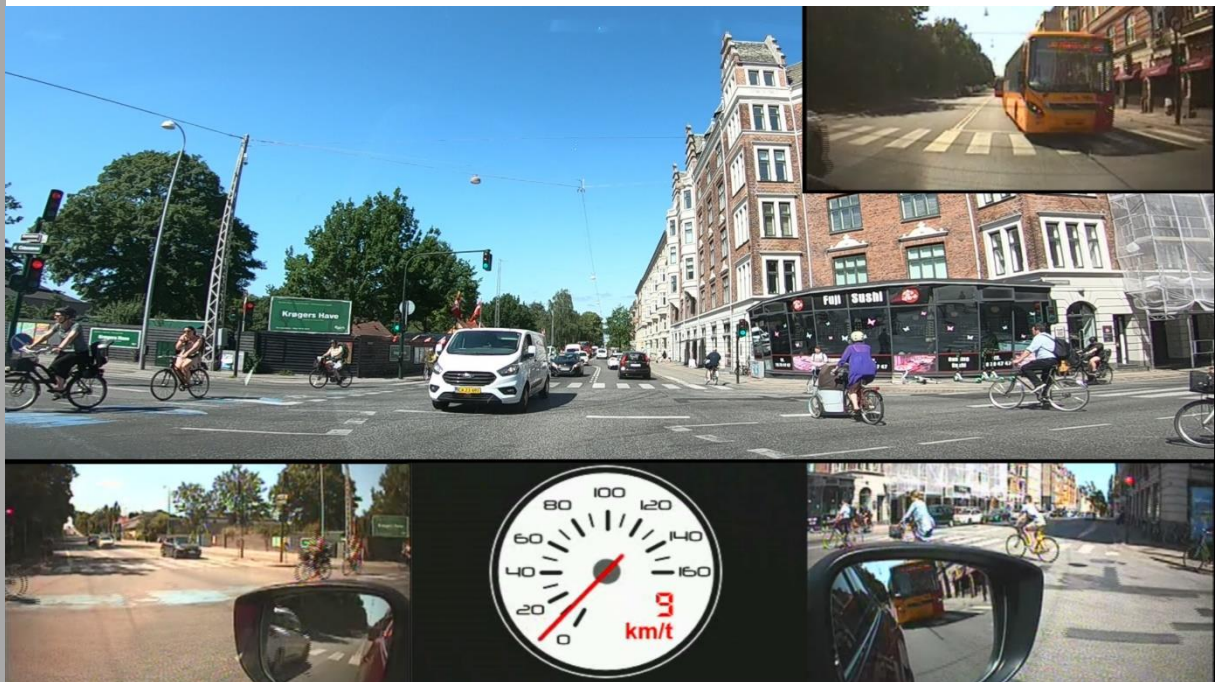


# Bilisters oplevede serviceniveau i kryds

Teknisk rapport



Søren Underlien Jensen

Marts 2020

<p><b>Titel:</b> Bilisters oplevede serviceniveau i kryds – Teknisk rapport</p> <p><b>Forfatter(e):</b> Søren Underlien Jensen</p> <p><b>Publiceringsdato:</b> Marts 2020</p> <p><b>Sprog:</b> Dansk</p> <p><b>Antal sider:</b></p> <p><b>Rekvirent:</b> Vejdirektoratet</p> <p><b>Projekt:</b> Bilisters oplevede serviceniveau</p> <p><b>Kvalitetssikring:</b> Thomas Skallebæk Buch</p> <p><b>Emneord:</b> Bilist, tilfredshed, oplevet serviceniveau, prioriterede kryds, signalregulerede kryds</p> <p><b>Resumé:</b></p> <p>Vejdirektoratet har bestilt og finansieret nærværende studie, der objektivt kvantificerer bilisters oplevede tilfredshed og serviceniveau i kryds for at indarbejde dette i planlægningen af vejnettet. Resultaterne giver et udtryk for, hvor godt et kryds kan servicere bilisterne.</p> <p>For at fastlægge, hvordan trafikafvikling, krydsdesign og andre forhold påvirker bilisters tilfredshed, blev 80 respondenter vist 28 videoklip af prioriterede kryds og 42 videoklip af signalregulerede kryds optaget fra en kørende bil.</p> <p>Respondenterne skulle vurdere videoklippene på en 6-punktsskala gående fra meget tilfreds til meget utilfreds. Det resulterede i 2.800 tilfredshedsvurderinger. Omkring 600 variable beskriver hvert videoklip (trafik, kryds, omgivelser, vejr, osv.) samt respondenterne.</p> <p>Modeller for bilisters oplevede tilfredshed er udviklet med brug af kumulativ logit regression. Modellerne inkluderer variable, der signifikant korrelerer med tilfredshedsvurderingerne. I de anbefalede modeller indgår følgende variable: Krydstype, ventetid eller stoppet tid, manøvre samt type af vige-/stoppligt eller type af signal. Desuden indgår synergieffekter mellem disse variable.</p> <p>Modellernes resultat er tilfredsheden fordelt på 6-punktsskalaen. Denne tilfredshed oversættes efterfølgende til et serviceniveau.</p>	<p><b>Title:</b> Car drivers' experienced level of service at intersections – Technical report</p> <p><b>Author(s):</b> Søren Underlien Jensen</p> <p><b>Report date:</b> March 2020</p> <p><b>Language:</b> Danish</p> <p><b>No. of pages:</b></p> <p><b>Client:</b> Danish Road Directorate</p> <p><b>Project:</b> Car drivers' experienced level of service</p> <p><b>Quality management:</b> Thomas Skallebæk Buch</p> <p><b>Key words:</b> Car driver, satisfaction, experienced level of service, non-signalized intersections, signalized intersections</p> <p><b>Abstract:</b></p> <p>The Road Directorate ordered and sponsored this study to develop methods for objectively quantifying car drivers' experienced level of service at intersections and to incorporate methods into road network planning. The results provide a measure of how well intersections accommodate drivers.</p> <p>To determine how traffic operations, geometric conditions, and other variables affect car drivers' satisfaction 80 respondents were shown 28 video clips of non-signalized and 42 video clips of signalized intersections filmed from a driving car.</p> <p>Respondents rated video clips on a six-point scale ranging from very satisfied to very dissatisfied. It resulted in 2,800 useable ratings. About 600 variables describe video clips (traffic operations, intersection geometry, surroundings, weather, etc.) and respondents.</p> <p>Car driver satisfaction models were developed using cumulative logit regression. The models include variables, which relate significantly to the satisfaction ratings. Variables included in recommended models are: Intersection type, delay or stopped time, maneuver and type of signal or give-way design. Interaction effects between these variables are also part of models.</p> <p>Models return percentage splits of the six levels of satisfaction. These splits are then transformed into a level of service.</p>
<p>Rapporten kan hentes fra <a href="http://www.trafitec.dk">www.trafitec.dk</a>.</p> <p>Copyright © Trafitec</p> <p>Ved gengivelse af materiale fra publikationen skal fuldstændig kildeangivelse udføres.</p>	<p>The report can be acquired from <a href="http://www.trafitec.dk">www.trafitec.dk</a>.</p> <p>Copyright © Trafitec</p> <p>Reprinting material from this publication must include a complete reference to original source.</p>

## Forord

Nærværende rapport er del af forskningsprogrammet ”Bilisters oplevede serviceniveau”. Dette program har til formål at redegøre for og kvantificere de faktorer, som bilister lægger vægt på i vurderingen af den service, som veje og kryds yder, herunder oplevet fremkommelighed. Forskningsprogrammet er opdelt i fire faser:

1. Litteraturstudium om bilisters oplevede serviceniveau
2. Prøvekørsler til identificering af betydende faktorer i trafikmiljøet for bilisters oplevede serviceniveau
3. Metodeudvikling i relation til undersøgelsesdesign
4. Konkrete serviceniveau-undersøgelser, modeller og værktøjer

Nærværende rapport er produktet af en serviceniveauundersøgelse af hhv. signalregulerede og prioriterede kryds, og inkluderer modeller af og IT-værktøjer for bilisters oplevede serviceniveau i kryds.

Forskningsprogrammet er bestilt og finansieret af Vejdirektoratet med henblik på at indarbejde dette i planlægningen af vejnettet.

Nærværende undersøgelse af bilisters oplevede serviceniveau i kryds er udført med videooptagelser af kryds på Sjælland og Amager. Disse videooptagelser er udført af Søren Underlien Jensen og Rasmus Damgaard. Søren Underlien Jensen og Thomas Skallebæk Buch har redigeret videooptagelser til de endelige film, der er blevet forevist respondenter i Søborg. Vejdirektoratet og Trafitec vil gerne takke respondenterne for deres bidrag til undersøgelsen.

# Indhold

<b>Sammenfatning .....</b>	<b>5</b>
<b>Executive summary .....</b>	<b>11</b>
<b>1. Indledning.....</b>	<b>17</b>
<b>2. Metode og datagrundlag .....</b>	<b>19</b>
2.1 Udvalgelse af kryds .....	21
2.2 Produktion af video.....	24
2.3 Videofremvisning og spørgeskema .....	27
2.4 Indsamling af data om kryds, veje, trafik og omgivelser .....	28
<b>3. Dataanalyse og modeludvikling.....</b>	<b>32</b>
3.1 Tilfredshedsvurderinger og svarfordeling .....	32
3.1.1 Prioriterede kryds.....	34
3.1.2 Signalregulerede kryds .....	35
3.1.3 Alle kryds.....	36
3.2 Baggrundsspørgsmål mv. ....	37
3.2.1 Køn, alder og boligtype .....	37
3.2.2 Kørekort og kørselsomfang .....	38
3.3 Startvanskeligheder og træthed.....	39
3.4 Udvikling af modeller for kryds .....	42
3.4.1 Modeller for prioriterede kryds .....	44
3.4.2 Modeller for signalregulerede kryds.....	49
3.4.3 Modeller for alle kryds .....	56
<b>4. Serviceniveau og brugbare modeller .....</b>	<b>63</b>
4.1 Kommunikérbart serviceniveaubegreb .....	63
4.2 Brugbare modeller .....	64
4.3 Modeller og IT-værktøj i praksis .....	67
<b>5. Konklusion .....</b>	<b>69</b>
<b>Referencer .....</b>	<b>71</b>
<b>Bilag 1. Kryds.....</b>	<b>72</b>
<b>Bilag 2. Videoklip i fremvisninger.....</b>	<b>74</b>
<b>Bilag 3. Spørgeskema .....</b>	<b>75</b>
<b>Bilag 4. Brugbare logit modeller .....</b>	<b>79</b>
<b>Bilag 5. Traditionelle lineære modeller .....</b>	<b>91</b>

# Sammenfatning

Resultater af en konkret undersøgelse om bilisters oplevede serviceniveau i kryds er givet i nærværende rapport. Der er udviklet modeller for bilisters oplevede serviceniveau i prioriterede kryds og signalregulerede kryds. De anbefalede modeller indgår i et IT-værktøj.

## Begreber

I dag findes ingen bredt accepteret metode blandt ingeniører, planlæggere, mv. til at beskrive bilisters oplevede serviceniveau. I Danmark indgår middelforsinkelsen (gennemsnitlig ventetid) i vurderingen af bilisters serviceniveau i kryds i sin klassiske ”tekniske” udgave (ikke bilisters opfattelse, men en teknisk vurdering af trafikafviklingen). I nærværende rapport er der opstillet et let forståeligt begreb til beskrivelse af bilisters oplevede serviceniveau. Begrebet er entydigt i form af et karaktersystem og er det samme begreb, der er anvendt til beskrivelse af bilisters oplevede serviceniveau på strækninger samt cyklisters og fodgængeres oplevede serviceniveau i kryds og på strækninger. Derved kan det oplevede serviceniveau på forskellige veje og i forskellige kryds sammenlignes for en eller flere transportformer.

Begrebet bygger på, hvor tilfreds bilisten er som helhed med krydset, trafikken, omgivelserne og vejrliget. Serviceniveauet bygger altså på den oplevede tilfredshed. Dog indgår ikke oplevelsen af krydsets vedligeholdelsestilstand og selve bilen. Til at belyse den oplevede tilfredshed er følgende spørgsmål stillet i undersøgelsen: ”Hvor tilfreds var du som bilist i det viste kryds?” Spørgsmålet kunne besvares ved at afkrydse én af seks svarmuligheder:

- Meget tilfreds
- Noget tilfreds
- Lidt tilfreds
- Lidt utilfreds
- Noget utilfreds
- Meget utilfreds

Oplevet tilfredshed oversættes i første omgang til et tilfredshedsniveau, der er et gennemsnit af bilisternes varierende tilfredshed. Her oversættes svarkategorier til heltal, hvor ”Meget tilfreds” gives karakteren 1 og ”Meget utilfreds” gives karakteren 6. Tilfredshedsniveauet kan således variere mellem 1 og 6, og jo højere tallet er, desto mere utilfredse er bilisterne.

Der er opstillet et serviceniveaubegreb med seks niveauer (A-F). For det bedste serviceniveau A gælder, at mere end 50 procent af bilisterne er meget tilfredse.

Det er derved flertallet af bilister, der fastsætter serviceniveauerne fra A til F. Da der er entydig sammenhæng mellem tilfredshedsniveau og bilisters tilfredshed fordelt på svarkategorier, kan tilfredshedsniveau direkte oversættes til et serviceniveau. I tabellen nedenfor er vist serviceniveauer og tilfredshedsniveauer i en sammenhæng.

Definition på oplevet serviceniveau for bilister i kryds			Gennemsnitligt tilfredshedsniveau
Tegn	Beskrivelse	Respondenters vurdering	
<b>A</b>	Meget tilfreds	Mindst 50 % er meget tilfredse	< 1,86
<b>B</b>	Noget tilfreds	Mindst 50 % er noget tilfredse eller meget tilfredse	≥ 1,86 og < 2,78
<b>C</b>	Lidt tilfreds	Mindst 50 % er lidt tilfredse eller mere tilfredse	≥ 2,78 og < 3,48
<b>D</b>	Lidt utilfreds	Mindst 50 % er lidt utilfredse eller mere tilfredse	≥ 3,48 og < 4,16
<b>E</b>	Noget utilfreds	Mindst 50 % er noget utilfredse eller mere tilfredse	≥ 4,16 og < 5,23
<b>F</b>	Meget utilfreds	Mindst 50 % er meget utilfredse	≥ 5,23

## Undersøgelsesmetode

I undersøgelsen har 80 respondenter primært bosiddende i Gladsaxe Kommune udtrykt deres tilfredshed som bilist i 20 prioriterede kryds (bilist kørende ind i kryds fra sidevej) og 30 signalregulerede kryds. Der er anvendt en pålidelig og valideret metode, hvor respondenter ser et videoklip på mellem 23 og 148 sekunder af kørsel gennem krydset optaget fra en kørende bil, og efterfølgende tilkendegiver sin tilfredshed ved afkrydsning i én af de seks svarkategorier. Samlet indgår 70 videoklip i undersøgelsen, heraf 28 fra prioriterede kryds og 42 fra signalregulerede kryds. Hver respondent har vurderet 35 videoklip. Der er afgivet 2.800 pålidelige tilfredshedsvurderinger.

For at dokumentere sammenhænge mellem bilisters tilfredshed og kryds' udformning, trafik og omgivelser er der sikret en optimal forskelligartethed blandt kryds. For prioriterede kryds er der således på forhånd ingen sammenhæng mellem følgende variable: Individuel ventetid, manøvre, antal krydsben, antal vognbaner og hastighedsgrænse på overordnet vej. For signalregulerede kryds er der på forhånd ingen sammenhæng mellem variablene: Individuel ventetid, manøvre, svingpile, antal krydsben og hastighedsgrænse på tilfartsvej.

Respondenter har vurderet de enkelte kryds forskelligt. Tilfredshedsniveauet varierer mellem 1,17 og 5,92 for krydsene. Nogle respondenter i undersøgelsen synes at være blevet trætte. Det påvirkede deres tilfredshedsvurderinger for de sidste få videoklip før en pause i negativ retning. Træthed har ingen indflydelse på modellering af tilfredshed, da videoklip er vurderet i tilfældig rækkefølge. Respondenter har haft startvanskeligheder med at vurdere krydsene. De to første videoklip fungerede som test-videoklip, og vurderinger af test-videoklip er ikke anvendt i modellering af bilisters tilfredshed. Det konkluderes derfor, at den udtrykte

tilfredshed med undersøgelsens kryds alene er et udtryk for respondenternes opfattelser og præferencer, og upåvirket af træthed og startvanskeligheder.

I alt blev der indsamlet ca. 600 variable om kryds, trafik, omgivelser, vejr, mv. for hvert enkelt kryds og videoklip. Data stammer fra videoklip, video fra stationære kameraer ved kryds optaget på samme tid som videoklip, opmålinger af kryds og veje og via luftfotos.

Det overordnede formål med nærværende rapport er at udvikle modeller, der kan beregne bilisters oplevede serviceniveau i hhv. prioriterede og signalregulerede kryds. Til udvikling af disse modeller indgår 1.120 tilfredshedsvurderinger af 28 videoklip fra 20 prioriterede kryds og 1.680 tilfredshedsvurderinger af 42 videoklip fra 30 signalregulerede kryds til modellering af bilisters oplevede serviceniveau. Vurderingerne er udført af i alt 80 respondenter. Metodikken til udviklingen af modeller har været at finde signifikante og derved betydningsfulde variable, og lade dem indgå i modellerne. Der er opstillet to typer modeludtryk dels generaliserede lineære modeller, hvor tilfredshedsniveauet er modelleret, dels kumulative logit modeller, hvor tilfredshed fordelt på de seks svarkategorier er modelleret.

## Resultater

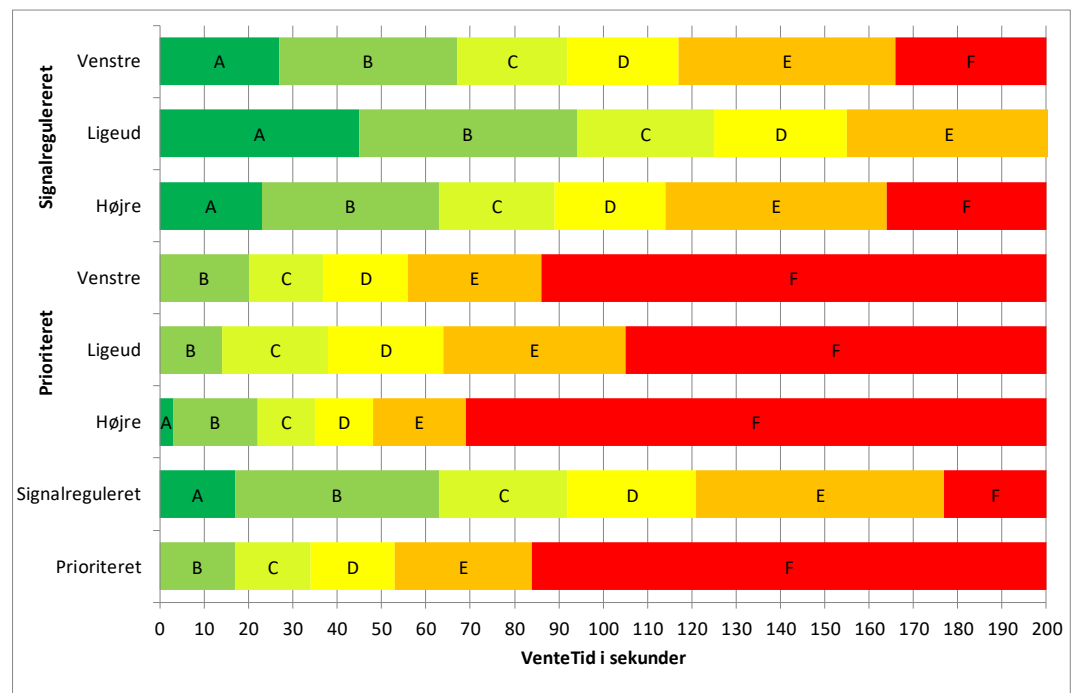
Analyserne af data for respondenteres tilfredshed samt kryds, trafik og omgivelser viser, at den oplevede tilfredshed i både prioriterede og signalregulerede kryds kan sættes på formel. Faktisk kan man med oplysninger om ventetid eller stoppet tid få gode overslag på, hvor tilfredse bilister er, når de færdes i hhv. prioriterede og signalregulerede kryds. Yderligere oplysninger om manøvre, type af vige- eller stoppligt, og type af signal kan give mere præcise overslag på tilfredsheden.

I bilag 4 findes formler – modeller til beregning af bilisters oplevede tilfredshed. Modellerne er gyldige for prioriterede og signalregulerede kryds under følgende forhold: Dagslys, ingen nedbør, ingen vejarbejde, godt vedligeholdelsesniveau dvs. jævn asfalt, tydelige afmærkninger og tavler. Modeller gælder for situationer uden køretøjer under udrykning, uden havarede eller forulykkede køretøjer, uden hasarderede manøvrer og biler i ekstrem høj fart. Modeller kan ikke bruges til at beskrive serviceniveauet i bl.a. rundkørsler, jernbaneoverkørsler, 2-planskryds og signalregulerede fodgængerovergange. Det anbefales at anvende kumulative logit modeller, da generaliserede lineære modeller ikke kan beregne andelen af bilister, der er hhv. meget tilfredse, noget tilfredse, osv., men kun kan beregne det gennemsnitlige tilfredshedsniveau.

Analyserne har vist, at ventetiden (forsinkelsen) eller stoppet tid har en særdeles stor betydning for bilisters tilfredshed i kryds. Jo længere ventetid, desto mere utilfredse bilister. Ventetiden er i høj grad styret af trafikintensiteten i krydset og evt. signalgivningen. Når ventetid udelades af en model, så indtræder trafikintensitet i krydset og evt. signalgivning i forhold til ankomst til krydset som variable i

modellen. Det er dog langt bedre at beskrive bilisters tilfredshed med baggrund i ventetid frem for oplysninger om trafikintensitet og signalgivning.

Men ventetid opleves forskelligt, og derfor har den en forskellig indvirkning på tilfredsheden afhængig af hvilken manøvre, der foretages i krydset, og hvilken type af signal der er i signalregulerede kryds. Det er fx mere utilfredsstillende at vente for højresving end at vente for kørsel ligeud. Manøvre, type af vige-/stoppligt og type af signal har også selvstændige indvirkninger på bilisters tilfredshed i kryds.



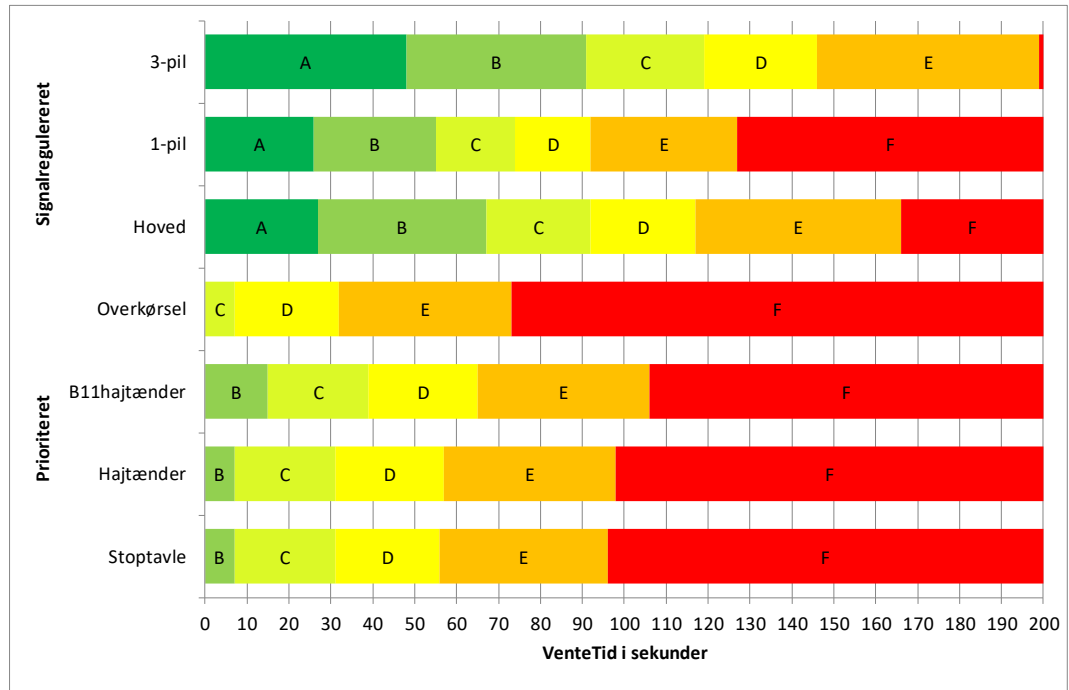
*Bilisters oplevede serviceniveau afhængighed af ventetid og manøvre i prioriterede kryds (vigepligt afmærket med hjattænder og B11-tavler) og signalregulerede kryds (hovedsignal for udført manøvre).*

Bilisters oplevede serviceniveau er dårligere i prioriterede kryds end i signalregulerede kryds, når ventetiden er ens. Dog kan serviceniveauet godt være ganske dårligt selv ved korte ventetider i signalregulerede kryds, når der er en uheldig kombination af manøvre og type af signal. Serviceniveauet er typisk bedre ved kørsel ligeud i prioriterede og signalregulerede kryds i forhold til serviceniveauet ved højresving og venstresving, når ventetiden er den samme.

I signalregulerede kryds ved venstresving opnås det bedste serviceniveau, når der er 3-pils signal (bundet venstresving), mens det dårligste serviceniveau fås med 1-pils signal, vel at bemærke, når ventetiden er den samme. I prioriterede kryds ved kørsel ligeud fås det dårligste serviceniveau med en overkørsel, mens det bedste serviceniveau opnås med hjattænder og B11-tavler. Det illustrerer, at type af vige-



/stoppligt og type af signal har en betydning for bilisters oplevede serviceniveau i kryds.



*Bilisters oplevede serviceniveau afhængighed af ventetid og type af vige-/stoppligt ved kørsel ligeud i prioriterede kryds samt af type af signal ved venstresving i signalregulerede kryds.*

Der er også fundet andre variable, som har en indvirkning på bilisters tilfredshed i kryds. I prioriterede kryds er det oversigt mod venstre set fra sidevej, jo dårligere oversigt, desto mere utilfredse bilister. Antallet af fodgængere og motorkøretøjer i krydset pr. sekund påvirker også tilfredsheden, jo mere trafik i det prioriterede kryds, desto mere utilfredse bilister. Der er tendenser til, at mange parkerede biler og ind-/udkørsler på sidevejen kan øge utilfredsheden i det prioriterede kryds. I de signalregulerede kryds påvirker også antallet af fodgængere, cyklister og motorkøretøjer tilfredsheden, jo mere trafik pr. sekund, desto mere utilfredse bilister. På tilfartsvejen medfører flere parkerede biler og busstoppesteder også en dårligere tilfredshed i signalregulerede kryds. Endelig er der en svag tendens til, at dårlig oversigt ligeud kan gøre bilister mere utilfredse ved venstresving i signalregulerede kryds.

Analyserne har tillige vist, at tilfredshedsniveauet afhænger af respondentens køn, alder og kørselsomfang. Det anbefales dog at anvende modeller, hvor forhold om respondenter er udeladt, da resultater af modelberegninger ikke bliver mere pålidelige ved at lade variable for respondentens alder, køn og kørselsomfang indgå.

## IT-værktøj

Det vil være meget tidskrævende, hvis serviceniveau, tilfredshedsniveau og tilfredshed på seks kategorier skulle beregnes manuelt kryds for kryds, krydsben for krydsben, manøvre for manøvre, og time for time. Derfor er der opstillet et let anvendeligt IT-værktøj, et Excel regneark der kan foretage beregningerne. Det er forholdsvis let at overflytte resultater til andre programmer, så serviceniveauet kan opsummeres for et eller flere kryds, og evt. sammenlignes på vejkort osv.

Forud for beregning af serviceniveauet er det nødvendigt at tage stilling til, hvilke kryds, hvilke krydsben, hvilke manøvrer og hvilke tidsrum, at beregninger skal være gældende for.

Det er nødvendigt at have tal for ventetid (middelforsinkelse) eller stoppet tid for kryds, krydsben, manøvrer og tidsrum. En mulighed er at benytte formlerne for beregning af middelforsinkelse i Vejdirektoratets Håndbog Kapacitet og Service-niveau (2019). Alternativt kan ventetid eller stoppet tid opgøres ud fra målinger i trafikken eller simuleringer i fx VISSIM eller andre simuleringssystemer.

Det kan være hensigtsmæssigt at beregne serviceniveauet for hvert krydsben og hver tilladte manøvre for disse krydsben. Beregninger kan foretages for ”højeste” time på en typisk hverdag, altså for den time, hvor ventetiden (middelforsinkelse) er længst. Beregninger kan foretages for en ”gennemsnitlig time”, altså gennemsnitlig timetrafik hen over døgnet og derved gennemsnitlig ventetid. På den måde fås indblik i, hvad bilisters serviceniveau er almindeligvis og når den daglige ventetid er længst.

Som resultat returnerer IT-værktøjet både serviceniveau, tilfredshedsniveau og fordelingen af tilfredsheden på de seks svarkategorier. Resultaterne er baseret på kumulative logit modeller.

Resultater								
Anvendt model	SERVICE-NIVEAU	TILFREDSHED: NIVEAU OG FORDELT PÅ KATEGORIER						
	A-F	Niveau	Meget tilfreds	Noget tilfreds	Lidt tilfreds	Lidt utilfreds	Noget utilfreds	Meget utilfreds
Prio Vente 2	C	2,79	15%	32%	24%	17%	9%	2%
Signal Stop 2	B	2,12	39%	33%	14%	8%	5%	1%

*Resultater af beregninger i IT-værktøj.*

## Executive summary

Results of a stated preference study of car drivers experience level of service at intersections are given in this report. Several models for car drivers experienced level of service at non-signalized and signalized intersections are developed. Recommended models are incorporated into a software tool.

### Concepts

Today, no widely accepted methodology to describe car drivers experienced level of service exist and is used among engineers, planners, etc. Average delay is used in Denmark in a classical technical version of level of service at intersections, i.e. not based on car drivers' perceptions.

A clear concept is set up to describe car drivers experienced level of service in this report. The concept is a grading system and the same concept as used previously to describe car drivers experienced level of service on segments and pedestrian and bicyclist experienced level of service at intersections and on segments. Using this grading system enables us to compare experienced level of service for different intersections and segments and for different transport modes.

The concept builds on how satisfied a car driver is – as a whole – with the intersection, traffic, surroundings, weather conditions, etc. The experienced level of service is based on experienced satisfaction. However, experiences with road surfacing and the car is not part of the concept. To describe the experienced satisfaction the following question has been prompted in the study: “How satisfied were you as car driver at the intersection?” The question could be answered by ticking one of six possible answers:

- Very satisfied
- Moderately satisfied
- A little satisfied
- A little dissatisfied
- Moderately dissatisfied
- Very dissatisfied

Experienced satisfaction is first translated to a level of satisfaction, which is an average of car drivers varying satisfaction. The six different satisfaction ratings are translated to integers, where “Very satisfied” is 1 and “Very dissatisfied” is 6. The level of satisfaction may vary between 1 and 6, and as the number gets higher more and more car drivers are dissatisfied.

The experienced level of service concept consists of six levels – A to F. The best level of service is A, and here more than 50 percent of car drivers are very

satisfied. By doing so the opinion of the majority of car drivers are setting the experienced level of service. There is a clear relation between level of satisfaction and the car drivers' satisfaction described as a distribution on the six possible answers. The table below shows the actual relation in this study.

Definition of car drivers experienced level of service at intersections			Average level of satisfaction
Grade	Description	Respondents satisfaction ratings	
<b>A</b>	Very satisfied	> 50 % is very satisfied	< 1.86
<b>B</b>	Moderately satisfied	> 50 % is moderately or very satisfied	≥ 1.86 and < 2.78
<b>C</b>	A little satisfied	> 50 % is a little or more satisfied	≥ 2.78 and < 3.48
<b>D</b>	A little dissatisfied	> 50 % is a little dissatisfied or more satisfied	≥ 3.48 and < 4.16
<b>E</b>	Moderately dissatisfied	> 50 % is moderately dissatisfied or more satisfied	≥ 4.16 and < 5.23
<b>F</b>	Very dissatisfied	≥ 50 % is very dissatisfied	≥ 5.23

### Study methodology

80 respondents primarily living Gladsaxe Municipality have rated their satisfaction as car drivers with 20 non-signalized (car driving towards intersection from minor road) and 30 signalized intersections. A reliable and validated methodology is used, where respondents view a video clip of 23 to 148 seconds recorded from a driving car crossing an intersection, and then they express their satisfaction by ticking one of six possible levels of satisfaction. A total of 70 video clips are rated of these are 28 from non-signalized intersections and 42 from signalized intersections. Each respondent has rated 35 video clips. A total of 2,800 reliable ratings have been used.

To document the relations between car driver satisfaction and intersection design, traffic and surroundings an optimal diversity of intersections is ensured using two orthogonal systems. For non-signalized intersections there are no relations between the following variables: Individual delay, maneuver, number of arms, and number of drive lanes and speed limit on major road. For signalized intersections there are no relations between these variables: Individual delay, maneuver, arrow signals, number of arms and speed limit on approach road.

Respondents rated each intersection differently. The level of satisfaction varies between 1.17 and 5.92. Some respondents got tired during the sessions. This affected their ratings negatively on the last few video clips before a break. Tiredness does not influence the modelling of satisfaction, because the video clips were shown in random order. Some respondents did experience beginner problems. The two first video clips were test video clips, and ratings of these were not used in analyses and modelling of car driver satisfaction. It is concluded that the expressed level of satisfaction is solely an expression of respondents' perceptions and preferences, and is not biased due to fatigue or beginner problems.

A total of about 600 variables describing respondents and intersection design, traffic, surrounding, weather, etc. have been gathered. The data are drawn from viewing the video clips, but also from video from fixed cameras at intersections recording at the same time as the recording driving car. Data also comes from measuring of cross sections, etc. in the field and on aerial photos.

The main purpose of the study is to develop models that may be used to calculate car drivers experienced level of service at non-signalized and signalized intersections. Models of car drivers' experienced level of service were developed based on 1,120 satisfaction ratings of 28 video clips from 20 non-signalized intersections and 1,680 satisfaction ratings of 42 video clips from 30 signalized intersections. These ratings come from 80 respondents. Models were developed by finding variables that significantly and logically relate to satisfaction ratings. Two types of models were developed. Traditional generalized linear models where the level of satisfaction is modelled. Cumulative logit models where the six ordinal categories of satisfaction are modelled.

## Results

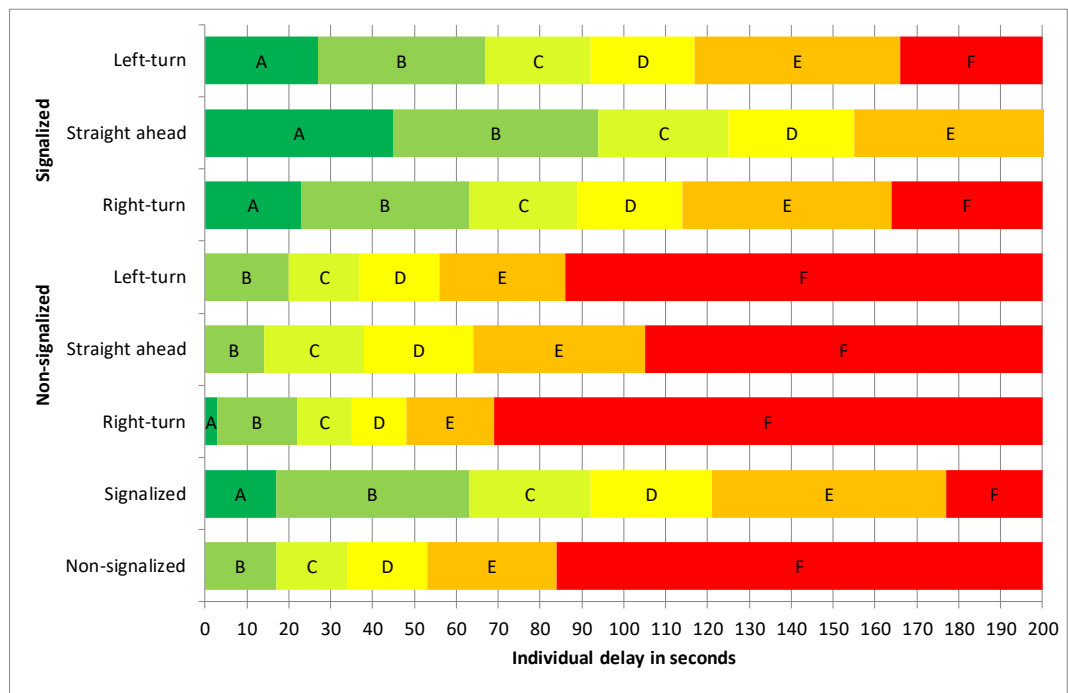
The analyses of ratings and data shows that experienced level of service actually can be put on formula. With few data about average delay or stop time reasonable estimates of how satisfied car drivers are at non-signalized and signalized intersections respectively can be calculated. Additional information about maneuver, type of control at non-signalized intersections or type of signal at signalized intersections may result in more precise estimates of car drivers' experienced level of service.

The recommended models for calculating car driver satisfaction at intersections are shown in appendix 4. These models are valid under the following conditions: Daylight, no precipitation, no road works, good maintenance level i.e. smooth asphalt, clear markings and signs. The models are valid in the following situations: no emergency vehicles (police, ambulance, etc.), no wrecked or crashed vehicles, no high-risk maneuvers like extreme speeding. The models may not be used to estimate level of service at roundabouts, railroad crossings, grade-separated intersections, and signalized pedestrian crossings. It is recommended to use cumulative logit models, because traditional generalized linear models can't calculate the share of drivers who are very satisfied, moderately satisfied, and so on, but can only calculate the average level of satisfaction.

The study has clearly shown that individual delay or stop time has a very large impact on car drivers experienced level of service at intersections. Longer delay means more dissatisfied drivers. The delay depends heavily on traffic flow at the intersection and possibly the signal timing. If individual delay or stop time is not part of the model for satisfaction then traffic flows and signal timing become

important variables. However, individual delay or stop time relate much better to car driver satisfaction than figures for traffic flows and signal timing.

The individual delay is experienced differently, and the delay impacts on satisfaction depends on maneuver at intersections and type of signal at signalized intersections. It is more dissatisfying to wait for a right-turn than to wait for driving straight through the intersection. Maneuver, type of control and type of signal also have independent impacts on car driver satisfaction at intersections.

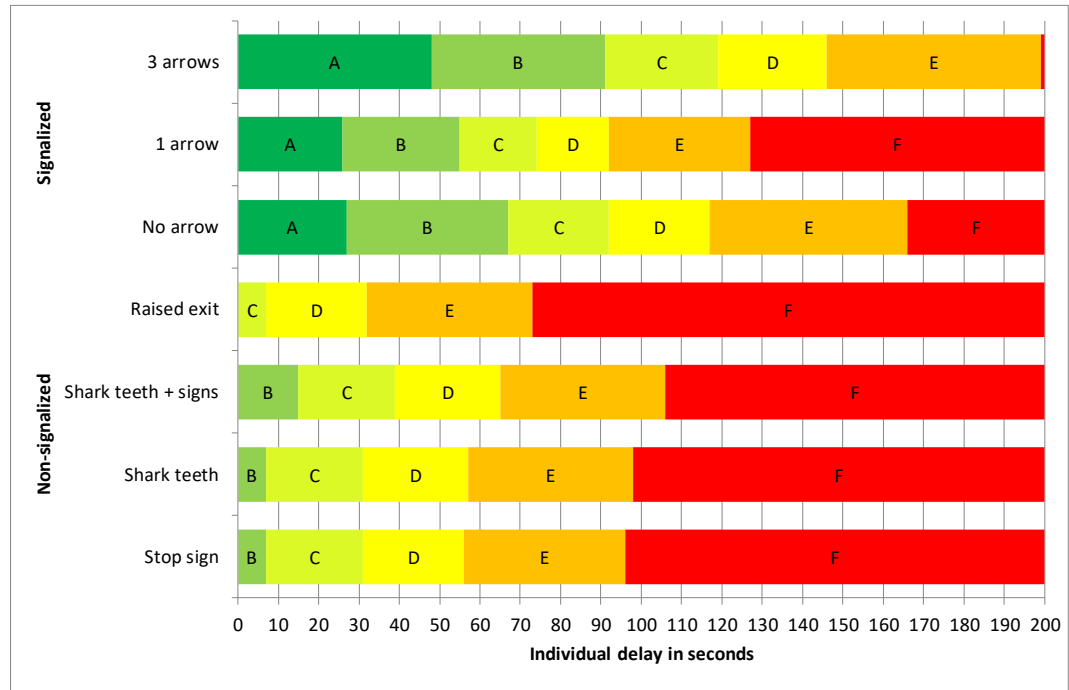


Car drivers experienced level of service depending on individual delay and maneuver at non-signalized intersections (control: shark teeth yield line and signs) and signalized intersections (signal: no arrows).

Car drivers experienced level of service is poorer at non-signalized intersections compared to signalized intersections, when the delay is the same. However, the level of service may be poor even with short delays at signalized intersections, if there is an unlucky combination of maneuver and type of signal. The level of service is typically better when driving straight through the intersection both at non-signalized and signalized intersections compared to the level of service when turning left or right, when the delay is the same.

At signalized intersections when turning left, the best level of service is gained with 3 arrow signals (protected left-turn), whereas the poorest level of service is gained with 1 arrow signals (permissive-protected left-turn), when the delay is the same. At non-signalized intersection when crossing straight through, the best level of service is gained with a control consisting of shark teeth yield line and signs, whereas the poorest level of service is gained with a “raised exit”, where the car

driver on the minor road have to cross the sidewalk. This illustrate that type of control and type of signal has influence on car driver satisfaction at intersections.



*Car drivers experienced level of service depending on individual delay and type of control when crossing straight ahead at non-signalized intersections and type of signal when turning left at signalized intersections.*

Other variables have also been found to influence car driver satisfaction at intersections. The sight distances to the left from the minor road at non-signalized intersections has an impact – poorer sight conditions result in more dissatisfied car drivers. The traffic flow of pedestrians and motor vehicles at the non-signalized intersection also impact satisfaction – more traffic means less satisfied car drivers. There are tendencies to that more parked cars and drive ways on the minor road next to the non-signalized intersection result in more dissatisfied drivers. The traffic flow of pedestrians, cyclists and motor vehicles also impact satisfaction at signalized intersections – more traffic means less satisfied car drivers. More parked cars and bus stops on the approach road at the signalized intersection means less satisfied drivers. And lastly, poor sight conditions towards opposite traffic when turning left at signalized intersections mean more dissatisfied car drivers.

The analyses also show that the level of satisfaction depends of respondents’ sex, age and driven mileage. However, it is recommended to use models where respondent background data is left out, because estimates of experienced level of service do not become more reliable by using respondent background data.

### Software tool

It would be rather time consuming to calculate level of service and satisfaction by hand intersection by intersection, arm by arm and hour by hour. Therefore, a software tool has been developed. The tool is an Excel spreadsheet and is easy to use. It is easy to transfer results to other spreadsheets and software applications, so the level of service may be summed for one or more intersections, and shown on maps, etc.

Before calculating the experienced level of service, it is necessary to consider, which intersections, arms, maneuvers and periods of time to include.

Figures for average delay (or stop time) is necessary for each intersection, arm, maneuver and period of time, for which level of service is to be calculated. A possibility is to use formulas to calculate average delay from traffic operation handbooks like the Highway Capacity Manual. Another possibility is to measure the average delay or to simulate it in a simulation program.

It would be appropriate to calculate the level of service for each arm (only arms of the minor road at non-signalized intersections) and each allowed maneuver of the intersection. The calculations could be made for the prime rush-hour on typical weekdays, i.e. where the delay often is longest on a daily basis. Calculations could be made for an “average hour” of the week, indicating the average delay for all car drivers. This way one would get the average satisfaction for car drivers by each allowed maneuver of the intersection and the poorest level of satisfaction on a daily basis.

The spreadsheet provides several results i.e. experienced level of service, level of satisfaction, and split of drivers’ satisfaction into six levels. The results are based on cumulative logit models.

Results								
Model used	Level of service A-F	SATISFACTION: Level and split on categories						
		Level	Very satisfied	Moderately satisfied	A little satisfied	A little dissatisfied	Moderately dissatisfied	Very dissatisfied
Non-sig Delay 2	D	3.58	6%	18%	23%	26%	21%	6%
Signal Stop 2	B	1.98	44%	31%	12%	6%	4%	1%

*Results of calculations in software tool.*



# 1. Indledning

Det klassiske serviceniveaubegreb, hvor bilisters serviceniveau i kryds opgøres ud fra målinger eller beregninger af middelforsinkelse, har en vis sammenhæng med bilisters oplevede serviceniveau. Det klassiske serviceniveaubegreb indgår bl.a. i den amerikanske Highway Capacity Manual (HCM), den tyske Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) og den danske Håndbog Kapacitet og serviceniveau. Men studier viser, at det ikke kun er de angivne forhold ved trafikafviklingen, der er af betydning for bilisters oplevede serviceniveau i kryds. Flere andre faktorer har også betydning.

Nærværende studie søger at belyse, hvilke faktorer ved trafikafviklingen, krydsudformningen og omgivelserne der har betydning for bilisters oplevede serviceniveau i kryds – specifikt prioriterede og signalregulerede kryds, og hvor stor betydningen af hver enkelt faktor er. Nærværende studie er del af forskningsprogrammet ”Bilisters oplevede serviceniveau”, som er finansieret af Vejdirektoratet. Dette program er opdelt i fire faser:

1. Litteraturstudium om bilisters oplevede serviceniveau
2. Prøvekørsler til identificering af betydende faktorer i trafikmiljøet for bilisters oplevede serviceniveau
3. Metodeudvikling i relation til undersøgelsesdesign
4. Konkrete serviceniveau-undersøgelser, modeller og værktøjer

Fase 1 af programmet blev afsluttet i 2008. Litteraturstudiet angav, at ingen af de refererede studier var tilstrækkeligt valide til, at de kunne anvendes til systematiske opgørelser af bilisters oplevede serviceniveau på dele af vejnettet. Betydningen af de enkelte faktorer kunne således ikke angives præcist. De udførte studier om bilisters oplevede serviceniveau viste, at videoklip fra en bilførers synsvinkel udgør det bedste grundlag for at indsamle vurderinger om bilisters oplevede serviceniveau i forskellige trafikmiljøer. Litteraturstudiet viste, at lastbilchaufførers tilfredshed påvirkes på en anden måde end førere af personbiler. Derudover påvirkes bilisters tilfredshed af andre faktorer eller på en anden måde i kryds i forhold til på strækninger.

I 2010 blev et fase 2 projekt med fokus på personbilister på vejstrækninger i dagslys afsluttet. Via prøveførsler på fem ruter blev der identificeret seks betydende faktorer for bilisters oplevede serviceniveau på motorveje, otte faktorer på strækninger af landeveje og otte faktorer på vejstrækninger i byer. De otte faktorer på vejstrækninger i byer var: Trafiktæthed, kørebanebredde, fartdæmpende tiltag, udformning af vejmidte, tværprofilelementer ved siden af kørebane, omgivelsernes harmoni, vejbelægning og sideveje. De otte faktorer på landeveje var: Trafiktæthed, kørebanebredde, længdeafmærkning, tværprofilelementer i siden af vejen, oversigtsforhold, terrænforhold og beplantning, vejbelægning og sideveje.

Et fase 3 projekt blev afsluttet i 2014. Her blev opstillet tre sæt af vejstrækninger hhv. 36 motorveje, 36 landeveje og 36 veje i byer. Valget af disse vejstrækninger muliggjorde, at betydningen af mange af de identificerede faktorer i fase 2 kunne kvantificeres. For en tredjedel af vejstrækningerne blev der optaget to videoklip med vidt forskellig trafikthæthed for derigennem bedre at kunne kvantificere trafikafviklingens betydning. For vejene blev det valgt ikke at kvantificere betydningen af vejbelægningens kvalitet og forekomsten af hændelser. Det betød, at de filmede strækninger havde en god og relativ ensartet belægningskvalitet, og de blev filmet uden hændelser fx udrykningskøretøjer, vejarbejde, havarerede køretøjer, osv. I fase 3 projektet indgik også en pilottest. Det blev testet, hvordan et videoklip bedst kunne opbygges for at opnå en pålidelig tilfredshedsvurdering af vejstrækningen. På baggrund af testen blev det bl.a. identificeret, hvilke oplysninger et videoklip skulle indledes med, hvor lang tid et videoklip måtte vare samt hvilke elementer et videoklip skulle indeholde.

I 2016 og 2018 blev to fase 4 projekter afsluttet. I serviceniveauundersøgelserne indgik 144 videoklip af strækninger, heraf 48 videoklip fra 36 motorveje, 48 videoklip fra 36 landeveje og 48 videoklip fra 36 veje i byer. Videoklippene blev vurderet af 268 respondenter. Der fremkom 10.456 pålidelige tilfredshedsvurderinger, heraf 4.942 af videoklip fra motorveje, 2.757 af videoklip fra landeveje og 2.757 af videoklip fra veje i byer. Analyser af tilfredshedsvurderinger og vejenes trafik, udformning og omgivelser ledte frem til modeller, der viser, hvorfor bilister er tilfredse eller utilfredse på hhv. motorveje, landeveje og veje i byer. Modellerne indgik i udviklede IT-værktøjer, der gør det nemt at beregne det oplevede serviceniveau for bilister på strækninger.

I nærværende fase 4 projekt indgår 70 videoklip. Der er 42 videoklip fra 30 signalregulerede kryds og 28 videoklip fra 20 prioriterede kryds. De filmede kryds er valgt fra to udviklede ortogonale sæt af kryds. 20 videoklip i undersøgelsen er repeater-klip, der primært har til formål at præcisere sammenhænge mellem tilfredshed og individuel ventetid / forsinkelse. I videoklippene, der er optaget fra en kørende personbil, foretages hhv. venstresving, kørsel ligeud og højresving gennem krydsene. For de signalregulerede kryds er der 14 videoklip med venstresving, 14 med ligeud kørsel og 14 med højresving. For prioriterede kryds er der 8 videoklip med venstresving, 12 med ligeud kørsel og 8 med højresving.

De 70 videoklip i nærværende undersøgelse er blevet vurderet af 80 respondenter. Undersøgelsen har givet 2.800 pålidelige tilfredshedsvurderinger, heraf 1.680 af videoklip fra signalregulerede kryds og 1.120 af videoklip fra prioriterede kryds. Der er mellem 39 og 41 tilfredshedsvurderinger af hvert videoklip.

Resultater af undersøgelsen findes i denne tekniske rapport og et IT-værktøj. Den nærværende tekniske rapport beskriver metode, dataanalyse, modeludvikling og praktisk anvendelse af de udviklede modeller. IT-værktøjet gør det muligt hurtigt at beregne bilisters oplevede serviceniveau i kryds.

## 2. Metode og datagrundlag

Metoden til at observere bilisters opfattelse af kryds er opnået ved at lade respondenter se kryds optaget på video fra en kørende personbil, og herefter lade dem vurdere deres tilfredshed under de viste forhold. Bilisten i den kørende personbil har enten svinget til venstre, kørt lige ud eller svinget til højre i krydset, og har nogle gange stoppet for signal eller vejet for anden trafik. Vurderingen af videoklipet foregår ved at svare på spørgsmålet ”Hvor tilfreds var du som bilist i det viste kryds?” ved at afkrydse én af seks svarmuligheder:

- Meget tilfreds
- Noget tilfreds
- Lidt tilfreds
- Lidt utilfreds
- Noget utilfreds
- Meget utilfreds

Den oplevede tilfredshed oversættes efterfølgende til et serviceniveau.

Fase 1 studiet ”*Bilisters oplevede serviceniveau – Et litteraturstudium*” viste, at vurderinger af kryds kan opnås på flere forskellige måder (Jensen, 2008). En måde er, at en bilist kører gennem et eller flere kryds og udtrykker sin vurdering fx tilfredshed med kryds undervejs på turen eller efter turen. En anden måde er at optage video af kryds fra et fast kamera ved siden af krydset, hvorefter respondenter ser videoklip af kryds og vurderer disse. En tredje måde, som er benyttet i nærværende undersøgelse, er at optage video fra en kørende bil, der kører gennem kryds, og herefter lade respondenter se videoklip af kryds og vurdere disse.

Sammenholdes de tre måder, så viser det sig, at bilisten i bilen og respondenter, der ser på video optaget fra en kørende bil, stort set vurderer kryds ens. Dog er det svært at vurdere belægningens kvalitet ud fra video. Derfor er denne faktor kun væsentlig for vurderingen af krydset for bilisten i bilen, mens respondenter, der ser videoklip ikke tillægger belægningens kvalitet nævneværdig betydning. Respondenter, der ser video optaget fra et fast kamera ved siden af krydset, vurderer krydsene anderledes end bilisten i bilen eller respondenter, der ser video optaget fra en kørende bil.

Det er valgt at benytte en metode, hvor respondenter vises videoklip optaget fra en kørende bil. Fordelene ved en videobaseret metode er store og inkluderer bl.a.:

1) Der er ikke nogen risiko for respondenterne i projektet. At køre gennem et kryds er altid forbundet med en risiko. Ved at lade respondenterne se videoklip frem for at køre bil, har de ikke være udsat for denne risiko.

2) Nogle variable, der har betydning for bilisters oplevede serviceniveau, knytter sig til trafikafviklingen. Ved at benytte en video-baseret metode kan man opnå en vis kontrol over variable, der beskriver trafikafviklingen, fx kan det vælges at vise videoklip med en given ventetid / forsinkelse. Hvis respondenterne i stedet kørte gennem krydsene, så ville det være umuligt at "kontrollere" disse variable, og det vil samtidig være meget tidskrævende at måle variablene.

3) Antallet af faktorer, der har betydning for respondenternes vurdering og derved bilisters oplevelser i trafikken, kan være ganske stort. For at belyse disse faktoreres betydning er det nødvendigt, at respondenterne vurderer et stort antal forskellige kryds. I nærværende undersøgelse indgår i alt 50 forskellige kryds. Disse kryds ligger langt fra hinanden på Sjælland og Amager. Hvis respondenterne skulle køre gennem disse kryds i bil for at vurdere dem, ville det tage mange dage at gennemføre, og i praksis vil de fleste respondenter ikke have mulighed for at køre gennem et stort antal kryds.

Videoklip i nærværende undersøgelse er optaget fra en personbil, der kører med en hastighed, der passer til forholdene. Det vil sige, at hastighedsgrænsen er overholdt og forhold som fx sving, bump, signal og andre trafikanter kan have medført, at bilens hastighed er betydeligt lavere end hastighedsgrænsen.

De 70 videoklip har en længde på mellem 23 og 148 sekunder, og varer 58 sekunder i gennemsnit. De korte videoklip på omkring 25 sekunder er ukomplicerede. Det skal forstås på den måde, at bilen, hvorfra video er optaget, ikke stopper for signal (der er grønt) og ikke viger for anden trafik. Pilottest har vist, at respondenter godt kan vurdere sådanne ukomplicerede videoklip, selvom de kun varer 20-30 sekunder. Pilottest og litteraturstudium viser, at respondenter bliver "trætte" og ønsker at vurdere videoklipet tidligere, hvis det er længere end ca. 150 sekunder. Når videoklip er længere end 150-200 sekunder, så vurderer respondenter ikke længere hele videoklipet, men et udsnit – typisk det sidste af videoklipet. For at undgå træthed og opnå en pålidelig vurdering af "hele" videoklipet benyttes en øvre grænse på videoklips varighed på 150 sekunder.

Bilen, hvorfra videoklip er optaget, kører mellem 119 og 427 meter i løbet af videoklipet. I gennemsnit tilbagelægges 258 meter, heraf 183 meter før krydset, 26 meter i krydset og 49 meter efter krydset. Den gennemsnitlige rejsehastighed i videoklippene varierer mellem 4 og 52 km/t. Ventetiden eller forsinkelsen påført bilisten i den bil, hvorfra videoklip er optaget, varierer mellem 0 og 125 sekunder, og er i gennemsnit 33 sekunder. Den stoppede tid ved krydset, altså fra bilen stopper første gang, til bilen sætter i gang for sidste gang, varierer mellem 0 og 122 sekunder, og er i gennemsnit 29 sekunder. Ventetiden er ofte lidt længere end den stoppede tid, da øget tidsforbrug med nedbremsninger og accelerationer indgår i ventetiden.

## 2.1 Udvælgelse af kryds

Med begrænsede ressourcer og formålet at få respondenter til at vurdere kryds ud fra videoklip er det vigtigt at fokusere på de faktorer, der menes at have stor betydning for bilisters tilfredshed, og som er nemme at observere på videoklip.

I både Highway Capacity Manual (TRB, 2016) og Håndbog Kapacitet og Service-niveau (Vejdirektoratet, 2019) anvendes **middelforsinkelsen** i både prioriterede kryds på sideveje og signalregulerede kryds til at beskrive det klassiske tekniske serviceniveau. Her fokuseres altså kun på gennemsnittet af bilisters individuelle ventetid / forsinkelse.

I litteraturstudiet om bilisters oplevede serviceniveau (Jensen, 2008) findes en syntese baseret på undersøgelser om bilisters oplevelse af signalregulerede kryds og veje i byer. Der blev dengang ikke fundet specifikke undersøgelser af bilisters oplevelse af prioriterede / vigepligtsregulerede kryds. Siden 2008 er der udført nogle få undersøgelser om bilisters oplevelse af signalregulerede kryds. Samlet set er det fundet, at følgende forhold er af betydning for bilisters oplevede serviceniveau i kryds:

Signalregulerede kryds	Prioriterede / vigepligtsregulerede kryds
Individuel ventetid	Individuel ventetid
Manøvre (højresving, ligeud, venstresving)	Manøvre (højresving, ligeud, venstresving)
Kø længde, rejseshastighed, fremdrift i trafik	Kø længde, rejseshastighed, fremdrift i trafik
Antal fodgængere, cykler, lastbiler, busser, mv.	Antal fodgængere, cykler, lastbiler, busser, mv.
Forsinkelse ved signaler / timing af signaler	
Information om ventetid / nedtællingssignaler	
Trafik på tværgående vej ved rødt signal	
Defekte signaler	
Synlighed af afmærkning, tavler og signaler	Synlighed af afmærkning og tavler
Forekomst af svingbaner / mulighed for at skifte kørespor / manøvre muligheder	Forekomst af svingbaner / mulighed for at skifte kørespor / manøvre muligheder
Forekomst af bundet venstresving	
Brug af blinklys	Brug af blinklys
Krydsstørrelse	Krydsstørrelse
Belægningskvalitet	Belægningskvalitet

**Tabel 1.** Betydende faktorer for personbilisters oplevede serviceniveau i signal- og vigepligtsregulerede kryds.

For vigepligtsregulerede kryds synes der at være væsentlige forskelle i bilisters oplevelser afhængig af, om det er en venstresvingende bilist på den overordnede vej eller det er en bilist på sidevejen, og hvilken manøvre bilisten på sidevejen skal foretage. Bilister, der svinger til højre fra den overordnede vej i vigepligtsregulerede kryds, ser ikke ud til at være undersøgt.

I nærværende undersøgelse ønskes at se på personbilister, der foretager venstresving, ligeud kørsel og højresving i 3- og 4-benede signalregulerede kryds, samt personbilister, der foretager venstresving, ligeud kørsel og højresving fra sideveje i 3- og 4-benede prioriterede kryds. Der ses således ikke på svingende personbilister fra den overordnede vej i prioriterede kryds.

For kryds, der indgår i undersøgelsen, forudsættes, at belægningskvaliteten er god, ingen signaler er defekte, og afmærkning, tavler og signaler har en høj synlighed.

For at kunne dokumentere sammenhænge mellem bilisters tilfredshed og krydsudformning, trafik og omgivelser, er det vigtigt, at de kryds, der indgår i en konkret undersøgelse, er forskellige. For at sikre optimal forskelligartethed er der udarbejdet to såkaldte ”ortogonale” sæt af kryds. Ortogonalisering betyder, at der ingen sammenhæng er mellem en række uafhængige variable. Almindeligvis vil ventetiden for en venstresvingende bilist være længere end for en ligeud kørende bilist, men med ortogonalisering sikres, at ventetiden ikke afhænger af manøvren. De uafhængige ortogonaltede variable er angivet i *Tabel 2*. I bilag 1 er angivet, hvilke kryds der indgår i undersøgelsen og hvilke forhold der forefindes i disse kryds samt hvilke trafikale forhold, der skal være på videoklip i disse kryds. Desuden er det angivet, i hvilke kryds der udføres repeater-videoklip.

To sæt af kryds			
Prioriterede kryds – fra sidevej		Signalregulerede kryds	
Variabel	Kategorier	Variabel	Kategorier
Individuel ventetid	0-5 sekunder (5)	Individuel ventetid	0-5 sekunder (7)
	6-30 sekunder (5)		6-30 sekunder (7)
	31-60 sekunder (5)		31-60 sekunder (8)
	61-120 sekunder (5)		61-120 sekunder (8)
Manøvre og antal krydsben	Højre, 3-ben (3)	Manøvre og svingpile	Højre, bundet/1-pil (5)
	Højre, 4-ben (3)		Højre (5)
	Ligeud, 4-ben (8)		Ligeud (10)
	Venstre, 3-ben (3)		Venstre (5)
	Venstre, 4-ben (3)		Venstre, bundet/1-pil (5)
Vognbaner på overordnet vej	2 (10)	Antal krydsben	3 (10)
	3 (5)		4 (20)
	4- (5)		
Hastighedsgrænse på overordnet vej	-50 km/t (8)	Hastighedsgrænse på tilfartsvej	-50 km/t (14)
	60 km/t (4)		60 km/t (6)
	70- km/t (8)		70- km/t (10)

**Tabel 2.** To sæt af kryds ortogonaltede ud fra de angivne variable og tilhørende kategorier. I højre side af kolonner for kategorier er angivet antal kryds inden for hver kategori.

Den individuelle ventetid indgår i ortogonaliseringen både i prioriterede kryds og i signalregulerede kryds. Den individuelle ventetid opgøres som tidsforskellen mellem den faktiske kørselstid (på et videoklip) og den kørselstid, der vil være under free-flow (ingen forsinkelse som følge af signal eller vigepligt for andre trafikanter), på samme strækning. Free-flow kørselstiden beregnes / måles for alle kryds.

Udover individuel ventetid indgår manøvre, antal krydsben, vognbaner og hastighedsgrænse på overordnet vej i ortogonaliseringen af prioriterede kryds. Dette sikrer en stor forskelligartethed i de prioriterede kryds, og det sikrer især en stor spredning i ventetid ved forskellige manøvrer. Det ønskes, at der ved høje hastighedsgrænser er nogle kryds med stoppligt (stoptavler og stoplinje). Ved lave hastighedsgrænser er det næppe muligt at finde kryds med stoppligt, hvilket er årsagen til, at typen af vigepligt ikke er ortogonaliseret.

For signalregulerede kryds indgår manøvre, forekomst af svingpile, antal krydsben og hastighedsgrænse på tilfartsvejen. Det sikrer en stor forskelligartethed i signalregulerede kryds, og det sikrer en stor spredning i ventetid ved forskellige manøvrer. I situationer, hvor bilisten holder for rødt signal i mere end 10 sekunder, ønskes en stor variation i antallet af trafikanter på tværvejen pr. sekund. I situationer, hvor bilisten ikke holder for rødt, er antallet af trafikanter på tværvejen irrelevant, hvilket er grunden til, at denne variabel ikke er ortogonaliseret. Der ønskes desuden en stor variation i omfanget af svingbaner på tilfartsvejen i de kryds, hvor der ikke svinges på svingpile.

Trafikflow og trafikthæthed indgår ikke i ortogonaliseringen, fordi disse forhold vil være stærkt korreleret med den individuelle ventetid. Hændelser såsom uheld og vejarbejde indgår ikke i ortogonaliseringen, selvom prøvekørsler indikerer, at hændelser var vigtige for bilisters oplevelser i trafikken. Baggrunden herfor er, at det er svært at forudsige sådanne hændelser på nær langvarige vejarbejder, og derfor er det vanskeligt at optage videoklip med hændelser. I stedet er det valgt, at der slet ikke må være hændelser på videoklip – dvs. ingen vejarbejde, havarier, uheld, køretøjer under udrykning, mv. Ved fire kryds (S12, S20, S24 og S26) er der dog vejarbejde, men kun ved ét kryds (S20) har det betydning for kørslen i videoklipet og her passerer vejarbejdet langt før selve krydset.

Som nævnt før er det svært at opfatte belægningens kvalitet ved at se videoklip. Derfor indgår vejbelægningens kvalitet ikke i ortogonaliseringen, og kun kryds med et rimeligt godt vedligeholdelsesniveau er optaget på video. Alle veje og kryds er således belagt med rimelig jævn asfalt.

Videoklip er afgrænset i forhold til selve krydset ved, at bilen på videoklipet skal køre ca. 15 sekunder før, der køres ind i krydset (stop- eller vigelinje overskrides), og bilen på videoklipet skal køre ca. 5 sekunder efter, der er kørt ud af krydset. Hvis bilen stopper før, der køres ind i krydset, så startes videoklipet omkring 15 sekunder før bilen når en hastighed under 5 km/t. Et repeater-videoklip starter og slutter præcis samme sted som det ”oprindelige” videoklip – det ene af disse to videoklip tilpasses dog så de ovenstående 15 og 5 sekunders regler overholdes så nogenlunde. Disse ”regler” har betydet, at det korteste videoklip varer 23 sekunder, hvorved kørslen gennem selve krydset har taget ca. 3 sekunder.

## 2.2 Produktion af video

Produktionen af video bestod dels af videooptagelser ved hvert kryds og dels af redigering af videooptagelser til færdige film til fremvisning for respondenter.

Videooptagelserne blev udført i perioden fra juni-august 2019. Der blev filmet i dagslys mellem kl. 6 og 18. På optagelserne er landskabet grønt med løv på træer. Der er filmet i tørvejr med et varierende skydække og omfang af sollys. På langt de fleste videoklip er der tørt føre.

Bilen, hvorfra video er optaget, skulle enten foretage venstresving, kørsel ligeud eller højresving gennem krydset. Ved flere kørespor i køreretningen på tilfartsvejen ved start af videoklip skulle der køres i venstre spor forud for venstresving og i højre spor forud for højresving. Ved svingning skulle et evt. relevant svingspor benyttes fra start af svingsporet, og blinklys skulle aktiveres ved start af svingspor eller ca. 8-10 sekunder før standsning ved kryds / kørsel ind i kryds. Der er undgået vognbaneskit (på nær ved kørsel ind i svingspor). I signalregulerede kryds blev alle videoklip, hvor bilen var i dilemmazone, frasorteret. Bilen, hvorfra videoklip er optaget, måtte ikke køre hurtigere end hastighedsgrænsen.

Standning ved kryds er foretaget med en afstand til eventuelle foran holdende på ca. 3-5 m. Accelerationer og decelerationer er foretaget på komfortabelt niveau.

I bilen er der ingen radio, musik, snak eller andre lyde andet end støj fra motor, dæk og blinksignaler samt eventuelt støj og lyde fra andre trafikanter. Bilen har automatgear, og gearskift er derfor udført lydsvagt. Der er ikke benyttet hornsignal. Der er ingen pludselige retningsændringer fx for at køre uden om et dæksel eller en svingende bil. Der er udlagt et sort klæde over instrumentpanelet for at minimere refleksioner i videooptagelsen ud af forruden.

Ikke al adfærd blandt andre trafikanter er accepteret på videoklip. Videooptagelser med hornsignaler, råb og andre høje lyde er udeladt. Ligeledes er optagelser udeladt, hvor andre trafikanter meget tydeligt tilkendegiver, at de ved de bliver optaget. Videooptagelser med ”aggressiv” adfærd er udeladt, fx ekstremt korte tidsafstande til forankørende eller bilisters kørsel over for rødt eller bilisters kørsel i ekstrem høj fart. Videooptagelser med anden ulovlig eller ”mærkelig” adfærd er så vidt muligt også udeladt, fx brug af håndholdt mobil under kørsel, kørsel af personbiler i busbaner, u-vendinger, osv.

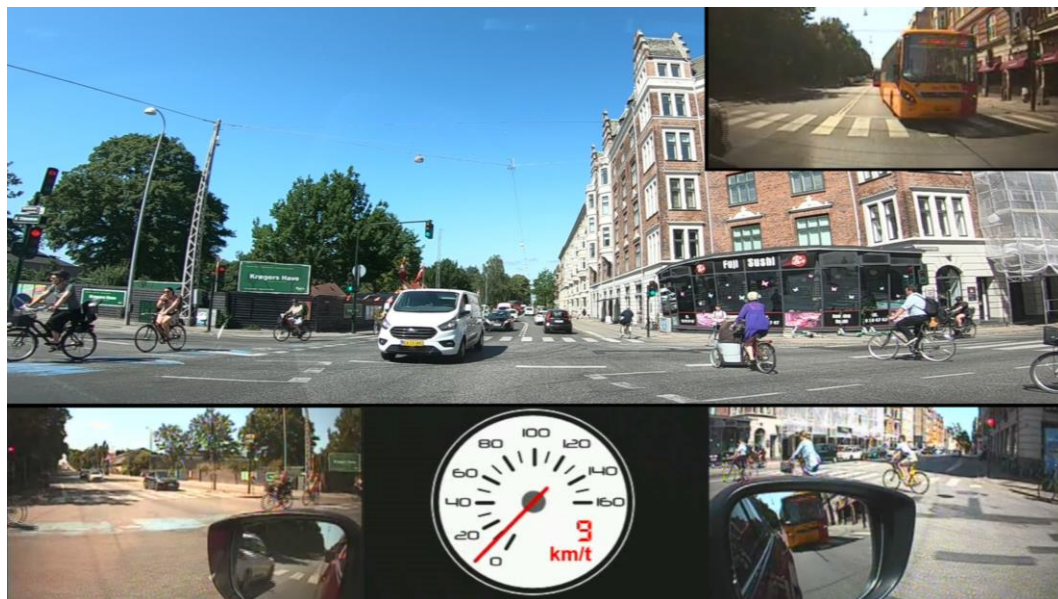
Hvert kryds blev oftest filmet 3-8 gange, dog er nogle få kryds filmet flere end 8 gange. Kryds med repeater-videoklip er fx filmet 6-12 gange.

I forhold til videofilmning af vejstrækninger fra personbil (Jensen, 2016; Jensen, 2018) er der foretaget flere justeringer af kameraplaceringer, -vinkling, mv. I videoklip indgår optagelser fra et GoPro kamera til videooptagelse ud af forruden. Her er benyttet et HD format optaget med en vidvinkel, der er mere vid end ved



optagelser på vejstrækninger, for bedre at kunne se ”hele” krydset foran bilen. Go-Pro kameraet var placeret bag bakspejlet, øverst og til venstre for midten på forruden på samme måde som ved optagelser på vejstrækninger. Derudover blev der også anvendt et VBOX system med tre kameraer. Et kamera blev anvendt til videooptagelse ud af bagrude, og billedet blev efterfølgende spejlvendt i videoredigeringen, så det lignede et kig i bakspejlet (spejlvending blev ikke udført i undersøgelserne for vejstrækninger). De to andre kameraer blev anvendt til videooptagelser ud af de to sideruder inklusiv sidespejle. Her var kameraerne placeret så højt, at disse billeder gav respondenter oversigt til trafik på tværvejen, når bilen nåede krydset.

Den viste hastighed er målt ved brug af GPS 10 gange i sekundet. I VBOX systemet indgik også et speedometer, hvor bilens reelle hastighed blev vist med tal og på skive med nål på optagelsen. Optagelser fra GoPro kamera og VBOX systemet er synkroniseret i det anvendte videoredigeringsprogram Adobe Premiere Elements version 14. Der er optaget lyd af GoPro kamera og VBOX system, men kun lyd fra VBOX systemet, der blev optaget med to mikrofoner (stereo) fastgjort på bilførerens nakkestøtte nær ørerne, er anvendt. I *Figur 1* ses et billede fra et videoklip, hvor optagelser fra de forskellige kameraer er placeret på forskellige pladser i videoklippen.



*Figur 1.* Et billede fra et videoklip (kryds S17v).

I forbindelse med videooptagelser fra bilen er krydset også filmet med et fast kamera placeret på et stativ oftest fra et højt beliggende sted nær krydset, men lidt ”skjult” så respondenter ikke bemærkede det. Optagelser fra dette faste kamera er anvendt til tællinger af trafikken i krydset. Bilen, hvorfra videooptagelser er udført, er markeret på optagelser fra det faste kamera. Trafiktællingerne er nærmere beskrevet i afsnit 2.4.

Det videoklip, hvor forholdene passer bedst med kravet om individuel ventetid i de ortogonale systemer, og hvor bilen og andre trafikanter opfører sig hensigtsmæssigt, er valgt til at indgå i de film, som er forevist respondenter. Der er produceret fire film. En film varer ca. 60 minutter og indeholder i hovedtræk følgende:

- Velkomst og formål med undersøgelse
- Præsentation af spørgeskema og svar på baggrundsspørgsmål
- Introduktion til vurdering af kryds
- To test-videoklip
- Mulighed for at stille opklarende spørgsmål
- 17-18 videoklip
- Pause på 10 minutter
- 17-18 videoklip
- Afslutning af filmfremvisning

Fra tidligere undersøgelser vides, at respondenter kan have vanskeligheder i starten med at afgive deres "oprigtige" vurdering af et kryds. Respondenter skal først vende sig til måden undersøgelsen udføres på og de seks mulige svar på spørgsmålet: "Hvor tilfreds var du som bilist i det viste kryds?". Derfor indgår de to test-videoklip i starten af filmen. De to test-videoklip gentages efter pausen på alle 4 film for at erfare, om respondenter har startvanskeligheder. De to test-videoklip inkluderer hhv. et "godt" og et "dårligt" kryds, altså videoklip, hvor det forventes, at respondenter vil afgive hhv. tilfredse og utilfredse svar.

De 70 videoklip var for mange til at vise på én film. Erfaringsmæssigt vides, at respondenter kun kan vurdere 20-30 kryds, før de bliver trætte. Filmene er derfor udformet med 17-18 videoklip før en pause og 17-18 videoklip efter en pause, så der vises samlet 35 videoklip for hver respondent foruden de to test-videoklip.

Rækkefølgen af videoklip i filmene er randomiseret (gjort tilfældig), så respondenternes træthed i vurderingsøjeblikket ikke øver indflydelse på de modeller af bilisters oplevede serviceniveau, der ønskes opstillet. Det blev besluttet at veksle jævnlige mellem videoklip fra prioriterede og signalregulerede kryds. En session med 17 videoklip bestod derfor af 10 videoklip fra signalregulerede kryds og 7 fra prioriterede kryds, mens en session med 18 videoklip bestod af 11 videoklip fra signalregulerede kryds og 7 fra prioriterede kryds. Randomiseringen er udført ved tilfældigt at udtrække videoklip til sessioner. Rækkefølgen for de udtrukne videoklip blev herefter gjort tilfældig, dog med jævnlig veksling mellem prioriterede og signalregulerede kryds. På den måde blev fire sessioner (A, B, C og D) opstillet. I de to første film vises videoklippene i den tilfældige rækkefølge, mens videoklippene vises i omvendt rækkefølge i de to sidste film. Med den forholdsvis komplicerede måde at organisere videoklippene er det muligt at beregne, hvordan træthed i vurderingsøjeblikket indvirker på svarene. I bilag 2 kan rækkefølgen af videoklip i de fire film erfares.

Før hvert videoklip på filmene blev der vist et billede i syv sekunder, der angav videoklippets nummer på filmen (svarende til et nummer i spørgeskemaet, se evt. bilag 3), typen af kryds (signalreguleret eller vigepligtsreguleret) og manøvre (venstresving, kørsel ligeud eller højresving). I løbet af disse syv sekunder nævner en stemme ”Nu vises kryds nr. xx”. Efter hvert videoklip blev der vist et andet billede i ti sekunder, hvor videoklippets nummer på filmen atter vises sammen med spørgsmålet ”Hvor tilfreds var du som bilist i det viste kryds?”, som tillige blev gengivet af en stemme. Respondenterne havde altså 10 sekunder til at besvare spørgsmålet.

### 2.3 Videofremvisning og spørgeskema

Respondenter i undersøgelsen er 18-79 årige borgere primært bosiddende i Gladsaxe Kommune. Der er husstandsomdelt invitationer til 900 husstande i Gladsaxe Kommune og udsendt invitationer pr. mail til 200 personer i Danmark.

Der blev gennemført 12 videofremvisninger i Søborg (tre af hver film) i Trafitec’s mødelokale. Hver fremvisning varede ca. 1 time og blev udført fra tirsdag den 12. november til onsdag den 20. november 2019. Fremvisninger blev udført med start kl. 10:30, 16:30, 18:30, 19:30 og 20:00.

Filmene blev fremvist på et 55-tommers fjernsyn med et tilsluttet hi-fi anlæg og godt lydsystem med stereohøjtalere. Lydniveauet blev indstillet, så det svarede til lydniveauet i trafikken (inde i bilen), altså det bilisten, der kørte bilen, hvorfra videoklip blev optaget, oplevede.

I alt deltog 80 respondenter ved fremvisningerne. Således deltog ca. 7 % af de inviterede. Ved hver fremvisning deltog mellem 2 og 11 personer. Ingen af svarene fra de 80 respondenter er frasorteret, da alle respondenter fik svaret på alle spørgsmål, og ingen synes at have misforstået vurderingsskalaen eller afgivet decideret fejlbehæftede svar.

Hvert videoklip blev vurderet af mellem 39 og 41 respondenter. I *Tabel 3* er vist respondenternes fordeling på køn og alder. Af *Tabel 3* ses, at der er lidt flere mænd (54 %) end kvinder blandt respondenterne. En stor andel af respondenterne er mellem 40 og 59 år.

Køn	Alder						I alt
	18-29 år	30-39 år	40-49 år	50-59 år	60-69 år	70-79 år	
Kvinde	6	2	8	10	5	6	37
Mand	4	6	10	7	9	7	43
I alt	10	8	18	17	14	13	80

*Tabel 3. Respondenter fordelt på køn og alder.*

Respondenterne skulle under videofremvisningen besvare et spørgeskema. Det anvendte spørgeskema er vist i bilag 3. Respondenten fik udleveret spørgeskemaet ved ankomst til mødelokalet, hvor fremvisningen foregik, og fik at vide, at kun baggrundsspørgsmål kunne besvares inden videoen blev startet. Spørgeskemaet skulle respondenterne aflevere efter videofremvisningens afslutning, hvorefter respondenterne fik mulighed for at vælge gaver (vin, chokolade og lakrids). Respondenterne var informeret i invitationen, at vedkommende vil få gaver ved deltagelse.

Som nævnt deltog kun ca. 7 % af de inviterede i fremvisningerne. I næste kapitel er det belyst, om baggrundsoplysningerne om respondenterne køn, alder, boligtype, kørekort og kørselsomfang har betydning for deres tilfredshedsvurderinger. Det kan indikere om en højere deltagerprocent vil kunne forrykke på det gennemsnitlige tilfredshedsniveau med krydsene. Samtidig angiver næste kapitel, om det er nødvendigt at foretage korrektioner på grund af deltagersammensætningen.

Den eneste instruktion respondenterne fik til besvarelse af spørgsmålet ”Hvor tilfreds var du som bilist i det viste kryds?” havde følgende ordlyd: ”*Spørgsmålet besvares ved at afkrydse én af de seks svarmuligheder gående fra meget tilfreds til meget utilfreds. Der skal således sættes ét kryds efter hvert videoklip, altså ét kryds i hver række af spørgeskemaet. Hvor tilfreds du er med at køre gennem krydset kan eksempelvis afhænge af, hvor fremkommelig krydset virker, hvor tryk og komfortabel du føler dig, og om krydset og dets omgivelser fremtræder harmoniske og attraktive. Husk du skal svare som bilist.*”

## 2.4 Indsamling af data om kryds, veje, trafik og omgivelser

For hvert kryds og videoklip er der indsamlet en lang række af data. Disse data kan anvendes som uafhængige variable i forbindelse med opstilling af modeller for bilisters oplevede serviceniveau i kryds. Data stammer fra fem kilder:

- Gennemsyn af videoklip
- Målinger og observationer på tilfartsvej, frafartsvej og i kryds
- Videoptagelser fra fast kamera ved kryds (udført samtidigt med optagelse af videoklip)
- Målinger og observationer på luftfotos og Google Street View
- Datafil fra VBOX system

Data om kryds og vejes udformning, udstyr, regulering, mv.:

- Antal krydsben og mulige manøvrer: Antallet af krydsben er opgjort. Ved T-kryds er angivet, om det er venstresving, kørsel ligeud eller højresving, der ikke er muligt fra tilfartsvejen. Svingforbud er opgjort for samtlige krydsben.
- Tværfiler: Bredder af vejes tværnitselementer stammer fra målinger på selve vejen. Tværfiler er opgjort for tilfartsvejen hhv. nogenlunde der, hvor videoklipet starter, og ved stop-/vigelinje ved krydset. Tværfiler er

opgjort for frafartsvejen hhv. ved stop-/vigelinje ved krydset og omkring 50 m efter videoklippets slutning. For krydsben, der ikke er kørt i af den optagende bil, er tværprofiler målt og opgjort ved stop-/vigelinje ved krydset. I prioriterede kryds er der ikke stop-/vigelinje på den overordnede vej. I disse kryds er tværprofiler målt ca. 1 m bag eventuelle krydshjørner, men hvis der ikke er krydshjørner, så ca. 5 m bag kant af sidevej.

- Belægning og beplantning: For hvert element i tværprofilet opgøres type af belægning og eventuel beplantning samt om belægningen er tydeligt nedslidt, lappet eller lignende. Beplantning kan fx være træer, græs, mv.
- Kanalisering, svingspor, afmærkning og separation: Midter- og deleheller er opgjort både længde af dem og i hvilke tværprofiler de indgår. Midterrabatter er opgjort. Hvert enkelt kørespor på tværprofiler er angivet med tilladte manøvre, altså opdelt i fx venstresvingspor, højresvingspor, osv. Type af adskillelse mellem trafikarter samt type og bredder af længdeafmærkning er opgjort. Afmærkning af parkering er også opgjort.
- Tavler og regulering: Hastighedsbegrænsninger og tavler med anbefalet hastighed er opgjort for tilfartsvej, frafartsvej og kryds. Svingpile er opgjort for alle krydsben. Vige- og stoppligtsafmærkning er opgjort for alle krydsben.
- Belysning og andet vejudstyr: Omfang og placering af belysning er opgjort. Det er også opgjort om der er hegn, rækværk, støjskærme eller autoværn i midterrabatter, skillerabatter o. lign.
- Sideveje og ind-/udkørsler: Antal sideveje og ind- og udkørsler for tilfartsvej fra start af videoklip til krydset er opgjort. Det er også opgjort for frafartvej fra krydset til slut af videoklip.
- Andre elementer: Bump og busstoppesteder på til- og frafartsvej er registreret.

Med omgivelser menes de umiddelbare omgivelser uden for krydset og til- og frafartsvej. Der er indsamlet følgende oplysninger om omgivelser og diverse forhold på videoklip:

- Diverse forhold for videoklip: Dato, klokkeslæt og varighed af videoklip er registreret for hvert videoklip. Stedfæstelse af kørsel, herunder vejnavne og kørselsretning. Vejr, sollys og føre er også registreret – dvs. omfang af skydække og sollys (hvor solen er i forhold til bil), hvis der er klare skygger. Der er desuden registreret ”distractioner”, og disse er opdelt på distraction som følge af vejrlig (skarp sollys, vandpytter, o.lign.), som følge af lyd (kraftige lyde), som følge af vejtekniske forhold (vejarbejde, signalforvirring, o. lign.) eller som følge af trafikantadfærd (mærkværdig kørsel, cykle i fodgængerfelt, o. lign.).
- Landskab, bebyggelse og anvendelse: Det er angivet om krydset er beliggende i by- eller landzone. For til- og frafartsvej er opgjort højde og tæthed af bygninger, der er placeret mindre end 25 m fra vejen hhv. på hver side af vejen. ”Funktionen” er opgjort for hver side af vejen i bolig, butik, erhverv, park, mark og skov. Beplantning i vejareal (træer og større buske) er opgjort for til- og frafartsvej.

Ud fra det "faste" kamera ved siden af krydset er følgende oplysninger opgjort om trafikken i krydset:

- Trafik i kryds: Trafik i krydset er talt i videoklippets varighed. Tællingen er opdelt i fem tidsrum: 1) "Kører frem til kryds" er tidsrummet fra start af videoklip til man enten stopper (første frame med 0 km/t) eller man kører ind i krydset (når frem til stop-/vigelinje), 2) "Viger for signal/foran holdende" er tidsrummet fra, at bilen er stoppet før krydset og til bilen kører ind i et signalreguleret kryds eller til de foran holdende kører ind i et prioriteret kryds, 3) "Viger for trafik" i et signalreguleret kryds er tidsrummet, fra bilen, hvis bilen stopper i krydset, kører ind i krydset til bilen igangsætter (sidste frame med 0 km/t) for at køre ud af krydset. "Viger for trafik" i et prioriteret kryds er tidsrummet, fra bilen er stoppet i forreste position op til krydset, til bilen kører ind i krydset, 4) "Rømning af kryds" er tidsrummet, fra bilen kører ind i krydset, til bilen kører ud af krydset. Hvis bilen er stoppet inde i et signalreguleret kryds er det tidsrummet, fra bilen sidst er stoppet i krydset (frame efter sidste frame med 0 km/t), til bilen kører ud af krydset, og 5) "Kører væk fra kryds" er tidsrummet fra bilen kører ud af krydset til slut på videoklip. Den talte trafik er opdelt i 3 trafikarter: fodgængere, cyklister/knallertkørere og motorkøretøjer. Den talte trafik er opdelt på krydsben (indkørende trafik) og manøvre, altså på trafikstrømme.

Ud fra videoklippet og datafil fra VBOX system (fra optagende bil) er følgende oplysninger om bilens placering, hastighed samt trafikken opgjort:

- Den optagende bils hastighed: For hvert sekund i videoklippet er bilens hastighed aflæst af speedometeret. Herudfra opgøres kørt længde, den højeste og laveste hastighed samt gennemsnitshastighed og hastighedsspredning. Disse er opgjort for hele videoklippet samt for tidsrummet før kørsel ind i kryds, kørsel i krydset, og kørsel efter krydset.
- Tider og position i kø: Tider for start af videoklip, første stop, igangsætning efter sidste stop, kørsel ind i kryds, kørsel ud af kryds og slut af videoklip er registreret – og samtlige mulige tidsrum mellem disse tider er opgjort. "Stoppet tid" er tidsrummet mellem første stop og igangsætning efter sidste stop. Der er desuden opgjort en "Ventetid" (forsinkelse) ved, at en free-flow kørsel er beregnet for videoklippet og sammenholdt med videoklippets varighed. Ved første stop og igangsætning efter sidste stop er bilens position i køen af motorkøretøjer i det benyttede kørespor opgjort.
- Den optagende bils placering: Den præcise placering af bilen er opgjort. Der ved fås antal kørte meter før, i og efter krydset. Der er opgjort, hvilket kørespor der er benyttet, og for dette kørespor hvilken længdeafmærkning, tværafmærkning og sporadskillelse der forefindes.
- Parkerede motorkøretøjer: For hver vejside er opgjort, hvor mange parkerede motorkøretøjer, som den optagende bil passerer hhv. på til- og frafartsvejen. Kun biler parkeret i vejarealet er registreret.

- Oversigtsforhold: For videoklip, hvor den optagende bil svinger i signalregulerede kryds (dog ikke ved bundet højre-/venstresving), og alle videoklip i prioriterede kryds er den faktiske oversigt opgjort med baggrund i placering af sigthindringer og placering af optagende bil. Med hjælp fra luftfotos er der forsøgt beregnet sigtlængder, og disse er stillet overfor vurderet hastighed på trafikanter, som den optagende bil potentielt skal vige for. Oversigtsforhold er herefter inddelt i God, Middel og Dårlig.
- Signalskift: For videoklip med signalregulerede kryds er tider for signalskift for den kørte retning / manøvre registreret. Derved er angivet tidsrum med hhv. rødt, rødt/gult, grønt, gult, osv.
- Passeret trafik: Den passerede trafik er talt ud fra videoklipet og opdelt i de 3 trafikarter: fodgængere, cyklister/knallertkørere og motorkøretøjer. Og trafik er opdelt på hhv. venstre og højre side af vejen, der er kørt ad. Også her er tællingen opdelt i de samme fem tidsrum, som ved tælling af trafik i krydset ud fra det ”faste” kamera ved siden af krydset. Med passeret trafik menes både de trafikanter, som den optagende bil passerer (kører forbi), og de trafikanter, som kører forbi den optagende bil.

Ud fra de indsamlede data er der opgjort trafikflow for samtlige kørespor, cykelstier og fodgængerfelter for samtlige mulige tidsrum. Det er ikke forsøgt at opgøre kapacitet, belastningsgrad og trafikthed for trafikstrømme og kørespor i / ved krydsene.

### 3. Dataanalyse og modeludvikling

Det overordnede formål med projektet er at udvikle modeller, der kan beregne bilisters oplevede serviceniveau. Nærværende rapport's fokus er bilisters oplevede serviceniveau i kryds. Analysen af de indsamlede data hhv. svar på spørgeskemaer og data om kryds søger at besvare en række spørgsmål:

- 1) Kan svar om tilfredshed med forskellige kryds fra almindelige bilister bruges til at udvikle serviceniveau-modeller for biltrafik i kryds, der kan anvendes af trafikplanlæggere m.fl. til evaluering af kryds' evne til at befordre biltrafik på tilfredsstillende vis?
- 2) Hvis ja, hvilke variable om kryds, trafik og omgivelser er hhv. væsentlige og nødvendige som input i sådanne modeller?
- 3) Afhænger niveauet af tilfredshed af bilistens køn, alder, transportvaner, osv.?
- 4) Er det muligt at udvikle et værktøj, hvis resultat kan anvendes til at beskrive, hvor tilfredsstillende en oplevelse bilister kan forvente at få ved at færdes i kryds på bestemte tidspunkter?
- 5) Blev respondenter trætte under videofremvisninger og påvirkede det niveauet af tilfredshed?
- 6) Oplevede respondenter startvanskeligheder med tilfredshedsvurderinger, og hvordan indvirkede dette på niveauet af tilfredshed?
- 7) Kan der observeres forskelle i niveau af tilfredshed i et kryds ved forskellige trafikmængder (flow), trafiktætheder og hastigheder?

De syv spørgsmål søges belyst i nærværende kapitel.

#### 3.1 Tilfredshedsvurderinger og svarfordeling

Sammenlagt har 80 respondenter afgivet 2.800 tilfredshedsvurderinger, heraf 1.120 tilfredshedsvurderinger som bilist fra sidevej i prioriterede kryds, og 1.680 som bilist i signalregulerede kryds.

I de ovenfor nævnte tilfredshedsvurderinger indgår ikke vurderinger af test-video-klip, som heller ikke indgår i modelleringen af serviceniveauet. For de otte test-video-klip foreligger 160 tilfredshedsvurderinger, og de anvendes bl.a. til at vurdere eventuelle startvanskeligheder blandt respondenter.



Respondenterne har afgivet tilfredshedsvurderinger på en ordinal 6-punktsskala gående fra meget tilfreds til meget utilfreds. Der er således seks rangordnede svar-kategorier. Den indbyrdes afstand mellem svarkategorier er ikke nødvendigvis den samme. Eksempelvis kan respondenter opfatte forskellen mellem ”meget tilfreds” og ”noget tilfreds”, som værende mindre eller større end forskellen mellem ”lidt tilfreds” og ”lidt utilfreds”. Alligevel oversættes den ordinale skala til en nominal kontinuer skala bestående af heltal gående fra 1 til 6, se *Tabel 4*. Dette gøres for at kunne angive et gennemsnit, altså ét tal for tilfredshedsniveauet, frem for en svarfordeling på seks svarkategorier. Senere udføres to typer af modellering af tilfredsheden hhv. baseret på den ordinale og den nominale skala.

Nominal skala	Ordinal skala	Svarfordeling – antal svar (procentuel fordeling)		
		Prioriterede kryds	Signalregulerede kryds	Alle kryds
1	Meget tilfreds	193 (17 %)	680 (40 %)	873 (31 %)
2	Noget tilfreds	243 (22 %)	457 (27 %)	700 (25 %)
3	Lidt tilfreds	185 (17 %)	223 (13 %)	408 (15 %)
4	Lidt utilfreds	171 (15 %)	144 (9 %)	315 (11 %)
5	Noget utilfreds	165 (15 %)	132 (8 %)	297 (11 %)
6	Meget utilfreds	163 (15 %)	44 (3 %)	207 (7 %)
I alt		1.120 (100 %)	1.680 (100 %)	2.800 (100 %)
Gennemsnit		3,32	2,24	2,67
Mest tilfredsstillende		1,36	1,17	1,17
Mest utilfredsstillende		5,92	4,61	5,92

**Tabel 4.** Sammenhæng mellem nominal og ordinal skala samt svarfordeling af tilfredshedsvurderinger for de 70 videoklip i undersøgelsen.

Af tabel 4 ses, at respondenter svarer, at de er mest tilfredse i de signalregulerede kryds blandt de viste videoklip og mindst tilfredse i de prioriterede kryds (kører til krydset ad sidevej). Krydsene vurderes meget forskelligt både i prioriterede og i signalregulerede kryds fx varierer den gennemsnitlige tilfredshed i prioriterede kryds fra 1,36 til 5,92 på den ordinale skala. Nogle kryds vurderes således som at være meget tilfredsstillende, mens andre er noget eller meget utilfredsstillende.

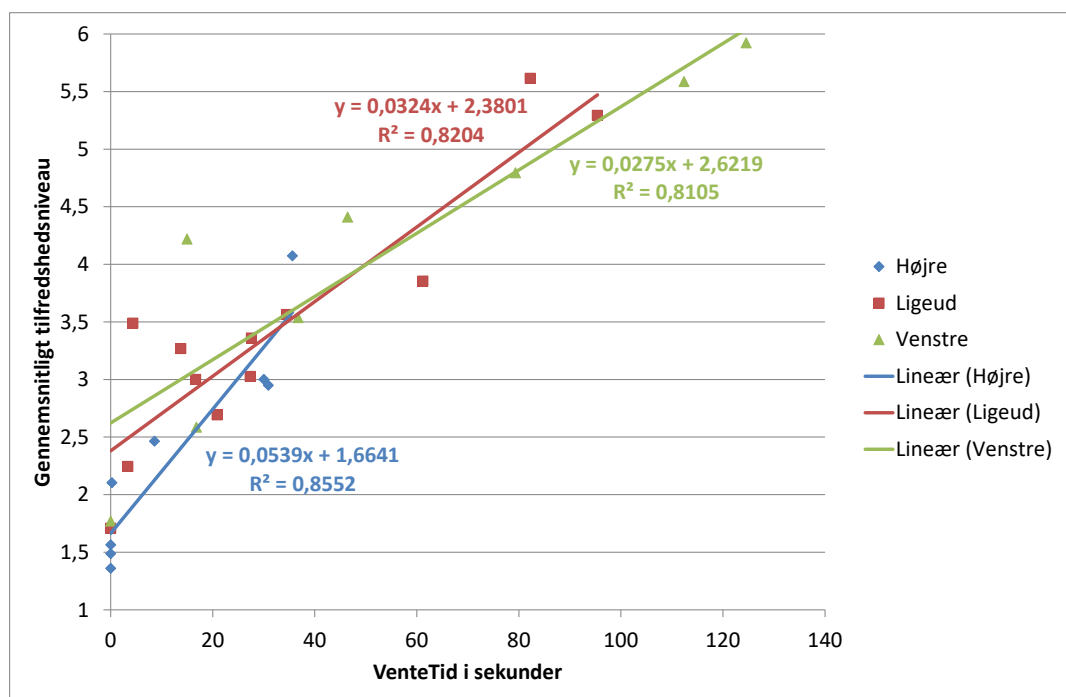
Den gennemsnitlige ventetid / forsinkelse er i gennemsnit nogenlunde lige stor i prioriterede og signalregulerede kryds hhv. 33,0 og 33,5 sekunder. Alligevel er respondenterne betydeligt mere tilfredse i signalregulerede kryds, hvorfor ventetid ikke kan være den eneste faktor af betydning for bilisters tilfredshed i kryds.

Man kan spørge, om tilfredshedsniveauet varierer på en logisk måde. Hvis det er tilfældet, er det højest sandsynligt muligt at udvikle serviceniveaumodeller, der kan anvendes af trafikplanlæggere mv. I det følgende analyseres, om tilfredshedsniveauet har en umiddelbar sammenhæng med ventetid og manøvre. Der ses på ventetid, da den indgår i beregninger af det klassiske serviceniveau i fx Highway Capacity manual, Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen og

Håndbog kapacitet og Serviceniveau. Manøvre er i tidligere studier af bilisters oplevede serviceniveau i kryds fundet til at have stor betydning.

### 3.1.1 Prioriterede kryds

I Figur 2 herunder er det gennemsnitlige tilfredshedsniveau relateret til VenteTid og opdelt på Manøvre. Det ses, at der er meget tætte sammenhænge mellem tilfredshedsniveau og VenteTid (Pearsons korrelationskoefficient  $R^2$  er over 0,8), men at sammenhængene er forskellige for de enkelte manøvrer (konstanten foran x varierer mellem 0,0275 og 0,0539).



**Figur 2.** Sammenstilling af bilisters gennemsnitlige tilfredshedsniveau med VenteTid og Manøvre i prioriterede kryds.

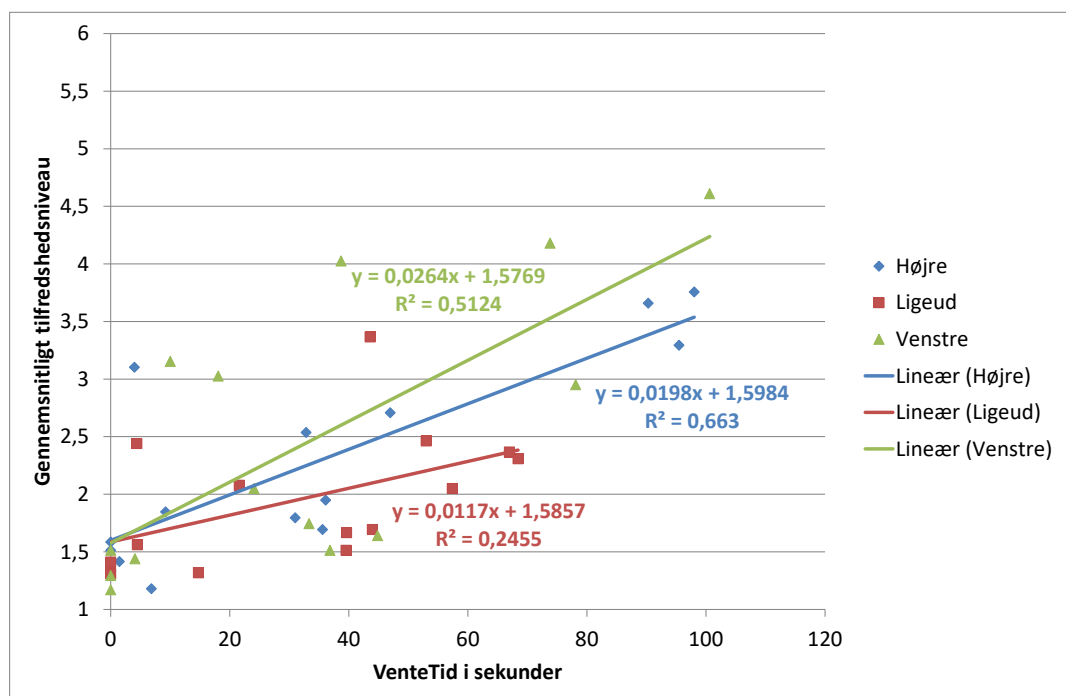
Af Figur 2 ses, at ved en VenteTid på 0 sekunder er bilister fra sideveje i prioriterede kryds typisk lidt, noget eller meget tilfreds, mens bilister ved en VenteTid på 50 sekunder er lidt utilfreds, og ved en VenteTid på over 100 sekunder oftest er meget utilfreds. Ved en VenteTid på 0 sekunder er bilister mere tilfredse ved højresving end ved kørsel ligeud og endnu mere tilfredse end ved venstresving.

Med så tætte sammenhænge mellem tilfredshedsniveau og VenteTid er der ikke tvivl om, at ventetiden øver stor indflydelse på bilisters oplevede serviceniveau i prioriterede kryds. Der er dog også variable, som er umiddelbart "beslægtet" (eller rettere stærkt korreleret) med VenteTid, fx rejsehastighed før, i og efter krydset samt stoppetid, der har tætte sammenhænge med tilfredshedsniveauet. Andre variable, som også er korreleret med VenteTid, men i mindre omfang eksempelvis

trafikflowet i krydset (fx køretøjer pr. sekund), udviser også sammenhæng med tilfredshedsniveauet.

### 3.1.2 Signalregulerede kryds

I Figur 3 herunder er bilisters gennemsnitlige tilfredshedsniveau i signalregulerede kryds relateret til VenteTid og opdelt på Manøvre. Det ses, at sammenhænge mellem tilfredshedsniveau og VenteTid er mindre tætte end i de prioriterede kryds (Pearsons korrelationskoefficient  $R^2$  er mellem 0,25 og 0,66), men at sammenhængene også her er forskellige for de tre manøvrer (konstanten foran x varierer mellem 0,0117 og 0,0264). Variablen manøvre synes at have en større betydning for tilfredshedsniveauet i signalregulerede kryds end i prioriterede kryds.



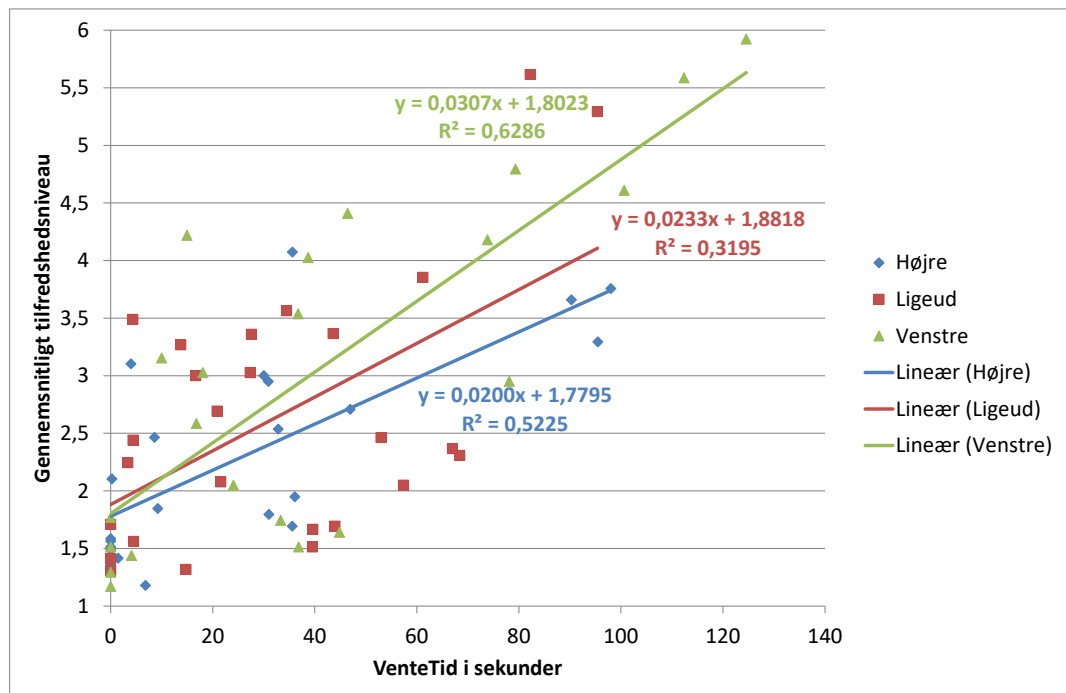
**Figur 3.** Sammenstilling af bilisters gennemsnitlige tilfredshedsniveau med VenteTid og Manøvre i signalregulerede kryds.

Af Figur 3 ses, at ved en VenteTid på 0 sekunder er bilisters gennemsnitlige tilfredshedsniveau 1,58-1,60. Det betyder, at de fleste bilister er noget eller meget tilfredse i signalregulerede kryds, når der ingen ventetid er, uanset om de skal foretage højresving, kørsel ligeud eller venstresving. Der skal længere VenteTid til, for at bilister bliver utilfredse i signalregulerede kryds end i prioriterede kryds. Skillepunktet mellem at være tilfreds og at være utilfreds er et gennemsnitligt tilfredshedsniveau på 3,5. Dette skillepunkt nås i prioriterede kryds ved en VenteTid på ca. 30-40 sekunder, mens det i signalregulerede kryds først nås ved en VenteTid på ca. 70-160 sekunder.

VenteTid øver altså langt mindre indflydelse på bilisters oplevede serviceniveau i signalregulerede kryds end i prioriterede kryds. Det viser sig da også, at blandt de variable, der er umiddelbart ”beslægtede” (eller rettere stærkt korreleret) med VenteTid, har stoppet tid en tættere sammenhæng med tilfredshedsniveauet end VenteTid. Andre variable ser dog også ud til at udvise sammenhæng med tilfredshedsniveauet.

### 3.1.3 Alle kryds

I *Figur 4* herunder er det gennemsnitlige tilfredshedsniveau relateret til VenteTid og opdelt på Manøvre i alle kryds. Det ses, at der er knap så tætte sammenhænge mellem tilfredshedsniveau og VenteTid (Pearsons korrelationskoefficient  $R^2$  er mellem 0,32 og 0,63), og at sammenhængene er forskellige for tre manøvrer (konstanten foran x varierer mellem 0,0200 og 0,0307).



**Figur 4.** Sammenstilling af bilisters gennemsnitlige tilfredshedsniveau med VenteTid og Manøvre i alle kryds.

Af *Figur 4* ses, at ved en VenteTid på 0 sekunder er bilisters gennemsnitlige tilfredshedsniveau 1,78-1,88, hvilket betyder, at de fleste bilister er noget tilfredse i krydsene, når der ingen ventetid er, uanset om de skal foretage højresving, kørsel ligeud eller venstresving. Bilister bliver ved stadig længere VenteTid hurtigere utilfreds ved venstresving end ved kørsel ligeud og endnu hurtigere end ved højresving. Det giver altså noget anderledes sammenhænge, når der ses på alle kryds fremfor at se på prioriterede og signalregulerede kryds hver for sig.

Afsnit 3.4 viser, hvilke variable der bedst kan indgå i modeller for bilisters serviceniveau i hhv. prioriterede, signalregulerede og alle kryds.

### 3.2 Baggrundsspørgsmål mv.

Respondenterne skulle besvare seks baggrundsspørgsmål. I det følgende belyses, hvordan tilfredshedsniveauet afhænger af svarene på disse baggrundsspørgsmål. Da respondenterne har set fire forskellige videoer, undersøges det, om svarene på baggrundsspørgsmålene har indflydelse på tilfredshedsniveauet betinget af, at man har set samme video.

#### 3.2.1 Køn, alder og boligtype

I alt afgav 37 kvindelige og 43 mandlige respondenter brugbare svar, så 46 % af respondenterne er kvinder. Af *Tabel 5* ses, at kvinder var lidt mere tilfredse end mænd med videoklippene i video 1, 2 og 4, mens kvinder var mere utilfredse end mænd med videoklippene på video 3. Samlet set er kvinder lidt mere tilfredse end mænd.

Video nr.	Antal respondenter			Gennemsnitligt tilfredshedsniveau		
	Kvinde	Mand	I alt	Kvinde	Mand	I alt
1	7	13	20	2,33	2,44	2,40
2	10	10	20	2,68	2,75	2,72
3	13	6	19	2,56	2,53	2,55
4	7	14	21	2,91	3,04	3,00
I alt	37	43	80	2,62	2,72	2,67

*Tabel 5. Antal respondenter og gennemsnitligt tilfredshedsniveau fordelt efter køn.*

Video nr.	Antal respondenter				Gennemsnitligt tilfredshedsniveau			
	18-39 år	40-59 år	60-79 år	I alt	18-39 år	40-59 år	60-79 år	I alt
1	1	5	14	20	2,71	2,63	2,30	2,40
2	2	12	6	20	2,94	2,98	2,11	2,72
3	6	7	6	19	2,38	2,65	2,61	2,55
4	9	11	1	21	3,16	2,94	2,23	3,00
I alt	18	35	27	80	2,85	2,85	2,32	2,67

*Tabel 6. Antal respondenter og gennemsnitligt tilfredshedsniveau fordelt efter aldersgrupper.*

I alt afgav 18 respondenter under 40 år brugbare svar, mens 35 respondenter var 40-59 år og 27 respondenter var 60-87 år, se *Tabel 6*. Blandt de tre aldersgrupper er det de 40-59 årige, der kører mest i bil som fører, mens den yngste aldersgruppe kører mindst i bil som fører. Normalt er ældre mere utilfredse end yngre personer i tilfredshedsundersøgelser, men af *Tabel 6* ses tydeligt, at ældre bilister

er mere tilfredse end yngre, dog var der ikke større forskelle for video 3. Forskellen i tilfredshedsniveau samlet set mellem 18-59 årige og 60-79 årige er stor.

	Bolittype			
	Parcelhus	Rækkehus	Lejlighed	Stuehus
Respondenter	49	23	7	1
Gennemsnit	2,65	2,66	2,78	3,00

**Tabel 7.** Antal respondenter og gennemsnitligt tilfredshedsniveau fordelt efter type af bolig.

Respondenter skulle svare på spørgsmål om typen på deres bolig. Relativt få bor i stuehus (landbrugsejendom), og ingen på kollegium eller i ”andet”. Af *Tabel 7* ses, at det gennemsnitlige tilfredshedsniveau er ret ens for parcelhus og rækkehus, mens de få der bor i lejlighed og stuehus er lidt mere utilfredse. En del af denne beskedne variation kan skyldes tilfældige udsving, men kan også være relateret til hhv. respondentens alder og kørselsomfang snarere end boligtype.

### 3.2.2 Kørekort og kørselsomfang

Alle 80 respondenter har kørekort til personbil, 6 har kørekort til motorcykel, 4 har kørekort til lastbil og 2 til bus, se *Tabel 8*. Respondenter med kørekort til bus og / eller lastbil er i gennemsnit mere utilfredse end andre respondenter, mens respondenter med kørekort til motorcykel er i gennemsnit mere tilfredse end andre respondenter.

	Indehaver af kørekort til ...			
	Motorcykel	Personbil	Lastbil	Bus
Respondenter	6	80	4	2
Gennemsnit	2,45	2,67	2,99	3,01

**Tabel 8.** Antal respondenter og gennemsnitligt tilfredshedsniveau fordelt efter kørekortkategori (dvs. hvilke køretøjstyper, der haves kørekort til).

	Antal år med kørekort			
	0-1 år	2-3 år	4-10 år	Over 10 år
Respondenter	3	1	5	71
Gennemsnit	3,19	2,91	2,70	2,65

**Tabel 9.** Antal respondenter og gennemsnitligt tilfredshedsniveau fordelt efter antal år, som respondenter har haft kørekort.

Af *Tabel 9* ses, at de fleste respondenter har haft kørekort i over 10 år, og de er mere tilfredse end respondenter, der har haft kørekort i kortere tid end 10 år. Der ses en sammenhæng, så jo flere år man har haft kørekort desto mere tilfreds har respondenter været. Det hænger formentlig sammen med respondentens alder.

	Kørte km i motorkøretøj som fører om året				
	1-999 km	1.000-4.999 km	5.000-9.999 km	10.000-20.000 km	+20.000 km
Respondenter	6	10	14	29	21
Gennemsnit	3,02	2,85	2,64	2,52	2,72

**Tabel 10.** Antal respondenter og gennemsnitligt tilfredshedsniveau fordelt efter antal kørte km i motorkøretøj som fører om året.

Af Tabel 10 ses, at de, der kører mere end 5.000 km som fører af et motorkøretøj om året, har et lavere gennemsnitligt tilfredshedsniveau end dem, der kører mindre end 5.000 km om året.

### 3.3 Startvanskeligheder og træthed

Som nævnt gennemførtes videofremvisninger med to test-videoklip i starten af fremvisningen. Test-videoklippene indgik primært for at oplære respondenter i at udføre tilfredshedsvurderinger. Respondenter kan fx i starten have svært ved at placere deres vurdering på 6-punktsskalaen og vanskeligheder med at vurdere, hvad der gør dem tilfredse.

	Test-videoklip og almindeligt videoklip								
	S23v	V2 h	V17 l	S5 v	V4 h	S28 l	S30v	V1 l	I alt
Antal vurderinger af test-videoklip	20	20	20	20	19	19	21	21	160
Test-videoklip 5 karakterer bedre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Test-videoklip 4 karakterer bedre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Test-videoklip 3 karakterer bedre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Test-videoklip 2 karakterer bedre	3	0	0	0	0	0	2	1	6
Test-videoklip 1 karakter bedre	4	2	5	1	1	3	5	7	28
Samme karakter	7	13	14	15	15	11	14	11	100
Test-videoklip 1 karakter dårligere	5	4	1	3	2	5	0	2	22
Test-videoklip 2 karakterer dårligere	1	1	0	0	1	0	0	0	3
Test-videoklip 3 karakterer dårligere	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Test-videoklip 4 karakterer dårligere	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Test-videoklip 5 karakterer dårligere	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gennemsnit tilfredshed test-videoklip	2,95	1,70	5,40	1,30	1,47	2,16	4,24	1,81	(2,64)
Gennemsnit tilfredshed alm. videoklip	3,10	1,50	5,60	1,05	1,32	2,05	4,67	2,14	(2,68)
Standardafvigelse test-videoklip	1,47	0,84	0,86	0,71	0,82	0,99	1,34	0,73	(0,97)
Standardafvigelse alm. videoklip	1,26	0,81	0,86	0,22	0,46	1,15	1,13	0,77	(0,83)

**Tabel 11.** Antal respondenter der har vurderet samme videoklip både som test- og almindeligt videoklip ved samme videofremvisning. Den individuelle vurdering af test-videoklip i forhold til almindeligt videoklip. Gennemsnitligt tilfredshedsniveau og standardafvigelse af hhv. test- og almindeligt videoklip.

På videoerne indgik test-videoklip også som almindelige videoklip efter pausen i fremvisningen. Ved at sammenholde tilfredshedsvurderinger af samme videoklip fremvist hhv. som test- og almindeligt videoklip kan det erfares, om der forekommer et "spring" i tilfredshedsniveauet. Det kan indikere, at respondenterne har haft startvanskeligheder – både samlet set og enkeltvis. Af *Tabel 11* kan et gennemsnitligt tilfredshedsniveau for test-videoklip beregnes til 2,64, mens det for de almindelige videoklip er 2,68. Respondenter er blevet en anelse mere utilfredse fra test- til almindelige videoklip, men det er en meget lille forskel. Standardafvigelsen er 0,97 for test-videoklip, men kun 0,83 for almindelige videoklip. Det viser, at respondenterne vurderer almindelige videoklip mere ensartet end de gjorde ved start i test-videoklip. Det indikerer, at nogle respondenter har haft lidt startvanskeligheder, men er fundet ind i vurderingsrytme på linje med andre respondenter.

Af *Tabel 11* ses, at 100 af 160 (63 %) vurderinger af test-videoklip var de samme som vurderinger af de samme almindelige videoklip. 94 % af vurderingerne var op til ét trin på tilfredshedsskalaen forskellig mellem test-videoklip og det tilhørende almindelige videoklip. Samlet set indikerer *Tabel 11*, at respondenterne har været klar til at foretage pålidelige tilfredshedsvurderinger fra start af de almindelige videoklip, altså efter andet test-videoklip.

Tidligere stated preference undersøgelser viser, at respondenter kan blive trætte i løbet af undersøgelsen, og deres træthed kan influere på deres vurderinger. Derfor blev videoklippene vist i vilkårlig rækkefølge og på to forskellige pladser i to forskellige videofremvisninger. Et videoklip blev således vist som det første i den første session ved en videofremvisning (altså nr. 1/1), og som sidste i den anden session ved en anden videofremvisning (altså nr. 17/2). Det samme videoklip kunne således have plads 1/1 og 17/2 eller 2/1 og 16/2 eller 3/1 og 15/2 ... eller 17/1 og 1/2.

Ved at tage differencen i tilfredshedsniveau på det samme videoklip, der er blevet vist på to forskellige pladser, kan det erfares, om tilfredshedsniveauet systematisk afhænger af videoklippets plads i fremvisningen. På den måde erfares, om træthed har påvirket tilfredshedsvurderingen.

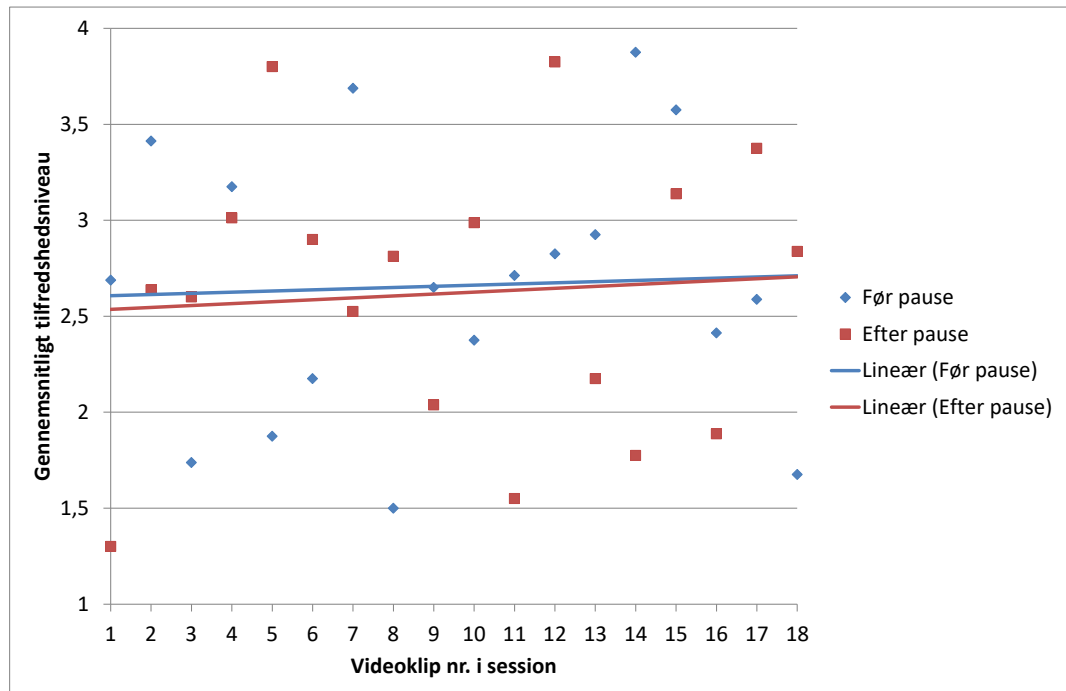
	Gennemsnitligt tilfredshedsniveau				
	Session A	Session B	Session C	Session D	Gns.
Før pause	2,57 (video 1)	2,62 (video 3)	2,65 (video 2)	2,88 (video 4)	2,69
Efter pause	3,12 (video 4)	2,24 (video 1)	2,48 (video 3)	2,78 (video 2)	2,66
Gennemsnit	2,84	2,43	2,57	2,83	2,67

**Tabel 12.** Gennemsnitligt tilfredshedsniveau på sessioner før og efter pausen i de fire videofremvisninger. Videoklip i session A var de samme før og efter pause men i omvendt rækkefølge.

Af *Tabel 12* ses, at det gennemsnitlige tilfredshedsniveau er ret ens hhv. 2,69 og 2,66, om et videoklip vises før eller efter pausen. Tabellen viser også, at der er forskel i det gennemsnitlige tilfredsniveau før og efter pause for den enkelte



session, men det kan skyldes, at der er tale om få og forskellige respondenter. Ses på tværs af de fire sessioner, er der derimod tale om mange og de samme respondenter. Træthed har således gjort respondenter en anelse mere utilfredse (0,03 i gennemsnitligt tilfredshedsniveau) fra før til efter pausen.

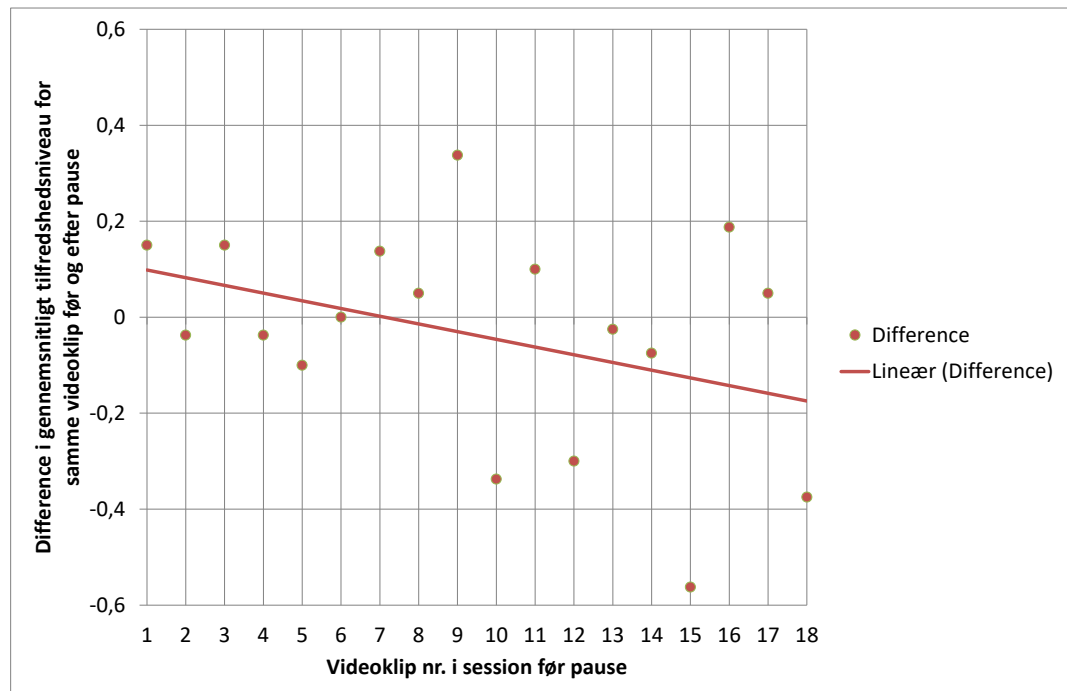


**Figur 5.** Gennemsnitligt tilfredshedsniveau afhængig af videoklippets plads (nummer) hhv. før og efter pausen.

I *Figur 5* ovenfor er det forsøgt at vurdere træthedens påvirkning af tilfredshedsniveauet. Af *Figur 5* ses, at det gennemsnitlige tilfredshedsniveau stiger lidt både før og efter pausen. Det kan indikere, at ”trætheden” har været svagt stigende jo flere videoklip, som respondenter har vurderet.

I *Figur 6* på næste side er vist differencen i gennemsnitlig tilfredshedsvurdering for det enkelte videoklip før og efter pausen, og videoklippets plads før pausen. Af *Figur 6* ses, at vurderingen er nogenlunde den samme (under 0,2 i forskel) for 13 af de 18 videoklip. Særligt for videoklip nr. 15 og 18 er der stor forskel, og her er vurderingen mere tilfreds efter pausen end før pausen. Det indikerer, at nogle respondenter er blevet trætte lidt før pausen, og har afgivet mere negative tilfredshedsvurderinger end respondenter lige efter pausen.

Sammenholdes *Figur 5*, *Figur 6* og *Tabel 12* og tallene bag disse figurer og tabel, så tyder tallene mest på, at nogle respondenter højst sandsynligvis er blevet trætte til sidst i første session før pausen og har afgivet mere negative tilfredshedsvurderinger for nogle videoklip før pausen. Der udføres ikke korrektion herfor, men to videoklip skønnes at kunne være fejlvurderet med op til 0,2 i gennemsnitlig tilfredshedsvurdering.



**Figur 6.** Difference i gennemsnitligt tilfredshedsniveau for samme videoklip før og efter pause afhængig af videoklippets placering før pause.

Trætheden vil højst sandsynligt ikke påvirke, hvordan enkelte forhold ved kryds design, trafik og omgivelser relaterer sig til tilfredsheden, da videoklip er vist i tilfældig rækkefølge. Altså vil trætheden næppe påvirke parameterestimater for forklaringsvariable i modeller af tilfredsheden (se evt. næste afsnit). Derimod vil trætheden have en beskedent indvirkning på interceptet – konstanten  $a$  – så man helt generelt er en anelse (ca. 0,01 i tilfredshedsniveau) mere utilfreds. Men det er valgt ikke at korrigere for dette, da det er en meget beskedent korrektion, og fordi bilister ude i trafikken også kan blive trætte.

### 3.4 Udvikling af modeller for kryds

I dette afsnit omtales dels udviklingen af modeller til beregning og forklaring af den oplevede tilfredshed som bilist, dels de færdige modeller. Der udarbejdes to typer af modeller.

En type model tager udgangspunkt i det gennemsnitlige tilfredshedsniveau på tværs af respondenter for hvert kryds. Her anvendes den nominale skala, hvor tilfredshedsniveauet kan antage en værdi mellem 1 og 6. Et modelresultat vil give et gennemsnitligt tilfredshedsniveau for et kryds. Til udarbejdelse af denne type model anvendes proceduren PROC GENMOD i statistikprogrammet SAS version 9.4. Den procedure opstiller generaliserede lineære modeller, hvor det er muligt at anvende class- (ordinale) forklaringsvariable fx boligtype (parcelhus, rækkehus, lejlighed, osv.). Det gør modeludviklingen nemmere, da man ikke skal operere

med mange dummy-variable fx køn (0=kvinde, 1=mand). Nedenfor er vist et eksempel på et sådant traditionelt lineært modeludtryk:

$$\text{Tilfredshedsniveau}_{\text{gennemsnit}} = a + bx_1 + cx_2 + dx_1x_2 + x_3 \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \end{bmatrix}$$

hvor a, b, c og d er konstanter,  $x_1$  og  $x_2$  er almindelige variable og  $x_3$  er en class-variable, der kan antage værdierne  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  og  $\alpha_3$  afhængig af, om krydset er af type 1, 2 eller 3. Konstanten a kaldes konstantleddet. Konstanten d er en del af en synergieffekt mellem de to variable  $x_1$  og  $x_2$ .

En anden type model tager udgangspunkt i hver respondents svar for hvert kryds. Her anvendes den ordinale skala, altså svarkategorierne fra meget tilfreds til meget utilfreds. Et modelresultat vil her være fordelingen af svar i procent på de seks svarkategorier. Denne svarfordeling kan efterfølgende oversættes til et gennemsnitligt tilfredshedsniveau for krydset. Til udarbejdelse af denne type model anvendes proceduren PROC LOGISTIC i statistiskprogrammet SAS version 9.4. Denne procedure kan opstille forskellige modeller af logit typen, der modellerer andele på baggrund af nyttefunktioner. Der bruges en kumulativ logit model frem for en ordinal probit model, da den kumulative logit model giver de mindste residualer. PROC LOGISTIC kan også håndtere class-variable.

Ved en kumulativ logit model afhænger fordelingen af svar på svarkategorier af hinanden, se nedenstående modeludtryk. Den kumulative logit model er forholdsvis simpel, idet kun konstantleddet a varierer i beregning af den enkelte svarkategori andel. Modeludtrykket for en model med 6 svarkategorier kan beskrives alene ved nyttefunktionen  $\text{logit}(p) = a + bx_1 + cx_2 \dots$ , hvor konstantleddet a har fem forskellige værdier til beregning af de fem første andele. Nyttefunktionen er det, der i modeludtrykket nedenfor står i parentes efter "exp".

$$\text{Andel}_{\text{Meget tilfreds}} = 1 - \frac{1}{1 + \exp\left(a_{\text{Meget tilfreds}} + bx_1 + cx_2 + dx_1x_2 + x_3 \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \end{bmatrix}\right)}$$

$$\text{Andel}_{\text{Noget tilfreds}} = 1 - \text{Andel}_{\text{Meget tilfreds}} - \frac{1}{1 + \exp\left(a_{\text{Noget tilfreds}} + bx_1 + cx_2 + dx_1x_2 + x_3 \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \end{bmatrix}\right)}$$

...

$$\text{Andel}_{\text{Meget utilfreds}} = 1 - \text{Andel}_{\text{Meget tilfreds}} - \text{Andel}_{\text{Noget tilfreds}} - \text{Andel}_{\text{Lidt tilfreds}} - \text{Andel}_{\text{Lidt utilfreds}} - \text{Andel}_{\text{Noget utilfreds}}$$

Ud fra en matematisk synsvinkel er det mest korrekt at anvende logit modellen frem for den lineære model, da det er uvist om den matematiske ("euklide") afstand mellem hver svarkategori er den samme. Logit modellen vil ofte give mindre residualer end den traditionelle lineære model, og er derfor at foretrække ud fra en statistisk synsvinkel. En traditionel lineær model er dog noget nemmere at forstå, og derfor udarbejdes begge typer af modeller.

Proceduren PROC LOGISTIC giver mulighed for, at programmet selv finder de forklaringsvariable, som er statistisk signifikante over et selvvalgt niveau. Denne mulighed blev anvendt til at finde variable, der er signifikante på et 95%-niveau. Efter endt modellering i PROC LOGISTIC blev de samme variable benyttet i PROC GENMOD.

Der er udarbejdet modeller baseret på hhv. prioriterede og signalregulerede kryds. Der er også udarbejdet modeller, hvor både prioriterede og signalregulerede kryds indgår som observationer. Alle modeller er udviklet med repeater-videoklip.

### 3.4.1 Modeller for prioriterede kryds

Modeller for prioriterede kryds gør brug af tilfredshedsvurderinger af alle 28 videoklip optaget ved 20 prioriterede kryds, altså inklusiv de 8 repeater-videoklip. Først beskrives udviklingen af modeller, herunder evt. omdefinering eller udeladelse af forklaringsvariable. Dernæst beskrives de endelige modeller, hvor der gives en nærmere beskrivelse af forklaringsvariablenes indvirkning på tilfredshedsniveauet. Der har i alt indgået ca. 600 forklaringsvariable i modeludviklingen.

Som nævnt er PROC LOGISTIC i første omgang anvendt til at finde de statistisk signifikante forklaringsvariable. Den første kumulative logit model indeholdt følgende variable (angivet i den rækkefølge de er trådt ind i modellen med den mest signifikante først) og relationen til tilfredshedsvurderingen (alt andet lige):

- 1) VenteTid i sekunder: Jo længere ventetid, desto mere utilfreds.
- 2) Type af vige-/stoppligt på tilfartsvej (sidevej): Vigepligt afmærket med hajtænder og B11-tavler og stoppligt afmærket med stoplinje og stoptavler er nogenlunde lige tilfredsstillende. Vigepligt udformet som en overkørsel er mest utilfredsstillende. Vigepligt afmærket kun med hajtænder er mere tilfredsstillende end overkørsler, men mindre tilfredsstillende end stoppligt.
- 3) Alder: Respondenter i den ældre aldersgruppe fra 60-79 år er mere tilfredse end yngre respondenter (18-39 år) og endnu mere tilfredse end midaldrende respondenter (40-59 år).
- 4) Manøvre (og synergieffekt med VenteTid): Mest tilfreds er man ved at skulle foretage højresving, mens kørsel ligeud er mest utilfredsstillende. Omvendt er det mest utilfredsstillende at skulle vente fx 30 sekunder for højresving, mens det er mest tilfredsstillende at skulle vente for kørsel ligeud. Venstresving er midt mellem højresving og kørsel ligeud – rent tilfredsheds-mæssigt.
- 5) Oversigt mod venstre: Jo dårligere oversigten er mod venstre ved krydset (set fra tilfartsvejen – sidevejen), desto mere utilfredse er respondenter.
- 6) Passerede fodgængere: Jo flere fodgængere, som bilen, hvorfra der er optaget video, passerer pr. sekund gennem videoklipet, desto mere utilfredse er respondenter.

- 7) Årskørsel: Respondenter, der kører 1-999 km som fører i bil om året, er mere tilfredse end dem der kører 10.000-20.000 om året. Ellers er der ikke stor forskel i tilfredshed afhængig af årskørsel.
- 8) Motorkøretøjer i krydset: Jo flere biler, der kører gennem krydset pr. sekund i hele videoklipet, desto mere tilfredse respondenter. (Korrelerer noget med VenteTid og antal passerede fodgængere, hvorfor parameterestimatet måske er misvisende.)

Den første komplekse model, som beskrevet ovenfor med 8 uafhængige variable og synergieffekten mellem VenteTid og Manøvrer, forklarede ca. 83 % af variationen i fordelingen af svar på de seks svarkategorier. En model med VenteTid som eneste uafhængige variabel forklarer ca. 77 %, så de andre variable er af beskeden betydning. De fleste variable, der indgår i den første model, fremtræder logiske. Dog er tilfredsheds sammenhæng med antal motorkøretøjer i krydset pr. sekund knap så logisk, og skyldes formentligt, at synergieffekter til VenteTid og antal passerede fodgængere ikke er medtaget.

Det er fuldstændig logisk, at længere VenteTid medfører mere utilfredse bilister. VenteTid er for prioriterede kryds lidt mere korreleret til tilfredshed end StopTid (individuel stoppetid for bilisten), og meget mere korreleret end rejsehastighed før, i og efter krydset.

Type af vige-/stoppligt på tilfartsvejen (sidevej) har nogen betydning for tilfredsheden blandt bilister. Det er især en overkørsel (ingen af de kryds har B11-tavle), som bilister ikke kan lide, måske fordi det opleves som et bump. Der er i øvrigt tendens til, at bilister bliver mere utilfredse, hvis der er bump på vejen før eller efter krydset. Bilister foretrækker, at vige-/stoppligt er afmærket med tavle, og foretrækker stoppligt (stoplinje) frem for ubetinget vigepligt (hajtænder).

Manøvre har også nogen betydning for tilfredsheden blandt bilister. Bilister foretrækker at skulle svinge til højre fra sidevejen ind i det prioriterede kryds. Det skyldes formentligt, at de forventer at skulle vente kortest tid ved højresving. Når de så skal vente, så gør ventetiden dem mere utilfredse ved højresving end hvis de skulle vente for kørsel ligeud eller venstresving, hvor de forventer at skulle vente i længere tid. Parameterestimatene for Manøvre fremstår således også logiske, men egentligt ret komplicerede.

Uanset om man skal svinge til højre eller venstre eller køre ligeud, så har man brug for oversigt til venstre. Det er fuldstændig logisk, at jo dårligere oversigten er til venstre, desto mere utilfreds er bilisten. Oversigten bliver oftest dårlig eller middelmådig som følge af parkerede motorkøretøjer.

Der er tendenser til, at flere parkerede biler og flere ind-/udkørsler på tilfartsvejen pr. løbende meter medfører mere utilfredse bilister.

Respondenternes baggrundsoplysninger korrelerer en del med tilfredsheden. De små forskelle, der er i tilfredshedsvurderinger mellem respondenter, kan næsten alle forklares med køn, alder og kørselsomfang. I den første model var der dog kun tendens til, at køn var betydningsfuld. I hovedtræk kan det siges, at mænd er mere utilfredse end kvinder, unge og midaldrende er mere utilfredse end ældre, og personer der kører lidt (1-999 km om året) er mere utilfredse end dem med et rimeligt stort kørselsomfang på 10.000-20.000 km om året.

I processen fra første model til de endelige modeller er der udviklet en lang række af modeller. Der er i denne proces frasortet variable, der har været statistisk signifikante. Nogle frasorterede variable er "tilfældigt" signifikante (spuriøse), hvilket vil sige, at de tilfældigvis relaterer sig til tilfredsheden, men i virkeligheden ikke påvirker tilfredsheden. Spuriøse variable forekommer ofte, når man forsøger at relatere hundredvis af variable og opererer med et forholdsvis lavt signifikansniveau. Andre variable er frasortet, fordi de korrelerer meget kraftigt med uafhængige variable, der allerede indgår i modellen. Hvis man ikke foretager den frasortering, vil man ofte opnå besynderlige parameterestimater for de uafhængige variable, som korrelerer meget kraftigt med hinanden.

For de mest betydningsfulde variable er det forsøgt med alternative opstillinger af variabelen. Det er forsøgt at beskrive fx eksponentielle og polynomiske sammenhænge foruden simple lineære sammenhænge. Det er forsøgt at opføre variable i forskellige sæt af kategorier. Det er forsøgt med synergieffekter mellem variable.

Der er udviklet tre endelige logit modeller for bilisters oplevede serviceniveau i prioriterede kryds baseret på vurderinger og data fra alle 28 videoklip inklusive repeater-videoklip. Modellerne er baseret på 1.120 tilfredshedsvurderinger. De tre logit modeller har stigende kompleksitet og er beskrevet i *Figur 7* på næste side. I bilag 4 er de tre logit modeller vist med tilhørende statistisk information. I bilag 4 findes også tre logit modeller, hvor variabelen VenteTid er udskiftet med variabelen StopTid (individuel stoppet tid i sekunder).

Set i forhold til den første udviklede model – beskrevet på forrige sider – indgår ikke oversigt mod venstre, passerede fodgængere og motorkøretøjer i krydset, som variable i de endelige modeller. Det er der flere årsager til:

- Oversigt mod venstre: Det er en vigtig variabel for tilfredsheden, men i praksis er det meget tidskrævende / umuligt at indhente data for variabelen for kryds, hvor bilisters serviceniveau skal beregnes.
- Passerede fodgængere: Variablen er ikke af særlig stor betydning for tilfredsheden, og i praksis er det meget tidskrævende / umuligt at indhente data for variabelen for kryds, hvor bilisters serviceniveau skal beregnes.
- Motorkøretøjer i krydset: Variablen korrelerer meget kraftigt med VenteTid, og variabelen har kun en beskeden betydning for tilfredsheden, når VenteTid indgår i modellen.

**Model Prioriteret Kryds Vente Logit 1** (AIC=3.256, gns. residual=0,39):

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{bmatrix} \text{meget tilfreds} = -0,5252 \\ \text{noget tilfreds} = 0,8983 \\ \text{lidt tilfreds} = 1,8398 \\ \text{lidt utilfreds} = 2,8828 \\ \text{noget utilfreds} = 4,5765 \end{bmatrix} - 0,0546 \cdot \text{VenteTid}$$

**Model Prioriteret Kryds Vente Logit 2** (AIC=3.121, gns. residual=0,30):

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{bmatrix} \text{meget tilfreds} = -0,8352 \\ \text{noget tilfreds} = 0,7667 \\ \text{lidt tilfreds} = 1,8082 \\ \text{lidt utilfreds} = 2,9202 \\ \text{noget utilfreds} = 4,6842 \end{bmatrix} - 0,0590 \cdot \text{VenteTid} + \text{Vige} \cdot \begin{bmatrix} \text{stoptavle} = 0,0000 \\ \text{hajtænder} = 0,0170 \\ \text{B11haj} = 0,3627 \\ \text{overkørsel} = -1,0402 \end{bmatrix}$$

$$+ \text{Manøvre} \cdot \begin{bmatrix} \text{venstre} = 0,0000 \\ \text{ligeud} = -0,5027 \\ \text{højre} = 0,6977 \end{bmatrix} + \text{VenteTid} \cdot \text{Manøvre} \cdot \begin{bmatrix} \text{venstre} = 0,0000 \\ \text{ligeud} = 0,0158 \\ \text{højre} = -0,0245 \end{bmatrix}$$

**Model Prioriteret Kryds Vente Logit 3** (AIC=3.074, gns. residual=0,33):

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{bmatrix} \text{meget tilfreds} = -0,9536 \\ \text{noget tilfreds} = 0,7212 \\ \text{lidt tilfreds} = 1,8077 \\ \text{lidt utilfreds} = 2,9515 \\ \text{noget utilfreds} = 4,7419 \end{bmatrix} - 0,0601 \cdot \text{VenteTid} + \text{Vige} \cdot \begin{bmatrix} \text{stoptavle} = 0,0000 \\ \text{hajtænder} = -0,0424 \\ \text{B11haj} = 0,3650 \\ \text{overkørsel} = -0,9880 \end{bmatrix}$$

$$+ \text{Manøvre} \cdot \begin{bmatrix} \text{venstre} = 0,0000 \\ \text{ligeud} = -0,4418 \\ \text{højre} = 0,6460 \end{bmatrix} + \text{VenteTid} \cdot \text{Manøvre} \cdot \begin{bmatrix} \text{venstre} = 0,0000 \\ \text{ligeud} = 0,0134 \\ \text{højre} = -0,0219 \end{bmatrix}$$

$$+ \text{Køn} \cdot \begin{bmatrix} \text{mand} = 0,0000 \\ \text{kvinde} = 0,1481 \end{bmatrix} + \text{Alder} \cdot \begin{bmatrix} 18 - 39 \text{ år} = -0,0948 \\ 40 - 59 \text{ år} = -0,4468 \\ 60 - 79 \text{ år} = 0,0000 \end{bmatrix} + \text{Kørsel} \cdot \begin{bmatrix} 1 - 999 \text{ km} = -0,6231 \\ 1000 - 4999 \text{ km} = 0,0491 \\ 5000 - 9999 \text{ km} = -0,0154 \\ 10000 - 20000 \text{ km} = 0,2429 \\ \text{over } 20000 \text{ km} = 0,0000 \end{bmatrix}$$

hvor  $\text{logit}(p)$  = Nyttfunktion for kumulativ logit model,

$a$  = Konstantled,

$\text{VenteTid}$  = Individuel ventetid i sekunder,

$\text{Vige}$  = Afmærket eller udformet vige- eller stoppligt på sidevej,

$\text{Manøvre}$  = Udført manøvre – venstresving, kørsel ligeud eller højresving,

$\text{Køn}$  = Respondentens køn,

$\text{Alder}$  = Respondentens indplacering i tre aldersgrupper, og

$\text{Kørsel}$  = Antal km respondenter kører som fører af bil om året.

**Figur 7.** Endelige kumulative logit modeller til beregning af svarfordeling på seks svarkategorier for bilister på sideveje i prioriterede kryds. Baseret på 28 videoklip fra prioriterede kryds inklusive repeater-videoklip. AIC er Akaike Information Criterion – jo lavere, desto bedre model. Gennemsnitligt residual for tilfredshedsniveauet.

I den simple Logit 1 model i *Figur 7* er kun variabelen  $\text{VenteTid}$  medtaget. Logit 1 modellen forklarer ca. 77 % af variationen i tilfredsheden, og som følge af den høje forklaringskraft resulterer modellen i forholdsvis små residualer. Den model kan man sagtens bruge, hvis man ikke ved, hvordan trafikken er fordelt på

strømme (manøvre) i krydset, eller man ikke kender til vige-/stoppligt forhold i krydset.

Den lidt mere komplekse Logit 2 model i *Figur 7* indeholder variable, der beskriver manøvre og vige-/stoppligt forholdene. Her indgår også en variabel for synergieffekten mellem VenteTid og Manøvre. Logit 2 modellen forklarer ca. 80 % af variationen i tilfredsheden og resulterer i residualer, der er ca. 23 % mindre end ved Logit 1 modellen.

Den komplekse Logit 3 model i *Figur 7* indeholder foruden variable om ventetid, manøvre og vige-/stoppligt forholdene også variable om respondenter. Her indgår således variable for køn, alder og kørselsomfang for respondenter. Køn blev en statistisk signifikant variabel, når variable for oversigt mod venstre, passerede fodgængere og motorkøretøjer i krydset blev udeladt. Kvinder er mere tilfredse end mænd. Ældre er mere tilfredse end yngre og midaldrende respondenter. Respondenter, der kører 1-999 km pr. år, er mere utilfredse end dem, som kører 10.000-20.000 km om året. Logit 3 modellen forklarer ca. 82 % af variationen i tilfredsheden, men resulterer i større residualer end ved Logit 2 modellen.

Der er udviklet to traditionelle lineære modeller, hvor det gennemsnitlige tilfredshedsniveau modelleres frem for tilfredsheden fordelt på seks svarkategorier, som modelleres i logit modeller. De to lineære modeller er vist i *Figur 8* og indeholder de samme variable som Logit 1 og 2 modellerne i *Figur 7*.

---

**Model Prioriteret Kryds Vente Gns 1** (AIC=51,3, gns. residual=0,42):

$$TN_{gns} = 2,2223 + 0,0332 \cdot VenteTid$$

**Model Prioriteret Kryds Vente Gns 2** (AIC=33,2, gns. residual=0,25):

$$TN_{gns} = 2,2221 + 0,0256 \cdot VenteTid + Vige \cdot \begin{bmatrix} stoptavle = 0,0000 \\ hjtænder = 0,5003 \\ B11haj = 0,1487 \\ overkørsel = 0,9747 \end{bmatrix}$$

$$+ Manøvre \cdot \begin{bmatrix} venstre = 0,0000 \\ ligeud = -0,0398 \\ højre = -0,8151 \end{bmatrix} + VenteTid \cdot Manøvre \cdot \begin{bmatrix} venstre = 0,0000 \\ ligeud = 0,0012 \\ højre = 0,0280 \end{bmatrix}$$

hvor  $TN_{gns}$  = Gennemsnitligt tilfredshedsniveau,  
 VenteTid = Individuel ventetid i sekunder,  
 Vige = Afmærket eller udformet vige- eller stoppligt på sidevej, og  
 Manøvre = Udført manøvre – venstresving, kørsel ligeud eller højresving.

---

**Figur 8.** Endelige traditionelle lineære modeller til beregning af gennemsnitligt tilfredshedsniveau for bilister på sideveje i prioriterede kryds. Baseret på 28 videoklip fra prioriterede kryds inklusive repeater-videoklip. AIC er Akaike Information Criterion – jo lavere, desto bedre model. Gennemsnitligt residual for tilfredshedsniveauet.



I bilag 5 er de to traditionelle lineære modeller fra *Figur 8* vist med tilhørende statistisk information. I bilag 5 findes også to andre traditionelle lineære modeller, hvor variabelen VenteTid er udskiftet med variabelen StopTid (individuel stoppet tid i sekunder).

For modeller i *Figur 8* bør nævnes, at alle variable er statistisk signifikante. Gns 1 modellen resulterer i lidt større residualer end Logit 1 modellen, mens Gns 2 modellen giver lidt mindre residualer end Logit 2 modellen.

Jo lavere  $TN_{\text{gns}}$  i *Figur 8* er, desto mere tilfredse er bilister. Og derfor står der et positivt fortegn foran VenteTid i *Figur 8*, da længere ventetid giver mere utilfredse bilister. I *Figur 7* bliver bilister mere tilfredse, jo højere logit(p) er. Derfor står der et negativt fortegn foran VenteTid i *Figur 7*. VenteTid, Vige og Manøvre har næsten samme indvirkning på tilfredshedsniveauet, om man benytter modeller fra *Figur 7* eller *Figur 8*.

Ved brug af Gns 1 modellen i *Figur 8* bliver  $TN_{\text{gns}} = 2,2223$  (noget tilfredse), når VenteTid er 0 sekunder. Brug af denne model kan altså ikke resultere i meget tilfredse bilister i prioriterede kryds.  $TN_{\text{gns}}$  øges med 1, når VenteTid øges med ca. 30 sekunder. Alle bilister vil være meget utilfredse ( $TN_{\text{gns}} = 6$ ), når VenteTid er 114 sekunder.

Gns 2 modellen i *Figur 8* viser, at de mest tilfredse bilister, er dem som ingen ventetid har, har stoppligt (stoptavle) og som skal svinge til højre. For dem er  $TN_{\text{gns}} = 1,407$  (meget og noget tilfredse). De som hurtigst bliver meget utilfredse ( $TN_{\text{gns}} = 6$ ), er højresvingende bilister, hvor der er overkørsel. De bliver allerede meget utilfredse ved en ventetid på kun 68 sekunder. De som senest bliver meget utilfredse, er venstresvingende bilister, hvor der er stoppligt. De bliver først meget utilfredse ved en ventetid på 148 sekunder.

Om modellerne i *Figur 7* og *Figur 8* skal nævnes, at ventetiden har varieret mellem 0 og 125 sekunder i de 28 videoklip. Otte videoklip var med venstresving, 12 med kørsel ligeud og 8 med højresving. Ni videoklip var med hjætænder og B11-tavler, syv var med overkørsler, syv var med stoplinjer og stoptavler, mens fem kun var med hjætænder.

### 3.4.2 Modeller for signalregulerede kryds

Modeller for signalregulerede kryds er udviklet på samme måde som for prioriterede kryds. Ligesom for prioriterede kryds er der i første omgang anvendt PROC LOGISTIC til at finde de statistisk signifikante forklaringsvariable for signalregulerede kryds. Her indgår alle 42 videoklip optaget ved signalregulerede kryds, altså både almindelige og repeater videoklip. Efter denne første omgang beskrives endelige modeller, hvor der gives nærmere beskrivelser af forklaringsvariablenes

indvirkning på tilfredshedsniveauet. Der har i alt indgået ca. 600 forklaringsvariable i modeludviklingen.

Den første kumulative logit model indeholdt følgende variable (angivet i rækkefølgen, som de er trådt ind i modellen med den mest signifikante først) og relationen til tilfredshedsvurderingen (alt andet lige):

- 1) StopTid i sekunder: Jo længere tid bilen har været stoppet (fra start af første stop til slut af sidste stop), desto mere utilfreds.
- 2) Fodgængere pr. sekund på tværs af tilfartsvej i krydset: Jo flere fodgængere pr. sekund, desto mere utilfreds.
- 3) Alder: Respondenter i den ældre aldersgruppe fra 60-79 år er mere tilfredse end yngre respondenter (18-39 år) og endnu mere tilfredse end midaldrende respondenter (40-59 år).
- 4) Cyklister pr. sekund i krydset: Jo flere cyklister/knallertkørere pr. sekund, desto mere utilfreds.
- 5) Manøvre (og synergieffekt med StopTid): Venstresving er mest tilfredsstillende, mens kørsel ligeud er mest tilfredsstillende. Omvendt er det mest utilfredsstillende at skulle vente (stoppet tid) fx 30 sekunder for højresving, mens det er mest tilfredsstillende at skulle vente for kørsel ligeud.
- 6) Type af signal for kørt retning/manøvre(og synergieffekt med StopTid): Det er mere tilfredsstillende at køre på et 1-pils svingsignal end på et hovedsignal, men det er mest tilfredsstillende at køre på 3-pils svingsignal (bundet sving). Omvendt er det mest utilfredsstillende at skulle vente (stoppet tid) fx 30 sekunder for 1-pils svingsignal, mens det er mest tilfredsstillende at skulle vente for 3-pils svingsignal.
- 7) Køn: Kvinder er mere tilfredse end mænd.
- 8) Årskørsel: Respondenter, der kører 1-999 km som fører i bil om året, er mere utilfredse end dem der kører 10.000-20.000 om året. Ellers ikke stor forskel i tilfredshed.
- 9) Motorkøretøjer pr. sekund i krydset: Jo flere motorkøretøjer pr. sekund, desto mere utilfreds.
- 10) Parkerede motorkøretøjer på tilfartsvejen pr. meter: Jo flere parkerede motorkøretøjer, desto mere utilfreds.
- 11) Busstoppested på tilfartsvejen på den nære vejside: Forekomst af busstoppested lige før krydset gør bilister mere utilfredse.

Den første komplekse model, som beskrevet ovenfor med 11 uafhængige variable og to synergieffekter, forklarede ca. 78 % af variationen i fordelingen af svar på de seks svarkategorier. En model med StopTid som eneste uafhængige variabel forklarer ca. 64 %, så andre variable er af beskeden betydning. De fleste variable, der indgår i den første model, fremtræder logiske.

Det virker logisk, at længere StopTid skulle give mere utilfredse bilister. StopTid er for signalregulerede kryds mere korreleret til tilfredshed end VenteTid

(individuel ventetid for bilisten), og meget mere korreleret end rejsehastighed før, i og efter krydset.

Jo mere trafik (fodgængere, cyklister/knallertkørere og motorkøretøjer), der er i det signalregulerede kryds, desto mere utilfreds er bilisten. Trafikflowet hænger i mindre grad sammen med StopTid i signalregulerede kryds, end trafikflowet hænger sammen med VenteTid i prioriterede kryds. Derfor spiller trafikflowet en større rolle for bilisters tilfredshed i signalregulerede kryds.

Manøvre har også nogen betydning for tilfredsheden blandt bilister. Bilister foretrækker at skulle køre ligeud i det signalregulerede kryds. Det skyldes formentligt, at de ved den manøvre ikke skal vige for andre trafikanter, og derfor forventer kortest ventetid. Når de så skal vente, så er det også ved kørsel ligeud, at ventetid betyder mindst for deres tilfredshed, formentligt fordi højre- og venstresving er mere komplicerede at foretage. Højre- og venstresving er mere utilfredsstillende dels fordi bilisten forventer en længere ventetid, og formentligt fordi selve svingmanøvren er mere kompliceret at foretage. Parameterestimerne for Manøvre fremstår logiske, men egentligt ret komplicerede.

En del af årsagen til, at parameterestimerne for manøvre er komplicerede, er, at også typen af signal har en betydning for bilisters tilfredshed. Pil-signaler ved svingmanøvrer (alle kryds havde hovedsignal ved kørsel ligeud) medfører en øget tilfredshed blandt bilister. Bundet sving (3-pils signal) er mere tilfredsstillende end 1-pils signal. Et 1-pils signal er samtidigt mere utilfredsstillende at vente for end både hovedsignal og 3-pils signal.

Omfanget af parkerede køretøjer på tilfartsvejen samt forekomsten af busstoppesteder på den nære vejside før krydset spiller også ind på bilisters tilfredshed med signalregulerede kryds. Jo flere parkerede køretøjer og busstoppesteder, desto mere utilfredse bilister. Disse forhold er dog af beskeden betydning for bilisters tilfredshed.

Der er en tendens til, at oversigten mod modsatrettet trafik (oversigt ligeud) er vigtig for venstresvingende bilisters tilfredshed. Ellers synes oversigtsforholdene ikke at spille ind på bilisters tilfredshed i signalregulerede kryds.

Respondenternes baggrundsoplysninger korrelerer en del med tilfredsheden. De små forskelle, der er i tilfredshedsvurderinger mellem respondenter, kan næsten alle forklares med køn, alder og kørselsomfang. I hovedtræk kan siges, at mænd er mere utilfredse end kvinder, unge og midaldrende er mere utilfredse end ældre, og personer der kører lidt (1-999 km om året) er mere utilfredse end dem med et rimeligt stort kørselsomfang på 10.000-20.000 km om året.

I processen fra første model til de endelige modeller er der udviklet en lang række af modeller. Der er i denne proces frasorteret variable, der har været statistisk signifikante. Nogle frasorterede variable er "tilfældigt" signifikante (spuriøse),

hvilket vil sige, at de tilfældigvis relaterer sig til tilfredsheden, men i virkeligheden ikke påvirker tilfredsheden. Spuriøse variable forekommer ofte, når man forsøger at relatere hundredvis af variable og opererer med et forholdsvis lavt signifikansniveau. Andre variable er frasorteret, fordi de korrelerer meget kraftigt med uafhængige variable, der allerede indgår i modellen. Hvis man ikke foretager den frasortering, vil man ofte opnå besynderlige parameterestimer for de uafhængige variable, som korrelerer meget kraftigt med hinanden.

For de mest betydningsfulde variable er det forsøgt med alternative opstillinger af variabelen. Der er forsøgt at beskrive fx eksponentielle og polynomiske sammenhænge foruden simple lineære sammenhænge. Det er forsøgt at opgøre variable i forskellige sæt af kategorier. Det er forsøgt med synergieffekter mellem variable.

Der er udviklet tre endelige logit modeller for bilisters oplevede serviceniveau i signalregulerede kryds baseret på vurderinger og data fra alle 42 videoklip inklusive repeater-videoklip. Modellerne er baseret på 1.680 tilfredshedsvurderinger. De tre logit modeller har stigende kompleksitet og er beskrevet i *Figur 9* på næste side. I bilag 4 er de tre logit modeller vist med tilhørende statistisk information. I bilag 4 findes også tre logit modeller, hvor variabelen StopTid er udskiftet med variabelen VenteTid (individuel ventetid i sekunder).

Set i forhold til den første udviklede model – beskrevet på forrige sider – indgår ikke fodgængere, cyklister og motorkøretøjer pr. sekund i kryds samt parkerede motorkøretøjer og busstoppesteder på tilfartsvejen, som variable i de endelige modeller. Det er der flere årsager til:

- Fodgængere pr. sekund i krydset: Variablen er af ret stor betydning for tilfredsheden, men i praksis er det meget tidskrævende at indhente data for variabelen for kryds, hvor bilisters serviceniveau skal beregnes.
- Cyklister pr. sekund i krydset: Variablen er af nogen betydning for tilfredsheden. I praksis vil det i de fleste tilfælde være omkostningsfyldt at indhente data for variabelen for de kryds, hvor bilisters serviceniveau skal beregnes.
- Motorkøretøjer pr. sekund i krydset: Variablen er af beskeden betydning for tilfredsheden. Den er udeladt, da den kun påvirker tilfredsheden i et meget lille omfang.
- Parkerede motorkøretøjer på tilfartsvejen: Variablen er af beskeden betydning for tilfredsheden. Variablen hidrører mere vejstrækningen før krydset end selve krydset.
- Busstoppesteder på den nære vejside på tilfartsvejen: Variablen er af beskeden betydning for tilfredsheden. Variablen hidrører mere vejstrækningen før krydset end selve krydset.

**Model Signalreguleret Kryds Stop Logit 1** (AIC=4.684, gns. residual=0,51):

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{bmatrix} \text{meget tilfreds} = 0,3529 \\ \text{noget tilfreds} = 1,6571 \\ \text{lidt tilfreds} = 2,4865 \\ \text{lidt utilfreds} = 3,2922 \\ \text{noget utilfreds} = 4,8841 \end{bmatrix} - 0,0308 \cdot \text{StopTid}$$

**Model Signalreguleret Kryds Stop Logit 2** (AIC=4.557, gns. residual=0,41):

$$\begin{aligned} \text{logit}(p) = a \cdot \begin{bmatrix} \text{meget tilfreds} = 0,8479 \\ \text{noget tilfreds} = 2,2146 \\ \text{lidt tilfreds} = 3,0887 \\ \text{lidt utilfreds} = 3,9485 \\ \text{noget utilfreds} = 5,6341 \end{bmatrix} - 0,0383 \cdot \text{StopTid} + \text{Manøvre} \cdot \begin{bmatrix} \text{venstre} = 0,0000 \\ \text{ligeud} = 0,3571 \\ \text{højre} = -0,1898 \end{bmatrix} \\ + \text{Signal} \cdot \begin{bmatrix} \text{hoved} = 0,0000 \\ \text{1pil} = 0,3017 \\ \text{3pil} = 0,5938 \end{bmatrix} + \text{StopTid} \cdot \text{Manøvre} \cdot \begin{bmatrix} \text{venstre} = 0,00000 \\ \text{ligeud} = 0,00697 \\ \text{højre} = 0,00128 \end{bmatrix} \\ + \text{StopTid} \cdot \text{Signal} \cdot \begin{bmatrix} \text{hoved} = 0,00000 \\ \text{1pil} = -0,01430 \\ \text{3pil} = 0,00313 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

**Model Signalreguleret Kryds Stop Logit 3** (AIC=4.428, gns. residual=0,38):

$$\begin{aligned} \text{logit}(p) = a \cdot \begin{bmatrix} \text{meget tilfreds} = 0,8314 \\ \text{noget tilfreds} = 2,3031 \\ \text{lidt tilfreds} = 3,2197 \\ \text{lidt utilfreds} = 4,1040 \\ \text{noget utilfreds} = 5,8170 \end{bmatrix} - 0,0418 \cdot \text{StopTid} + \text{Manøvre} \cdot \begin{bmatrix} \text{venstre} = 0,0000 \\ \text{ligeud} = 0,4195 \\ \text{højre} = -0,2305 \end{bmatrix} \\ + \text{Signal} \cdot \begin{bmatrix} \text{hoved} = 0,0000 \\ \text{1pil} = 0,4544 \\ \text{3pil} = 0,5891 \end{bmatrix} + \text{StopTid} \cdot \text{Manøvre} \cdot \begin{bmatrix} \text{venstre} = 0,00000 \\ \text{ligeud} = 0,00514 \\ \text{højre} = 0,00275 \end{bmatrix} + \text{Køn} \cdot \begin{bmatrix} \text{mand} = 0,0000 \\ \text{kvind} = 0,2656 \end{bmatrix} \\ + \text{StopTid} \cdot \text{Signal} \cdot \begin{bmatrix} \text{hoved} = 0,00000 \\ \text{1pil} = -0,01890 \\ \text{3pil} = 0,00451 \end{bmatrix} + \text{Alder} \cdot \begin{bmatrix} 18 - 39 \text{ år} = -0,1823 \\ 40 - 59 \text{ år} = -0,4707 \\ 60 - 79 \text{ år} = 0,0000 \end{bmatrix} + \text{Kørsel} \cdot \begin{bmatrix} 1 - 999 \text{ km} = -0,7180 \\ 1000 - 4999 \text{ km} = -0,1456 \\ 5000 - 9999 \text{ km} = 0,1604 \\ 10000 - 20000 \text{ km} = 0,3448 \\ \text{over } 20000 \text{ km} = 0,0000 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

hvor  $\text{logit}(p)$  = Nyttfunktion for kumulativ logit model,

$a$  = Konstantled,

StopTid = Individuel stoppetid i sekunder (fra start af første stop til igangsætning efter sidste stop før/i krydset),

Signal = Type af signal for kørt retning/manøvre,

Manøvre = Udført manøvre – venstresving, kørsel ligeud eller højresving,

Køn = Respondentens køn,

Alder = Respondentens indplacering i tre aldersgrupper, og

Kørsel = Antal km respondenter kører som fører af bil om året.

**Figur 9.** Endelige kumulative logit modeller til beregning af svarfordeling på seks svarkategorier for bilister i signalregulerede kryds. Baseret på 42 videoklip fra signalregulerede kryds inklusive repeater-videoklip. AIC er Akaike Information Criterion – jo lavere, desto bedre model. Gennemsnitligt residual for tilfredshedsniveaue.

I den simple Logit 1 model i *Figur 9* er kun variabelen StopTid medtaget. Logit 1 modellen forklarer ca. 64 % af variationen i tilfredsheden. Det er en betydeligt lavere forklaringskraft end Logit 1 modellen for prioriterede kryds (ca. 77 %), og derfor er residualerne for Logit 1 modellen i *Figur 9* forholdsvis store. Logit 1 modellen i *Figur 9* kan man dog godt bruge, hvis man ikke ved, hvordan trafikken er fordelt på strømme (manøvre) i krydset, eller man ikke kender til eventuelle pil-signaler i krydset. Man skal blot have for øje, at Logit 1 modellen i *Figur 9* giver noget upræcise resultater.

Den lidt mere komplekse Logit 2 model i *Figur 9* indeholder variable, der beskriver manøvre og typer af signaler i krydset. Her indgår også variable for synergieffekter mellem StopTid og Manøvre, og mellem StopTid og Signal. Logit 2 modellen forklarer ca. 69 % af variationen i tilfredsheden, og resulterer i residualer, der er ca. 20 % mindre end ved Logit 1 modellen.

Den komplekse Logit 3 model i *Figur 7* indeholder foruden variable om ventetid, manøvre og typer af signaler også variable om respondenter. Her indgår således variable for køn, alder og kørselsomfang for respondenter. Kvinder er mere tilfredse end mænd. Ældre er mere tilfredse end yngre og midaldrende respondenter. Respondenter, der kører 1-999 km pr. år, er mere utilfredse end dem, som kører 10.000-20.000 km om året. Logit 3 modellen forklarer ca. 75 % af variationen i tilfredsheden, og resulterer i residualer, der er ca. 7 % mindre end ved Logit 2 modellen.

---

**Model Signalreguleret Kryds Stop Gns 1** (AIC=88,2, gns. residual=0,51):

$$TN_{gns} = 1,6194 + 0,0225 \cdot StopTid$$

**Model Signalreguleret Kryds Stop Gns 2** (AIC=87,3, gns. residual=0,41):

$$TN_{gns} = 1,9781 + 0,0267 \cdot StopTid + Manøvre \cdot \begin{bmatrix} venstre = 0,0000 \\ ligeud = -0,3516 \\ højre = -0,0419 \end{bmatrix} + Signal \cdot \begin{bmatrix} hoved = 0,0000 \\ 1pil = -0,7085 \\ 3pil = -0,7276 \end{bmatrix}$$

$$+ StopTid \cdot Manøvre \cdot \begin{bmatrix} venstre = 0,0000 \\ ligeud = -0,0135 \\ højre = -0,0068 \end{bmatrix} + StopTid \cdot Signal \cdot \begin{bmatrix} hoved = 0,0000 \\ 1pil = 0,0141 \\ 3pil = 0,0000 \end{bmatrix}$$

hvor  $TN_{gns}$  = Gennemsnitligt tilfredshedsniveau,

StopTid = Individuel stoppetid i sekunder (fra start af første stop til slut af sidste stop før/i krydset),

Signal = Type af signal for kørt retning/manøvre, og

Manøvre = Udført manøvre – venstresving, kørsel ligeud eller højresving.

---

**Figur 10.** Endelige traditionelle lineære modeller til beregning af gennemsnitligt tilfredshedsniveau for bilister i signalregulerede kryds. Baseret på 42 videoklip fra signalregulerede kryds inklusive repeater-videoklip. AIC er Akaike Information Criterion – jo lavere, desto bedre model. Gennemsnitligt residual for tilfredshedsniveauet.

Der er udviklet to traditionelle lineære modeller, hvor det gennemsnitlige tilfredshedsniveau modelleres frem for tilfredsheden fordelt på seks svarkategorier, som modelleres i logit modeller. De to lineære modeller er vist i *Figur 10* på forrige side og indeholder de samme variable som Logit 1 og 2 modellerne i *Figur 9*. I bilag 5 er de to traditionelle lineære modeller fra *Figur 10* vist med tilhørende statistisk information. I bilag 5 findes også to andre traditionelle lineære modeller, hvor variabelen StopTid er udskiftet med variabelen VenteTid (individuel ventetid i sekunder).

For modeller i *Figur 10* bør nævnes, at variabelen Manøvre samt de to variable for synergieffekter ikke er statistisk signifikante. Gns 1 og 2 modellerne resulterer i nogenlunde samme residualer som Logit 1 og 2 modellerne.

Jo lavere  $TN_{\text{gns}}$  er, desto mere tilfredse er bilister. Og derfor står der et positivt fortegn foran StopTid i *Figur 10*, da længere stoppet tid giver mere utilfredse bilister. I *Figur 9* bliver bilister mere tilfredse, jo højere logit(p) er. Derfor står der et negativt fortegn foran StopTid i *Figur 9*. StopTid, Manøvre og Signal har næsten samme indvirkning på tilfredshedsniveauet, om man benytter modeller fra *Figur 9* eller *Figur 10*.

Ved brug af Gns 1 modellen bliver  $TN_{\text{gns}} = 1,6194$  (meget og noget tilfredse), når StopTid er 0 sekunder. Brug af denne model kan altså resultere i meget tilfredse bilister i signalregulerede kryds, i modsætning til i prioriterede kryds, hvor der ikke kunne opnås meget tilfredse bilister med Gns 1 modellen.  $TN_{\text{gns}}$  øges med 1, når StopTid øges med ca. 45 sekunder. Alle bilister vil være meget utilfredse ( $TN_{\text{gns}} = 6$ ), når StopTid er 195 sekunder.

Gns 2 modellen i *Figur 10* viser, at de mest tilfredse bilister, er dem som svinger til højre på bundet højresving (3-pils signal) uden at stoppe. For dem er  $TN_{\text{gns}} = 1,2086$  (flest er meget tilfredse). De bilister, som hurtigst bliver meget utilfredse ( $TN_{\text{gns}} = 6$ ), er dem, der svinger til højre på 1-pils signal. De bliver allerede meget utilfredse ved en ventetid på 140 sekunder. De som senest bliver meget utilfredse, er ligeud kørende bilister på hovedsignal. De bliver først meget utilfredse ved en ventetid på 331 sekunder.

Om modellerne i *Figur 9* og *Figur 10* skal nævnes, at StopTid har varieret mellem 0 og 93 sekunder i de 42 videoklip. 14 videoklip var med venstresving, 14 med kørsel ligeud og 14 med højresving. Syv videoklip var med 3-pils signaler, fem var med 1-pils signaler og 30 var med hovedsignaler.

Modellerne i *Figur 9* og *Figur 10* er betydeligt dårligere til at estimere bilisters oplevede tilfredshed (i signalregulerede kryds) end de tilsvarende modeller for prioriterede kryds i *Figur 7* og *Figur 8* er til at estimere bilisters oplevede tilfredshed i netop de kryds.

### 3.4.3 Modeller for alle kryds

Modeller for hhv. prioriterede og signalregulerede kryds indeholder til dels de samme variable. Det er derfor oplagt at opstille modeller, hvor både prioriterede og signalregulerede kryds indgår som observationer.

Modeller for prioriterede og signalregulerede kryds samlet er udviklet ved i første omgang at anvende PROC LOGISTIC til at finde de statistisk signifikante forklaringsvariable. Her indgår samtlige 70 videoklip optaget i prioriterede og signalregulerede kryds, altså både almindelige og repeater videoklip. Efter denne første omgang beskrives endelige modeller, hvor der gives beskrivelser af forklaringsvariablenes betydning for tilfredshedsniveauet.

Den første kumulative logit model indeholdt følgende variable (angivet i rækkefølgen, som de er trådt ind i modellen med den mest signifikante først) og relationen til tilfredshedsvurderingen (alt andet lige):

- 1) StopTid i sekunder: Jo længere tid bilen har været stoppet (fra start af første stop til igangsætning efter sidste stop), desto mere utilfreds.
- 2) Type af signal i signalreguleret kryds og type af vige-/stoppligt i prioriteret kryds (og synergieffekt med StopTid): 1-pils og 3-pils signaler er de mest tilfredsstillende typer for bilister. Overkørsel den mest utilfredsstillende type for bilister. Der er også nogen forskel mellem andre typer. For hovedsignal, 1-pils og 3-pils signal er stor forskel i synergieffekt med StopTid, mens denne synergieffekt er meget begrænset for typer af vige-/stoppligt.
- 3) Fodgængere pr. sekund på tværs af tilfartsvej i krydset: Jo flere fodgængere pr. sekund, desto mere utilfreds.
- 4) Alder: Respondenter i den ældre aldersgruppe fra 60-79 år er mere tilfredse end yngre respondenter (18-39 år) og endnu mere tilfredse end midaldrende respondenter (40-59 år).
- 5) Årskørsel: Respondenter, der kører 1-999 km som fører i bil om året, er mere utilfredse end dem der kører 10.000-20.000 om året. Ellers ikke stor forskel i tilfredshed.
- 6) Køn: Kvinder er mere tilfredse end mænd.
- 7) Oversigt mod venstre: Jo dårligere oversigten er mod venstre ved krydset, desto mere utilfredse er respondenter.
- 8) Antal kørespor på tilfartsvejen ved start af videoklip: Jo flere kørespor, desto mere tilfredse bilister.
- 9) Passerede motorkøretøjer pr. sekund: Jo flere motorkøretøjer, der er passeret pr. sekund i videoklipet, desto mere utilfredse bilister.
- 10) Passerede fodgængere pr. sekund: Jo flere fodgængere, der er passeret pr. sekund i videoklipet, desto mere utilfredse bilister.
- 11) Antal kørespor på den "krydsede vej" i krydset: Jo flere kørespor, desto mere utilfredse bilister.
- 12) Krydsende fodgængere pr. sekund i krydset: Jo flere fodgængere, der krydser i krydset pr. sekund i videoklipet, desto mere tilfredse bilister.



- 13) Krydsende cyklister pr. sekund i krydset: Jo flere cyklister/knallertkørere, der krydser i krydset pr. sekund i videoklippen, desto mere utilfredse bilister.
- 14) Skydække: Overskyet himmel er mest utilfredsstillende, mens halvskyet er mere tilfredsstillende end skyfrit.
- 15) Antal kørespor på frafartsvejen ved slut af videoklip: Jo flere kørespor, desto mere tilfredse bilister.

Den første komplekse model, som beskrevet ovenfor med 15 uafhængige variable og en synergieffekt, forklarede ca. 82 % af variationen i fordelingen af svar på de seks svarkategorier. En model med StopTid som eneste uafhængige variabel forklarer ca. 68 %, så de andre variable er af beskeden betydning. De fleste variable, der indgår i den første model, fremtræder logiske, dog er der kraftige korrelationer indbyrdes mellem variablene for trafikflow og mellem variable for trafikflow og StopTid. Der er også kraftig indbyrdes korrelationer mellem variable for antal kørespor. Disse korrelationer medfører, at nogen variable har parameterestimater, der er ulogiske.

Nogle variable er delvist en skelnen mellem prioriterede og signalregulerede kryds, der adskiller sig på flere måder. Variable som type af signal/vige-stoppligt, antal kørespor på tilfartsvej samt oversigt mod venstre er helt eller tæt korreleret til en variabel, der angiver, om det er et prioriteret eller signalreguleret kryds. Parameterestimater for de variable forekommer alle logiske.

Det virker logisk, at længere StopTid skulle give mere utilfredse bilister. StopTid er for alle kryds set under ét mere korreleret til tilfredshed end VenteTid (individue ventetid for bilisten), og meget mere korreleret end rejsehastighed før, i og efter krydset.

Typen af signal og vige-/stoppligt har en betydning for bilistens tilfredshed. Pil-signaler ved svingmanøvrer (signalregulerede kryds havde hovedsignal ved kørsel ligeud) medfører en øget tilfredshed blandt bilister. Hovedsignal er mere tilfredsstillende end vige-/stoppligt. Overkørsel er den mest utilfredsstillende type af alle.

Overraskende indgår Manøvre ikke i den første model for alle kryds. Det synes at skyldes, at Manøvre korrelerer en del med en række andre variable, der indgår i den første model.

Jo mere trafik (fodgængere, cyklister/knallertkørere og motorkøretøjer), der er i krydset eller, der passerer undervejs i videoklippen, desto mere utilfreds er bilisten. Ganske mange variable for trafikflowet indgår i den første model, men flere af dem forekommer at være spuriøse (tilfældig sammenhæng til tilfredshed).

Om man skal svinge til højre eller venstre eller køre ligeud, så har man brug for oversigt til venstre, dog kun hvis man kan svinge til venstre, hvilket ikke var tilfældet i alle signalregulerede kryds, hvorfor oversigt mod venstre var irrelevant i nogle kryds. Det er fuldstændig logisk, at jo dårligere oversigten er til venstre,

desto mere utilfreds er bilisten. Oversigten bliver oftest dårlig eller middelmådig som følge af parkerede motorkøretøjer.

Antal kørespor på tilfartsvej, frafartsvej og den krydsede vej spiller en rolle for tilfredsheden blandt bilister i krydsene. At flere kørespor på til- og frafartsvejen resulterer i mere tilfredse bilister er nok snarere et udtryk for, at veje, der fører ind i signalregulerede kryds, i gennemsnit har flere kørespor end veje, der fører ind i prioriterede kryds (antal kørespor er altså proxy-variable for krydstype). At flere kørespor på den krydsede vej øger utilfredsheden blandt bilister er mere logisk.

Skydække betyder lidt for tilfredsheden, når man betragter alle kryds. Sammenhænge forekommer at være spuriøse (tilfældige), da egentlig blanding fra sollys ikke ser ud til at spille en rolle.

Respondenternes baggrundsoplysninger korrelerer en del med tilfredsheden. De små forskelle, der er i tilfredshedsvurderinger mellem respondenter, kan næsten alle forklares med køn, alder og kørselsomfang. I hovedtræk kan siges, at mænd er mere utilfredse end kvinder, unge og midaldrende er mere utilfredse end ældre, og personer der kører lidt (1-999 km om året) er mere utilfredse end dem med et rimeligt stort kørselsomfang på 10.000-20.000 km om året.

I processen fra første model til de endelige modeller er der udviklet en lang række af modeller. Der er i denne proces frasortet variable, der har været statistisk signifikante. Nogle frasortede variable er "tilfældigt" signifikante (spuriøse), hvilket vil sige, at de tilfældigvis relaterer sig til tilfredsheden, men i virkeligheden ikke påvirker tilfredsheden. Spuriøse variable forekommer ofte, når man forsøger at relatere hundredvis af variable og opererer med et forholdsvis lavt signifikansniveau. Andre variable er frasortet, fordi de korrelerer meget kraftigt med uafhængige variable, der allerede indgår i modellen. Hvis man ikke foretager den frasortering, vil man ofte opnå besynderlige parameterestimater for de uafhængige variable, som korrelerer meget kraftigt med hinanden.

For de mest betydningsfulde variable er det forsøgt med alternative opstillinger af variabelen. Der er forsøgt at beskrive fx eksponentielle og polynomiske sammenhænge foruden simple lineære sammenhænge. Det er forsøgt at opgøre variable i forskellige sæt af kategorier. Det er forsøgt med synergieffekter mellem variable.

Der er udviklet tre endelige logit modeller for bilisters oplevede serviceniveau i alle kryds baseret på vurderinger og data fra alle 70 videoklip inklusive repeatervideoklip. Modellerne er baseret på 2.800 tilfredshedsvurderinger. De tre logit modeller har stigende kompleksitet og er beskrevet i *Figur 11* på næste side. I bilag 4 er de tre logit modeller vist med tilhørende statistisk information. I bilag 4 findes også tre logit modeller, hvor variabelen StopTid er udskiftet med variabelen VenteTid (individuel ventetid i sekunder).

**Model Alle Kryds Stop Logit 1** (AIC=8.405, gns. residual=0,68):

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{bmatrix} \text{meget tilfreds} = 0,0379 \\ \text{noget tilfreds} = 1,2819 \\ \text{lidt tilfreds} = 2,0783 \\ \text{lidt utilfreds} = 2,8976 \\ \text{noget utilfreds} = 4,2334 \end{bmatrix} - 0,0375 \cdot \text{StopTid}$$

**Model Alle Kryds Stop Logit 2** (AIC=7.745, gns. residual=0,38):

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{bmatrix} \text{meget tilfreds} = -0,1512 \\ \text{noget tilfreds} = 1,2477 \\ \text{lidt tilfreds} = 2,1787 \\ \text{lidt utilfreds} = 3,1617 \\ \text{noget utilfreds} = 4,9017 \end{bmatrix} - 0,0461 \cdot \text{StopTid} + \text{Manøvre} \cdot \begin{bmatrix} \text{venstre} = 0,0000 \\ \text{ligeud} = 0,0423 \\ \text{højre} = 0,1011 \end{bmatrix}$$

$$+ \text{VigeSig} \cdot \begin{bmatrix} \text{stoptavle} = 0,0000 \\ \text{hajtænder} = -0,4507 \\ \text{B11haj} = -0,2394 \\ \text{overkørsel} = -2,0174 \\ \text{hoved} = 0,1484 \\ \text{1pil} = 1,1967 \\ \text{3pil} = 1,4124 \end{bmatrix} + \text{StopTid} \cdot \text{VigeSig} \cdot \begin{bmatrix} \text{stoptavle} = 0,00000 \\ \text{hajtænder} = -0,00359 \\ \text{B11haj} = -0,00049 \\ \text{overkørsel} = 0,00038 \\ \text{hoved} = 0,0179 \\ \text{1pil} = -0,00943 \\ \text{3pil} = 0,0121 \end{bmatrix}$$

$$+ \text{StopTid} \cdot \text{Manøvre} \cdot \begin{bmatrix} \text{venstre} = 0,00000 \\ \text{ligeud} = 0,00938 \\ \text{højre} = -0,00469 \end{bmatrix}$$

**Model Alle Kryds Stop Logit 3** (AIC=7.561, gns. residual=0,38):

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{bmatrix} \text{meget tilfreds} = -0,2517 \\ \text{noget tilfreds} = 1,2369 \\ \text{lidt tilfreds} = 2,2113 \\ \text{lidt utilfreds} = 3,2231 \\ \text{noget utilfreds} = 4,9880 \end{bmatrix} - 0,0480 \cdot \text{StopTid} + \text{Manøvre} \cdot \begin{bmatrix} \text{venstre} = 0,0000 \\ \text{ligeud} = 0,0887 \\ \text{højre} = 0,0695 \end{bmatrix}$$

$$+ \text{VigeSig} \cdot \begin{bmatrix} \text{stoptavle} = 0,0000 \\ \text{hajtænder} = -0,6354 \\ \text{B11haj} = -0,2830 \\ \text{overkørsel} = -1,9655 \\ \text{hoved} = 0,0968 \\ \text{1pil} = 1,4044 \\ \text{3pil} = 1,4770 \end{bmatrix} + \text{StopTid} \cdot \text{VigeSig} \cdot \begin{bmatrix} \text{stoptavle} = 0,00000 \\ \text{hajtænder} = -0,00088 \\ \text{B11haj} = 0,00065 \\ \text{overkørsel} = -0,00049 \\ \text{hoved} = 0,0197 \\ \text{1pil} = -0,0144 \\ \text{3pil} = 0,0126 \end{bmatrix}$$

$$+ \text{StopTid} \cdot \text{Manøvre} \cdot \begin{bmatrix} \text{venstre} = 0,00000 \\ \text{ligeud} = 0,00819 \\ \text{højre} = -0,00339 \end{bmatrix} + \text{Køn} \cdot \begin{bmatrix} \text{mand} = 0,0000 \\ \text{kvinde} = 0,2217 \end{bmatrix}$$

$$+ \text{Alder} \cdot \begin{bmatrix} 18 - 39 \text{ år} = -0,1426 \\ 40 - 59 \text{ år} = -0,4501 \\ 60 - 79 \text{ år} = 0,0000 \end{bmatrix} + \text{Kørsel} \cdot \begin{bmatrix} 1 - 999 \text{ km} = -0,6952 \\ 1000 - 4999 \text{ km} = -0,0695 \\ 5000 - 9999 \text{ km} = 0,0990 \\ 10000 - 20000 \text{ km} = 0,3199 \\ \text{over 20000 km} = 0,0000 \end{bmatrix}$$

hvor  $\text{logit}(p)$  = Nyttfunktion for kumulativ logit model,

$a$  = Konstantled,

$\text{StopTid}$  = Individuel stoppetid i sekunder (fra start af første stop til igangsætning efter sidste stop før/i krydset),

$\text{VigeSig}$  = Type af signal for kørt retning/manøvre i signalreguleret kryds eller afmærket/udformet vige- eller stoppligt i prioriteret kryds,

fortsættes på næste side ...

Manøvre = Udført manøvre – venstresving, kørsel ligeud eller højresving,  
 Køn = Respondentens køn,  
 Alder = Respondentens indplacering i tre aldersgrupper, og  
 Kørsel = Antal km respondenter kører som fører af bil om året.

**Figur 11.** Endelige kumulative logit modeller til beregning af svarfordeling på seks svarkategorier for bilister i signalregulerede kryds og på sideveje i prioriterede kryds. Baseret på 70 videoklip fra kryds inklusive repeater-videoklip. AIC er Akaike Information Criterion – jo lavere, desto bedre model. Gennemsnitligt residual for tilfredshedsniveauet.

Set i forhold til den første udviklede model – beskrevet på de forrige sider – indgår ikke fodgængere, cyklister og motorkøretøjer pr. sekund, oversigt mod venstre, antal kørespor og skydække, som variable i de endelige modeller. Det er der flere årsager til:

- Fodgængere pr. sekund: Variablen er af stor betydning for tilfredsheden, men i praksis er det meget tidskrævende at indhente data for variabelen for kryds, hvor bilisters serviceniveau skal beregnes.
- Cyklister pr. sekund: Variablen er af beskeden betydning for tilfredsheden. I praksis vil det i de fleste tilfælde være omkostningsfyldt at indhente data for variabelen for de kryds, hvor bilisters serviceniveau skal beregnes.
- Motorkøretøjer pr. sekund: Variablen er af beskeden betydning for tilfredsheden. Den er udeladt, da den kun påvirker tilfredsheden i et meget lille omfang.
- Oversigt mod venstre: Det er en vigtig variabel for tilfredsheden, men i praksis er det meget tidskrævende / umuligt at indhente data for variabelen for kryds, hvor bilisters serviceniveau skal beregnes.
- Antal kørespor: Variable herfor har en beskeden betydning, og er kraftigt korreleret til krydstype (type af signal og vige-/stoppligt).
- Skydække: Variablen har en beskeden betydning og forekommer at være spuriøs. Kan ikke håndteres i praksis.

I den simple Logit 1 model i *Figur 11* er kun variabelen StopTid medtaget. Logit 1 modellen forklarer ca. 68 % af variationen i tilfredsheden. Det er en betydeligt lavere forklaringskraft end Logit 1 modellen for prioriterede kryds (ca. 77 %), men bedre end Logit 1 modellen for signalregulerede kryds (ca. 64 %). Hvis man opdeler residualerne for Logit 1 modellen i *Figur 11* på prioriterede og signalregulerede kryds, så viser det sig, at residualerne i modellen i *Figur 11* er større end residualerne fra Logit 1 modeller for hhv. prioriterede og signalregulerede kryds. Logit 1 modellen i *Figur 11* er simpelthen dårligere end de tilsvarende Logit 1 modeller i *Figur 7* og *Figur 9*. Det anbefales ikke at gøre brug af Logit 1 modellen i *Figur 11*, da det formodes, at man ved, om et kryds er signalreguleret eller ej.

Den mere komplekse Logit 2 model i *Figur 11* indeholder variable, der beskriver manøvre og typer af signaler og vige-/stoppligt i krydset. Her indgår også variable for synergieffekter mellem StopTid og Manøvre, og mellem StopTid og VigeSig.

Logit 2 modellen forklarer ca. 76 % af variationen i tilfredsheden, og resulterer i residualer, der er ca. 44 % mindre end ved Logit 1 modellen. Logit 2 modellen i *Figur 11* er dog også dårligere end Logit 2 modeller i *Figur 7* og *Figur 9*. Igen, anbefales det ikke at gøre brug af Logit 2 modellen i *Figur 11*, da det formodes, at man ved om et kryds er signalreguleret eller ej.

Den komplekse Logit 3 model i *Figur 11* indeholder foruden variable om StopTid, Manøvre og VigeSig også variable om respondenter. Her indgår således variable for køn, alder og kørselsomfang for respondenter. Kvinder er mere tilfredse end mænd. Ældre er mere tilfredse end yngre og midaldrende respondenter. Respondenter, der kører 1-999 km pr. år, er mere utilfredse end dem, som kører 10.000-20.000 km om året. Logit 3 modellen forklarer ca. 79 % af variationen i tilfredsheden og resulterer samme residualer som ved Logit 2 modellen.

Det skal nævnes, at variabelen Manøvre ikke er statistisk signifikant i Logit 2 og 3 modellerne i *Figur 11*, men at synergieffekten mellem StopTid og Manøvre er signifikant i begge modeller.

Der er udviklet to traditionelle lineære modeller, hvor det gennemsnitlige tilfredshedsniveau modelleres frem for tilfredsheden fordelt på seks svarkategorier, som modelleres i logit modeller. De to lineære modeller er vist i *Figur 12* og indeholder de samme variable som Logit 1 og 2 modellerne i *Figur 11*.

---

**Model Alle Kryds Stop Gns 1** (AIC=172,1, gns. residual=0,67):

$$TN_{gns} = 1,8302 + 0,0288 \cdot StopTid$$

**Model Alle Kryds Stop Gns 2** (AIC=135,8, gns. residual=0,38):

$$TN_{gns} = 2,1267 + 0,0432 \cdot StopTid + Man \cdot \begin{bmatrix} \text{venstre} = 0,0000 \\ \text{ligeud} = -0,3291 \\ \text{højre} = -0,2529 \end{bmatrix} + StopTid \cdot Man \cdot \begin{bmatrix} \text{venstre} = 0,0000 \\ \text{ligeud} = -0,0025 \\ \text{højre} = 0,0032 \end{bmatrix}$$

$$+ VigeSig \cdot \begin{bmatrix} \text{stoptavle} = 0,0000 \\ \text{hajtænder} = 0,2641 \\ B11haj = 0,0809 \\ \text{overkørsel} = 1,6318 \\ \text{hoved} = -0,1124 \\ 1pil = -0,7863 \\ 3pil = -0,7486 \end{bmatrix} + StopTid \cdot VigeSig \cdot \begin{bmatrix} \text{stoptavle} = 0,0000 \\ \text{hajtænder} = -0,0074 \\ B11haj = -0,0116 \\ \text{overkørsel} = -0,0221 \\ \text{hoved} = -0,0241 \\ 1pil = -0,0049 \\ 3pil = -0,0222 \end{bmatrix}$$

hvor  $TN_{gns}$  = Gennemsnitligt tilfredshedsniveau,

StopTid = Individuel stoppetid i sekunder (fra start af første stop til igangsætning efter sidste stop før/i krydset),

VigeSig = Type af signal for kørt retning/manøvre i signalreguleret kryds eller afmærket/udformet vige-/stoppligt i prioriteret kryds, og

Man = Udført manøvre – venstresving, kørsel ligeud eller højresving.

---

**Figur 12.** Endelige traditionelle lineære modeller til beregning af gennemsnitligt tilfredshedsniveau for bilister i signalregulerede kryds og på sideveje i prioriterede kryds. Baseret på 70 videoklip fra kryds inklusive repeater-videoklip. AIC er Akaike Information Criterion – jo lavere, desto bedre model. Gennemsnitligt residual for tilfredshedsniveauet.

I bilag 5 er de to traditionelle lineære modeller fra *Figur 12* vist med tilhørende statistisk information. I bilag 5 findes også to andre traditionelle lineære modeller, hvor variabelen StopTid er udskiftet med variabelen VenteTid (individuel ventetid i sekunder).

For modeller i *Figur 12* bør nævnes, at variabelen Manøvre og variabelen for synergieffekten mellem StopTid og Manøvre ikke er statistisk signifikante. Gns 1 og 2 modellerne resulterer i omtrent samme residualer som Logit 1 og 2 modellerne.

Ved brug af Gns 1 modellen bliver  $TN_{\text{gns}} = 1,8302$  (noget tilfredse), når StopTid er 0 sekunder.  $TN_{\text{gns}}$  øges med 1, når StopTid øges med ca. 35 sekunder. Alle bilister vil være meget utilfredse ( $TN_{\text{gns}} = 6$ ), når StopTid er 145 sekunder.

Gns 2 modellen i *Figur 12* viser, at de mest tilfredse bilister, er dem som svinger til højre på 1-pils signal uden at stoppe (i signalregulerede kryds). For dem er  $TN_{\text{gns}} = 1,0875$  (de fleste er meget tilfredse).

Modellerne i *Figur 11* og *Figur 12* er betydeligt dårligere til at estimere bilisters oplevede tilfredshed i kryds end de tilsvarende modeller for prioriterede kryds i *Figur 7* og *Figur 8* og tilsvarende modeller for signalregulerede kryds i *Figur 9* og *Figur 10*. Det anbefales ikke at gøre brug af modeller i *Figur 11* og *Figur 12*.

## 4. Serviceniveau og brugbare modeller

Tidligere studier af fodgængeres, cyklisters og bilisters oplevede serviceniveau har benyttet samme metodik, som er anvendt i nærværende undersøgelse af bilisters oplevede serviceniveau i kryds (Jensen, 2006; Jensen, 2011; Jensen, 2016; Jensen, 2018). Videoklip optaget af en fodgænger, cyklist eller bilist blev fremvist for respondenter, der skulle vurdere deres tilfredshed på samme 6-punktsskala som i nærværende undersøgelse. For at kunne sammenligne serviceniveauet på tværs af transportformer anvendes samme serviceniveaubegreb for bilister som for fodgængere og cyklister.

### 4.1 Kommunikérbart serviceniveaubegreb

At angive tilfredshedsniveau blot med et gennemsnitstal eller en svarfordeling er ikke særlig god kommunikation. God kommunikation forudsætter, at modtageren fuldt ud forstår budskabet. Derfor defineres en entydig relation mellem gennemsnitstal / svarfordeling og et letforståeligt begrebsapparat. Dette begrebsapparat handler grundlæggende om at give karakterer ligesom ved en eksamen. Jo flere karakterniveauer, desto vanskeligere er det at forstå den enkelte karakter.

Til beskrivelse af serviceniveau opererer man typisk med en 6-punktsskala fra A til F, hvor A er det bedste serviceniveau, altså den bedste karakter. Denne skala har store ligheder med karakterer i danske skoler. For det klassiske serviceniveau, der alene tager udgangspunkt i middelforsinkelse, er der en klar og entydig grænse mellem E og F, da trafikken bryder sammen ved denne grænse. F betyder også "ikke bestået" ved eksamensbordet.

I nogle amerikanske undersøgelser af bilisters oplevede serviceniveau er respondenter instrueret i, at en specifik grænse mellem to vurderingskarakterer bør repræsentere trafiksammenbrud. I nærværende undersøgelse er denne form for instruktion ikke udført, og respondenter har selv indplaceret trafiksammenbrud på vurderingsskalaen.

Som nævnt benyttes samme metodik i nærværende undersøgelse som i tidligere danske undersøgelser for at opnå et sammenligneligt serviceniveau på tværs af transportformer, vej- og krydstyper. Derfor anvendes en "demokratisk" metode til at sætte grænser, idet vi "lader flertallet bestemme". Når 50 procent eller flere er meget tilfredse, så sættes det lig serviceniveau A. Og så fremdeles.

Kender man kun det gennemsnitlige tilfredshedsniveau, og ikke tilfredsheden fordelt på svarkategorier, er man nødt til at kende grænserne ud for et tilfredshedsniveau. Den simple måde at opdele skalaen for tilfredshedsniveau i serviceniveau efter "flertallet bestemmer" er ved at inddele skalaen i seks lige store portioner.

Derved fås følgende grænser: 1,83 – 2,67 – 3,50 – 4,33 – 5,17, hvor over 50 % i udgangspunktet er ”meget tilfredse”, når tilfredshedsniveauet er under 1,83. Det er næsten de samme grænser, der fås, når der ses på, hvordan respondenter reelt har udført deres tilfredshedsvurderinger. I *Tabel 13* er vist den anvendte opdeling i serviceniveauer i nærværende undersøgelse:

Definition på oplevet serviceniveau for bilister i kryds			Gennemsnitligt tilfredshedsniveau
Tegn	Beskrivelse	Respondenters vurdering	
<b>A</b>	Meget tilfreds	Mindst 50 % er meget tilfredse	< 1,86
<b>B</b>	Noget tilfreds	Mindst 50 % er noget tilfredse eller meget tilfredse	≥ 1,86 og < 2,78
<b>C</b>	Lidt tilfreds	Mindst 50 % er lidt tilfredse eller mere tilfredse	≥ 2,78 og < 3,48
<b>D</b>	Lidt utilfreds	Mindst 50 % er lidt utilfredse eller mere tilfredse	≥ 3,48 og < 4,16
<b>E</b>	Noget utilfreds	Mindst 50 % er noget utilfredse eller mere tilfredse	≥ 4,16 og < 5,23
<b>F</b>	Meget utilfreds	Mindst 50 % er meget utilfredse	≥ 5,23

*Tabel 13. Undersøgelsens definition på bilisters oplevede serviceniveau i kryds i relation til gennemsnitligt tilfredshedsniveau.*

Planlæggerens værktøj er altså 6 serviceniveauer fra A til F. Når serviceniveauet er A, så er over halvdelen af trafikanterne meget tilfredse med vejen, og så fremdeles. Serviceniveauet er A, når det beregnede tilfredshedsniveau er under 1,86.

Det er muligt, at serviceniveaubegrebet i *Tabel 13* forekommer lidt for teknisk for bilister. Men serviceniveauskalaen ovenfor er faktisk let at opfatte, fordi grænser mellem serviceniveauer kan oversættes til en ventetid. Det er dog forskelligt, hvor meget ventetiden påvirker serviceniveauet for de enkelte krydstyper, manøvrer samt typer af vige-/stoppligt og signal. Men generelt – jo længere ventetiden er, desto mere utilfreds er respondenter.

## 4.2 Brugbare modeller

De traditionelle lineære modeller i afsnit 3.4 beskriver ikke bilisters tilfredshed så detaljeret, som logit modeller i afsnit 3.4. Derfor anbefales det at anvende de endelige logit modeller, selvom de traditionelle lineære modeller har lidt lavere residualer i nogle tilfælde end tilsvarende logit modeller med de samme variable. Det anbefales at anvende Logit 1 og 2 modeller for hhv. prioriterede og signalregulerede kryds, og disse kan være med enten variabelen VenteTid eller variabelen StopTid. Logit modeller, hvor alle kryds har indgået som observationer, anbefales ikke at blive anvendt på grund af store residualer. Logit 3 modellerne med variable om respondenter anbefales heller ikke anvendt, da en personprofil på bilister ofte er ukendt.

For kryds kan der mangle data om ventetid eller stoppet tid opdelt på manøvre og tidsrum henover dagen/ugen. Data om ventetid (forsinkelse) eller stoppet tid kan ofte genereres ved brug af beregnings- eller simuleringsprogrammer. Det er



tilstrækkeligt at få gennemsnitlig ventetid (middelforsinkelse) eller stoppet tid for bilister over et længere tidsrum fx en myldretid, en time, osv. Data om tilladte og mulige manøvre samt type af vige-/stoppligt og signal forefindes oftest eller kan meget hurtigt indsamles fx via Google Street View.

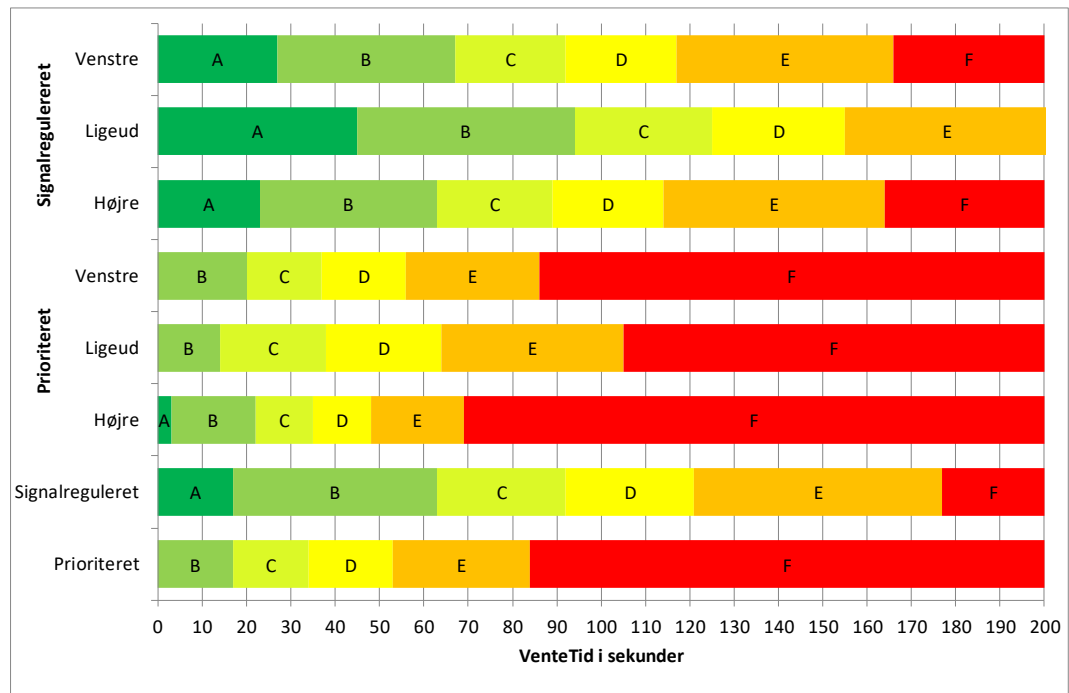
Konkret anbefales, at modellerne benyttes i følgende rangordnede rækkefølge:

1. Model Prioriteret Kryds Vente Logit 2 og model Signalreguleret Kryds Stop Logit 2 (forkortet hhv. **Prio Vente 2** og **Signal Stop 2**): Dette er de foretrukne modeller. Data om krydstype, ventetid/stoppet tid, manøvre samt type af vige-/stoppligt og signal skal angives.
2. Model Prioriteret Kryds Stop Logit 2 og model Signalreguleret Kryds Vente Logit 2 (forkortet hhv. **Prio Stop 2** og **Signal Vente 2**): Dette er de foretrukne modeller næst efter dem under punkt 1. Data om krydstype, ventetid/stoppet tid, manøvre samt type af vige-/stoppligt og signal skal angives.
3. Model Prioriteret Kryds Vente Logit 1 og model Signalreguleret Kryds Stop Logit 1 (forkortet hhv. **Prio Vente 1** og **Signal Stop 1**): Disse simple modeller kræver kun, at data om krydstype og ventetid/stoppet tid angives.
4. Model Prioriteret Kryds Stop Logit 1 og model Signalreguleret Kryds Vente Logit 1 (forkortet hhv. **Prio Stop 1** og **Signal Vente 1**): Disse simple modeller kræver kun, at data om krydstype og ventetid/stoppet tid angives.

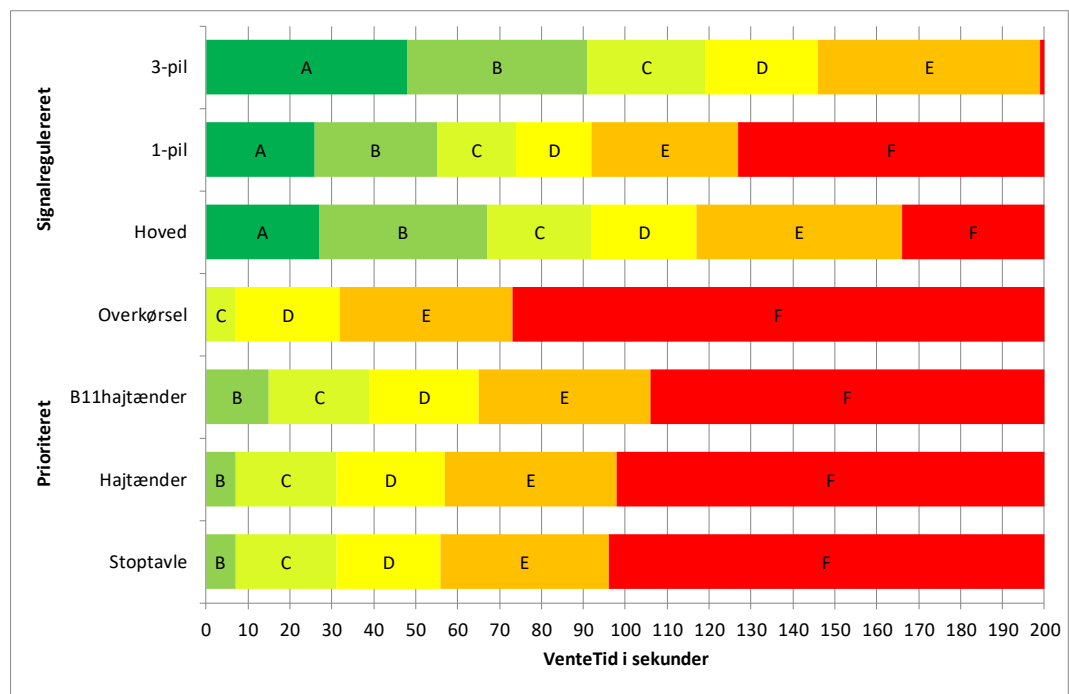
Det udarbejdede IT-værktøj gør brug af den ovenfor angivne rangordnede brug af logit modeller, dog vælges altid en model, hvor VenteTid indgår, hvis der inddateres tal for VenteTid. Hvis man ønsker at benytte en model, hvor StopTid indgår, så skal man altså undlade at inddatere tal for VenteTid.

Modellerne er kun gyldige i dagslys (kan oversættes til kl. 6-18) og uden nedbør. Derudover er de kun gyldige for prioriterede og signalregulerede 3- og 4-benede kryds uden vejarbejde og med godt vedligeholdelsesniveau, hvilket vil sige jævn asfalt, tydelige afmærkninger og tavler. Modellerne gælder for situationer uden køretøjer under udrykning, uden havarerede eller forulykkede køretøjer og uden hasarderede manøvrer. De anbefalede modeller er beskrevet i bilag 4.

Af *Figur 13* på næste side ses, at der med brug af model Prio Vente 1 ikke kan opnås serviceniveau A i prioriterede kryds. Med modellen Prio Vente 2 kan der godt opnås serviceniveau A i prioriterede kryds, men kun for visse manøvrer og typer af vige-/stoppligt. Serviceniveauet i de prioriterede kryds er dårligere end i signalregulerede kryds, når ventetiden er ens. Dog kan serviceniveau godt være ganske dårligt selv ved korte ventetider i signalregulerede kryds, når der er en uheldig kombination af manøvre og type af signal. Serviceniveauet er typisk bedre ved kørsel ligeud i både prioriterede og signalregulerede kryds set i forhold til serviceniveauet ved højresving og venstresving ved samme ventetid.



Figur 13. Serviceniveauet afhængig af VenteTid og manøvre i hhv. prioriterede og signalregulerede kryds. For de to nederste resultater er anvendt modellerne Prio Vente 1 og Signal Vente 1, mens der for de øverste resultater er anvendt modellen Prio Vente 2, hvor vige-/stoppligt er angivet til B11-hajtænder, og modellen Signal Vente 2, hvor signal er angivet til hovedsignal.



Figur 14. Serviceniveauet afhængig af VenteTid og type af vige-/stoppligt ved kørsel ligeud i prioriterede kryds samt af type af signal ved venstresving i signalregulerede kryds.

Af *Figur 14* ses, at der i signalregulerede kryds ved venstresving opnås det bedste serviceniveau (når ventetiden er ens), når der er 3-pils signal (bundet venstresving), mens det dårligste serviceniveau fås med 1-pils signal. I prioriterede kryds ved kørsel ligeud fås det dårligste serviceniveau med en overkørsel (når ventetid er ens), mens det bedste serviceniveau opnås med hjåttænder og B11-tavler. Dette illustrerer, at type af vige-/stoppligt og signal har en vis betydning for det oplevede serviceniveau blandt bilister i kryds.

#### 4.3 Modeller og IT-værktøj i praksis

Det vil være meget tidskrævende, hvis serviceniveau, tilfredshedsniveau og tilfredshed på seks kategorier skulle beregnes manuelt kryds for kryds, krydsben for krydsben, manøvre for manøvre, og time for time. Derfor er der opstillet et let anvendeligt IT-værktøj, et Excel regneark der kan foretage alle beregningerne.

Det udviklede IT-værktøj – et Excel-regneark – er enkelt og består af fem dele. Del 1 er forudsætninger for beregninger og definition af data, der indgår i beregninger. Del 1 er angivet i arket ”Forudsætninger og definitioner”. I del 2 kan en identifikation af krydset fx vejnavne og kilometreringer angives. Der kan angives, hvilke krydsben, manøvrer og tidsrum beregninger gælder for, se *Figur 15*.

Bilisters oplevede serviceniveau i kryds								
Kryds - identifikation						Beregning gælder for ...		
Nr	Vej1		Vej2		Krydsben	Manøvre	Tidsrum	
	Vejnavn/-nummer	Kilometrering KM	METER	Kilometrering Vej2				
1								
2								
3								

**Figur 15.** Inddatering af oplysninger til identificering af kryds og beregningsresultat i IT-værktøj.

Data til beregning						
Krydstype	VenteTid (gennemsnit)	StopTid (gennemsnit)	Manøvre	Type af vige-/stoppligt	Type af signal	
(Prioriteret/Signalreguleret)	(sekunder)	(sekunder)	(Højre/Ligeud/Venstre)	(Stoptavle/Hajtænder/B11hajtænder/Overkørsel)	(Hoved/1-pil/3-pil)	
			Højre Ligeud Venstre			

**Figur 16.** Inddatering af data til beregning af bilisters oplevede serviceniveau i kryds i IT-værktøj.

I del 3 kan data, der bruges til at beregne tilfredshed og serviceniveau, inddateres, se *Figur 16*. Angives en alt for høj værdi eller alt for lav værdi eller noget forkert, så bliver man bedt om at indtaste noget andet. For oplysningerne om krydstype, manøvre og type af vige-/stoppligt og signal gives valgmuligheder i rullemenuer.

Resultater								
Anvendt model	SERVICE-NIVEAU A-F	TILFREDSHED: NIVEAU OG FORDELT PÅ KATEGORIER						
		Niveau	Meget tilfreds	Noget tilfreds	Lidt tilfreds	Lidt utilfreds	Noget utilfreds	Meget utilfreds
Prio Vente 2	C	2,79	15%	32%	24%	17%	9%	2%
Signal Stop 2	B	2,12	39%	33%	14%	8%	5%	1%

Figur 17. Resultater af beregninger i IT-værktøj.

I del 4 ses resultater om serviceniveau, tilfredshedsniveau og tilfredshed, se Figur 17. Her kan man også se, hvilken model, der er anvendt til at beregne resultaterne. Formler mv. er beskyttet, så man ikke kommer til at slette trin i beregningerne. Men det er muligt at kopiere resultater til andre regneark o. lign.

I den sidste del 5 er de anvendte data angivet for hver enkelt variabel, der indgår i de udførte modelberegninger, se Figur 18.

Anvendte data - for de enkelte variable					
Krydstype	VenteTid	StopTid	Manøvre	Type af vige-/stoppligt	Type af signal
Prioriteret	15,0		Venstre	Hajtænder	
Signalreguleret		30,0	Højre		Hoved

Figur 18. Anvendte data for variable i beregninger i IT-værktøj.

## 5. Konklusion

I nærværende rapport er anvendt et let forståeligt serviceniveaubegreb. Begrebet bygger videre på det serviceniveaubegreb, der er anvendt i tidligere undersøgelser af oplevet serviceniveau i vejtrafik for fodgængere, cyklister og bilister. Serviceniveauet er baseret på den oplevede tilfredshed, og det kan sammenlignes på tværs af transportformer, vej- og krydstyper. Begrebet indeholder seks serviceniveauer og kan anvendes i trafikplanlægningen og i kommunikationen til trafikanter.

I undersøgelsen, der ligger til grund for nærværende rapport, har 80 respondenter udtrykt deres tilfredshed som fører af en personbil i 20 prioriterede kryds og 30 signalregulerede kryds. Der er anvendt en pålidelig, valideret metode, hvor respondenter ser et videoklip på 23-148 sekunder af krydset optaget fra en kørende personbil, og efterfølgende tilkendegiver sin tilfredshed ved afkrydsning i én af seks svarkategorier. Der er anvendt 70 videoklip, heraf 28 fra prioriterede kryds og 42 fra signalregulerede kryds. I prioriterede kryds foretager den videooptagende personbil venstresving, kørsel ligeud eller højresving fra sidevejen. I signalregulerede kryds foretages også venstresving, kørsel ligeud eller højresving.

Analyserne af data for respondenternes tilfredshed samt kryds, trafik og omgivelser viser, at den oplevede tilfredshed i kryds kan sættes på formel. Faktisk kan man med oplysninger om ventetid eller stoppet tid få gode overslag på, hvor tilfredse bilister er, når de færdes gennem prioriterede og signalregulerede kryds. Yderligere oplysninger om manøvre og type af vige-/stoppligt og signal kan give mere præcise overslag på tilfredsheden.

I bilag 4 findes formler – modeller til beregning af bilisters oplevede tilfredshed. Modellerne er gyldige for prioriterede og signalregulerede kryds under følgende forhold: Dagslys, ingen nedbør, ingen vejarbejde, godt vedligeholdelsesniveau dvs. jævn asfalt, tydelige afmærkninger og tavler. Modellerne gælder for situationer uden køretøjer under udrykning, uden havarede eller forulykkede køretøjer, uden hasarderede manøvrer og biler i ekstrem høj fart. Modeller kan ikke bruges til at beskrive serviceniveauet i rundkørsler, 2-planskryds, jernbaneoverkørsler og signalregulerede fodgængerovergange.

Analyserne har vist, at ventetiden (forsinkelsen) eller stoppet tid har en særdeles stor betydning for bilisters tilfredshed i kryds. Jo længere ventetid, desto mere utilfredse er bilister. Men ventetid opleves forskelligt, og derfor har den en forskellig indvirkning på tilfredsheden afhængig af hvilken manøvre, der foretages i krydset, og hvilken type af signal der er i signalregulerede kryds. Det er fx mere utilfredsstillende at vente for højresving end at vente for kørsel ligeud. Manøvre samt type af vige-/stoppligt og signal har dog også selvstændig indvirkning på bilisters tilfredshed i kryds.

Der er også fundet andre variable, som har en indvirkning på bilisters tilfredshed i kryds. I prioriterede kryds er det oversigt mod venstre set fra sidevej, jo dårligere oversigt, desto mere utilfredse bilister. Antallet af fodgængere og motorkøretøjer i krydset pr. sekund påvirker også tilfredsheden, jo mere trafik i det prioriterede kryds, desto mere utilfredse bilister. Der er tendenser til, at mange parkerede biler og ind-/udkørsler på sidevejen kan øge utilfredsheden i det prioriterede kryds. I de signalregulerede kryds påvirker også antallet af fodgængere, cyklister og motorkøretøjer tilfredsheden, jo mere trafik pr. sekund, desto mere utilfredse bilister. På tilfartsvejen medfører flere parkerede biler og busstoppesteder også en dårligere tilfredshed i signalregulerede kryds. Endelig er der en svag tendens til, at dårlig oversigt ligeud kan gøre bilister mere utilfredse ved venstresving i signalregulerede kryds.

Analyserne har tillige vist, at tilfredshedsniveauet afhænger af respondentens køn, alder og kørselsomfang. Der er modeller i bilag 4, hvor variable for disse forhold er medtaget og modeller, hvor forhold om respondenter er udeladt. Det anbefales at anvende modeller, hvor forhold om respondenter er udeladt, da resultater af modelberegninger ikke bliver mere pålidelige ved at lade variable for respondentens alder, køn og kørselsomfang indgå.

I undersøgelsen ser det ud til, at respondenter blev trætte, og det påvirkede deres tilfredshedsvurdering for de sidste videoklip før pausen i negativ retning. Træthed har dog ingen indflydelse på modellering af tilfredshed, da videoklip er vurderet i tilfældig rækkefølge. Data tyder på, at nogle respondenter har haft vanskeligheder med at foretage tilfredshedsvurdering af test-videoklip, men at de vanskeligheder er forsvundet ved vurdering af almindelige videoklip. Vurderinger af test-videoklip indgår ikke i modellering af tilfredsheden. Det konkluderes derfor, at den udtrykte tilfredshed med krydsene er et udtryk alene baseret på respondenters præferencer, og upåvirket af træthed og startvanskeligheder.

## Referencer

FGSV (2015): *Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen*. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, Tyskland.

Jensen, S. U. (2018): *Bilisters oplevede serviceniveau på strækninger af by- og landeveje*. Trafitec.

Jensen, S. U. (2016): *Bilisters oplevede serviceniveau på motorveje*. Trafitec.

Jensen, S. U. (2014): *Bilisters oplevede serviceniveau – Fase 3: Metodeudvikling og tilrettelæggelse af konkret studie af bilisters oplevede serviceniveau*. Trafitec.

Jensen, S. U. (2011): *Fodgængeres og cyklisters oplevede serviceniveau i kryds*. Trafitec.

Jensen, S. U. (2010): *Prøvekørsler til identificering af betydende faktorer i trafikmiljøet for bilisters oplevede serviceniveau*. Trafitec.

Jensen, S. U. (2008): *Bilisters oplevede serviceniveau – Et litteraturstudium*. Trafitec.

Jensen, S. U. (2006): *Fodgængeres og cyklisters oplevede serviceniveau på vejstrækninger*. Trafitec.

TRB (2016): *Highway Capacity Manual*. 6. udgave, Transportation Research Board, Washington, D. C., USA.

Vejdirektoratet (2019): *Håndbog Kapacitet og Serviceniveau*. Vejregler, Vejdirektoratet, København, Danmark.

## Bilag 1. Kryds

I det følgende er vist en række oplysninger om samtlige videoklip fra prioriterede kryds og signalregulerede kryds, der har indgået i undersøgelsen.

I de to tabeller på de næste sider er anvendt en række forkortelser. Disse står for:

Nr. = Nummer for videoklip – denne nummerering er også anvendt i bilag 2.

VenteTid = Individuel ventetid i sekunder.

StopTid = Individuel stoppetid i sekunder.

Manøvre = Udført manøvre – venstre = venstresving, ligeud = kørsel ligeud, og højre = højresving.

Type af vige-/stoppligt = Aktuel udformning af vige- eller stoppligt for udført manøvre – stoplinje = stoptavler og stoplinje, hjagtænder = hjagtænder, B11hajtænder = hjagtænder og B11-tavler, og overkørsel = overkørsel.

Type af signal = Den aktuelle signal for den udførte manøvre – hoved = hovedsignal, 1pils = 1-lys pilsignal, og 3pils = 3-lys pilsignal.

Tilfredshedsniveau = Gennemsnitligt (nominelt) tilfredshedsniveau.

Nr.	Kommune	Tilfartsvej (vejnavn)	Tværvej (vejnavn)	VenteTid (sek.)	StopTid (sek.)	Manøvre	Type af vige- /stoppligt	Tilfreds- hedsniveau
V11	Køge	Gammerødvej	Ryeskovvej	0,00	0,00	Ligeud	Stoplinje	1,71
V11R	Køge	Gammerødvej	Ryeskovvej	27,36	27,36	Ligeud	Stoplinje	3,03
V2h	Herlev	Peberhaven	Persillehaven	0,00	0,00	Højre	B11hajtænder	1,49
V3v	Faxe	Gammelbyvej	Køgevej	0,00	0,00	Venstre	B11hajtænder	1,77
V3vR	Faxe	Gammelbyvej	Køgevej	16,80	14,52	Venstre	B11hajtænder	2,59
V4h	Faxe	Alslevvej	Stevnsvej	0,00	0,00	Højre	Stoplinje	1,36
V51	Københavns	Katholmvej	Jyllingevej	4,36	0,00	Ligeud	Overkørsel	3,49
V61	Tårnby	Hørby Alle	Englandsvej	13,76	13,76	Ligeud	Overkørsel	3,27
V61R	Tårnby	Hørby Alle	Englandsvej	82,24	82,24	Ligeud	Overkørsel	5,62
V7h	Næstved	Herlufillevej	Suså Landevej	8,60	8,60	Højre	B11hajtænder	2,46
V81	Halsnæs	Industrivej	Hundestedvej	16,68	16,68	Ligeud	B11hajtænder	3,00
V9v	Københavns	Egelykkevej	Jyllingevej	14,96	11,36	Venstre	Overkørsel	4,22
V9vR	Københavns	Egelykkevej	Jyllingevej	124,56	122,36	Venstre	Overkørsel	5,92
V10h	Lejre	Gøderupvej	Hovedvejen	30,92	27,48	Højre	B11hajtænder	2,95
V11h	Roskilde	Eget Bo	Ringstedvej	30,04	30,04	Højre	B11hajtænder	3,00
V11hR	Roskilde	Eget Bo	Ringstedvej	0,00	0,00	Højre	B11hajtænder	1,56
V12v	Hillerød	Kildemosevej	Amtsvejen	36,76	35,88	Venstre	B11hajtænder	3,54
V131	Høje-Taastrup	Stærkendevej	Brandhøjgårdsvej	34,48	32,96	Ligeud	Stoplinje	3,56
V131R	Høje-Taastrup	Stærkendevej	Brandhøjgårdsvej	3,36	2,48	Ligeud	Stoplinje	2,24
V14v	Københavns	Holcks Plads	Frederikssundsvej	46,44	39,28	Venstre	Overkørsel	4,41
V151	Gentofte	Juul Steens Alle	Bernstorffsvej	27,60	22,48	Ligeud	Hajtænder	3,36
V16v	Københavns	Ridder Stigs Vej	Amager Strandvej	79,36	78,44	Venstre	Hajtænder	4,79
V171	Gentofte	Birkehøj	Tuborgvej	95,40	95,16	Ligeud	Overkørsel	5,29
V18h	Københavns	Parmagade	Amagerbrogade	35,64	35,64	Højre	Hajtænder	4,07
V18hR	Københavns	Parmagade	Amagerbrogade	0,24	0,08	Højre	Hajtænder	2,10
V191	Hillerød	Nordhøjvej	Herredsvejen	61,20	58,44	Ligeud	Stoplinje	3,85
V191R	Hillerød	Nordhøjvej	Herredsvejen	20,88	20,88	Ligeud	Stoplinje	2,69
V20v	Lejre	Kumlehusvej	Hovedvejen	112,40	112,40	Venstre	B11hajtænder	5,59

**Tabel 14.** Prioriterede kryds, hvorfra de i alt 28 videoklip er optaget.



Nr.	Kommune	Tilfartsvej (vejnavn)	Tværvvej (vejnavn)	VenteTid (sek.)	StopTid (sek.)	Manøvre	Type af signal	Tilfreds- hedsniveau
S11	Glostrup	Jyllingevej	Motoring 3	0,00	0,00	Ligeud	Hoved	1,41
S2h	Københavns	Rovsingsgade	Tagensvej	0,00	0,00	Højre	1pils	1,51
S3v	Glostrup	Jyllingevej	Nordre Ringvej	0,00	0,00	Venstre	3pils	1,51
S4h	Gladsaxe	Novembervej	Mørkhøjvej	0,00	0,00	Højre	Hoved	1,59
S4hR	Gladsaxe	Novembervej	Mørkhøjvej	36,12	31,00	Højre	Hoved	1,95
S5v	Helsingør	Esrumvej	Hornbækvej	0,00	0,00	Venstre	1pils	1,29
S5vR	Helsingør	Esrumvej	Hornbækvej	33,32	25,28	Venstre	1pils	1,74
S6l	Gentofte	Bernstorffsvej	Tuborgvej	4,48	0,00	Ligeud	Hoved	1,56
S6lR	Gentofte	Bernstorffsvej	Tuborgvej	39,64	28,64	Ligeud	Hoved	1,67
S7h	Gentofte	Vangedevej	Brogårdsvej	1,48	0,00	Højre	3pils	1,41
S8h	Brøndby	Søndre Ringvej	Sydgårdsvej	6,84	0,00	Højre	3pils	1,18
S8hR	Brøndby	Søndre Ringvej	Sydgårdsvej	95,48	83,56	Højre	3pils	3,29
S9l	Københavns	Mørkhøjvej	Frederikssundsvej	21,60	10,56	Ligeud	Hoved	2,08
S9lR	Københavns	Mørkhøjvej	Frederikssundsvej	67,00	56,20	Ligeud	Hoved	2,37
S10v	Lejre	Hvalsøvej	Hovedvejen	24,08	16,64	Venstre	Hoved	2,05
S11h	Rødovre	Roskildevej	Tårnvej	31,00	21,24	Højre	Hoved	1,79
S12v	Gladsaxe	Gladsaxe Møllevvej	Klausdalsbrovej	4,08	0,00	Venstre	Hoved	1,44
S12vR	Gladsaxe	Gladsaxe Møllevvej	Klausdalsbrovej	36,84	26,48	Venstre	Hoved	1,51
S13l	Egedal	Frederikssundsvej	Hovevej	14,76	1,88	Ligeud	Hoved	1,32
S14v	Herlev	Herlev Hovedgade	Engløbet	18,08	9,76	Venstre	Hoved	3,03
S15v	Roskilde	Køgevej	Søndre Ringvej	44,84	36,68	Venstre	3pils	1,64
S15vR	Roskilde	Køgevej	Søndre Ringvej	0,00	0,00	Venstre	3pils	1,17
S16l	Herlev	Herlev Hovedgade	Vindebyvej	43,96	37,16	Ligeud	Hoved	1,69
S17v	Frederiksberg	Pile Alle	Roskildevej	38,72	37,16	Venstre	Hoved	4,02
S18l	Lejre	Hovedvejen	Højbyvej	39,56	28,16	Ligeud	Hoved	1,51
S19h	Roskilde	Søndre Ringvej	Ringstedvej	46,96	40,44	Højre	1pils	2,71
S20h	Københavns	Østerbrogade	Nøjsomhedsvej	32,84	22,68	Højre	Hoved	2,54
S20hR	Københavns	Østerbrogade	Nøjsomhedsvej	4,00	0,76	Højre	Hoved	3,10
S21h	Lyngby-Taarbæk	Kongevejen	Frederiksdalsvej	35,60	28,04	Højre	Hoved	1,69
S22l	Københavns	Amager Boulevard	Ørestads Boulevard	57,40	49,24	Ligeud	Hoved	2,05
S22lR	Københavns	Amager Boulevard	Ørestads Boulevard	0,00	0,00	Ligeud	Hoved	1,31
S23v	Gladsaxe	Gladsaxe Ringvej	Dynamovej	73,84	67,76	Venstre	1pils	4,18
S24l	Københavns	Amagerbrogade	Tingvej	43,60	40,56	Ligeud	Hoved	3,37
S25h	Rudersdal	Hørsholm Kongevej	Kongevejen	98,04	92,56	Højre	Hoved	3,76
S25hR	Rudersdal	Hørsholm Kongevej	Kongevejen	9,24	0,00	Højre	Hoved	1,85
S26h	Københavns	Vasbygade	Havneholmen	90,32	78,96	Højre	Hoved	3,66
S27v	Københavns	Lyngbyvej	Jagtvej	78,12	70,76	Venstre	3pils	2,95
S28l	Ballerup	Ring 4	Industriparken	68,44	66,96	Ligeud	Hoved	2,31
S29l	Københavns	Frederiksborggade	Nørre Farimagsgade	53,00	43,36	Ligeud	Hoved	2,46
S29lR	Københavns	Frederiksborggade	Nørre Farimagsgade	4,40	0,00	Ligeud	Hoved	2,44
S30v	Københavns	Grønningen	Øster Voldgade	100,64	89,40	Venstre	Hoved	4,61
S30vR	Københavns	Grønningen	Øster Voldgade	10,00	7,48	Venstre	Hoved	3,15

Tabel 15. Signalregulerede kryds, hvorfra de i alt 42 videoklip er optaget.

## Bilag 2. Videoklip i fremvisninger

Videoklip	Videofremvisning			
Nr.	1	2	3	4
Test A	S23 v	V17 l	V4 h	S30 v
Test B	V2 h	S5 v	S28 l	V1 l
Session	A	C	B omvendt	D omvendt
1	S17 v	S28 l	S16 l	S27 v
2	V9 v	V19 l R	V15 l	V6 l
3	S20 h	S6 l R	S18 l	S2 h
4	V19 l	V14 v	V3 v	V3 v R
5	S6 l	S4 h R	S5 v R	S10 v
6	S9 l R	S8 h	S1 l	S26 h
7	V20 v	V11 h R	V6 l R	V13 l R
8	S12 v	S12 v R	S25 h R	S13 l
9	V8 l	V4 h	V2 h	V17 l
10	S22 l	S22 l R	S14 v	S29 l R
11	V7 h	V16 v	S29 l	S7 h
12	S4 h	S9 l	V13 l	V5 l
13	S8 h R	S30 v R	S11 h	S24 l
14	V11 h	V9 v R	V10 h	V12 v
15	S30 v	S15 v	S23 v	S19 h
16	V1 l	V1 l R	S3 v	S25 h
17	S15 v R	S20 h R	V18 h R	V18 h
18			S21 h	S5 v
Session	B	D	C omvendt	A omvendt
1	S21 h	S5 v	S20 h R	S15 v R
2	V18 h R	V18 h	V1 l R	V1 l
3	S3 v	S25 h	S15 v	S30 v
4	S23 v	S19 h	V9 v R	V11 h
5	V10 h	V12 v	S30 v R	S8 h R
6	S11 h	S24 l	S9 l	S4 h
7	V13 l	V5 l	V16 v	V7 h
8	S29 l	S7 h	S22 l R	S22 l
9	S14 v	S29 l R	V4 h	V8 l
10	V2 h	V17 l	S12 v R	S12 v
11	S25 h R	S13 l	V11 h R	V20 v
12	V6 l R	V13 l R	S8 h	S9 l R
13	S1 l	S26 h	S4 h R	S6 l
14	S5 v R	S10 v	V14 v	V19 l
15	V3 v	V3 v R	S6 l R	S20 h
16	S18 l	S2 h	V19 l R	V9 v
17	V15 l	V6 l	S28 l	S17 v
18	S16 l	S27 v		

**Tabel 16.** Videofremvisninger. *Noter: S = signalreguleret kryds, V = vigepligtsreguleret kryds, h = højresving, l = ligeud kørsel, v = venstresving, R = repeater-klip. Det vil sige, at "S12 v R" er repeater-klip for signalreguleret kryds nr. 12, hvor der udføres venstresving.*

## Bilag 3. Spørgeskema

På de efterfølgende 3 sider er vist det spørgeskema, der blev anvendt ved video-fremvisning 1 og 2.

# Serviceniveau for bilister i kryds

## Spørgeskema

### Baggrundsspørgsmål

**1. Hvad er dit køn?**

- Kvinde  
 Mand

**2. Hvad er din alder? \_\_ \_\_ år**

**3. Hvilken type bolig bor du i?**

- Parcelhus, villa  
 Rækkehus, kædehus  
 Etagebolig, lejlighed  
 Landbrugsejendom, stuehus  
 Kollegium  
 Andet

**4. Hvilke køretøjstyper har du kørekort til? (sæt et eller flere krydser)**

- Motorcykel (A)  
 Personbil (B)  
 Lastbil (C)  
 Bus (D)  
 Har ikke kørekort til motorkøretøj

**5. Hvor mange år har du haft kørekort til et motorkøretøj?**

- 0-1 år (0-23 måneder)  
 2-3 år (24-47 måneder)  
 4-10 år (48-120 måneder)  
 Mere end 10 år (121- måneder)  
 Har ikke kørekort til motorkøretøj

**6. Hvor mange km kører du et motorkøretøj som fører om året?**

- 1-999 km  
 1.000-4.999 km  
 5.000-9.999 km  
 10.000-20.000 km  
 Mere end 20.000 km  
 Kører ikke i motorkøretøj som fører

Side 2

**Test af videoklip****Hvor tilfreds var du som bilist i det viste kryds?**

	Meget tilfreds 😊	Noget tilfreds	Lidt tilfreds	Lidt utilfreds	Noget utilfreds	Meget utilfreds 😞
Test-kryds A						
Test-kryds B						

**Kryds nr. 1-17 som bilist****Hvor tilfreds var du som bilist i det viste kryds?**

	Meget tilfreds 😊	Noget tilfreds	Lidt tilfreds	Lidt utilfreds	Noget utilfreds	Meget utilfreds 😞
Kryds nr. 1						
Kryds nr. 2						
Kryds nr. 3						
Kryds nr. 4						
Kryds nr. 5						
Kryds nr. 6						
Kryds nr. 7						
Kryds nr. 8						
Kryds nr. 9						
Kryds nr. 10						
Kryds nr. 11						
Kryds nr. 12						
Kryds nr. 13						
Kryds nr. 14						
Kryds nr. 15						
Kryds nr. 16						
Kryds nr. 17						

Side 3

**Kryds nr. 18-35 som bilist**

**Hvor tilfreds var du som bilist i det viste kryds?**

	Meget tilfreds 😊	Noget tilfreds	Lidt tilfreds	Lidt utilfreds	Noget utilfreds	Meget utilfreds 😞
Kryds nr. 18						
Kryds nr. 19						
Kryds nr. 20						
Kryds nr. 21						
Kryds nr. 22						
Kryds nr. 23						
Kryds nr. 24						
Kryds nr. 25						
Kryds nr. 26						
Kryds nr. 27						
Kryds nr. 28						
Kryds nr. 29						
Kryds nr. 30						
Kryds nr. 31						
Kryds nr. 32						
Kryds nr. 33						
Kryds nr. 34						
Kryds nr. 35						

**Tak for hjælpen!**

## Bilag 4. Brugbare logit modeller

Bilaget viser de brugbare nyttefunktioner, der indgår i logit modellerne, hvorudfra fordelingen af svar på de 6 svarkategorier om tilfredshed kan beregnes. Modeller er inddelt i dem for prioriterede kryds, signalregulerede kryds og alle kryds. Der vises modeller med variabelen VenteTid og modeller med variabelen StopTid.

### Prioriterede kryds

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau	
a	Meget tilfreds	-0,5252	0,0911	33,2214	<0,0001
	Noget tilfreds	0,8983	0,0858	109,6129	<0,0001
	Lidt tilfreds	1,8398	0,0972	358,1811	<0,0001
	Lidt utilfreds	2,8828	0,1213	564,3587	<0,0001
	Noget utilfreds	4,5765	0,1816	635,3150	<0,0001
VenteTid	-0,0546	0,00239	522,9562	<0,0001	
AIC		3.256			
Gennemsnitligt residual		0,39			

**Table 17.** Model Prioriterede Kryds Vente Logit 1 med angivelse af estimer baseret på Maximum Likelihood. VenteTid er individuel ventetid i sekunder og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau	
a	Meget tilfreds	-0,5877	0,0900	42,6598	<0,0001
	Noget tilfreds	0,8148	0,0837	94,7055	<0,0001
	Lidt tilfreds	1,7429	0,0944	340,7895	<0,0001
	Lidt utilfreds	2,7733	0,1180	552,5603	<0,0001
	Noget utilfreds	4,4576	0,1789	621,0912	<0,0001
StopTid	-0,0538	0,00238	510,6659	<0,0001	
AIC		3.278			
Gennemsnitligt residual		0,41			

**Table 18.** Model Prioriterede Kryds Stop Logit 1 med angivelse af estimer baseret på Maximum Likelihood. StopTid er individuel stoppet tid i sekunder og a er konstantled.

Variabel		Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	Meget tilfreds	-0,8352	0,1032	65,5210	<0,0001
	Noget tilfreds	0,7667	0,0980	61,1804	<0,0001
	Lidt tilfreds	1,8082	0,1073	283,9428	<0,0001
	Lidt utilfreds	2,9202	0,1274	525,1217	<0,0001
	Noget utilfreds	4,6842	0,1859	634,7053	<0,0001
VenteTid		-0,0590	0,00311	360,3219	<0,0001
Vige	Hajtænder	0,0170	0,1205	0,0200	0,8876
	B11haj	0,3627	0,1052	11,8938	0,0006
	Overkørsel	-1,0402	0,1162	80,1621	<0,0001
Manøvre	Ligeud	-0,5027	0,1259	15,9499	<0,0001
	Højre	0,6977	0,1312	28,2788	<0,0001
VenteTid· Manøvre	Ligeud	0,0158	0,00332	22,5903	<0,0001
	Højre	-0,0245	0,00506	23,3765	<0,0001
AIC			3,121		
Gennemsnitligt residual			0,30		

**Tabel 19.** Model Prioriterede Kryds Vente Logit 2 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. VenteTid er individuel ventetid i sekunder, Vige er afmærket/udformet vige-/stoppligt på sidevej, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, og a er konstantled.

Variabel		Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	Meget tilfreds	-0,9054	0,1018	79,0259	<0,0001
	Noget tilfreds	0,6880	0,0958	51,6124	<0,0001
	Lidt tilfreds	1,7268	0,1046	272,3653	<0,0001
	Lidt utilfreds	2,8392	0,1246	519,4913	<0,0001
	Noget utilfreds	4,6139	0,1844	626,3728	<0,0001
StopTid		-0,0596	0,00316	355,4027	<0,0001
Vige	Hajtænder	0,0238	0,1209	0,0388	0,8439
	B11haj	0,3995	0,1049	14,5181	0,0001
	Overkørsel	-1,1014	0,1171	88,4873	<0,0001
Manøvre	Ligeud	-0,4992	0,1228	16,5202	<0,0001
	Højre	0,7512	0,1299	33,4167	<0,0001
StopTid· Manøvre	Ligeud	0,0172	0,00338	25,8207	<0,0001
	Højre	-0,0270	0,00518	27,1167	<0,0001
AIC			3,123		
Gennemsnitligt residual			0,30		

**Tabel 20.** Model Prioriterede Kryds Stop Logit 2 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. StopTid er individuel stoppet tid i sekunder, Vige er afmærket/udformet vige-/stoppligt på sidevej, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, og a er konstantled.



Variabel		Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	Meget tilfreds	-0,9536	0,1110	73,8254	<0,0001
	Noget tilfreds	0,7212	0,1048	47,3156	<0,0001
	Lidt tilfreds	1,8077	0,1137	252,7897	<0,0001
	Lidt utilfreds	2,9515	0,1335	488,4416	<0,0001
	Noget utilfreds	4,7419	0,1912	615,2225	<0,0001
VenteTid		-0,0601	0,00314	366,1270	<0,0001
Vige	Hajtænder	-0,0424	0,1214	0,1223	0,7265
	B11haj	0,3650	0,1061	11,8368	0,0006
	Overkørsel	-0,9880	0,1162	72,3042	<0,0001
Manøvre	Ligeud	-0,4418	0,1268	12,1431	0,0005
	Højre	0,6460	0,1320	23,9646	<0,0001
VenteTid· Manøvre	Ligeud	0,0134	0,00336	15,9867	<0,0001
	Højre	-0,0219	0,00509	18,5551	<0,0001
Køn	Kvinde	0,1481	0,0615	5,8037	0,0160
Alder	18-39 år	-0,0948	0,0970	0,9552	0,3284
	40-59 år	-0,4468	0,0843	28,0908	<0,0001
Kørsel	1-999 km	-0,6231	0,1875	11,0370	0,0009
	1000-4999 km	0,0491	0,1429	0,1181	0,7311
	5000-9999 km	-0,0154	0,1275	0,0145	0,9042
	10000-20000 km	0,2429	0,1008	5,8118	0,0159
AIC			3,074		
Gennemsnitligt residual			0,33		

**Tabel 21.** Model Prioriterede Kryds Vente Logit 3 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. VenteTid er individuel ventetid i sekunder, Vige er afmærket/udformet vige-/stoppligt på sidevej, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, Køn er respondentens køn, Alder er respondentens indplacering i tre aldersgrupper, Kørsel er antal km respondenteren kører som fører af bil om året, og a er konstantled.

Variabel		Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	Meget tilfreds	-1,0272	0,1097	87,6534	<0,0001
	Noget tilfreds	0,6338	0,1027	38,1221	<0,0001
	Lidt tilfreds	1,7157	0,1110	238,7512	<0,0001
	Lidt utilfreds	2,8591	0,1307	478,7207	<0,0001
	Noget utilfreds	4,6594	0,1894	604,9469	<0,0001
StopTid		-0,0604	0,00319	358,3026	<0,0001
Vige	Hajtænder	-0,0351	0,1218	0,0832	0,7730
	B11haj	0,4026	0,1057	14,5059	0,0001
	Overkørsel	-1,0529	0,1171	80,9013	<0,0001
Manøvre	Ligeud	-0,4384	0,1237	12,5681	0,0004
	Højre	0,6985	0,1306	28,6181	<0,0001
StopTid· Manøvre	Ligeud	0,0147	0,00342	18,4090	<0,0001
	Højre	-0,0241	0,00521	21,4267	<0,0001
Køn	Kvinde	0,1438	0,0615	5,4710	0,0193
Alder	18-39 år	-0,0905	0,0970	0,8697	0,3510
	40-59 år	-0,4366	0,0843	26,8325	<0,0001
Kørsel	1-999 km	-0,6174	0,1876	10,8302	0,0010
	1000-4999 km	0,0460	0,1430	0,1035	0,7477
	5000-9999 km	-0,0103	0,1275	0,0066	0,9354
	10000-20000 km	0,2371	0,1008	5,5335	0,0187
AIC			3,078		
Gennemsnitligt residual			0,33		

**Tabel 22.** Model Prioriterede Kryds Stop Logit 3 med angivelse af estimer baseret på Maximum Likelihood. StopTid er individuel stoppet tid i sekunder, Vige er afmærket/udformet vige-/stoppligt på sidevej, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, Køn er respondentens køn, Alder er respondentens indplacering i tre aldersgrupper, Kørsel er antal km respondenten kører som fører af bil om året, og a er konstantled.

### Signalregulerede kryds

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau	
a	Meget tilfreds	0,4612	0,0710	42,1721	<0,0001
	Noget tilfreds	1,7570	0,0830	447,7412	<0,0001
	Lidt tilfreds	2,5779	0,0963	716,5222	<0,0001
	Lidt utilfreds	3,3757	0,1135	884,5084	<0,0001
	Noget utilfreds	4,9591	0,1775	780,1997	<0,0001
VenteTid	-0,0281	0,00159	313,9111	<0,0001	
AIC		4.699			
Gennemsnitligt residual		0,52			

**Tabel 23.** Model Signalregulerede Kryds Vente Logit 1 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. VenteTid er individuel ventetid i sekunder og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau	
a	Meget tilfreds	0,3529	0,0663	28,3076	<0,0001
	Noget tilfreds	1,6571	0,0827	449,0032	<0,0001
	Lidt tilfreds	2,4865	0,0920	729,8448	<0,0001
	Lidt utilfreds	3,2922	0,1099	896,8996	<0,0001
	Noget utilfreds	4,8841	0,1752	777,5233	<0,0001
StopTid	-0,0308	0,00170	328,5802	<0,0001	
AIC		4.684			
Gennemsnitligt residual		0,51			

**Tabel 24.** Model Signalregulerede Kryds Stop Logit 1 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. StopTid er individuel stoppet tid i sekunder og a er konstantled.

Variabel		Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	Meget tilfreds	0,9140	0,1079	71,7401	<0,0001
	Noget tilfreds	2,2692	0,1189	364,2436	<0,0001
	Lidt tilfreds	3,1315	0,1292	587,4716	<0,0001
	Lidt utilfreds	3,9780	0,1439	764,2186	<0,0001
	Noget utilfreds	5,6439	0,2018	782,5382	<0,0001
VenteTid		-0,0342	0,00234	212,8157	<0,0001
Signal	1pil	0,2819	0,1670	2,8475	0,0915
	3pil	0,5787	0,1498	14,9300	0,0001
Manøvre	Ligeud	0,3333	0,1177	8,0161	0,0046
	Højre	-0,1658	0,1021	2,6387	0,1043
VenteTid·Signal	1pil	-0,0125	0,00366	11,7594	0,0006
	3pil	0,00288	0,00283	1,0423	0,3073
VenteTid·Manøvre	Ligeud	0,00636	0,00270	5,5585	0,0184
	Højre	0,000627	0,00210	0,0887	0,7658
AIC			4.580		
Gennemsnitligt residual			0,42		

**Tabel 25.** Model Signalregulerede Kryds Vente Logit 2 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. VenteTid er individuel ventetid i sekunder, Signal er type af signal for kørt retning/manøvre, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, og a er konstantled.

Variabel		Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	Meget tilfreds	0,8479	0,1025	68,3641	<0,0001
	Noget tilfreds	2,2146	0,1138	378,4900	<0,0001
	Lidt tilfreds	3,0887	0,1249	611,7486	<0,0001
	Lidt utilfreds	3,9485	0,1407	787,9499	<0,0001
	Noget utilfreds	5,6341	0,2002	791,6657	<0,0001
StopTid		-0,0383	0,00254	227,4238	<0,0001
Signal	1pil	0,3017	0,1602	3,5492	0,0596
	3pil	0,5938	0,1444	16,8970	<0,0001
Manøvre	Ligeud	0,3571	0,1063	11,2950	0,0008
	Højre	-0,1898	0,0944	4,0417	0,0444
StopTid·Signal	1pil	-0,0143	0,00399	12,7595	0,0004
	3pil	0,00313	0,00309	1,0263	0,3110
StopTid·Manøvre	Ligeud	0,00697	0,00282	6,1082	0,0135
	Højre	0,00128	0,00222	0,3314	0,5649
AIC			4.557		
Gennemsnitligt residual			0,41		

**Tabel 26.** Model Signalregulerede Kryds Stop Logit 2 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. StopTid er individuel stoppet tid i sekunder, Signal er type af signal for kørt retning/manøvre, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, og a er konstantled.

Variabel		Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	Meget tilfreds	0,9082	0,1132	64,3716	<0,0001
	Noget tilfreds	2,3684	0,1255	356,2019	<0,0001
	Lidt tilfreds	3,2731	0,1365	575,1372	<0,0001
	Lidt utilfreds	4,1438	0,1514	749,5883	<0,0001
	Noget utilfreds	5,8366	0,2083	784,9124	<0,0001
VenteTid		-0,0374	0,00240	242,0075	<0,0001
Signal	1pil	0,4476	0,1699	6,9413	0,0084
	3pil	0,5705	0,1521	14,0615	0,0002
Manøvre	Ligeud	0,4014	0,1202	11,1564	0,0008
	Højre	-0,2100	0,1038	4,0963	0,0430
VenteTid·Signal	1pil	-0,0169	0,00371	20,8170	<0,0001
	3pil	0,00421	0,00285	2,1763	0,1402
VenteTid·Manøvre	Ligeud	0,00474	0,00274	2,9955	0,0835
	Højre	0,00192	0,00213	0,8124	0,3674
Køn	Kvinde	0,2672	0,0510	27,4084	<0,0001
Alder	18-39 år	-0,1820	0,0793	5,2660	0,0217
	40-59 år	-0,4728	0,0693	46,5501	<0,0001
Kørsel	1-999 km	-0,7213	0,1519	22,5570	<0,0001
	1000-4999 km	-0,1428	0,1155	1,5309	0,2160
	5000-9999 km	0,1581	0,1057	2,2381	0,1346
	10000-20000 km	0,3486	0,0831	17,5992	<0,0001
AIC			4.450		
Gennemsnitligt residual			0,39		

**Tabel 27.** Model Signalregulerede Kryds Vente Logit 3 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. VenteTid er individuel ventetid i sekunder, Signal er type af signal for kørt retning/manøvre, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, Køn er respondentens køn, Alder er respondentens indplacering i tre aldersgrupper, Kørsel er antal km respondenter kører som fører af bil om året, og a er konstantled.

Variabel		Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	Meget tilfreds	0,8314	0,1077	59,6140	<0,0001
	Noget tilfreds	2,3031	0,1202	366,8689	<0,0001
	Lidt tilfreds	3,2197	0,1319	595,5893	<0,0001
	Lidt utilfreds	4,1040	0,1478	771,0509	<0,0001
	Noget utilfreds	5,8170	0,2065	793,3715	<0,0001
StopTid		-0,0418	0,00260	257,6912	<0,0001
Signal	1pil	0,4544	0,1627	7,8013	0,0052
	3pil	0,5891	0,1467	16,1247	<0,0001
Manøvre	Ligeud	0,4195	0,1083	15,0064	0,0001
	Højre	-0,2305	0,0959	5,7711	0,0163
StopTid·Signal	1pil	-0,0189	0,00404	21,9158	<0,0001
	3pil	0,00451	0,00312	2,0891	0,1484
StopTid·Manøvre	Ligeud	0,00514	0,00286	3,2448	0,0717
	Højre	0,00275	0,00225	1,4939	0,2216
Køn	Kvinde	0,2656	0,0511	27,0660	<0,0001
Alder	18-39 år	-0,1823	0,0793	5,2798	0,0216
	40-59 år	-0,4707	0,0693	46,0988	<0,0001
Kørsel	1-999 km	-0,7180	0,1519	22,3432	<0,0001
	1000-4999 km	-0,1456	0,1155	1,5897	0,2074
	5000-9999 km	0,1604	0,1058	2,2997	0,1294
	10000-20000 km	0,3448	0,0832	17,1940	<0,0001
AIC			4.428		
Gennemsnitligt residual			0,38		

**Tabel 28.** Model Signalregulerede Kryds Stop Logit 3 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. StopTid er individuel stoppet tid i sekunder, Signal er type af signal for kørt retning/manøvre, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, Køn er respondentens køn, Alder er respondentens indplacering i tre aldersgrupper, Kørsel er antal km respondenter kører som fører af bil om året, og a er konstantled.

## Alle kryds

Variabel		Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	Meget tilfreds	0,0856	0,0527	2,6400	0,1042
	Noget tilfreds	1,3045	0,0574	516,4934	<0,0001
	Lidt tilfreds	2,0768	0,0657	1000,4860	<0,0001
	Lidt utilfreds	2,8651	0,0772	1376,7474	<0,0001
	Noget utilfreds	4,1342	0,1023	1631,8666	<0,0001
VenteTid		-0,0332	0,00120	764,6537	<0,0001
AIC			8.528		
Gennemsnitligt residual			0,74 (Prioriteret 0,73) (Signalreguleret 0,74)		

**Tabel 29.** Model Alle Kryds Vente Logit 1 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. VenteTid er individuel ventetid i sekunder og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau	
a	Meget tilfreds	0,0379	0,0507	0,5580	0,4551
	Noget tilfreds	1,2819	0,0554	536,1769	<0,0001
	Lidt tilfreds	2,0783	0,0642	1047,8012	<0,0001
	Lidt utilfreds	2,8976	0,0769	1419,1358	<0,0001
	Noget utilfreds	4,2334	0,1046	1637,1031	<0,0001
StopTid	-0,0375	0,00128	860,2595	<0,0001	
AIC		8.405			
Gennemsnitligt residual		0,68 (Prioriteret 0,66) (Signalreguleret 0,69)			

**Tabel 30.** Model Alle Kryds Stop Logit 1 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. StopTid er individuel stoppet tid i sekunder og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau	
a	Meget tilfreds	-0,0841	0,0673	1,5627	0,2113
	Noget tilfreds	1,3103	0,0707	343,7241	<0,0001
	Lidt tilfreds	2,2362	0,0782	816,8643	<0,0001
	Lidt utilfreds	3,2134	0,0919	1222,7166	<0,0001
	Noget utilfreds	4,9434	0,1354	1333,3825	<0,0001
VenteTid	-0,0439	0,00170	665,0658	<0,0001	
VigeSig	Hajtænder	-0,4521	0,1770	6,5276	0,0106
	B11haj	-0,2813	0,1310	4,6094	0,0318
	Overkørsel	-1,9031	0,1789	113,1458	<0,0001
	Hoved	0,1857	0,0974	3,6356	0,0566
	1pil	1,1518	0,2078	30,7088	<0,0001
	3pil	1,3824	0,1747	62,6267	<0,0001
Manøvre	Ligeud	-0,0117	0,0900	0,0169	0,8964
	Højre	0,1217	0,0807	2,2715	0,1318
VenteTid· VigeSig	Hajtænder	-0,00604	0,00436	1,9219	0,1657
	B11haj	-0,00239	0,00359	0,4445	0,5050
	Overkørsel	-0,00255	0,00372	0,4708	0,4926
	Hoved	0,0183	0,00226	65,3545	<0,0001
	1pil	-0,00468	0,00464	1,0164	0,3134
	3pil	0,0141	0,00330	18,0968	<0,0001
VenteTid· Manøvre	Ligeud	0,00959	0,00224	18,2693	<0,0001
	Højre	-0,00480	0,00186	6,6740	0,0098
AIC		7.763			
Gennemsnitligt residual		0,39 (Prioriteret 0,32) (Signalreguleret 0,43)			

**Tabel 31.** Model Alle Kryds Vente Logit 2 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. VenteTid er individuel ventetid i sekunder, VigeSig er type af signal for kørt retning/manøvre i signalreguleret kryds eller afmærket/udformet vige-/stoppligt i prioriteret kryds, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, og a er konstantled.

Variabel		Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	Meget tilfreds	-0,1512	0,0654	5,3399	0,0208
	Noget tilfreds	1,2477	0,0687	330,1935	<0,0001
	Lidt tilfreds	2,1787	0,0764	813,1916	<0,0001
	Lidt utilfreds	3,1617	0,0903	1226,5151	<0,0001
	Noget utilfreds	4,9017	0,1341	1336,7949	<0,0001
StopTid		-0,0461	0,00178	672,1189	<0,0001
VigeSig	Hajtænder	-0,4507	0,1718	6,8842	0,0087
	B11haj	-0,2394	0,1289	3,4473	0,0634
	Overkørsel	-2,0174	0,1702	140,5635	<0,0001
	Hoved	0,1484	0,0914	2,6341	0,1046
	1pil	1,1967	0,1993	36,0430	<0,0001
	3pil	1,4124	0,1696	69,3230	<0,0001
Manøvre	Ligeud	0,0423	0,0835	0,2566	0,6124
	Højre	0,1011	0,0767	1,7404	0,1871
StopTid· VigeSig	Hajtænder	-0,00359	0,00441	0,6632	0,4154
	B11haj	-0,00049	0,00370	0,0170	0,8941
	Overkørsel	0,000379	0,00377	0,0101	0,9201
	Hoved	0,0179	0,00238	57,0299	<0,0001
	1pil	-0,00943	0,00502	3,5227	0,0605
	3pil	0,0121	0,00359	11,3390	0,0008
StopTid· Manøvre	Ligeud	0,00938	0,00238	15,5297	<0,0001
	Højre	-0,00469	0,00200	5,5037	0,0190
AIC			7.744		
Gennemsnitligt residual			0,38 (Prioriteret 0,32) (Signalreguleret 0,43)		

**Tabel 32.** Model Alle Kryds Stop Logit 2 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. StopTid er individuel stoppet tid i sekunder, VigeSig er type af signal for kørt retning/manøvre i signalreguleret kryds eller afmærket/udført vige-/stoppligt i prioriteret kryds, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, og a er konstantled.



Variabel		Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	Meget tilfreds	-0,1775	0,0714	6,1790	0,0129
	Noget tilfreds	1,3074	0,0747	306,7178	<0,0001
	Lidt tilfreds	2,2769	0,0823	764,7972	<0,0001
	Lidt utilfreds	3,2827	0,0960	1170,4799	<0,0001
	Noget utilfreds	5,0388	0,1386	1320,7744	<0,0001
VenteTid		-0,0458	0,00173	700,8325	<0,0001
VigeSig	Hajtænder	-0,6383	0,1792	12,6861	0,0004
	B11haj	-0,3280	0,1324	6,1400	0,0132
	Overkørsel	-1,8403	0,1798	104,8025	<0,0001
	Hoved	0,1277	0,0985	1,6809	0,1948
	1pil	1,3727	0,2105	42,5362	<0,0001
	3pil	1,4437	0,1772	66,4007	<0,0001
Manøvre	Ligeud	0,0353	0,0910	0,1502	0,6984
	Højre	0,0904	0,0817	1,2243	0,2685
VenteTid· VigeSig	Hajtænder	-0,00361	0,00439	0,6758	0,4110
	B11haj	-0,00138	0,00362	0,1444	0,7039
	Overkørsel	-0,00372	0,00375	0,9862	0,3207
	Hoved	0,0201	0,00229	77,1934	<0,0001
	1pil	-0,00921	0,00468	3,8755	0,0490
	3pil	0,0147	0,00333	19,3597	<0,0001
VenteTid· Manøvre	Ligeud	0,00854	0,00226	14,2307	0,0002
	Højre	-0,00372	0,00188	3,9430	0,0471
Køn	Kvinde	0,2232	0,0391	32,6013	<0,0001
Alder	18-39 år	-0,1430	0,0612	5,4561	0,0195
	40-59 år	-0,4528	0,0533	72,0886	<0,0001
Kørsel	1-999 km	-0,6974	0,1177	35,1043	<0,0001
	1000-4999 km	-0,0680	0,0897	0,5751	0,4482
	5000-9999 km	0,0969	0,0810	1,4328	0,2313
	10000-20000 km	0,3227	0,0638	25,5677	<0,0001
AIC			7.577		
Gennemsnitligt residual			0,38 (Prioriteret 0,30) (Signalreguleret 0,44)		

**Tabel 33.** Model Alle Kryds Vente Logit 3 med angivelse af estimer baseret på Maximum Likelihood. VenteTid er individuel ventetid i sekunder, VigeSig er type af signal for kørt retning/manøvre i signalreguleret kryds eller afmærket/udformet vige-/stoppligt i prioriteret kryds, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, Køn er respondentens køn, Alder er respondentens indplacering i tre aldersgrupper, Kørsel er antal km respondenter kører som fører af bil om året, og a er konstantled.

Variabel		Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
A	Meget tilfreds	-0,2517	0,0696	13,0715	0,0003
	Noget tilfreds	1,2369	0,0727	289,8348	<0,0001
	Lidt tilfreds	2,2113	0,0805	755,3494	<0,0001
	Lidt utilfreds	3,2231	0,0943	1169,2803	<0,0001
	Noget utilfreds	4,9880	0,1372	1321,9919	<0,0001
StopTid		-0,0480	0,00181	706,0087	<0,0001
VigeSig	Hajtænder	-0,6354	0,1738	13,3573	0,0003
	B11haj	-0,2830	0,1301	4,7276	0,0297
	Overkørsel	-1,9655	0,1709	132,3341	<0,0001
	Hoved	0,0968	0,0925	1,0966	0,2950
	1pil	1,4044	0,2015	48,5668	<0,0001
	3pil	1,4770	0,1720	73,7166	<0,0001
Manøvre	Ligeud	0,0887	0,0844	1,1036	0,2935
	Højre	0,0695	0,0776	0,8022	0,3704
StopTid· VigeSig	Hajtænder	-0,00088	0,00444	0,0392	0,8431
	B11haj	-0,000646	0,00373	0,0301	0,8623
	Overkørsel	-0,00049	0,00379	0,0169	0,8965
	Hoved	0,0197	0,00240	67,3356	<0,0001
	1pil	-0,0144	0,00505	8,0655	0,0045
	3pil	0,0126	0,00362	12,0226	0,0005
StopTid· Manøvre	Ligeud	0,00819	0,00239	11,7075	0,0006
	Højre	-0,00339	0,00202	2,8171	0,0933
Køn	Kvinde	0,2217	0,0391	32,1630	<0,0001
Alder	18-39 år	-0,1426	0,0613	5,4236	0,0199
	40-59 år	-0,4501	0,0533	71,1900	<0,0001
Kørsel	1-999 km	-0,6952	0,1177	34,8743	<0,0001
	1000-4999 km	-0,0695	0,0897	0,6007	0,4383
	5000-9999 km	0,0990	0,0810	1,4948	0,2215
	10000-20000 km	0,3199	0,0638	25,1063	<0,0001
AIC			7.561		
Gennemsnitligt residual			0,38 (Prioriteret 0,30) (Signalreguleret 0,43)		

**Tabel 34.** Model Alle Kryds Stop Logit 3 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. StopTid er individuel stoppet tid i sekunder, VigeSig er type af signal for kørt retning/manøvre i signalreguleret kryds eller afmærket/udformet vige-/stoppligt i prioriteret kryds, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, Køn er respondentens køn, Alder er respondentens indplacering i tre aldersgrupper, Kørsel er antal km respondenter kører som fører af bil om året, og a er konstantled.

## Bilag 5. Traditionelle lineære modeller

I det følgende er vist traditionelle lineære modeller, hvorudfra det gennemsnitlige tilfredshedsniveau kan beregnes. Modeller er inddelt i dem for prioriterede kryds, signalregulerede kryds, og alle kryds. Der vises modeller med variabelen VenteTid og modeller med variabelen StopTid.

### Prioriterede kryds

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	2,2223	0,1409	248,67	<0,0001
VenteTid	0,0332	0,0029	128,92	<0,0001
AIC		51,3		
Gennemsnitligt residual		0,42		

**Tabel 35.** Model Prioriterede Kryds Vente Gns 1 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. VenteTid er individuel ventetid i sekunder, og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	2,2747	0,1463	241,70	<0,0001
StopTid	0,0329	0,0031	112,77	<0,0001
AIC		54,3		
Gennemsnitligt residual		0,45		

**Tabel 36.** Model Prioriterede Kryds Stop Gns 1 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. StopTid er individuel stoppetid i sekunder, og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau	
a	2,2221	0,2442	82,78	<0,0001	
VenteTid	0,0256	0,0025	102,02	<0,0001	
Vige	Hajtænder	0,5003	0,2079	5,79	0,0161
	B11haj	0,1487	0,1965	0,57	0,4492
	Overkørsel	0,9747	0,1850	27,75	<0,0001
Manøvre	Ligeud	-0,0398	0,2460	0,03	0,8715
	Højre	-0,8151	0,2383	11,70	0,0006
VenteTid· Manøvre	Ligeud	0,0012	0,0040	0,09	0,7597
	Højre	0,0280	0,0079	12,66	0,0004
AIC		33,2			
Gennemsnitligt residual		0,25			

**Tabel 37.** Model Prioriterede Kryds Vente Gns 2 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. VenteTid er individuel ventetid i sekunder, Vige er afmærket/udformet vige-/stoppligt på sidevej, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau	
a	2,2854	0,2439	87,80	<0,0001	
StopTid	0,0251	0,0025	97,51	<0,0001	
Vige	Hajtænder	0,5092	0,2117	5,79	0,0161
	B11haj	0,1398	0,1995	0,49	0,4833
	Overkørsel	1,0188	0,1879	29,40	<0,0001
Manøvre	Ligeud	-0,0640	0,2437	0,07	0,7928
	Højre	-0,8803	0,2387	13,60	0,0002
StopTid· Manøvre	Ligeud	0,0010	0,0040	0,06	0,8077
	Højre	0,0305	0,0082	13,89	0,0002
AIC		34,3			
Gennemsnitligt residual		0,25			

**Tabel 38.** Model Prioriterede Kryds Stop Gns 2 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. VenteTid er individuel stoppet tid i sekunder, Vige er afmærket/udformet vige-/stoppligt på sidevej, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, og a er konstantled.

### Signalregulerede kryds

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	1,5489	0,1523	103,46	<0,0001
VenteTid	0,0205	0,0034	36,75	<0,0001
AIC		90,3		
Gennemsnitligt residual		0,51		

**Tabel 39.** Model Signalregulerede Kryds Vente Gns 1 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. VenteTid er individuel ventetid i sekunder, og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	1,6194	0,1384	137,00	<0,0001
StopTid	0,0225	0,0035	40,86	<0,0001
AIC		88,2		
Gennemsnitligt residual		0,51		

**Tabel 40.** Model Signalregulerede Kryds Stop Gns 1 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. StopTid er individuel stoppet tid i sekunder, og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau	
a	1,9130	0,2665	51,52	<0,0001	
VenteTid	0,0237	0,0059	16,10	<0,0001	
Signal	1pil	-0,6564	0,4209	2,43	0,1188
	3pil	-0,6850	0,3452	3,94	0,0472
Manøvre	Ligeud	-0,3273	0,3653	0,80	0,3703
	Højre	-0,0697	0,3020	0,05	0,8174
VenteTid·Signal	1pil	0,0122	0,0100	1,50	0,2204
	3pil	-0,0003	0,0070	0,00	0,9698
VenteTid·Manøvre	Ligeud	-0,0120	0,0085	1,99	0,1585
	Højre	-0,0052	0,0065	0,62	0,4307
AIC	91,2				
Gennemsnitligt residual	0,42				

**Tabel 41.** Model Signalregulerede Kryds Vente Gns 2 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. VenteTid er individuel ventetid i sekunder, Signal er type af signal for kørt retning/manøvre, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau	
a	1,9781	0,2376	69,30	<0,0001	
StopTid	0,0267	0,0061	19,33	<0,0001	
Signal	1pil	-0,7085	0,3873	3,35	0,0673
	3pil	-0,7276	0,3140	5,37	0,0205
Manøvre	Ligeud	-0,3516	0,3190	1,22	0,2703
	Højre	-0,0419	0,2728	0,02	0,8779
StopTid·Signal	1pil	0,0141	0,0105	1,82	0,1770
	3pil	0,0000	0,0073	0,00	0,9964
StopTid·Manøvre	Ligeud	-0,0135	0,0086	2,45	0,1174
	Højre	-0,0068	0,0068	1,00	0,3179
AIC	87,3				
Gennemsnitligt residual	0,41				

**Tabel 42.** Model Signalregulerede Kryds Stop Gns 2 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. StopTid er individuel stoppet tid i sekunder, Signal er type af signal for kørt retning/manøvre, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, og a er konstantled.

## Alle kryds

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	1,7899	0,1450	152,41	<0,0001
VenteTid	0,0264	0,0031	71,10	<0,0001
AIC		180,8		
Gennemsnitligt residual		0,72 (Prioriteret 0,73) (Signalreguleret 0,72)		

**Table 43.** Model Alle Kryds Vente Gns 1 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. VenteTid er individuel ventetid i sekunder, og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau
a	1,8302	0,1296	199,46	<0,0001
StopTid	0,0288	0,0030	89,84	<0,0001
AIC		172,1		
Gennemsnitligt residual		0,67 (Prioriteret 0,67) (Signalreguleret 0,67)		

**Table 44.** Model Alle Kryds Stop Gns 1 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. StopTid er individuel stoppet tid i sekunder, og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau	
a	2,1052	0,3471	36,78	<0,0001	
VenteTid	0,0421	0,0103	16,87	<0,0001	
VigeSig	Hajtænder	0,2386	0,4368	0,30	0,5849
	B11haj	0,0776	0,3746	0,04	0,8358
	Overkørsel	1,5668	0,4148	14,26	0,0002
	Hoved	-0,1698	0,3128	0,29	0,5872
	1pil	-0,7814	0,4558	2,94	0,0865
	3pil	-0,7671	0,4014	3,65	0,0560
Manøvre	Ligeud	-0,2936	0,2526	1,35	0,2451
	Højre	-0,2580	0,2281	1,28	0,2580
VenteTid· VigeSig	Hajtænder	-0,0061	0,0126	0,23	0,6279
	B11haj	-0,0105	0,0113	0,86	0,3525
	Overkørsel	-0,0203	0,0104	3,82	0,0506
	Hoved	-0,0245	0,0100	6,05	0,0139
	1pil	-0,0084	0,0127	0,44	0,5060
	3pil	-0,0233	0,0111	4,41	0,0358
VenteTid· Manøvre	Ligeud	-0,0032	0,0053	0,36	0,5459
	Højre	0,0030	0,0051	0,35	0,5524
AIC		139,5			
Gennemsnitligt residual		0,39 (Prioriteret 0,30) (Signalreguleret 0,45)			

**Table 45.** Model Alle Kryds Vente Gns 2 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. VenteTid er individuel ventetid i sekunder, VigeSig er type af signal for kørt retning/manøvre i signalreguleret kryds eller afmærket/udformet vige-/stoppligt i prioriteret kryds, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald $\chi^2$	Signifikansniveau	
a	2,1267	0,3305	41,40	<0,0001	
StopTid	0,0432	0,0104	17,37	<0,0001	
VigeSig	Hajtænder	0,2641	0,4167	0,40	0,5263
	B11haj	0,0809	0,3608	0,05	0,8225
	Overkørsel	1,6318	0,3953	17,04	<0,0001
	Hoved	-0,1124	0,2976	0,14	0,7058
	1pil	-0,7863	0,4350	3,27	0,0707
	3pil	-0,7486	0,3823	3,84	0,0502
Manøvre	Ligeud	-0,3291	0,2298	2,05	0,1521
	Højre	-0,2529	0,2127	1,41	0,2345
StopTid· VigeSig	Hajtænder	-0,0074	0,0126	0,35	0,5561
	B11haj	-0,0116	0,0114	1,05	0,3055
	Overkørsel	-0,0221	0,0104	4,50	0,0339
	Hoved	-0,0241	0,0101	5,67	0,0172
	1pil	-0,0049	0,0132	0,14	0,7081
	3pil	-0,0222	0,0114	3,77	0,0520
StopTid· Manøvre	Ligeud	-0,0025	0,0053	0,23	0,6346
	Højre	0,0032	0,0053	0,35	0,5526
AIC		135,8			
Gennemsnitligt residual		0,38 (Prioriteret 0,29) (Signalreguleret 0,44)			

**Tabel 46.** Model Alle Kryds Stop Gns 2 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. StopTid er individuel stoppet tid i sekunder, VigeSig er type af signal for kørt retning/manøvre i signalreguleret kryds eller afmærket/udformet vige-/stoppligt i prioriteret kryds, Manøvre er udført manøvre hhv. venstresving, kørsel ligeud eller højresving, og a er konstantled.