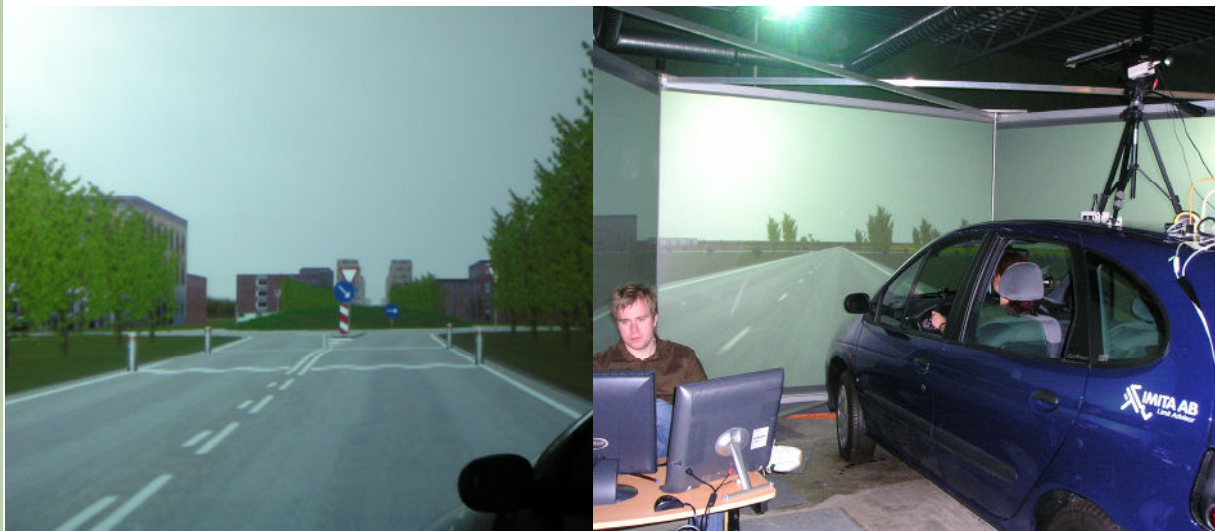


OverSIGTSarealer i rundkørsler

Simulatorforsøg DEL 2

Samspilsadfærd mellem cirkulerende cyklister og indkørende bilister



Belinda la Cour Lund
Lene Herrstedt
Poul Greibe

Oktober 2007

Indhold

Sammenfatning.....	5
1 Indledning.....	9
1.1 Baggrund og formål.....	9
1.2 De tre delundersøgelser	9
1.3 Delundersøgelse 3.....	10
2 Køresimulator og eyetracker	12
2.1 Køresimulator	12
2.2 Eyetracker	14
3 Forsøgsopsætning	19
3.1 Opbygning af databaser	19
3.2 Beskrivelse af de 21 rundkørsler	19
3.2.1 Design og skiltning af de 7 rundkørselstyper	21
3.2.2 Variation af oversigtsforhold.....	24
4 Metode og måleprogram	26
4.1 De to databaser	26
4.2 Forsøgspersoner.....	27
4.3 Observationsfelt.....	28
4.4 Opbygning af scenarier for kørsel i byrundkørsler.....	29
4.5 Design af rundkørsler med og uden cykelanlæg	30
4.6 Registrering af parametre i simulatoren	32
4.7 Forsøgskritik	33
5 Analyse.....	35
5.1 Test af data.....	36
5.2 Hastighedsprofiler	36
5.3 Tidsafstand i konfliktpunkt.....	40
5.4 Registrering af øjenbevægelser	43
5.4.1 Det første blik mod cyklist	44
5.4.2 Andel af tid bilist fokuserer mod cyklist	47
5.4.3 Antal blik mod cyklist	51
5.5 Hastighedsprofil og øjenbevægelser.....	52
5.6 Kørsler hvor bilist passerer konfliktpunkt før cyklist.....	55

6	Resultater og konklusioner	59
6.1	Hastighedsprofiler	59
6.2	Tidsafstand i konfliktpunktet.....	60
6.3	Detekteringstid.....	60
6.4	Andel af tid bilist ser mod cyklist.....	61
6.5	Antal blik mod cyklist	62
6.6	Kombineret hastigheds- og blikprofil.....	62
6.7	Situationer hvor bilisten passerer konfliktpunkt før den cirkulerende cyklist.....	63
6.8	Opsamling.....	63
7	Diskussion.....	65
	Bilag 1 Plantegninger af de 7 rundkørselsdesigns	69
	Bilag 2 Verbal information til bilister inden start.....	84
	Bilag 3 Spørgeskema til forsøgspersoner.....	85
	Bilag 4. Vurdering af virkelighedsgrad	90
	Bilag 5 Hastighedsprofiler for de 21 rundkørsler.....	91
	Bilag 6 Tidsafstand i konfliktpunkt	108
	Bilag 7 Detekteringstid for det første blik mod cyklist	109
	Bilag 8 Registrering af øjenbevægelser	112
	Bilag 9 Hastigheds- og blikprofil.....	117
	Bilag 10 Tidsafstand fra cyklist starter til den ankommer i konfliktpunkt samt bilistens afstand til konfliktpunkt når cyklist ankommer	128
	Bilag 11 Oversigtstabel med angivelse af rundkørselsdesign og nummerering af rundkørsler	131

Sammenfatning

Formål og baggrund

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.

Vejdirektoratet har på den baggrund lavet en undersøgelse af 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. Bilistens adfærd er i undersøgelsen vurderet på basis af en række målelige adfærdsparametre. Disse adfærdsparametre er primært knyttet til køretøjets hastighed, køretøjets placering i forhold til cyklisten samt bilistens visuelle fokusering mod cyklisten. De målte adfærdsparametre er sammenholdt med rundkørselsdesign og oversigtsforhold.

Spørgsmålet er om, og i givet fald hvordan, de målte adfærdsparametre kan knyttes til en ”sikkerhedsmæssig fornuftig adfærd” og dermed indikere et forbedret eller forværret sikkerhedsniveau for den undersøgte rundkørsel.

Projektet er udført af Trafitec for Vejdirektoratet i samarbejde med Forskningscenteret SINTEF i Trondheim, Norge.

Forsøgsdesign

Ved brug af køresimulator med samtidig brug af eyetrackerudstyr er lavet en analyse af bilisters samspilsadfærd overfor cirkulerende cyklister i byrundkørsler med og uden cykelanlæg, samt med varierende oversigtsforhold. Der indgår i alt 7 forskellige rundkørselsdesigns, som alle er afprøvet med tre varierende oversigtsforhold (se nedenstående tabel). Alle tre typer af oversigtsforhold opfylder vejreglernes krav til oversigtsforhold.

Rundkørselsdesign og nummerering af de 21 rundkørsler	Oversigtsforhold		
	Gode	Middel	Acceptable
<i>Rundkørselsdesign 1:</i> Cykelsti i tilfart, cykelsti i cirkulationsareal	1	8	15
<i>Rundkørselsdesign 2:</i> Cykelsti i tilfart, blå cykelbane i cirkulationsareal	2	9	16
<i>Rundkørselsdesign 3:</i> Cykelsti i tilfart, cykelsti i cirkl. areal - orange rækværk mellem vejkant og fortov	3	10	17
<i>Rundkørselsdesign 4:</i> Cykelsti i tilfart, bump i tilfart cykelsti i cirkulationsareal	4	11	18
<i>Rundkørselsdesign 5:</i> Intet cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen	5	12	19
<i>Rundkørselsdesign 6:</i> Intet cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Orange rækværk mellem vejkant og fortov	6	13	20
<i>Rundkørselsdesign 7:</i> Intet cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Bump i tilfarten.	7	14	21

18 forsøgspersoner har gennemkørt de 21 rundkørsler 1-2 gange hver. Analysen er baseret på i alt 13-30 gennemkørsler af den enkelte rundkørsel, svarende til i alt 537 kørsler. I 17 af de 537 kørsler vælger bilisten at køre ind i rundkørslen og passere konfliktpunktet (se figur 4.2) før den cirkulerende cyklist. I de resterende kørsler er det omvendt.

Resultater

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

Hastighedsprofilen for de 21 rundkørsler minder meget om hinanden, dog nedsætter bilister i rundkørsler med bump kortvarigt hastigheden før de ankommer til bumpet, for efterfølgende at speede lidt op igen, inden de kører ind i rundkørslen. Det tyder på, at bilister der nærmer sig en rundkørsel med bump, i første omgang retter deres opmærksomhed mod bumpet, og først herefter, retter opmærksomheden mod cirkulerende trafik i rundkørslen. Dette underbygges af, at bilister i rundkørsler med bump og cykelanlæg gennemsnitligt har 1-2 blik færre mod cir-

kulerende cyklister, og at andelen af tid, der ses mod cyklisten, er mindre, end det er tilfældet for de øvrige designs.

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

Det er ikke muligt ud fra de foreliggende data, at lave en nærmere vurdering af, om der trafiksikkerhedsmæssigt er forskel på de 7 undersøgte designs. Der er således intet der tyder på, at eksempelvis rundkørsler med bump får bilisterne til at ændre adfærd i en retning, der må betragtes som mere trafiksikker. Ligeledes er der heller ikke noget, der tyder på, at eksempelvis orange rækværk eller blå cykelbane i cirkulationsarealet får bilister til at blive mere opmærksomme overfor cirkulerende cyklister.

Hvis man i stedet sammenligner de fire rundkørselsdesigns med cykelanlæg med de tre rundkørsler uden cykelanlæg, tyder resultaterne dog på, at bilisternes adfærd er lidt mere ensartet i rundkørsler uden cykelanlæg. Den gennemsnitligt tidsafstand i konfliktpunkt er signifikant mindre for rundkørsler uden cykelanlæg (hhv. 2,8 sek. uden, og 3,3 sek. med cykelanlæg), og spredningen i data er samtidig lidt mindre i forhold til rundkørsler med cykelanlæg. Selvom tidsafstand i konfliktpunktet er mindst for rundkørsler uden cykelanlæg, er den ikke kritisk lav. Bilisternes hastighed i konfliktpunktet ligger under 30 km/t, og tidsafstanden er fortsat tilstrækkelig til, at bilisterne må formodes at have styr på situationen.

Bilisternes visuelle fokusering mod cyklisten er størst for rundkørsler uden cykelanlæg (hhv. 21% uden og 17% med), og det er også her, bilisten får tidligst øje på cyklisten (2,5 sek. uden og 3,1 sek. med). Både forskel i andel af tid der ses mod cyklisten og detekteringstiden er signifikante. For designs uden cykelanlæg har bilisterne samlet, uanset oversigtsforhold, den største visuelle fokusering mod cyklisten i en afstand af 9-13 m fra vigeline. For designs med cykelanlæg er der en væsentligt større variation af, hvor langt fra vigelinien bilisterne har den største visuelle fokusering (10-40 m.).

Resultaterne tyder samlet på, at bilister er mere opmærksomme overfor cirkulerende cyklister, når der ikke er noget cykelanlæg i rundkørslen. Dette kombineret med at bilisternes adfærd tilsyneladende er lidt mere ens for rundkørsler uden cy-

kelanlæg, gør at man kan have en formodning om, at trafiksikkerheden er lidt bedre i rundkørsler uden cykelanlæg.

Det skal pointeres, at der i denne undersøgelse alene ses på den trafiksituation, hvor der kun er én bilist og én cirkulerende cyklist tilstede i observationsarealet samtidigt.

Hvis man ønsker at se på mere komplekse scenarier, hvor der er flere trafikanter tilstede i cirkulationsarealet samtidigt, vil betydningen af de enkelte adfærdsparametre samt deres indbyrdes betydning for hinanden formentligt kunne være anderledes.

1 Indledning

Vejdirektoratet har gennemført en undersøgelse, der skal danne baggrund for en vurdering af, hvorvidt gældende regler for oversigtsarealer i rundkørsler er tidsvarende, 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. Trafikpsykolog Gabriel Helmers har bidraget til diskussionskapitel 7.

1.1 Baggrund og formål

Uheldsstatistikken 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, hvorfor disse uheld sker. Resultaterne fra disse studier peger på en række forhold, som kan have betydning. Der er dog fortsat brug for undersøgelser, der kan bidrage med ny viden om trafikanternes samspilsadfærd til forklaring af 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 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 forskellig vis 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

De tre delundersøgelser omhandler:

1. ***Sampilsadfærd 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. ***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 3. Delundersøgelse 1 og 2 er afrapporteret i en selvstændig rapport, *Oversigt i rundkørsler – Simulatorforsøg – DEL 1. Tilbagetrukket cykelstikrydsning samt oversigt til fast genstand. Trafitec, marts 2006.*

1.3 Delundersøgelse 3

For rundkørsler i byområde med den generelle hastighedsgrænse på 50 km/t undersøges om man ved at ændre på rundkørselens design samt oversigtsforhold, kan påvirke trafikanterne til en mere trafiksikker samspilsadfærd.

Syv forskellige hovedtyper for design af rundkørsler er undersøgt. Alle syv design typer er afprøvet under forhold med hhv. gode, middel og acceptable oversigtsforhold, svarende til i alt 21 forskellige rundkørsler.² Se Bilag 11 som kan foldes ud.

Det undersøges, om der findes sammenhænge mellem bilisternes hastighedsprofil, visuelle fokusering (øjnebevægelser) og rundkørselens design herunder oversigtsforhold.

² For alle 21 rundkørsler er gældende krav til oversigtsforhold som beskrevet i de danske vejregler overholdt.

Forsøgsbilisternes adfærd observeres under gennemkørsel af rundkørslerne fra det tidspunkt, hvor de er 150 m fra indkørslen til rundkørslen, frem til det tidspunkt hvor cyklisten ikke længere er synlig i observationsfeltet. Der observeres på bilisternes øjenbevægelser og hastighedsprofil.

Hastighedsprofilen beskriver bilistens hastighed til et givet tidspunkt. Det forventes, at bilisternes hastighedsniveau samt brug af speeder og bremse varierer med de aktuelle oversigtsforhold samt udformning af rundkørslerne.

Bilistens øjenbevægelser registreres kontinuert fra det tidspunkt, hvor cyklisten første gang kommer ind i bilistens synsfelt, til det tidspunkt, hvor cyklisten forsvinder ud af bilistens synsfelt. Registreringen kan vise, hvad bilisten ser på, og hvor længe der ses på bestemte elementer, som i denne situation drejer sig om cyklisterne.

Desuden registreres tidsafstanden mellem bilistens og den krydsende cyklists passage af konfliktpunktet ved indkørslen til rundkørslen. Jo større tidsafstand desto bedre tid/mulighed har en bilist for at kunne foretage en undvigemanøvre hvis en uforudset hændelse skulle opstå.

Måleprogrammet er mere detaljeret beskrevet i kapitel 4.

For at få en bedre forståelse af hvordan en typisk bilist tænker og reagerer ved kørsel frem mod en rundkørsel, har psykolog Gabriel Helmers i diskussionskapitlet, givet input til en beskrivelse af bilisters adfærd ved kørsel i tilfarten frem mod en rundkørsel samt de undersøgte adfærdsparametres betydning for trafiksikkerheden.

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 bruge en udenlandsk simulator. 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:

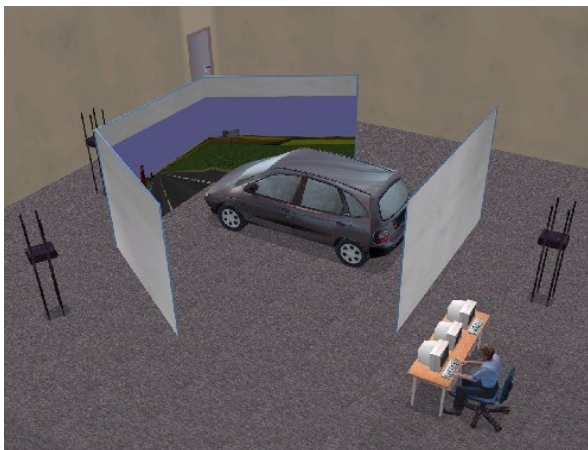
- Hastighed
- Aktivering af speeder og bremse
- Køretøjets xy-position
- Afstand fra massemidtpunkt af simulatorbil til definerede punkter eller objekter (f.eks. vigelinie eller andet simuleret køretøj)

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 2.5).

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. Den 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 2.1. 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 2.1. 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 det er muligt at variere enkelte parametre og samtidig, 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. Køresimulatoren har gengivelse af motorlyd når bilen kører, og bilen betjenes på akkurat samme måde, som en bil almindeligvis betjenes i trafikken.

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. Ligeledes er bevægelsen ved kørsel over bump ikke helt realistisk.

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.

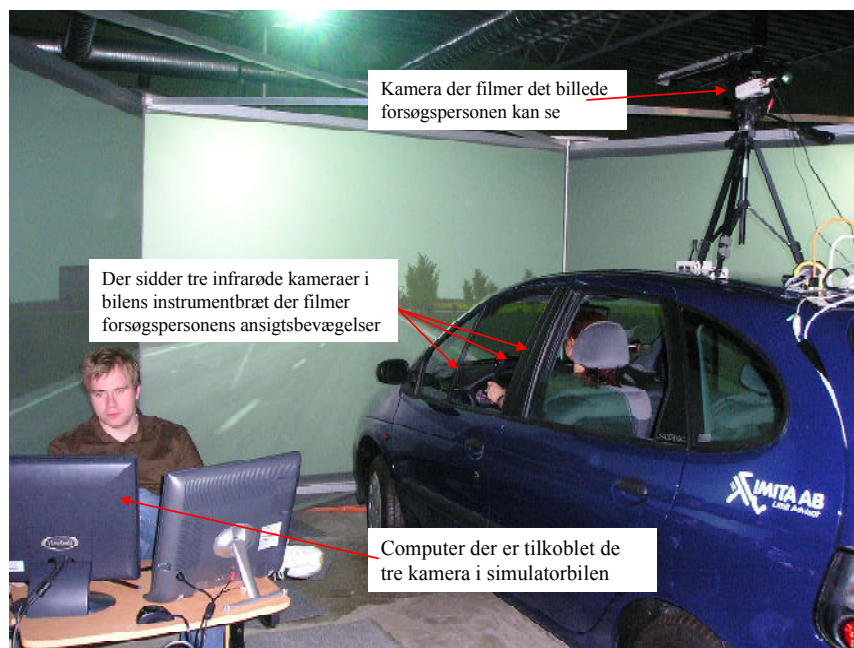
Den visuelle opmærksomhed registreres som forsøgspersonens blikpunkter. Blikpunktet indikerer forsøgspersonens fokusering og visuelle opmærksomhed, men siger ikke noget om, hvorvidt trafikanten faktisk forstår og benytter sig af den information, deres blik fokuserer ved, eller om deres ”tanker” er et helt andet sted.

Ligeledes kan blikpunkterne heller ikke give information om, hvad forsøgspersonen kan se/ser i det perifere synsfelt.

³ I Bilag 4 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.

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 figur 2.2 og figur 2.3). 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 opmærksom på, at der foretages registrering af deres øjenbevægelser.



Figur 2.2 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 foto 1).

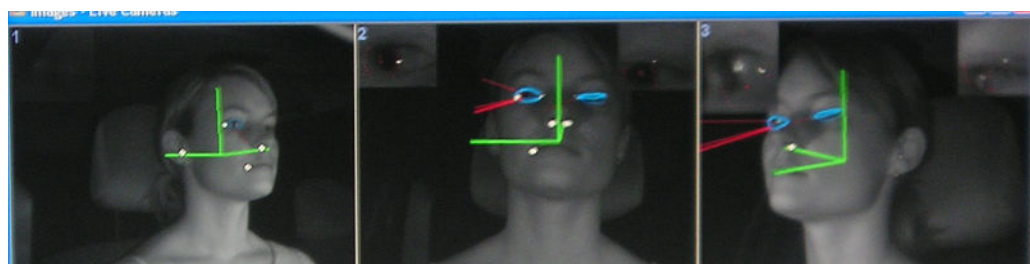
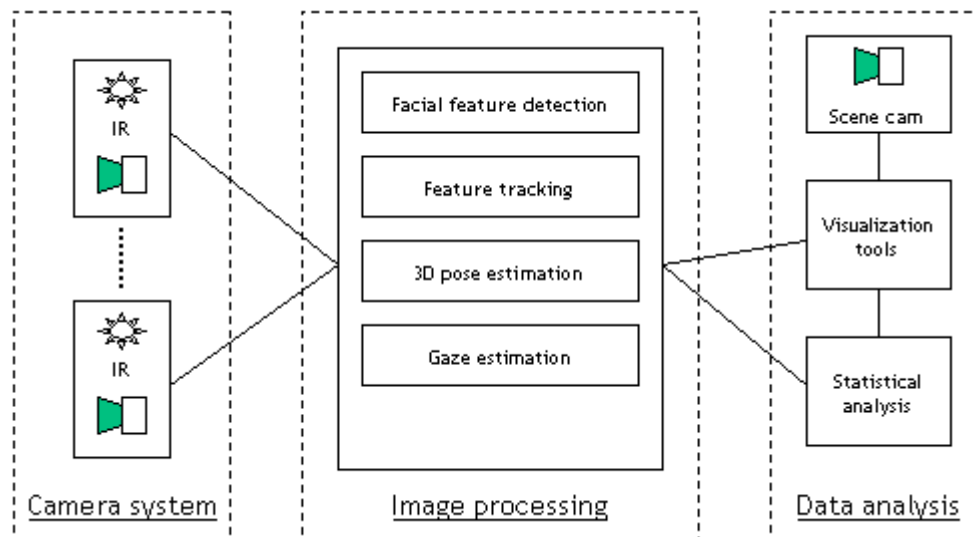


Foto 1. Når der laves profil til brug for eyetrackeren markeres ca. 10 punkter i forsøgspersonens ansigt. Her er det øjne, mundvige, næsebor og øreflipper

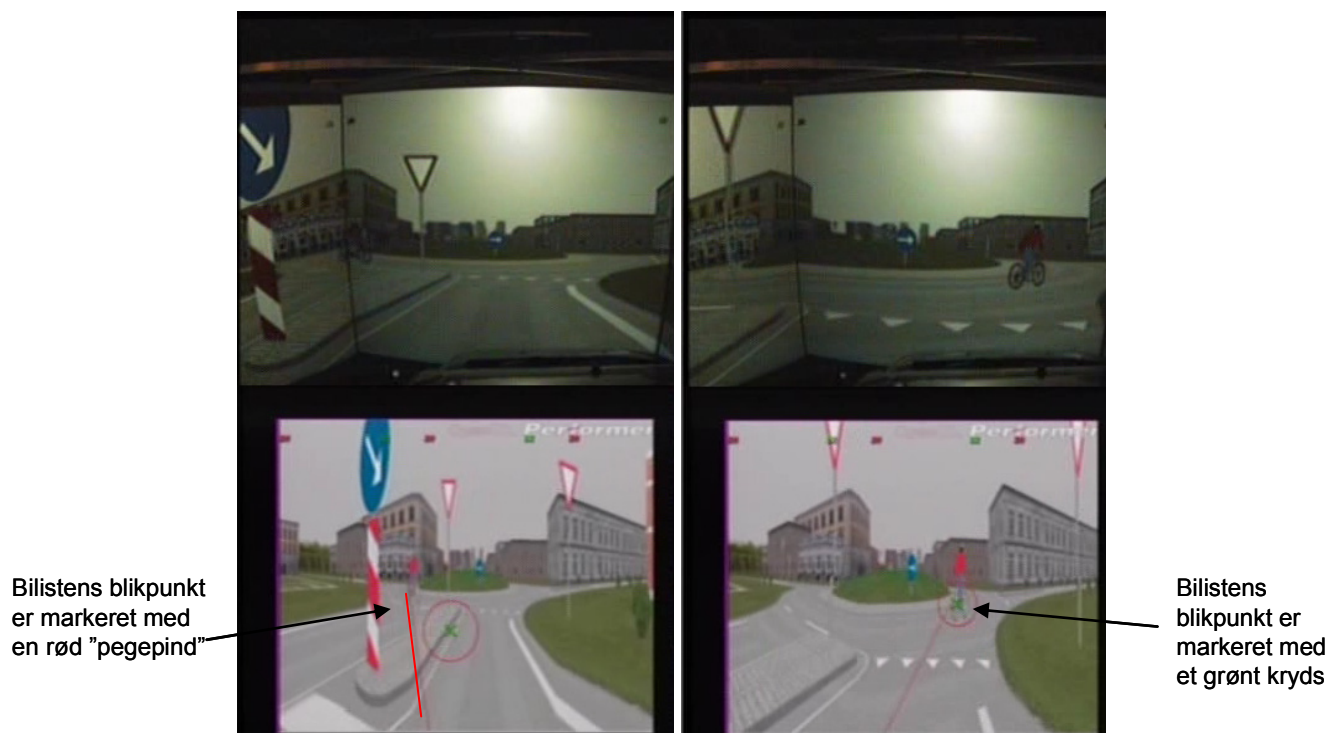
Profilen sikrer, at computermodellen efterfølgende kan beregne forsøgspersonens blikpunkt, når ansigtet er i bevægelse.



Figur 2.3. Principskitse af hvordan eyetrackeren fungerer. Ved at identificere et antal punkter i forsøgspersonens ansigt, og matche disse punkter i en 3D-hovedmodel, kan man beregne øjets orientering og position med stor nøjagtighed. Hovedmodellen kan herefter under kørsel i simulatoren genfinde øjets iris og pupil og derudfra bestemme blikkets position i billedet.

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, se figur 2.4. 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 rød streg), der angiver blikkets retning, se figur 2.4. Ved track af blik benyttes data fra begge forsøgspersonens øjne.



Figur 2.4. Når forsøgspersonens blik er rettet mod den midterste af de tre skærme i simulatoren markeres blikpunktet med et grønt kryds med en rød cirkel (det højre billede). Når blikpunktet er rettet mod én af de to sideskræme, markeres blikpunktet i stedet vha. en rød pegepind (billede til venstre).

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 2.4). 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 $\frac{1}{4}$ 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 acceptable opløsning har også medført, at det ved registrering af øjenbevægelser har været begrænset, hvor meget billedet har kunnet forstørres op.

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.

Der var problemer med at få kalibreret udstyret til nogle af forsøgspersonerne, og indimellem har det været problematisk at få eyetrackerudstyret 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.



Figur 2.5. Videoptagelser 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 videoptagelser der ligger til grund for den efterfølgende registrering af øjenbevægelser.

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 beskrivelse af de rundkørselsdesigns, der ligger til grund for undersøgelsen.

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, beplantning samt simuleret trafik i form af cykler og biler.

Databaserne indeholder rundkørsler i byområder. Herudover indeholder den ene af de to databaser også en landrundkørsel med en fast genstand i cirkulationsarealet (delundersøgelse 2). Analyse af fast genstand i cirkulationsarealet er beskrevet i rapporten *Oversigt i rundkørsler – Simulatorforsøg – DEL 1. Tilbagetrukket cykelstikrydsning samt oversigt til fast genstand. Trafitec, marts 2006.*

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.

Nedenfor følger en beskrivelse af undersøgelsen af rundkørsler med cyklister i cirkulationsarealet. Undersøgelsen består af 21 byrundkørsler som varierer mht. oversigtsforhold, geometri og/eller de visuelle forhold i rundkørslen.

3.2 Beskrivelse af de 21 rundkørsler

Et af de forhold der er interessante at belyse er, hvorvidt der er forskel på indkørende bilisters adfærd overfor cirkulerende cyklister, set i forhold til om der er cykelanlæg i cirkulationsarealet eller ej. Simulatoren vejmiljø vil derfor bestå af rundkørsler både med og uden cykelanlæg i cirkulationsarealet. En række variable parametre afprøves i forhold til forskellige oversigtsforhold. For begge typer af rundkørsler (med/uden cykelanlæg) vil der således blive ændret på oversigtsforholdene, så disse forværres i forhold til udgangspunktet, fra *gode* til *middelgode* til *acceptable* oversigtsforhold. Oversigtsforholdene vil dog til enhver tid opfylde

gældende vejregler for oversigtsforhold. Udgangspunktet for rundkørselsdesignet er plantegningerne fra et eksisterende rundkørselsanlæg.

Rundkørselsdesign og nummerering af rundkørsler	Oversigtsforhold		
	Gode	Middel	Acceptable
<i>Rundkørselsdesign 1:</i> Cykelsti i tilfart, cykelsti i cirkulationsareal	1	8	15
<i>Rundkørselsdesign 2:</i> Cykelsti i tilfart, blå cykelbane i cirkulationsareal	2	9	16
<i>Rundkørselsdesign 3:</i> Cykelsti i tilfart, cykelsti i cirkl. areal - orange rækværk mellem vejkant og fortov	3	10	17
<i>Rundkørselsdesign 4:</i> Cykelsti i tilfart, bump i tilfart cykelsti i cirkulationsareal	4	11	18
<i>Rundkørselsdesign 5:</i> Intet cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen	5	12	19
<i>Rundkørselsdesign 6:</i> Intet cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Orange rækværk mellem vejkant og fortov	6	13	20
<i>Rundkørselsdesign 7:</i> Intet cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Bump i tilfarten.	7	14	21

Tabel 3.1. Nummerering af de 21 rundkørsler der benyttes i den endelige analyse.

Overordnet er der 7 typer af rundkørselsdesign med forskellig geometri og/eller visuelle forhold. For alle 7 designs afprøves geometrien med hhv. gode, middel og acceptable oversigtsforhold. Oversigtsforholdene varieres ved at ændre på beplantningen i sidearealerne frem til rundkørslen og ved at ændre på højden af rundkørselens midterø. For alle rundkørsler gælder, at bebyggelse, omgivelser mv. er de samme de sidste 150 m. før rundkørselernes vigelinier og 100 m efter udkørsel af rundkørslerne, mens omgivelserne på strækningerne mellem rundkørslerne kan variere. For alle 21 rundkørsler gælder, at det er tilladt for cyklister at cykle i rundkørselens cirkulationsareal. Alle rundkørsler er beliggende i byzone med en hastighedsbegrænsning på 50 km/t. I bilag 1 er vedlagt plantegninger af de 7 rundkørselsdesigns. Tabel 3.1 er også vist i Bilag 11 som kan foldes ud og bruges i den videre læsning.

Den enkelte forsøgsperson skal gennemkøre alle 21 simulerede rundkørsler med forskellige variationer i de fysiske og visuelle forhold. Parametrene blå cykelbane og rækværk forventes at gøre cyklisterne mere synlige i trafikbilledet, mens anlæg af bump forventes at reducere forsøgsbilisternes hastighedsvalg frem til rundkørslen. Det opsatte rækværk er opført i kontrastfarven orange med det formål, at gøre

det lettere for bilister at se og erkende cirkulerende cyklister. Som basis rundkørsel er valgt Rundkørselsdesign 1.

3.2.1 Design og skiltning af de 7 rundkørselstyper

Basisrundkørslen (Rundkørselsdesign 1) er designet med cykelsti frem til rundkørslen, samt cykelsti i selve rundkørslen, som dog er afbrudt med cykelbane i til- og frafarterne. Rundkørslen har en ø-diameter på 20 m, et overkørselsareal på 2,5 m samt et kørespor eksklusiv cykelanlæg på 5,0 m. Med udgangspunkt i basisrundkørslen (rundkørselsdesign 1), er der med ændringer af fysiske og visuelle forhold frem til og igennem rundkørslen designet 6 varianter. For hver af de 7 rundkørselsdesigns indgår et eksempel med hhv. god, middel og dårlig oversigtsforhold frem til rundkørslen.

Rundkørselsdesign 1 (Basisrundkørslen):

Der er cykelsti frem til rundkørslen samt cykelsti i selve rundkørslen dog afbrudt med cykelbane på tværs af til- og frafarterne. Der er opsat vigepligtstavler 150 m før rundkørslen samt ved vigelinien. Herudover er der opsat en advarselstavle om rundkørsel (A16-tavle) 100 m før rundkørslen.



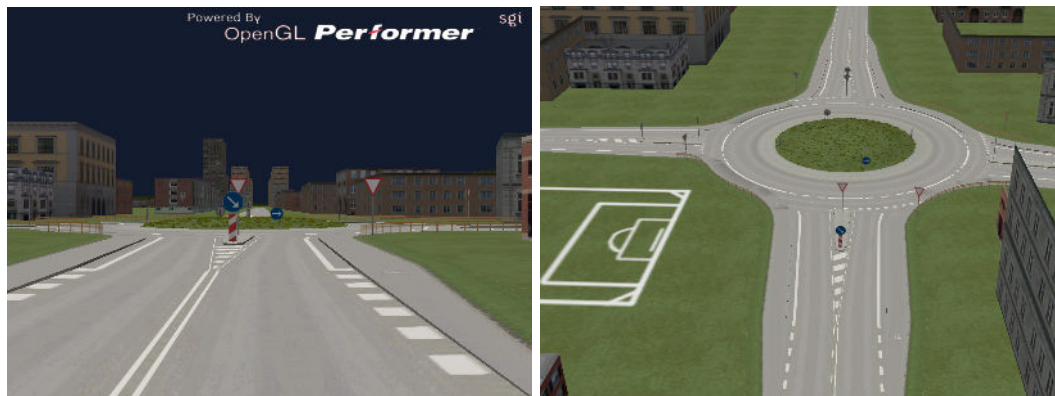
Rundkørselsdesign 2:

I forhold til basisrundkørslen (rundkørselsdesign 1) er cykelstien i cirkulationsarealet her erstattet af en blå cykelbane.



Rundkørselsdesign 3:

Designet svarer til basisrundkørslen suppleret med et orange rækværk mellem fortovskant og kantsten ud mod vejen.

*Rundkørselsdesign 4:*

Her er basisrundkørslen suppleret med et modificeret cirkelbump 22 m. før rundkørselens vigelinie. Bumpet er etableret i både til- og frafart

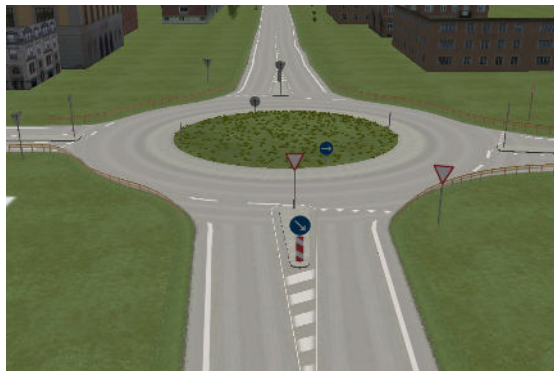
*Rundkørselsdesign 5:*

Som basisrundkørslen, dog er cykelanlæg frem til og igennem cirkulationsarealet fjernet.



Rundkørselsdesign 6:

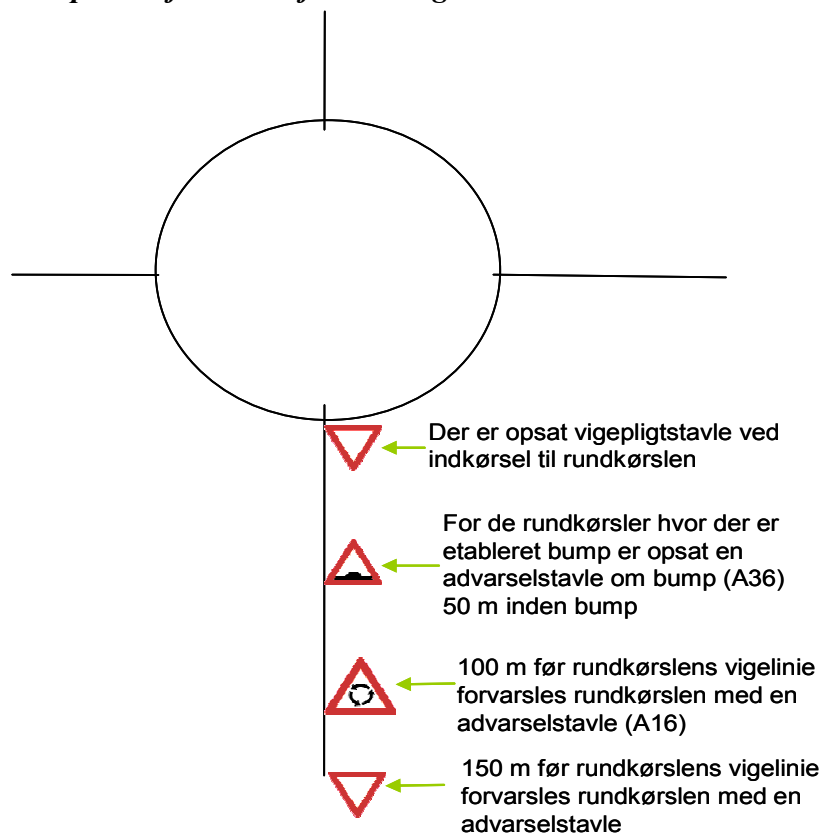
Som basisrundkørslen, dog uden cykelanlæg med et orange rækværk mellem for-tovskant og kantsten ud til vejbanen.

*Rundkørselsdesign 7:*

Som basisrundkørslen, dog uden cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Der er etableret et modificeret cirkelbump ca. 22 m før rundkørselens vigelinie. Bumpet er etableret i både til- og frafart.



Principskitse for skilteafmærkning i rundkørslerne



Figur 3.1 . Principskitse for skilteafmærkning i rundkørslerne

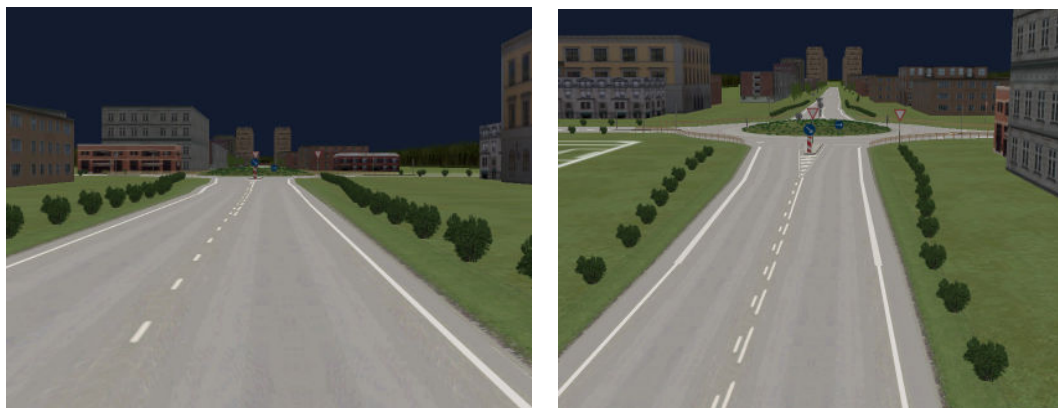
3.2.2 Variation af oversigtsforhold

Ændringen af oversigtsforholdene er foretaget ved at ændre på beplantningen frem til rundkørslen samt ændre på højde og beplantning af midterøen. Nedenfor følger en beskrivelse af de tre typer af oversigtsforhold.

Gode oversigtsforhold. Midterøen har en højde på 0,75 m og 0,25 m høj beplantning i form af gule blomster. Der er ingen beplantning i rundkørslen til- og frafarer. Bilister der kører frem mod rundkørslen kan se 5 m ned ad den forrige tilfart i en afstand af 40 m fra vigelinien.



Middelgode oversigtsforhold. Midterøen har en højde på 1,25 m og beplantning i form af 0,25 m højt græs. Der er plantet buske med en højde på 0,8 m de sidste 80 m før vigelinien i alle tilfarter. Bilister der kører frem mod rundkørslen kan se 5 m nedad forrige tilfart i en afstand af 40 m. fra vigelinien.



Acceptable oversigtsforhold. Midterøen har en højde på 1,75 m og beplantning i form af 0,15 m højt græs. Der er plantet træer med en indbyrdes afstand på 6 m de sidste 80 m inden vigelinien i alle til- og frafarter. Træerne er placeret i en afstand af 3 m fra hhv. cykelstikant eller vejkant. De sidste 8 m før vigelinien etableres ikke træer. Bilister der kører frem mod rundkørslen kan se 5 m nedad forrige tilfart i en afstand af 20 m fra vigelinien.

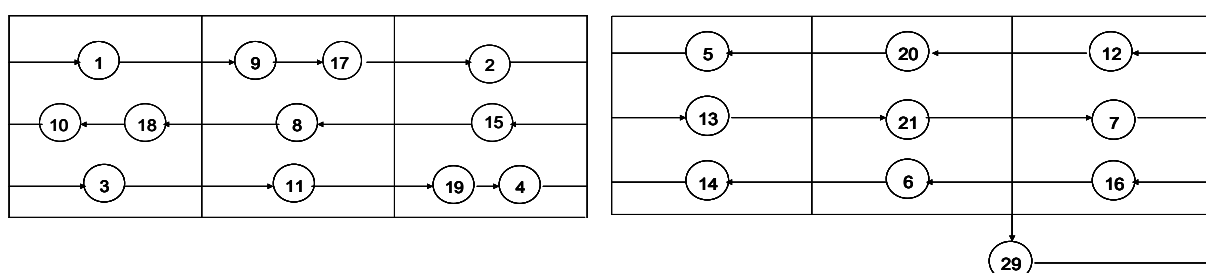


4 Metode og måleprogram

Kapitlet indeholder en beskrivelse af databaserne og deres opbygning samt en beskrivelse af hvilke kriterier der ligger til grund for hvornår en cirkulerende cyklist bliver sendt ind i rundkørslen. Herudover er der en kort gennemgang af hvilke kriterier, der har ligget til grund for udvælgelsen af forsøgspersoner.

4.1 De to databaser

Opbygningen af databasen er foretaget således, at det er muligt at gennemkøre rundkørslerne i forskellig rækkefølge. På figur 4.1 ses en skematisk opbygning af de to databaser, der tilsammen indeholder de 21 rundkørsler. En gennemkørsel af alle 21 rundkørsler foregår i to omgange. For at gøre kørslen så realistisk som muligt, er der som tidligere nævnt, på strækningerne mellem rundkørslerne indlagt en række vigepligtsregulerede kryds.



Figur 4.1. Skematisk skitse af en database. Tallene i cirklerne refererer til en specifik rundkørsel (se tabel 3.1). Pilene viser indkørselsretningen i den enkelte rundkørsel. Pga. kapacitetsproblemer i simulatoren blev databasen opdelt i to mindre databaser.

En kørerute kan starte ved et vilkårligt punkt på ruten, og køreretningen følger pilene. Tallene på figuren refererer til, hvilken specifik rundkørsel der gennemkøres. Der var til forsøget lavet i alt seks forskellige kørerute for hver af de to ture, der tilsammen giver en gennemkørsel af alle 21 rundkørsler. Testpersonerne gennemkører således rundkørslerne i forskellig rækkefølge. Der er gennemført ca. 30 kørsler for hver af de i alt 21 rundkørsler. Hver testperson gennemkører rundkørslerne 1-2 gange.

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 skærmen⁵. 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

⁵ For mundtlig introduktion til forsøgspersoner se bilag 2

nogen form for ubehag under kørslen. For langt de fleste forhold fandt forsøgspersonerne at kørslen i simulatoren var enten realistisk eller meget realistisk. Der var dog fire punkter, hvor karakteren ligger under middel; fornemmelse for bremsning, hastighed, acceleration og fornemmelse for svingning. Alle disse faktorer kan relateres til, at simulatorbilen ved manøvrering ikke bevæger sig helt på samme måde, som en almindelig bil vil gøre det.⁶

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 50 km/t, kører med en hastighed på mere end 60 km/t, får de beskeden ”Din hastighed er for høj, nedsæt hastigheden”⁷. Ved påkørsel af en anden trafikant får personerne beskeden ”Du har påkørt en anden trafikant, fortsæt kørslen”. Når en forsøgsperson er færdig med at gennemkøre en rute, får de følgende besked ”Turen er slut, stop bilen”. Alle kørsler er gennemført svarende til færdsel i dagslys, og ved brug af manuelt gear.

4.2 Forsøgspersoner

Udenlandsk forskning har vist, at antallet af forsøgspersoner i denne type forsøg ikke har den store betydning⁸. Det som er vigtigt er, at datagrundlaget er så stort, at den tilfældige varians ikke har skjult den sande effekt i de afhængige variable. Det betyder, at man kan gennemføre denne type målinger med relativt få forsøgspersoner, blot antallet af gennemkørsler er stort nok. Hvis man vælger at lade den enkelte forsøgsperson gennemkøre de enkelte rundkørsler mere end én gang, bør det ske over et tilsvarende antal kalenderdage. I dette forsøg havde vi 18 forsøgspersoner som gennemkørte alle 21 rundkørsler en til to gange hver. Hvor en forsøgsperson gennemkørte rundkørslerne to gange, foregik det over to kalenderdage.

I forsøget deltog alene danske forsøgspersoner. Forsøgspersoner var 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.

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

⁶ For spørgeskema og besvarelse se bilag 3 og bilag 4.

⁷ For så vidt muligt at sikre at forsøgspersonernes hastighedsniveau, specielt på lange lige strækninger uden kryds, blev holdt på et realistisk niveau, blev det besluttet, at forsøgspersonerne skulle informeres når deres hastighed oversteg 60 km/t.

⁸ Effekt av övergangskurvor på förarens säkerhetsmarginal samt inverkan av träning – ett försök i köresimulator. Gabriel Helmers og Jan Törnros. VTI Rapport 501, Utgivningsår 2006. Sverige.

Der var følgende krav til forsøgspersonerne:

- Alder mellem 21 og 65 år
- Dansk kørekort i minimum 3 år
- Jævnligt selv føre bil i Danmark⁹
- ”Normalt” syn på begge øjne (må gerne bruge kontaktlinser)
- Må ikke lide af transportsyge

I alt 18 bilister deltog i denne del af forsøget, heraf 12 mænd og 6 kvinder. Køn og aldersfordeling kan ses i tabel 4.1. Kun forsøgspersoner i aldersgruppen 21-49 år meldte sig som forsøgspersoner.

Aldersgruppe	Køn	
	K	M
21-29 år	4	6
30-39 år	0	2
40-49 år	2	4
50-59 år	0	0
60-65 år	0	0
I alt	6	12

Tabel 4.1 Forsøgspersoner opdelt på alder og køn

To af de 18 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.

4.3 Observationsfelt

Til brug for analysen er der defineret et ”overordnet” observationsfelt, hvor data for hastighed, brug af speeder og bremse samt forsøgspersonernes øjenbevægelser mod cyklister er registreret. Observationsfeltet strækker sig fra 150 m før indkørsel til rundkørslen til 50 m efter bilisten har passeret vigelinien og igen er kørt ud af rundkørslen, se figur 4.2.

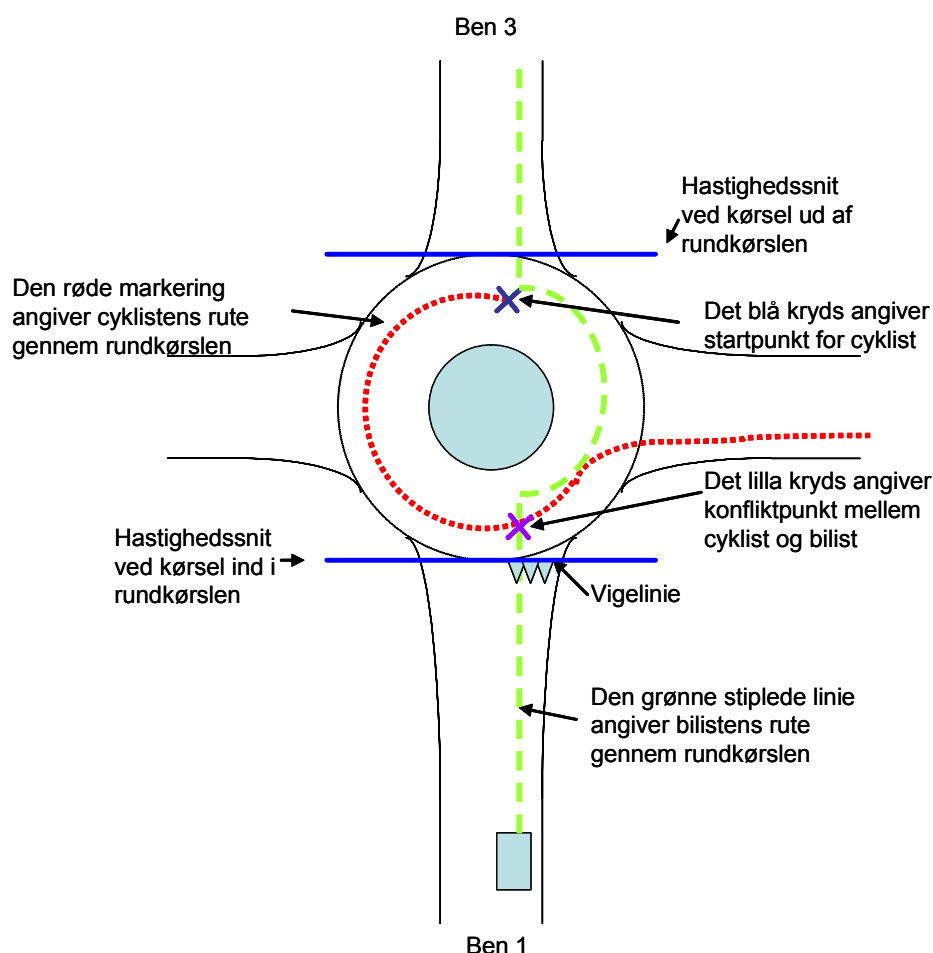
For alle 21 rundkørsler er der foretaget en registrering af, hvornår cyklisten første gang er synlig i forsøgsbilistens synsfelt, og hvornår forsøgsbilisten efterfølgende har det første registrerbare blik mod cyklisten. Første gang cyklisten er synlig for forsøgsbilisten, vil altid være ved kørsel frem mod rundkørslen ad ben 1, se figur

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

4.2. 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.

4.4 Opbygning af scenarier for kørsel i byrundkørsler

Opbygningen af scenarierne skal sikre, at forsøgsbetingelserne for alle forsøgspersoner bliver tilpas ensartet, og at forsøgspersonerne med en rimelig sandsynlighed før ankomst til konfliktpunktet skal tage en beslutning om, hvorvidt de vil holde tilbage for den cirkulerende cyklist eller ej. For at sikre så sammenlignelige kørsler som muligt, må der ikke være andre trafikanter tilstede i observationsfeltet end forsøgsperson og cirkulerende cyklist. Kørsler, hvor der er andre simulerede trafikanter tilstede end den cirkulerende cyklist, er derefter frasorteret den endelige analyse.



Cyklistens startpunkt er det samme for alle 21 rundkørsler og alle cyklister kører efter opstart med en hastighed der ligger på mellem 19 og 20 km/t. For at sikre, at forsøgsbilisten med rimelig sandsynlighed ankommer til rundkørselens konfliktområde samtidigt med cyklisten, er cyklistens starttidspunkt bestemt af forsøgsbilistens hastighed frem mod rundkørslen. Ved at styre cyklistens starttidspunkt sikrer vi således en ”samtidig” ankomst for cyklist og bilist, hvilket er forudsætningen for at undersøge bilistens samspilsadfærd i relation til de cirkulerende cyklister. Men det tidspunkt hvor cyklisten kommer ind i bilistens synsfelt første gang, afhænger både af hvornår cyklisten starter med at køre, og af bilistens generelle hastighedsvalg frem mod rundkørslen.

Cyklisterne sættes i gang efter følgende principper:

- Når en bilist er 180 m fra centrum af rundkørselens midterø og forsøgsbilistens hastighed er > 50 km/t da starter cyklisten med at køre fra en hastighed på 0 km/t til 19-20 km/t.
- Når en bilist er 160 m fra centrum af rundkørselens midterø og forsøgsbilistens hastighed er >30 og ≤ 50 km/t, da starter cyklisten med at køre med en hastighed fra 0 km/t til 19 - 20 km/t
- Når en bilist er 120 m fra centrum af rundkørselens midterø og forsøgsbilistens hastighed er ≤ 30 km/t, da starter cyklisten med at køre med en hastighed fra 0 km/t til 19-20 km/t

Cyklistens placering i cirkulationsarealet afhænger af, om der er cykelsti/bane i rundkørslen. For rundkørselsdesigns med cykelsti/bane i cirkulationsarealet, kører

Figur 4.2. Observationsfeltet som er markeret på figuren går fra 150 m før vigelinien (ben 1) til forsøgspersonen kører ud af rundkørslen (ben 3).

cyklisten i midten af cykelsti/bane. For rundkørselsdesigns uden cykelsti/bane i cirkulationsarealet kører cyklisten i midten af cirkulationsarealet. Det betyder, at den vinkel, som cyklisten har i forhold til den indkørende bilist, ikke er helt ens for rundkørsler med og uden cykelanlæg.

4.5 Design af rundkørsler med og uden cykelanlæg

Der indgår overordnet to designs af rundkørsler i undersøgelsen. Fire rundkørsler med cykelanlæg (design 1-4) og tre rundkørsler uden cykelanlæg (design 5-7), for udspecificering af de syv designs se bilag 11. Som udgangspunkt er geometrien af rundkørslerne så ens som muligt. Radius af midterø, overkørselsareal og bredde af vejbane er den samme i alle rundkørsler. For rundkørsler med cykelanlæg, er der etableret en cykelsti/bane med en bredde på 2 m i til- og frafarter samt i cirkulationsarealet. Det betyder bl.a., at konfliktpunktet som er det punkt, hvor bilens og cyklens bane krydser hinanden, ligger lidt forskudt i de to typer af designs hen-

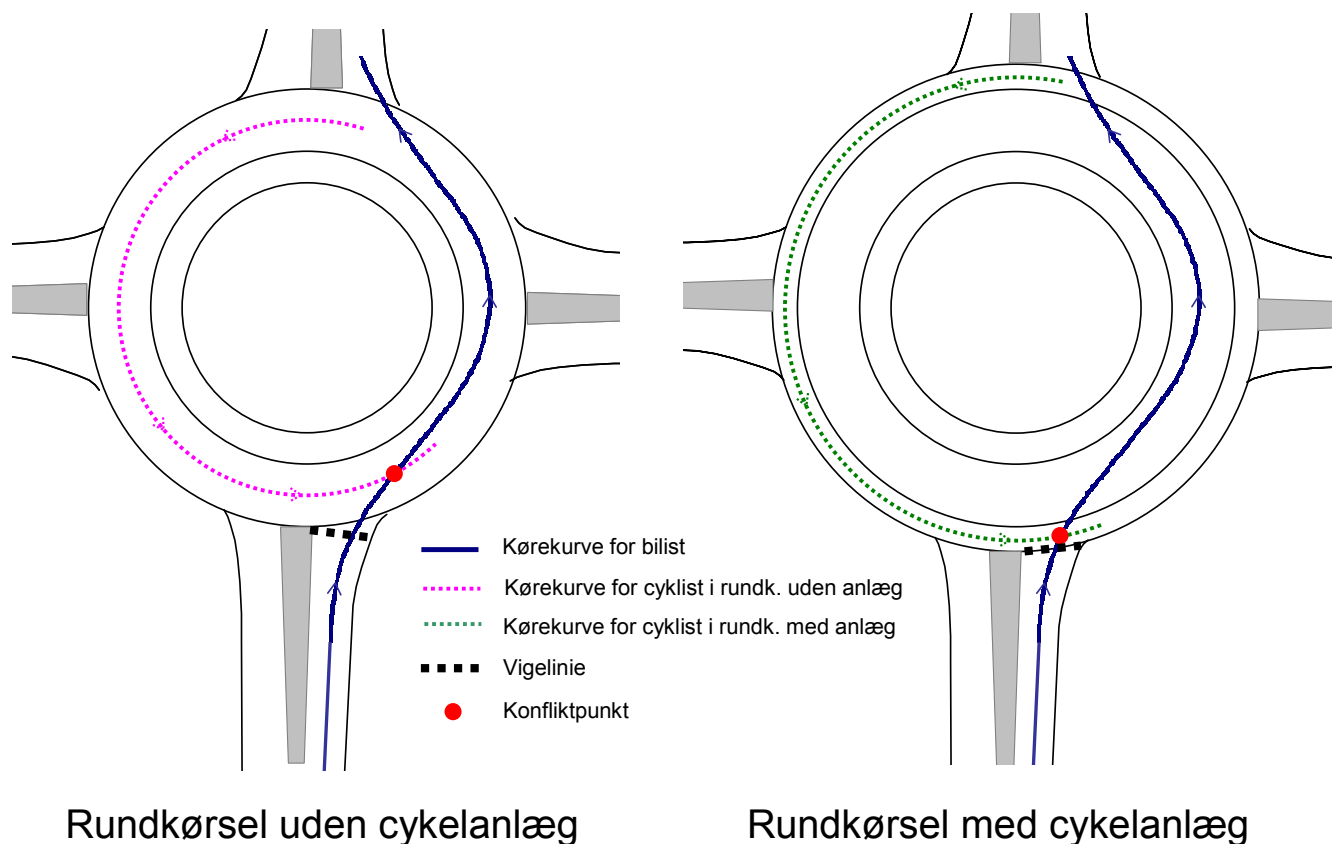
holdsvis med- og uden cykelanlæg, se figur 4.3. For rundkørsler uden cykelanlæg ligger konfliktpunktet længere inde i cirkulationsarealet, og man kan forestille sig, at der vil være en mere ”glidende” samfletning mellem bilist og cyklist set i forhold til rundkørsler uden cykelanlæg, hvor konfliktpunktet ligger umiddelbart efter, bilisten er kørt over vigelinien.

Designforskellen betyder også, at den vinkel en bilist ser cyklisten er forskellig for de 2 designs. Denne forskel har formentlig mindst betydning når bilist og cyklist er langt fra konfliktpunktet, og større betydning når cyklist og bilist nærmer sig konfliktpunktet. For rundkørsler med cykelanlæg og acceptable oversigtsforhold vil bilistens udsyn til cyklisten, når denne befinder sig til venstre i bilistens synsfelt, være placeret mere yderligt end det er tilfældet for rundkørsler uden cykelanlæg.

Langt størsteparten af alle bilister tilpasser deres hastighed efter cyklistens placering ved kørsel frem mod rundkørslen, hvilket medfører, at stort set ingen bilister holder stille fremme ved vigelinien.

Et andet forhold man skal være opmærksom på er, at den strækning cyklisten tilbagelægger, fra den starter med at køre, til den ankommer i konfliktpunktet pga. designet og cyklistens placering på vejbanen, er mindre for rundkørsler uden cykelanlæg end for rundkørsler med cykelanlæg. Cyklistens startplacering er altid den samme, men for rundkørsler med cykelsti/-bane kører cyklisten i midten af cykelanlægget, og for rundkørsler uden cykelanlæg kører cyklisten i midten af cirkulationsarealet. Når cyklisten starter med at køre, bruger den 0-4 sekunder på at opnå en konstant hastighed på 19-20 km/t. Hvis man ser på, hvor lang tid det tager cyklisten fra den starter med at køre til den ankommer i konfliktpunktet, går der gennemsnitligt 13-16 sekunder. Pga. forskellighed i opstartstiden er der tilsyneladende ingen sammenhæng mellem, den tid der tager cyklisten at tilbagelægge strækningen, fra den starter med køre, til den ankommer i konfliktpunktet og designs med og uden cykelanlæg.¹⁰

¹⁰ I bilag 10 figur 10A, ses en opgørelse over hvor lang tid det gennemsnitligt tager en cyklist fra den starter med at køre, til den ankommer i konfliktpunktet.



Figur 4.3. Tegning af rundkørsel med og uden cykelanlæg, med angivelse af kørekurve. Bilistens kørekurve er baseret på to tilfældigt udvalgte simulatorkørsler.

På figur 4.3, ses et plot for en bilists kørekurve gennem en rundkørsel med hhv. uden cykelanlæg. Som det ses, er der tilsyneladende ingen forskel på bilistens placering i rundkørslen set i forhold til om der er cykelanlæg i rundkørslen eller ej. Som det fremgår af figuren, er placering- og vinkling af vigelinien lidt forskellig for de to designs. Vinklingen af vigelinien forventes, at have størst betydning for bilister der vælger at stoppe helt op ved vigelinien, og stort set ingen betydning for bilister der vælger at køre ind i rundkørslen uden at stoppe op ved vigelinien.

4.6 Registrering af parametre i simulatoren

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

- Bilens hastighed
- Aktivering af bremsepedal
- Aktivering af speeder

- Cyklistens hastighed
- Tidsafstand i konfliktpunkt. Det vil sige tidsafstand mellem cyklists og bilists passage af konfliktpunkt (beregnes)
- XY-koordinater for konfliktpunkt (beregnes)
- Beregnet ruteafstand mellem bil og vigeinie ved indkørsel til rundkørslen ad ben 1.
- Beregnet ruteafstand mellem bil og konfliktpunkt.
- Beregnet ruteafstand mellem cykel og konfliktpunkt.

Ved ruteafstand forstås den kørte strækning som bilen eller cyklen har tilbagelagt.

4.7 Forsøgskritik

I denne undersøgelse er der udarbejdet to databaser, der tilsammen indeholder de 21 byrundkørsler. Gennemkørslen af de 21 rundkørsler er derfor delt op i to omgange. Rækkefølgen, hvori rundkørslerne gennemkøres, varieres fra person til person. Udover de 21 rundkørsler er der også indlagt en række vigepligtskryds i de to databaser. For at gøre kørslen så virkelighedstro som muligt, er der på strækningerne mellem rundkørslerne indlagt simulerede trafikanter. De simulerede cyklister, som indgår i undersøgelsen, findes i tre forskellige varianter mht. udseende, påklædning mv. Det er med til at gøre kørslen mere virkelighedstro, samtidigt med at det stimulerer forsøgspersonerne, så kørslen ikke bliver for ensformig. Der er således indbygget en stor grad af variation på en række forhold for at undgå ”gentagelseeffekt”. Der indgår kun personbiler i undersøgelsen.

Køresimulatorforsøg har en række fordele og ulemper. En af fordelene er, at det er muligt, at lade forsøgspersonerne gennemkøre et vejnet under de samme forhold. Det er således muligt, at undersøge trafikanternes adfærd i helt bestemte situationer. I denne undersøgelse analyseres på ét scenario, hvor en forsøgsbilist, ved kørsel frem til og igennem en rundkørsel, ikke møder andre trafikanter end den cirkulerende cyklist. Grunden til at der ses på netop dette scenario skyldes, at man i et tidligere studie har argumenteret for, at det netop er i de situationer, hvor en bilist ved kørsel frem til og ind i rundkørslen kun møder en cirkulerende cyklist, i højere grad overser cirkulerende cyklister end i situationer, hvor der samtidigt er en cyklist og en bilist tilstede i cirkulationsarealet¹¹.

Cyklens startposition og rutevalg gennem rundkørslen er altid den samme. Cyklistens placering er for rundkørsler med cykelanlæg midten af cykelbane/sti, og for rundkørsler uden cykelanlæg midten af cirkulationsarealet. Cyklistens hastighed ligger, efter opstart på en konstant hastighed på 19-20 km/t, og er i analysesituationen uafhængig af forsøgsbilistens adfærd.

¹¹ “Uheldet skyldtes, at bilisten ved indkørsel i krydset overså cyklisten...”. Mai-Britt Herslund og N.O. Jørgensen, Center for Trafik og Transport, DTU. Artikel i Dansk Vejtidskrift nr. 12 2002.

Ulempen ved kun at se på ét scenario er, at undersøgelsen ikke giver os viden om, hvordan trafikanterne reagerer, hvis der, udover den cirkulerende cyklist, eksempelvis også er andre trafikanter tilstede i observationsfeltet, og trafiksituationen dermed er mere kompleks. Selvom databaserne er udformet som et vejnet med både rundkørsler og vigepligtskryds er det sjældent, at man som bilist vil gennemkøre så mange rundkørsler på én gang, og samtidigt møde en cirkulerende cyklist i alle 21 rundkørsler. Hvis man, af hensyn til at opnå en større variation, også havde valgt at indlægge situationer, hvor der ikke var cirkulerende cyklister i rundkørslerne, ville det forlænge simulatorkørselsforløbet, som i forvejen er relativt langt pga. de ønskede variationer af udvalgte parametre.

Med udgangspunkt i de opbyggede databaser, er det muligt at lave andre forsøg. Et eksempel kan være, at forsøgsbilisten ved kørsel frem mod og igennem rundkørslerne møder både cirkulerende cyklister og bilister. Et sådan studie vil give vigtig viden om, hvordan bilister deler deres visuelle opmærksomhed mellem forskellige typer af cirkulerende trafikanter. Databasen kan også bruges som grundlag for undersøgelse af bilisters visuelle søgemønstre i mange andre sammenhænge.

5 Analyse

Som nævnt tidligere er der indsamlet data fra simulatorkørsler i 7 forskellige rundkørselsdesign alle med hhv. gode, middel og acceptable oversigtsforhold – dvs. i alt 21 rundkørsler. Hver af de 21 rundkørsler har et nummer, se bilag 11 hvor tabellen kan slås ud. Nogle af kørslerne er, af forskellige årsager som beskrevet i kapitel 4, kasseret. I tabel 5.1 ses en opgørelse over, hvor mange gennemkørsler analysens resultater er baseret på.

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

Tabel 5.1. Antal gennemkørsler af de 21 rundkørsler der benyttes i den endelige analyse fordelt på rundkørselsdesign og oversigtsforhold.

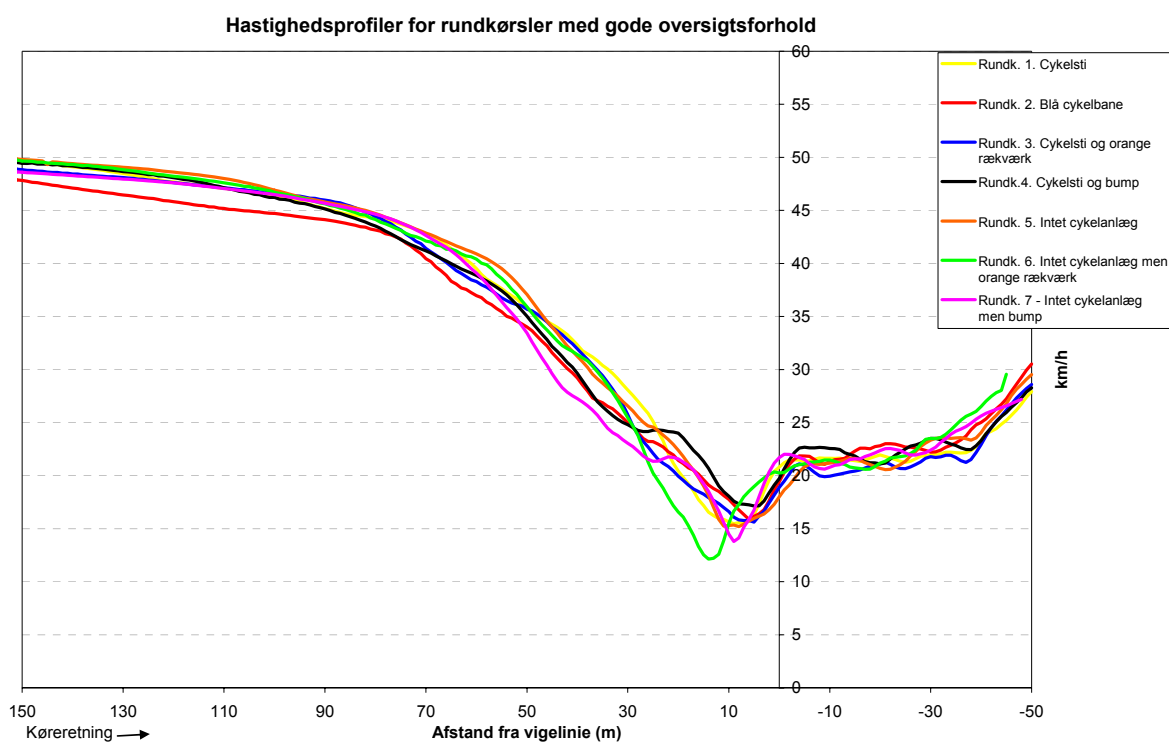
I 17 ud af de 537 kørsler (svarende til 3% af gennemkørslerne) kører forsøgspersonen ind i rundkørslen før, den cirkulerende cyklist har passeret. I de resterende kørsler er det omvendt.

5.1 Test af data

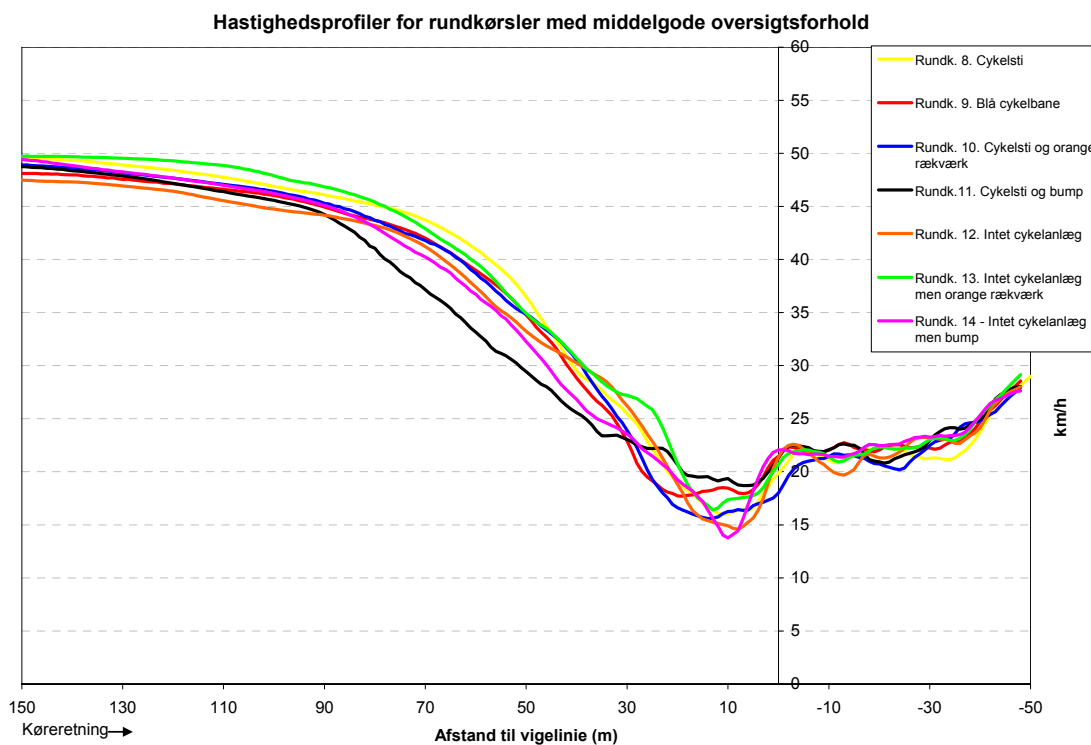
Ved sammenstilling af resultater er der i nogle analyser testet for, om resultaterne er signifikant forskellige. Dette er gjort vha. en t-test (to stikprøver med forskellig varians) hvor det afgøres om de to stikprøvers middelværdi er ens. Der er testet på et 5% signifikantniveau.

5.2 Hastighedsprofiler

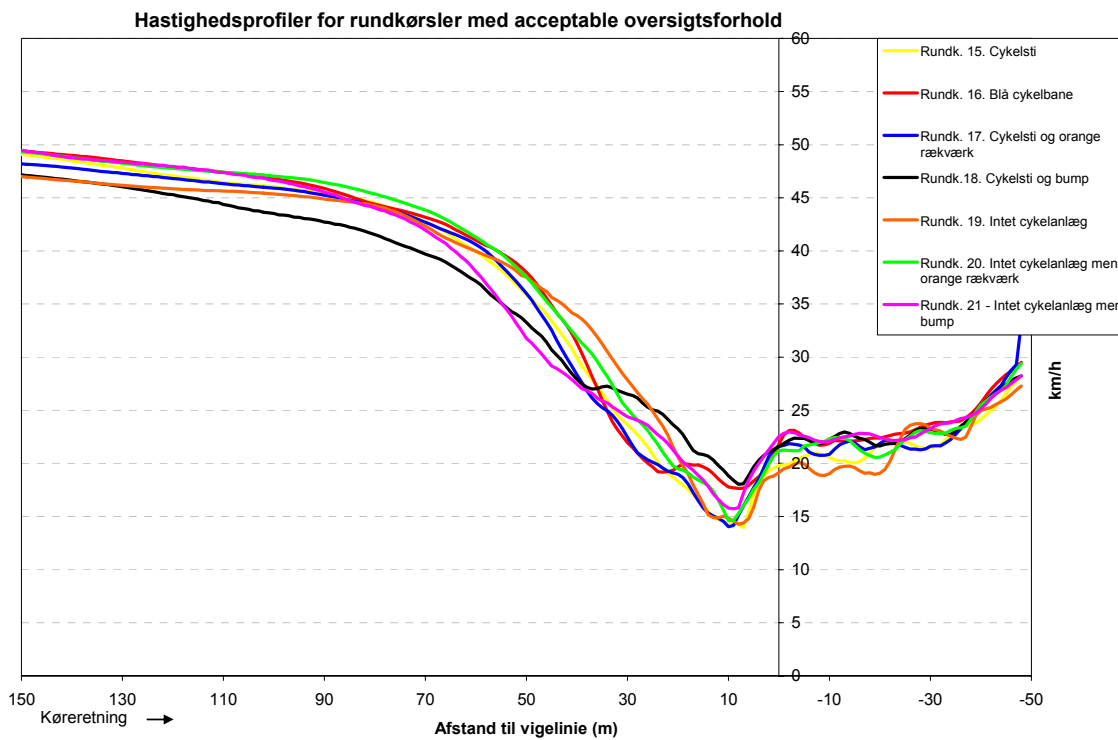
Figureerne 5.1, 5.2 og 5.3 viser de gennemsnitlige hastighedsprofiler for de enkelte rundkørsler fordelt på rundkørselsdesign og oversigtsforhold. I profilerne indgår alle kørsler, dvs. både kørsler hvor bilisten kører ind i rundkørslen før hhv. efter cyklisten har passeret.



Figur 5.1. Hastighedsprofiler for rundkørsler med gode oversigtsforhold (rundkørsel nr. 1-7)



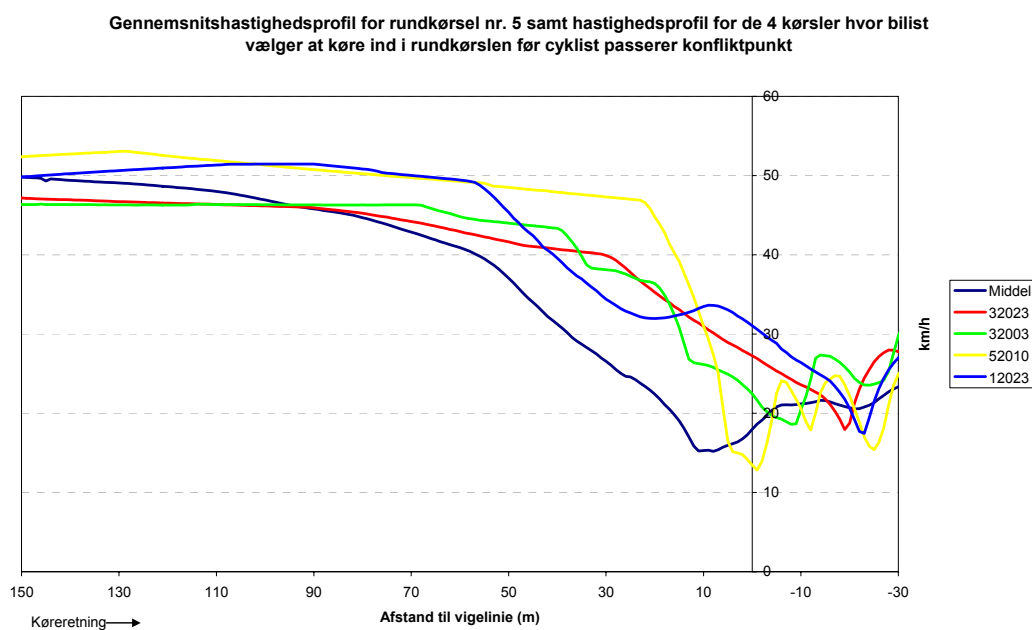
Figur 5.2. Hastighedsprofiler for rundkørsler med middelhøje oversigtsforhold (rundkørsel nr. 8-14)



Figur 5.3. Hastighedsprofiler for rundkørsler med acceptable oversigtsforhold (rundkørsel nr. 15-21)

Som det ses af de tre figurer, er der ikke umiddelbart de store forskelle i hastighedsprofilerne for de forskellige typer af rundkørsler. For rundkørselsdesign 4 og 7 med bump i tilfarten ses, naturligt nok, et knæk i hastighedsprofilet omkring det sted, hvor bumpet begynder ca. 30 m før vigelinien. Hastighedsprofilerne viser tillige, at anlæg af bump i tilkørslen frem mod rundkørslen ikke medfører at bilerne nedsætter deres hastighed mere end for de øvrige rundkørselsdesigns. I Bilag 5 er vedlagt gennemsnitlige hastighedsprofiler for de 21 rundkørsler med angivelse af 15% og 85%-fraktil.

I de 17 kørsler hvor bilisten vælger, at køre ind i rundkørslen før cyklisten passerer konfliktpunktet, kan man se, at bilisterne oftest sætter hastigheden ned tættere på vigelinien, end for kørsler hvor bilisten vælger at køre ind efter, cyklisten har passeret. I figur 5.4 ses et eksempel på hastighedsprofiler for rundkørsel nr. 5 (rundkørsel uden cykelanlæg), hvor der i 4 kørsler var en bilist der valgte, at køre ind i rundkørslen og passere konfliktpunktet før, den cirkulerende cyklist ankom.

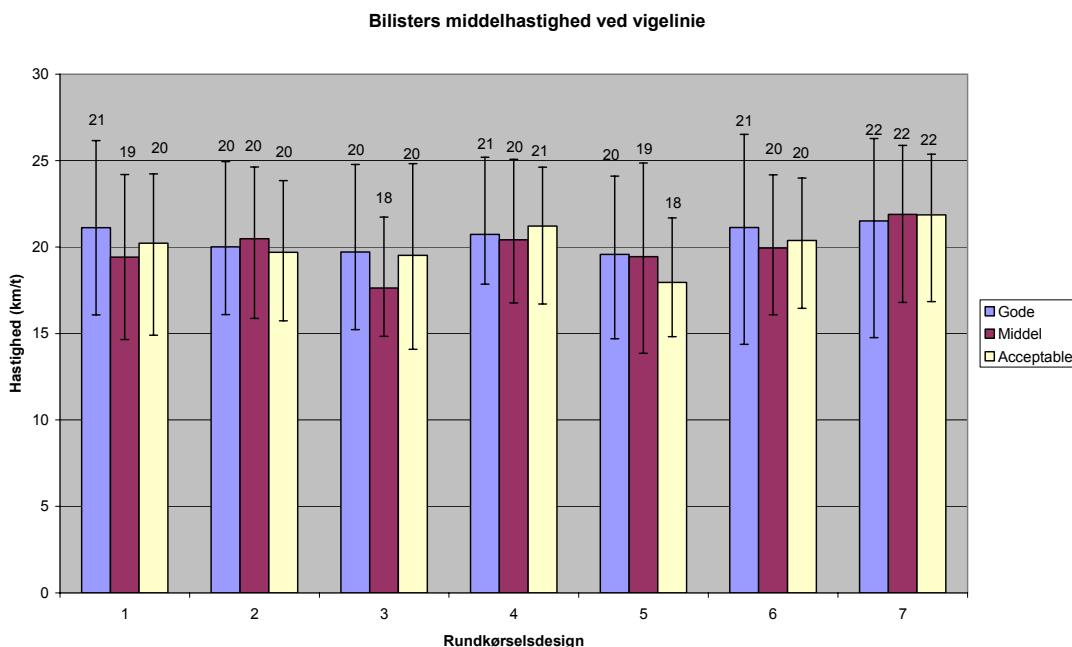


Figur 5.4. Gennemsnitligt hastighedsprofil for rundkørsel nr. 5 sammenholdt med profiler for de 4 kørsler, hvor en bilist valgte at køre ind i rundkørslen før cyklisten passerer konfliktpunktet.

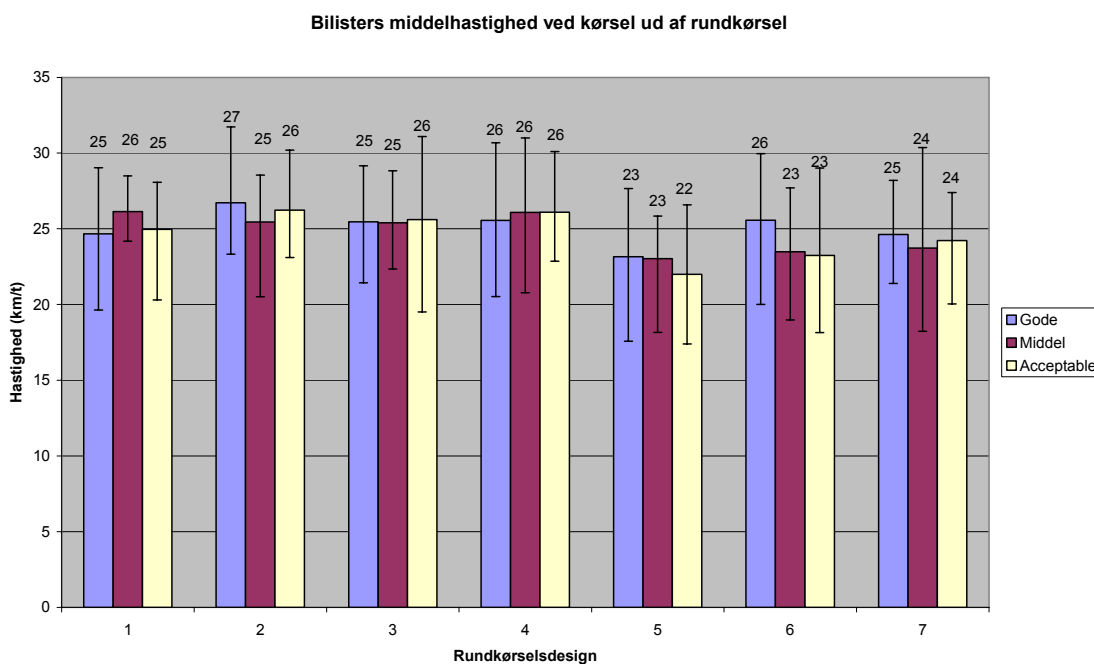
I bilag 5 ses hastighedsprofiler for de kørsler, hvor en bilist vælger at passere konfliktpunktet før cyklisten.

Den gennemsnitlige hastighed når bilisten passerer vigelinien og kører ind i rundkørslen ligger på 18-22 km/t, se figur 5.5. Den tilsvarende udkørselshastighed ligger på mellem 22-27 km/t, se figur 5.6. For kørsler hvor bilisten passerer konfliktpunktet før cyklisten, er gennemsnitshastigheden ved vigelinien 25 km/t ind i rundkørslen og 30 km/t ved udkørslen (kun baseret på 17 kørsler). Dvs. at der kan

anes en tendens til, at bilister der kører ind i rundkørslen før den cirkulerende cyklist har passeret, har en lidt højere hastighed end bilister der vælger at køre ind i rundkørslen efter, cyklisten har passeret konfliktpunktet.



Figur 5.5 Forsøgspersonernes gennemsnitshastighed ved passage af vigelinie ved kørsel ind i rundkørslen (Rundkørselsdesign 1-7 ved gode, middel hhv. acceptable oversigtsforhold).



Figur 5.6 Forsøgspersonernes gennemsnitshastighed ved kørsel ud af rundkørslen for de 7 rundkørselsdesigns fordelt på oversigtsforhold.

Opsamling

Hastighedsprofilerne viser, at bilisternes hastighedsvalg frem mod og igennem rundkørslen er meget ens uanset de aktuelle oversigtsforhold og/eller rundkørselsdesign. Rundkørselsdesign 4 og 7 med bump i tilfarten har et knæk i hastighedsprofilen omkring bumpet, men der er intet der tyder på, at bump i tilfarten får bilisterne til at nedsætte deres hastighed mere end for de fem øvrige rundkørselsdesigns. Der er således ikke noget der tyder på, at trafikanternes hastighedsvalg afhænger af den valgte rundkørselsudformning eller de aktuelle oversigtsforhold. Der er en tendens til at hastigheden ved vigelinien på vej ind i og ved kørsel ud af rundkørslen, er lidt større i de tilfælde, hvor bilisten vælger at køre ind i rundkørslen før, den cirkulerende cyklist har passeret konfliktpunktet, og i disse situationer nedsætter bilisterne hastigheden noget senere – dvs. tættere på vigelinien.

5.3 Tidsafstand i konfliktpunkt

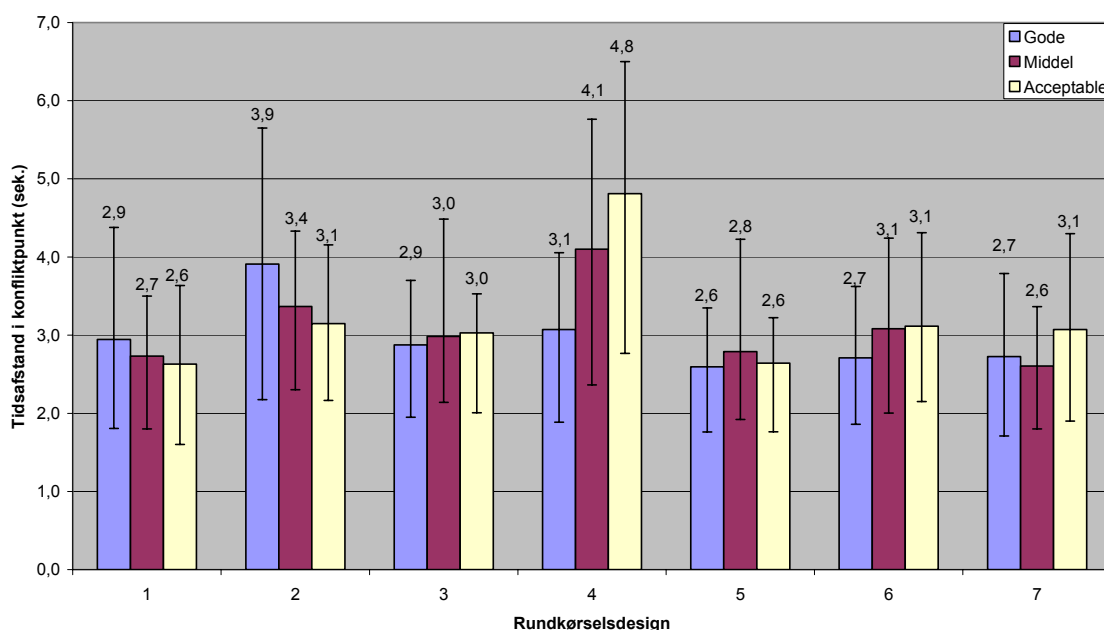
Tidsafstand i konfliktpunkt beregnes som tidsafstand mellem bilistens og cyklists passage af konfliktpunktet. Tidsafstanden er et udtryk for, hvor lang tid parterne har til at reagere overfor hinanden, hvis der skulle ske en uforudset hændelse. Små tidsafstande i konfliktpunktet betyder, at trafikanterne kun har kort tid til at reagere overfor hinanden, mens større tidsafstande betyder, at trafikanterne har bedre tid til at tackle en uforudset hændelse. Ifølge den svenske konfliktteknik¹² er der *altid* tale om en alvorlig konflikt, hvis en tidsafstand er mindre end 0,5 sek. Dette er kun tilfældet for én af de 537 kørsler. Hvis en bilist passerer konfliktpunktet med en hastighed på mellem 0-30 km/t, siger den svenske konfliktteknik, at der kan være tale om en alvorlig konflikt, hvis tidsafstanden er mindre end 1,4 sek. I syv af de 537 kørsler er der tidsafstande, som er mindre end 1,4 sek, men på nær den ene situation hvor tidsafstanden er 0,5 sek., er der ikke tale om alvorlige konflikter, i det bilisternes hastighed i konfliktpunktet er væsentligt mindre end 30 km/t.

Udover de gennemsnitlige tidsafstande, er der også lavet en opgørelse over spredningen i data. Jo mindre spredning, desto mere enige er forsøgsbilisterne i, hvor lang tidsafstanden skal være mellem dem og cyklisten i konfliktpunktet. For illustration af konfliktpunktet se figur 4.2.

I figur 5.7 ses en opgørelse over målte tidsafstande i konfliktpunktet for de 21 rundkørsler med angivelse af 15% og 85%-fraktilen. Opgørelsen er lavet som et gennemsnit for alle gennemkørsler af de enkelte rundkørsler. For angivelse af median, varians og spredning for de enkelte rundkørsler se bilag 6.

¹² Den Svenska konflikttekniken. Lunds Tekniska Högskola. Lunds Universitet, Sverige 1992.

Tidsafstand i konfliktpunkt fordelt på geometri og oversigtsforhold, med angivelse af 15% og 85% fraktiler. Kun kørsler hvor bilist kører ind i rundkørslen efter cyklist har passeret konfliktpunktet



Figur 5.7. Gennemsnitlig tidsafstand i sekunder i konfliktpunkt for de 7 rundkørselsdesigns fordelt på oversigtsforhold. Kun for kørsler hvor cyklisten passerer konfliktpunktet før bilisten.

Som det fremgår af figur 5.7, varierer tidsafstanden i konfliktpunktet mellem 2,6 sek. og 4,8 sek. For rundkørselsdesign 1, 3, 5, 6 og 7 er tidsafstanden stort set ens uanset de aktuelle oversigtsforhold (2,6-3,1 sek.). For rundkørselsdesign 2 og 4 er tidsafstanden lidt højere (3,1 og 4,8 sek.). Spredningen i data er størst for rundkørselsdesign 4. At tidsafstanden er størst for design 4, kan forklares ved, at bilisterne er længere fra konfliktpunktet når cyklisten ankommer i konfliktpunktet, end det er tilfældet for de øvrige 6 designs, se evt. bilag 10 figur 10 B. Dette hænger sammen med, at bilisternes hastighed før bumpet er lavere end for de øvrige designs. Bumpet har tilsyneladende ikke samme effekt, når der kun er bump men intet cykelanlæg (design 7).

Tidsafstand i konfliktpunkt for rundkørsler med Gode, Middel eller acceptable oversigtsforhold (sek.)			
	GODE	MIDDEL	ACCEPTABLE
Middelværdi	2,9	3,0	3,3
85%-fraktil	4,1	4,3	4,7
15%-fraktil	1,8	2,0	1,9
Spredning	1,2	1,2	1,5
Antal obs.	177	179	164

Tabel 5.2. Tidsafstand i konfliktpunkt for rundkørsler fordelt på oversigtsforhold. Tabellen indeholder kun tal for kørsler, hvor cyklist passerer konfliktpunkt før bilist.

I tabel 5.2 er angivet den gennemsnitlige tidsafstand for rundkørsler med hhv. gode, middelhøje og acceptable oversigtsforhold. Af tabellen ses, at den gennemsnitlige tidsafstand i konfliktpunktet samt spredningen i data er ret ens for rundkørsler med gode og middelhøje oversigtsforhold. For rundkørsler med acceptable oversigtsforhold er tidsafstanden lidt større end for rundkørsler med gode og middelhøje oversigtsforhold, forskellen er signifikant.

Tabel 5.3 viser tidsafstand i konfliktpunkt for rundkørselsdesigns med og uden cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Tabellen viser, at den gennemsnitlige tidsafstand er 3,3 sek., for rundkørsler med cykelanlæg mod 2,8 sek. for rundkørsler uden cykelanlæg, forskellen er signifikant. Spredningen i data er mindst for rundkørsler uden cykelanlæg. Data tyder på, at oversigtsforholdene har mindst betydning for rundkørsler uden cykelanlæg.

	Tidsafstand i konfliktpunkt for rundkørsler MED og UDEN cykelanlæg (sek.)	
	MED	UDEN
Middelværdi	3,3	2,8
85%-fraktil	4,8	4,1
15%-fraktil	2,0	1,8
Spredning	1,4	1,1
Antal obs.	315	205

Tabel 5.3. Tidsafstand i konfliktpunkt for rundkørsler med og uden cykelanlæg. Kun kørsler hvor cyklist passerer konfliktpunkt før bilist.

I 17 af kørslerne passerer bilisten konfliktpunktet før cyklisten. De 17 kørsler er foretaget af i alt 4 testpersoner. For 16 af de 17 kørsler er den fundne tidsafstand mellem cyklist og bilist lig med eller større end de tilsvarende tidsafstande for kørsler, hvor bilisten passerer konfliktpunktet, efter cyklisten har passeret. I en af de 17 kørsler er der en bilist, som accepterer en tidsafstand på 0,5 sek. Denne tidsafstand er så lille, at der er tale om en alvorlig konflikt, hvor bilisten enten har overset cyklisten eller fejlvurderet cyklistens hastighed. Denne kørsel beskrives nærmere i afsnit 5.6.

En sammenligning af tabel 5.3 og tabel 5.4 viser, at tidsafstanden i konfliktpunktet generelt er lidt højere, når bilisten vælger at køre ind i rundkørslen før cyklisten har passeret. Dette gælder både for rundkørsler med og uden cykelanlæg. Skønt der er langt flere rundkørsler med cykelanlæg, kan det konstateres, at 2/3 af de 17 tilfælde sker i rundkørsler uden cykelanlæg¹³.

¹³ 12 af de 21 rundkørsler er med cykelanlæg, mens de sidste 9 rundkørsler er uden cykelanlæg

	Tidsafstand i konflikt punkt for kørsler hvor bilist passerer konflikt punkt før cyklist . Med hhv. uden cykelanlæg frem til og i rundkørslen. (sek.)	
	MED	UDEN
Middelværdi	3,8	3,3
85%-fraktil	4,6	4,3
15%-fraktil	3,1	2,7
Spredning	0,8	1,1
Antal obs.	6	11

*Tabel 5.4. Tidsafstand i konflikt punkt for de 17 kørsler hvor bilist passerer konflikt punkt før cyklist med hhv. uden cykelanlæg i rundkørslen
 Opsamling*

For rundkørsler uden cykelanlæg (design 5, 6 og 7) er den gennemsnitlige tidsafstand i konflikt punktet stort set ens uanset oversigtsforholdene, se figur 5.7. For rundkørselsdesign med cykelanlæg (design 1, 2, 3 og 4) er der samlet set, større variation i tidsafstanden.

I rundkørsler med gode og middelhøje oversigtsforhold er den gennemsnitlige tidsafstand i konflikt punktet samlet set mindre end for rundkørsler med acceptable oversigtsforhold. Denne forskel er signifikant, se tabel 5.2.

Opsamling

Samlet set tyder resultaterne på, at bilister der kører i rundkørsler uden cykelanlæg, er mere enige om hvor lang tid, der skal være mellem dem og en cirkulerende cyklist før, de vil køre ind i rundkørslen. Det samme gør sig gældende for rundkørsler med gode og middelhøje oversigtsforhold, her vælger bilisterne, samlet set, en tidsafstand som er lidt mindre end for rundkørsler med acceptable oversigtsforhold. Når en bilist kører med en hastighed på mindre end 30 km/t, tyder en tidsafstand på mere end 2 sek. på, at bilisten har styr på situationen. Det kan således konkluderes, at selvom de gennemsnitlige tidsafstande er mindre for rundkørsler uden cykelanlæg, så er tidsafstanden stadig så høj, at man må formode, at bilisten har lige så meget styr på den aktuelle situation, som det er tilfældet for rundkørsler med cykelanlæg.

5.4 Registrering af øjenbevægelser

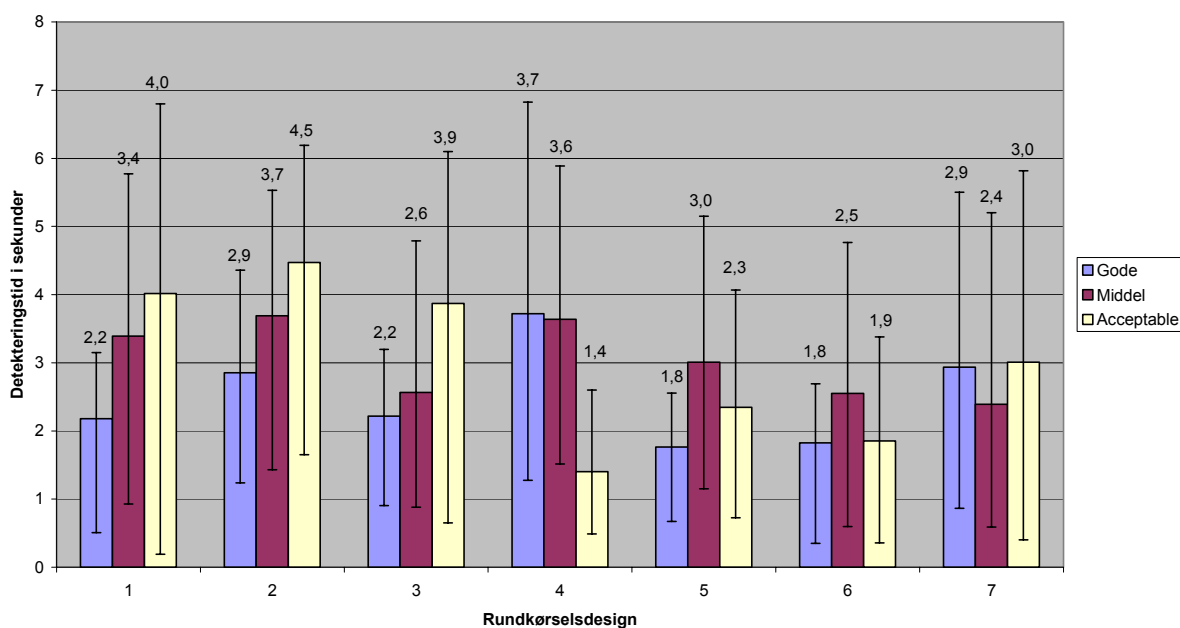
Der er foretaget registreringer af testbilisters øjenbevægelser, fra det tidspunkt hvor cyklisten første gang kommer ind i bilistens synsfelt, til det tidspunkt hvor cyklisten kører ud af bilistens synsfelt sidste gang. Registrering af hvornår det har været muligt for forsøgspersonerne at se en cirkulerende cyklist, er foretaget ud fra en manuel/subjektiv vurdering af de enkelte kørsler. For at sikre en så ensartet registrering som muligt, er alle registreringer af øjenbevægelser foretaget af den samme person.

Der laves en opgørelse over dels, hvor lang tid der går, fra cyklisten kommer ind i bilistens synsfelt, til bilisten har det første registrerbare blik mod cyklisten, dels hvor stor en andel af tiden bilisten ser mod cyklisten, i det tidsrum cyklisten befinder sig i bilistens synsfelt. Det skal pointeres, at registrering af øjenbevægelser alene giver mulighed for at registrere, hvor i vejnettet forsøgsbilisternes blik er rettet, og således ikke giver information om, hvorvidt forsøgspersonerne også erkender, hvad det er, de har set på. Ligeledes kan øjenbevægelserne ikke give os information om, hvad trafikanterne ser/opfatter i det perifere synsfelt. Kun blik med en varighed på 2/25 sek. eller længere er medtaget i den videre analyse.

5.4.1 Det første blik mod cyklist

Den tid der går, fra cyklisten kommer ind i bilistens synsfelt første gang, til bilisten har det første registrerbare blik mod cyklisten, kaldes detekteringstiden. Registrering af detekteringstiden kan måske vise, hvorvidt rundkørselsdesign og/eller oversigtsforholdene har en betydning for, hvor hurtigt en bilist får øje på en cirkulerende cyklist.

Detekteringstid fra cyklist kommer ind i bilistens synsfelt til bilisten har det første blik mod cyklist, samt angivelse af 15%- og 85% fraktil



Figur 5.8. Detekteringstid fordelt på rundkørselsdesign og oversigtsforhold. Tallene angiver middelværdien for den enkelte rundkørsel.

I figur 5.8 ses en opgørelse over, hvor lang tid der går, fra cyklisten kommer ind i bilistens synsfelt, til bilisten har det første blik mod cyklisten (for median, varians og spredning se bilag 7).

Det tager gennemsnitligt 1,4 til 4,5 sek. fra cyklisten kommer ind i synsfeltet, til bilisten har det første registrerbare blik mod cyklisten. Som det ses, er der stor variation i detekteringstiden for de enkelte rundkørselsdesigns. For rundkørselsde-

sign 1, 2 og 3 stiger detekteringstiden i takt med, at oversigtsforholdene forværres. I alle tre rundkørselsdesigns er der cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Der er ikke noget der tyder på, at bilister får tidligere øje på cyklister i rundkørsler med blå cykelbane set i forhold til de øvrige rundkørselsdesigns, faktisk tværtimod.

For rundkørselsdesign 4 er detekteringstiden stort set ens for gode og middelhøje oversigtsforhold, mens detekteringstiden er væsentligt mindre for rundkørsler med acceptable oversigtsforhold. At detekteringstiden er mindst for design 4, ved acceptable oversigtsforhold kan relateres til bilistens hastighedsvalg frem mod rundkørslen, der betyder, at den ankommer senere til rundkørslen, end det er tilfældet for de øvrige designs. Det betyder samtidigt, at cyklisten er tættere på konflikt-punktet, når bilisten kan se cyklisten første gang og, dermed er placeret mere "lige for" i bilistens synsfelt, end det er tilfældet for de øvrige designs.

For rundkørselsdesign 5, 6 og 7 varierer detekteringstiden mellem 1,8 og 3,0 sek. Der er ikke umiddelbart nogen klar sammenhæng mellem de tre rundkørselsdesign og de aktuelle oversigtsforhold.

Spredningen af data indenfor de enkelte rundkørsler er forholdsvis stor, hvilket betyder, at der er stor forskel på, hvor tidligt i kørslen den enkelte bilist har det første blik mod cyklisten.

I tabel 5.5 ses en opgørelse over detekteringstiden for rundkørsler med og uden cykelanlæg.

	Detekteringstid for rundkørsler MED og UDEN cykelanlæg	
	MED	UDEN
Middelværdi	3,1	2,5
85%-fraktil	5,8	5,0
15%-fraktil	0,7	0,5
Spredning	2,2	1,9
Antal obs.	300	208

Tabel 5.5. Detekteringstid – delt på rundkørsler MED og UDEN cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Kun observationer hvor cyklist passerer konfliktpunkt før bilist

Af tabel 5.5 ses, at den gennemsnitlige detekteringstid er 3,1 sek. for rundkørsler med cykelanlæg og 2,5 sek. for rundkørsler uden cykelanlæg. Selvom spredningen er stor, er forskellen i detekteringstiden signifikant, dvs. at bilister der kører frem mod rundkørsler uden cykelanlæg, får tidligere øje på den cirkulerende cyklist i forhold til rundkørsler med cykelanlæg.

I tabel 5.6 ses en opgørelse af detekteringstiden for kørsler, hvor bilisten kører ind i rundkørslen, før cyklisten passerer. Det har kun været muligt at registrere øjen-

bevægelser for 15 af de 17 kørsler. Detekteringstiden er størst for rundkørsler MED cykelanlæg, men spredningen er stor.

	Detekteringstid i sekunder for kørsler hvor bilist kører ind i rundkørslen før cyklisten har passeret fordelt på rundkørsler MED og UDEN cykelanlæg	
	MED	UDEN
Middelværdi	2,5	2,0
85%-fraktil	3,9	3,1
15%-fraktil	1,1	0,8
Spredning	1,6	1,8
Antal obs.	5	10

Tabel 5.6. Detekteringstid for de 15 kørsler hvor bilist passerer konfliktpunktet før cyklisten.

I tabel 5.7 ses en opgørelse af detekteringstiden for rundkørsler med hhv. gode, middel og acceptable oversigtsforhold. Middelværdien for rundkørsler med gode oversigtsforhold er på 2,5 sek. mod hhv., 2,9 og 3,0 sek. for rundkørsler med middel og acceptable oversigtsforhold. Forskellen er signifikant, dvs. at bilister der kører i rundkørsler med gode oversigtsforhold får tidligere øje på cyklister set i forhold til rundkørsler med middelgode og acceptable oversigtsforhold.

	Detekteringstid for rundkørsler med gode, middel eller acceptable oversigtsforhold (sek.)		
	GODE	MIDDEL	ACCEPTABLE
Middelværdi	2,5	2,9	3,0
85%-fraktil	4,7	5,3	6,0
15%-fraktil	0,7	0,8	0,4
Spredning	2,0	2,0	2,3
Antal obs.	172	174	162

Tabel 5.7. Detekteringstid – fordelt på oversigtsforhold. Kun kørsler hvor bilist passerer konfliktpunkt før cyklist.

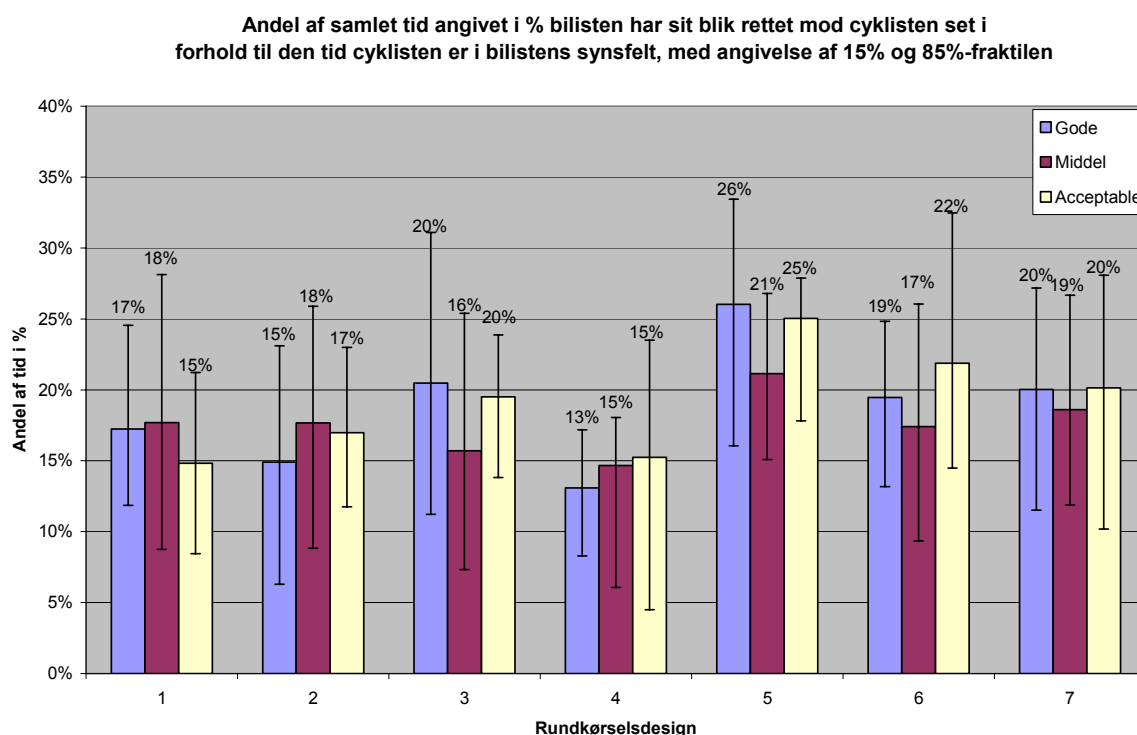
Opsamling detekteringstid

Bilister får lidt tidligere øje på cyklister i rundkørselsdesigns uden cykelanlæg (forskellen er signifikant). Ligeledes får bilisterne lidt tidligere øje på cyklister i rundkørsler med gode oversigtsforhold (forskellen er signifikant). Hvis man ser på rundkørselsdesigns med cykelanlæg men uden bump (design 1, 2 og 3), er der en tendens til, at detekteringstiden stiger i takt med at oversigtsforholdene forværres. Samlet set må det dog konstateres, at der er stor forskel på, hvornår forsøgspersonerne har det første registrerbare blik mod den cirkulerende cyklist.

5.4.2 Andel af tid bilist fokuserer mod cyklist

Der er foretaget registrering af bilisters øjenbevægelser mod cyklist i det tidsrum, cyklisten befinder sig i bilistens synsfelt. Der er foretaget registrering af blik 25 gange per sekund. For at blik i det efterfølgende kan betragtes som et meningsfuldt blik, skal det have en varighed på minimum 1/12 sek.

For hver af de syv rundkørselsdesigns, med hhv. gode, middel og acceptable oversigtsforhold viser figur 5.9 en grafisk opgørelse over andelen af tid, bilisten samlet set har sit blik rettet mod cyklisten, set i forhold til den tid cyklisten befinder sig i bilistens synsfelt. For angivelse af 15- og 85%-fraktiler samt median, varians og spredning af data i de enkelte rundkørsler se bilag 8.



Figur 5.9. Andel af tid i % bilist ser mod cyklist i det tidsrum cyklisten befinder sig i bilistens synsfelt. Kun for kørsler hvor bilist kører ind i rundkørslen efter cyklisten har passeret.

Overordnet har bilisten sit blik rettet mod cyklisten i 13 - 26% af den tid cyklisten befinder sig i synsfeltet¹⁴. Andelen af tid, der ses mod cyklisten, er størst for rundkørselsdesign 5 og mindst for rundkørselsdesign 4. Andelen af tid, der ses mod cyklisten i de 7 designs varierer kun mellem 2 og 5% inden for det enkelte design uanset de aktuelle oversigtsforhold.

¹⁴ I undersøgelsens Del 1, af rundkørsler i åbent land så bilisten mod cyklisten i 10-28% af den tid cyklisten var i synsfeltet (Oversigt i rundkørsler. Simulatorforsøg – DEL 1. Tilbagetrukket cykelstikrydsning samt oversigt til fast genstand. Trafitec marts 2006)

I tabel 5.8 ses en opgørelse over den gennemsnitlige andel af tid forsøgsbilisterne ser mod cyklisten i rundkørsler med og uden cykelanlæg.

	Andel af tid i % bilist ser mod cyklist i den tid cyklisten samlet set befinder sig i bilistens synsfelt i rundkørsler MED og UDEN cykelanlæg	
	MED	UDEN
Middelværdi	17%	21%
85%-fraktil	24%	29%
15%-fraktil	8%	12%
Spredning	8%	9%
Antal obs.	296	198

Tabel 5.8. Andel af tid bilist ser mod cyklist set i forhold til den samlede tid, cyklisten befinder sig i bilistens synsfelt for rundkørsler med og uden cykelanlæg. Kun kørsler hvor cyklist passerer konfliktpunkt før bilist er medtaget.

Resultaterne i tabel 5.8 viser, at bilister der kører frem mod rundkørsler uden cykelanlæg, gennemsnitligt ser mod cyklisten i 21% af den tid cyklisten er i synsfeltet mod 17% i rundkørsler med cykelanlæg. Forskellen er signifikant.

I tabel 5.9. ses de tilsvarende værdier for 15 af de 17 kørsler, hvor bilisten passerer konfliktpunktet før cyklisten. Også her ses en tendens til, at bilister der kører i rundkørsler uden cykelanlæg forholdsmæssigt ser mere mod cyklisten, end bilister der kører i rundkørsler med cykelanlæg. Selv om tabel 5.9 er baseret på relativt få data, skal det bemærkes, at andelen af tid bilisten ser mod cyklisten, generelt er mindre for de kørsler, hvor bilisten passerer konfliktpunktet før cyklisten.

	Andel af tid i % bilist ser mod cyklist fordelt på rundkørsler MED og UDEN cykelanlæg i den tid cyklist befinder sig i bilistens synsfelt. Kun kørsler hvor bilist passerer konfliktpunkt før cyklist	
	MED	UDEN
Middelværdi	11%	16%
15%-fraktil	4%	5%
85%-fraktil	19%	25%
Spredning	13%	12%
Antal obs.	5	10

Tabel 5.9. Andel af tid bilist ser mod cyklist i den tid cyklisten befinder sig i bilisten synsfelt. Kun kørsler hvor bilist passerer konfliktpunkt før cyklist.

Af tabel 5.10 fremgår det, at andelen af tid bilisten ser mod cyklisten stort set er den samme uanset oversigtsforholdene.

	Andel af tid i % bilist ser mod cyklist i den tid cyklisten er i bilistens synsfelt fordelt på oversigtsforhold.		
	GODE	MIDDEL	ACCEPTABLE
Middelværdi	19%	18%	18%
85%-fraktil	27%	27%	25%
15%-fraktil	11%	8%	10%
Spredning	9%	8%	9%
Antal obs.	166	170	158

Tabel 5.10. Andel af tid bilist ser mod cyklist i den tid cyklisten befinder sig i bilistens synsfelt fordelt på oversigtsforhold. Kun kørsler hvor cyklist passerer konfliktpunkt før bilist.

Der er således ikke noget der tyder på, at de aktuelle oversigtsforhold har betydning for den samlede andel af tid, bilisten ser mod den cirkulerende cyklist.

Når en bilist kører frem mod en rundkørsel, er det nærliggende at tro, at bilistens fokus mod cyklisten stiger ved kørsel frem mod rundkørslen. Hvis ræsonnementet er rigtigt vil det betyde, at den andel af tid bilisten ser mod cyklisten, stiger i takt med at cyklisten nærmer sig konfliktpunktet. Ligeledes kan man forvente, at oversigtsforhold og rundkørselsdesign vil have mindre betydning for adfærden, jo tættere på konfliktpunktet cyklisten befinder sig. I tabel 5.11 og 5.12 ses andelen af tid, bilisten ser mod cyklisten de sidste hhv. 8 og 4 sekunder inden, cyklisten ankommer til konfliktpunktet fordelt på rundkørselsdesign med og uden cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Af de to tabeller ses, at andelen af tid bilisten ser mod cyklisten faktisk stiger i takt med, at cyklisten nærmer sig konfliktpunktet.

	Andel af tid i % bilist ser mod cyklist de sidste 8 sekunder inden cyklist ankommer til konfliktpunkt	
	MED	UDEN
Middelværdi	23%	24%
85%-fraktil	36%	36%
15%-fraktil	11%	13%
Spredning	12%	12%
Antal obs.	296	199

Tabel 5.11. Andel af tid bilist ser mod cyklist i de sidste 8 sekunder inden cyklisten ankommer til konfliktpunktet. Kun kørsler hvor bilist passerer konfliktpunkt før cyklist.

	Andel af tid i % bilist ser mod cyklist de sidste 4 sekunder inden cyklist ankommer til konflikt punkt fordelt på rundkørsler MED og UDEN cykelanlæg	
	MED	UDEN
Middelværdi	34%	37%
85%-fraktil	53%	54%
15%-fraktil	14%	19%
Spredning	18%	19%
Antal obs.	296	199

Tabel 5.12. Andel af tid bilist ser mod cyklist i den tid cyklisten befinder sig i bilistens synsfelt fordelt på overigtsforhold. Kun kørsler hvor cyklist passerer konflikt punkt før bilist.

I tabel 5.13 og 5.14 ses andelen af tid bilisten ser mod cyklisten de sidste hhv. 8 og 4 sekunder inden cyklisten ankommer til konflikt punktet set i forhold til overigtsforhold. Det ses, at andelen af tid, bilisten ser mod cyklisten, stiger i takt med, at cyklisten nærmer sig konflikt punktet.

	Andel af tid i % bilist ser mod cyklist de sidste 8 sekunder inden cyklist ankommer til konflikt punkt		
	GODE	MIDDEL	ACCEPTABLE
Middelværdi	24%	23%	22%
85%-fraktil	37%	35%	33%
15%-fraktil	13%	11%	11%
Spredning	11%	12%	12%
Antal obs.	166	170	159

Tabel 5.13. Andel af tid bilist ser mod cyklist i de sidste 8 sekunder inden cyklisten ankommer til konflikt punktet fordelt på overigtsforhold. Kun kørsler hvor bilist passerer konflikt punkt før cyklist.

	Andel af tid i % bilist ser mod cyklist de sidste 4 sekunder inden cyklist ankommer til konflikt punkt fordelt på overigtsforhold		
	GODE	MIDDEL	ACCEPTABLE
Middelværdi	33%	35%	37%
85%-fraktil	50%	57%	54%
15%-fraktil	15%	14%	19%
Spredning	31%	20%	18%
Antal obs.	166	170	159

Tabel 5.14. Andel af tid bilist ser mod cyklist i de sidste 4 sekunder inden cyklisten ankommer til konflikt punktet fordelt på overigtsforhold. Kun kørsler hvor bilist passerer konflikt punkt før cyklist.

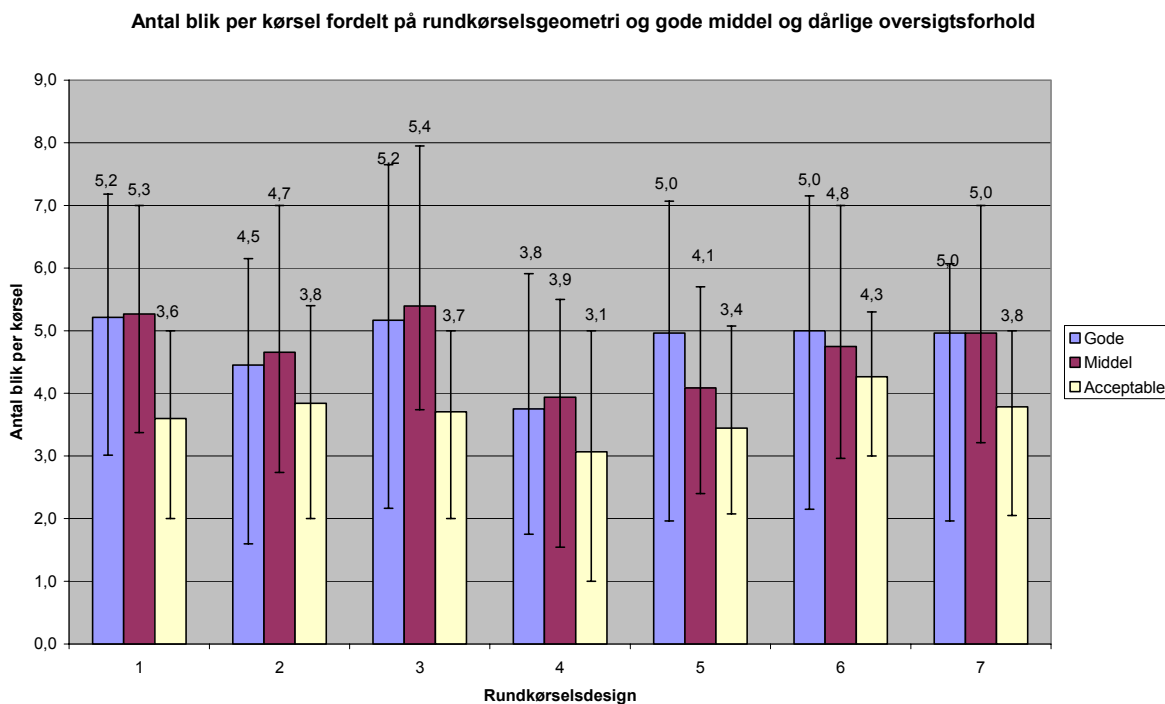
Opsamling andel af tid der ses mod cyklist

Det kan konkluderes, at den samlede andel af tid, bilisten ser mod cyklisten, er større for rundkørselsdesigns uden cykelanlæg set i forhold til rundkørselsdesigns med cykelanlæg (forskellen er signifikant). Der er ingen forskel i den samlede andel af tid der fokuseres mod cyklisten for rundkørsler med hhv. gode, middel og acceptable oversigtsforhold. Resultaterne tyder på, at andelen af tid der ses mod cyklisten afhænger mere af det valgte design end af de aktuelle oversigtsforhold.

Der ses naturligt nok en stigning i andelen af tid bilisten ser mod cyklisten i takt med, at cyklisten nærmer sig konfliktpunktet. Andelen af tid, der samlet ses mod cyklisten, er størst for rundkørselsdesign 5 og mindst for rundkørselsdesign 4. At andelen af tid bilisten ser mod cyklisten, er mindst for design 4, hænger formentligt sammen med, at bilisten i første omgang retter sin fokus mod bumpet forude. Først efter ankomst til bumpet begynder bilisten at rette sin fokus mod den cirkulerende cyklist. Pga. bilistens hastighedsnedsættelse inden bumpet er cyklisten endvidere tættere på konfliktpunktet, og dermed tættere på at køre ud af bilistens synsfelt, når bilisten har det første blik mod cyklisten, end det er tilfældet for de øvrige 6 designs.

5.4.3 Antal blik mod cyklist

Figur 5.10 viser, at forsøgsbilisterne gennemsnitligt retter deres blik mod cyklisten 3,1-5,4 gange per kørsel. Antallet af blik er størst for rundkørsler med gode og middelgode oversigtsforhold og mindst for rundkørsler med acceptable oversigtsforhold.



Figur 5.10 Forsøgsbilistens gennemsnitlige antal blik mod cyklist per gennemkørsel fordelt på rundkørselsdesigns og oversigtsforhold.

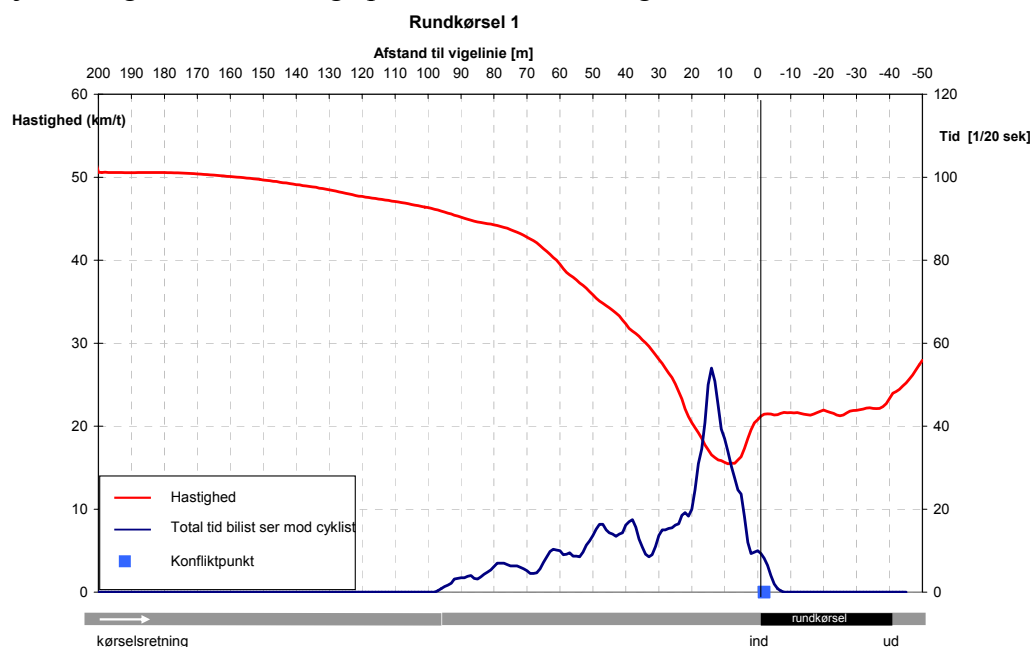
At antallet af blik er størst for rundkørsler med gode og middelhøje oversigtsforhold skyldes formentlig, at cyklisten er lettere at få øje på end i rundkørsler med acceptable oversigtsforhold, hvor der er plantet træer langs vejkanterne i alle til- og frafarter. At antallet af blik er mindst for design 4, kan delvist forklares ved, at cyklisten er tættere på konfliktpunktet og dermed tættere på at køre ud af bilistens synsfelt, end det er tilfældet for de øvrige 6 designs.

Antallet af blik mod cyklisten er stort set ens for rundkørsler med og uden cykelanlæg.

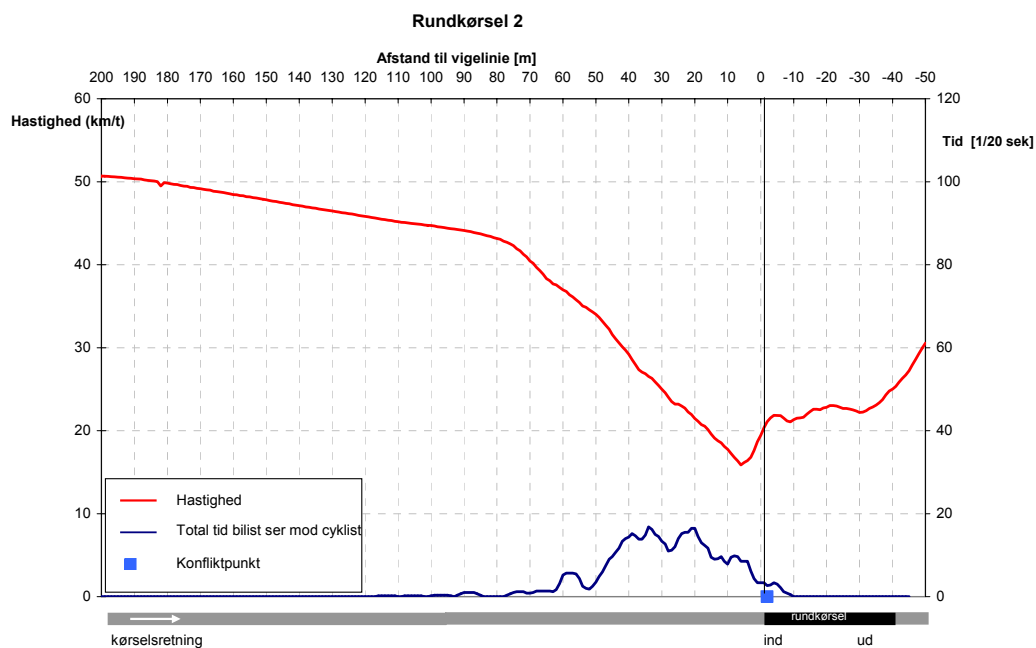
5.5 Hastighedsprofil og øjenbevægelser

Nedenfor foretages en sammenstilling af hastigheds- og blikprofil. Denne type af sammenstilling giver et godt visuelt overblik over, hvor i kørselsforløbet bilisten har sit blik rettet mod cyklisten kombineret med det gennemsnitlige hastighedsprofil.

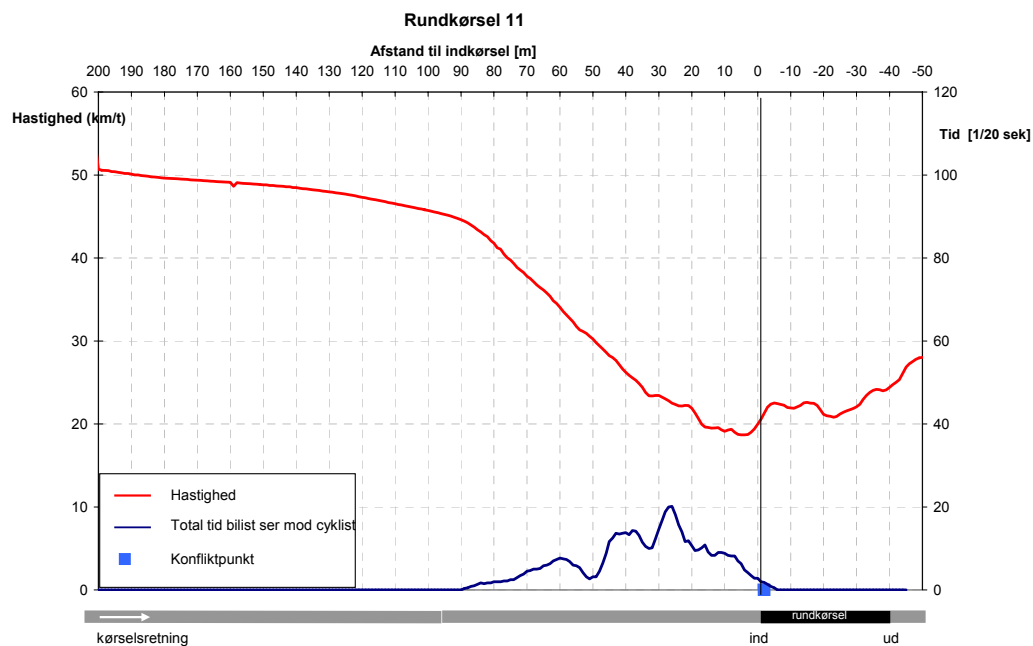
I figur 5.11, 5.12 og 5.13 ses kombinerede hastigheds- og blikprofiler for 3 af de 21 rundkørsler. Den røde graf angiver forsøgsbilisternes gennemsnitlige hastighedsprofil frem til og igennem rundkørslen. Den blå graf angiver blikprofilen, dvs. den totale tid forsøgsbilisterne ser mod cyklisten (dvs. længden af alle blik lagt sammen), for alle kørsler, hvor det har været muligt at foretage registrering af øjenbevægelserne. Samtlige profiler kan ses i bilag 9.



Figur 5.11. Kombineret hastigheds- og blikprofil for rundkørsel 1.

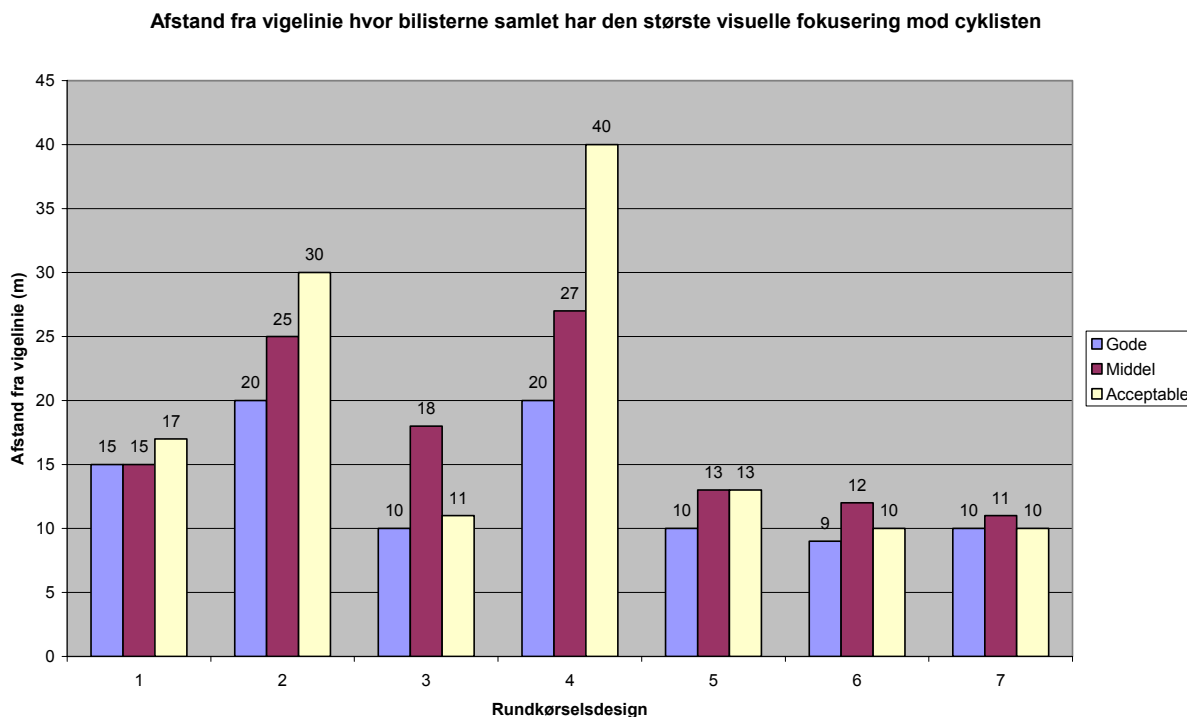


Figur 5.12. Kombineret hastigheds- og blikprofil for rundkørsel nr. 2 (rundkørselsdesign 2 med blå cykelbane i cirkulationsareal).



Figur 5.13. Kombineret hastigheds- og blikprofil for rundkørsel nr. 11 (Rundkørselsdesign 4 med cykelanlæg og bump i tilfart).

På baggrund af de 21 hastigheds- og blikprofiler er der i figur 5.14 lavet en opgørelse over, hvor langt fra vigelinen bilisterne samlet har den største visuelle fokusering mod cyklisten fordelt på de 7 rundkørselsdesigns (dvs. den afstand fra vigelinen hvor flest bilister har haft deres blik rettet mod cyklisten).



Figur 5.14. Afstand fra vigelinie hvor bilisterne samlet set har den største visuelle fokusering mod cyklisten.

For rundkørselsdesign 2, er der en tendens til, at bilisterne ser jævnt mod cyklisten de sidste 20 til 40 m før bilen ankommer til vigelinien, se figur 5.12. For rundkørselsdesign 4 ses ligeledes, at bilisternes visuelle fokusering mod cyklisten er spredt over en strækning på 40 til 10 m før vigelinien, se figur 5.13. For de øvrige rundkørselsdesigns er der en mere klar tendens til, at bilisterne har den største visuelle fokusering mod cyklisten i en mere veldefineret afstand fra vigelinien, og ikke fordelt over en strækning på samme måde som det ses for rundkørselsdesign 2 og 4.¹⁵

Der kan trækkes følgende generelle træk for profilerne for de 21 rundkørsler:

- Den laveste gennemsnitshastighed ved kørsel frem mod rundkørslen ligger gennemsnitligt på mellem 12 og 18 km/t, og sker i en afstand 10 m eller derunder fra vigelinien.
- De kombinerede hastighedsprofiler illustrerer sammenhængen mellem bilisternes hastighed frem mod rundkørslen, og hvornår på strækningen de samlet set har den største fokusering mod cyklisten. For rundkørselsdesign 1, 3, 5, 6 og 7 har bilisterne den største visuelle fokusering mod cyklisten i en afstand af 9-18 m fra vigelinien. Rundkørsel 2 og 4 (begge rundkørsler med cykelanlæg) skiller sig ud ved, at den største visuelle fokusering er

¹⁵ For kombineret hastigheds- og blikprofil se Bilag 9.

fordelt over en strækning, og det sker i en afstand af 20 til 40 m fra vigelinien. Der ses en klar tendens til, at den visuelle fokusering for disse to rundkørselsdesigns afhænger af de aktuelle oversigtsforhold. Jo bedre oversigtsforhold, desto tættere på rundkørslen har bilisterne den største visuelle fokusering mod cyklisten.

- For rundkørsler uden cykelanlæg har bilisten den største fokusering mod cyklisten i en afstand af 9-13 m fra vigelinien uanset oversigtsforholdene. Den største fokusering er sammenfaldende med den laveste snithastighed omkring 10 m før vigelinien. For rundkørsler med cykelanlæg er der langt større forskel på, hvor langt fra vigelinien bilisten har den største visuelle fokusering mod cyklisten (10-40 m).

5.6 Kørsler hvor bilist passerer konfliktpunkt før cyklist

I 17 ud af de 537 kørsler, svarende til 3% af alle kørsler, vælger bilisten at køre ind i rundkørslen og passere konfliktpunktet, inden den cirkulerende cyklist ankommer¹⁶. Kun for 15 af de 17 kørsler har det efterfølgende været muligt at foretage registreringer af forsøgsbilistens øjenbevægelser, mens det stadig har været muligt at beregne tidsafstand mv. for alle 17 kørsler.

I 16 af de 17 kørsler er der ikke noget der indikerer, at bilisten har overset cyklisten i en sådan grad, at det kan kaldes en konflikt. Kørslerne tyder på, at bilisterne ser cyklisten tidligt i forløbet og tilpasser hastigheden således, at de kan nå at køre ind i rundkørslen, inden den cirkulerende cyklist ankommer. Tidsafstanden i konfliktpunktet er større end eller lig med den gennemsnitlige tidsafstand for kørsler, hvor bilisten passerer konfliktpunktet efter, cyklisten har passeret. I 8 af de 15 kørsler får bilisten tidligere øje på cyklisten, set i forhold til kørsler hvor bilisten kører ind i rundkørslen, efter cyklisten har passeret, mens den samlede andel af tid bilisten ser mod cyklisten, er mindre for 13 af de 15 kørsler. I 11 af de 17 kørsler er der tale om rundkørsler uden cykelanlæg¹⁷. Selv om tallene er små, kan det tyde på, at bilister måske har en større tendens til at køre ind i rundkørslen før cyklisten i rundkørsler uden cykelanlæg.

Blandt de 537 kørsler er der ét tilfælde, hvor bilisten var tæt på at kolliderer med den cirkulerende cyklist, da han kører ind i rundkørslen. Det er en af de 17 situationer, hvor bilisten vælger at køre ind i rundkørslen før, den cirkulerende cyklist ankommer til konfliktpunktet.

Den rundkørsel bilisten kører igennem er rundkørselsdesign 6 (rundkørsel nr. 20), hvor der er ikke er noget cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen, men der er

¹⁶ De rundkørselsdesigns hvor bilisten vælger at køre ind i rundkørslen før den cirkulerende cyklist har passeret konfliktpunkter er design 1, 3, 5, 6 og 7.

¹⁷ I 12 af de 21 rundkørsler er der cykelanlæg (design 1, 2, 3 og 4), mens der ikke er noget cykelanlæg i de sidste 9 rundkørsler (design 5, 6 og 7).

etableret et orange rækværk i rundkørslen mellem vejbane og fortovskant. Rundkørslen har acceptable oversigtsforhold med træer placeret ved vejkanterne frem mod rundkørslen.



Billede 5.1. Billede fra kørslen i simulatoren, hvor bilisten kører ind i rundkørslen og først på dette tidspunkt opdager cyklisten.

I følge bilistens blikprofil har han i alt 3 registrerbare blik mod cyklisten, i en afstand af hhv. 30 m, 23 m og 3 m fra vigelinien. De to første blik er relativt korte med en varighed på 0,1 sek. Det sidste blik har en varighed på 0,55 sekund, hvilket svarer til, at bilisten ser mod cyklisten fra bilisten er 3,1 m fra vigelinien, indtil bilisten er 0,9 m fra vigelinie.

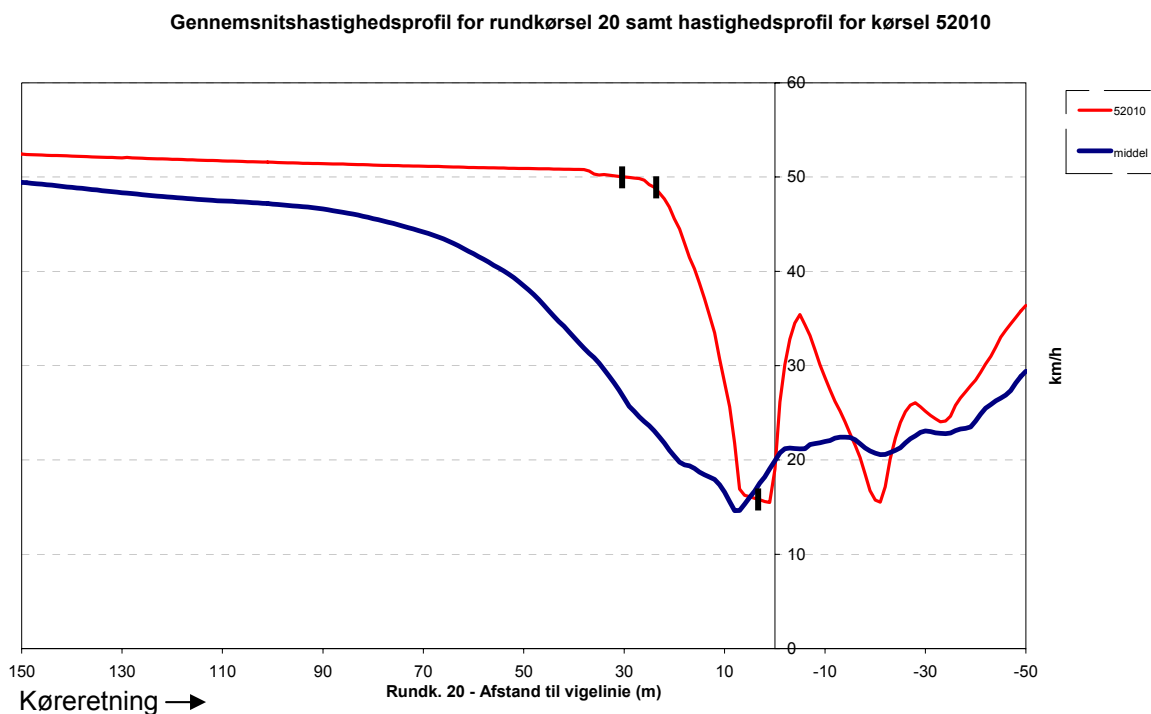
Den tid der går fra cyklisten kommer ind i bilistens synsfelt, til det første registrerbare blik, er 1,95 sek., hvilket stort set er det samme som middelværdien for alle kørsler (1,9 sek.).

Tidsafstanden mellem bilisten og cyklisten ankommer i konflikt punktet, er i denne kørsel kun 0,5 sek. mod 3,1 sek. for en gennemsnitlig kørsel.

Efter kørslen fortalte forsøgspersonen, at han ikke havde bemærket den cirkulerende cyklist, før han var meget tæt på rundkørslen. Denne type ”konflikter” kaldes også *Looked but failed to see*, og er netop karakteriseret ved, at bilisten har sit blik rettet mod cyklisten men efterfølgende fortæller, at han enten ikke har set cyklisten eller først ser den i sidste øjeblik eller i kollisionsøjeblikket.¹⁸

¹⁸ *Looked-but-failed-to-see Errors in Traffic (DRAFT). Two Pilot Studies. Mai-Britt Herslund and Niels O. Jørgensen. 2000*

I figur 5.15. ses testbilistens hastighedsprofil i forhold til det gennemsnitlige hastighedsprofil for alle gennemkørsler af rundkørsel 20.



Figur 5.15 Det blå hastighedsprofil angiver det gennemsnitlige hastighedsprofil for alle kørsler i rundkørsel nr. 20, mens det røde angiver hastighedsprofilet for kørsel 52010. De sorte markeringer på hastighedsprofilet angiver de tre blik forsøgspersonen retter mod cyklisten ved kørsel frem mod rundkørslen.

Det fremgår tydeligt, at hastighedsprofilet for forsøgspersonen i kørsel 52010 har et mere aggressivt hastighedsprofil end en gennemsnitskørsel. Hastigheden holdes på en næsten konstant hastighed på godt 50 km/t frem til bilisten er ca. 27 m fra vigelinien (bilist har det første blik mod cyklist 30 m før rundkørslen). Her bliver bremsepedalen aktiveret uafbrudt, indtil bilisten er ca. 6 m fra vigelinien. Andelen af tid bilisten samlet fokuserer mod cyklisten, er på 12% mod 22% for gennemsnitsbilisten.

Opsamling og konklusion

De 17 kørsler hvor bilisten vælger, at køre ind i rundkørslen før den cirkulerende cyklist ankommer til konfliktpunktet, adskiller sig på flere områder fra kørsler, hvor bilisten først kører ind i rundkørslen efter cyklisten har passeret. Bilisternes hastighedsprofil er karakteriseret ved, at bilisten nedsætter hastigheden tættere på vigelinien, og tidsafstand i konfliktpunktet, er oftest lig med eller større end tidsafstande for kørsler, hvor bilisten vælger at køre ind efter den cirkulerende cyklist. I de 17 tilfælde registreres et mere aggressivt hastighedsprofil. For 16 af de 17

kørsler tyder data dog på, at bilisten både har set og erkendt, at der er en cirkulerende cyklist. Bilisten tilpasser sit hastighedsniveau det sidste stykke frem til og igennem rundkørslen på en sådan måde, at de kan nå at køre ind i rundkørslen inden den cirkulerende cyklist ankommer til konfliktpunktet. Det skal bemærkes, at der ikke er registreret kørsler, hvor bilisten vælger at køre ind i rundkørslen før cyklisten i rundkørselsdesign 2 og 4 (rundkørsler med blå cykelbane og rundkørsler med bump i tilfarten).

Men i én af de 17 situationer erkender bilisten først cyklisten forholdsvis tæt på konfliktpunktet. Denne kørsel adskiller sig fra en typisk gennemkørsel ved, at bilisten kun har få korte blik mod cyklisten, inden han ca. 3 m før vigelinien har et længerevarende blik mod cyklisten. Hans kørsel er generelt kendetegnet ved, at han kører med en relativt høj hastighed frem mod rundkørslen, og først da han ca. 30 m før rundkørslen har det første blik mod cyklisten, aktiverer han bremsepedalen. Andelen af tid han ser mod cyklisten, er relativt lav i forhold til en tilsvarende gennemsnitskørsel. Kørslen bærer præg af, at bilisten ikke ser og erkender den cirkulerende cyklist umiddelbart før han når vigelinien. En såkaldt *Looked but failed to see* situation. Hvis han havde nedsat sin hastighed mere jævnt frem mod vigelinien, havde han haft lidt mere tid til at orientere sig og dermed større mulighed for at se og erkende cyklisten lidt tidligere i forløbet. Der er intet der tyder på, at designet af rundkørslen har betydning for, at bilisten først ser cyklisten sent i forløbet. Måske kan det have en betydning, at der er tale om en rundkørsel med acceptable oversigtsforhold ved kørsel frem til og igennem rundkørslen.

6 Resultater og konklusioner

6.1 Hastighedsprofiler

Resultaterne viser, at hastighedsprofilerne er meget ens uanset oversigtsforhold og rundkørselsdesign. For rundkørsler med bump i tilfarten ses dog, at bilisten nedsætter hastigheden inden bumpet for herefter at sætte hastigheden lidt op inden, de kører ind i rundkørslen. Det skyldes formentligt, at bilisten i første omgang retter sin fokus mod bumpet, og først herefter retter sin opmærksomhed mod den cirkulerende cyklist.

- Hastighedsprofilerne for de 21 rundkørsler minder meget om hinanden uanset rundkørselsdesign og oversigtsforhold, se figur 5.1, 5.2 og 5.3.
- Der er et knæk i hastighedsprofilerne for rundkørsler med bump (design 4 og 7), men der er intet der tyder på, at bump i tilfarten medfører at bilister nedsætter hastigheden mere end for de øvrige 5 designs, se figur 5.1 (rundkørsel nr. 4 og 7), 5.2 (rundkørsel nr. 11 og 14) og 5.3 (rundkørsel nr. 18 og 21).
- Hastighedsprofilet for de 17 kørsler, hvor bilisten vælger at køre ind i rundkørslen før den cirkulerende cyklist ankommer til konfliktpunktet, har generelt et mere aggressivt hastighedsprofil sammenholdt med de kørsler, hvor, bilister kører ind i rundkørslen efter, cyklisten har passeret konfliktpunktet.
- Gennemsnitshastigheden ved vigelinien for indkørende biler ligger generelt mellem 18 og 22 km/t, og er tilsyneladende uafhængig af rundkørselsdesign og oversigtsforhold (se figur 5.5).
- For de 17 kørsler, hvor bilisten vælger at køre ind i rundkørslen før, den cirkulerende cyklist passerer konfliktpunktet, er hastigheden ved vigelinien lidt mere spredt, med en samlet gennemsnitshastighed på 25 km/t.
- Gennemsnitshastighed ved kørsel ud af rundkørslen ligger på mellem 22 og 27 km/t, se figur 5.6. For de 17 kørsler, hvor bilisten vælger at køre ind i rundkørslen før, den cirkulerende cyklist ankommer til konfliktpunktet, ligger hastigheden ved udkørslen mere spredt med en gennemsnitshastighed på 30 km/t.

6.2 Tidsafstand i konfliktpunktet

Den gennemsnitlige tidsafstand mellem bilists og cyklists passage i konfliktpunktet ligger på mellem 2,6 og 4,8 sek. (se figur 5.7). Tidsafstand i konfliktpunktet for design 2 og 4 ligger tilsyneladende lidt højere sammenlignet med de øvrige 5 rundkørselsdesigns. At tidsafstanden er større for design 4, skyldes formentlig at bilisternes hastighed før bumpet er lavere end for de øvrige designs, og at de derfor ankommer senere til konfliktpunktet. Bumpet har tilsyneladende ikke den samme effekt, når der kun er bump og intet cykelanlæg (design 7).

- Den gennemsnitlige tidsafstand i konfliktpunktet er 3,3 sek. for rundkørsler med cykelanlæg og 2,8 sek. for rundkørsler uden cykelanlæg, forskellen er signifikant. Det skal bemærkes at design 4 skiller sig ud ved at have væsentligt højere tidsafstand i konfliktpunktet end de øvrige designs (se figur 5.7 og tabel 5.3).
- En sammenligning af rundkørselsdesign 1 og 5 og design 3 og 6, viser, at tidsafstanden i konfliktpunktet stort set er ens uanset de aktuelle oversigtsforhold og uanset om rundkørslen er designet med eller uden cykelanlæg. Sammenlignes rundkørselsdesign 2 og 5, og design 4 og 7, er tidsafstanden i konfliktpunktet væsentligt større for rundkørselsdesign 2 og 4 (rundkørsler med cykelanlæg).
- Den gennemsnitlige tidsafstand i konfliktpunktet er hhv. 2,9 og 3,0 sek. for gode og middelhøje oversigtsforhold. For rundkørsler med acceptable oversigtsforhold er tidsafstanden i konfliktpunktet 3,3 sek., hvilket er signifikant større end for rundkørsler med gode/middelhøje oversigtsforhold, se tabel 5.2.
- Tidsafstanden mellem bilist og cyklist i konfliktpunktet ser ud til at være lidt større i de situationer, hvor bilisten kører først igennem. Det gælder både for rundkørsler med og uden cykelanlæg, se tabel 5.3 og 5.4.

Der er for alle 21 rundkørsler samlet, en tendens til at tidsafstand i konfliktpunktet hænger sammen med bilistens længdeafstand til konfliktpunktet på det tidspunkt, cyklisten ankommer i konfliktpunktet. Jo længere bilisten er fra konfliktpunktet når cyklisten ankommer, desto større er tidsafstanden i konfliktpunktet.

6.3 Detekteringstid

Der er ikke noget der tyder på, at bilister får tidligere øje på cyklister i rundkørsler med blå felt eller orange rækværk (design 2, 3 og 6) set i forhold til de øvrige designs. Samlet set får bilister gennemsnitligt tidligere øje på cirkulerende cyklister, når der ikke er noget cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Om bilister der får tidligt øje på en cyklist, husker, og gør brug af informationen ved den videre kørsel frem mod rundkørslen vides ikke.

- Den tid der går fra en cirkulerende cyklist kommer ind i bilistens synsfelt, til bilisten har det første registrerbare blik mod cyklisten, kaldes detekteringstiden. Detekteringstiden for de 21 rundkørsler ligger gennemsnitligt på mellem 1,4 og 4,5 sek. (se figur 5.8). Der er generelt set stor spredning i data for alle 21 rundkørsler.
- Bilister får tidligere øje på cyklister i rundkørsler uden cykelanlæg (2,5 sek.) end i rundkørsler med cykelanlæg (3,1 sek.), forskellen er signifikant (se tabel 5.5). Variansen i data er mindst for rundkørsler uden cykelanlæg. For de relativt få kørsler hvor bilisten kører ind i rundkørslen før cyklisten har passeret, er detekteringstiden 2,5 sek. for rundkørselsdesigns med cykelanlæg og 2,0 sek. for rundkørselsdesigns uden cykelanlæg, se tabel 5.6.
- Detekteringstiden er mindst for rundkørsler med gode oversigtsforhold (2,5 sek.) og størst for rundkørsler med middelhøje og acceptable oversigtsforhold (hhv. 2,9 og 3,0 sek.), forskellen er signifikant, se tabel 5.7.

6.4 Andel af tid bilist ser mod cyklist

Data tyder på, at bilister bruger forholdsvis mere tid på at fokusere mod cyklisten, når der ikke er noget cykelanlæg. Andelen af tid der ses mod cyklisten er mindst for rundkørselsdesign 4. Det skyldes formentligt, at bilisten i første omgang retter sin opmærksomhed mod bumpet, og først ved ankomst til bumpet begynder, at rette sin fokus mod den cirkulerende cyklist. Det betyder, at cyklisten er tættere på konfliktpunktet, når bilisten har det første blik mod cyklisten (se Bilag 7, figur 7B), og at cyklisten dermed også er tættere på at køre ud af synsfeltet end, det er tilfældet for de øvrige designs.

- Forsøgsbilisterne bruger gennemsnitligt mellem 13 og 26% af den tid cyklisten er i synsfeltet til at se mod cyklisten, se figur 5.9. Andelen af tid er højst for rundkørselsdesign 5, hvor der ikke er noget cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen, og mindst for rundkørselsdesign 4, hvor der er bump i tilfarten samt cykelanlæg. For de relativt få kørsler, hvor bilisten passerer konfliktpunkt før cyklisten, ser bilisten mod cyklisten mellem 5 og 30% af tiden.
- For rundkørsler uden cykelanlæg ser forsøgsbilisten gennemsnitligt mod cyklisten i 21% af tiden mod 17% i rundkørsler med cykelanlæg, forskellen er signifikant, se tabel 5.8. For de relativt få kørsler hvor bilisten kører ind i rundkørslen før cyklisten passerer konfliktpunktet, er de tilsvarende andele på hhv. 16% og 11%, se tabel 5.9.
- Der er tilsyneladende ingen sammenhæng mellem andel af tid forsøgsbilisten ser mod cyklisten og de aktuelle oversigtsforhold, se tabel 5.10.

- Andelen af tid bilisterne ser mod cyklisten stiger, naturligt nok i takt med at cyklisten nærmer sig konfliktpunktet, se tabel 5.11, 5.12, 5.13 og 5.14.

6.5 Antal blik mod cyklist

- For kørsler hvor bilisten kører ind i rundkørslen efter cyklisten har passeret, har bilisten gennemsnitligt 3,1 til 5,4 blik mod cyklisten per kørsel, se figur 5.10. Antallet af blik er størst for rundkørsler med gode eller middeld gode oversigtsforhold. Der er ingen forskel i antal blik mod cyklisten i rundkørsler med og uden cykelanlæg. Andelen af blik mod cyklisten er mindst for rundkørselsdesign 4, dette gælder alle typer af oversigtsforhold, dette kan forklares ved, at bilister i rundkørsel 4 først har det første blik mod cyklisten, når denne er forholdsvist tæt på konfliktpunktet (se Bilag 7, figur 7B, og at cyklisten dermed er tættere på at køre ud af bilistens synsfelt, end det er tilfældet for de øvrige designs.

6.6 Kombineret hastigheds- og blikprofil

- De kombinerede hastigheds- og blikprofiler illustrerer en sammenhæng mellem bilisternes gennemsnitshastigheder frem mod rundkørslen, og hvornår på strækningen de samlet set har den største fokusering mod cyklisten. I de tre designs uden cykelanlæg (design 5, 6 og 7), har bilisterne samlet den største visuelle fokusering mod cyklisten i en afstand af 9-13 m fra vigelinien, dvs. meget ensartet uanset oversigtsforhold. For designs med cykelanlæg (design 1, 2, 3 og 4) er der en væsentligt større variation af, hvor langt fra vigelinien bilisten har den største visuelle fokusering mod cyklisten, se figur 5.14.
- Bilisternes mindste hastighed inden vigelinien ligger gennemsnitligt på 12-18 km/t, og sker i en afstand af 10 m eller derunder fra vigelinien.

Bilisternes visuelle fokusering mod cyklisten skal ses i sammenhæng med bilistens og cyklistens afstand til konfliktpunktet, når bilisten har det første blik mod cyklisten. For rundkørsler uden cykelanlæg er bilistens afstand til konfliktpunktet kortere, når bilisten har det første blik mod cyklisten, end det er tilfældet for rundkørsler med cykelanlæg. Det er formentligt også grunden til, at bilisternes største visuelle fokusering mod cyklisten sker tættere på vigelinien, end det er tilfældet for rundkørsler med cykelanlæg, og at tidsafstanden i konfliktpunktet er mindre for rundkørsler uden cykelanlæg. Ligeledes er der noget der tyder på, at oversigtsforholdene har en større betydning for designs med cykelanlæg end designs uden cykelanlæg.

Trafiksikkerhedsmæssigt kan man formode, at det er en fordel at man som bilist, har den største visuelle fokusering på cyklisten forholdsvist tæt på konfliktpunktet, og dermed tilsyneladende har styr på cyklistens placering umiddelbart inden,

der køres ind i rundkørslen. Det taler for, at rundkørsler uden cykelanlæg skulle være mere sikre end rundkørsler med cykelanlæg. Til gengæld er tidsafstanden i konfliktpunktet mindre for rundkørsler uden cykelanlæg, og jo mindre tidsafstand mellem bilist og cyklist, desto mindre tid/mulighed har en bilist for at kunne foretage en undvigemanøvre, hvis der opstår en uforudset hændelse. Det peger i retning af, at rundkørsler med cykelanlæg er mere sikre end rundkørsler uden. Men i følge den svenske konfliktteknik, kan man generelt sige, at når en bilist passerer et konfliktpunkt med en hastighed der er mindre end 30 km/t, da vil der være tale om en alvorlig konflikt, hvis tidsafstanden er mindre end 1,4 sek. Hvis tidsafstandene eksempelvis ≥ 2 sek. tyder det på, at bilisterne har styr på situationen. Det kan således konstateres, at den gennemsnitlige forskel i tidsafstanden for rundkørsler med og uden cykelanlæg tilsyneladende ikke har nogen betydning for trafikikkerheden, fordi tidsafstanden i begge tilfælde er så store, at det tyder på, at trafikanterne har kontrol over situationen.

6.7 Situationer hvor bilisten passerer konfliktpunkt før den cirkulerende cyklist

- I 17 ud af de 537 kørsler vælger bilisten at køre ind i rundkørslen før den cirkulerende cyklist når frem til konfliktpunktet. Adfærden i 16 af de 17 kørsler tyder på, at forsøgsbilisten både har set og erkendt den cirkulerende cyklist ved kørsel frem til og igennem rundkørslen. En af de 17 situationer adskiller sig fra en typisk gennemkørsel ved, at den er tæt på at resultere i en kollision. Kørslen er generelt kendetegnet ved, at bilisten vælger at køre med en relativt høj hastighed frem mod rundkørslen. Først da han ca. 30 m før rundkørslen har det første blik mod cyklisten, aktiverer han bremsepedalen. Bilisten har kun to korte blik mod cyklisten, inden han ca. 3 m før vigelinien, har et længerevarende blik mod cyklisten. Tidsafstanden i konfliktpunktet er kun 0,5 sek., mod 3,1 sek. for en gennemsnitlig kørsel. Andelen af tid forsøgsbilisten ser mod cyklisten er kun 12% mod 22% for en gennemsnitlig kørsel. Kørslen bærer præg af, at bilisten ikke ser og erkender den cirkulerende cyklist før i sidste øjeblik lige inden vigelinien. Bilisten fortæller da også efterfølgende, at han først ser cyklisten, da han er meget tæt på vigelinien. Denne type af konflikter, hvor man ved, at bilisten har haft sit blik rettet mod cyklisten uden at have set den, kaldes ”*Looked but failed to see*”.

6.8 Opsamling

Data tyder samlet på, at der er forskel på trafikanternes samspilsadfærd for rundkørsler med og uden cykelanlæg. I rundkørsler uden cykelanlæg, får bilisterne tidligere øje på den cirkulerende cyklist, og de ser mod cyklisten i en større andel af tiden set i forhold til rundkørsler med cykelanlæg, alle forskelle er signifikante.

De aktuelle oversigtsforhold har formentligt også en indflydelse på trafikanternes adfærd. I rundkørsler med gode oversigtsforhold får bilisterne signifikant tidligere øje på bilisten set i forhold til rundkørsler med middelhøje og acceptable oversigtsforhold. For rundkørsler med gode og middelhøje oversigtsforhold er tidsafstanden i konfliktpunktet mindre end for rundkørsler med acceptable oversigtsforhold; til gengæld er spredningen i data mindst. Den samlede andel af tid, der ses mod cyklisten, er tilsyneladende uafhængig af oversigtsforholdene.

Det er ikke muligt at lave en mere specifik udpegning af, hvilken type design der kan betragtes som den mest hensigtsmæssige set ud fra et trafiksikkerhedsmæssigt hensyn. Men de adfærdsmæssige parametre, peger samlet set i retning af, at bilisternes adfærd er mere hensigtsmæssig i rundkørsler uden cykelanlæg set i forhold til rundkørsler med cykelanlæg. Det skal forstås på den måde, at trafikanternes adfærd generelt er mere ensartet, og dermed forudsigelig i rundkørsler uden cykelanlæg. Her får bilisterne tidligere øje på cyklisten, og andelen af tid der ses mod cyklisten er højere. Samtidigt tyder data på, at de aktuelle oversigtsforhold har mindre betydning for rundkørsler uden cykelanlæg end rundkørsler med cykelanlæg. Det skal pointeres, at der er variationer i de forskellige adfærdsmæssige parametre i forhold til både design og oversigtsforhold.

Blandt de 537 gennemkørsler er én ”Looked but failed to see” situation, hvor en forsøgsbilist overser en cirkulerende cyklist. Kørslen er karakteriseret ved, at bilisten har en relativ høj hastighed frem mod og igennem rundkørslen, og først ser og erkender den cirkulerende cyklist kort før konfliktpunktet.

Resultaterne viser, at der er en række forhold, hvor forsøgsbilisternes samspilsadfærd afhænger af, hvorvidt der er cykelanlæg eller ej i rundkørselsdesignet samt af de aktuelle oversigtsforhold. Men undersøgelsen viser også, at bilisterne i langt de fleste tilfælde ser og erkender den cirkulerende cyklist i god tid inden, de ankommer i konfliktpunktet. Resultaterne tyder på at bilisternes kørekurve umiddelbart før og gennem rundkørslen til trods for designforskellene, stort set er ens uanset, om der er cykelanlæg eller ej, mens bilisternes visuelle fokus mod cyklisten tilsyneladende er størst, når der ikke er noget cykelanlæg. En forklaring kan være, at man som trafikant er mere opmærksom overfor cyklister, når der ikke er noget cykelanlæg, og dermed heller ikke et veldefineret areal for hvor, man kan forvente at eventuelle cyklister befinder sig.

Det skal pointeres, at der i undersøgelsen kun ses på ét scenario, hvor der alene er en bilist og en cyklist samtidigt tilstede i observationsfeltet. Hvis trafiksituationen er mere kompleks med flere trafikanter, er det muligt, at trafikanternes samspilsadfærd ændres væsentligt, hvilket måske kan betyde, at rundkørselsdesign og oversigtsforhold får en større betydning, end det er vist i denne undersøgelse.

7 Diskussion

Resultaterne fra denne undersøgelse tyder på, at der er en sammenhæng mellem bilisters hastighedsprofil, visuelle orientering, rundkørselsgeometri og oversigtsforhold. Men undersøgelsens resultater efterlader fortsat en række spørgsmål om bilisters adfærd, og hvordan de forskellige adfærdsparametre hænger sammen indbyrdes, og hvordan de skal tolkes.

Bilistens adfærd er i undersøgelsen vurderet på basis af en række målelige adfærdsparametre. Disse adfærdsparametre er primært knyttet til køretøjets hastighed, køretøjets placering i forhold til cyklisten samt bilistens visuelle fokusering mod cyklisten. De målte adfærdsparametre er sammenholdt med rundkørselsdesign og oversigtsforhold.

Spørgsmålet er om, og i givet fald hvordan, de målte adfærdsparametre kan knyttes til en ”sikkerhedsmæssig fornuftig adfærd” og dermed indikere et forbedret eller forværret sikkerhedsniveau for den undersøgte rundkørsel.

For at få en bedre forståelse af hvordan en typisk bilist tænker og reagerer ved kørsel frem mod en rundkørsel, følger nedenfor en beskrivelse af en typisk bilists adfærd ved kørsel frem til en rundkørsel, samt en vurdering af de undersøgte adfærdsparametre.

Bilisters adfærd ved kørsel frem mod en rundkørsel – Hastighedsprofil

Bilisters hastighedsvalg ved kørsel frem mod en rundkørsel afhænger af den aktuelle trafiksituation og kompleksiteten heraf. I den situation som der ses på i denne undersøgelse, vil føreradfærden generelt kunne beskrives som følger. Bilisten ser på lang afstand, at han nærmer sig en rundkørsel. Udformningen af rundkørsler stiller krav til lav hastighed ved passage af vigelinien. Det ved bilisten. Han letter derfor på speederen for at nedsætte hastigheden frem mod rundkørslen. Bilistens opmærksomhed er først og fremmest rettet mod fartreduktionen og kørebaneplacering ved kørsel ind i rundkørslen.

Vigelinien ligger umiddelbart inden der køres ind i rundkørslen, og det eneste bilisten behøver, er at koncentrere sig om, hvorvidt det er nødvendigt at holde tilbage for cirkulerende trafik i rundkørslen. Når bilisten befinder sig i en passende afstand fra vigelinien, retter han blikket mod venstre for at undersøge, om der er cirkulerende trafik, han skal holde tilbage for. Ser bilisten en cirkulerende trafikant, foretager han umiddelbart en ubevidst bedømmelse af den aktuelle risiko i form af tidsafstanden i det potentielle konflikt punkt. Bedømmer bilisten, at tidsafstanden er trafiksikker (lille risiko), tjekker han sin bedømmelse ved at rette endnu et blik mod den cirkulerende trafikant. Bedømmes tidsafstanden til at være for lille, har bilisten brug for at rette flere og/eller længerevarende blik mod cyklisten.

Når risikoen bedømmes til at være for stor, dvs. over et personligt sikkerhedskriterium, tilpasser bilisten automatisk sin adfærd for på den måde at øge tidsforskellen i konfliktpunktet. Dette sker enten ved at øge hastigheden, for på den måde at passere konfliktpunktet før den cirkulerende trafikant, eller ved at nedsætte hastigheden eller at stoppe op, for at kunne passere efter den cirkulerende trafikant.

Vurdering af parametre.

Nedenfor følger en vurdering af de parametre, der indgår i undersøgelsen.

Antal blik mod cyklist

Parameteren er svær at tolke. Ser bilisten cyklisten, når blikket er rettet mod cyklisten? Vi ved det ikke. Hvor opmærksom er bilisten ved det enkelte blik? Det ved vi heller ikke. Antallet af blik mod cyklisten afhænger sandsynligvis af bilistens vurdering af den aktuelle situation, herunder hvor risikofyldt bilisten vurderer den aktuelle trafiksituation. Jo mere risikofyldt desto flere blik

Tidsafstand i konfliktpunkt

Specielt korte tidsafstande er interessante, fordi det er her, potentialet for egentligt konflikter/uheld er størst.

Detekteringstid

Detekteringstiden afhænger i stor udstrækning af, om bilisten har behov for informationen eller ej. Cyklisten skal opdages i en passende afstand som bedømmes ud fra den aktuelle situation, dvs. bilistens hastighed, afstand til rundkørsel, den cirkulerende cyklist hastighed mv.

Hastighed ved vigelinie

Det er vigtigt, at bilisten tilstræber fuld kontrol, hvilket indebærer en god hastighedstilpasning i hele tilfarten (dvs. ingen kraftige opbremsninger eller accelerationer). I den situation hvor en bilist ikke møder andre trafikanter i rundkørslen, er der ingen grund til, at minimumshastigheden skal nås ved vigeinien. Man kan forestille sig, et hastighedsinterval som afhænger af bilistens køreevne, alder, bilen, vejforhold og lysforhold.

De adfærdsmæssige parametres indflydelse på trafiksikkerheden

På baggrund af undersøgelsens resultater er forsøgt opstillet en tabel, der giver en indikation af de undersøgte parametres indflydelse på trafiksikkerheden. Tabellen giver således et forsigtigt bud på betydningen af de undersøgte parametre, men ikke nogen endegyldig sandhed.

Et ”+” angiver om det er ved ”Høj værdi” eller ”Lav værdi” at trafiksikkerheden, kan formodes at være størst.

Parameter	Lav værdi	Høj værdi
Hastighed ved vigelinie (afhænger af den aktuelle trafiksituation)	+ (0-30 km/t)	- (>30 km/t)
Hastighed ved udkørsel (afhænger af den aktuelle trafiksituation)	+ (0-30 km/t)	- (>30 km/t)
Tidsafstand i konfliktpunkt	- (<1,5 sek.)	+ (>2 sek.)
Antal blik mod cyklist	- (<2)	+ (≥ 2)
Andel tid med fokus på cyklist (sidste 4 sek. før cyklist ankommer i konfliktpunkt)	-	+
Afstand fra vigelinie hvor bilist har den største visuelle fokusering mod cyklist (afhænger af trafikanternes placering i forhold til hinanden)	+	-
Detekteringstid	(+)	(+/-)

Tabel 7.1. Angivelse af de undersøgte parametre samt angivelse af, hvilken situation der formodes at give den bedste sikkerhed (+).

Nogle parametre er forholdsvis nemme at relatere til sikkerhed, f.eks. hastighed. Afhængig af den aktuelle trafiksituation bør hastigheden ikke være for høj. Et bud på maksimal hastighed ind- og ud af rundkørslen er 30 km/t. I nogle situationer vil det være rimeligt, at bilisten stopper helt op inden der køres ind/ud af rundkørslen. Andre gange tilpasser bilisten sin hastighed så en højere hastighed, kan være rimelig (f.eks. ingen cirkulerende trafik). Det er vigtigt, at hastighedsprofilen viser et så jævnt forløb som muligt, uden pludselig deceleration og/eller acceleration.

Tidsafstand i konfliktpunktet indikerer, hvor tæt trafikanterne tidsmæssigt passerer hinanden i konfliktpunktet. En lille tidsafstand indikerer, at de to trafikanter har passeret konfliktpunktet så tæt på hinanden, at de formodentligt ikke kan nå at foretage en afværgemanøvre, hvis det skulle blive nødvendigt. Små tidsafstande kan således indikere, at der kan være et trafikikkerhedsmæssigt problem. Omvendt er der ingen grund til, at tidsafstande i konfliktpunktet bliver u hensigtsmæssige store. Ved bilisthastigheder på under 30 km/t vil en tidsafstand i konfliktpunktet på min. 1,5-2 sek. oftest være tilstrækkelig til, at en bilist kan nå at foretage en reaktion, hvis en konflikt skulle opstå. I denne undersøgelse fandt vi, at tidsafstanden i gennemsnit lå på 3,3 sek. for rundkørsler med cykelanlæg og 2,8 sek. for rundkørsler uden cykelanlæg. Spredningen i data var mindst for rundkørsler uden cykelanlæg. Det tyder på, at bilister i rundkørsler uden cykelanlæg er mere enige om, hvor lang tid der bør være mellem dem og en cirkulerende cyklist i konfliktpunktet, end det er tilfældet for rundkørsler med cykelanlæg.

Ser man på andelen af tid bilisten ser mod cyklisten, viser resultaterne, at bilister der kører i rundkørsler uden cykelanlæg, samlet ser mod cyklisten i en større andel af tid, end det er tilfældet for rundkørsler med cykelanlæg (17% med og 21% uden). Rent trafikikkerhedsmæssigt kan man formode, at det er en fordel at ande-

len af tid bilisten ser mod cyklisten ikke er for lav, og at den sker på et passende tidspunkt inden parterne ankommer til konfliktpunktet.

Om antallet af blik kan relateres til trafiksikkerheden, afhænger i høj grad af hvornår i forløbet, bilisten har sit blik mod cyklisten. Bilisten bør som minimum have ét blik mod cyklisten og gerne to. Èt blik skal gerne være på det tidspunkt, hvor cyklist og/eller bilist er ved at ankomme til konfliktpunktet. Det kan igen kobles til hvor stor en andel af tid, bilisten bør fokusere mod cyklisten og tidsafstand i konfliktpunkt. Trafiksikkerhedsmæssigt kan man formode, at det er en fordel, at man som bilist har den største visuelle fokusering på cyklisten forholdsvis tæt på konfliktpunktet, og dermed tilsyneladende har styr på cyklistens placering umiddelbart inden der køres ind i rundkørslen. Ulempen ved at bruge bilistens øjenbevægelser som adfærdsparameter er, at vi ikke ved om bilisten har set og erkendt, det blikket er rettet mod. I denne undersøgelse havde bilisterne gennemsnitligt mellem 3 og 5 blik mod cyklisten, og bilisten havde i alle kørsler minimum ét direkte blik mod cyklisten.

Andre parametre er sværere at vurdere, f.eks. detekteringstid. Giver en lille detekteringstid øget sikkerhed? Vi ved det ikke. Ulempen ved detekteringstiden er, at vi ikke ved, om bilister der får hurtigt øje på en cyklist husker, at cyklisten er der, når han nærmer sig konfliktpunktet. Modsat kan man argumentere, at det nok heller ikke påvirker trafiksikkerheden negativt. Formentligt vil detekteringstiden afhænge af hvornår i kørslen, bilisten ubevidst finder det nødvendigt at orientere sig efter cirkulerende cyklister, og af cyklistens synlighed i synsfeltet. Resultaterne i denne undersøgelse viser, at bilister gennemsnitligt får lidt tidligere øje på cyklisten, når der ikke er noget cykelanlæg (2,5 sek. uden- og 3,1 sek. med cykelanlæg) - forskellen er signifikant. Detekteringstiden stiger i takt med, at oversigtsforholdene forværres.

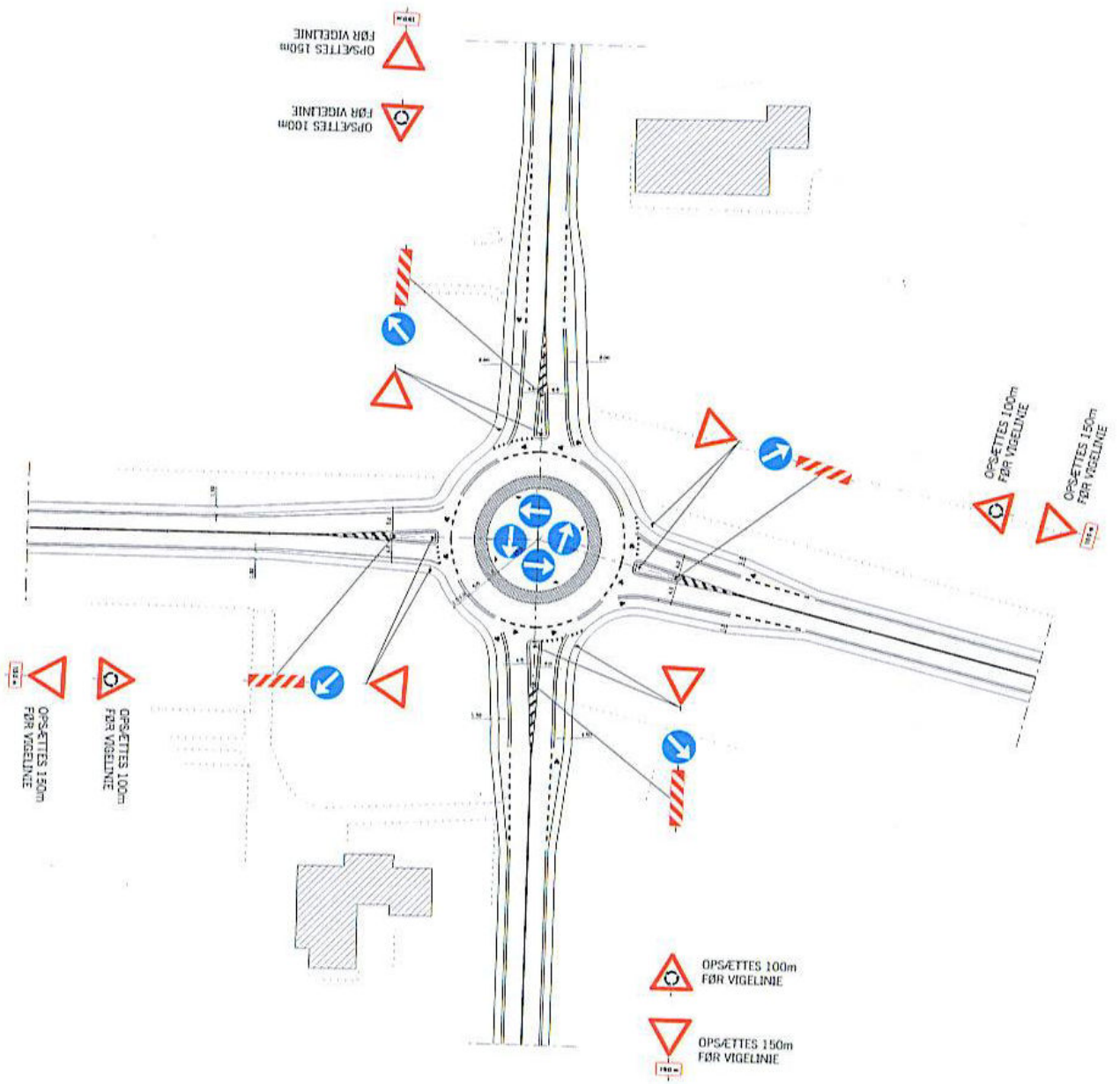
Samlet set kan det konkluderes, at vi med denne undersøgelse har fået lidt større viden om trafikanters samspil ved kørsel frem mod og igennem rundkørsler. Men vi har brug for mere viden om, hvordan man kan tolke bilisternes visuelle adfærdsmønstre. Ser og erkender bilisten det som blikket er rettet mod, og hvordan bearbejder en bilist det visuelle søgemønster, når der køres frem til og igennem en rundkørsel? -og hvordan kan vi bruge den viden i praksis til at forbedre trafiksikkerheden?

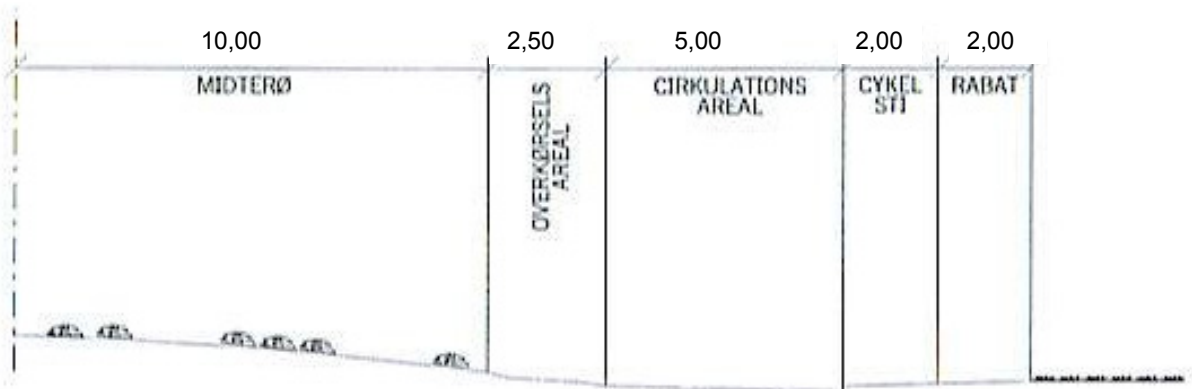
I tilsvarende analyser af mere komplekse scenarier, hvor der eksempelvis er både en cyklist og en bilist tilstede i cirkulationsarealet samtidigt, vil betydningen af de enkelte adfærdsparametre samt deres indbyrdes betydning for hinanden formentligt være anderledes.

Bilag 1 Plantegninger af de 7 rundkørselsdesigns

På de følgende sider er oversigtstegninger af de syv forskellige rundkørselsdesigns der indgår i undersøgelsen. De øvrige 6 designs er udført ved at lave ændringer i rundkørselsdesign 1.

Rundkørsel 1. Cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen.



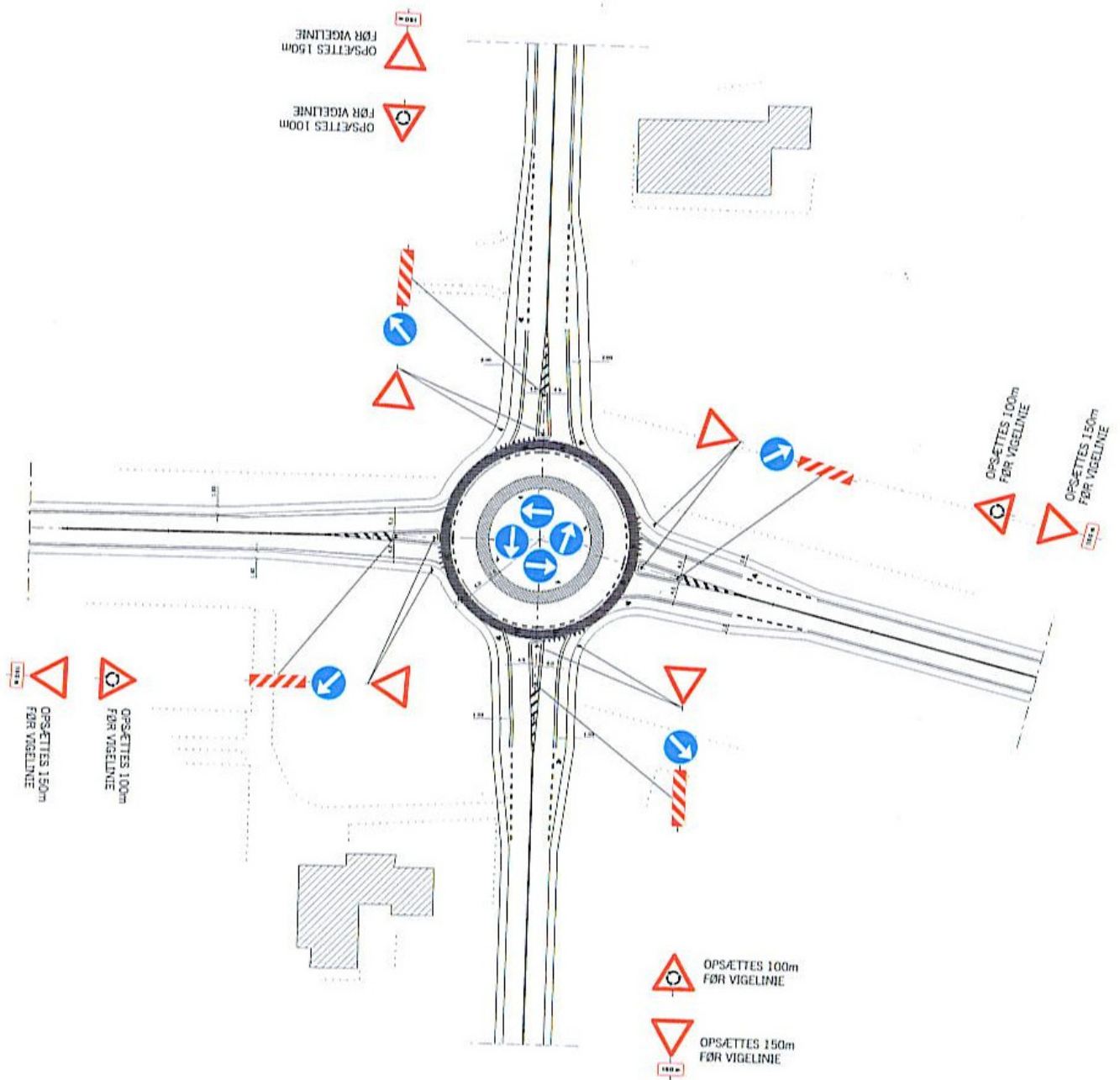


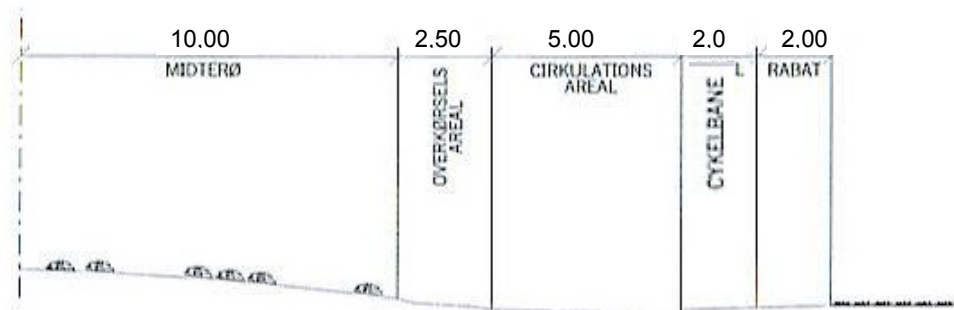
Rundkørsel med gode oversigtsforhold

Højde på midterø 0.75 m + max. 25 cm høj beplantning

Ubenævnte mål er m

Rundkørsel 2. Cykelanlæg frem til rundkørslen og blå cykelbane i cirkulationsarealet





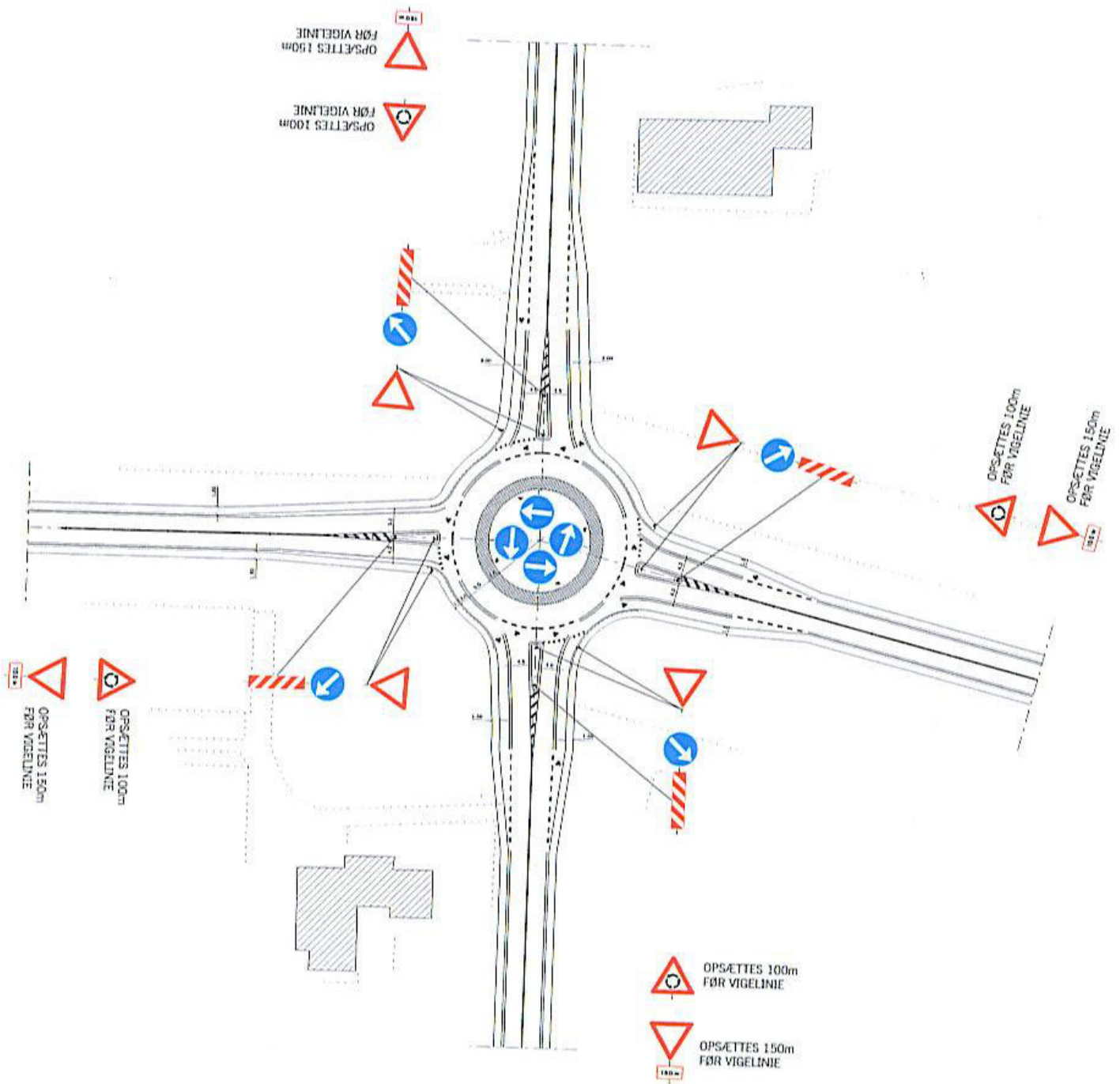
Rundkørsel med gode oversigtsforhold

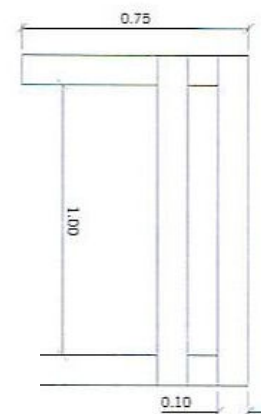
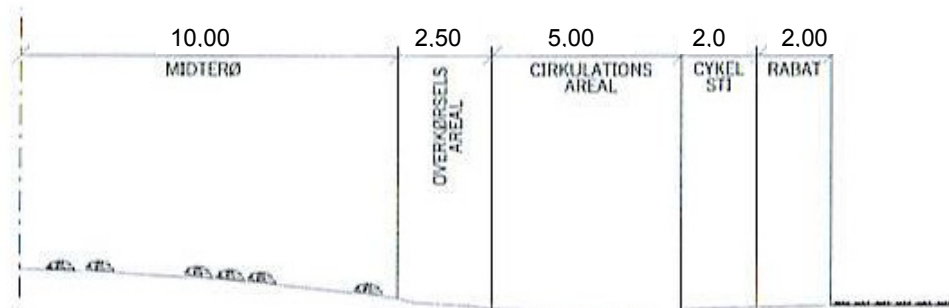
Højde på midterø 0.75 m + 25 cm høj beplantning

Cykelsti erstattes af blå cykelbane

Ubenævnte mål er m

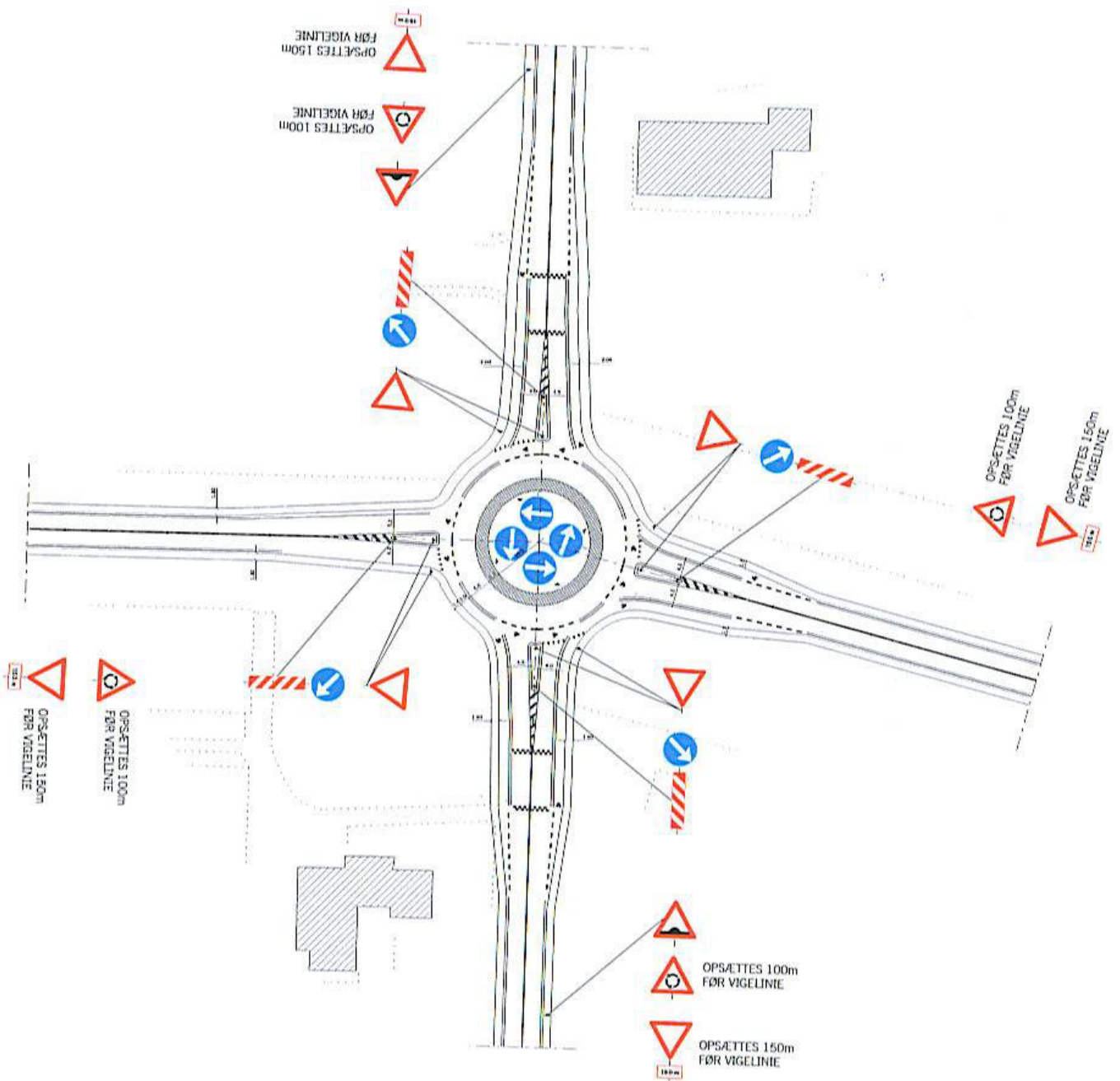
Rundkørsel 3. Cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen med orange stakit i kanten af cirkulationsarealet

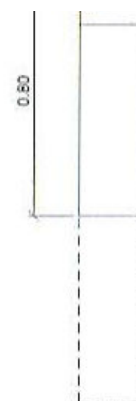
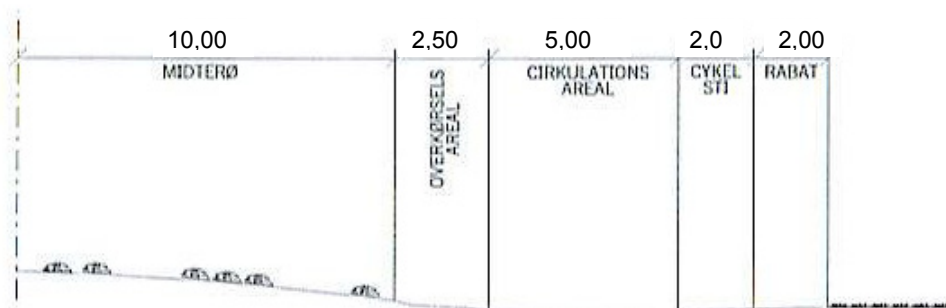




Rundkørsel med gode oversigtsforhold
 Højde på midterø 0.75 m + max. 25 cm høj beplantning
 Der etableres rækværk mellem fortovs kant og kantsten ud til vejbanen
 Ubenævnte mål er m

Rundkørsel 4. Cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Der er etableret et modificeret cirkelbump ca. 30 m før vigelinien





Rundkørsel med gode oversigtsforhold

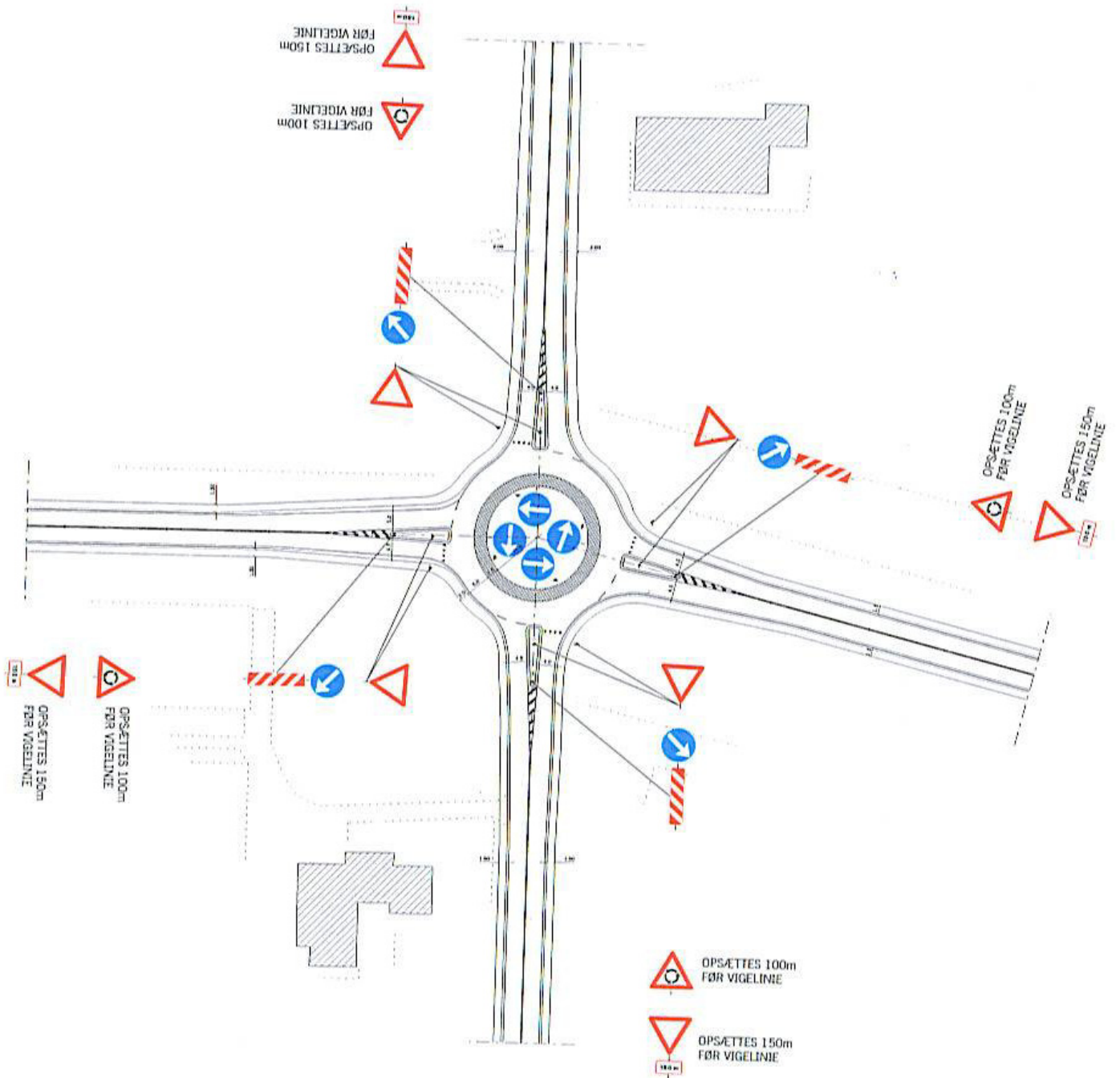
Højde på midterø 0.75 m + max. 25 cm høj beplantning

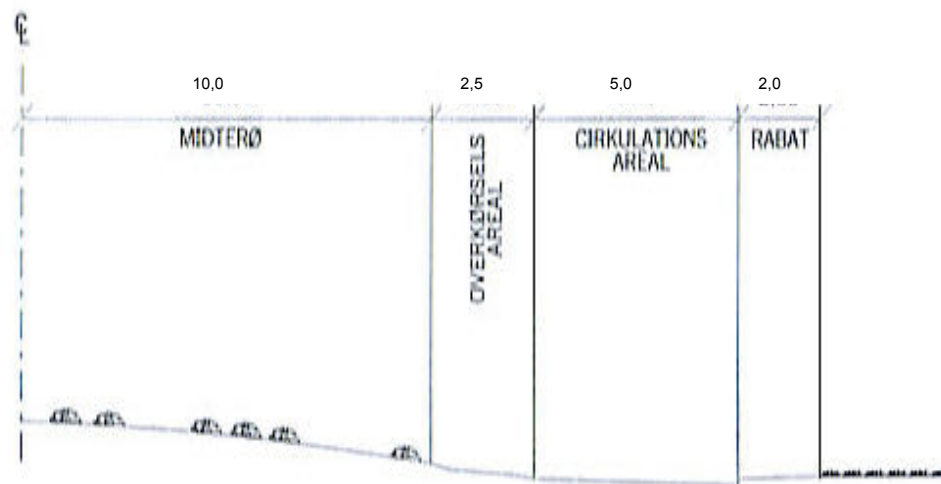
Der etableres bump 22 m før vigelinie - længde 11 m - i tilfart og frafart.

Der etableres steler ved bumpet

Ubenevnte mål er m

Rundkørsel 5. Intet cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen.





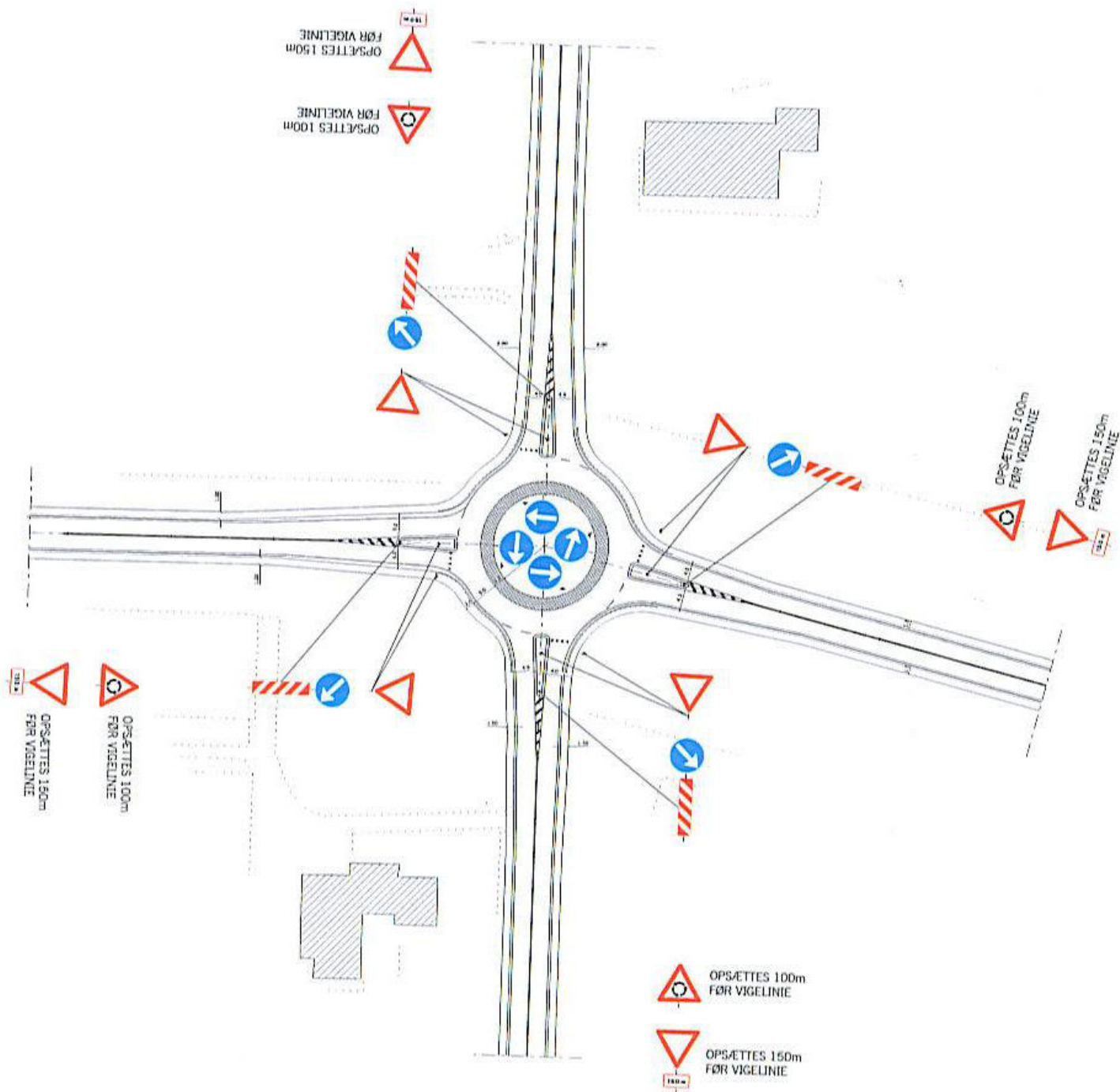
Rundkørsel med gode oversigtsforhold

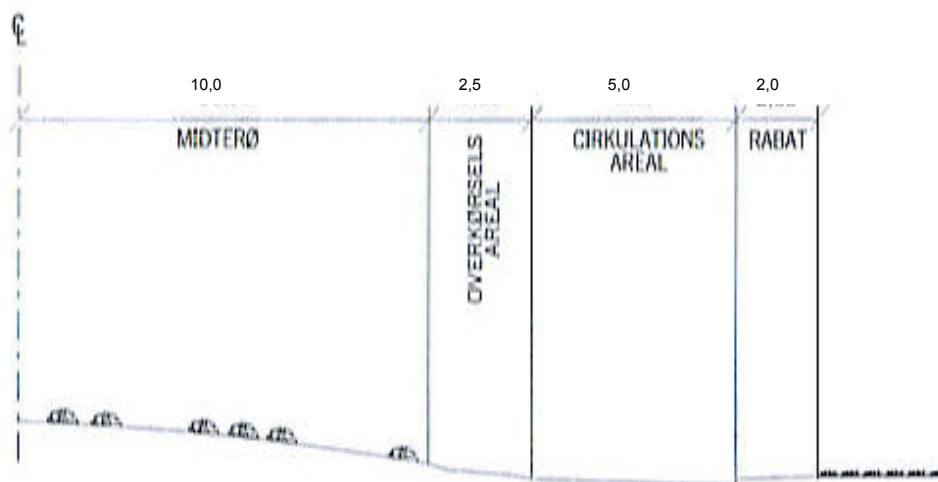
Højde på midterø 0.75 m + max. 25 cm høj beplantning

Der er ikke noget cykelanlæg i selve cirkulationsarealet

Ubenævnte mål er m

Rundkørsel 6. Intet cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Der er etableret et orange rækværk i kanten af cirkulationsarealet





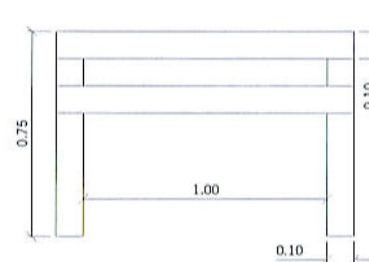
Rundkørslet med gode oversigtsforhold

Højde på midterø 0.75 m + max. 25 cm høj beplantning

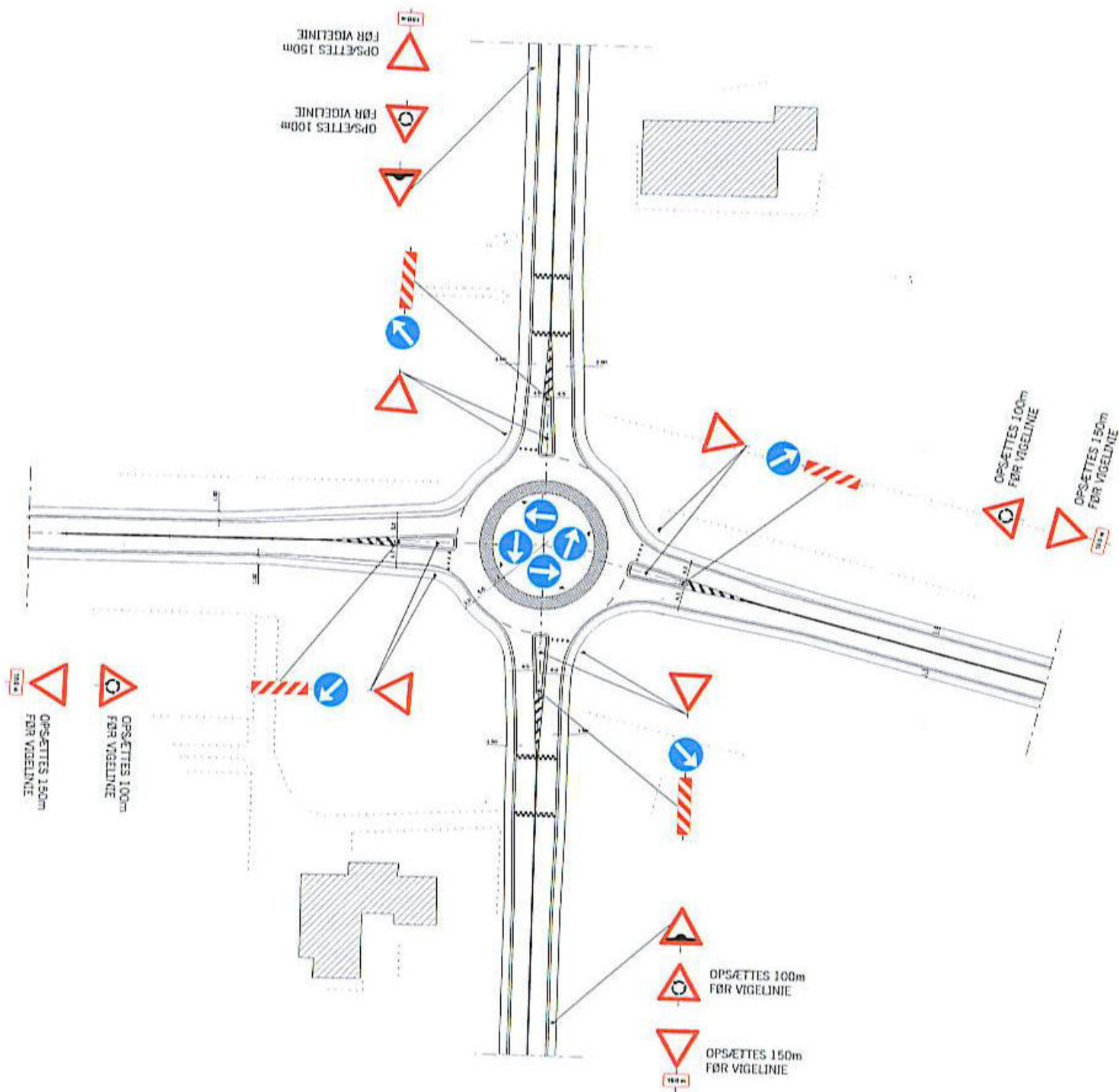
Der er ikke noget cykelantæg i selve cirkulationsarealet

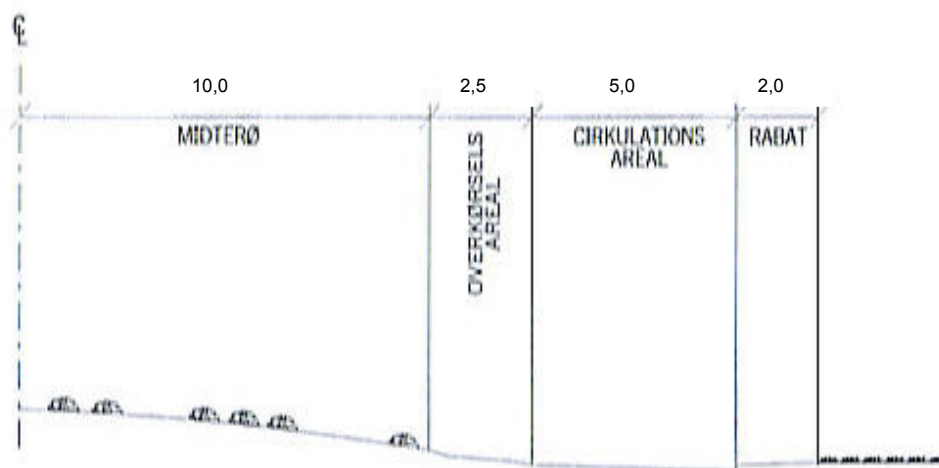
Der etableres rækværk mellem fortovs kant og kantsten ud til vejbanen.

Ubenævnte mål er m.



Rundkørsel 7. Intet cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Der er etableret et modificeret cirkelbump ca. 22 m før vigelinien





Rundkørsel med gode oversigtsforhold
 Højde på midterø 0.75 m + max. 25 cm høj beplantning
 Der er ikke noget cykelanlæg i selve cirkulationsarealet
 Der etableres bump 22 m fra vigelinie, længde af bump 11 m.
 Der etableres steter ved bumpene
 Ubenævnte mål er m

Bilag 2 Verbal information til bilister inden start

Information til bilist 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 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: _____

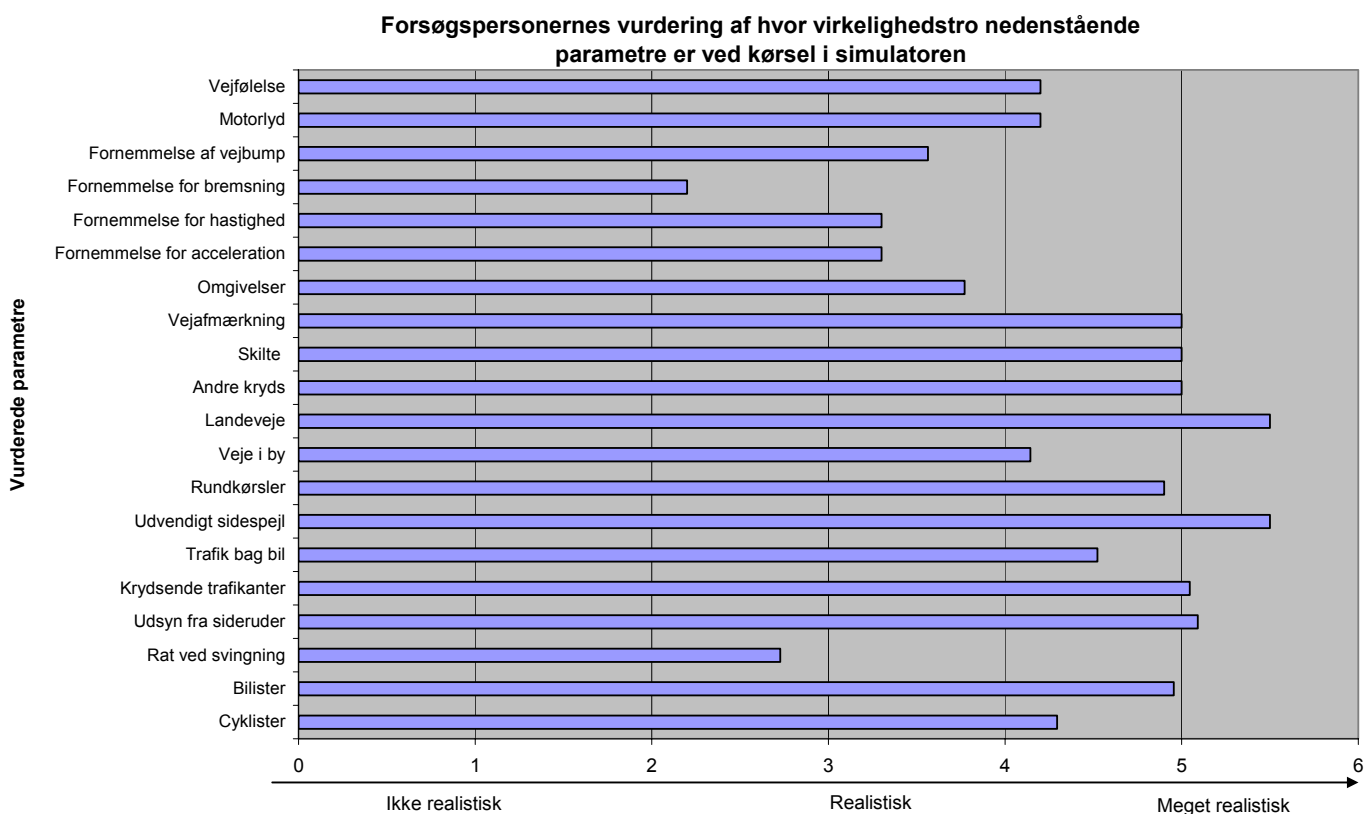
Måtte du afbryde
kørslen pga. ubehag?: Ja: _____
Nej: _____

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

Bilag 4. Vurdering af virkelighedsgrad

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

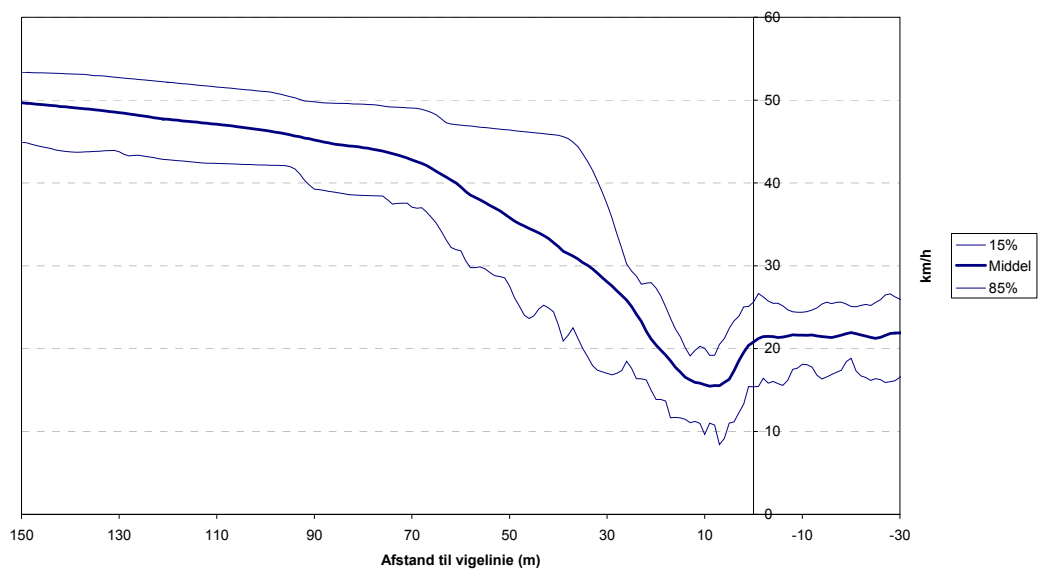
Langt de fleste faktorer får en karakter der ligger på realistisk. De faktorer hvor karakteren ligger under middel; er fornemmelse for bremsning, hastighed, acceleration og fornemmelse for rat ved svingning. Alle disse faktorer kan relateres til at simulatorbilen ved manøvrering ikke bevæger sig på samme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



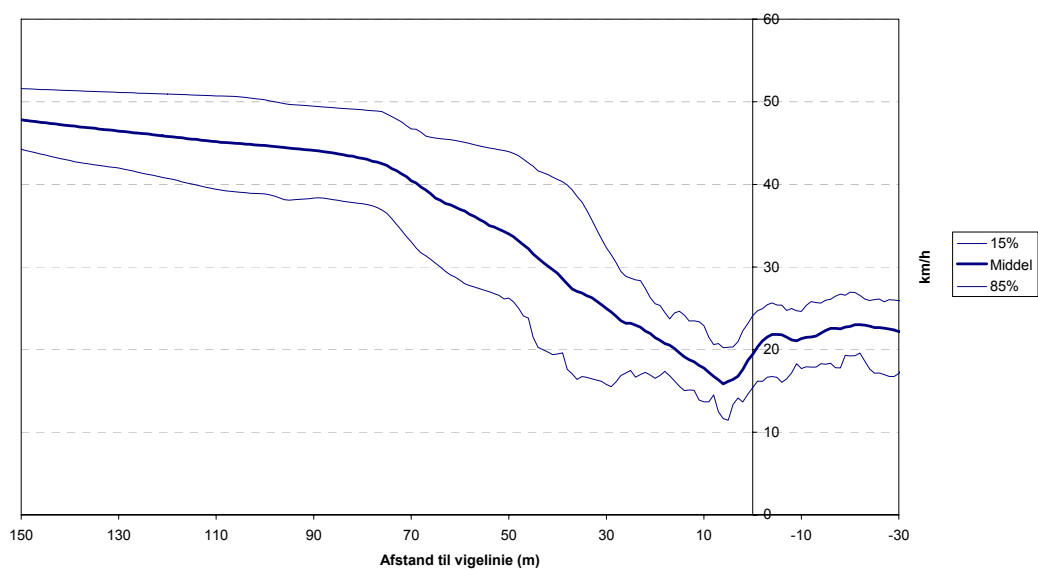
Bilag 5 Hastighedsprofiler for de 21 rundkørsler

Nedenfor følger hastighedsprofiler for de 21 rundkørsler med angivelse af 15% og 85%-fraktilen.

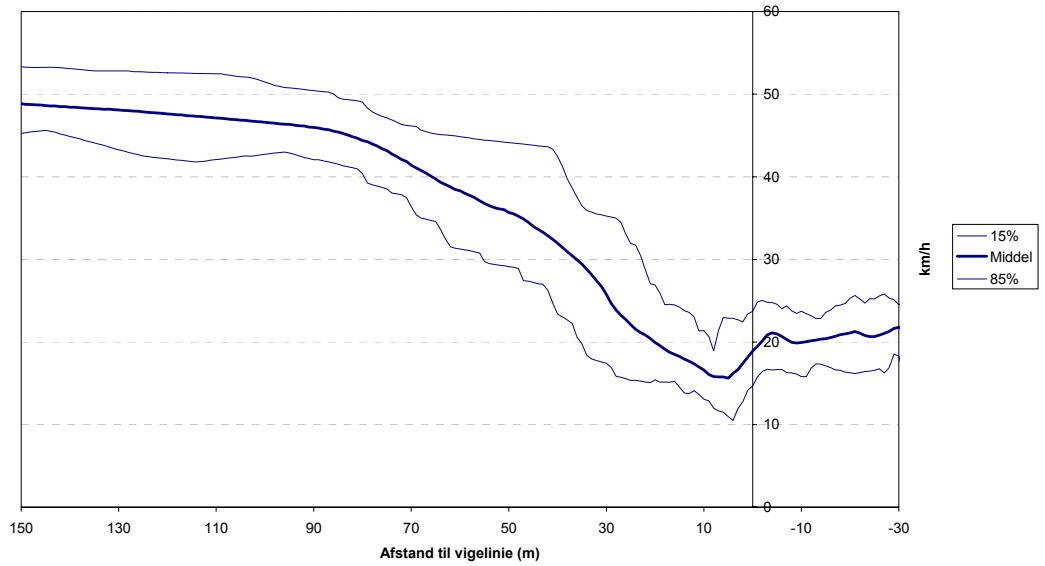
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 1



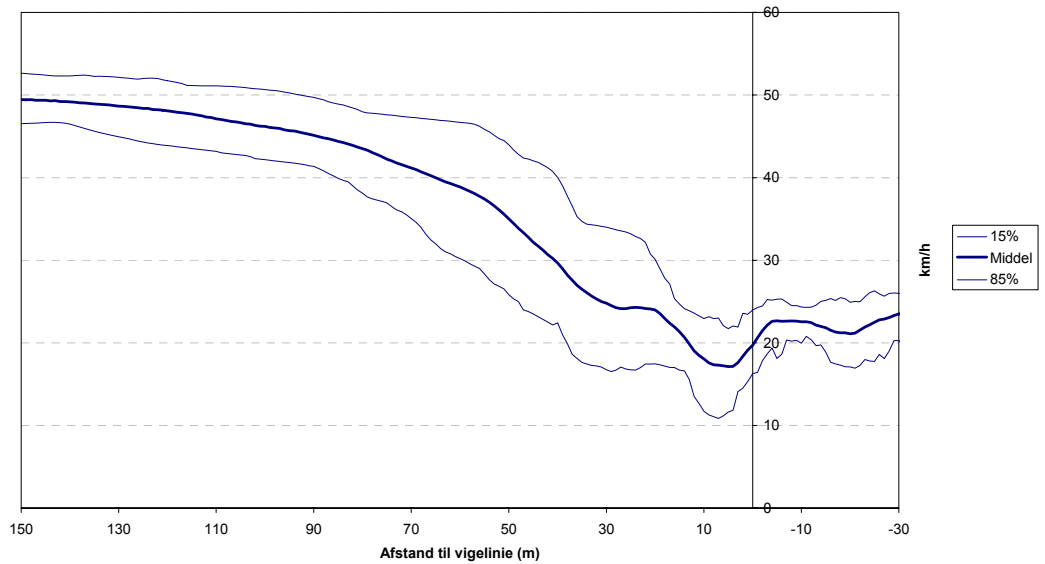
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 2



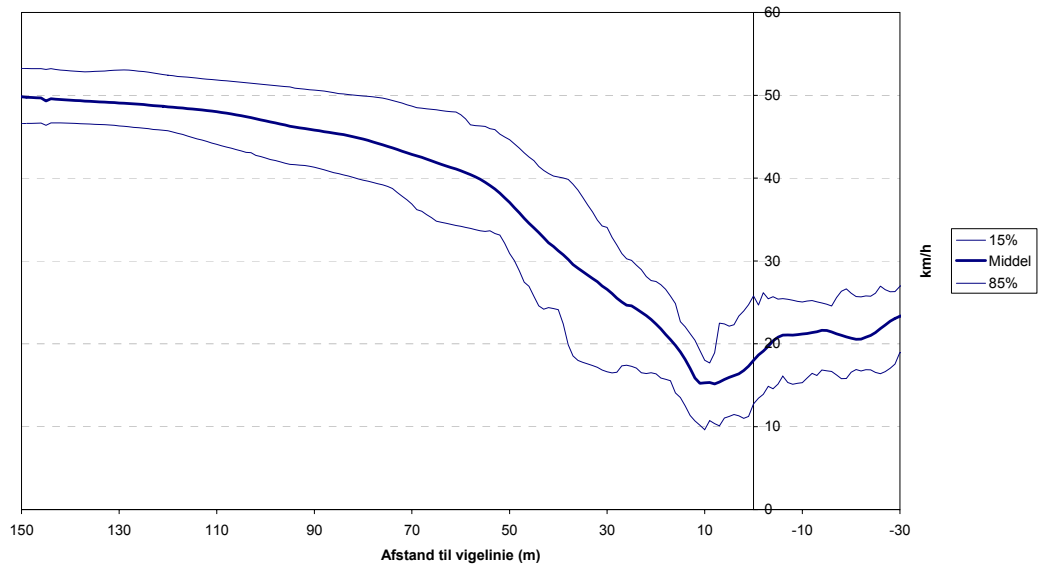
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 3



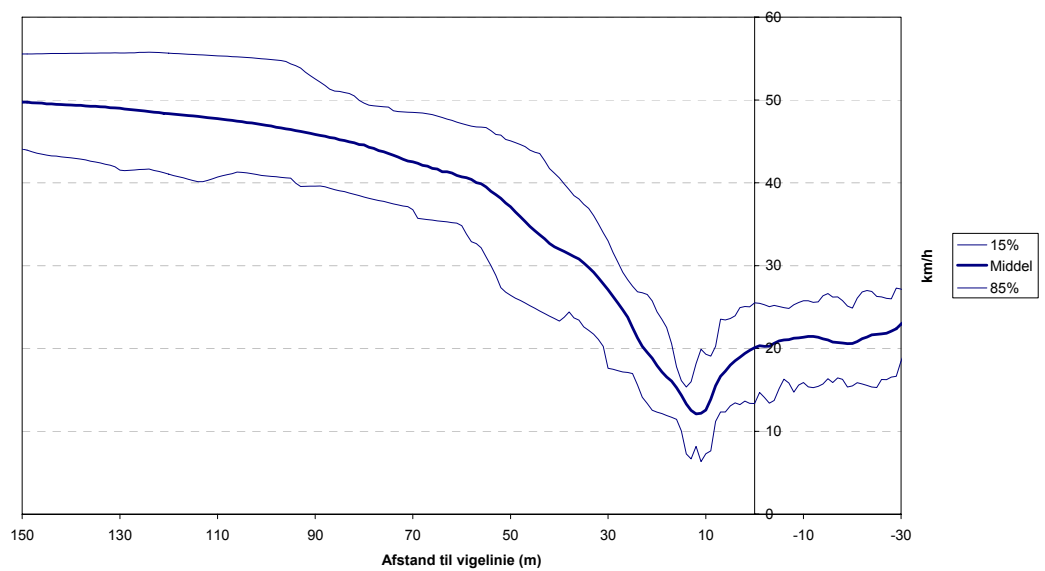
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 4



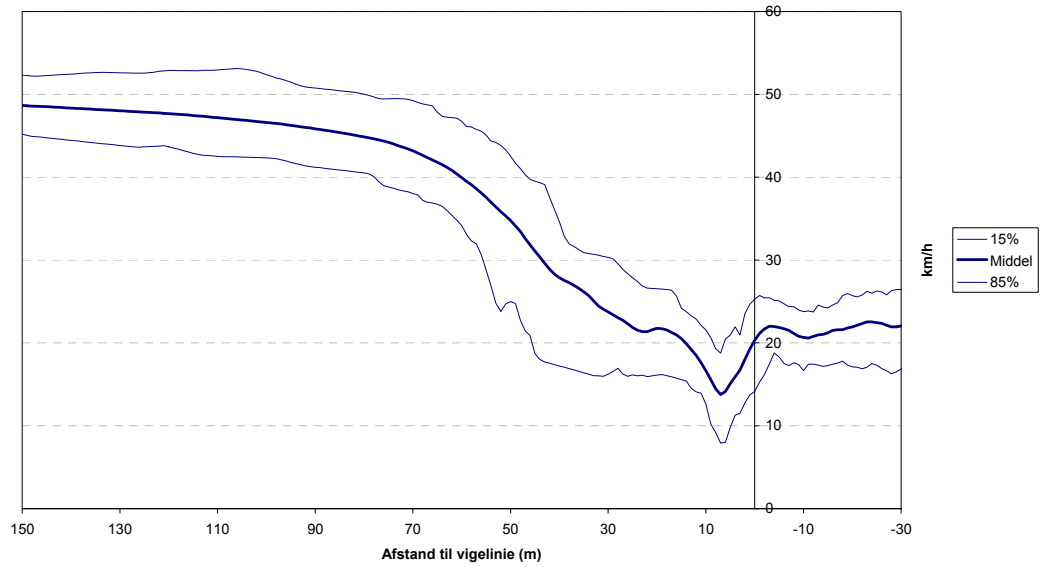
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 5



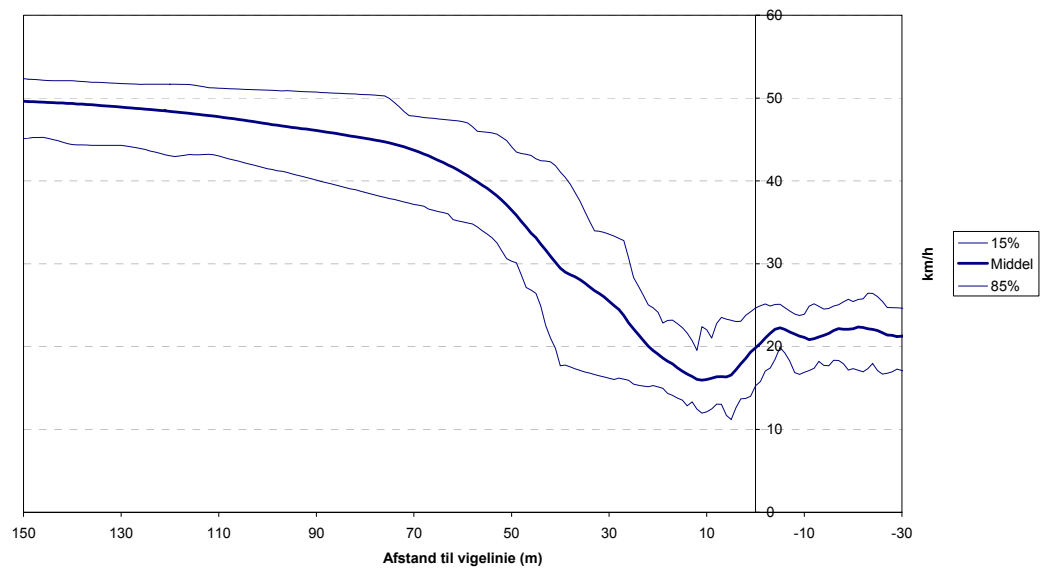
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 6



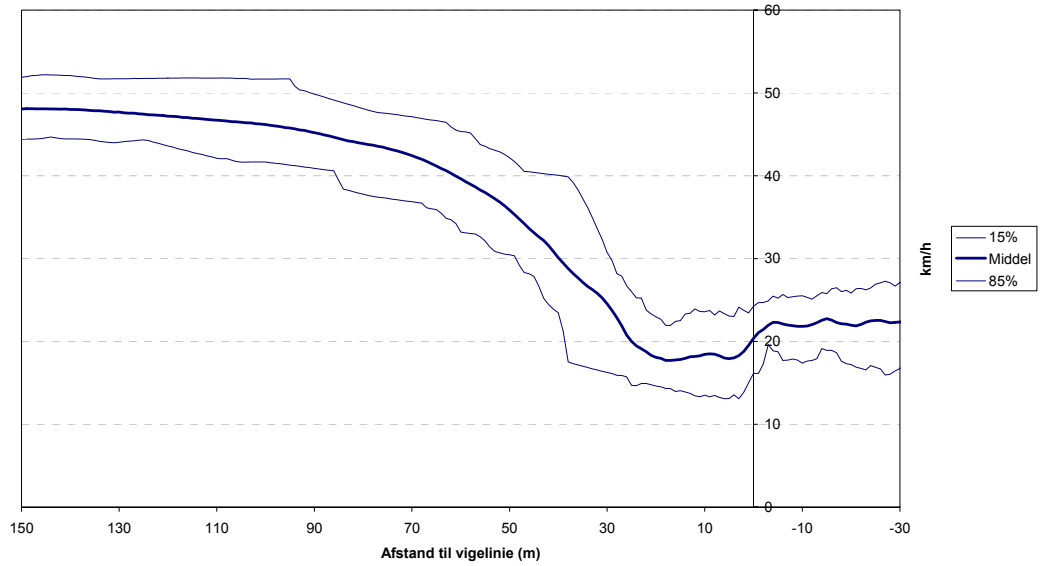
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 7



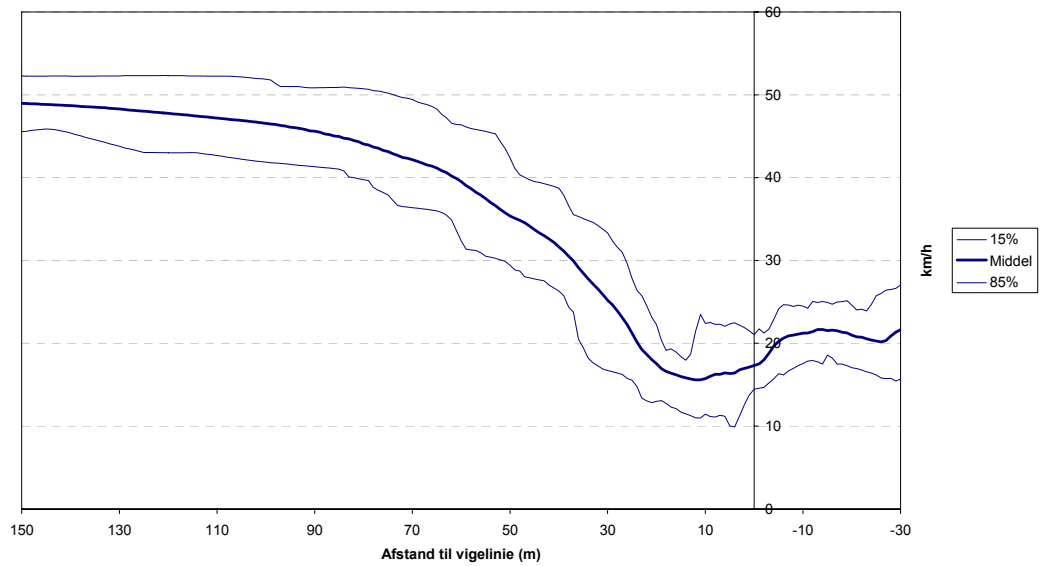
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 8



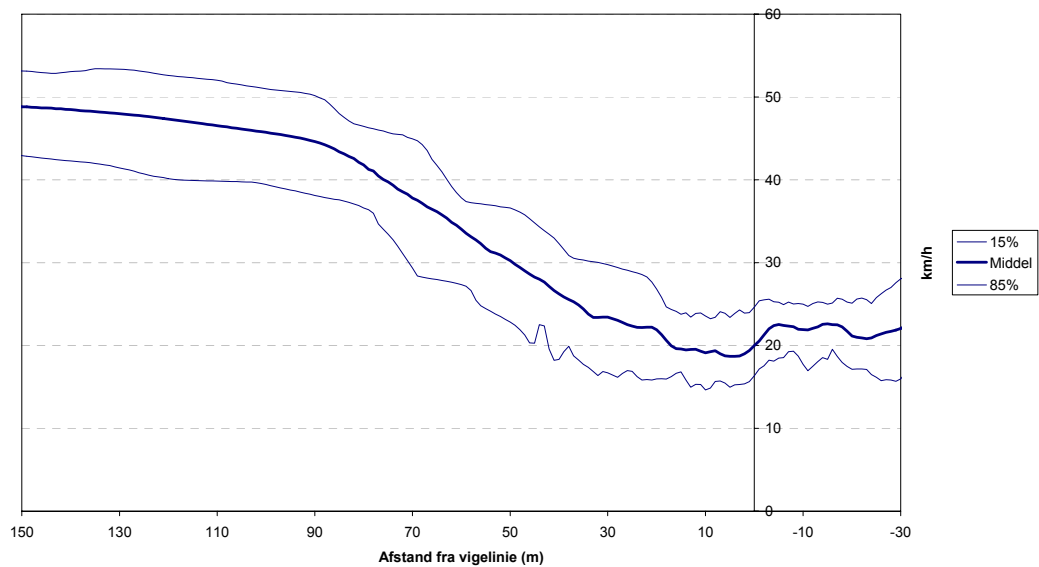
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 9



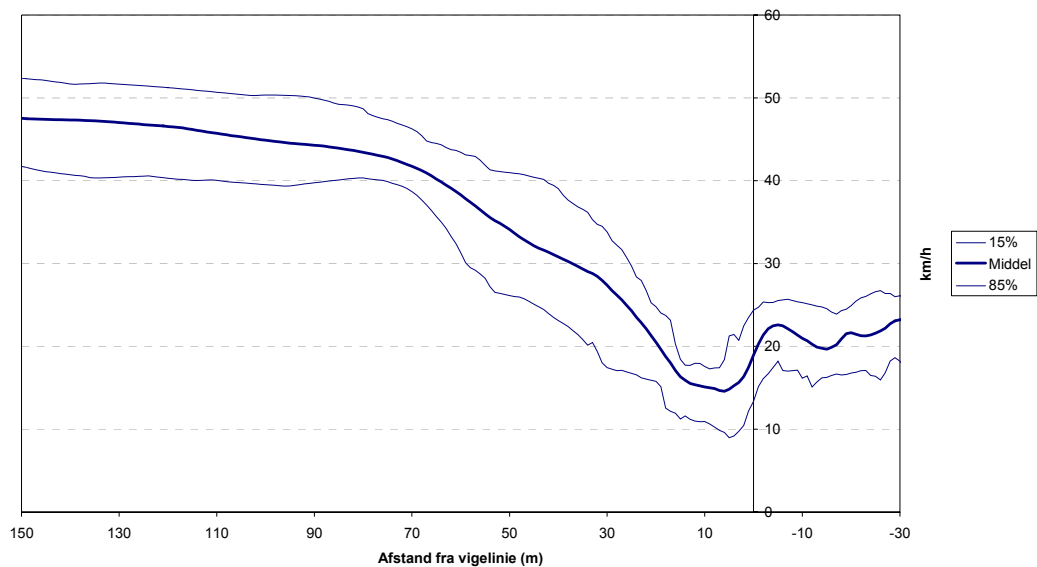
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 10



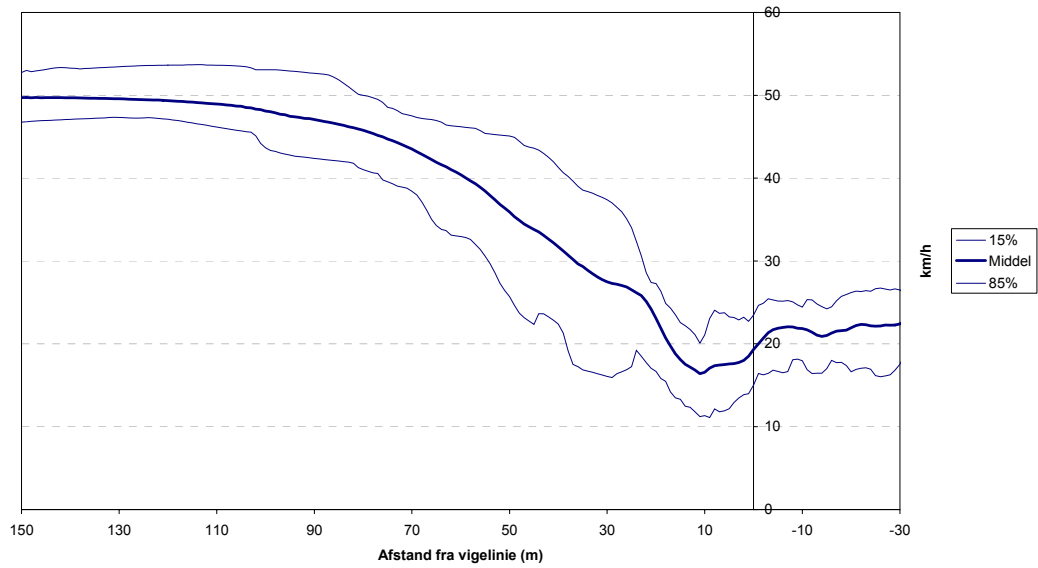
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 11



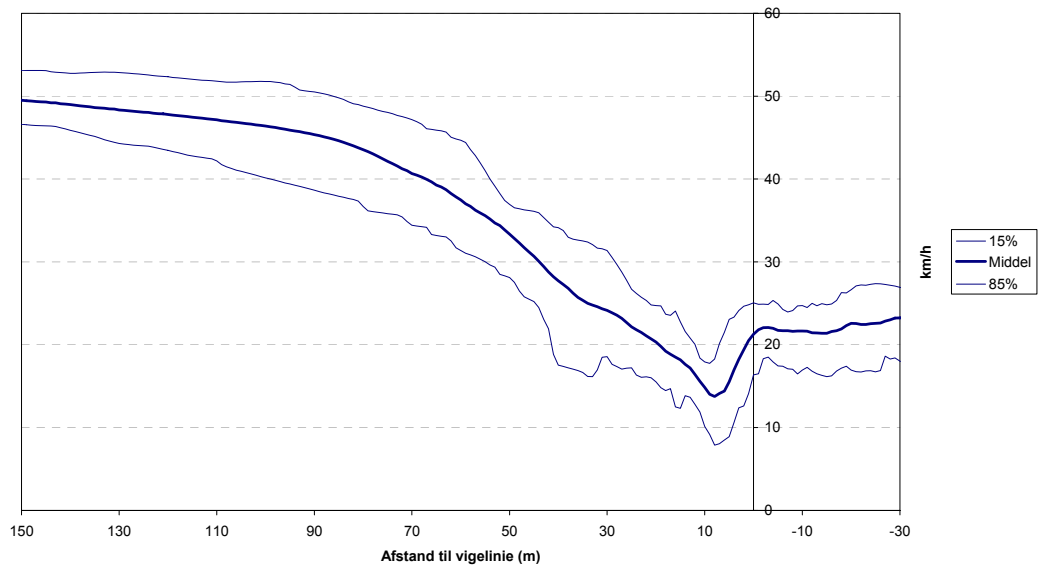
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 12



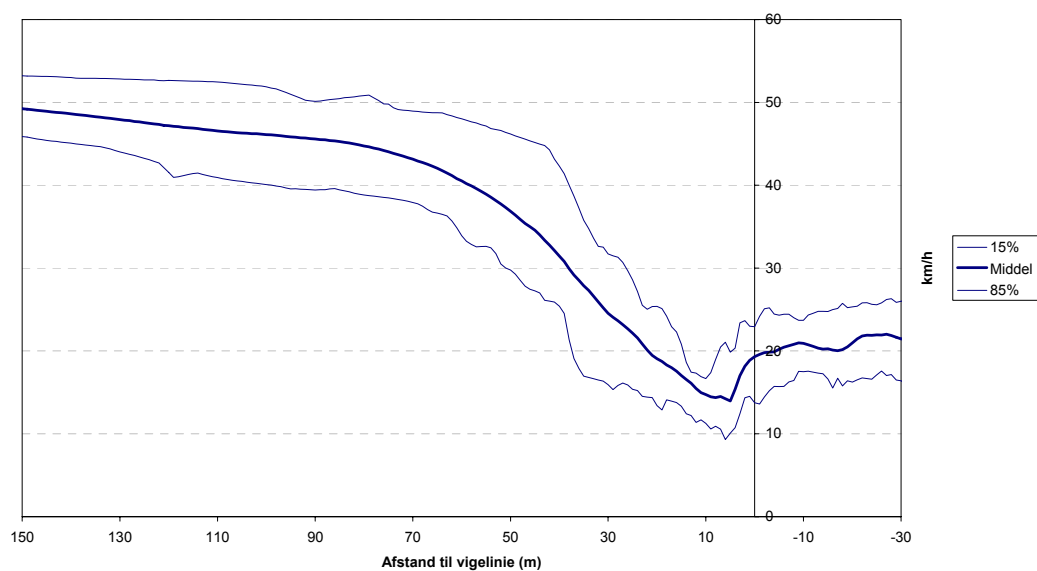
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 13



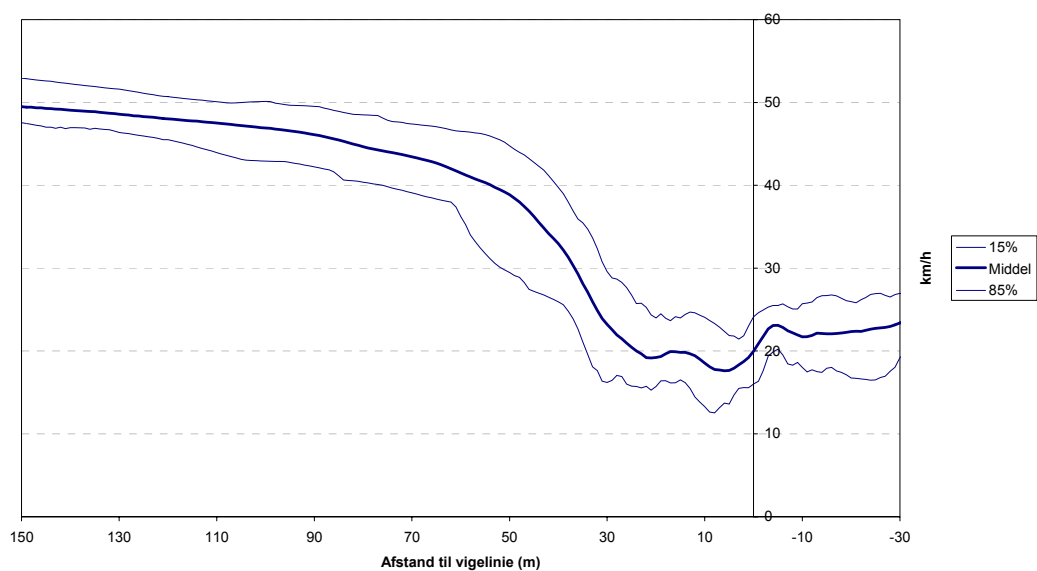
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 14



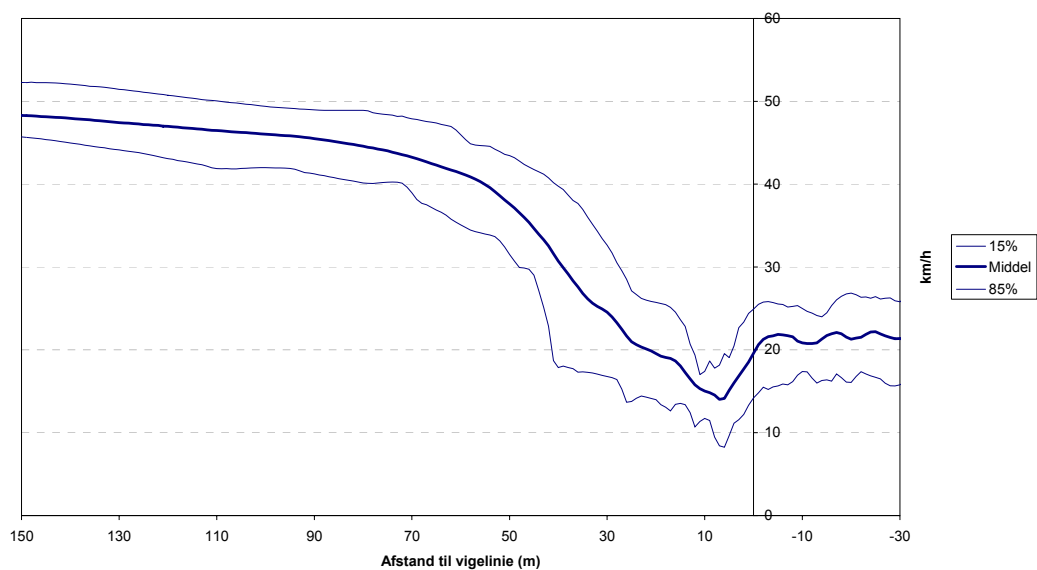
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 15



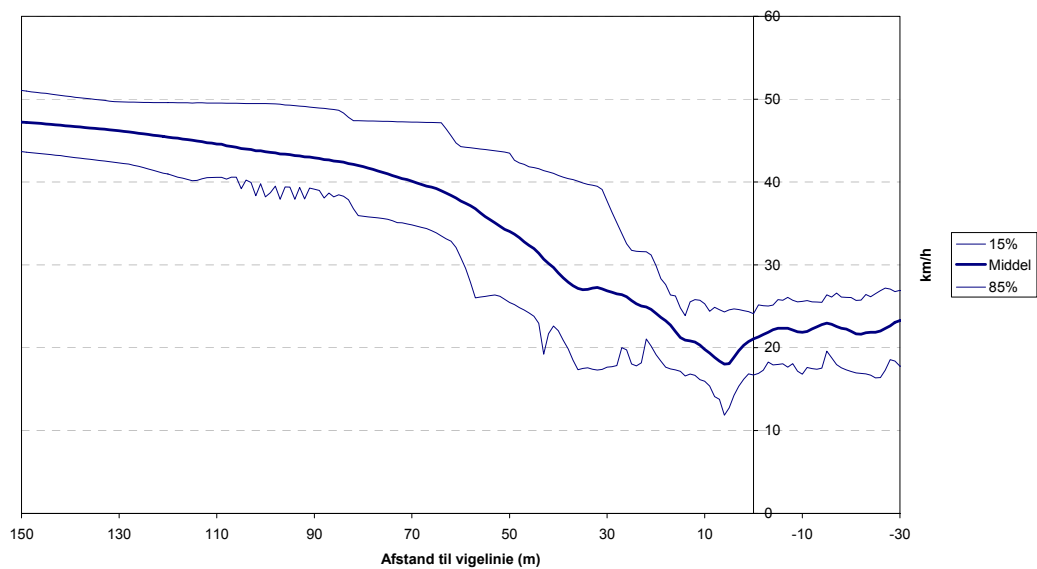
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 16



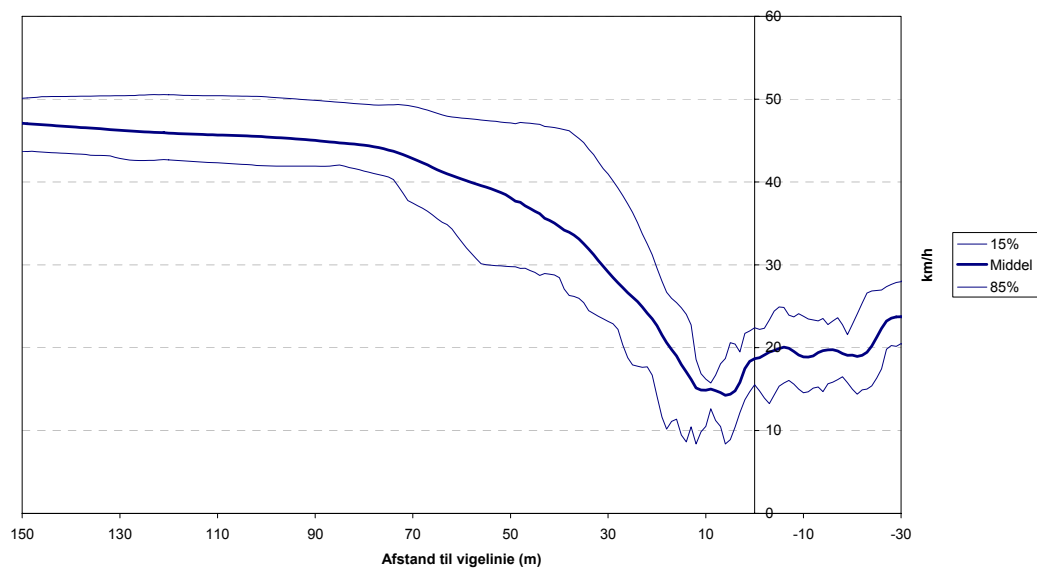
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 17



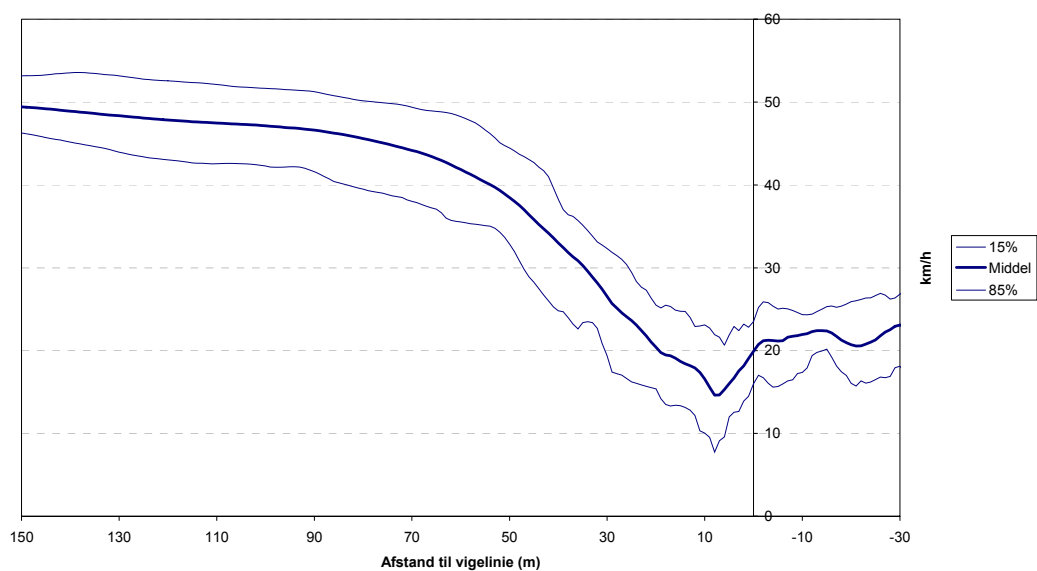
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 18



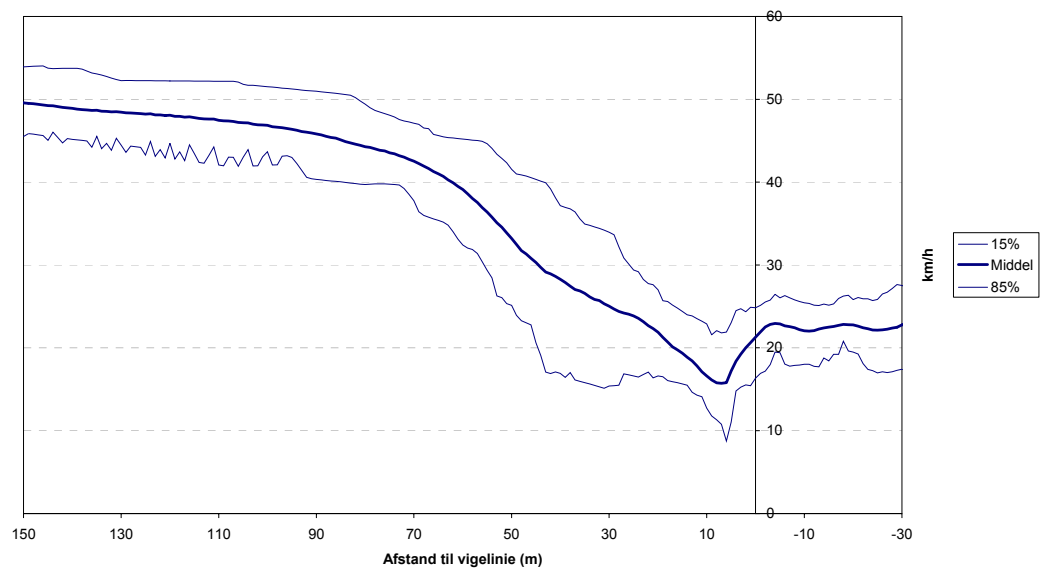
Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 19



Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 20

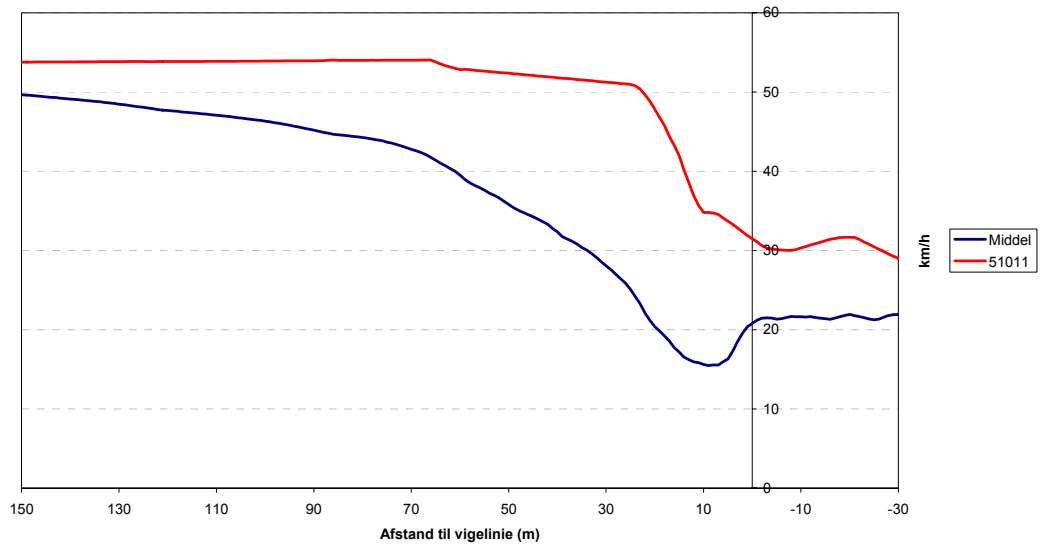


Hastighedsprofil - Rundkørsel nr. 21

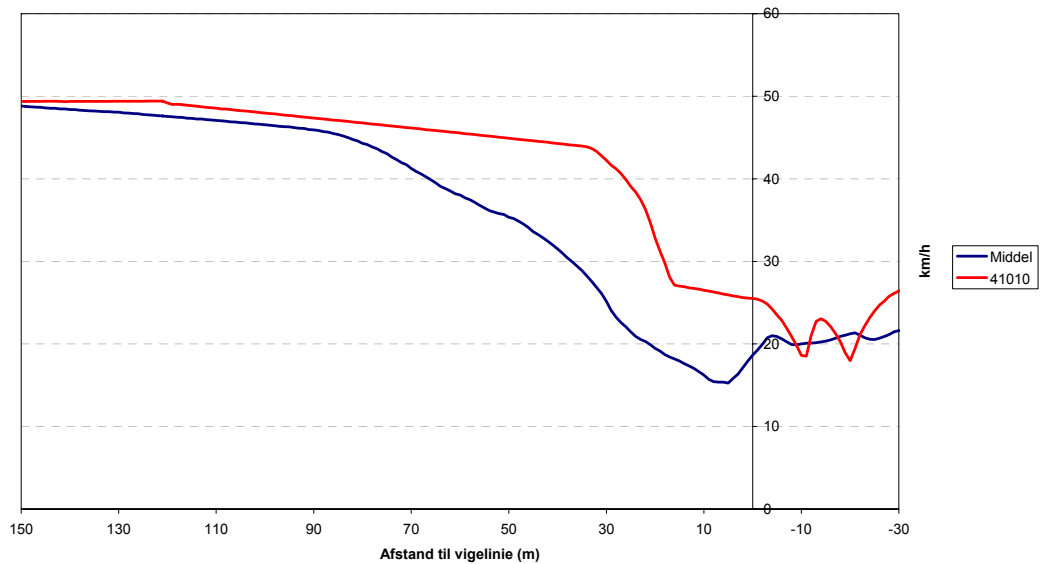


Hastighedsprofiler for rundkørsler hvor der er en eller flere kørsler hvor bilist vælger at køre ind i rundkørslen inden den cirkulerende cyklist passerer konflikt-punktet.

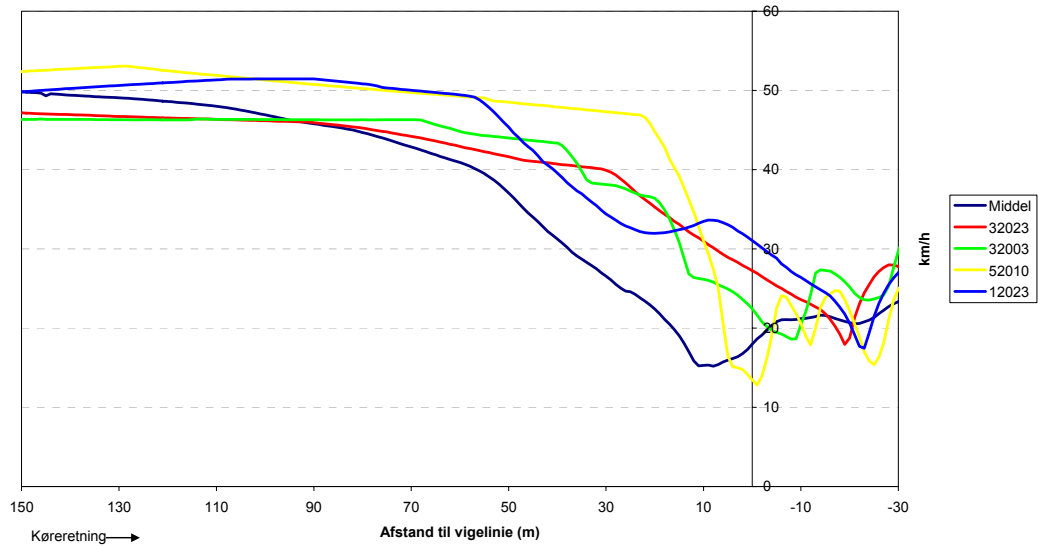
Gennemsnitshastighedsprofil for rundkørsel nr. 1 samt hastighedsprofil for kørsel 51011 hvor bilist vælger at køre ind i rundkørslen før cyklist passerer konflikt-punktet



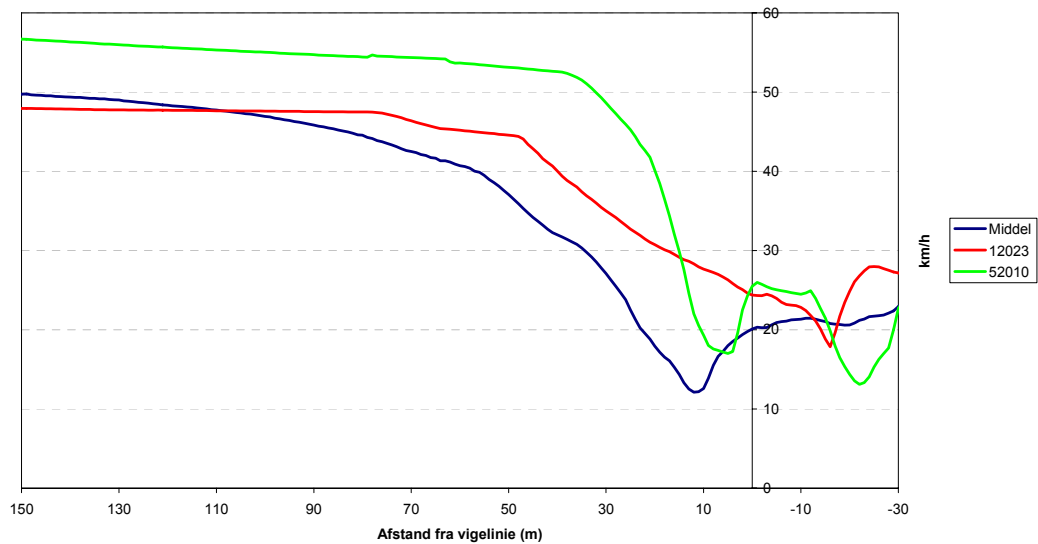
Gennemsnitshastighedsprofil for rundkørsel nr. 3 samt hastighedsprofil for kørsel 41010 hvor bilist kører ind i rundkørslen før cyklist passerer konflikt-punkt



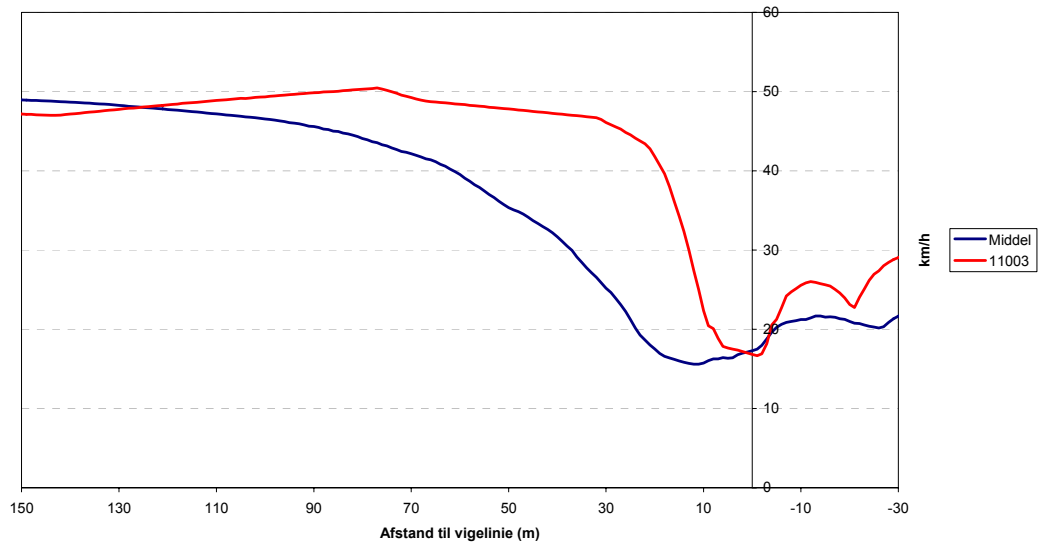
Gennemsnitshastighedsprofil for rundkørsel nr. 5 samt hastighedsprofil for de 4 kørsler hvor bilist vælger at køre ind i rundkørslen før cyklist passerer konfliktpunkt



Gennemsnitshastighedsprofil for rundkørsel nr. 6 samt hastighedsprofiler for kørsel 12023 og 52010 hvor bilisten vælger at køre ind i rundkørslen før cyklist passerer konfliktpunkt

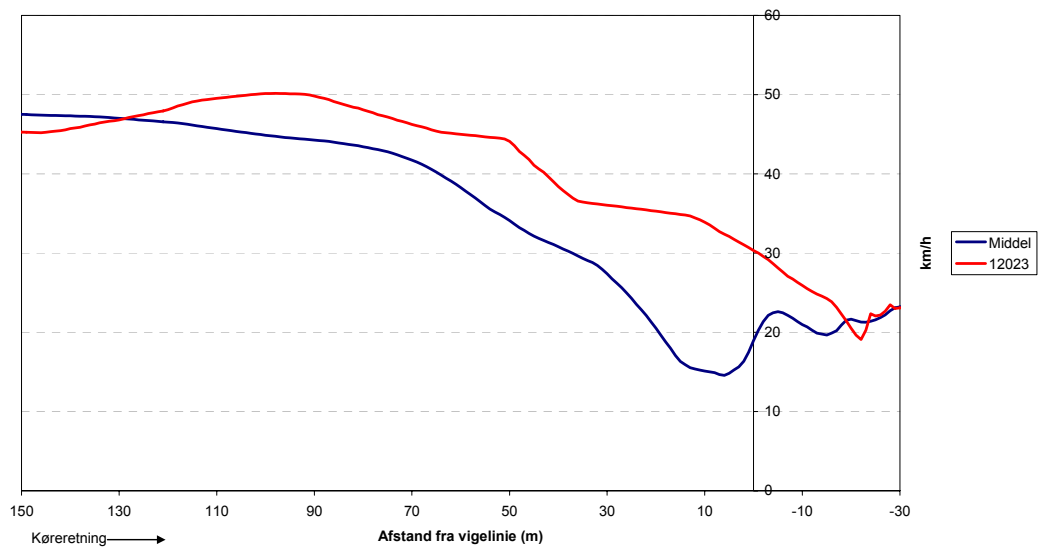


Gennemsnitshastighedsprofil for rundkørsel nr. 10 samt hastighedsprofil for kørsel 11003 hvor bilist vælger at køre ind i rundkørslen før cyklist passerer konflikt punkt

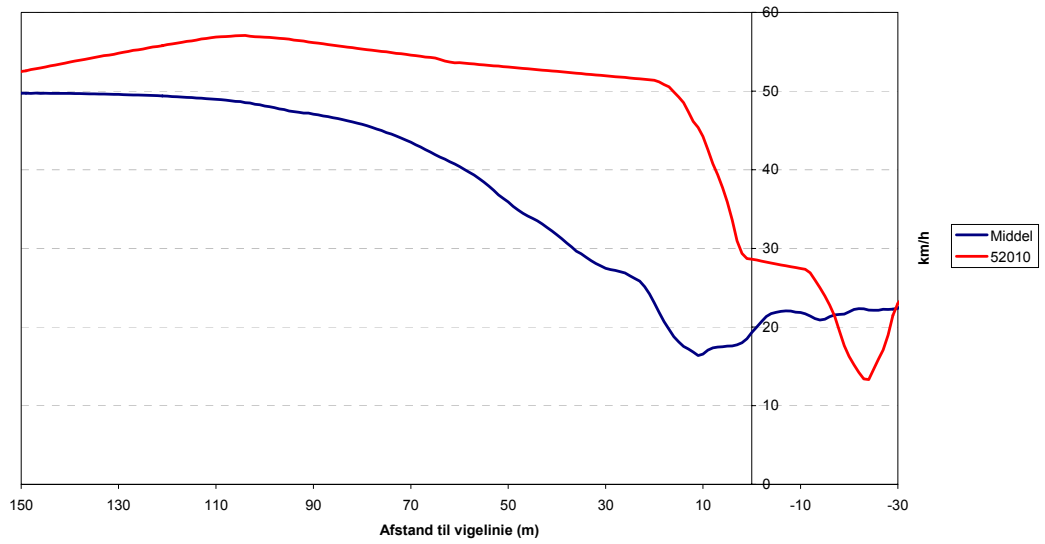


Køreretning →

Gennemsnitligt hastighedsprofil for rundkørsel nr. 12, samt hastighedsprofil for kørsel 12023 hvor bilist vælger at køre ind i rundkørslen før cyklist passerer konflikt punkt

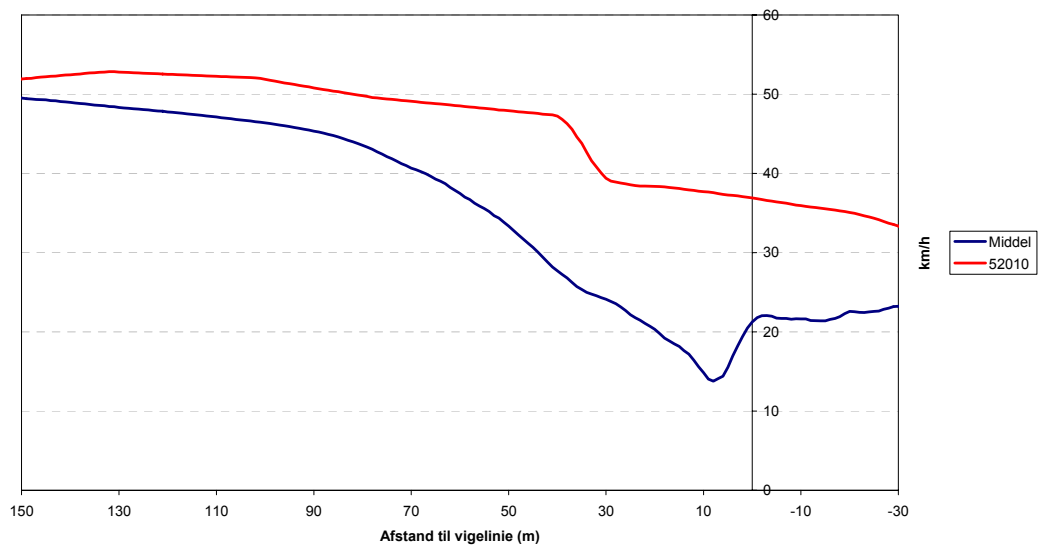


Gennemsnitligt hastighedsprofil for rundkørsel nr. 13 samt kørsel 52010 hvor bilist vælger at køre ind i rundkørslen før cyklist passerer konflikt punkt



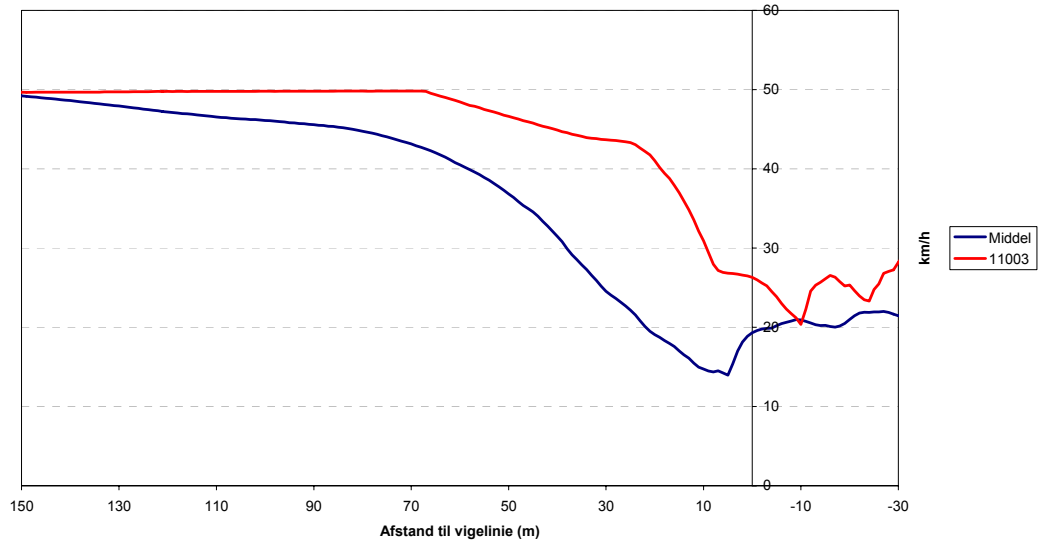
Køretretning →

Gennemsnitligt hastighedsprofil for rundkørsel nr. 14 samt for kørsel 52010 hvor bilist vælger at køre ind i rundkørslen før cyklist passerer konflikt punktet



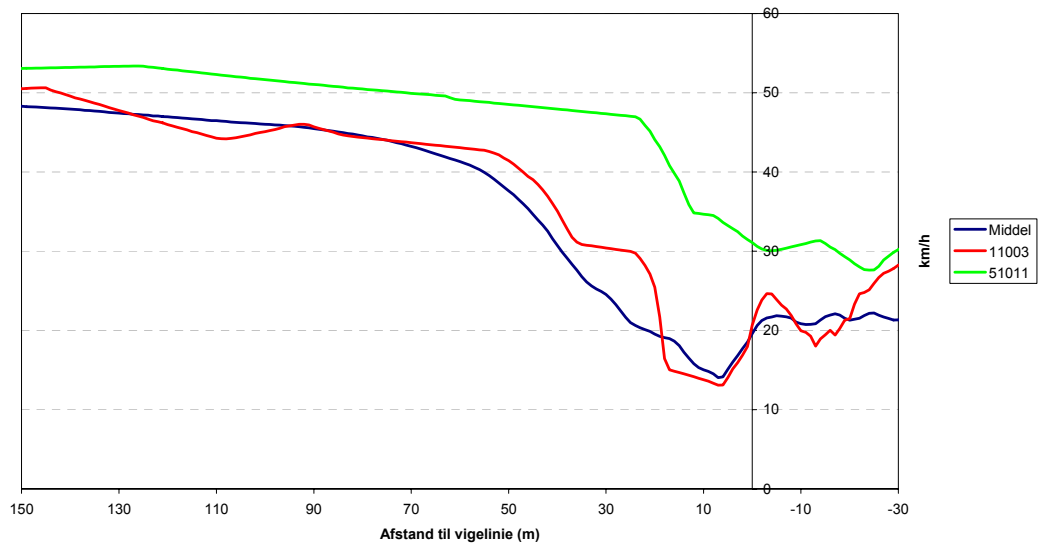
Køretretning →

Gennemsnitligt hastighedsprofil for rundkørsel nr. 15 samt hastighedsprofil for kørsel nr 11003 hvor bilist vælger at køre ind i rundkørslen før cyklist passerer konflikt punktet



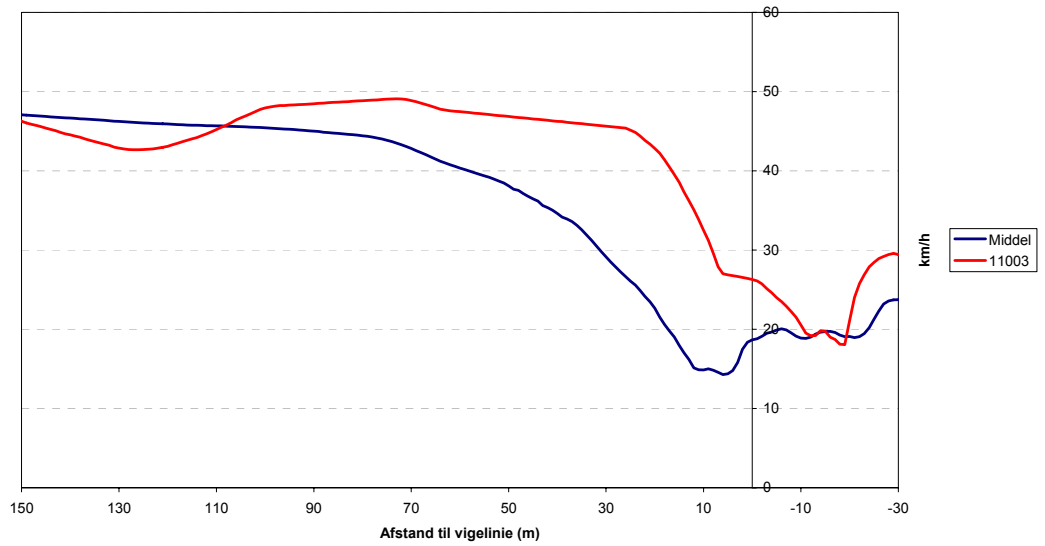
Køretretning →

Gennemsnitligt hastighedsprofil for rundkørsel nr. 17 samt for kørsel 11003 og 51011 hvor bilisterne vælger at køre ind i rundkørslen før cyklisten passerer konflikt punktet



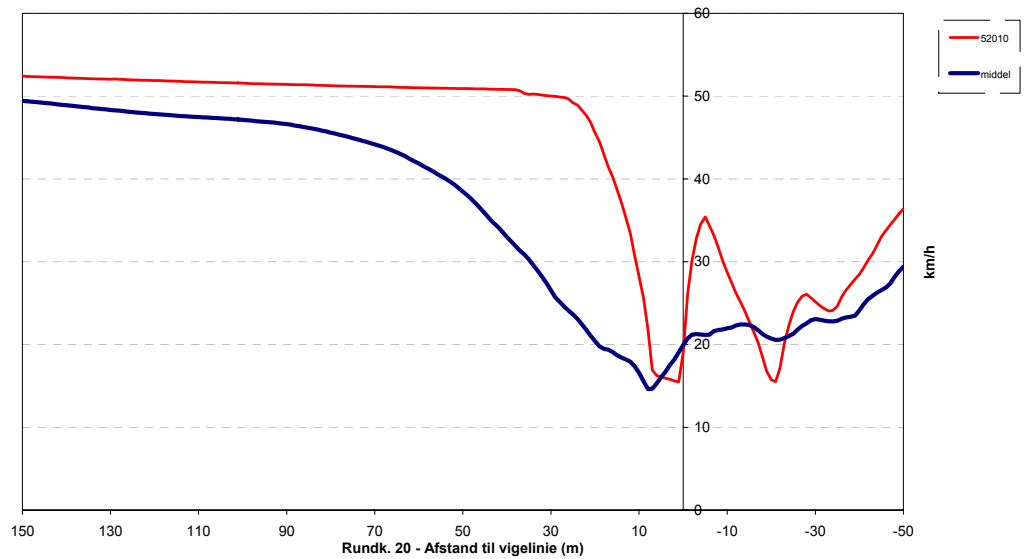
Køretretning →

Gennemsnitligt hastighedsprofil for rundkørsel nr. 19 samt for kørsel 11003 hvor bilist vælger at køre ind i rundkørslen før cyklist passerer konflikt punkt



Køretning →

Gennemsnitshastighedsprofil for rundkørsel 20 samt hastighedsprofil for kørsel 52010 hvor bilist vælger at køre ind i rundkørslen før cyklisten passerer konflikt punktet



Køretning →

Bilag 6 Tidsafstand i konfliktpunkt

Tabel 9 indeholder oplysninger om de fundne gennemsnitlige tidsafstande til konfliktpunkt mv. for kørsler hvor den cirkulerende cyklist passerer konfliktpunktet før bilisten.

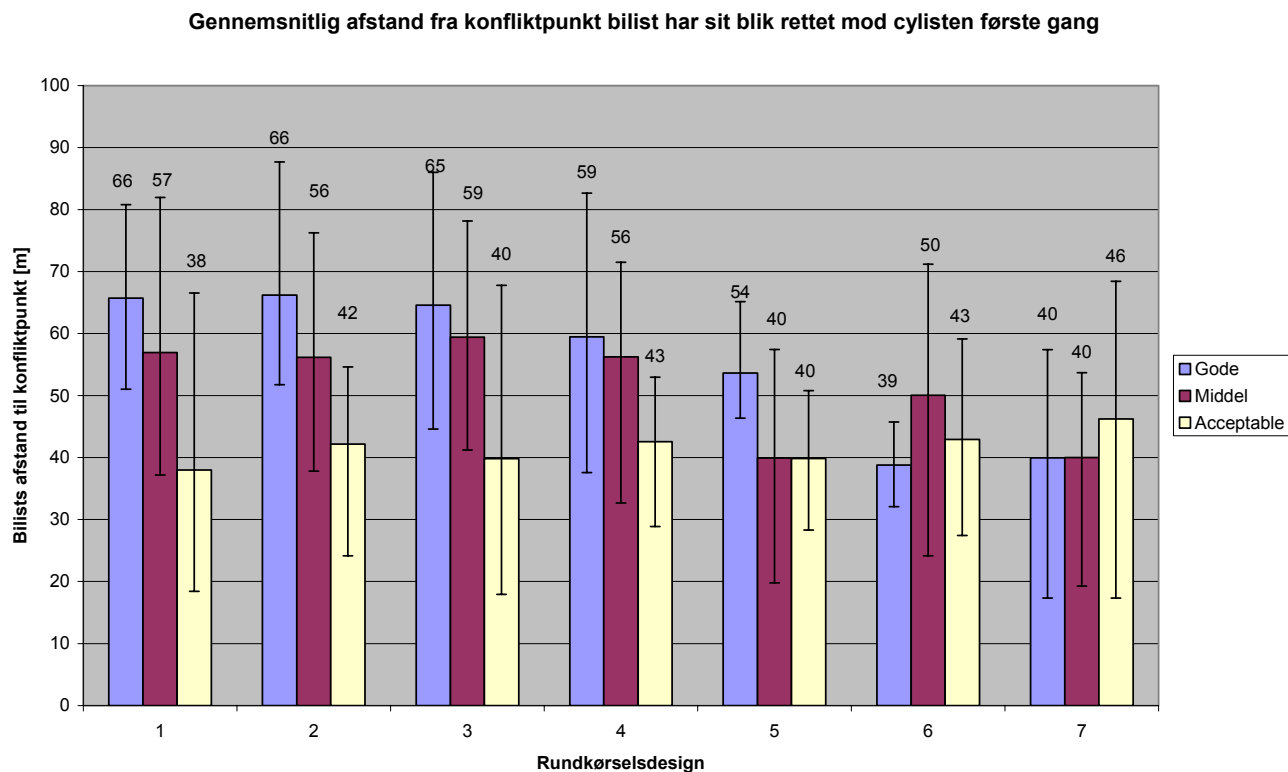
Rundkørsel nr.	Middelværdi i sek.	50%-fraktil	15%-fraktil	85%-fraktil	Varians	Spredning	Antal obs.
1	2,9	2,4	1,8	4,4	1,7	1,3	28
2	3,9	3,9	2,2	5,7	2,4	1,6	19
3	2,9	2,7	2,0	3,7	1,2	1,1	31
4	3,1	2,9	1,9	4,1	1,3	1,1	26
5	2,6	2,6	1,8	3,4	0,6	0,8	26
6	2,7	2,3	1,9	3,6	1,0	1,0	18
7	2,7	2,3	1,7	3,8	1,1	1,0	29
8	2,7	2,6	1,8	3,5	0,8	0,9	31
9	3,4	3,4	2,3	4,3	1,2	1,1	30
10	3,0	2,6	2,1	4,5	1,3	1,1	27
11	4,1	3,9	2,4	5,8	2,2	1,5	16
12	2,8	2,3	1,9	4,2	1,6	1,3	20
13	3,1	2,9	2,0	4,2	1,3	1,1	28
14	2,6	2,4	1,8	3,4	0,9	1,0	27
15	2,6	2,6	1,6	3,6	0,9	1,0	28
16	3,1	3,0	2,2	4,2	1,1	1,0	27
17	3,0	2,6	2,0	3,5	2,5	1,6	22
18	4,8	4,6	2,8	6,5	3,9	2,0	30
19	2,6	2,5	1,8	3,2	1,2	1,1	12
20	3,1	2,9	2,2	4,3	1,1	1,0	17
21	3,1	2,8	1,9	4,3	1,5	1,2	28

Tabel 6A. Angivelse den gennemsnitlige tidsafstand i sek. fra cyklisten forlader konfliktpunktet til bilisten ankommer fordelt på de 21 rundkørsler.

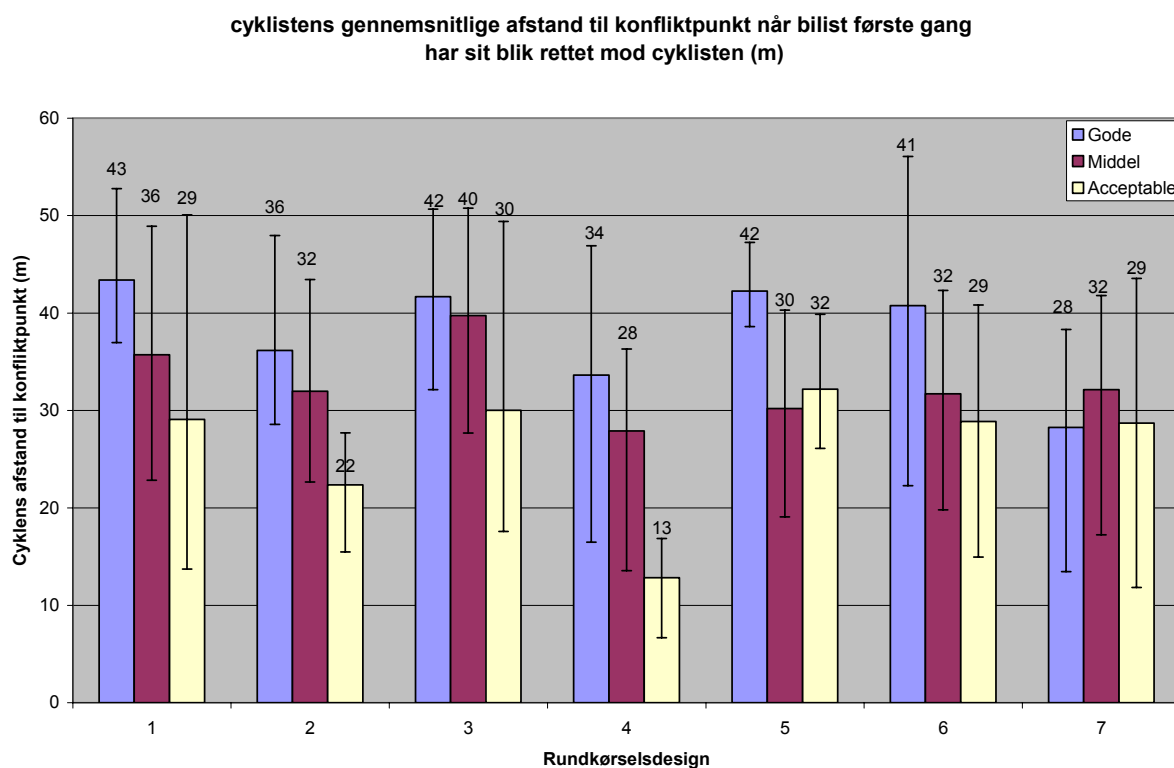
Bilag 7 Detekteringstid for det første blik mod cyklist

Angivelse af middeldetekteringstid for de 21 rundkørsler mv. (sek.)							
Rundk. Nr.	Middelværdi	Median	85%-fraktil	15%-fraktil	Varians	Spredning	Antal obs.
1	2,2	1,9	3,2	0,5	3,3	1,8	28
2	2,9	2,5	4,4	1,2	3,5	1,9	19
3	2,2	1,7	3,2	0,9	2,8	1,7	28
4	3,7	2,7	6,8	1,3	6,7	2,6	26
5	1,8	1,7	2,6	0,7	1,2	1,1	24
6	1,8	1,4	2,7	0,4	3,3	1,8	18
7	2,9	2,3	5,5	0,9	4,1	2,0	28
8	3,0	3,2	5,4	0,6	5,1	2,3	30
9	3,7	3,6	5,5	1,4	3,4	1,9	29
10	2,6	2,2	4,8	0,9	3,7	1,9	25
11	3,6	3,3	5,9	1,5	4,5	2,1	16
12	3,0	2,7	5,2	1,2	3,3	1,8	21
13	2,5	2,2	4,8	0,6	3,4	1,9	27
14	2,4	1,5	5,2	0,6	3,9	2,0	26
15	4,0	4,1	6,8	0,2	7,0	2,6	26
16	4,5	5,1	6,2	1,7	5,2	2,3	25
17	3,9	4,6	6,1	0,7	6,1	2,5	21
18	1,4	1,0	2,6	0,5	1,3	1,1	26
19	2,3	2,3	4,1	0,7	2,5	1,6	13
20	1,9	3,4	0,4	0,4	2,3	1,5	18
21	3,0	2,5	5,8	0,4	5,6	2,4	28

Tabel 7 A. Angivelse af hvor lang tid der går fra cyklist kommer ind i bilistens synsfelt til bilist har det første registrerbare blik mod cyklist.



Figur 7A. Angivelse af bilens gennemsnitlige afstand til konfliktpunkt når bilist har det første registrerbare blik mod cyklist.



Figur 7 B. Angivelse af cyklens gennemsnitlige afstand til konflikt punkt når bilist har det første registrerbare blik mod cyklist.

Bilag 8 Registrering af øjenbevægelser

Rundk. Nr.	Middelværdi	Median	85%-fraktil	15%-fraktil	Varians	Spredning	Antal obs.
1	17%	17%	25%	12%	1%	7%	26
2	15%	13%	23%	6%	1%	8%	19
3	20%	19%	31%	11%	1%	9%	27
4	13%	12%	17%	8%	0%	5%	24
5	26%	27%	33%	16%	1%	9%	24
6	19%	19%	25%	13%	1%	7%	18
7	20%	19%	27%	12%	0%	7%	28
8	18%	15%	28%	9%	1%	9%	30
9	18%	20%	26%	9%	1%	8%	28
10	16%	15%	25%	7%	1%	9%	25
11	15%	13%	18%	6%	1%	10%	16
12	21%	20%	27%	15%	1%	8%	19
13	17%	17%	26%	9%	1%	8%	27
14	19%	18%	27%	12%	1%	7%	25
15	15%	14%	21%	8%	0%	7%	28
16	17%	15%	23%	12%	0%	6%	25
17	20%	19%	24%	14%	0%	7%	20
18	15%	15%	23%	5%	1%	10%	28
19	25%	23%	28%	18%	2%	14%	12
20	22%	21%	32%	14%	1%	8%	18
21	20%	18%	28%	10%	1%	10%	28

Tabel 8 A. Andel af tid i % bilist gennemsnitligt ser mod cyklist i den tid cyklisten samlet, befinder sig i bilistens synsfelt for hver af de 21 rundkørsler.

Rundk. nr	Middelværdi	Median	85%-fraktil	15%-fraktil	Varians	Spredning	Antal obs.
1	28%	26%	36%	17%	1%	11%	26
2	22%	21%	35%	10%	1%	12%	19
3	27%	26%	38%	15%	1%	12%	27
4	18%	19%	25%	9%	1%	8%	24
5	32%	33%	44%	19%	1%	11%	24
6	24%	23%	31%	14%	1%	10%	18
7	21%	18%	30%	11%	1%	11%	28
8	23%	20%	34%	12%	2%	13%	30
9	26%	26%	38%	12%	2%	13%	28
10	22%	20%	35%	11%	1%	12%	25
11	21%	23%	31%	6%	2%	13%	16
12	24%	21%	35%	15%	1%	12%	19
13	21%	20%	29%	11%	2%	12%	27
14	21%	21%	34%	10%	1%	11%	25
15	18%	16%	28%	7%	1%	11%	28
16	24%	22%	34%	14%	1%	10%	25
17	27%	25%	38%	16%	2%	13%	20
18	15%	14%	25%	6%	1%	8%	28
19	25%	24%	34%	16%	1%	11%	12
20	27%	26%	42%	13%	2%	16%	18
21	24%	23%	32%	13%	1%	10%	28

Table 8B. *Andel af tid i % bilist gennemsnitligt ser mod cyklist i de sidste 8 sekunder, inden cyklisten ankommer til konfliktpunkt.*

Rundk. Nr.	Middelværdi	Median	85%- fraktil	15%- fraktil	Varians	Spredning	Antal obs.
1	28%	24%	39%	16%	2%	13%	26
2	26%	26%	39%	13%	2%	14%	19
3	30%	29%	44%	17%	2%	13%	27
4	20%	21%	29%	11%	1%	8%	24
5	31%	32%	46%	16%	2%	13%	24
6	27%	27%	35%	16%	2%	13%	18
7	25%	20%	40%	14%	2%	14%	28
8	28%	25%	42%	14%	2%	14%	30
9	30%	32%	47%	13%	3%	16%	28
10	24%	23%	41%	10%	2%	13%	25
11	25%	24%	40%	8%	2%	16%	16
12	29%	28%	37%	20%	1%	12%	19
13	26%	23%	38%	13%	3%	17%	27
14	24%	24%	37%	10%	2%	12%	25
15	22%	20%	35%	10%	1%	12%	28
16	31%	29%	43%	18%	2%	13%	25
17	34%	30%	49%	21%	3%	16%	20
18	21%	19%	33%	8%	1%	11%	28
19	31%	30%	44%	16%	2%	13%	12
20	31%	30%	52%	16%	3%	17%	18
21	28%	28%	40%	18%	1%	12%	28

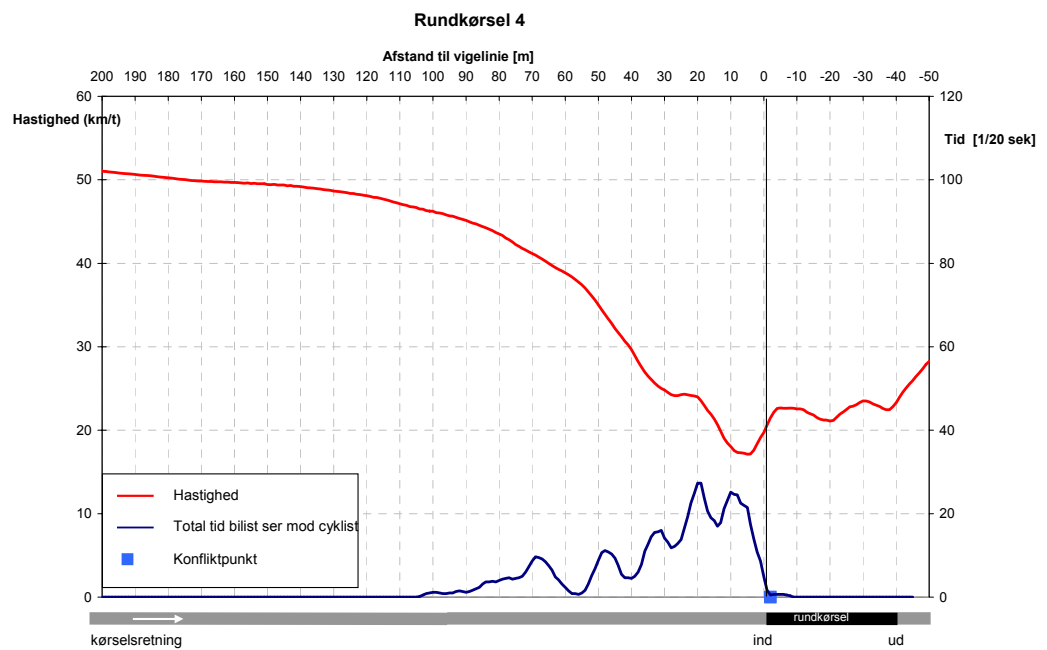
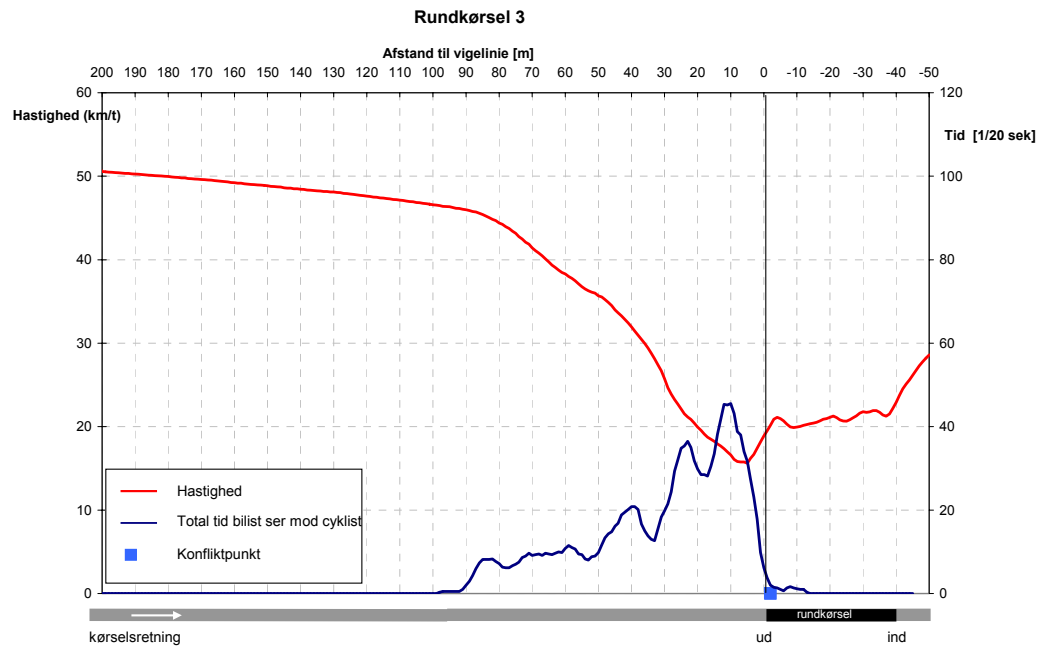
Tabel 8C. Andel af tid i % bilist gennemsnitligt ser mod cyklist i de sidste 6 sekunder, inden cyklisten ankommer til konfliktpunkt.

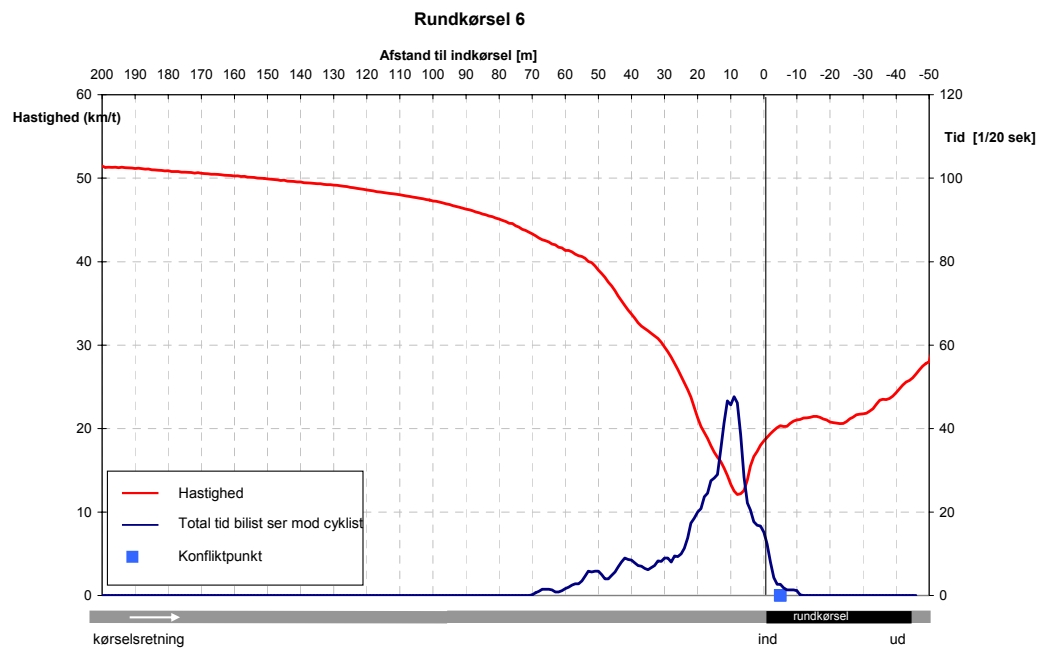
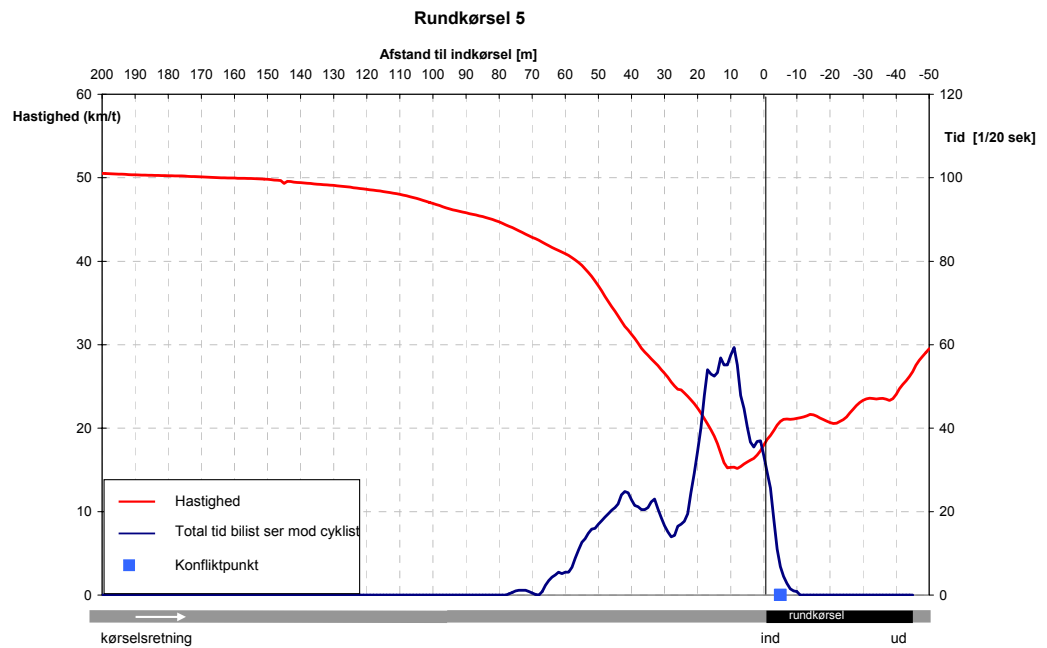
Rundk. Nr.	Middelværdi	Median	85%- fraktil	15%- fraktil	Varians	Spredning	Antal obs.
1	35%	34%	48%	20%	2%	13%	26
2	27%	24%	46%	7%	3%	19%	19
3	36%	33%	53%	20%	2%	15%	27
4	27%	28%	43%	12%	2%	13%	24
5	41%	39%	60%	22%	4%	19%	24
6	32%	28%	44%	19%	3%	16%	18
7	33%	26%	47%	20%	3%	17%	28
8	35%	31%	55%	18%	4%	19%	30
9	36%	36%	64%	8%	5%	22%	28
10	28%	26%	48%	11%	3%	16%	25
11	38%	36%	59%	13%	5%	23%	16
12	43%	41%	55%	29%	3%	18%	19
13	38%	35%	56%	20%	6%	25%	27
14	31%	30%	48%	14%	2%	16%	25
15	31%	30%	49%	15%	3%	16%	28
16	38%	36%	51%	26%	2%	13%	25
17	44%	36%	60%	28%	5%	22%	20
18	30%	27%	50%	11%	2%	16%	28
19	36%	39%	50%	18%	3%	18%	12
20	45%	46%	72%	18%	6%	24%	18
21	39%	40%	50%	23%	2%	16%	28

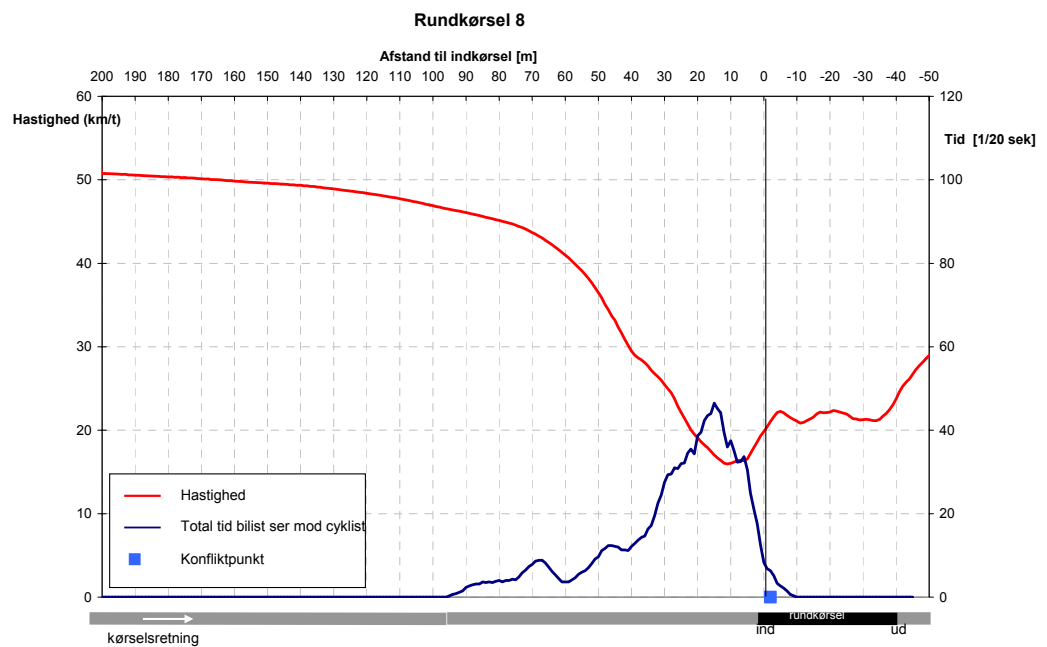
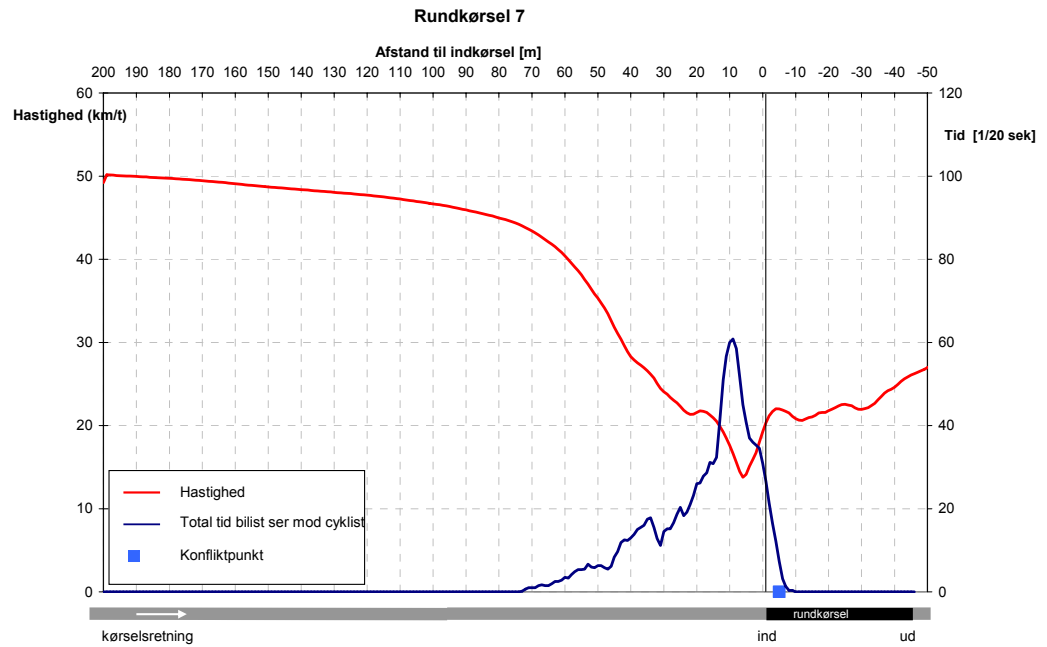
Tabel 8D. Andel af tid i % bilist gennemsnitligt ser mod cyklist i de sidste 4 sekunder, inden cyklisten ankommer til konfliktpunkt.

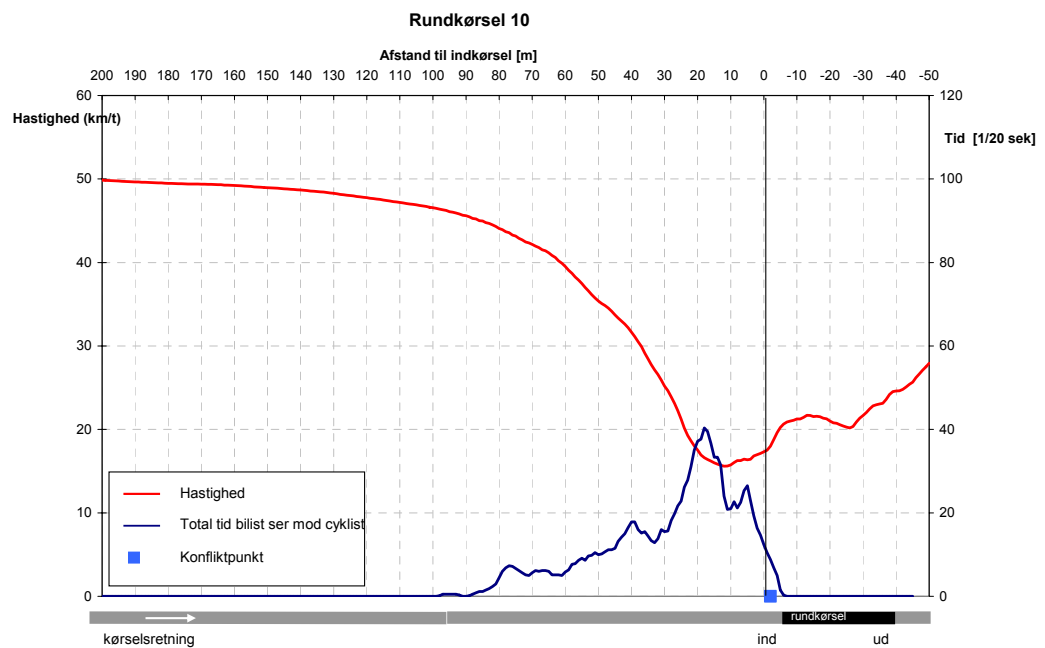
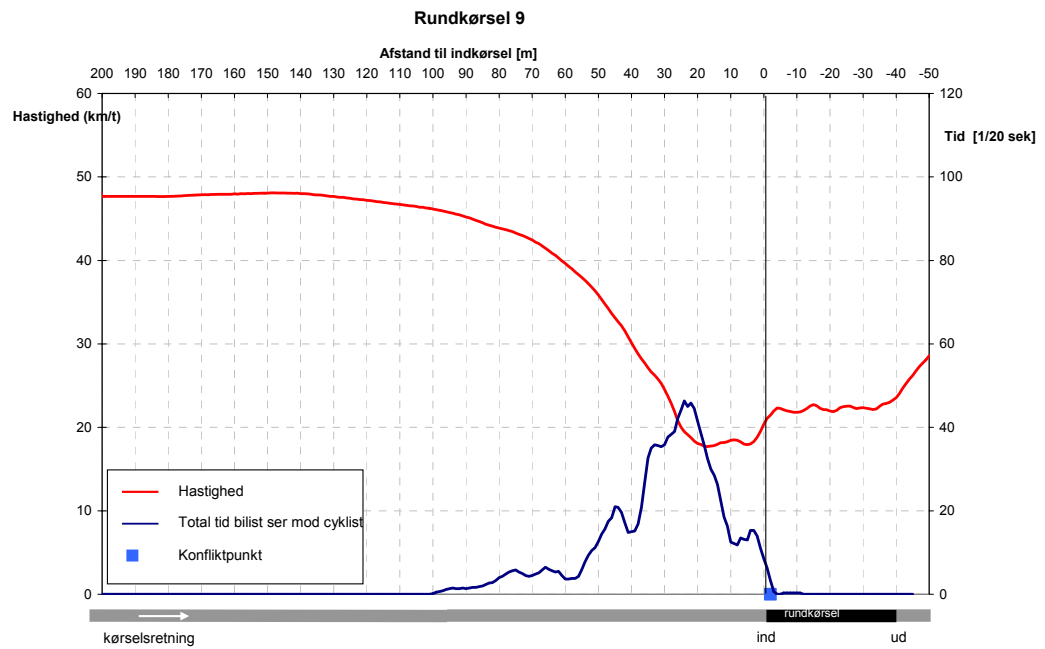
Rundk. Nr.	Middelværdi	Median	85%-fraktil	15%-fraktil	Varians	Spredning	Antal obs.
1	51%	56%	76%	23%	6%	25%	26
2	38%	30%	61%	9%	9%	30%	19
3	50%	50%	74%	28%	5%	23%	27
4	33%	35%	59%	8%	5%	22%	24
5	46%	45%	66%	25%	5%	22%	24
6	40%	38%	72%	11%	7%	27%	18
7	42%	41%	72%	13%	7%	27%	28
8	43%	43%	62%	24%	4%	19%	30
9	42%	43%	75%	13%	9%	30%	28
10	39%	35%	71%	17%	6%	25%	25
11	38%	35%	62%	13%	4%	21%	16
12	46%	50%	69%	16%	7%	26%	19
13	34%	28%	63%	12%	5%	22%	27
14	36%	35%	60%	4%	6%	25%	25
15	37%	35%	60%	15%	5%	22%	28
16	44%	50%	65%	19%	5%	22%	25
17	56%	51%	82%	37%	6%	24%	20
18	43%	49%	65%	18%	5%	22%	28
19	44%	43%	68%	20%	7%	26%	12
20	41%	39%	60%	29%	3%	18%	18
21	54%	50%	87%	30%	6%	24%	28

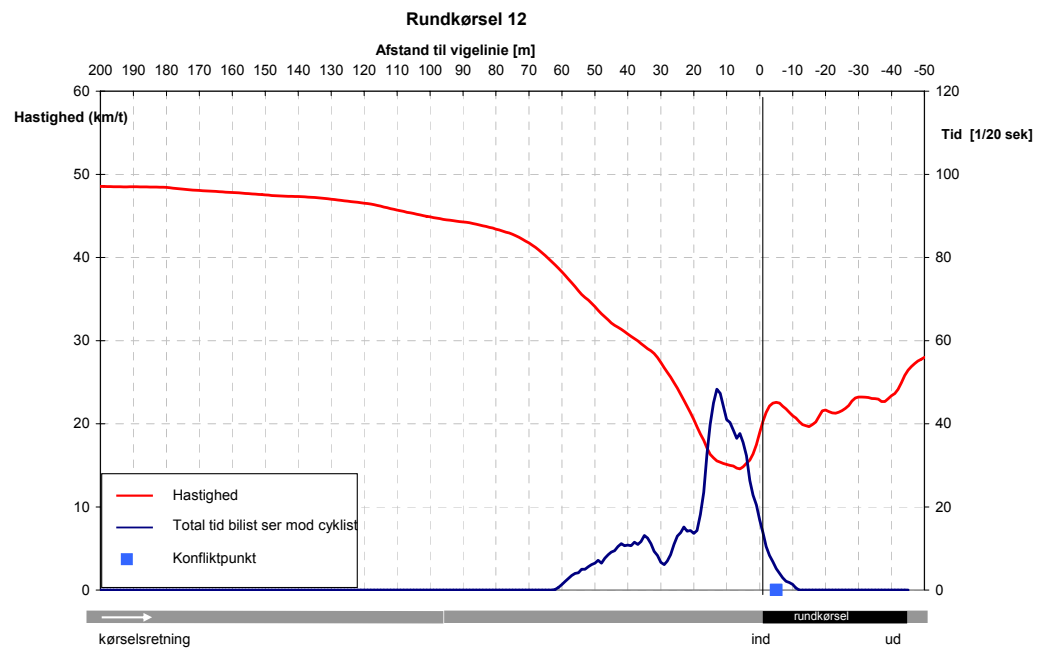
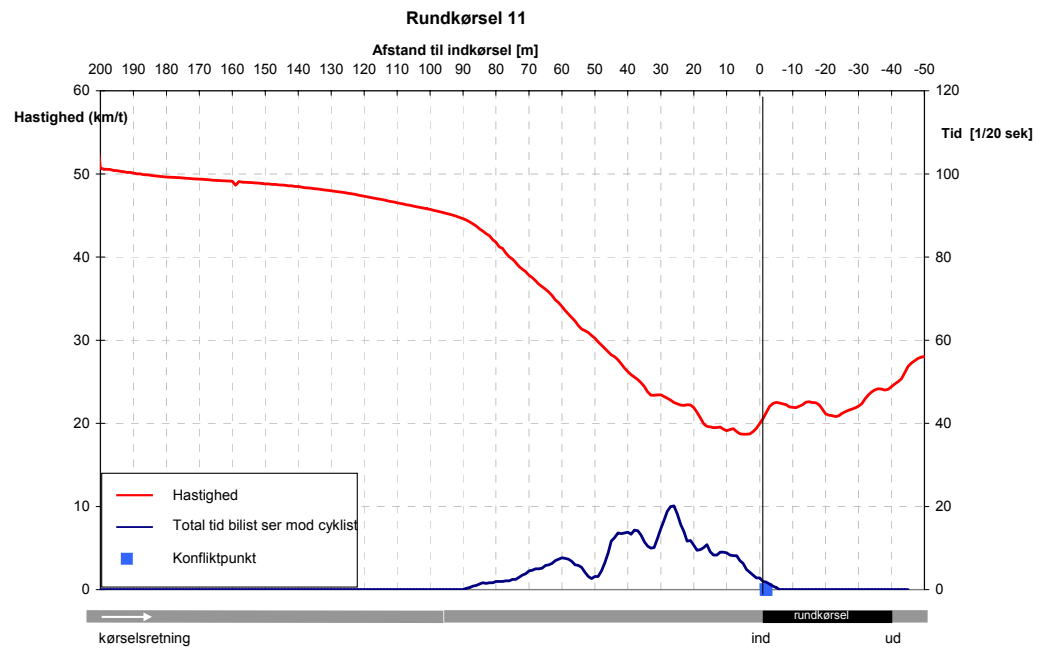
Tabel 8E. Andel af tid i % bilist gennemsnitligt ser mod cyklist i de sidste 2 sekunder, inden cyklisten ankommer til konfliktpunkt.

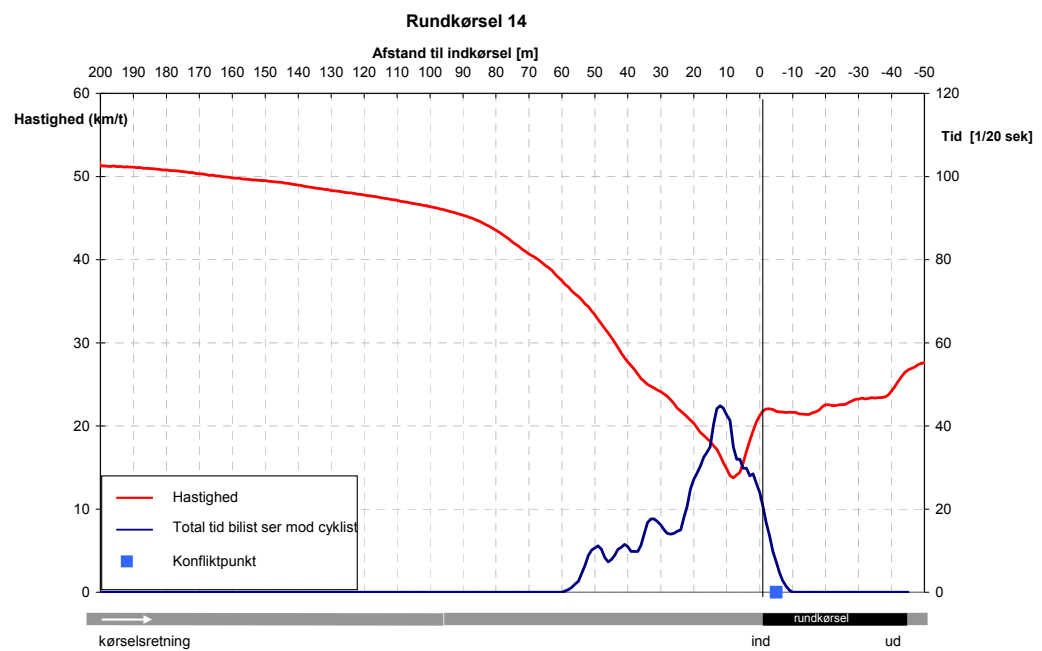
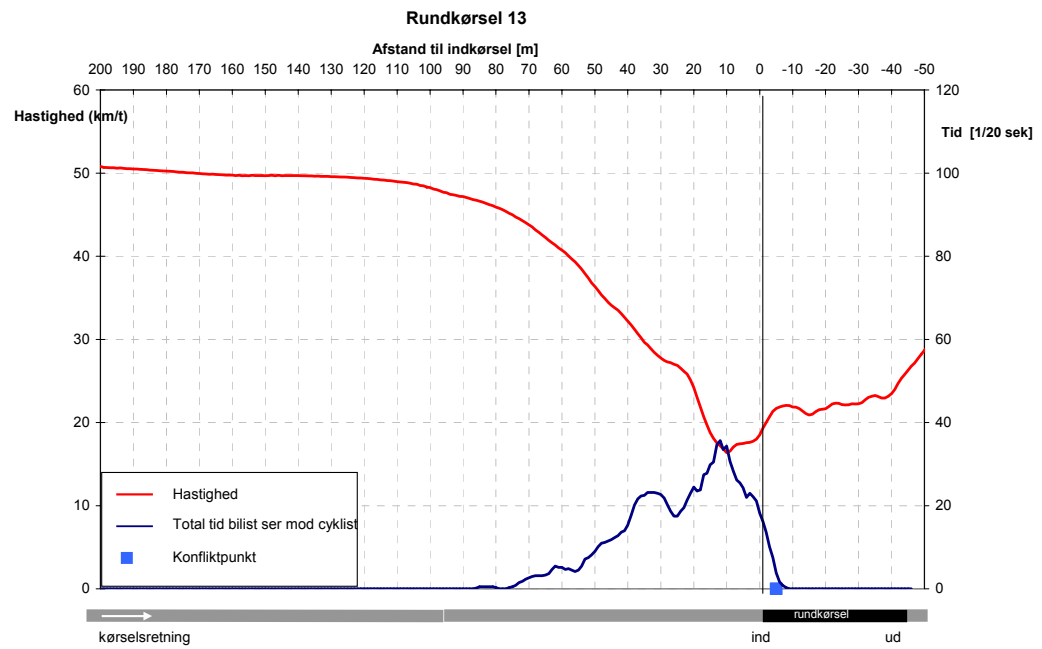


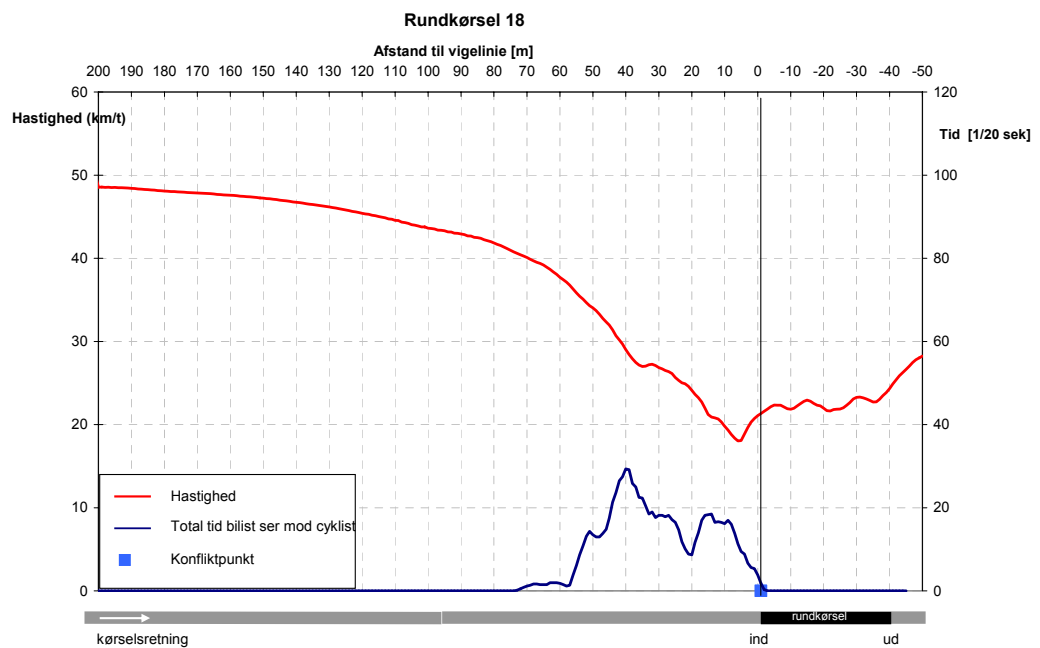
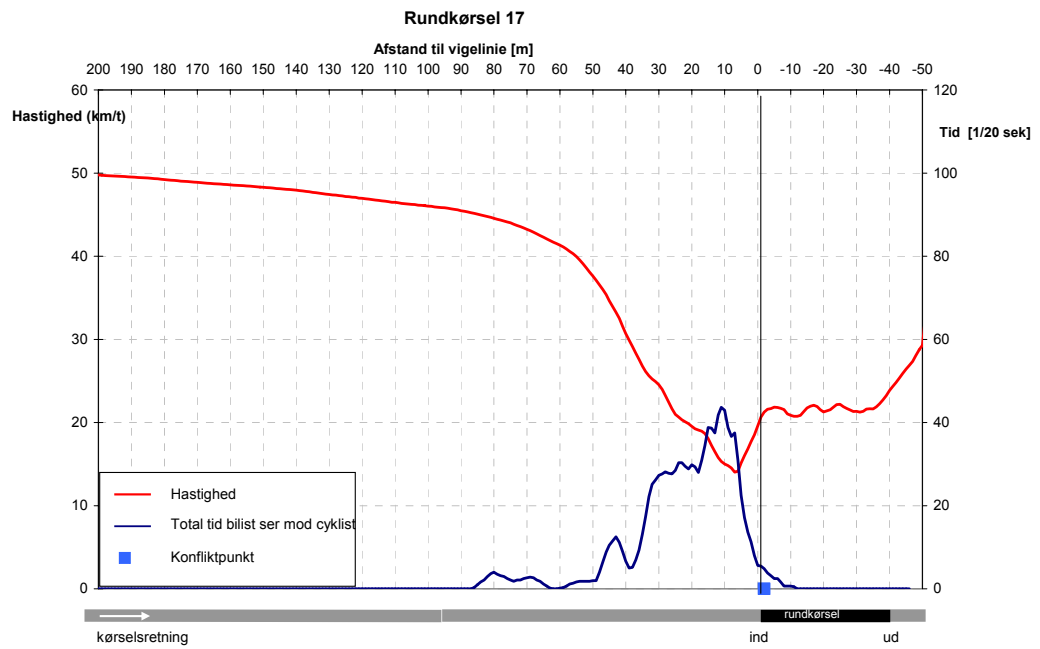


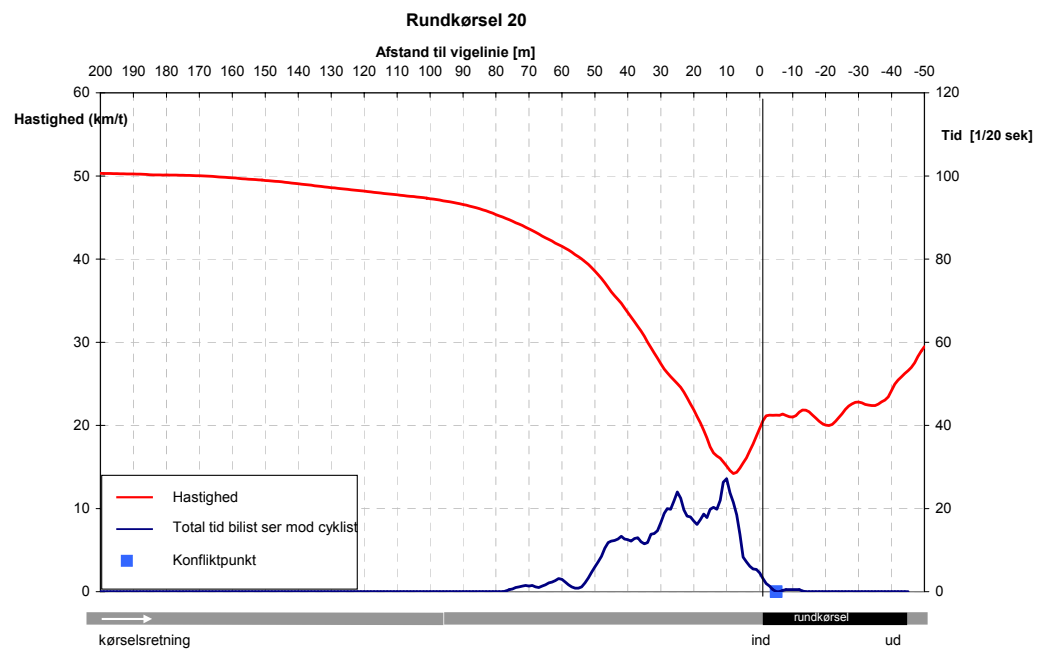
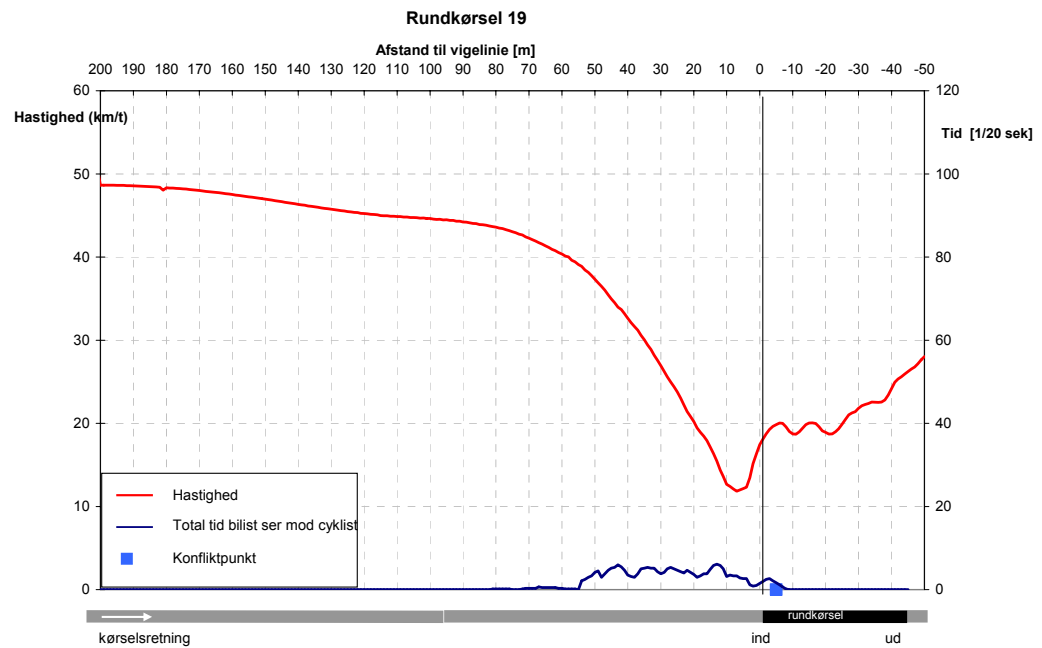


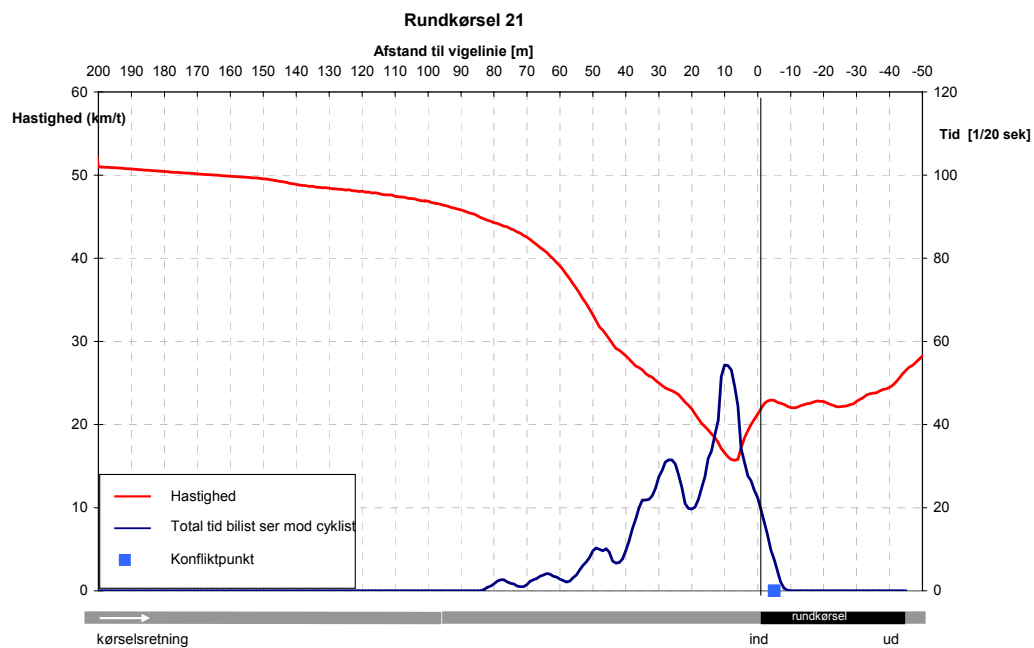




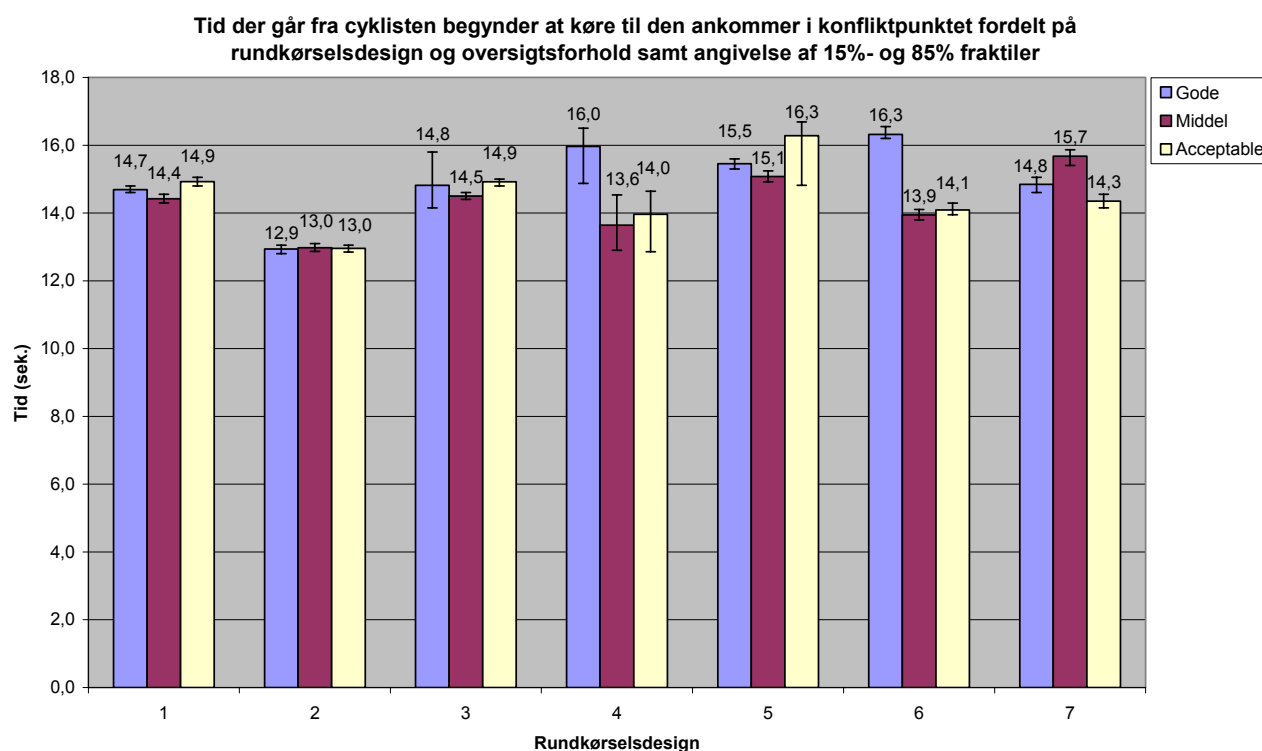




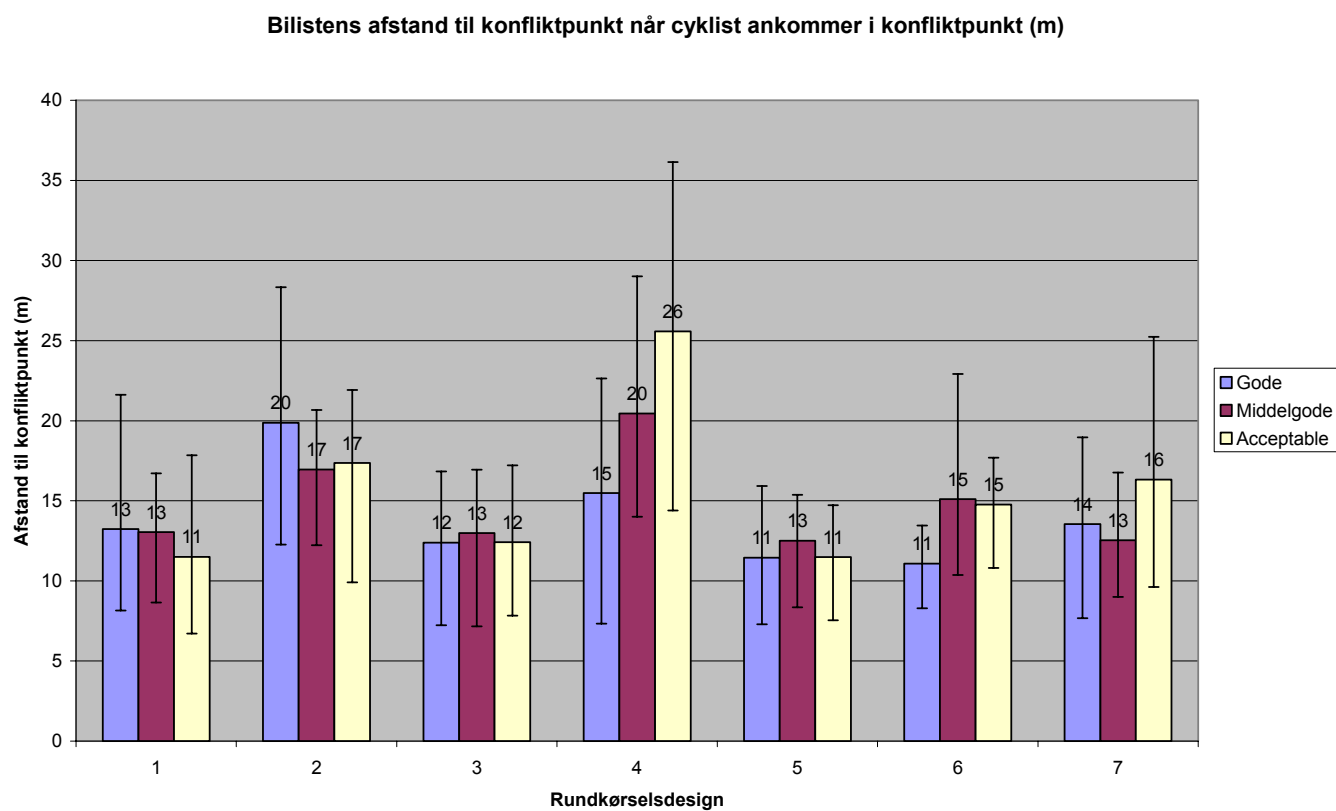




Bilag 10 Tidsafstand fra cyklist starter til den ankommer i konfliktpunkt samt bilstens afstand til konfliktpunkt når cyklist ankommer



Figur 10A. Den tid det tager cyklisten at tilbagelægge strækningen fra den starter med at køre til den ankommer i konfliktpunktet (sek.).



Figur 10B. Bilistens gennemsnitlige afstand til vigelinien når cyklist ankommer i konfliktpunkt (m).

Bilag 11 Oversigtstabel med angivelse af rundkørselsdesign og nummerering af rundkørsler

Bilag 11 Oversigtstabel med angivelse af rundkørselsdesign og nummerering af rundkørsler

Rundkørselsdesign og nummerering af rundkørsler	Oversigtsforhold		
	Gode	Middel	Acceptable
<i>Rundkørselsdesign 1:</i> Cykelsti i tilfart, cykelsti i cirkulationsareal	1	8	15
<i>Rundkørselsdesign 2:</i> Cykelsti i tilfart, blå cykelbane i cirkulationsareal	2	9	16
<i>Rundkørselsdesign 3:</i> Cykelsti i tilfart, cykelsti i cirkl. areal - orange rækværk mellem vejkant og fortov	3	10	17
<i>Rundkørselsdesign 4:</i> Cykelsti i tilfart, bump i tilfart cykelsti i cirkulationsareal	4	11	18
<i>Rundkørselsdesign 5:</i> Intet cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen	5	12	19
<i>Rundkørselsdesign 6:</i> Intet cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Orange rækværk mellem vejkant og fortov	6	13	20
<i>Rundkørselsdesign 7:</i> Intet cykelanlæg frem til og igennem rundkørslen. Bump i tilfarten.	7	14	21