tidspunkt, hvor bilisten kører ind i rundkørslen, til det tidspunkt, hvor bilisten har passeret den faste genstand. Ud fra videooptagelserne af bilistens visuelle fokusering kan det bestemmes, hvornår bilisten har mulighed for at se genstanden samt hvornår bilisten første gang fokuserer på genstanden.

Hastighedsprofilet beskriver bilistens hastighed til et givet tidspunkt ved gennemkørslen af rundkørslen. Herudfra kan det bestemmes, om og i givet fald hvornår bilisterne bremser for at undgå kollision med den faste genstand.

Måleprogram og resultater er beskrevet i kapitel 6.

2 Køresimulator og eyetracker

Undersøgelsen er udført som et køresimulatorforsøg med brug af eyetracker. Det vil sige, at forsøget giver mulighed for, til ethvert tidspunkt, at sammenholde data fra køresimulatoren med forsøgspersonernes øjenbevægelser. Nedenfor følger en nærmere beskrivelse af køresimulator og eyetracker.

2.1 Køresimulator

Da der ikke findes en køresimulator i Danmark, der kan bruges til forskningsprojekter, har det været nødvendigt at leje sig ind hos en udenlandsk udbyder. Valget faldt på den norske forskningsinstitution SINTEF, som har en egnet køresimulator. Simulatorbilen er en Renault Megane Scenic 1997 model – og bilen fungerer og betjenes, som man ville have gjort det ude i trafikken. Bilen er tilkoblet udstyr, der gør det muligt at registrere en række forskellige parametre 20 gange i sekundet.

Nedenfor er angivet en række af de parametre som i forbindelse med denne undersøgelse automatisk er registreret i køresimulatoren:

- Hastighed
- Aktivering af speeder og bremse
- Køretøjets xy-position
- Afstand fra massemidtpunkt af simulatorbil til definerede punkter eller objekter (f.eks. vigelinie eller andet simuleret køretøj)

Udover de data der automatisk bliver logget i simulatoren, er der installeret tre videokameraer, der tilsammen filmer, hvad der sker under kørslen. Ét kamera filmer hvad forsøgspersonen kan se ud af forruden, ét kamera filmer forsøgspersonens ansigt, og ét er placeret bag føreren og optager bilens instrumentpanel. Efterfølgende sammensættes de tre billeder på et skærbillede. På dette skærbillede er det endvidere muligt at få vist data som f.eks. dato og tid for kørslen, bilens hastighed samt angivelse af et stepnummer, som efterfølgende kan relateres til de data der bliver logget fra køresimulatoren (se evt. figur 4).

Der er i simulatoren installeret et lydsystem, der gør det muligt at optage lyde fra simulatoren på de tilhørende videooptagelser. Herudover er der et højtalersystem, der gør det muligt at kommunikere med forsøgspersonerne. Dette system bruges også til at give forsøgspersonerne instruktioner undervejs f.eks. i forbindelse med vejvisning eller andet.

Udover de parametre der som standard registreres i simulatoren, har det været nødvendigt at lave en del programmering for at kunne registrere/beregne diverse parametre, som ikke umiddelbart lå som standardparametre i simulatoren.

Simulatoren, som er benyttet i forbindelse med dette projekt, har nogle begrænsninger. Simulatoren giver kun mulighed for at se det pågældende vejmiljø via forrude, bakspejl og sidespejle, samt i en vinkel på kun 45 grader til hver af siderne, se Figur 1. Det er således ikke muligt som bilist at orientere sig skråt bagud for at se efter f.eks. cirkulerende cyklister, når man kører ud af en rundkørsel.



Figur 1. Forsøgsopstilling af køresimulator. Synsfeltet i simulatoren gør det muligt for forsøgspersonen at se vejmiljøet via forrude, bakspejl og sidespejle, samt i en vinkel på 45 grader til hver af siderne.

Det er vigtigt, at det vejmiljø og de trafiksituationer som forsøgspersonerne oplever i forbindelse med kørsel i simulatoren, i så stor udstrækning som muligt afspejler de virkelige forhold i rundkørsler. Derfor er de databaser, der ligger til grund for de visuelle kørsler i køresimulatoren, alle lavet på baggrund af danske vejregler, tegninger, videooptagelser samt fotos af eksisterende rundkørsler. Databaserne beskrives nærmere i kapitel 3.

Fordele og ulemper ved køresimulatoren

Fordelen ved benyttelse af en køresimulator er, at forsøget foretages i et laboratorium under kontrollerede forhold. Det betyder, at det er muligt at have kontrol med de forskellige variable under forsøget, og dermed i høj grad sikre, at de aktuelle forsøgsbetingelser er ens for alle forsøgspersoner.

På denne måde bliver det muligt, at sikre at forsøgspersonerne gennemkører scenarier, der er så ens som muligt – hvilket sikrer, at det efterfølgende er muligt at sammenligne køreadfærden mellem alle forsøgspersoner. Kørsel i en simulator sikrer endvidere, at forsøg kan gennemføres uden risiko for, at forsøgspersonerne bliver involveret i trafikuheld.

Forsøgsbilisten udsættes for fysisk påvirkning i køresimulatoren, eksempelvis ved overkørsel af bump. Det skal dog pointeres, at bevægelserne i køresimulatoren ikke er særligt realistiske. Det er bl.a. ikke muligt at mærke, når der bremses, speedes op eller eksempelvis foretages en svingning. Køresimulatoren har gengivelse af motorlyd når bilen kører, og bilen betjenes på akkurat samme måde, som en bil almindeligvis betjenes i trafikken. Ved kørsel i simulatorbilen er det vigtigt,

at forsøgspersonen, inden forsøget går i gang, får mulighed for at blive fortrolig med simulatorbilen og dens køreegenskaber.

Ulempen ved simulatoren er dels, at simulatorbilen har begrænsninger i form af manglende bevægelse ved acceleration og deceleration, samt det fact at den ”film” som forsøgspersonerne gennemkører, er et animeret billede³. Endvidere oplevede flere forsøgspersoner, at billedet på skærmen i simulatoren flimrede, hvilket til tider kunne medføre ubehag i form af ”simulatorsyge”⁴.

2.2 Eyetracker

Registrering af øjenbevægelser er en vigtig eksperimentel teknik i analysen af visuel orientering og opmærksomhedsadfærd med henblik på identifikation af trafikanternes søge- og beslutningsstrategier i forhold til brugen af et givet system.

I registreringen af øjenbevægelserne bruges et instrument, der ved hjælp af videoanalyse gør det muligt at bestemme trafikanternes fokus for visuel opmærksomhed på vejnettet.

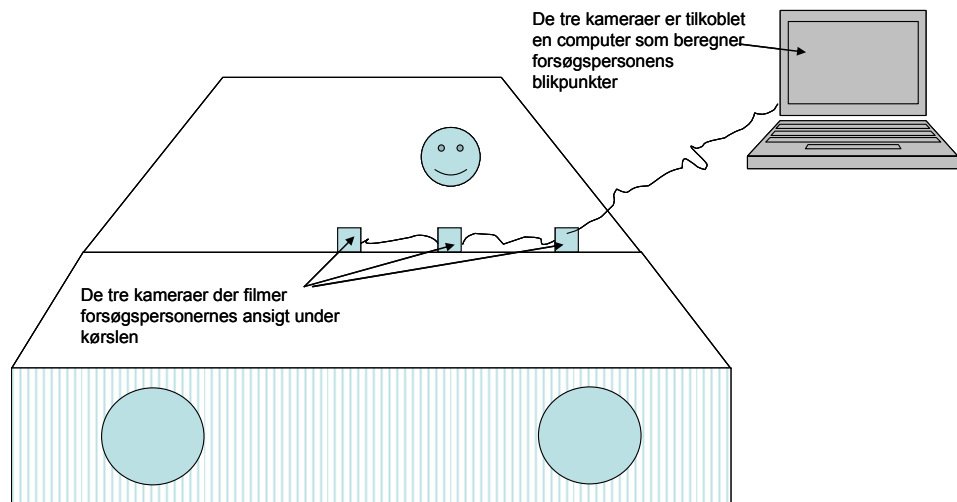
Da eyetrackeren er synkroniseret med køresimulatoren er det muligt at sammenholde forsøgspersonernes visuelle opmærksomhed med deres aktuelle kørehastighed, og f.eks. brug af bremse og speeder.

Den visuelle opmærksomhed registreres som forsøgspersonens blikpunkter. Blikpunktet indikerer forsøgspersonens fokusering og visuelle opmærksomhed – men siger ikke noget om, hvorvidt trafikanten faktisk forstår og benytter sig af den information, deres blik fokuserer ved, eller om deres ”tanker” er et helt andet sted. Ligeledes kan blikpunkterne heller ikke give information om, hvad forsøgspersonen kan se/ser i det perifere synsfelt.

Til registrering af blikpunkter er benyttet et svensk system, der hedder ”Smart Eye Pro 3”. Systemet består af tre videokameraer som er installeret i bilen ved instrumentbrættet, samt en tilkoblet computer (se principskitsen i figur 2). En stor fordel ved denne type eyetracker er, at apparaturet er installeret i bilen, og at forsøgspersonen derfor ikke er direkte fysisk påvirket af eller umiddelbart opmærksomme på, at der foretages registrering af deres øjenbevægelser.

³ I Bilag 6 ses en opgørelse over hvor virkelighedstro forsøgspersonerne fandt kørslen i simulatoren

⁴ Ved kørsel i simulatoren kan det hænde at man får ubehag i form af kvalme og i værste tilfælde opkastningssymptomer og svimmelhed. Disse symptomer betegnes som simulatorsyge og kan sidestilles med det ubehag man får ved almindelig køresyge.



Figur 2. Forsøgsopstilling af eyetracker systemet (principskitse). Eyetrackeren består af tre videokameraer der filmer forsøgspersonernes ansigt under kørslen. Kameraerne er placeret ved instrumentbrættet inde i bilen. De tre kameraer er tilsluttet en computer, som bl.a. ud fra optagelserne laver en beregning af forsøgspersonernes blikpunkt.

Inden forsøget starter bliver der lavet en videooptagelse af de enkelte forsøgspersoner, hvorefter der laves en såkaldt personlig profil. Dette gøres ved at markere ca. 10 forskellige punkter i ansigtet, hvilket ofte vil være markering af øjne, næsebor, mundvige, øjenbryn og ører (se foto1).

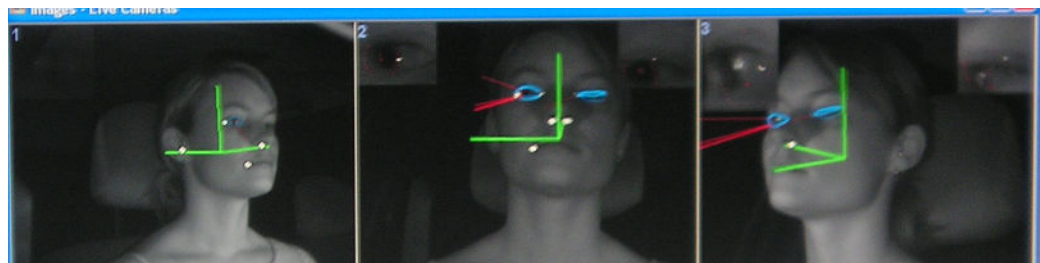
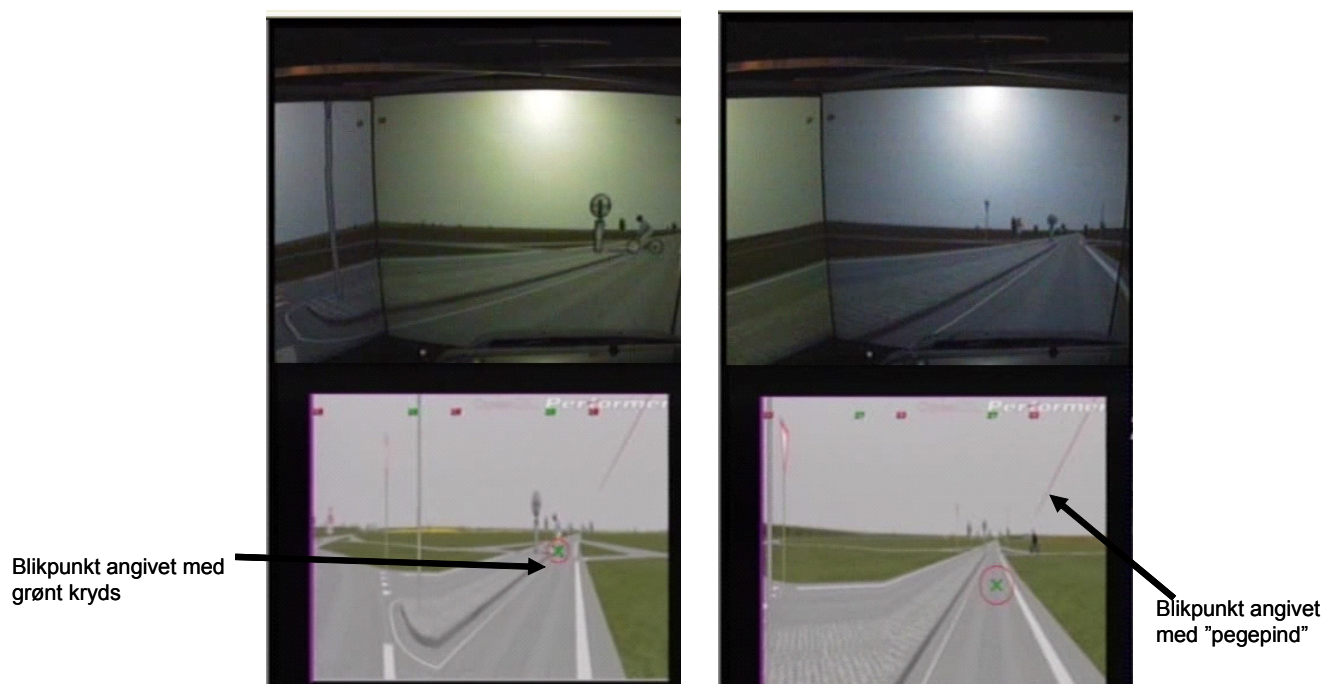


Foto 1. Når der laves profil til brug for eyetrackeren markeres ca. 10 punkter i forsøgspersonens ansigt. Her er det øjne, mundvige, næsebor og øreflipper

Profilen sikrer, at computermodellen efterfølgende kan beregne forsøgspersonens blikpunkt, når ansigtet er i bevægelse.

Computermodellen viser efterfølgende forsøgspersonernes blik på en separat skærm. Registrering af blik sker med en frekvens på 25 gange i sekundet. Blikpunktet bliver som udgangspunkt markeret som et grønt kryds med en rød cirkel omkring. Den røde cirkel angiver standardafvigelsen på det aktuelle blik, dvs. jo større cirklen er, desto mere usikkert er angivelsen af blikpunktet.

Under forsøget viste det sig, at computermodellens beregning af øjenbevægelser ikke altid var lige nøjagtig. Som det tidligere er nævnt, er det videobillede forsøgspersonerne ser ud af forruden i simulatoren sammensat af tre skærme. Når forsøgspersonen rettede blikket mod de to sideskærme, viste det sig, at computermodellens bestemmelse af blikpunktet var for unøjagtig. Problemet blev løst teknisk ved, at de blik, som var rettet mod én af de to sideskærme, i stedet blev angivet med en ”pegepind” (en sort streg), der angiver blikkets retning, se figur 3. Ved track af blik benyttes data fra begge forsøgspersonens øjne.



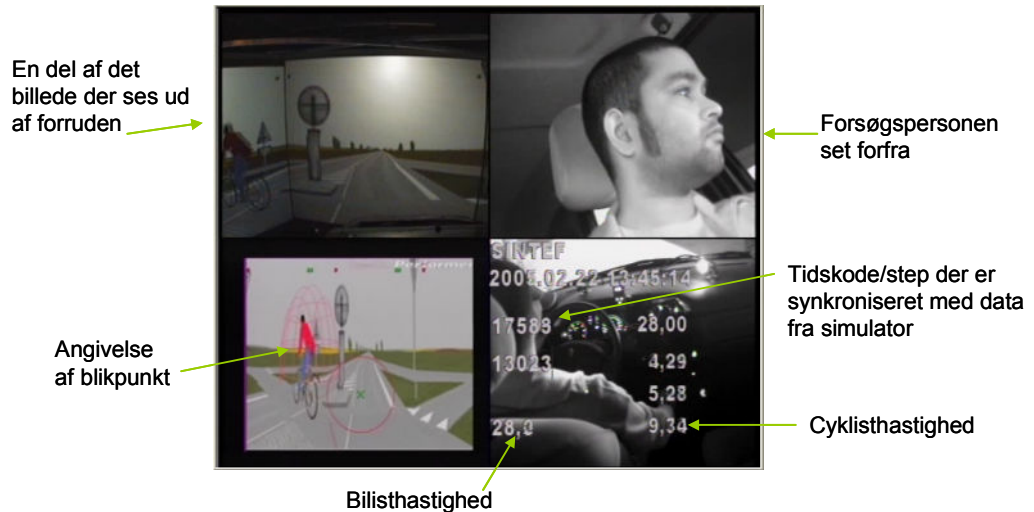
Figur 3. Når forsøgspersonernes blik er rettet mod den midterste af de tre skærme i simulatoren markeres blikpunktet som et grønt kryds med en rød cirkel omkring (se figur til venstre). Når blikpunktet er rettet mod en af de to sideskærme, markeres blikpunktet vha. en sort pegepind (se figur til højre). Det skal pointeres, at de viste billeder alene benyttes til brug ved analyse af øjenbevægelser og således ikke gengiver billedet som forsøgspersonerne ser/oplever det når de kører i simulatoren.

Eyetrackeren kan kun registrere blik, der bliver foretaget ud af bilens ruder og ikke blik på hhv. kontrolbræt eller bak- og sidespejle. Ligeledes er der udfald i tracket, når forsøgspersonerne lukker øjnene, eksempelvis når de blinker.

Hvis forsøgspersonerne foretager hurtige ansigtsbevægelser, har eyetrackeren indimellem svært ved at fastholde tracket af forsøgspersonernes blik.

Registrering af øjenbevægelser sker efterfølgende manuelt ved at gennemse alle relevante videoklip (se figur 4). Forsøgspersonernes øjenbevægelser registreres kun i forbindelse med ankomst til og gennem rundkørslerne og således ikke på strækningerne mellem rundkørslerne. Opløsningen af det billede, der viser øjenbevægelserne er kun ¼ af, hvad opløsningen på et normalt videobillede er. Det

betyder, at det nogle gange kan være svært at registrere, hvad forsøgspersonerne fokuserer på, specielt over længere afstande. Den forholdsvis dårlige opløsning har også medført, at det ved registrering af øjenbevægelser har været begrænset, hvor meget billedet har kunnet forstørres op.



Figur 4. Videooptagelser fra kørslen i simulatoren bliver efterfølgende samlet så alle billeder kan ses samtidigt. Optagelserne viser bl.a., hvad forsøgspersonerne kan se ud af forruden samt et billede med angivelse af, hvor i synsfeltet forsøgspersonen har sin visuelle fokusering rettet (blikpunkt). Dette eksempel er taget fra en af kørslerne i forsøget. Det er disse videooptagelser der ligger til grund for den efterfølgende registrering af øjenbevægelser.

Kun blik med en varighed på minimum 2 frames (1/12-sekund) betragtes som et meningsfuldt blik. Det vil sige et blik, hvor forsøgspersonerne har haft mulighed for at se og erkende, hvad det er de ser.

Under udførelse af forsøgene var der problemer med at få kalibreret udstyret til forsøgspersonerne. Det har således ikke været muligt at kalibrere udstyret for alle forsøgspersoner, ligesom det indimellem har været problematisk at få eyetracker-udstyret til at fungere med et stabilt track uden udfald gennem de enkelte kørsler. Systemet er følsomt overfor hurtige bevægelser, ligesom det kan være vanskeligt for systemet at have et stabilt track, hvis forsøgspersonerne har meget mimik, eller sidder uroligt under kørslen.

På grund af de nævnte usikkerheder har det været nødvendigt at kassere nogle af kørslerne eller dele heraf. Kun registreringer hvor det med rimelig sikkerhed kan siges, hvad trafikantens blik er rettet mod, er medtaget i den videre analyse.

3 Forsøgsopsætning

Nedenfor følger en nærmere beskrivelse af de databaser der ligger til grund for undersøgelsen, herunder en beskrivelse af rundkørselsgeometri mv. Kapitlet indeholder tillige en beskrivelse af hvilke kriterier der har ligget til grund for udvælgelse af forsøgspersoner.

3.1 Opbygning af databaser

Da SINTEFS eksisterende simulator scenarier ikke indeholder vejnet, der opfylder de danske vejregler, er der til dette projekt opbygget i alt tre nye databaser, hvor geometri, afstribning og skiltning af vejen opfylder danske krav. Databaserne indeholder den visuelle film, som forsøgspersonerne gennemkører i simulatoren, og de er opbygget på baggrund af de danske vejregler, videofilm og fotos af eksisterende rundkørsler.

For at gøre gennemkørslen så virkelig som muligt, er der på strækningerne mellem rundkørslerne placeret vigepligtskryds, bygninger, marker og beplantning samt simuleret trafik i form af cykler og biler.

Den ene af de tre databaser består af otte rundkørsler med tilbagetrukket cykelstikrydsning, som indgår i delundersøgelse 1 vedrørende tilbagetrukket cykelstikrydsning, samt en rundkørsel med en fast genstand, som indgår i delundersøgelse 2. De to øvrige databaser indeholder rundkørsler i byområde, som skal behandles i delanalyse 3 vedrørende cirkulerende cyklister (se afsnit 1.2). Herudover indeholder den ene af de to ”bydatabaser” også en landrundkørsel med en fast genstand i cirkulationsarealet som behandles i delundersøgelse 2.

Rundkørsler med fast genstand i cirkulationsarealet er altid placeret som den sidste rundkørsel på ruten. Dette er gjort for at sikre, at forsøgspersonerne ikke gennem alle kørslerne bruger deres opmærksomhed på at se efter eventuelle genstande/objekter på vejen

For at sikre at simulerede cyklister som indgår i forsøget ikke altid er ens, er der til dette forsøg lavet i alt tre forskellige cyklister som har forskelligt tøj på, og hvor en enkelt bærer cykelhjem.

Skiltning og rundkørselsgeometri

Delundersøgelse 1 indeholder i alt otte rundkørsler med tilbagetrukket cykelstikrydsning med tilbagetrækningslængder på 3, 5, 10, 15, 20, 30, 40 og 50 m. Alle rundkørsler har en \emptyset -diameter på 10 m, et overkørselsareal på 2,5 m og et kørespor på 5 m. Cykelstikrydsningen har en bredde på 2,5 m⁵. For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 3 m og 5 m betragtes cykelstikrydsningen som en del af rundkørslen, hvilket ifølge de danske vejregler medfører, at ind- og udkørende bilister har vigepligt overfor cirkulerende cyklister (se figur 5). For tilbagetrækningslængder på mere end 5 m betragtes cykelstikrydsningen ikke som en del af rundkørslen, hvorved krydsende cyklister har vigepligt overfor motorkøretøjer.

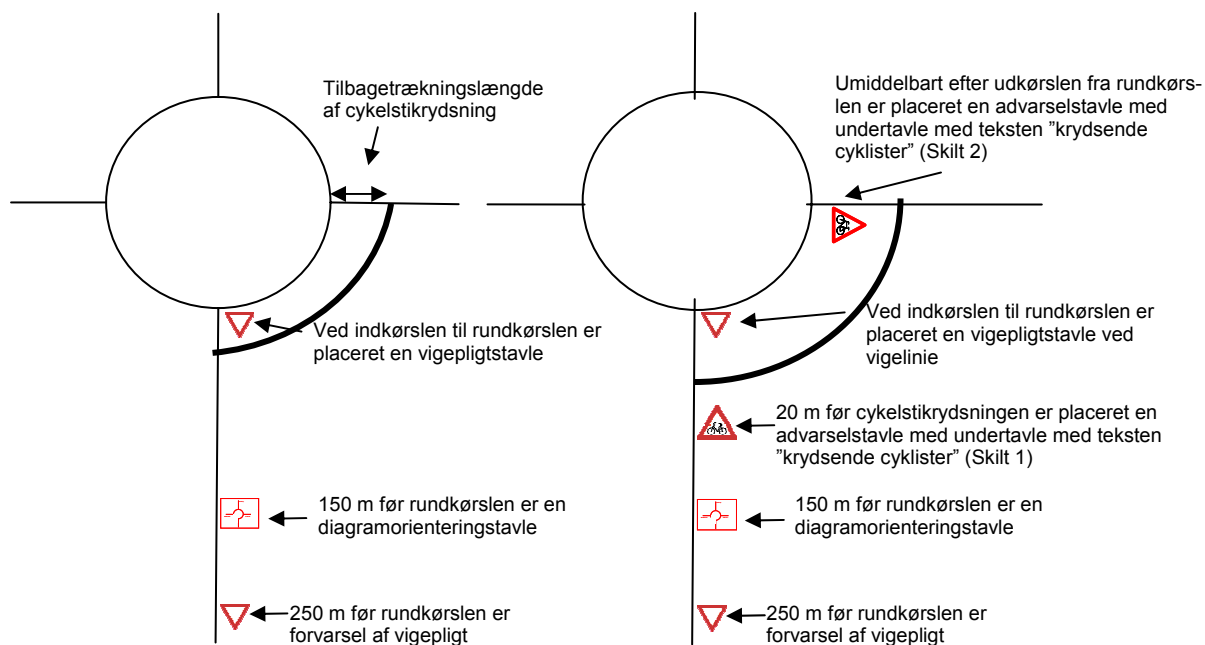


Figur 5. På billedet ses en rundkørsel med tilbagetrækningslængde på 3 m. Her er det bilister der skal holde tilbage for cirkulerende cyklister. For rundkørsler med tilbagetrukket cykelstikrydsning på mere end 5 m er det den krydsende cyklist der har vigepligt

Ved alle rundkørsler er der 250 m før rundkørslen opsat en vigepligtstavle og 150 m før rundkørslen en diagramorienteringstavle. For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på mere end 5 m er der 20 m før cykelstikrydsningen, samt i cirkulationsarealet umiddelbart inden der køres ud af rundkørslen, placeret en advarselstavle med angivelse af krydsende cyklister, se figur 6⁶.

⁵ I Bilag 3, er som eksempel, vedlagt den plantegning for rundkørslen med tilbagetrækningslængde på 15 m der efterfølgende er benyttet som udgangspunkt for udarbejdelse af den tilsvarende rundkørsel i databasen

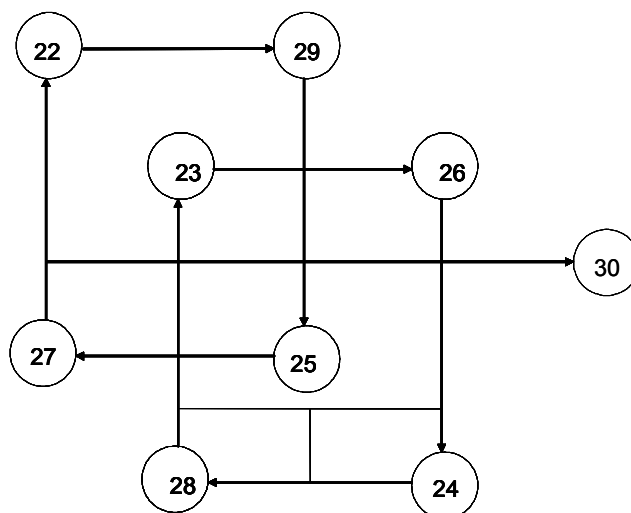
⁶ I Bilag 4 er vedlagt den skilteplan for rundkørslen med tilbagetrækningslængde på 40 m, som lå til grund for placering af skilte af den tilsvarende rundkørsel i databasen



Figur 6. Principskitse for placering af skilte. Figuren til venstre gælder for rundkørsler med tilbagetrækningslængder af cykelstien på 3 m og 5 m, mens figuren til højre angiver skiltning for tilbagetrækningslængder på 10 m og mere.

Opbygningen af databasen er foretaget således, at det er muligt at gennemkøre rundkørslerne i forskellig rækkefølge. På figur 7 ses en skematisk opbygning af databasen, der indeholder rundkørsler med tilbagetrukket cykelstikrydsning.

En kørerute kan starte ved et vilkårligt punkt på skitsen og køreretningen følger pilene. Tallene på figuren refererer til, hvilken specifik rundkørsel der gennemkøres. En kørerute afsluttes altid med gennemkørsel af rundkørslen med en fast genstand i cirkulationsarealet (rundkørsel 30). Der var til forsøget lavet i alt fire forskellige køreruter gennem de ni rundkørsler



Figur 7. Skematisk skitse af en database. Tallene i cirklerne refererer til en specifik rundkørsel. Eksempelvis angiver tallet 30, at der er tale om rundkørslen med en fast genstand i cirkulationsarealet. Pilene viser indkørselsretningen i den enkelte rundkørsel.

3.2 Forsøgskørsler

Der er gennemført ca. 30 kørsler for hver af de i alt 9 rundkørselstyper. Der var som udgangspunkt afsat ca. ½ time til hver gennemkørsel. Ved at lade to forsøgspersoner skiftes til at køre i simulatoren mens den anden holdt pause, var det muligt at gennemføre ca. 7 kørsler på 4 timer. Danske forsøgspersoner skulle i alt gennemkøre seks til syv forskellige kørsler, mens norske forsøgspersoner skulle gennemkøre to forskellige kørsler. For danske forsøgspersoner blev kørslerne delt over to halve dage.

Før forsøget startede, fik forsøgspersonerne en introduktion og en prøvetur i simulatoren for om muligt at vænne sig til simulatorbilen og det virtuelle billede, der blev vist på skærmen⁷. Inden forsøgspersonerne startede forsøget fik de udleveret et spørgeskema. Formålet var, at få information om forsøgspersonernes alder, køn, hvor mange år de havde haft kørekort mv. Herudover blev forsøgspersonerne efter forsøget spurgt om, hvor realistisk de fandt kørslen i simulatoren, og om de følte nogen form for ubehag under kørslen.⁸

For hver gennemkørsel var der lavet en plan over, hvilken rækkefølge forsøgspersonerne skulle gennemkøre de forskellige databaser. Køreruterne sikrede, at den enkelte forsøgsperson gennemkørte de testede rundkørsler i forskellig rækkefølge.

Under selve kørslen får forsøgspersonerne løbende verbal information om rutevalg, eksempelvis ”I næste kryds, til højre”. Hvis en forsøgsperson, der kører på en strækning med en skiltet hastighedsgrænse på 80 km/t, kører med en hastighed på mere end 100 km/t, får de beskeden ”Din hastighed er for høj, nedsæt hastigheden”. Ved påkørsel af en anden trafikant får personerne beskeden ”Du har påkørt en anden trafikant, fortsæt kørslen”. Hvis en forsøgsperson påkører træstammen (fast genstand), får de følgende besked ”Du har påkørt en træstamme, stop kørslen”. Når en forsøgsperson er færdig med at gennemkøre en rute, får de følgende besked ”Turen er slut, stop bilen”. Kørsler er gennemført svarende til færdsel i dagslys, og ved brug af manuelt gear.

3.3 Forsøgspersoner

I forsøget er brugt såvel danske som norske forsøgspersoner. De norske forsøgspersoner er fundet via Sintef database, ved opslag på det lokale sygehus samt ved henvendelse til studerende ved NTNU. De danske forsøgspersoner er bl.a. udvekslingsstuderende samt danskere, der arbejder eller er bosat i Trondheim. Herudover blev seks danske forsøgspersoner transporteret fra Danmark til Trondheim for at deltage i forsøget. Til de dele af forsøget hvori de danske trafikforhold havde betydning for forsøget, var der krav om, at forsøgspersonerne havde dansk kørekort og dansk køreerfaring.

⁷ For mundtlig introduktion til forsøgspersoner se bilag 2

⁸ For spørgeskema se bilag 5 og bilag 6.

For at minimere sandsynligheden for at forsøgspersonerne fik ubehag (simulatorsyge) ved kørsel i simulatoren, blev forsøgspersoner, som havde tendens til transportsyge frasorteret.

Følgende krav var sat til danske forsøgspersoner:

- Alder mellem 21 og 65 år
- Dansk kørekort i minimum 3 år og kører jævnlig⁹ selv bil i Danmark
- ”Normalt” syn på begge øjne (må gerne bruge kontaktlinser)
- Ikke lide af transportsyge

Følgende krav var sat til norske forsøgspersoner:

- Alder mellem 21 og 65 år
- Norsk kørekort i minimum 3 år og kører jævnligt¹⁰ selv bil
- ”Normalt” syn på begge øjne – må dog gerne bruge kontaktlinser
- ikke lide af transportsyge

I alt 25 bilister deltog i forsøget, heraf 15 mænd og 10 kvinder. Køn og aldersfordeling kan ses i tabel 1. Kun forsøgspersoner i aldersgruppen 21-49 år meldte sig som forsøgspersoner.

Aldersgruppe	Køn	
	K	M
21-29 år	5	8
30-39 år	1	2
40-49 år	4	5
50-59 år	0	0
60-65 år	0	0
I alt	10	15

Tabel 1. Forsøgspersoner opdelt på alder og køn

Tre af de 25 forsøgspersoner fik simulatorsyge i en grad, der gjorde, at forsøget måtte afbrydes. Også hos øvrige af forsøgspersonerne forekom tilfælde, hvor forsøgspersonerne fortalte, at de havde haft ubehag i form af kvalme og hovedpine efter kørslen. Kørsler, hvor forsøgspersonerne måtte afbryde en kørsel pga. simulatorsyge, er ikke medtaget i den endelige analyse.

⁹ De fleste forsøgspersoner kørte selv bil én eller flere gange om ugen og minimum et par gange om måneden

¹⁰ De fleste forsøgspersoner kørte selv bil én eller flere gange om ugen og minimum et par gange om måneden

4 Metode og måleprogram for tilbage- trukket cykelstikrydsning

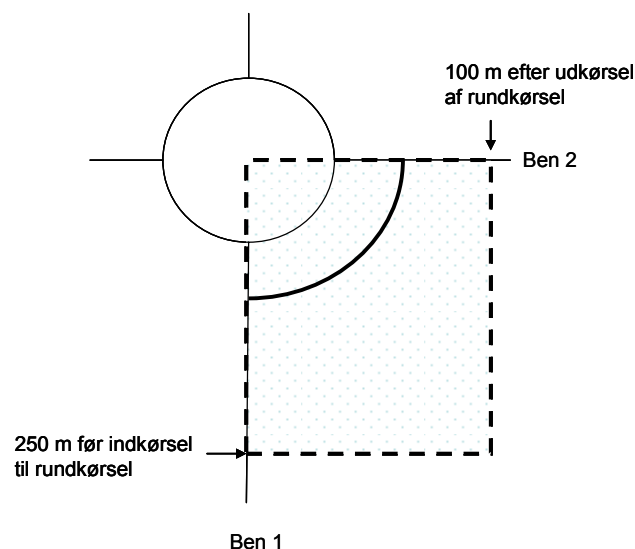
I delundersøgelse 1- Rundkørsler med tilbagetrasket cykelstikrydsning - indgår, som tidligere nævnt otte rundkørsler med tilbagetrasket cykelstikrydsning i åbent land. For alle strækninger gælder, at der er en hastighedsbegrænsning på 80 km/t.

Der foretages et samspilsstudie af *udkørende* bilisters adfærd overfor krydsende cyklister i rundkørsler med tilbagetrasket cykelstikrydsninger. Formålet med studiet er at undersøge, hvor langt fra cirkulationsarealet en cykelstikrydsning bør trækkes tilbage for at sikre, at udkørende bilister har mulighed for i tide at registrere en krydsende cyklist.

Undersøgelsen er udført som et køresimulatorforsøg med brug af eyetracker. Det er på denne måde muligt at sammenholde forsøgspersonens øjenbevægelser med bilens hastighedsprofil til et givet sted og tidspunkt.

4.1 Observationsfelt

Til brug for analysen er der defineret et "overordnet" observationsfelt, hvor data for hastighed, brug af speeder og bremse samt forsøgspersonernes øjenbevægelser er registreret. Registreringer af øjenbevægelser indeholder blik mod cyklister samt blik mod advarselstavler med krydsende cyklister. Observationsfeltet strækker sig fra 250 m før indkørsel til rundkørslen til 100 m efter udkørsel fra rundkørslen, se figur 8.

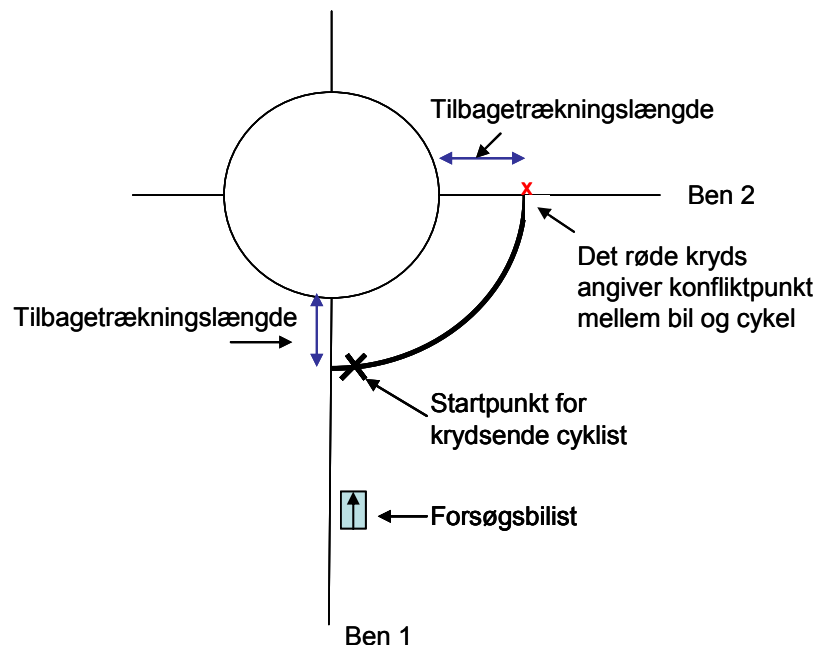


Figur 8. Observationsfeltet som er markeret på figuren går fra 250 m før vigelinien (ben 1) til 100 m efter udkørsel af rundkørslen (ben 2).

Forsøget er gennemført ved at lade 25 forsøgspersoner gennemkøre de forskellige rundkørsler en til to gange hver. For at sikre at der er en vis sandsynlighed for at forsøgspersonerne møder en cyklist, når de kører ud af rundkørslen, afhænger den simulerede cyklists hastighed af bilens hastighed. Når en bilist er 420 m fra centrum af midterøen, vil cyklisten starte med at køre.

Afhængigt af bilens hastighed, når den kører ud af rundkørslen, vil den simulerede cyklist enten holde tilbage for bilisten eller starte en krydsning inden bilisten ankommer til konfliktpunktet (se figur 9).

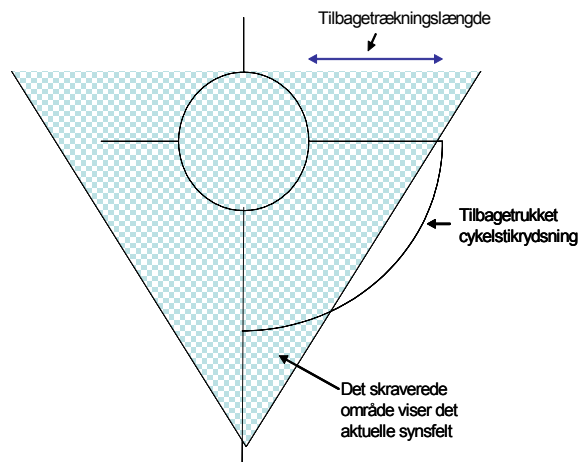
Det punkt hvor cyklisten sendes ind i rundkørslen, er det samme for alle otte rundkørsler, mens tidspunktet for hvornår i forløbet og med hvilken hastighed cyklisten kører afhænger af rundkørselstype og forsøgspersonens hastighed. På figur 9, ses en principskitse af cyklists startplacering i rundkørslen.



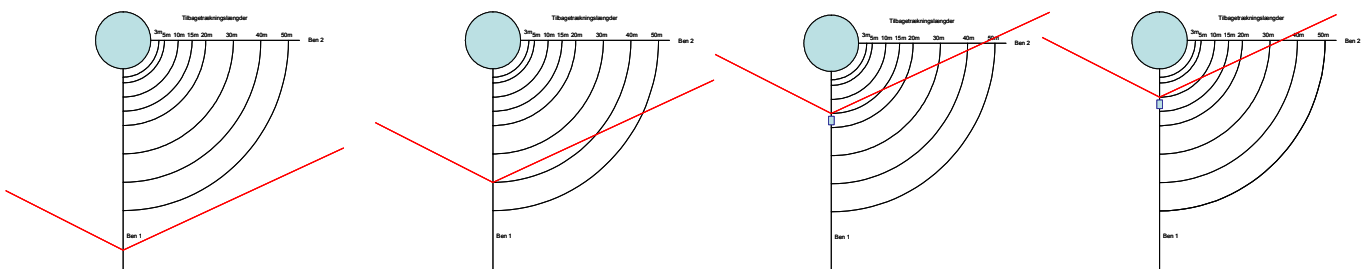
Figur 9. Angivelse af startpunkt for cirkulerende cyklist

For alle otte rundkørsler er der foretaget en registrering af, hvornår cyklisten første gang er synlig i forsøgsbilistens synsfelt, og hvornår forsøgsbilisten efterfølgende har det første registrerbare blik mod cyklisten. Første gang cyklisten er synlig for forsøgsbilisten, vil altid være ved kørsel frem mod rundkørslen ad ben 1. Der analyseres dels på hvor lang tid der går og dels på hvor lang en strækning bilisten kører, fra det tidspunkt cyklisten første gang er synlig og til det tidspunkt hvor bilisten faktisk ser på cyklisten første gang.

P.g.a. rundkørslernes geometriske udformning og forsøgspersonens valg af hastighed kan der forekomme situationer, hvor cyklisten midlertidigt kører ud af forsøgspersonens synsfelt i observationsfeltet, se figur 10 og figur 11. For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 10 m eller mindre er cyklisten i synsfeltet under hele kørslen. For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på mere end 15 m er der strækninger i observationsfeltet, hvor cyklisten befinder sig uden for bilistens synsfelt. Hvis en cyklist kører ud af synsfeltet, er der foretaget en registrering af, hhv. hvornår cyklisten kører ud af synsfeltet, og hvornår de kører ind i synsfeltet igen. Tilsvarende er der hver gang foretaget registreringer af, hvornår i hvert af synsfelterne forsøgspersonerne har det første registrerbare blik rettet mod en cyklist.



Figur 10. Når tilbagetrækningslængden overstiger 10 m, forsvinder cyklisten på et tidspunkt ud af forsøgsbilistens synsfelt. Hvornår cyklisten forsvinder ud af synsfeltet afhænger af bilens hastighed og cykelstikrydsningens tilbagetrækningslængde

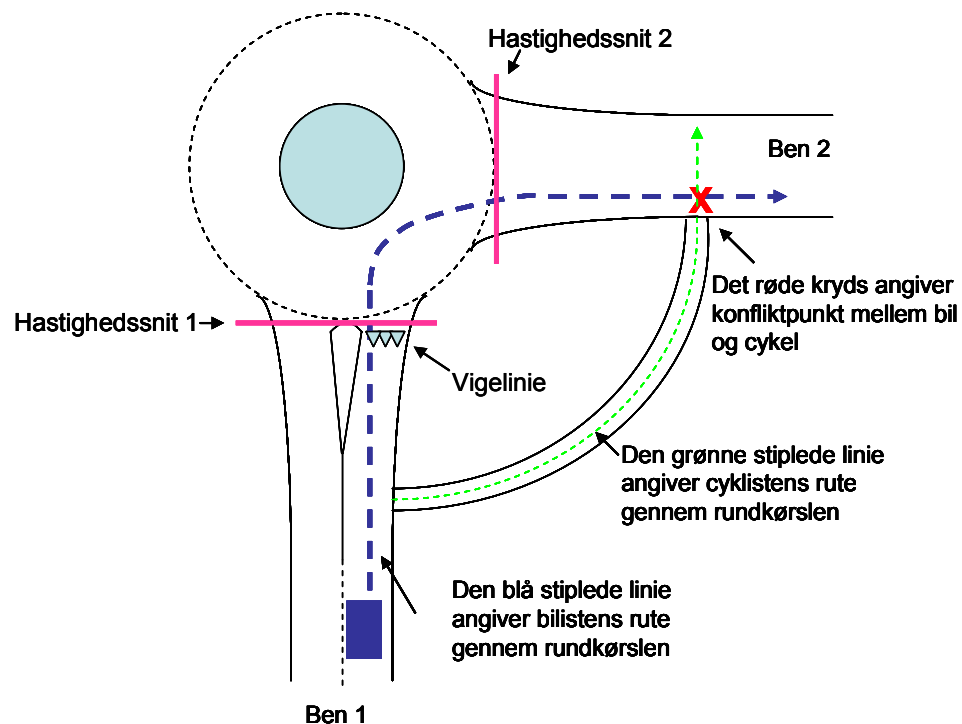


Figur 11. De fire skitser viser bilistens aktuelle synsfelt, når bilisten ser ligefrem, ved kørsel frem mod rundkørslen. Ved lange tilbagetrækningslængder vil cyklisten det meste af tiden være placeret længere ude til højre i synsfeltet sammenlignet med de korte tilbagetrækningslængder. Den vinkel hvorunder bilisten ser cyklisten har betydning for synligheden.

4.2 Opbygning af scenarier for rundkørsler med tilbagetrukket cykelstikrydsning

Afsnittet beskriver hvilke kriterier der ligger til grund for, hvornår cyklisterne sendes ind i systemet, hvilken hastighed de skal køre med, samt hvilke kriterier der skal være opfyldt før en cyklist holder tilbage for en udkørende bilist. Opbygningen af scenarierne skal dels sikre at forsøgsbetingelserne for alle forsøgspersoner bliver så ens som muligt, og dels at forsøgspersonerne med en rimelig sandsynlighed før ankomst til konfliktpunktet skal tage en beslutning om, hvorvidt de vil holde tilbage for den krydsende cyklist eller ej.

For alle forsøgspersoner gælder at de kører ind i rundkørslen af ben 1 og drejer til højre ud af rundkørslen ad ben 2. Krydsende cyklister krydser altid vejen på tværs af ben 2, se figur 12. Der er til hver kørsel kun én cyklist i observationsarealet.



Figur 12. Indkørende biler kører altid ind i rundkørslen ad ben 1 og ud af rundkørslen ad ben 2. Den cykelstikrydsning hvor forsøgspersoner og cyklister krydser hinanden er placeret i ben 2. Cyklisterne foretager altid krydsningen fra bilens højre side i dennes kørselsretning.

4.2.1 Beregning af cyklisthastighed

Når forsøgsbilisten er i en afstand af 420 m fra centrum af midterøen, starter cyklisten med at køre med en hastighed, der svarer til $1/7$ af forsøgsbilistens hastighed.

Fra det tidspunkt hvor forsøgsbilisten er 80 m fra centrum af midterøen til det tidspunkt hvor forsøgsbilisten når frem til konfliktpunktet, udregnes cyklistens

hastighed V_{cykel} ud fra forsøgsbilistens hastighed samt bilistens og cyklistens afstande i fugleflugtslinie til konfliktpunkt (se figur 12) ved brug af denne formel:

$$V_{\text{cykel}} = (V_{\text{bil}} * A_{\text{cykel}}) / A_{\text{bil}}$$

V_{bil} = Forsøgsbilistens hastighed

A_{cykel} = Cyklens afstand til konfliktpunkt målt i fugleflugtslinie

A_{bil} = Forsøgsbilistens afstand til konfliktpunkt målt i fugleflugtslinie

4.2.2 Eksempel på beregning af cyklisthastighed

Hvis en bil kører med en hastighed på 80 km/t i en afstand af 420 m før midterøens centrum, bliver cyklistens hastighed beregnet til:

$$V_{\text{cyk420}} = 80 \text{ km/t} * 1/7 = 11,4 \text{ km/t}$$

Når en bil i en afstand af 80 m fra centrum af midterøen kører med en hastighed på 60 km/t, og cyklistens afstand til midterøen samtidigt er 30 m, bliver cyklistens hastighed:

$$V_{\text{cyk80}} = (60 \text{ km/t} * 0,030 \text{ km}) / 0,08 \text{ km} = 22,5 \text{ km/t}$$

Da motorkøretøjer har vigepligt overfor cirkulerende cyklister i rundkørsler med tilbagetrækningslængder på hhv. 3 m og 5 m, er programmet lavet således at cyklisten altid vil foretage en krydsning uanset bilistens hastighed frem mod konfliktpunktet. Anderledes er det for rundkørsler med tilbagetrækningslængder på mere end 5 m. Her er det de krydsende cyklister, der har vigepligt overfor motorkøretøjer. Derfor er der for rundkørsler med tilbagetrækningslængder på mere end 5 m lagt en besked ind i programmet om, at cyklisten under visse omstændigheder skal vente med at foretage en krydsning, til bilisten har passeret.

4.3 Kriterier for rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 10 m eller mere

Bilisten kan enten passere før eller efter cyklisten har krydset vejen. Afhængigt af bilistens hastighed frem til rundkørslen og cyklistens afstand til krydsningen skal cyklisten enten krydse vejen eller holde tilbage for bilisten. Følgende kriterier gælder for rundkørsler med tilbagetrækningslængder på:

- | | |
|------|---|
| 10 m | Cyklisten skal påbegynde en krydsning af vejen, hvis bilistens hastighed er mindre end 20 km/t 10 m før det sted, cyklisten krydser. Hvis bilens hastighed er større end 25 km/t, skal cyklisten holde tilbage for bilisten |
|------|---|

15 m	Hvis bilistens hastighed er mere end 25 km/t 15 m før det sted, hvor cyklisten krydser vejen, skal cyklisten holde tilbage for bilisten, ellers skal cyklisten påbegynde krydsningen
20 m	Hvis bilistens hastighed i en afstand af 15 m fra det sted, hvor cyklisten krydser vejen, er større end 25 km/t, skal cyklisten holde tilbage for bilisten, ellers skal cyklisten påbegynde krydsningen.
30 m	Hvis bilistens hastighed i en afstand af 20 m fra det sted, hvor cyklisten krydser vejen, er mere end 25 km/t, skal cyklisten holde tilbage for bilisten, ellers skal cyklisten påbegynde en krydsning
40 m	Hvis bilistens hastighed i en afstand af 20 m fra det sted, hvor cyklisten krydser vejen, er mere end 25 km/t, skal cyklisten holde tilbage for bilisten, ellers skal cyklisten påbegynde en krydsning
50 m	Hvis bilistens hastighed i en afstand af 20 m fra det sted hvor cyklisten krydser vejen, er mere end 25 km/t, skal cyklisten holde tilbage for bilisten, ellers skal cyklisten påbegynde en krydsning

I tilfælde hvor bilisten rammer en cyklist, får bilisten en verbal information om, at de har påkørt en cyklist, men at de skal fortsætte kørslen.

Følgende parametre registreres eller beregnes efterfølgende på baggrund af data fra simulatorkørslerne:

- Bilens hastighed
- Aktivering af bremsepedal
- Aktivering af speeder
- Bilens placering på vejen, angivet som xy-koordinater
- Cyklistens hastighed
- Afstand i fugleflugtslinie mellem bilist og cyklist til en given tid
- Afstand i fugleflugtslinie fra cyklist til vigelinie (indkørsel ved ben 1)
- Afstand i fugleflugtslinie fra bilens front til konfliktpunkt
- Tidsafstand til konfliktpunkt. Det vil sige tidsafstand mellem cyklists og bilists passage af konfliktpunkt (beregnes)
- xy-koordinater for konfliktpunkt
- Beregnet ruteafstand mellem bil og vigelinie ved indkørsel til rundkørslen ad ben 1, se figur 12
- Beregnet ruteafstand mellem bil og konfliktpunkt, se figur 12

4.4 Forsøgskritik

Denne undersøgelse er som tidligere beskrevet foretaget som et køresimulatorforsøg med samtidig brug af eyetracker. Hvis forsøget skulle udføres ude i trafikken, ville det kræve urealistiske store tidsressourcer at registrere et tilstrækkeligt antal observationer. Fordelen ved et køresimulatorforsøg er, at det er muligt at have kontrol med de forskellige variable under forsøget, og dermed i høj grad sikre, at de aktuelle forsøgsbetingelser er ens for alle forsøgspersoner. Ulempen er, at den trafiksituation der ses på, er meget ensartet og ikke fuldt ud gengiver den kompleksitet og uforudsigelighed der er ude i den rigtige trafik, herunder vind og vejr.

I denne undersøgelse er der udarbejdet en database bestående af 8 rundkørsler med varierende tilbagetrækningslængde. Databasen giver mulighed for, at forsøgspersoner kan gennemkøre de 8 rundkørsler i forskellig rækkefølge. På strækningerne mellem rundkørslerne, møder forsøgsbilisterne jævnlige simulerede trafikanter på vejen, ligesom de kører gennem en række vigepligtsregulerede kryds. Dette er med til at gøre kørslen i simulatoren mere virkelighedstro, samtidigt med at det stimulerer forsøgsbilisterne så kørslen ikke bliver for ensformig.

Når man planlægger et køresimulatorforsøg skal man gøre sig klart, hvad det er man vil undersøge, og hvilke betingelser forsøget skal ske under. I denne undersøgelse benyttes et scenario, hvor en forsøgsbilist ved kørsel frem til og igennem en rundkørsel, ikke møder andre trafikanter end en krydsende/cirkulerende cyklist. Cyklistens rutevalg og placering gennem rundkørslen er altid den samme. For at sikre, at der er en vis sandsynlighed for, at forsøgspersonerne møder en cyklist, når de kører ud af rundkørslen, afhænger den simulerede cyklists hastighed af bilens hastighed. I de tilfælde hvor en udkørende forsøgsbilist har en så høj hastighed, at han ikke kan nå at stoppe for en krydsende cyklist, vil den simulerede cyklist holde tilbage for bilisten. I denne undersøgelse ses således på forsøgsbilistens adfærd, når cyklisten har en på forhånd bestemt adfærd.

Ulempen ved kun at se på ét scenario er, at undersøgelsen ikke giver os viden om bilisters adfærd overfor cyklister, hvis der samtidigt er andre trafikanter tilstede i observationsfeltet. I den virkelige trafik vil bilister ikke møde en krydsende cyklist, hver gang de kører ud af en rundkørsel. Hvis der skulle være indlagt situationer på ruten, hvor der ikke var cyklister til tilstede, for at skabe en evt. mere naturlig variation, ville det forlænge simulatorkørselsforløbet – og det er i forvejen relativt langt pga. de ønskede variationer af udvalgte parametre.

Med grundlag i den database der her er opbygget, er det muligt, at lave andre forsøg. Et eksempel kunne være situationer, hvor forsøgsbilisten ved gennemkørsel af rundkørsler møder andre simulerede biler og cyklister samtidigt. Et sådant studie vil give mere viden om, hvordan bilister deler deres visuelle opmærksomhed mellem en cirkulerende/krydsende cyklist og andre bilister, og hvad det betyder for deres adfærd. Man kan også anvende databasen til forsøg med forskellige informationstavler eller færdselstavler mv.

Der deltog i alt 25 forsøgspersoner i aldersgruppen 21 til 49 år. Alle forsøgspersoner oplyste, at de var sunde og raske og ikke brugte nogen form for sløvende medicin eller lignende, der kunne influere på deres kørsel i simulatoren. Det begrænsede antal forsøgspersoner betyder, at det ikke er muligt at lave en sammenligning af adfærd indenfor køn og alder. Efter afslutning af forsøget blev alle forsøgspersoner bl.a. spurgt om, hvor realistisk de fandt kørslen. De fleste fandt kørslen realistisk, dog havde mange af forsøgspersonerne svært ved at vænne sig til, simulatorbilens manglende bevægelse ved acceleration og deceleration.

Det skal i øvrigt bemærkes, at flere af forsøgspersonerne efterfølgende fortalte, at de ikke havde regnet ud, at forsøget handlede om cyklister i rundkørsler.

5 Resultater for rundkørsler med tilbagetrukket cykelstikrydsning

I denne delundersøgelse er der foretaget mellem 26 og 34 gennemkørsler for hver af de otte rundkørselstyper (tilbagetrækningslængde 3, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 m). På grund af simulatorsyge og tekniske problemer med eyetrackeren er der enkelte kørsler, som ikke er blevet fuldført. Kørsler, hvor forsøgspersonen har fået simulatorsyge, eller hvor der er forhold der på anden måde kan have indflydelse på forsøgspersonernes adfærd, indgår ikke i det analyserede datamateriale.

Følgende parametre benyttes i den videre analyse:

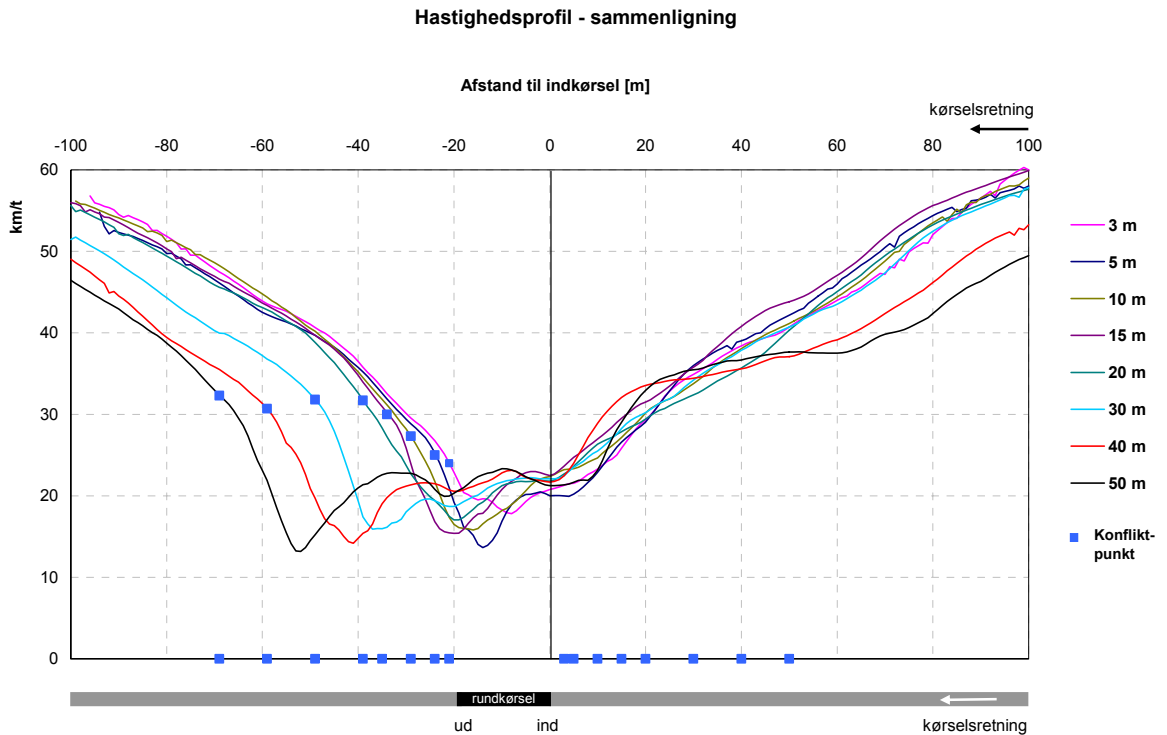
- Hastighed for simulatorbil
- Brug af bremse og speeder for simulatorbil
- Afstand i fugleflugtslinie fra simulatorbil til hhv. vigelinien på ben 1 og konfliktpunkt (se figur 12)
- Den kørte afstand fra simulatorbil til hhv. vigelinie og konfliktpunkt
- Tidsafstand i konfliktpunkt (angiver den tid der går fra den første trafikant, bil eller cyklist, forlader konfliktpunktet i ben 2 til den næste trafikant ankommer)
- Øjenbevægelser – blik rettet mod cyklist
- Øjenbevægelser – blik rettet mod advarselskilte med angivelse af krydsende cyklister

I de følgende afsnit 5.1 – 5.3 beskrives analysen for rundkørsler med tilbagetrukket cykelsti og resultaterne heraf er opsamlet og resumeret i afsnit 5.4.

5.1 Hastighedsprofiler

Der er optegnet hastighedsprofiler for alle otte rundkørselstyper, se figur 13. Profilerne er lavet som et gennemsnit af alle kørsler med samme tilbagetrækningslængde af cykelstikrydsningen. Kørsler, hvor en forsøgsperson er gået i stå i observationsfeltet, er frasorteret.

Geometrien er som udgangspunkt ens for alle otte rundkørsler, men for rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 3 m og 5 m er bilernes vigelinie ved kørsel ind i rundkørslen placeret før cykelstikrydsningen.



Figur 13. Gennemsnitshastighedsprofiler set i forhold til tilbagetrækningslængde, med markering af konfliktpunkt, hvor bilistens og cyklistens kørespor krydser hinanden.

Overordnet kan man se, at trafikanternes hastighedsprofil til en vis grad varierer med cykelstikrydsningens tilbagetrækningslængde. Ved kørsel frem til rundkørslen adskiller hastighedsprofilet for rundkørsler med tilbagetrækningslængder på hhv. 40 m og 50 m sig fra hastighedsprofiler for rundkørsler med kortere tilbagetrækningslængder. Den største forskel er, at trafikanternes hastighed 100 m før der køres ind i rundkørslen, er væsentligt mindre. Det skyldes formentligt, at forsøgsbilisterne ved kørsel frem mod rundkørslen nedsætter hastigheden, inden de passerer cykelstikrydsningen i ben 1. Denne adfærd tyder på, at bilisterne er opmærksomme på, at der er en cykelstikrydsning, og at de reagerer ved at nedsætte hastigheden. Det skal her bemærkes, at forsøgsbilisterne ikke møder krydsende cyklister ved cykelstikrydsningen i tilfarten (ben 1).

Hastighedsprofilet for de øvrige rundkørsler er mere jævnt med en mere gradvis nedsættelse af hastigheden frem mod rundkørslen.

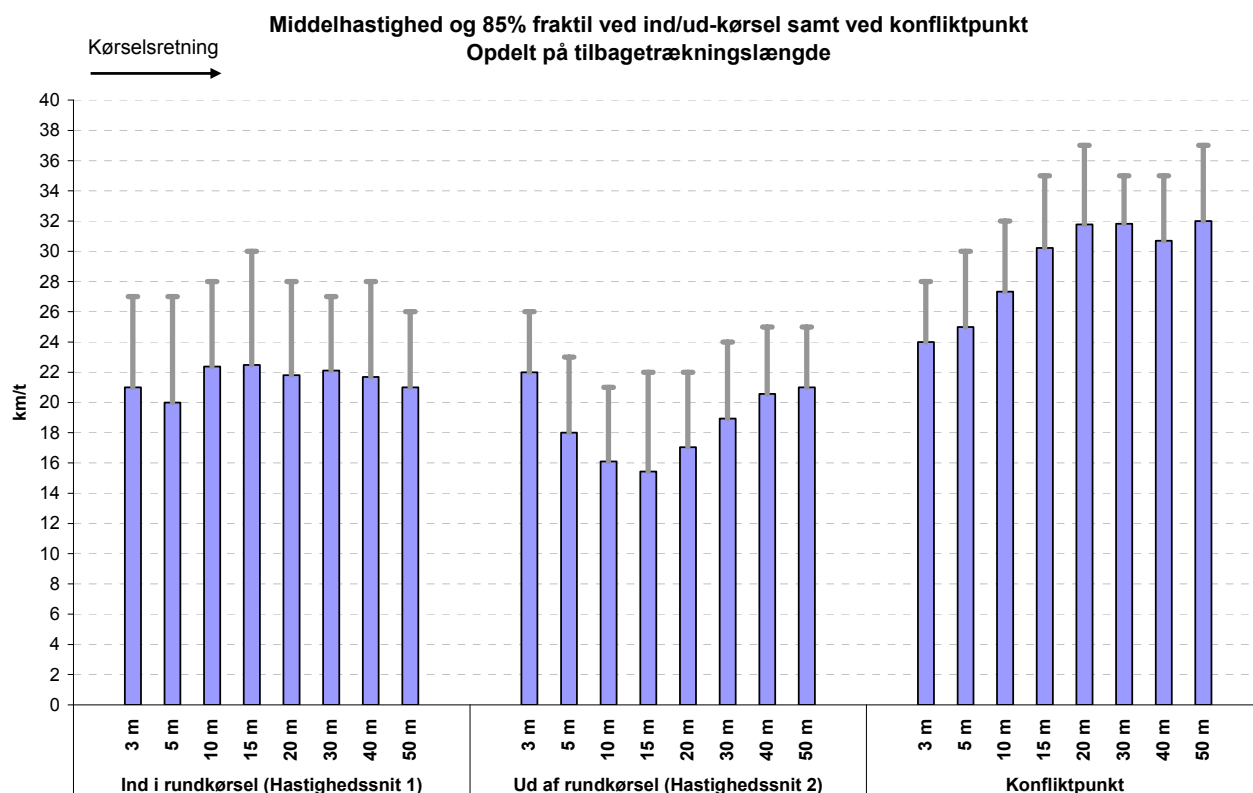
For tilbagetrækningslængderne 30 m, 40 m og 50 m, når de udkørende bilister at accelerere op inden de igen nedsætter hastigheden før de ankommer til konfliktpunktet. Minimumshastigheden ligger for alle rundkørsler ud af ben 2 inden konfliktpunktet passerer. For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 30, 40 og 50 m, er der en tendens til at minimumshastigheden falder med stigende tilbagetrækningslængde.

Ved kørsel ud af rundkørslen falder hastighedsniveauet markant for alle tilbagetrækningslængder inden forsøgspersonerne når konfliktpunktet på vej ud af ben 2, for igen at stige umiddelbart inden de passerer konfliktpunktet.

Hastighedsprofilerne tyder på, at trafikanterne er opmærksomme på cykelstikrydsningen og at de tilpasser hastigheden efter den krydsende cyklist – uanset tilbagetrækningslængde.

Middelhastighed

På figur 14 ses en opgørelse over bilisternes gennemsnitshastighed ved indkørsel og ved udkørsel af rundkørslen samt ved passage af konfliktpunktet, fordelt på de otte tilbagetrækningslængder for cykelstikrydsning. Placering af målesnit er vist i figur 12. Det ses, at hastigheden ved indkørsel i rundkørslen ligger på 20 km/t til 22 km/t, uanset tilbagetrækningslængden.



Figur 14. Middelhastigheder samt angivelse af 85%-fraktil i målesnit ved ind- og udkørsel af rundkørslen samt i konfliktpunkt set i forhold til cykelstikrydsningens tilbagetrækningslængde. For angivelse af målesnit se figur 12.

Modsat ses, at middelhastigheden ved kørsel ud af rundkørslen varierer med tilbagetrækningslængden (15 km/t og 22 km/t). Højest er gennemsnitshastigheden med 22 km/t for tilbagetrækningslængde på 3 m. Herefter falder hastigheden jævnt frem til tilbagetrækningslængden er 15 m, hvorefter den stiger igen. At hastigheden stiger for de længste tilbagetrækningslængder kan forklares ved, at bilisterne tilpasser deres hastighed til cyklistens over en længere strækning end ved de kortere tilbagetrækningslængder.

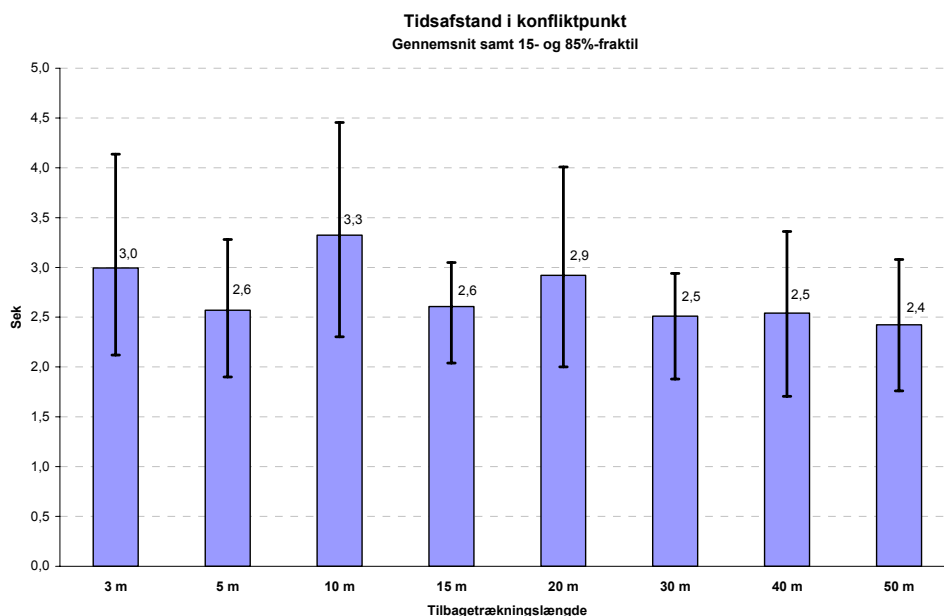
Middelhastigheden i konfliktpunktet varierer mellem 24 km/t og 32 km/t. For tilbagetrækningslængder på 3 m til 20 m stiger gennemsnitshastigheden i takt med tilbagetrækningslængden. For tilbagetrækningslængder på 20 m og mere, er gen-

nemsnitshastigheden stort set den samme. At hastighedsniveauet i konfliktpunktet stort set er det samme for rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 20 m og mere, kan skyldes, at forsøgspersonerne ved lange tilbagetrækningslængder har længere tid til at tilpasse deres hastighed inden de når konfliktpunktet. Ved korte tilbagetrækningslængder (3 m til 15 m) er bilisternes hastighed relativt lav ved passage af konfliktpunktet. Det skyldes formodentlig, at de netop har foretaget en svingmanøvre og er kørt ud af rundkørslen, og dermed har de ikke nået at sætte hastigheden op inden de passerer konfliktpunktet.

5.2 Tidsafstand i konfliktpunkt

På figur 15, ses en opgørelse over målte tidsafstande i konfliktpunktet for de 8 tilbagetrækningslængder med angivelse af 15%- og 85%-fraktilen.

Tidsafstand i konfliktpunkt beregnes som tidsafstand mellem cyklists og bilists passage af konfliktpunkt.



Figur 15. Angivelse af tidsafstand mellem cyklists og bilists ankomst i konfliktpunkt fordelt på tilbagetrækningslængde

På figur 15 ses, at tidsafstand i konfliktpunktet varierer mellem 2,4 sek. og 3,3 sek. For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 30, 40 og 50 m, er tidsafstanden stort set ens. Det kan ses som udtryk for, at bilisterne ved lange tilbagetrækningslængder tilpasser hastigheden frem til konfliktpunktet, og at bilisterne ved de lange tilbagetrækningslængder er enige om hvor stor tidsafstanden skal være mellem dem og en krydsende cyklist før de vil foretage en krydsning. De største tidsafstande (3,0 og 3,3 sek.) i konfliktpunktet er registreret for rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 3 m og 10 m, og det er også her man ser de største udsving i 15% og 85%-fraktilen.

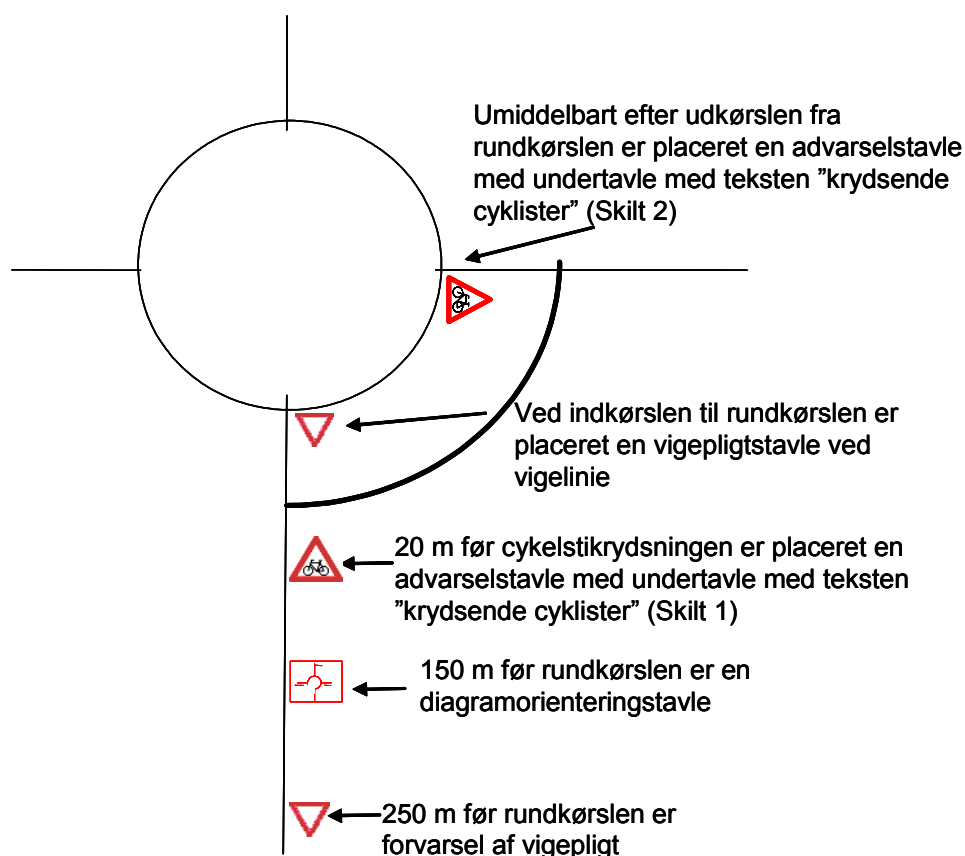
Med undtagelse af ét enkelt tilfælde, er det i alle gennemkørsler cyklisten, der passerer konfliktpunktet før bilisten¹¹.

De kriterier, hvormed cyklisten er lagt ind i programmet indebærer, at cyklistens hastighed afhænger af bilistens hastighed, og vurderingen af, hvorvidt en cyklist skal holde tilbage for en udkørende bil, er delvist bestemt på forhånd. Forsøgsbilistens adfærd og valg af hastighed har vi derimod ingen indflydelse på. Det betyder, at den tidsafstand vi finder afhænger helt af forsøgsbilisternes adfærd.

5.3 Registrering af øjenbevægelser

Der er foretaget registreringer af øjenbevægelser mod cyklist samt mod advarselstavler (A21) med angivelse af krydsende cyklist.

I det efterfølgende vil blik mod det advarselsskilt, som er placeret i rundkørselens tilfart, blive refereret som skilt 1, mens skiltet som står ved frafarten i cirkulationsarealet vil blive refereret som skilt 2 (se figur 16).



Figur 16. For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på mere end 5 m er der i tilfarten, 20 m før cykelstikrydsningen, placeret en advarselstavle med angivelse af krydsende cyklist (skilt 1). En tilsvarende tavle er placeret i cirkulationsarealet umiddelbart inden der køres ud af rundkørslen (skilt 2)

¹¹ I Bilag 7 findes en kort gennemgang af den ene kørsel, hvor forsøgsbilisten passerer konfliktpunktet før cyklisten. Der er umiddelbart intet i denne kørsel der indikerer, at forsøgsbilisten har overset cyklisten.

5.3.1 Øjenbevægelser mod cyklist

Der er foretaget registreringer af øjenbevægelser mod cyklister. For at et blik mod en cyklist betragtes som et meningsfuldt blik skal det have en længde på minimum 2 frames (dvs. 1/12-sekund).

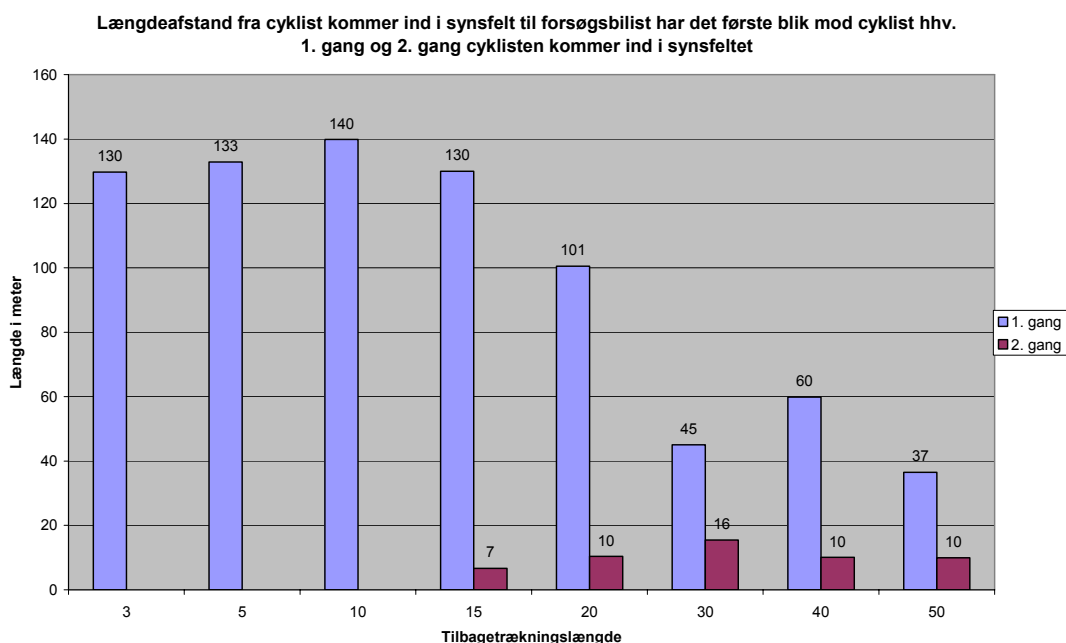
Der er foretaget en registrering af forsøgsbilistens position på strækningen frem mod rundkørslen ad ben 1 på det tidspunkt, hvor cyklisten første gang kommer ind og er synlig i forsøgsbilistens synsfelt. Dernæst er der foretaget en registrering af forsøgsbilistens position på det tidspunkt, hvor bilisten faktisk ser på cyklisten første gang. Varigheden af dette første blik er også registreret.

Registrering af hvornår det er muligt for forsøgspersonerne at se en cyklist er foretaget ud fra en manuel/subjektiv vurdering af videooptagelserne fra de enkelte kørsler. For at sikre en så ensartet registrering af øjenbevægelserne som muligt, er alle registreringer foretaget af den samme person.

Der analyseres dels på hvor lang tid der går (figur 18) og dels på hvor lang en strækning bilisten kører (figur 17), fra det tidspunkt cyklisten første gang er synlig og til det tidspunkt, hvor bilisten faktisk ser på cyklisten første gang.

Hvor langt når forsøgsbilisten at køre før det første blik mod cyklisten?

Som det fremgår af figur 17, er der for rundkørsler med tilbagetrækningslængder på mere end 10 m registreret kørsler, hvor cyklisten på en strækning gennem observationsfeltet midlertidigt er kørt ud af forsøgspersonens synsfelt. Situationen er illustreret i figur 10.



Figur 17. Gennemsnitlig længde (i meter) en bilist kører fra det tidspunkt, hvor cyklist kommer ind i synsfeltet til det tidspunkt, hvor bilisten har det første registrerbare blik mod cyklist, hhv. første og anden gang, cyklisten kommer ind i synsfeltet.

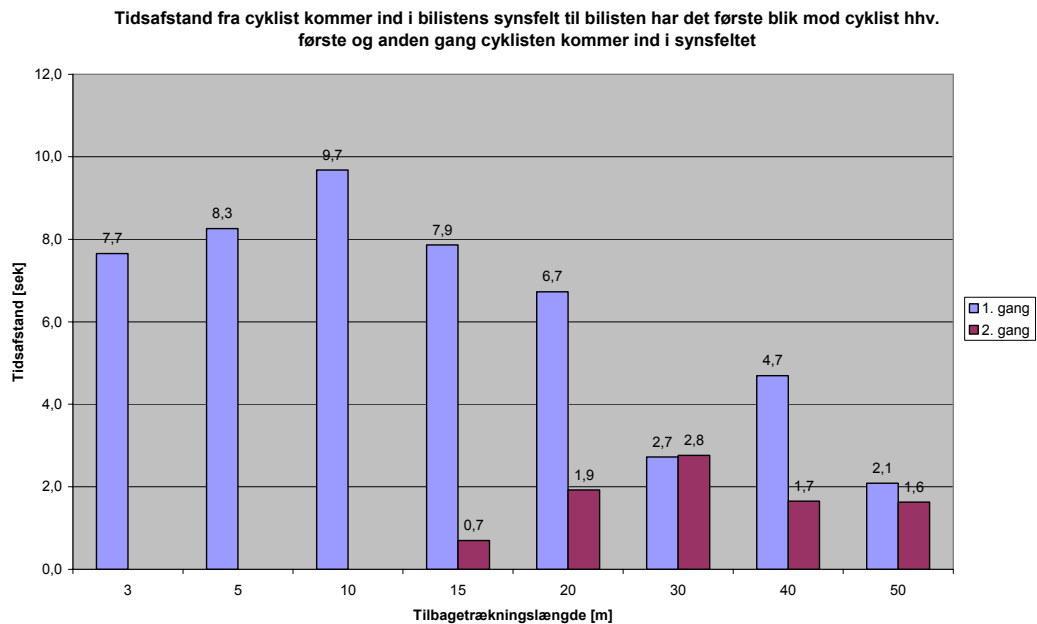
For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 3 m og op til 20 m ses, at forsøgspersonen har det første blik mod cyklisten 100 m til 140 m efter det tidspunkt, hvor cyklisten kom ind i synsfeltet første gang. For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 30 m, 40 m og 50 m registreres det første blik mod cyklisten 37 m til 60 m efter det tidspunkt, hvor cyklisten kom ind i synsfeltet første gang. Der er altså noget der tyder på, at forsøgsbilisterne visuelle opmærksomhed overfor cyklisterne opstår tidligere i kørselsforløbet for de lange tilbagetrækningslængder.

At forsøgsbilisterne får tidligere øje på cyklisten ved de lange tilbagetrækningslængder kan blandt andet forklares ved, at cyklisten rent fysisk er tættere på forsøgsbilisten, når cyklisten starter med at køre. Dertil kommer, at jo længere fra rundkørslen en bilist er, des mere tid har han/hun til at fokusere mod andre ting end vejen (og dermed cyklisten).

Anden gang cyklisterne kommer ind i synsfeltet, har forsøgsbilisterne det første blik mod cyklisten allerede 7 m til 16 m efter, at cyklisten er kommet ind i synsfeltet igen. At forsøgsbilisterne får øje på cyklisten tidligere anden gang, de kører ind i synsfeltet, kan skyldes flere forhold. Idet bilisterne har set cyklisten tidligere i kørslen, ved de, at cyklisten er til stede, og de søger dermed en hurtig information om, hvor cyklisten befinder sig. Samtidigt må det forventes, at bilistens opmærksomhed overfor potentielle krydsende cyklister formentligt skærpes i takt med at de nærmer sig konfliktpunktet.

Hvor hurtigt får bilisten øje på cyklisten?

På figur 18, ses en opgørelse over hvor lang tid der går, fra cyklisten kommer ind i bilistens synsfelt 1. gang og 2. gang, til bilisten har det første registrerbare blik mod cyklisten.



Figur 18. Tidsafstand fra bilist kan se cyklist i synsfeltet til det første registrerbare blik mod cyklist 1. gang og 2. gang cyklisten kommer ind i synsfeltet opdelt på tilbagetrækningslængde.

Det tager i gennemsnit mellem 2,1 og 9,7 sekunder fra cyklisten er kommet ind i synsfeltet første gang til bilisten har det første registrerbare blik mod cyklisten. Bilisterne får hurtigere øje på cyklisten ved de lange tilbagetrækningslængder på 30, 40 og 50 m. For tilbagetrækningslængder på 20 m og derunder har bilisten det første registrerbare blik mod cyklisten 6,7 til 9,7 sek. efter cyklisten er kommet ind i synsfeltet.

Anden gang cyklisten kommer ind i synsfeltet, har bilisten det første registrerbare blik mod cyklisten 0,7 til 2,8 sekunder efter cyklisten er kommet ind i synsfeltet. At tidsafstanden er mindre anden gang cyklisten kommer ind i synsfeltet skal ses i sammenhæng med, at bilisterne nærmer sig konfliktpunktet, og derfor formentligt er mere opmærksomme overfor eventuelle konflikter.

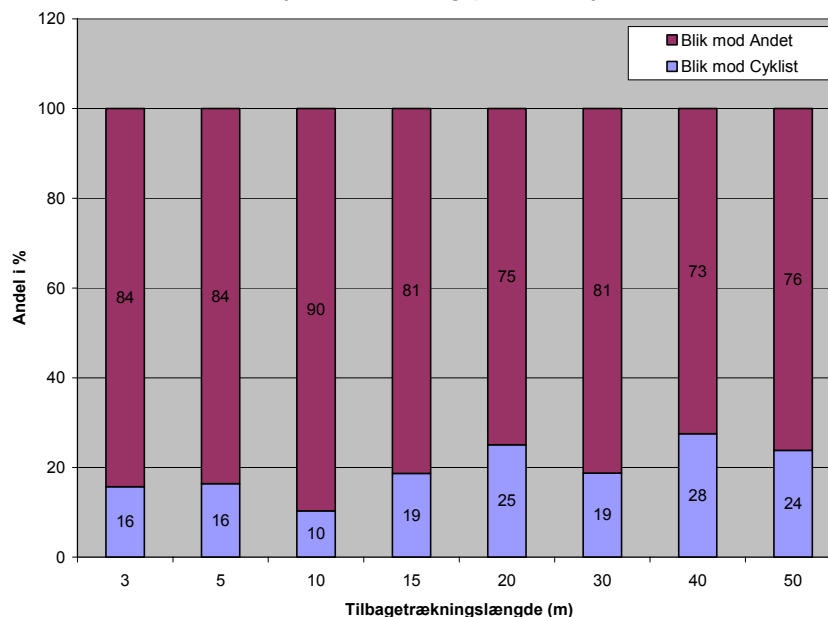
5.3.2 Hvor tit og hvor længe retter bilisten blikket mod cyklisterne?

Den tid cyklisten befinder sig i forsøgsbilistens synsfelt afhænger af forsøgsbilistens hastighed samt cykelstiens tilbagetrækningslængde. For rundkørsler med korte tilbagetrækningslængder, er cyklisten ofte i forsøgsbilistens synsfelt under hele kørslen. For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 15 m og mere, vil cyklisten på et tidspunkt køre ud af synsfeltet, for igen at køre ind i synsfeltet, inden forsøgsbilisten når konfliktpunktet. Cyklistens præcise position til et givet sted afhænger af forsøgsbilistens hastighed, og varierer derfor fra kørsel til kørsel.

Hvor stor en del af tiden ser bilisten på cyklisten?

I figur 19 ses en opgørelse over andelen af tid, forsøgsbilisterne bruger på at se mod cyklisten set i forhold til den samlede tid, cyklisten befinder sig i bilistens synsfelt.

Andel af samlet tid forsøgspersoner fokuserer på cyklist på strækninger i observationsfeltet hvor cyklisten er i forsøgspersonens synsfelt



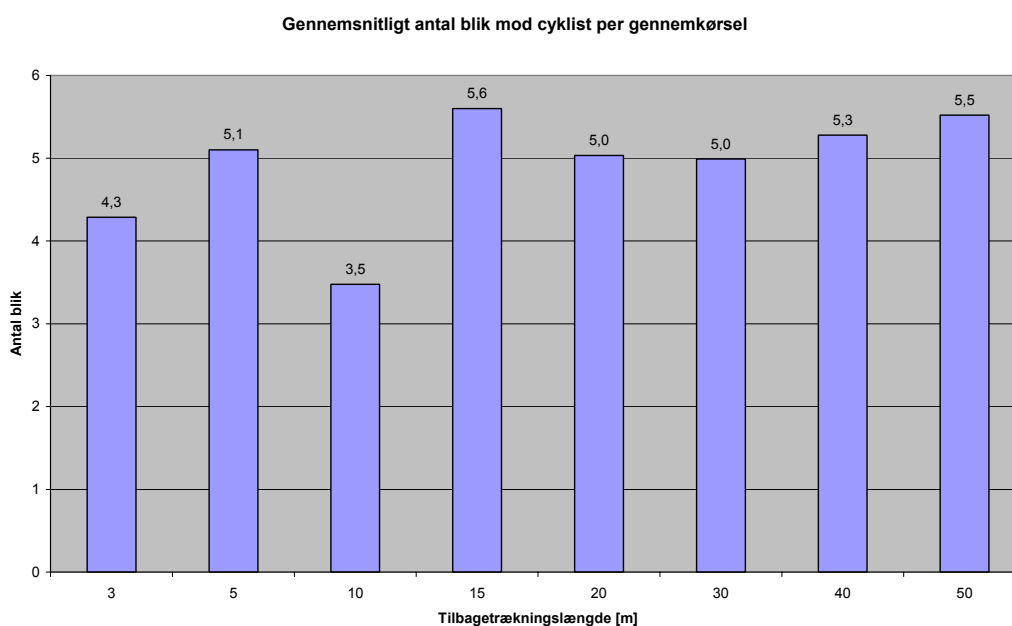
Figur 19. Fordeling af tid forsøgspersoner fokuserer mod hhv. cyklist og andet. Der ses kun på de strækninger, hvor cyklisten er i forsøgspersonens synsfelt

Der er en tendens til, at forsøgsbilisterne bruger en større del af tiden til at se mod cyklisten ved de lange tilbagetrækningslængder for cykelstikrydsning. Den mindste andel er registreret for tilbagetrækningslængden 10 m.

Hvor ofte ser bilisten mod cyklisten?

Figur 20 viser det gennemsnitlige antal blik, som forsøgsbilisterne har rettet mod cyklisten, fordelt på tilbagetrækningslængde. Det ses, at forsøgsbilisterne i løbet af en kørsel gennemsnitligt har mellem 3,5 og 5,6 blik mod cyklisten. Antallet af blik er klart mindst for de to rundkørsler med tilbagetrækningslængder på hhv. 3 m og 10 m.

For rundkørsler med tilbagetrækningslængder 15 m og længere, har forsøgsbilisterne gennemsnitligt mellem 5,0 og 5,6 blik mod cyklisten. At antallet af blik er lidt større for rundkørsler med lange tilbagetrækningslængder kan hænge sammen med, at forsøgsbilisterne ved kørsel ud af ben 2 har lidt bedre tid til at fokusere på cyklisten inden de når konfliktpunktet.



Figur 20. Forsøgsbilistens gennemsnitlige antal blik mod cyklist per gennemkørsel fordelt på tilbagetrækningslængde

Samlet for figur 19 og figur 20 skimtes en svag tendens til et lille skift omkring tilbagetrækningslængder på 10 – 15 m. Men det er ikke markant nok til at konkludere om et klart entydigt mønster relateret til forskelle i tilbagetrækningslængder.

5.3.3 Blik mod advarselstavler der informerer om krydsende cyklister

De to advarselstavler A21, som er placeret hhv. i tilfarten og ved udkørsel, er kun opsat i de rundkørsler, hvor tilbagetrækningslængden for cykelstikrydsningen er mere end 5 m.



Figur 21. På billedet til venstre ses placering af advarselstavle med angivelse af krydsende cyklister i tilfarten (skilt 1), på billedet til højre ses placering af en tilsvarende advarselstavle ved udkørslen af rundkørslen (Skilt 2). Der er kun opsat skilte hvor tilbagetrækningslængden er mere end 5 m

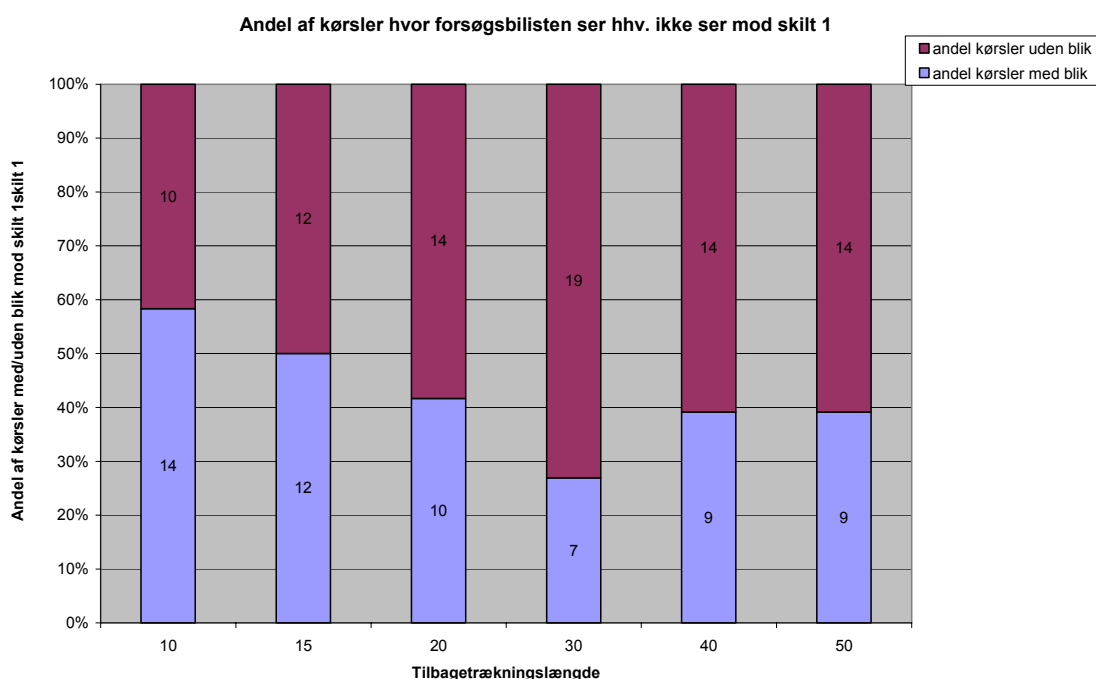
Placeringen af advarselstavlen i tilfarten (skilt 1) varierer med cykelstikrydsningens tilbagetrækningslængde, mens placeringen af advarselstavlen ved udkørsel (skilt 2) er uændret uanset tilbagetrækningslængden (se figur 16).

Der er foretaget en analyse af forsøgsbilisternes øjenbevægelser for at finde ud af hvor meget bilisterne faktisk ser på disse advarselstavler. Resultaterne ses i figur 22, figur 23 og figur 24. Med hensyn til advarselstavlen ved udkørsel (skilt 2) er der på forhånd rejst spørgsmål om, hvor stor en del af bilisterne, der overhovedet når at se denne tavle, da den er placeret på et sted, hvor en stor del af bilistens opmærksomhed forventes at være rettet dels mod selve svingmanøvren igennem rundkørslen og dels mod hvad der venter forude.

Andel af kørsler, hvor bilisten ser på advarselstavlen i tilfarten (skilt 1)

På figur 22 ses, at andelen af gennemkørsler, hvor bilisten ser mod skilt 1 ligger på mellem 27% og 58%. Andelen er højst for rundkørsler med de korte tilbagetrækningslængder. Der er en tendens til, at andelen der ser mod skilt 1 falder med stigende tilbagetrækningslængde op til omkring de 20 – 30 m, hvorefter det stagnerer på et niveau omkring 30 – 40 %.

En del af forklaringen kan være, at bilisterne nedsætter hastigheden frem mod rundkørslen, hvorved den tid skilt 1 er i bilisternes synsfelt stiger i takt med fallende tilbagetrækningslængde af cykelstien.



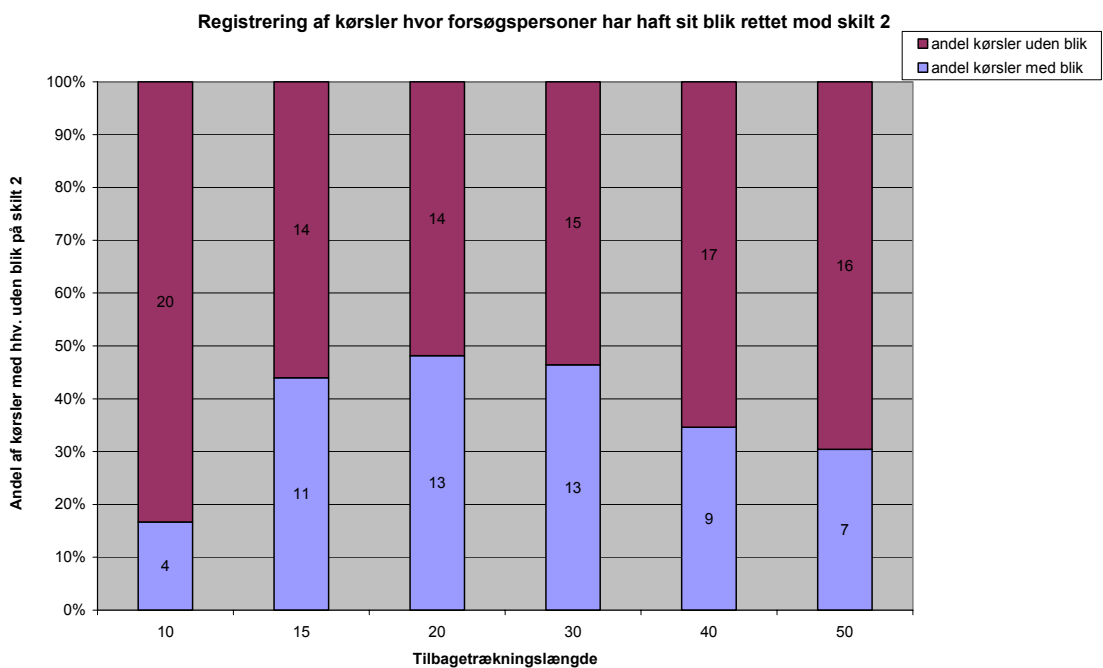
Figur 22. Andel af kørsler, hvor bilist ser hhv. ikke ser mod skilt 1 – fordelt på tilbagetrækningslængde. Tallet i søjlerne angiver antallet af kørsler med og uden blik mod skilt 1. Hver forsøgsperson laver en til to gennemkørsler per tilbagetrækningslængde.

Andel af kørsler, hvor bilisten ser på advarselstavlen ved udkørsel (skilt 2)

Figur 23 viser, at forsøgsbilisterne i de fleste tilfælde ikke har blikket rettet mod skilt 2. Det sker kun i 17% til 48% af kørslerne. Andelen er mindst for rundkørslen med den korte tilbagetrækningslængde på 10 m.

Resultatet bekræfter således antagelsen om, at et stor del af bilisterne ikke når at se advarselstavlen ved udkørslen. Tavlen er placeret lige dér, hvor svingmanøvren foregår, og en stor del af bilistens opmærksomhed er rettet dels mod selve svingmanøvren og dels mod det ukendte der venter forude i det nye ”trafikrum”, der åbner sig for bilisten. For de relativt korte tilbagetrækningslængder skal bilisten samtidig være opmærksom på selve konfliktpunktet ved cykelstikrydsningen, som ligger umiddelbart efter udkørslen af rundkørslen.

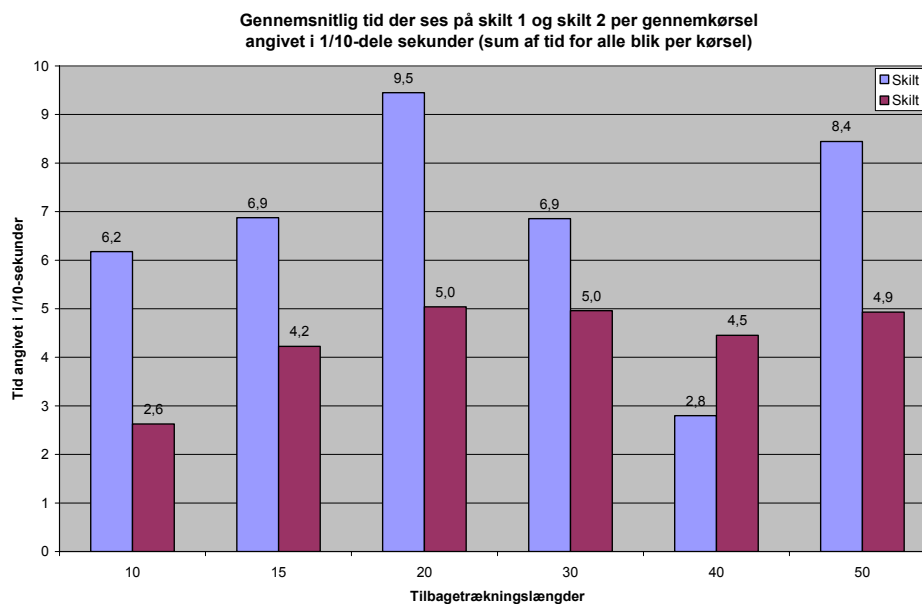
En anden medvirkende årsag til, at andelen af forsøgsbilister med blik mod skilt 2 generelt er væsentligt lavere end for skilt 1, kan være, at skilt 2 er synlig for bilisterne over en kortere strækning end skilt 1.



Figur 23. Andel kørsler, hvor forsøgsbilisten har registrerbare blik mod skilt 2 – fordelt på tilbagetrækningslængde. Tallet i søjlen angiver antal kørsler med/uden blik. Hver forsøgsperson laver en til to gennemkørsler per tilbagetrækningslængde

Hvor stor en del af tiden ser bilisten på advarselstavlerne A21?

På figur 24 er lavet en opgørelse over, hvor lang tid forsøgspersoner (der har registrerede blik mod skilt 1 hhv. skilt 2) samlet har blikket rettet mod hver af de to advarselstavler.



Figur 24. Gennemsnitlig tid, som forsøgsbilisterne, med registrerede blik mod advarselstavlerne, ser på skilt 1 hhv. skilt 2 per gennemkørsel – fordelt på tilbagetrækningslængde angivet i 1/10-sekunder

Totalt set fokuserer bilisterne gennemsnitligt mellem 0,28 sek. og 0,95 sek. på skilt 1 i løbet af en gennemkørsel. Der er ikke umiddelbart nogen sammenhæng mellem tilbagetrækningslængden og den tid forsøgsbilisterne gennemsnitligt ser mod skilt 1.

Samlet set fokuserer bilisterne gennemsnitligt mellem 0,26 sek. og 0,50 sek. på skilt 2 i løbet af en gennemkørsel. Den samlede fokuseringstid for tilbagetrækningslængden 10 m er tilsyneladende lidt lavere end resten.

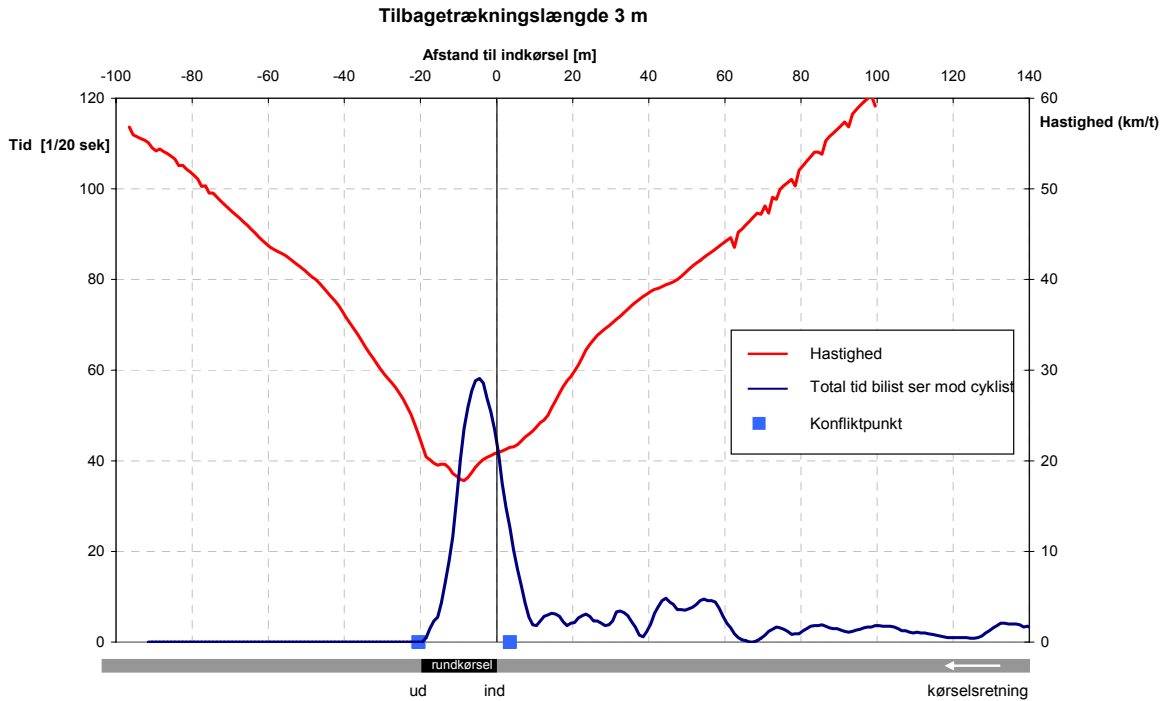
Gennemsnitligt ser forsøgsbilisterne på de to skilte med 1-2 blik per skilt per gennemkørsel.

5.3.4 Hastighedsprofil og øjenbevægelser

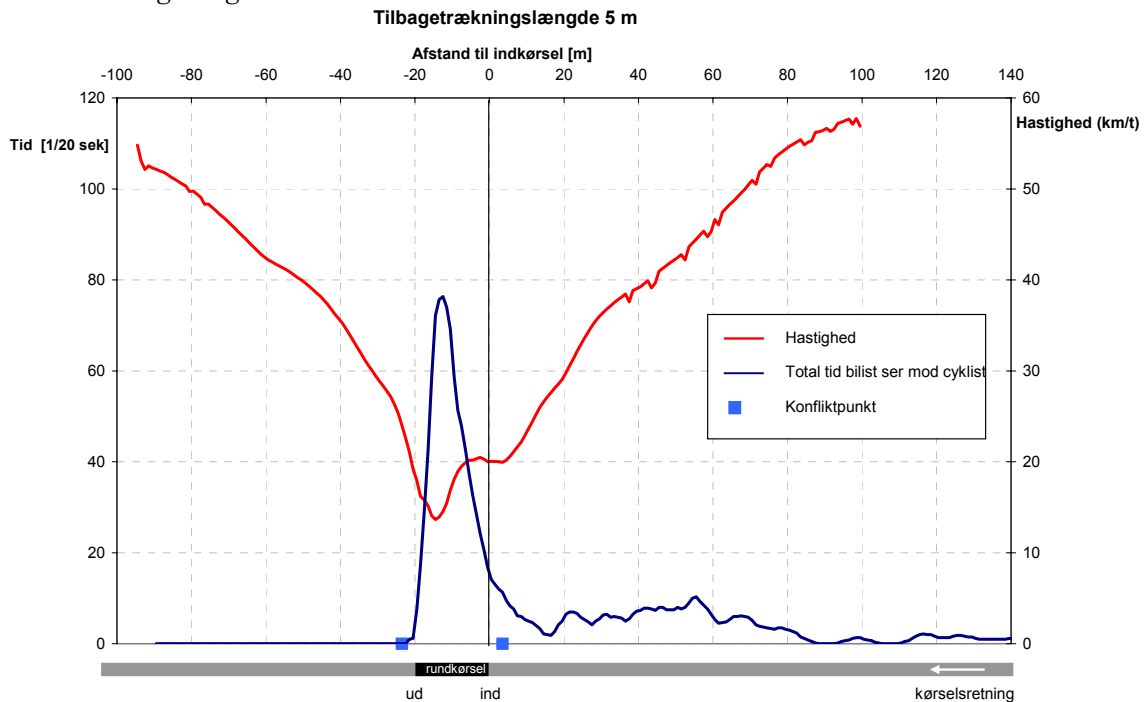
I det følgende foretages en sammenstilling af hastighedsprofiler og registreringsresultater fra analysen af forsøgsbilisternes øjenbevægelser, som er beskrevet hver for sig i de foregående afsnit. Sammenstillingen af hastighedsprofil og blikprofil illustrerer, hvor i kørselsforløbet forsøgsbilisten fokuserer på cyklist og advarselstavler og med hvilken hastighed, det foregår hen igennem forløbet. Sammenstillingen er foretaget for hver af de otte tilbagetrækningslængder for cykelstikrydsning (3, 5, 10, 15, 20, 30, 40 og 50 m) og er vist i de otte følgende figurer fra figur 25 til figur 32.

Den røde graf angiver forsøgsbilisternes gennemsnitlige hastighed frem til og gennem observationsfeltet. Den blå graf angiver blikprofilen dvs. den totale tid forsøgsbilisterne samlet ser mod cyklisten (dvs. længden af alle blik er lagt sammen) for alle kørsler, hvor det har været muligt at foretage registrering af øjenbevægelser.

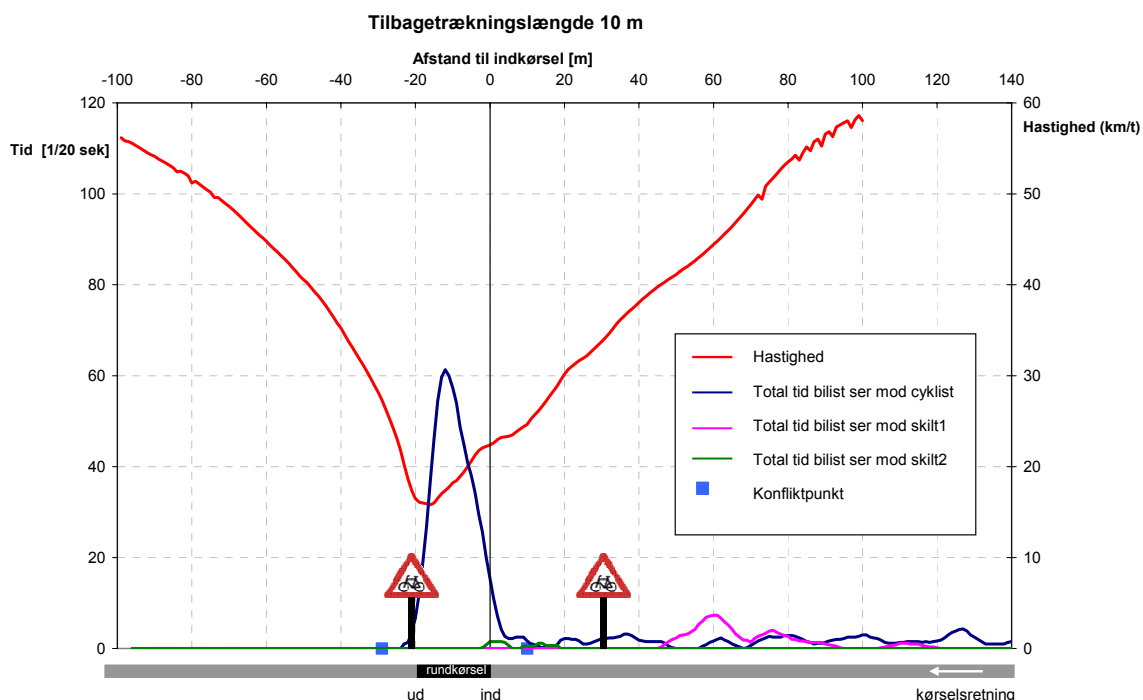
For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 10 m og derover er der, foruden blikprofil mod cyklist, også angivet blikprofiler mod advarselstavlerne A21 markeret med violet (skilt 1) og grønt (skilt 2) – se figur 27 - 32.



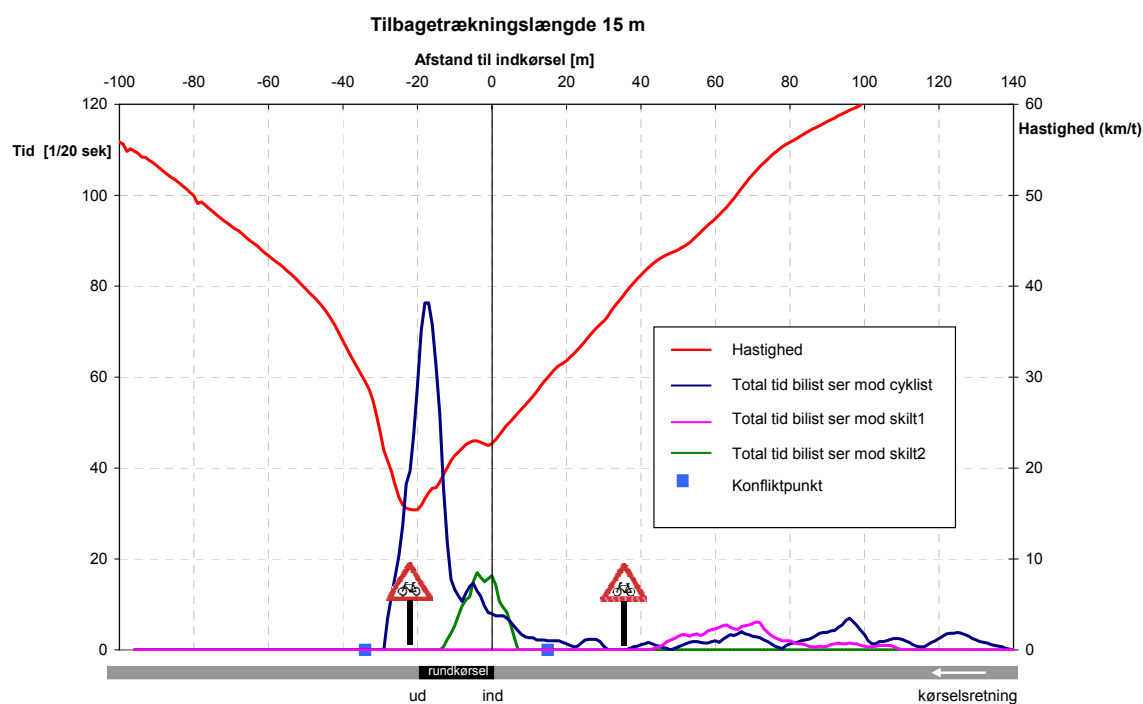
Figur 25. Blåt blikprofil angiver hvor og hvor længe alle forsøgsbilisterne samlet ser mod cyklisten kombineret med et rødt gennemsnitshastighedsprofil for alle gennemkørsler. Nulpunktet på x-aksen angiver indkørslen til cirkulationsarealet. Tilbagetrækningslængden er 3 m



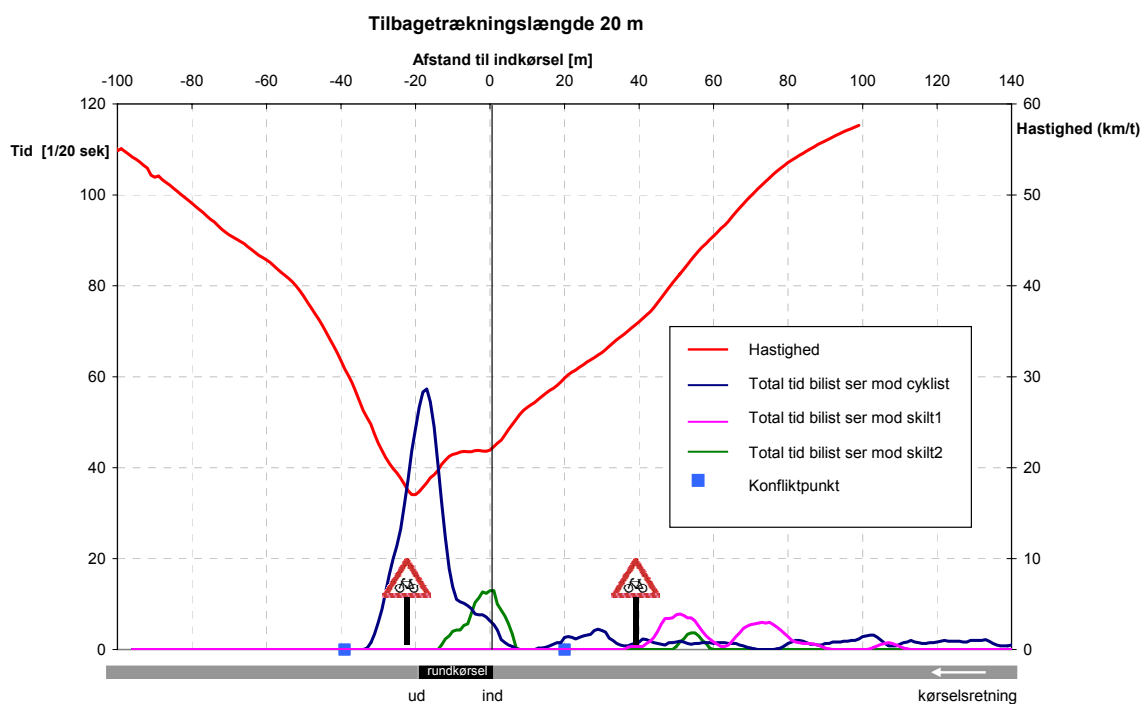
Figur 26. Blåt blikprofil angiver hvor og hvor længe alle forsøgsbilisterne samlet ser mod cyklisten kombineret med et rødt gennemsnitshastighedsprofil for alle gennemkørsler. Nulpunktet på x-aksen angiver indkørslen til cirkulationsarealet. Tilbagetrækningslængden er 5 m.



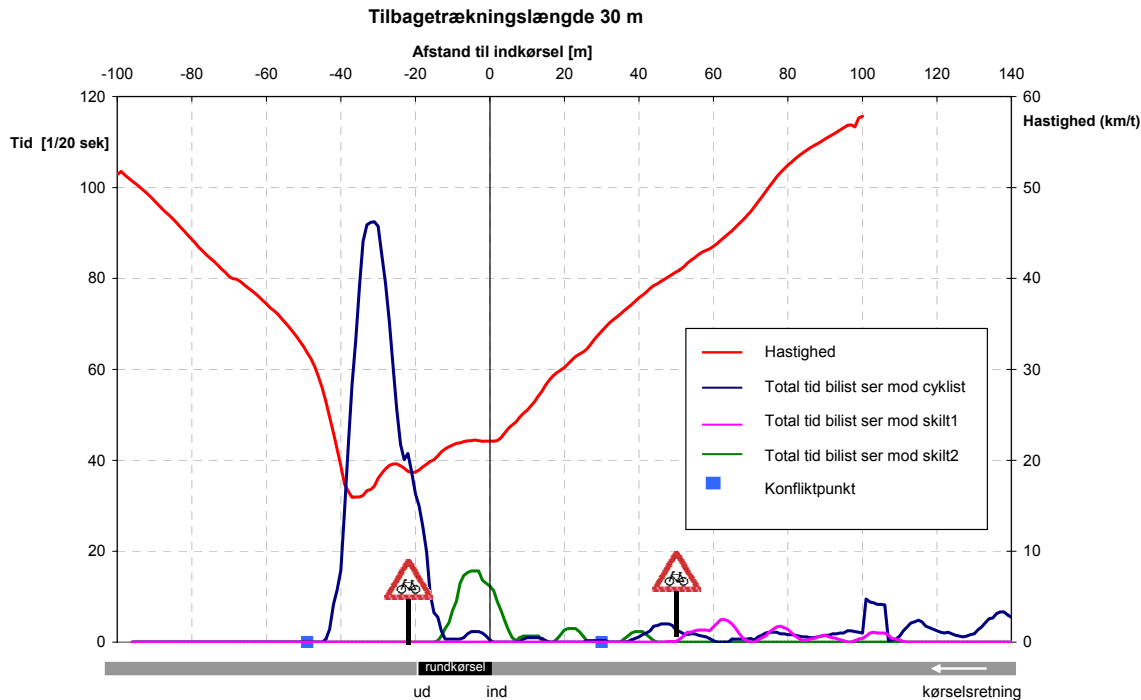
Figur 27. Rødt hastighedsprofil og blåt blikprofil mod cyklist samt blikprofiler mod skilt 1 og skilt 2. Nulpunktet på x-aksen angiver indkørslen til cirkulationsarealet. Tilbagetrækningslængden er 10 m.



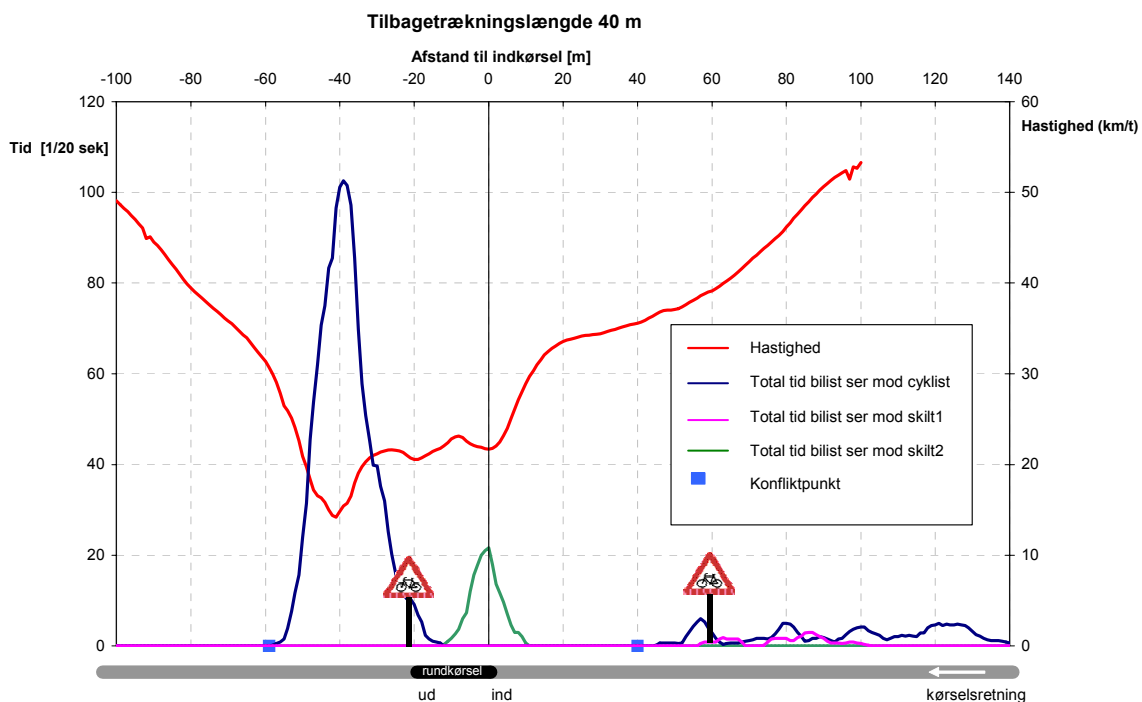
Figur 28. Rødt hastighedsprofil og blåt blikprofil mod cyklist samt blikprofiler mod skilt 1 og skilt 2. Nulpunktet på x-aksen angiver indkørslen til cirkulationsarealet. Tilbagetrækningslængden er 15 m.



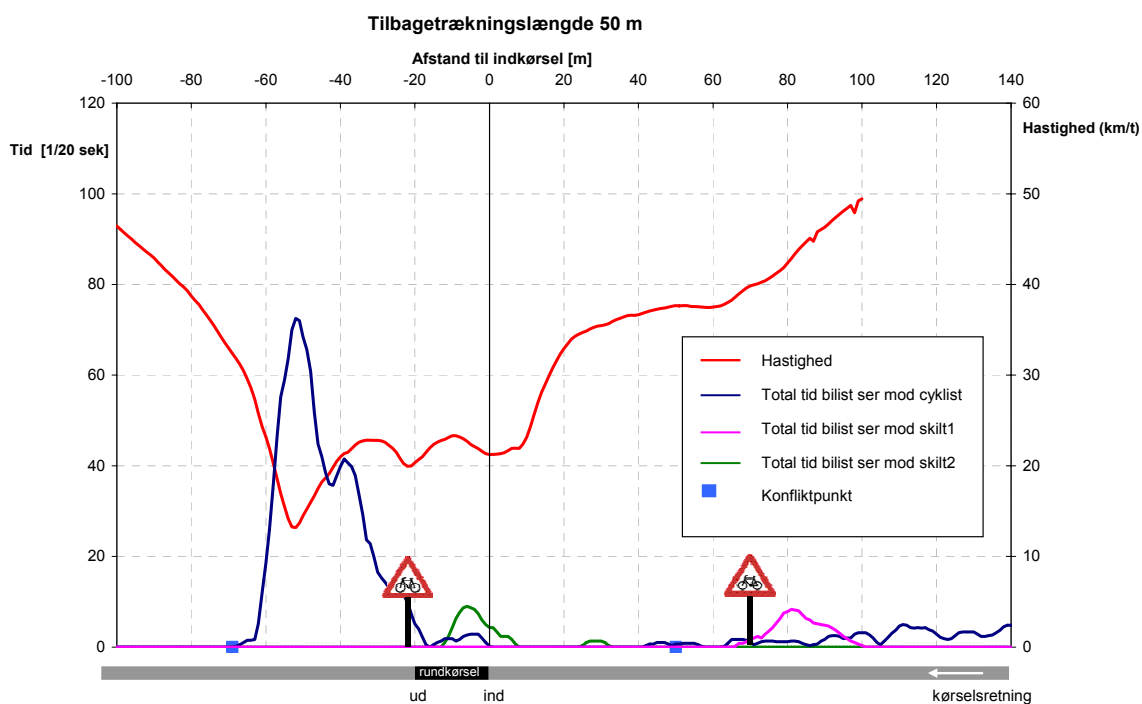
Figur 29. Rødt hastighedsprofil og blåt blikprofil mod cyklist samt blikprofiler mod skilt 1 og skilt 2. Nulpunktet på x-aksen angiver indkørslen til cirkulationsarealet. Tilbagetrækningslængden er 20 m.



Figur 30. Rødt hastighedsprofil og blåt blikprofil mod cyklist samt blikprofiler mod skilt 1 og skilt 2. Nulpunktet på x-aksen angiver indkørslen til cirkulationsarealet. Tilbagetrækningslængden er 30 m.



Figur 31. Rødt hastighedsprofil og blåt blikprofil mod cyklist samt blikprofiler mod skilt 1 og skilt 2. Nulpunktet på x-aksen angiver indkørslen til cirkulationsarealet. Tilbagetrækningslængden er 40 m.



Figur 32. Rødt hastighedsprofil og blåt blikprofil mod cyklist samt blikprofiler mod skilt 1 og skilt 2. Nulpunktet på x-aksen angiver indkørslen til cirkulationsarealet. Tilbagetrækningslængden er 50 m.

Den samlede analyse af køreadfærden (figur 25-32) gennem rundkørslerne viser, at der er fælles træk uanset cykelstikrydsningens tilbagetrækningslængde. For alle rundkørsler gælder, at forsøgspersonerne samlet set har den største visuelle opmærksomhed mod cyklisten, på vej ud af rundkørslen i ben 2, i en afstand af ca. 10-15 m før konfliktpunktet. Endvidere ses, at den laveste hastighed gennem rundkørslen forekommer cirka 12-20 m før konfliktpunktet, umiddelbart efter det punkt hvor forsøgspersonerne har haft den største fokus mod cyklisten.

For de to rundkørsler med tilbagetrækningslængde på hhv. 3 m og 5 m, er der som vist i figur 6, ikke placeret advarselsskilt med angivelse af krydsende cyklister. I disse rundkørsler er der en tendens til, at forsøgspersonerne ser mere mod cyklisten på strækningen frem til vigelinien, ved indkørslen til rundkørslen, end det er tilfældet for de øvrige rundkørsler.

Det kan skyldes, at der ikke er så mange skilte eller forstyrrende elementer i observationsfeltet samt det faktum at, sideværtsafstanden mellem bilist og cyklist er mindre for de korte tilbagetrækningslængder, hvorved cyklisten vil være tættere på centrum af bilistens synsfelt ved de korte tilbagetrækningslængder. Analysen giver ingen viden om, hvorvidt forsøgspersonerne ser/følger cyklisten i det perifere synsfelt.

For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på mere end 5 m, er der placeret et advarselsskilt med angivelse af krydsende cyklister i rundkørselens tilfart og ved udkørsel af cirkulationsarealet. Forsøgspersonernes visuelle opmærksomhed på skilt 1 er størst i en afstand af 10 m til 35 m før skiltet.

De grønne blikprofiler på figur 28 – 32 viser, at forsøgsbilisternes første blik mod skilt 2 sker i en afstand af ca. 20-30 m før skiltet. Den største visuelle fokusering på skilt 2 sker cirka 15 til 22 m i køreafstand fra skiltet, dvs. når bilisten befinder sig inde i cirkulationsarealet.

For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 20 m og længere er der, omkring indkørslen til rundkørslen, korte perioder, hvor forsøgsbilisterne samlet set har den visuelle opmærksomhed rettet længere tid mod skilt 2, end de har mod cyklisten. Ud fra blikprofilerne kunne det se ud som om, at skilt 2 og cyklist i dette område "konkurrerer" om bilistens visuelle opmærksomhed, men der er tale om små udsving og tilfældig variation, der gør, at der ikke kan konkluderes videre. For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 40 m og 50 m, skal det også bemærkes, at cyklisten først kommer ind i synsfeltet 2. gang ved kørsel ind i rundkørslen. Der er således en kort kørestrækning i selve cirkulationsarealet, hvor det kun er skilt 2, som er synlig for bilisten, mens cyklisten er ude af synsfeltet.

5.4 Resultater og konklusion

- Hastighedsprofilerne tyder på, at forsøgsbilisterne er opmærksomme på cykelstikrydsningen, og at de tilpasser hastigheden efter den krydsende cyklist – uanset tilbagetrækningens længde (se figur 13).
- Hastighedsprofilet for rundkørsler med lange tilbagetrækningslængder adskiller sig fra hastighedsprofilet for rundkørsler med kortere tilbagetrækningslængder:
 - trafikanternes hastighed cirka 100 m før der køres ind i rundkørslen, er væsentligt mindre for tilbagetrækningslængder på 40 og 50 m. Det skyldes, at forsøgsbilisterne 40 m – 50 m før indkørsel i rundkørslen passerer cykelstikrydsningen på ben 1 (se figur 13).
 - For lange tilbagetrækningslængder (30 m, 40 m og 50 m) når de udkørende bilister at accelerere op, inden de igen nedsætter hastigheden, før de ankommer til konfliktpunktet ved cykelstikrydsningen på ben 2 (se figur 13).
- Gennemsnitshastigheden ved indkørsel til rundkørslen ligger generelt mellem 20 km/t og 22 km/t, og er hermed uafhængig af tilbagetrækningslængden (se figur 14).
- Gennemsnitshastigheden ved udkørsel fra rundkørslen varierer mellem 15 km/t og 22 km/t. Hastigheden er højst (22 km/t) for rundkørsler med tilbagetrækningslængde på 3 m. Derefter falder hastigheden med stigende tilbagetrækningslængde op til omkring 15 m (15 km/t), hvorefter hastigheden ud af rundkørslen igen stiger jævnt i takt med stigende tilbagetrækningslængde (se figur 14).
- Gennemsnitshastigheden ved passage af konfliktpunktet ligger mellem 24 km/t og 32 km/t. Hastigheden stiger med stigende tilbagetrækningslængde op til 20 m, hvorefter gennemsnitshastigheden stagnerer omkring 32 km/t. (se figur 14).
- Minimumshastigheden for gennemkørslen ligger for alle rundkørsler ud af ben 2 inden konfliktpunktet passerer (se figur 13).
- Den mindste gennemsnitshastighed i forløbet forekommer i en afstand af 12 til 20 m før konfliktpunktet, umiddelbart efter det punkt, hvor forsøgspersonerne har haft den største visuelle fokusering mod cyklisten. Denne tendens gælder for alle rundkørsler uanset tilbagetrækningslængde (se figur 25-32).

- For rundkørsler med relativt korte tilbagetrækningslængder på 3 - 20 m har forsøgsbilisten det første blik mod cyklisten 6,7 til 9,7 sekunder efter det tidspunkt, hvor cyklisten første gang er synlig. I det samme tidsrum når forsøgsbilisten at køre 100 m til 140 m. For rundkørsler med lange tilbagetrækningslængder på 30 m, 40 m og 50 m har forsøgsbilisten det første blik mod cyklisten allerede 2,1 – 4,7 sek. efter at cyklisten første gang er synlig for bilisten. I det samme tidsrum når bilisten kun at tilbagelægge en strækning på 37 m til 60 m. Forsøgsbilisternes visuelle opmærksomhed overfor cyklisterne opstår altså tidligere i kørselsforløbet for de lange tilbagetrækningslængder. (se figur 17 og figur 18).
- For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 15 m og mere kører cyklisten midlertidigt ud af forsøgsbilistens synsfelt, når bilisten nærmer sig indkørslen til rundkørslen. Når cyklisten kommer ind i synsfeltet anden gang, går der kun mellem 0,7 og 2,8 sek., inden forsøgsbilisten fokuserer på cyklisten, og i det korte tidsrum tilbagelægger bilisten en strækning på mellem 7 og 16 m (se figur 17 og figur 18).
- Forsøgsbilister bruger 10 til 28% af den tid, cyklisten er i synsfeltet, til at fokusere på cyklisten. Ved de korte tilbagetrækningslængder på 3 m, 5 m og 10 m bruger bilisterne en mindre del af tiden (10 – 16 %) til at se på cyklisten, sammenlignet med de længere tilbagetrækningslængder (19 – 28%), (se figur 19). Den største visuelle fokusering mod cyklisten foregår, når bilisten kører ud af rundkørselens ben 2 i en afstand af 10 til 15 m før konfliktpunktet (se figur 25-32).
- Forsøgsbilisterne har i gennemsnitligt 3,5 til 5,6 blik mod cyklisten per gennemkørsel. Antallet af blik for tilbagetrækningslængder på 15 m og derover synes at ligge nogenlunde stabilt på 5, - 5,6 mens antallet af blik synes at være lidt mindre for de korte tilbagetrækningslængder. (se figur 20).
- I rundkørsler, hvor tilbagetrækningslængden for cykelstikrydsningen er mere end 5 m er der opsat to advarselstavler A21, hhv. i tilfarten (skilt 1) og ved udkørsel fra cirkulationsarealet (skilt 2):
 - I 27 – 58 % af gennemkørslerne ser bilisten på skilt 1. Andelen er størst for de korte tilbagetrækningslængder. Der er en tendens til at andelen der ser mod skilt 1 falder med stigende tilbagetrækningslængde op til omkring 20 – 30 m, hvorefter det stagnerer (se figur 22).
 - Kun i 17 – 48 % af gennemkørslerne har bilisterne rettet blikket mod skilt 2. Andelen er klart mindst for den korte tilbagetrækningslængde på 10 m (se figur 23). Resultatet bekræfter således antagelsen om, at en stor del af bilisterne ikke når at se advarselstavlen A21 ved udkørslen fra cirkulationsarealet. Tavlen er placeret lige dér, hvor svingmanøvren foregår, og en stor del af bilistens

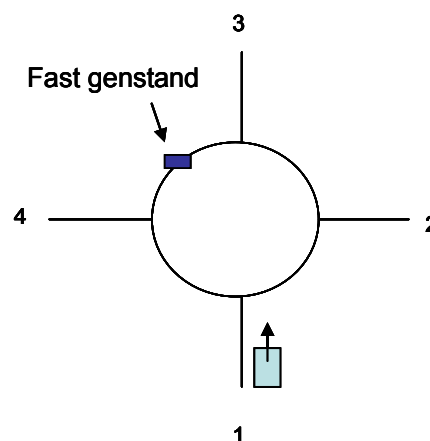
opmærksomhed er rettet dels mod selve svingmanøvren og dels mod det ukendte, der venter forude i det nye "trafikrum", der åbner sig for bilisten. For de relativt korte tilbagetrækningslængder skal bilisten samtidig være opmærksom på selve konfliktpunktet ved cykelstikrydsningen, som ligger umiddelbart efter udkørslen af rundkørslen.

- Totalt set fokuserer bilisterne gennemsnitligt mellem 0,28 sek. og 0,95 sek. på skilt 1 og mellem 0,26 sek. og 0,50 sek. på skilt 2 i løbet af en gennemkørsel. De bilister, der ser på A21 tavlerne, har 1-2 blik per skilt per gennemkørsel.
- Forsøgspersonernes visuelle opmærksomhed mod skilt 1 er størst i en afstand af 10 til 35 m før skiltet. Den største visuelle fokusering på skilt 2 sker cirka 15 til 22 m i køreafstand fra skiltet, dvs. når bilisten befinder sig inde i cirkulationsarealet (se figur 25-32).
- For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 20 m og længere, er der omkring indkørslen til rundkørslen korte perioder, hvor forsøgsbilisterne faktisk fokuserer mere på skilt 2 end de fokuserer på cyklisten (figur 25-32). Det kunne se ud som om, at cyklisten og skilt 2 i dette område "konkurrerer" om forsøgsbilistens opmærksomhed, men der er tale om små udsving og tilfældig variation, der gør at der ikke kan konkluderes videre.
- Tidsafstanden mellem cyklistens og bilistens passage af konfliktpunktet på ben 2 ligger på mellem 3,3 og 2,4 sekunder. Der er en tendens til, at tidsafstanden er størst for rundkørsler med korte tilbagetrækningslængder. For rundkørsler med lange tilbagetrækningslængder på 30, 40 og 50 m, er tidsafstanden mellem bilist og cyklist stort set ens. Det kan ses som udtryk for, at bilisterne ved de lange tilbagetrækningslængder tilpasser hastigheden frem mod konfliktpunktet, og at bilisternes bedømmelse af nødvendig sikkerhedsafstand til cyklisten er rimelig konsistent (se figur 15). Med undtagelse af ét enkelt tilfælde, er det i alle gennemkørsler cyklisten, der passerer konfliktpunktet før bilisten.

Resultaterne viser, at der er en række forhold, hvor forsøgsbilisternes samspilsadfærd afhænger af cykelstikrydsningens tilbagetrækningslængde. For flere forhold gælder det således, at der ved tilbagetrækningslængder omkring 15 – 20 m sker et skift i samspilsadfærd. Analysen viser også, at der tilsyneladende ikke er den store forskel på bilisternes samspilsadfærd for rundkørsler med tilbagetrækningslængder på over 30 m. De samlede resultater giver dog ikke grundlag for en mere entydig udpegning af, hvilken tilbagetrækningslængde, der er bedst og sikrest.

6 Oversigt til fast genstand i cirkulationsarealet

I delundersøgelse 2 – rundkørsler med fast genstand i cirkulationsarealet undersøges bilisters adfærd overfor en 15 cm høj genstand i cirkulationsarealet. Den faste genstand er her en træstamme som har en højde på 15 cm og en længde på 1 m. Højden af midterøen samt træstammens placering i cirkulationsarealet betyder, at bilisten først kan se træstammen, når han er kørt ind i selve cirkulationsarealet. (se figur 33). Rundkørslen er beliggende i åbent land med en hastighedsbegrænsning på 80 km/t. Placering og vinkling af træstammen er den samme for alle gennemkørsler.



Figur 33. Bilisten kører ind ad ben 1 og ud ad ben 4. Den faste genstand er placeret på strækningen mellem ben 3 og ben 4

Geometrien af den rundkørsel der benyttes i rundkørslen med den faste genstand er magen til den, der bliver benyttet i delundersøgelse 1. Dvs. at rundkørslen har en \emptyset -diameter på 10 m, et overkørselsareal på 2,5 m og et kørespor på 5 m.

6.1 Registrerede data

Følgende parametre er registreret:

- Forsøgsbilistens hastighedsprofil fra ankomsten til vigelinie og gennem rundkørslen indtil personen har passeret eller stopper ved træstammen.
- Hvornår træstammen første gang er inde i forsøgsbilistens synsfelt
- Hvornår forsøgsbilisten har det første registrerbare blik mod træstammen
- Afstand mellem bil og træstamme angivet i fugleflugtslinie
- Reaktionsid fra forsøgsbilist har det første registrerbare blik mod træstammen, til han evt. foretager en brat opbremsning eller undvigemanøvre
- Påkørsel af træstamme

Analyse af data

Der er i alt foretaget gennemkørsler af 26 rundkørsler med fast genstand i cirkulationsarealet. Heraf har det kun været muligt at foretage øjenregistreringer for 21 af kørslerne. Tre kørsler er frasorteret fordi eyetracket har været for dårligt, og andre to kørsler fordi der har holdt en simuleret bil i rundkørslen foran træstammen.



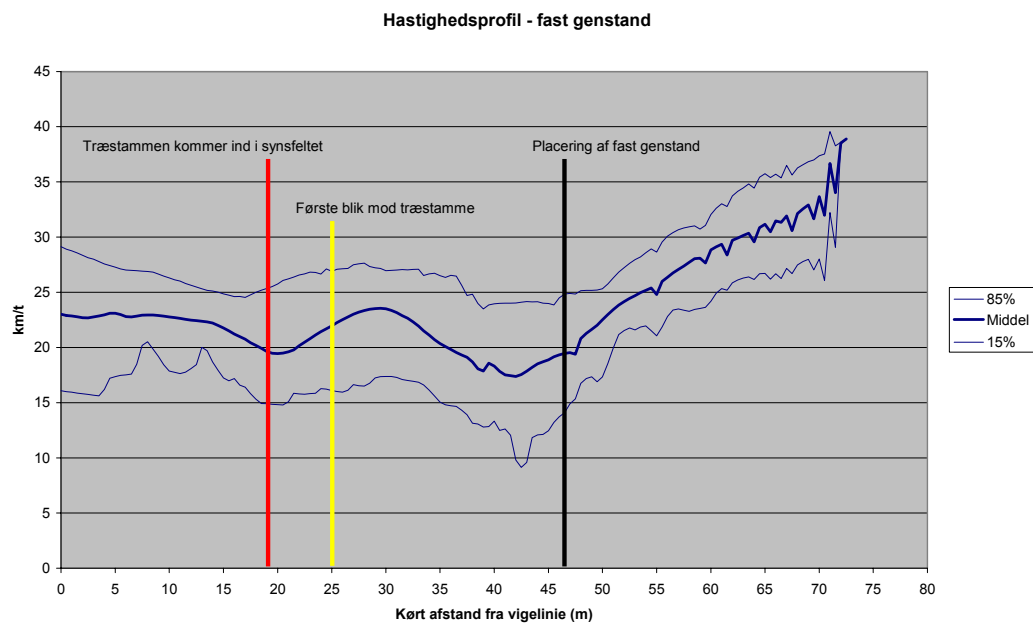
Figur 34. Forsøgsbilist kører gennem rundkørsel med fast genstand. Træstammen har en højde på 15 cm, og en bredde på 1 m. Ingen forsøgspersoner påkørte træstammen

I alle 21 kørsler har der været minimum et blik mod træstammen. Ingen af forsøgsbilisterne har påkørt træstammen eller på anden måde foretaget kraftige opbremsninger eller andre pludselige manøvrer ved kørsel frem til eller forbi træstammen.

Træstammen er i forsøgsbilistens synsfelt, når den er 19,2 m fra bilen. I gennemsnit går der 1,2 sek. og bilisten når at køre 5,7 m før han har det første blik mod træstammen. Alle forsøgsbilister har minimum ét blik mod træstammen. Der er ingen af forsøgsbilisterne, der påkører træstammen. Gennemsnitligt ser forsøgsbilisterne 0,7 sek. mod træstammen – fordelt på 2 til 3 blik per kørsel.

På figur 35, ses et gennemsnitligt hastighedsprofil for en kørsel gennem rundkørslen. Hastighedsprofilet er angivet, fra forsøgsbilisten kører ind i rundkørslen, til cirka 25 m efter passage af træstammen.

Den tid der går, fra bilisten har det første blik mod træstammen, til der foretages en reaktion i form af nedbremsning, kan betragtes som en slags reaktionstid. I 8 ud af de 21 gennemførte kørsler, foretager bilisten en opbremsning efter han har haft det første blik mod træstammen. Reaktionstiden ligger på mellem 0,1 og 1,5 sek, med en gennemsnitlig reaktionstid på 0,8 sek. Hvorvidt forsøgspersonernes reaktion rent faktisk skyldes at de ser træstammen eller skyldes andre forhold vides ikke med sikkerhed.



Figur 35. Gennemsnitligt hastighedsprofil for kørsler gennem rundkørsler med fast genstand

6.2 Konklusion

Der er intet i analysen, der tyder på, at bilisterne har problemer med at se og erkende en 15 cm høj og 1 m lang genstand i form af en træstamme placeret i cirkulationsarealet. Alle forsøgsbilister når at stoppe op, og der er således ikke registreret en eneste påkørsel.

7 Sammenfatning og konklusion

Vejdirektoratet har lavet en undersøgelse, der har til formål at undersøge samspilsadfærden mellem bilister og cyklister i relation til rundkørslers udformning med henblik på at forbedre trafiksikkerheden for cyklister og revurdere vejreglerne for udformning af rundkørsler.

Undersøgelsen er udført som et køresimulatorforsøg med brug af eyetracker til registrering af øjenbevægelser. Undersøgelsen er udført af Trafitec, som også har udarbejdet nærværende rapport. Simulatorkørslerne er foretaget i samarbejde med forskningscenteret SINTEF i Trondheim.

7.1 De tre delundersøgelser

Projektet indeholder tre delundersøgelser:

1. *Sampilsadfærd mellem bilister og cyklister ved tilbagetrukket cykelstikrydsning.*

For rundkørsler med tilbagetrukket cykelstikrydsning i åbent land undersøges, om det er muligt, ud fra et trafiksikkerhedsmæssigt perspektiv, at sige noget om, hvor lange sådanne tilbagetrækningslængder bør være. Det undersøges, om der findes en sammenhæng mellem bilisternes hastighedsprofil og øjenbevægelser og længden af cykelstikrydsningens tilbagetrækning.

2. *Oversigt til fast genstand i cirkulationsarealet.*

Det undersøges, om de gældende regler for oversigt til faste genstande i rundkørslers cirkulationsarealer er tilstrækkelige eller om der er behov for en revurdering heraf.

3. *Sampilsadfærd mellem cirkulerende cyklister og bilister*

For rundkørsler i byområder undersøges det, om man ved at ændre på oversigtsforhold og cyklistens synlighed kan påvirke trafikanterne til en mere trafiksikker samspilsadfærd.

Denne rapport indeholder beskrivelsen af delundersøgelse 1 og 2. Delundersøgelse 3 vil blive afrapporteret i en selvstændig rapport.

7.2 Samspilsadfærden mellem bilister og cyklister ved tilbagetrukket cykelstikrydsning

For rundkørsler med tilbagetrukket cykelstikrydsning i åbent land undersøges, om der findes sammenhænge mellem bilisternes hastighedsprofil, visuelle fokusering (øjnebevægelser) og længden af cykelstikrydsningens tilbagetrækning.

Forsøgsbilisternes adfærd observeres under gennemkørsel af rundkørslerne fra det tidspunkt, hvor de er 250 m fra indkørslen til rundkørslen, frem til det tidspunkt, hvor de har kørt 100 m efter udkørsel af rundkørslen. Der observeres på bilisternes øjenbevægelser og hastighedsprofil.

Bilistens øjenbevægelser registreres kontinuert fra det tidspunkt bilisten forlader rundkørslen og indtil bilisten har passeret cykelstikrydsningen. Registreringen kan vise, hvad bilisten ser på og hvor længe, der ses på bestemte elementer, som i denne situation drejer sig om cyklisterne og advarselstavlerne A21, der viser krydsende cyklister.

Desuden registreres tidsafstanden mellem bilistens og den krydsende cyklists passage af konfliktpunktet, som ligger på cykelstiens krydsning af udfarten.

7.3 Oversigt til fast genstand i cirkulationsarealet

Det undersøges, om bilister, der kører igennem en rundkørsel, kan nå at se, erkende og stoppe for en 15 cm høj og 1 m lang fast genstand i form af en træstamme placeret i cirkulationsarealet.

Undersøgelsen baseres på registrering af bilisternes hastighedsprofil og øjenbevægelser.

Hastighedsprofilet beskriver bilistens hastighed til et givet tidspunkt ved gennemkørslen af rundkørslen. Herudfra kan det bestemmes, om og i givet fald hvornår bilisterne bremser for at undgå kollision med den faste genstand.

Der foretages en registrering af bilistens øjenbevægelser, fra det tidspunkt, hvor bilisten kører ind i rundkørslen, til det tidspunkt, hvor bilisten har passeret træstammen. Ud fra videooptagelserne af bilistens visuelle fokusering kan det bestemmes, hvornår bilisten har mulighed for at se træstammen samt hvornår bilisten første gang fokuserer på den.

7.4 Resultater og konklusioner for rundkørsler med tilbagetrukket cykelstikrydsning

- Hastighedsprofilerne tyder på, at forsøgsbilisterne er opmærksomme på cykelstikrydsningen, og at de tilpasser hastigheden efter den krydsende cyklist – uanset tilbagetrækningens længde (se figur 13).
- Hastighedsprofilet for rundkørsler med lange tilbagetrækningslængder adskiller sig fra hastighedsprofilet for rundkørsler med kortere tilbagetrækningslængder:
 - trafikanternes hastighed cirka 100 m før der køres ind i rundkørslen, er væsentligt mindre for tilbagetrækningslængder på 40 og 50 m. Det skyldes, at forsøgsbilisterne 40m – 50 m før indkørsel i rundkørslen passerer cykelstikrydsningen på ben 1 (se figur 13).

- For lange tilbagetrækningslængder (30 m, 40 m og 50 m) når de udkørende bilister at accelerere op, inden de igen nedsætter hastigheden, før de ankommer til konfliktpunktet ved cykelstikrydsningen på ben 2 (se figur 13).
- Gennemsnitshastigheden ved indkørsel til rundkørslen ligger generelt mellem 20 km/t og 22 km/t, og er hermed uafhængig af tilbagetrækningslængden (se figur 14).
- Gennemsnitshastigheden ved udkørsel fra rundkørslen varierer mellem 15 km/t og 22 km/t. Hastigheden er højst (22 km/t) for rundkørsler med tilbagetrækningslængde på 3 m. Derefter falder hastigheden med stigende tilbagetrækningslængde op til omkring 15 m (15 km/t), hvorefter hastigheden ud af rundkørslen igen stiger jævnt i takt med stigende tilbagetrækningslængde (se figur 14).
- Gennemsnitshastigheden ved passage af konfliktpunktet ligger mellem 24 km/t og 32 km/t. Hastigheden stiger med stigende tilbagetrækningslængde op til 20 m, hvorefter gennemsnitshastigheden stagnerer omkring 32 km/t. (se figur 14).
- Minimumshastigheden for gennemkørslen ligger for alle rundkørsler ud af ben 2 inden konfliktpunktet passerer (se figur 13).
- Den mindste gennemsnitshastighed i forløbet forekommer i en afstand af 12 til 20 m før konfliktpunktet, umiddelbart efter det punkt, hvor forsøgspersonerne har haft den største visuelle fokusering mod cyklisten. Denne tendens gælder for alle rundkørsler uanset tilbagetrækningslængde (se figur 25-32).
- For rundkørsler med relativt korte tilbagetrækningslængder på 3 - 20 m har forsøgsbilisten det første blik mod cyklisten 6,7 til 9,7 sekunder efter det tidspunkt, hvor cyklisten første gang er synlig. I det samme tidsrum når forsøgsbilisten at køre 100 m til 140 m. For rundkørsler med lange tilbagetrækningslængder på 30 - 50 m har forsøgsbilisten det første blik mod cyklisten allerede 2,1 - 4,7 sek. efter at cyklisten første gang er synlig for bilisten. I det samme tidsrum når bilisten kun at tilbagelægge en strækning på 37 m til 60 m. Forsøgsbilisternes visuelle opmærksomhed overfor cyklisterne opstår altså tidligere i kørselsforløbet for de lange tilbagetrækningslængder. (se figur 17 og figur 18)
- For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 15 m og mere kører cyklisten midlertidigt ud af forsøgsbilistens synsfelt, når bilisten nærmer sig indkørslen til rundkørslen. Når cyklisten kommer ind i synsfeltet anden gang, går der kun mellem 0,7 og 2,8 sek., inden forsøgsbilisten fokuserer på cyklisten, og i det korte tidsrum tilbagelægger bilisten en strækning på mellem 7 og 16 m (se figur 17 og figur 18).

- Forsøgsbilister bruger 10 til 28% af den tid, cyklisten er i synsfeltet, til at fokusere på cyklisten. Ved de korte tilbagetrækningslængder på 3 m, 5 m og 10 m bruger bilisterne en mindre del af tiden (10 – 16 %) til at se på cyklisten, sammenlignet med de længere tilbagetrækningslængder (19 – 28%), (se figur 19). Den største visuelle fokusering mod cyklisten foregår, når bilisten kører ud af rundkørselens ben 2 i en afstand af 10 - 15 m før konfliktpunktet (se figur 25-32)
- Forsøgsbilisterne har i gennemsnitligt 3,5 til 5,6 blik mod cyklisten per gennemkørsel. Antallet af blik for tilbagetrækningslængder på 15 m og derover synes at ligge nogenlunde stabilt på 5, - 5,6 mens antallet af blik synes at være lidt mindre for de korte tilbagetrækningslængder. (se figur 20)
- I rundkørsler, hvor tilbagetrækningslængden for cykelstikrydsningen er mere end 5 m er der opsat to advarselstavler A21, hhv. i tilfarten (skilt 1) og ved udkørsel fra cirkulationsarealet (skilt 2):
 - I 27 – 58 % af gennemkørslerne ser bilisten på skilt 1. Andelen er størst for de korte tilbagetrækningslængder. Der er en tendens til at andelen der ser mod skilt 1 falder med stigende tilbagetrækningslængde op til omkring 20 - 30m, hvorefter det stagnerer (se figur 22).
 - Kun i 17 – 48 % af gennemkørslerne har bilisterne rettet blikket mod skilt 2. Andelen er klart mindst for den korte tilbagetrækningslængde på 10 m (se figur 23). Resultatet bekræfter således antagelsen om, at en stor del af bilisterne ikke når at se advarselstavlen A21 ved udkørslen fra cirkulationsarealet. Tavlen er placeret lige dér, hvor svingmanøvren foregår, og en stor del af bilistens opmærksomhed er rettet dels mod selve svingmanøvren og dels mod det ukendte, der venter forude i det nye ”trafikrum”, der åbner sig for bilisten. For de relativt korte tilbagetrækningslængder skal bilisten samtidig være opmærksom på selve konfliktpunktet ved cykelstikrydsningen, som ligger umiddelbart efter udkørslen af rundkørslen.
 - Totalt set fokuserer bilisterne gennemsnitligt mellem 0,28 sek. og 0,95 sek. på skilt 1 og mellem 0,26 sek. og 0,50 sek. på skilt 2 i løbet af en gennemkørsel. De bilister, der ser på A21 tavlerne, har 1-2 blik per skilt per gennemkørsel.
- Forsøgspersonernes visuelle opmærksomhed mod skilt 1 er størst i en afstand af 10 til 35 m før skiltet. Den største visuelle fokusering på skilt 2 sker cirka 15 til 22 m i køreafstand fra skiltet, dvs. når bilisten befinder sig inde i cirkulationsarealet (se figur 25-32).

- For rundkørsler med tilbagetrækningslængder på 20 m og længere, er der omkring indkørslen til rundkørslen korte perioder, hvor forsøgsbilisterne faktisk fokuserer mere på skilt 2 end de fokuserer på cyklisten (figur 25-32). Det kunne se ud som om, at cyklisten og skilt 2 i dette område ”konkurrerer” om forsøgsbilistens opmærksomhed, men der er tale om små udsving og tilfældig variation, der gør at der ikke kan konkluderes videre.
- Tidsafstanden mellem cyklistens og bilistens passage af konfliktpunktet på ben 2 ligger på mellem 3,3 og 2,4 sekunder. Der er en tendens til, at tidsafstanden er størst for rundkørsler med korte tilbagetrækningslængder. For rundkørsler med lange tilbagetrækningslængder på 30, 40 og 50 m, er tidsafstanden mellem bilist og cyklist stort set ens. Det kan ses som udtryk for, at bilisterne ved de lange tilbagetrækningslængder tilpasser hastigheden frem mod konfliktpunktet, og at bilisternes bedømmelse af nødvendig sikkerhedsafstand til cyklisten er rimelig konsistent (se figur 15). Med undtagelse af ét enkelt tilfælde, er det i alle gennemkørsler cyklisten, der passerer konfliktpunktet før bilisten.

Resultaterne viser, at der er en række forhold, hvor forsøgsbilisternes samspilsadfærd afhænger af cykelstikrydsningens tilbagetrækningslængde. For flere forhold gælder det således, at der ved tilbagetrækningslængder omkring 15 – 20 m sker et skift i samspilsadfærden. Analysen viser også, at der tilsyneladende ikke er den store forskel på bilisternes samspilsadfærd for rundkørsler med tilbagetrækningslængder på over 30 m. De samlede resultater giver dog ikke grundlag for en mere entydig udpegning af, hvilken tilbagetrækningslængde, der er bedst og sikrest.

7.5 Resultater og konklusioner for rundkørsler med fast genstand i cirkulationsarealet

Resultaterne af analysen viser, at bilisterne ikke har problemer med at se og erkende en 15 cm høj og 1 m lang genstand i form af en træstamme placeret i cirkulationsarealet. Alle forsøgsbilister har minimum 1 blik mod træstammen og alle når at stoppe op. Der er således ikke registreret en eneste påkørsel af træstammen og heller ikke katastrofeopbremsninger.

Bilag 1 Litteraturstudie

Statistikken har gennem en årrække vist at der sker forholdsvis mange uheld mellem ind- og udkørende biler og cirkulerende cyklister. Nedenfor er gengivet en række danske studier, der beskriver hvad man ved om cyklisters sikkerhed i rundkørsler.

Statistikken har gennem en årrække vist at anlæg af rundkørsler generelt har en god trafiksikkerhedseffekt specielt for motorkøretøjer. Desværre er ulykkesstatistikken for cyklister ikke så gunstig. Langt de fleste uheld i rundkørsler med cyklister involveret sker mellem indkørende biler og cirkulerende cyklister efterfulgt af uheld mellem udkørende biler og cirkulerende cyklister. Flere studier har prøvet at klarlægge, om anlæg af cykelfacilitet i selve cirkulationsarealet har en betydning for sikkerheden, men uden held [1; 2].

De samme to studier [1;2], har ligeledes forsøgt at belyse om andre geometriske variable har indflydelse på sikkerheden. I studie [1] fandt man for 4-benede rundkørsler på middelhastighedsklasseveje i byer, at en samlet bredde på et énsporet cirkulationsareal på mellem 6,75 og 8,25 m var at foretrække, og at en bredde på 7,5 m incl. overkørselsareal gav de sikreste forhold. Her var personskadeuhedsfrekvensen lav, mens materielskadeuhedsfrekvensen var lavest ved et lidt smallere cirkulationsareal. Ligeledes fandt man at den indskrevne cirkel, i denne type af rundkørsler, burde være mellem 30 og 35 m, svarende til en Ø-diameter på 15-17 m. Ved en gennemsnitlig Ø-diameter på 15-17 m opnåede man en mærkbar forsætning af bilernes rute gennem rundkørslerne. For tilfarterne fandt man, at bredder på op til 3,6 m medvirkede til en god sikkerhed i forbindelse med denne type af rundkørsler. For frafarterne fandt man ligeledes at bredder mellem 3,4 og 3,8 m gav mulighed for at fremme en sikker kørsel.

I studie [2] hvor et af de væsentligste formål var at belyse de geometriske forholds betydning for sikkerheden fandt man, at variationerne i uheldstallene i store træk kunne forklares ved variationen i trafiktal. Det betyder at man ud fra disse data ikke kan forvente de store effekter af den geometriske udformning som f.eks. cirkulationsarealets bredde og midterøens diameter.

Flere danske undersøgelser peger på, at uheld mellem indkørende biler og cirkulerende cyklister sker fordi indkørende bilister ikke ser cyklisten. I en dansk undersøgelse [3] blev det konstateret, at indkørende bilister i rundkørsler overser cirkulerende cyklister, fordi de hovedsageligt fokuserer på andre bilister. I en række dybdeinterviews af trafikanter involveret i ”næsten ulykker” i vigepligtskryds eller rundkørsler, konstateres at de fleste bilister, der er involveret i næsten ulykker i rundkørsler, har holdt stille ved vigelinien inden de kører ind i rundkørslen. Bilisterne angiver selv, at de har orienteret sig overfor cirkulerende trafik inden de kører ind i rundkørslen, men alligevel kan det konstateres, at de har overset en cirkulerende cyklist.

I forbindelse med et andet studie [1], blev der foretaget en gennemlæsning af politirapporter for 24 uheld med cyklister og knallertkørere i rundkørsler (19 cyklister og 5 knallertkørere). Oversigtsforholdene var i alle tilfælde betegnet som gode, og de fleste uheld var sket i dagslys med tørt og sigtbart vejr. 16 af de 24 uheld skete mellem indkørende bilister og cirkulerende cyklister. I 2 af de 16 uheld kom cyklisten kørende modsat bilens køreretning. I 11 af de 14 uheld er bilisten kørt frem mod vigelinien og orienteret sig, mens han nærmede sig rundkørslen, men uden at holde stille ved vigelinien. I de fleste tilfælde har bilisten slet ikke set cyklisten inden påkørslen. I to tilfælde har bilisten standset ved vigelinien inden han kørte ind i rundkørslen, men han har haft sin opmærksomhed rettet mod andre modpart end cyklisten, eller cyklisten og bilisten har misforstået hinanden med hensyn til hvem der skulle holde tilbage for modparten. Cyklisterne har i godt halvdelen af tilfældene oplyst, at de har set bilisten men troede, at denne ville standse, mens 1 knallertkører slet ikke har opdaget bilisten. I de 5 udkørselsuheld er der involveret 3 cyklister og 2 knallertførere. Der sker undertiden den misforståelse, at bilisten har forventet, at 2-hjuleren skal køre ned ad samme vej som bilisten – uden at der var en grund til dette.

Samlet set kan det konkluderes, at uheld mellem indkørende bilister og cirkulerende to-hjulere ofte sker, fordi bilisten ikke har set den cyklist han kolliderer med før i sidste øjeblik eller i kollisionsøjeblikket. Det er gennemgående for begge studier [1; 3] at den indkørende bilist har bremsset til meget lav hastighed eller stop, før han er kørt ind i rundkørslen.

Studiet [3] indeholder også et mindre tidsgabstudie, hvor man ser på hvor stort et tidsgab i sekunder indkørende biler accepterer, før de kører ind i rundkørslen. Resultaterne viser, at tidsgabet er mindst i de situationer, hvor der kun har været en cyklist tilstede i cirkulationsarealet, og størst i de situationer hvor der både har været en bilist og en cyklist tilstede i cirkulationsarealet. Resultaterne tyder på, at indkørende bilister i højere grad fokuserer på cirkulerende bilister frem for cirkulerende cyklister. Når en bilist kører ind i rundkørslen opdager han i højere grad cirkulerende cyklister, hvis der samtidigt er en cirkulerende bilist tilstede. I de tilfælde hvor der kun er en cyklist tilstede i cirkulationsarealet, er bilisterne mere tilbøjelige til at overse eller til at opdage cyklisten for sent.

I forbindelse med begge studier [1; 3] må det formodes, at bilisten har kunnet se cyklisten. Dvs. at cyklisten har været på bilistens nethindebillede, men uden at blive opfattet. Det interessante er nu hvorfor cyklisterne overses. En hypotese kan være, at bilisterne er optaget af at registrere om der er andre *biler* i cirkulationsarealet de skal vige for, fordi de ubevidst ser efter trafikanter, som udgør den største fare for dem selv - og her er cyklister en mindre farlig modpart end bilister. En anden forklaring kan være, at cyklisten har været skjult i den blinde vinkel bilisten har skråt til venstre for indkørende biler, og skråt bagud for udkørende biler.

Litteraturstudiet bygger på følgende undersøgelser:

- 1 Trafiksikkerhed i 82 rundkørsler – anlagt efter 1985, rapport 4 1994. Trafiksikkerhed og Miljø, Vejplanområdet Vejdirektoratet og Institut for Veje Trafik og Byplan, DTU. 1994
- 2 Trafiksikkerhed i rundkørsler i Danmark. En analyse af uheld i danske rundkørsler i årene 1991-1996. Rapport 235. Vejdirektoratet. 2002
- 3 Looked-but-failed-to-see Errors in Traffic (DRAFT). Two Pilot Studies.
Mai-Britt Herslund and Niels. O. Jørgensen. 2000
- 4 Sikkerhedseffekter af nye vejudformninger for cyklister, Notat nr. 63
Vejdirektoratet. 1999

Bilag 2 Verbal information til bilister

Følgende information blev givet til forsøgspersonerne inden forsøgsstart

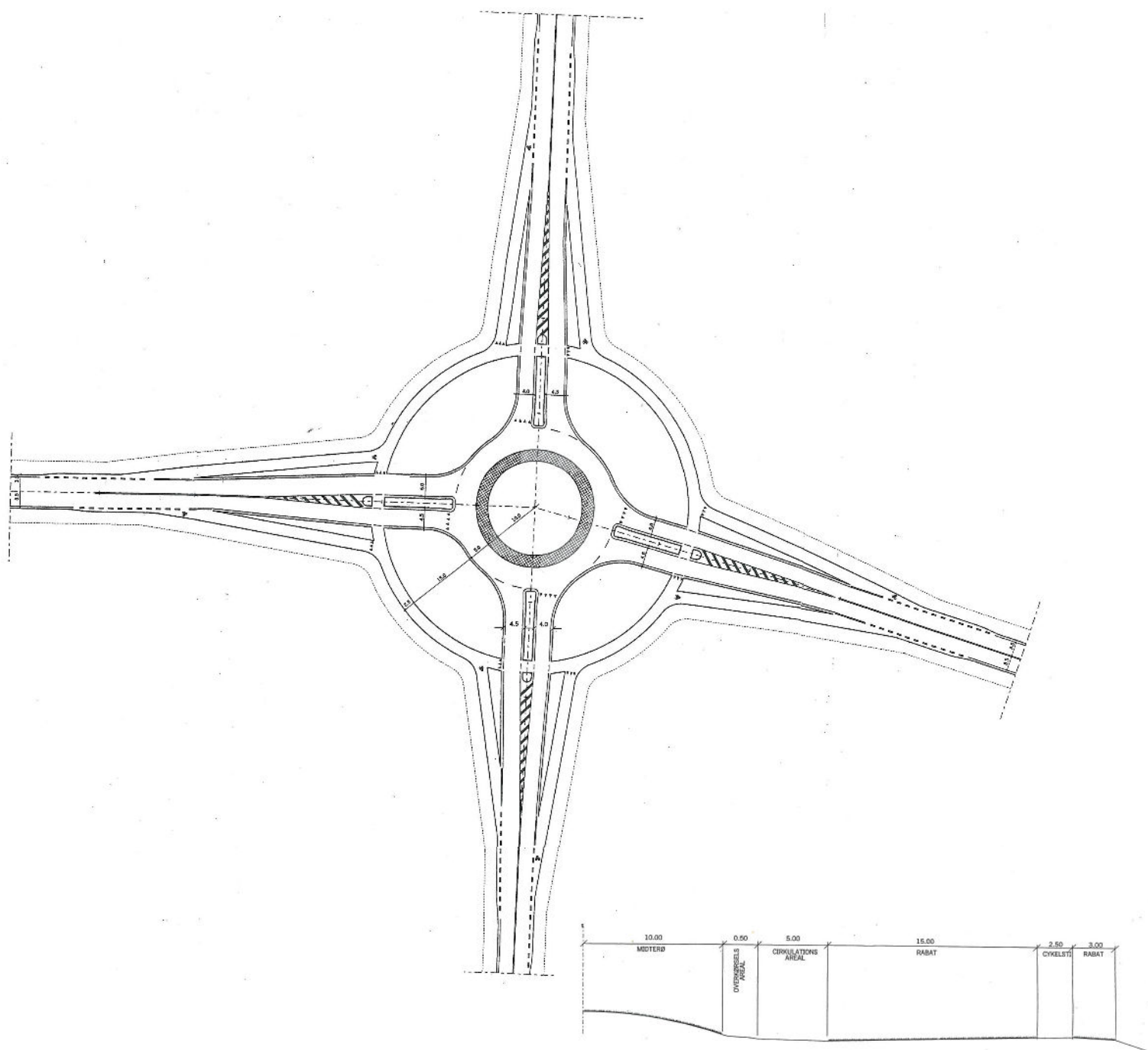
(stikord til mundtlig information før start)

- Vi vil gerne forbedre trafiksikkerheden på vores vejnet og har derfor brug for mere viden om, hvordan bilister reagerer under forskellige forhold i trafikken.
- Vi bruger simulatoren for at kunne undersøge mange ting på én gang, og for at sikre at alle forsøgspersoner kører under de samme trafikforhold.
- Når du kører i simulatoren vil vi ved hjælp af en eyetracker registrere hvad du kigger på. Eyetrackeren består af videokameraer i bilens instrumentbræt som filmer øjets og ansigtets bevægelser. Eyetrackeren er ikke farlig for dine øjne.
- Du skal bare køre i bilen som du plejer når du kører på vejnettet
- Det hænder at folk kan føle ubehag ved kørsel i simulatoren, som regel går det dog hurtigt over igen. Men du kan altid sige fra hvis du synes at det bliver et problem
- Du skal køre i alt 2 til 7 ruter i simulatoren. Mellem hver kørsel vil du få en kort pause hvor du har mulighed for, at få lidt at drikke og trække lidt frisk luft. Hver køretur varer ca. 15-25 minutter
- Under selve køreturen i simulatoren vil instruktøren løbende orientere dig om, hvilke rutevalg du skal gøre. Et eksempel kan være, at instruktøren fortæller dig, at du skal dreje til venstre i næste vejkryds
- Ved kørsel i by er der en skiltet hastighed på 50 km/t og hvis du kører i åbent land er den skiltede hastighed 80 km/t.
- Under kørslen sidder du alene i bilen, men der er samtaleanlæg i bilen, så vi kan høre hvad du siger og i det omfang det er nødvendigt kommunikere med hinanden
- Hvis du har nogle spørgsmål angående forsøget eller andet, så bare spørg.

Før forsøget går i gang har vi brug for nogle baggrundsoplysninger, og vi vil derfor bede dig udfylde et skema

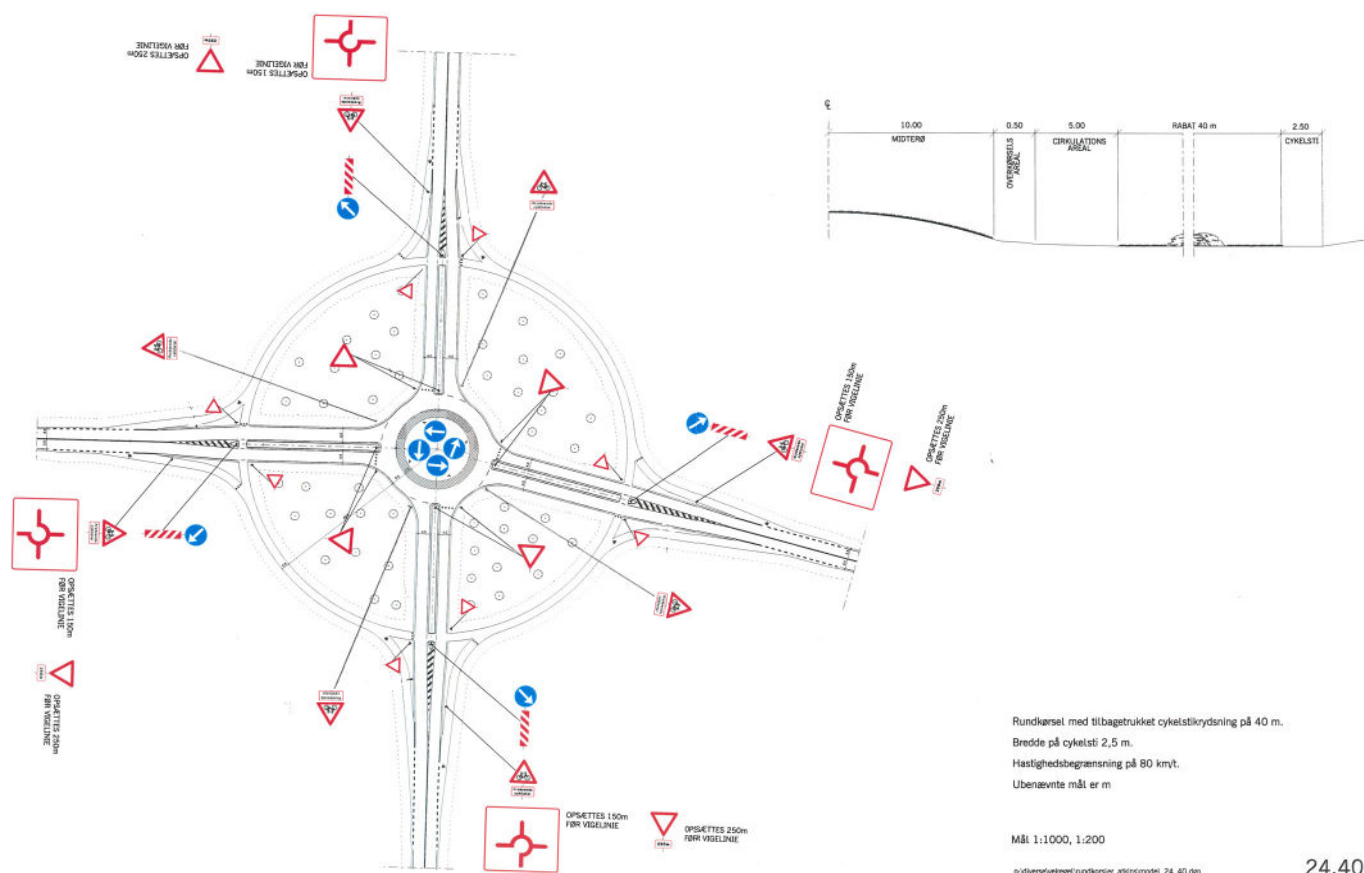
Bilag 3. Eksempel på plantegning

Nedenfor er vist den plantegning som ligger til grund for rundkørslen med en tilbagetrukket cykelstikrydsning på 15 m. Det er bl.a. ud fra plantegninger af denne type som rundkørselsdatabasen er lavet.



Bilag 4 Eksempel på skilteplan

Nedenfor er angivet en skilteplan for en rundkørsel med tilbagetrækningslængde på 40 m. Tilsvarende skilteplaner er udført for rundkørsler med tilbagetrækningslængder på hhv. 3, 5, 10, 15, 20, 30 og 50 m.



Bilag 5 Spørgeskema til forsøgspersoner

Nedenstående spørgsmål blev givet til forsøgspersonerne inden de gik i gang med forsøget.

1. Generelle Oplysninger

Fødselsdato: _____

Kryds af for køn: Mand: _____
Kvinde: _____

Hvor mange år har du haft kørekort?: _____ år

Hvor mange kilometer kører du ca. hvert år?: _____ km

Profession?: _____

2. Generelle helbredsoplysninger mv.

Har du inden for den sidste uge lidt af kvalme, svimmelhed eller hovedpine?: Ja: _____ Nej: _____

Har du indenfor den sidste måned lidt af svimmelhed eller hovedpine?: Ja: _____ Nej: _____

Føler du dig pt. oplagt og udhvilet?: Ja: _____ Nej: _____

Bruger du nogen form for medicin?: Ja: _____ Nej: _____

Hvis ja, hvilke former for medicin?:

Bruger du briller eller kontaktlinser, og hvis ja hvilken styrke: Ja: _____ Nej: _____
styrke: _____

Yderligere information:

Tak fordi du udfyldte skemaet.

Nedenstående spørgsmål blev givet til forsøgspersonerne ved afslutning af forsøget.

Afsluttende spørgsmål:

Nu er forsøget færdigt. Vi vil som afslutning bede dig svare på nogle spørgsmål, om hvordan du synes det har været at køre i simulatoren.

1. Generelle oplysninger:

a) Hvor ofte spiller du computerspil: Hver dag: ____ Et par gange
om ugen: ____ Sjældent eller aldrig: ____

b) Har du kørt i bilsimulator før? Ja: ____ Nej: ____
Hvis ja, hvor mange gange? ____ gange

2. Hvor realistisk var kørslen i simulatoren?

Hvor realistisk var køresimulatoren med hensyn til køreoplevelsen mht. nedenstående faktorer. Sæt ring rundt om tallet der angiver hvor realistisk du oplevede følgende:

	Ikke realistisk		Realistisk			Meget realistisk	
	1	2	3	4	5	6	7
Cyklister:	1	2	3	4	5	6	7
Bilister:	1	2	3	4	5	6	7
Brug af rat i forbindelse med svingning:	1	2	3	4	5	6	7
Udsyn fra sideruder:	1	2	3	4	5	6	7
Krydsende trafik:	1	2	3	4	5	6	7
Trafik bag bilen:	1	2	3	4	5	6	7
Udvendigt sidespejl:	1	2	3	4	5	6	7
Rundkørsler:	1	2	3	4	5	6	7
Kryds:	1	2	3	4	5	6	7
Landeveje:	1	2	3	4	5	6	7

	Ikke realistisk		Realistisk		Meget realistisk		
Veje i byområde:	1	2	3	4	5	6	7
Skilte:	1	2	3	4	5	6	7
Vejafmærkning:	1	2	3	4	5	6	7
Omgivelserne:	1	2	3	4	5	6	7
Fornemmelse af hastighed:	1	2	3	4	5	6	7
Fornemmelse af acceleration:	1	2	3	4	5	6	7
Fornemmelse af bremsning:	1	2	3	4	5	6	7
Motorlyd:	1	2	3	4	5	6	7
Fornemmelse af sidekræfter:	1	2	3	4	5	6	7
Vejfølelse:	1	2	3	4	5	6	7
Fornemmelse af Vejbump:	1	2	3	4	5	6	7
Ujævnheder på vejene:	1	2	3	4	5	6	7

3. Vurdering af ubehag. Følte du ubehag under køreturen som:

Svimmelhed: Ja: _____ Lidt: _____
Nej: _____

Kvalme: Ja: _____ Lidt: _____
Nej: _____

Hovedpine: Ja: _____ Lidt: _____
Nej: _____

Træthed i øjnene: Ja: _____ Lidt: _____
Nej: _____

Følelse af at flyde
eller svømme på vejen: Ja: _____ Lidt: _____
Nej: _____

Usikkerhed vedrørende
kontrol af bilen: Ja: _____ Lidt: _____
Nej: _____

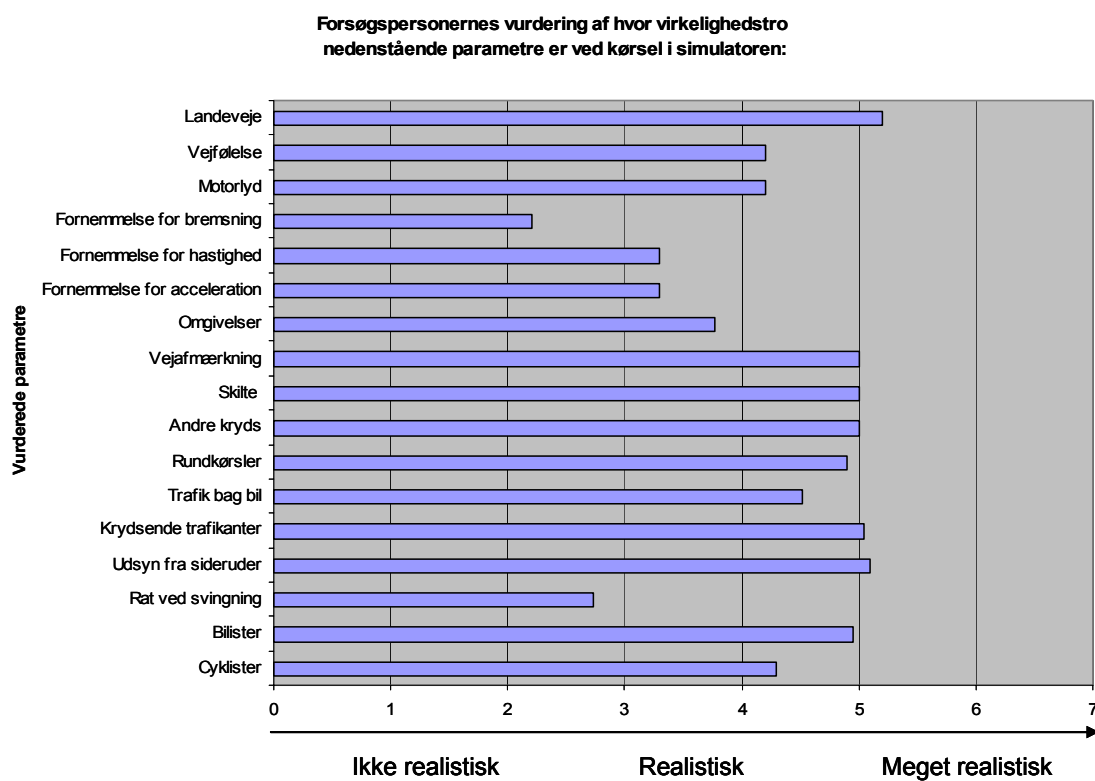
Måtte du afbryde
kørslen pga. ubehag?: Ja: _____
Nej: _____

Vi takker for din deltagelse i forsøget. Hvis du har nogen kommentarer eller andre synspunkter, kan du skrive dem her:

Bilag 6 Vurdering af simulatorens virkelighedsgrad

Nedenfor følger en opgørelse over hvor realistisk forsøgspersonerne fandt turen i køresimulatoren med hensyn til køreoplevelsen mht. nedenstående faktorer. Skalaen er inddelt efter i karakterer fra 1 til 7 hvor karakteren stiger i takt med hvor realistisk forsøgspersonen fandt den enkelte faktor.

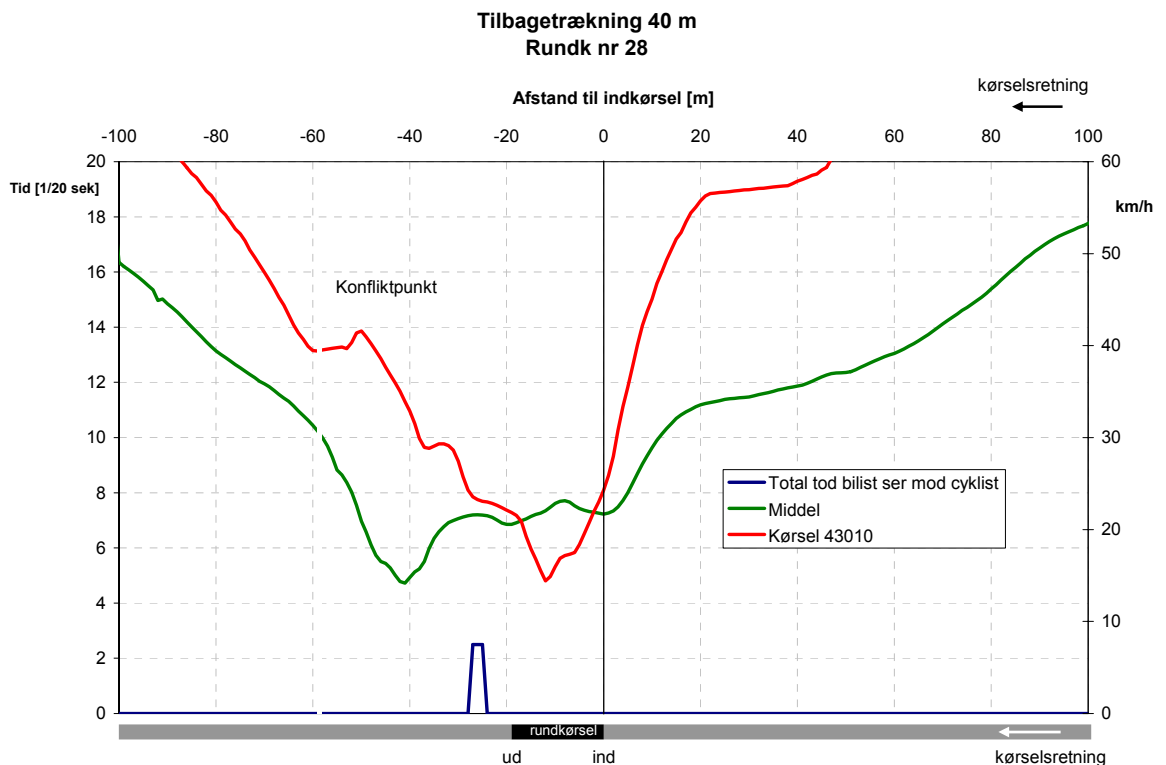
Langt de fleste parametre får en karakter der ligger på realistisk. De parametre hvor karakteren ligger under middel er; fornemmelse for hastighed, acceleration, deceleration samt brugen af rat ved svingning. Alle disse parametre kan relateres til at simulatorbilen ved manøvrering ikke medfører at bilen bevæger sig på samme måde som en almindelig bil vil gøre det.



Bilag 7 Forsøgskørsel nr. 43010 - Bilist passerer konfliktpunkt før cyklist

Som tidligere nævnt, har gennemgangen af resultater vist, at bilisterne i langt de fleste tilfælde vælger at lade cyklisten foretage en krydsning inden de selv passerer konfliktpunktet. Men der er to tilfælde hvor bilisten valgte at passere Cykelstikrydsningen før cyklisten. På grund af fejl i data fra simulatoren har vi kun simulatordata fra den ene af de to kørsler. Spørgsmålet er nu, hvorfor denne bilist valgte at køre før cyklisten. Nedenfor følger en beskrivelse af forsøgspersonens kørsel igennem observationsfeltet set i forhold til en gennemsnitlig bilists adfærd.

I figur 1, ses hastighedsprofilen for forsøgspersonen set i forhold til det gennemsnitlige hastighedsprofil for alle kørsler. Det ses tydeligt, at forsøgspersonens hastighed frem mod rundkørslen er væsentligt højere end for gennemsnitsbilisten. Bilistens hastighed ved kørsel ind i og ud af rundkørslen er en anelse højere end gennemsnitsbilistens, mens bilistens hastighed på 39 km/t i konfliktpunktet er væsentligt højere end gennemsnitsbilistens som er 31 km/t (se tabel 1).



Figur 1. Hastighedsprofilen for forsøgsbilist 43010 er vist i den røde graf. Den blå graf viser bilistens blikprofil mod cyklisten. Den grønne graf angiver det gennemsnitlige hastighedsprofil for alle kørsler gennem rundkørslen med tilbagetrækningslængde på 40 m.

Denne bilist har kun ét blik mod cyklisten. Længden af blikket er 0,25 sek. Forsøgsbilisten har ingen registrerbare blik mod de to advarselsskilte med angivelse af krydsende cyklister.

Tilbagetrækningslængde 40 m	Kørsel 43010	Middelværdi for alle kørsler
Hastighed ved indkørsel	24 km/t	22 km/t
Hastighed ved udkørsel	23 km/t	21 km/t
Hastighed i konfliktpunkt	39 km/t	31 km/t
Tidsafstand i konfliktpunkt	2,0 sek.	2,5 sek.
Antal blik mod cyklist	1	5,3
Tidsafstand fra cyklist er synlig til det første blik	0,85 sek.	0,33 sek.
Andel af tid bilist ser mod cyklist når cyklisten er i synsfeltet	3%	28%

Tabel 1. Hovedtal for kørsel 43010 og de tilsvarende middelværdier for samtlige kørsler der er foretaget gennem rundkørsler med tilbagetrækningslængde på 40 m

Denne forsøgsperson kører generelt hurtigere end gennemsnitsbilisten. Han vælger mindre sikkerhedsafstand i konfliktpunktet. Det gennemsnitlige antal blik og den samlede tid han har sin visuelle opmærksomhed rettet mod cyklisten er generelt lavere end gennemsnittet.



Figur 2. Forsøgsperson 43010 har kun ét registrerbart blik mod cyklisten i en afstand af ca. 35 m fra konfliktpunktet. Herefter ser forsøgspersonen ligefrem med blikket hvilende ligefrem på midten af vejen hvorefter han passerer krydsningspunktet på ben 2 før cyklisten

Der er således ikke noget der tyder på at køreadfærden er væsentligt anderledes i den situation hvor han vælger at passere konfliktpunktet før cyklisten set i forhold til de to tilfælde hvor han passerer konfliktpunkter efter cyklisten har passeret.