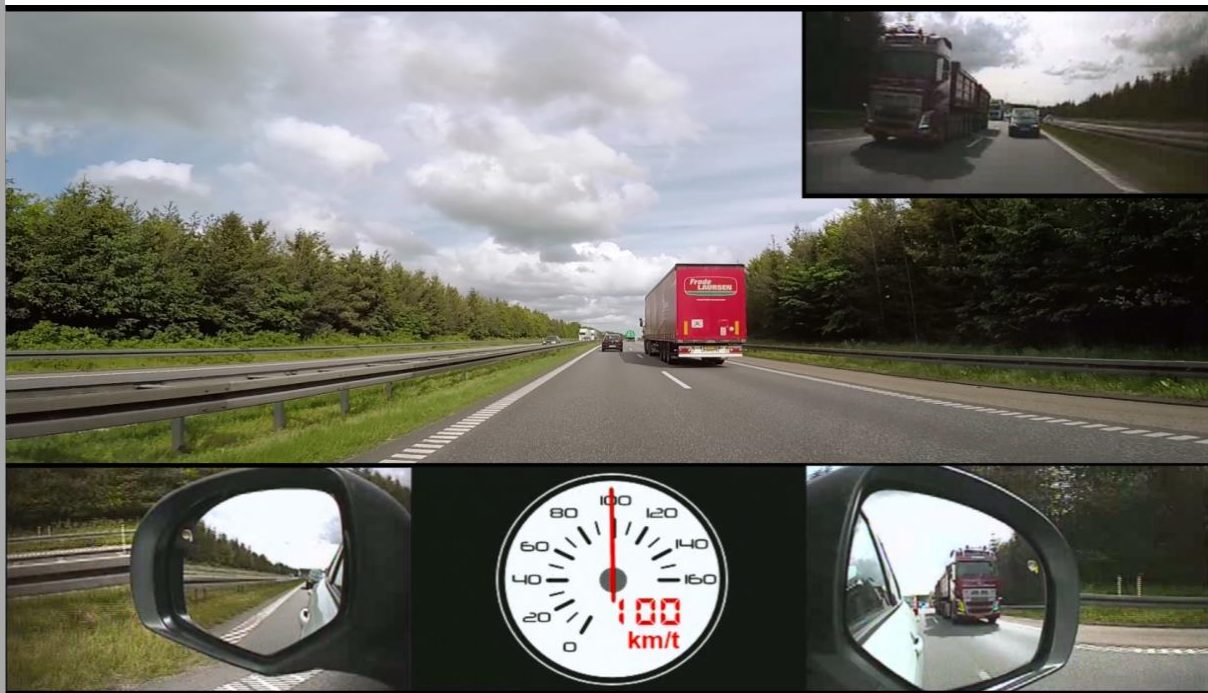


Bilisters oplevede serviceniveau på motorveje

Teknisk rapport



Søren Underlien Jensen

August 2016

<p>Titel: Bilisters oplevede serviceniveau på motorveje – Teknisk rapport</p> <p>Forfatter(e): Søren Underlien Jensen</p> <p>Publiceringsdato: 5. august 2016</p> <p>Sprog: Dansk</p> <p>Antal sider: 89</p> <p>Rekvirent: Vejdirektoratet</p> <p>Projekt: Bilisters oplevede serviceniveau</p> <p>Kvalitetssikring: Poul Greibe</p> <p>Emneord: Bilist, tilfredshed, oplevet serviceniveau, motorveje, landeveje, veje i byer</p> <p>Resumé:</p> <p>Vejdirektoratet har finansieret nærværende undersøgelse, der objektivt kvantificerer bilisters oplevede tilfredshed og serviceniveau på motorveje. Resultaterne giver et udtryk for, hvor godt en motorvej kan servicere bilisterne.</p> <p>For at fastlægge hvordan trafikafvikling, vejgeometri og andre forhold påvirker bilisters tilfredshed blev 188 tilfældigt udvalgte respondenter forevist 80 videoklip af vejstrækninger optaget fra en kørende passagerbil, heraf 48 fra motorveje.</p> <p>Respondenterne skulle vurdere videoklippene på en 6-punktsskala gående fra meget tilfreds til meget utilfreds. Det resulterede i 7.497 tilfredshedsvurderinger. Omkring 400-450 variable beskriver hvert videoklip (trafik, vej, omgivelser, vejr, osv.) og respondenterne.</p> <p>Modeller for bilisters oplevede tilfredshed er udviklet med brug af kumulativ logit regression. Modellerne inkluderer variable, der signifikant korrelerer med tilfredshedsvurderingerne. Otte variable indgår i modeller for motorveje; gennemsnitshastighed, hastighedsbegrænsning, bredde af nødspor, antal tilkørsler pr. km, antal frakørsler pr. km, antal lastbiler pr. spor pr. km, antal personbilenheder pr. spor pr. km og en dummy for trafiksammenbrud. Modellernes resultat er tilfredsheden fordelt på 6-punktsskalaen. Denne tilfredshed oversættes efterfølgende til et serviceniveau.</p>	<p>Title: Car drivers experienced level of service on motorways – Technical report</p> <p>Author(s): Søren Underlien Jensen</p> <p>Report date: 5 August 2016</p> <p>Language: Danish</p> <p>No. of pages: 89</p> <p>Client: Danish Road Directorate</p> <p>Project: Car drivers experienced level of service</p> <p>Quality management: Poul Greibe</p> <p>Key words: Car driver, satisfaction, experienced level of service, freeway, rural road, urban street</p> <p>Abstract:</p> <p>The Danish Road Directorate sponsored a study to develop methods for objectively quantifying car drivers' experienced level of service on freeways. The results provide a measure of how well freeways accommodate car travel.</p> <p>To determine how traffic operations, geometric conditions, and other variables affect car drivers' satisfaction 188 random respondents were shown 80 video clips of road segments filmed from a driving passenger car including 48 from freeways.</p> <p>Respondents rated video clips on a six-point scale ranging from very satisfied to very dissatisfied. It resulted in 7,497 useable ratings. About 400-450 variables describe video clips (traffic operations, road 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. Eight variables are included in models for freeways; average speed, speed limit, width of hard shoulder, number of entries per km, number of exits per km, flow of long vehicles per lane per hour, flow of passenger car units per lane per hour, and dummy for traffic break-down. 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 www.trafitec.dk.</p> <p>Copyright © Trafitec</p> <p>Ved gengivelse af materiale fra publikationen skal fuldstændig kildeangivelse udføres.</p>	<p>The report can be acquired from www.trafitec.dk.</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, vejene yder, herunder den oplevede 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 udkommet af en konkret serviceniveau-undersøgelse af strækninger af motorveje, landeveje og veje i byer og inkluderer modeller af og IT-værktøjer for bilisters oplevede serviceniveau på motorveje.

Forskningsprogrammet er finansieret af Vejdirektoratet.

Nærværende undersøgelse af bilisters oplevede serviceniveau på vejstrækninger er udført med videooptagelser af veje på Fyn og Sjælland. Videooptagelser er udført af Søren Underlien Jensen, Daniel Wendel Mandelbaum og Louise Christensen. Daniel har redigeret videooptagelserne til de endelige film, der er blevet forevist respondenter i Herning og Lyngby. Vejdirektoratet og Trafitec vil gerne takke respondenterne for deres bidrag til undersøgelsen.

Indhold

Forord	3
Indhold	4
Sammenfatning	6
Executive summary	11
1. Indledning	16
2. Metode og datagrundlag	18
2.1 Udvælgelse af vejstrækninger.....	20
2.2 Produktion af video.....	23
2.3 Videofremvisning og spørgeskema	28
2.4 Indsamling af data om veje, trafik og omgivelser	29
3. Dataanalyse og modeludvikling	33
3.1 Tilfredshedsvurderinger og svarfordeling	33
3.1.1 Motorveje.....	35
3.1.2 Landeveje.....	39
3.1.3 Veje i byer.....	41
3.2 Baggrundsspørgsmål mv.	43
3.2.1 Køn, alder og boligtype	43
3.2.2 Kørekort og kørselsomfang	44
3.2.3 Respondenter fra Herning- og Lyngby-området.....	46
3.3 Startvanskeligheder og træthed.....	46
3.4 Udvikling af modeller for motorveje	49
3.4.1 Modeller for motorveje med brug af repeater-videoklip	51
3.4.2 Modeller for motorveje uden brug af repeater-videoklip	58
3.4.3 Modeller for landeveje og veje i byer.....	60
4. Serviceniveau og brugbare modeller	63
4.1 Kommunikérbart serviceniveaubegreb	63
4.2 Brugbare modeller	65
4.3 Modeller og IT-værktøj i praksis	69
4.3.1 Opdeling af motorvejsnettet i beregningsenheder	69
4.3.2 Håndtering af data og anvendelse af resultater	70
4.3.3 IT-værktøj	71
5. Konklusion	72
Referencer	74

Bilag 1. Vejstrækninger.....	75
Bilag 2. Videoklip i fremvisninger.....	78
Bilag 3. Spørgeskema	79
Bilag 4. Brugbare logit modeller	83
Bilag 5. Traditionelle lineære modeller	87

Sammenfatning

Resultaterne af en konkret undersøgelse om bilisters oplevede serviceniveau på strækninger af motorveje, landeveje og veje i byer er givet i nærværende rapport. Der er udviklet modeller for bilisters oplevede serviceniveau på motorveje og de anbefalede modeller indgår i et IT-værktøj, hvortil der er udarbejdet en brugervejledning.

Begreber

I dag finder ingen bredt accepteret metode blandt ingeniører, planlæggere, mv. til at beskrive bilisters oplevede serviceniveau. I Danmark indgår belastningsgrad og rejsehastighed i vurderingen af bilisters serviceniveau i sin klassiske ”tekniske” udgave (ikke bilisters opfattelse, men en teknisk vurdering af trafikafviklingen), mens trafiktæthed indgår til fastlæggelse af bilisters klassiske serviceniveau på motorveje i USA. 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 cyklisters og fodgængeres oplevede serviceniveau. Derved kan det oplevede serviceniveau på forskellige veje og for forskellige transportformer sammenlignes.

Begrebet bygger på, hvor tilfreds bilisten er som helhed med vejen, trafikken, omgivelserne og vejrliget. Servicenuiveauet bygger altså på den oplevede tilfredshed. Dog indgår ikke oplevelsen af vejens vedligeholdelsestilstand og selve bilen. Til at belyse den oplevede tilfredshed er følgende spørgsmål stillet i undersøgelsen: ”Hvor tilfreds var du som bilist på den viste vej?” 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 serviceniveau for bilister på motorveje			Gennemsnitligt tilfredshedsniveau
Tegn	Beskrivelse	Respondenters vurdering	
A	Meget tilfreds	Mindst 50 % er meget tilfredse	< 1,80
B	Noget tilfreds	Mindst 50 % er noget tilfredse eller meget tilfredse	≥ 1,80 og < 2,75
C	Lidt tilfreds	Mindst 50 % er lidt tilfredse eller mere tilfredse	≥ 2,75 og < 3,50
D	Lidt utilfreds	Mindst 50 % er lidt utilfredse eller mere tilfredse	≥ 3,50 og < 4,30
E	Noget utilfreds	Mindst 50 % er noget utilfredse eller mere tilfredse	≥ 4,30 og < 5,15
F	Meget utilfreds	Mindst 50 % er meget utilfredse	≥ 5,15

Undersøgelsesmetode

I undersøgelsen har 193 tilfældigt udvalgte respondenter bosiddende i Herning og Lyngby-Tårnbæk kommuner udtrykt deres tilfredshed som bilist på 36 motorveje, 16 landeveje og 16 veje i byer. Der er anvendt en pålidelig, valideret metode, hvor respondenterne ser et videoklip på 30-140 sekunder af vejstrækningen optaget fra en kørende bil, og efterfølgende tilkendegiver sin tilfredshed ved afkrydsning i én af de seks svarkategorier. For 12 af de 36 motorveje er der fremvist to videoklip med meget forskellig trafiksituation. Samlet set indgår 80 videoklip i undersøgelsen. Hver respondent har kunnet vurdere 40 videoklip. Svar fra fem respondenter er af diverse årsager udeladt. Brugbare svar fra 188 respondenter har i alt givet 7.497 tilfredshedsvurderinger.

For at dokumentere sammenhænge mellem bilisters tilfredshed og vejstrækningers udformning, trafik og omgivelser er der sikret en optimal forskelligartethed blandt vejstrækninger. For motorveje er der således på forhånd ingen sammenhæng mellem følgende vigtige variable: Belastningsgrad, antal kørespor og forekomst af nødspor, antal tilkørsler, type af strækning og type af omgivelser. For landeveje og veje i byer er der på forhånd ingen sammenhæng mellem følgende variable: Belastningsgrad, samlet bredde af kørespor, antal sideveje og ind-/udkørsler pr. km, elementer i siden af vejen, beplantning og oversigtsforhold på landeveje samt forekomst af midterrabat og fartdæmpende tiltag på veje i byer.

Respondenterne har vurderet de enkelte vejstrækninger forskelligt. Tilfredshedsniveauet varierer mellem 1,31 og 4,77 vejstrækninger i mellem. Respondenterne i undersøgelsen blev ikke trætte, eller rettere en eventuel træthed har ikke påvirket deres tilfredshedsvurderinger. Respondenterne har haft startvanskeligheder med at vurdere vejstrækningerne, især ved vurdering af det første videoklip. 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 vejstrækninger alene er et udtryk for respondenternes opfattelser og præferencer, og upåvirket af træthed og startvanskeligheder.

I alt blev der indsamlet 400-450 variable om vej, trafik, omgivelser, vejr, mv. for hver enkelt vejstrækning. Data stammer fra de 80 videoklip, video fra stationære kameraer på vejstrækninger optaget på samme tid som videoklip, opmålinger af vejstrækninger og via luftfotos samt oplysninger fra vejman.dk.

Undersøgelsens overordnede formål har været at udvikle modeller, der kan beregne bilisters oplevede serviceniveau, når de kører på motorveje. En senere undersøgelse vil muliggøre udvikling af modeller for bilisters oplevede serviceniveau på landeveje og veje i byer. Den anvendte metode har været at finde signifikante og derved betydningsfulde variable, og lade dem indgå i modellerne. Der er opstillet to typer af modeludtryk. Dels generaliserede lineære modeller, hvor tilfredshedsniveauet er modelleret. Dels kumulative logit modeller, hvor tilfredshed fordelt på de seks svarkategorier er modelleret.

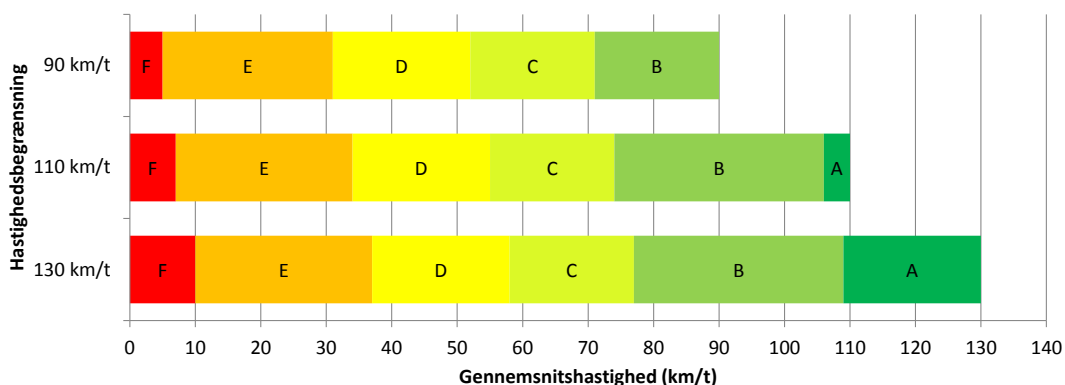
Resultater

Analyserne af data for respondenternes tilfredshed samt veje, trafik, omgivelser, mv. viser, at den oplevede tilfredshed kan sættes på formel. Faktisk kan man med få oplysninger om gennemsnitshastighed for trafik i den kørte retning, hastighedsbegrænsning og bredde af nødspor få et godt overslag på, hvor tilfredse bilister er, når de kører på motorveje. Yderligere oplysninger om antallet af fra- og tilkørsler, sammenløb og forgreninger pr. km samt lastbiler pr. spor pr. time vil dog kunne give et lidt mere præcist overslag på bilisters tilfredshed på motorveje.

Såfremt man ikke har data for gennemsnitshastighed, er der også udviklet modeller, hvor oplysninger om trafiksammenbrud og antal personbilenheder pr. spor pr. time indgår i stedet for gennemsnitshastighed. De modeller giver dog et ringe overslag på bilisters tilfredshed, når gennemsnitshastigheden er under 75 km/t.

I bilag 4 findes de modeller til beregning af bilisters tilfredshed på motorveje, der anbefales at anvende. Modellerne er gyldige for motorveje 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 havarerede eller forulykkede køretøjer og uden hasarderede manøvrer fx spøgelsesbilister og biler i ekstrem høj fart. Det anbefales at anvende de udviklede kumulative logit modeller, da de generaliserede lineære modeller ikke kan beregne andelen af bilister, der er hhv. meget tilfredse, noget tilfredse, osv., men kun kan beregne det gennemsnitlige tilfredshedsniveau.

Undersøgelsen har klart vist, at gennemsnitshastigheden for trafik i den kørte retning er af endog meget stor betydning for bilisters oplevede serviceniveau – ikke blot på motorveje, men på alle slags vejstrækninger. Da gennemsnitshastigheden kan variere meget i løbet af en dag, er det vigtigt i praksis at sammenligne bilisters oplevede serviceniveau på vejstrækninger (motorveje) for tidsrum, der er sammenlignelige. Her anbefales at foretage beregninger time for time på strækninger, hvor gennemsnitshastigheden kun varierer lidt, og kvarter for kvarter på strækninger, hvor der er stor variation i gennemsnitshastigheden. Desuden anbefales at foretage beregninger for den 30. og 100. største time.



Bilisters oplevede serviceniveau på motorveje afhængig af gennemsnitshastighed og hastighedsbegrænsning. Gælder for motorveje med 3,0 meter bredt nødspor.

Det anbefales også at benytte modellerne til at beregne bilisters oplevede serviceniveau i realtid, altså et her og nu serviceniveau evt. med korttidsprognoser. Et sådant serviceniveau vil kunne anvendes som information til trafikanter via internet, trafikradio, osv.

Analysen har tillige vist, at tilfredsheden på motorveje afhænger af respondentens alder, kørselsomfang og type af kørekort. Således er ældre bilister mere tilfredse end yngre. Bilister, der kører under 1.000 km om året, er mere utilfredse end dem der kører mere, mens respondenter med kørekort til lastbil er mere tilfredse end andre bilister. Analysen viste derudover, at respondentens bopæl (Herning eller Lyngby) ikke havde betydning for tilfredshedsniveauet. Bilister bosat i en storby vurderer derved trafikale situationer på samme måde som bilister i en mindre by.

IT-værktøj og opdeling af motorvejsnet

Grundet de forholdsvis omfattende beregninger, der skal udføres for at opgøre bilisters oplevede serviceniveau er der udviklet et IT-værktøj i Excel. Værktøjet er udformet, så det er nemt at anvende. Det er forholdsvis let at overflytte resultater til andre programmer, så serviceniveauet kan opgøres for hele dage, uger eller år, og sammenlignes på vejkort osv.

Forud for beregning af serviceniveauet er det nødvendigt at opdele motorvejsnettet i vejstrækninger. Det vil i hovedtræk sige, at en vejstrækning defineres til at starte / slutte ved følgende steder:

- De to køreretninger behandles hver for sig, dvs. der opdeles i strækninger med og mod kilometreringsretningen.
- Ved tilslutningsanlæg med både fra- og tilkørsel for en køreretning foretages opdeling midt mellem fra- og tilkørsel.
- Ved tilslutningsanlæg kun med en frakørsel for en køreretning opdeles umiddelbart efter frakørselsflettestrækning (nedstrøms).
- Ved tilslutningsanlæg kun med en tilkørsel for en køreretning opdeles umiddelbart før tilkørselsflettestrækning (opstrøms).
- Ved forgreninger opdeles umiddelbart efter forgreningen (nedstrøms).
- Ved sammenløb opdeles umiddelbart før sammenløb (opstrøms).

IT-værktøjet kan opgøre serviceniveauet, når vigtige data om bredde af nødspor, hastighedsbegrænsning og gennemsnitshastighed (alternativt trafiksammenbrud og personbilenheder pr. spor pr. time) er indtastet. Yderligere oplysninger om antallet af fra- og tilkørsler, sammenløb og forgreninger pr. km samt lastbiler pr. spor pr. time vil give en lidt mere præcis bestemmelse af serviceniveauet.

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

Oplysninger om bilisters alder, kørselsomfang og kørekorttype kan ikke angives i IT-værktøjet. Der anvendes en profil for disse oplysninger, der stemmer overens med undersøgelsens respondenter.

Executive summary

Results of a stated preference study of car drivers experience level of service on freeways, rural highways and urban streets are given in this report. Several models for car drivers experience level of service on freeways are developed and recommended models are incorporated into a software tool, which is accompanied by a user manual.

Concepts

Today, no widely accepted methodology to describe car drivers experienced level of service exist and is used among engineers, planners, etc. Travel speed and v/c-ratio (volume-to-capacity ratio) is used in Denmark in a classical technical version of level of service on freeways, i.e. not based on user perceptions. Traffic density is used in USA in their technical version of level of service on freeways.

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

The concept builds on how satisfied a car driver is – as a whole – with the road, 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 on the road?” 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 consist 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 on freeways			Average level of satisfaction
Grade	Description	Respondents satisfaction ratings	
A	Very satisfied	> 50 % is very satisfied	< 1.80
B	Moderately satisfied	> 50 % is moderately or very satisfied	≥ 1.80 and < 2.75
C	A little satisfied	> 50 % is a little or more satisfied	≥ 2.75 and < 3.50
D	A little dissatisfied	> 50 % is a little dissatisfied or more satisfied	≥ 3.50 and < 4.30
E	Moderately dissatisfied	> 50 % is moderately dissatisfied or more satisfied	≥ 4.30 and < 5.15
F	Very dissatisfied	≥ 50 % is very dissatisfied	≥ 5.15

Study methodology

A total of 193 randomly selected respondents living in Herning and Lyngby have expressed their satisfaction as car drivers with 36 freeways, 16 rural highways and 16 urban streets in the study. A reliable and validated methodology is used, where respondents view a video clip of 30-140 seconds recorded from a driving car on a road segment and expresses their satisfaction by ticking one of six possible levels of satisfaction. For 12 of the 36 freeways, two video clips with very different traffic situations have been shown. A total of 80 video clips are rated in this study. Each respondent rated 40 video clips. Ratings from five respondents are for various reasons omitted. A total of 7,497 ratings from 188 respondents have been used in the analyses and modelling of car driver satisfaction.

To document the relations between car drivers satisfaction and road segments’ design, traffic and surroundings an optimal diversity of segments is ensured using three orthogonal systems. For freeways there are no relations among the following independent variables: v/c-ratio, number of lanes and width of hard shoulder, number of entries, drive route and type of surroundings. For rural highways and urban streets there are no relations among the following variables: v/c-ratio, total width of drive area(s), number of passed side streets and driveways per km, cross section elements in the side of the road, sight distance and type of landscape on rural highways, and presence of medians and speed bumps on urban streets.

Respondents rated each road segment differently. The level of satisfaction varies between 1.31 and 4.77. Respondents did not get tired during the sessions, or to be precise – their fatigue did not affect their ratings. Respondents did experience beginner problems, especially when rating the first video clip. 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 400-450 variables describing respondents and road segment design, traffic, surrounding, weather, etc. have been gathered. The data are drawn from viewing the 80 video clips, but also from video from fixed cameras along road segments recording at the same time as the recording driving car. Data also comes from measuring of cross section, alignment, etc. in the field and on aerial photos as well as from existing databases, and background questions in a questionnaire.

The main purpose of the study is to develop models that may be used to calculate car drivers experienced level of service on freeways. A later study will have the purpose to develop similar models for rural highways and urban streets.

Models were developed by finding variables that significantly and logically relate to the 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.

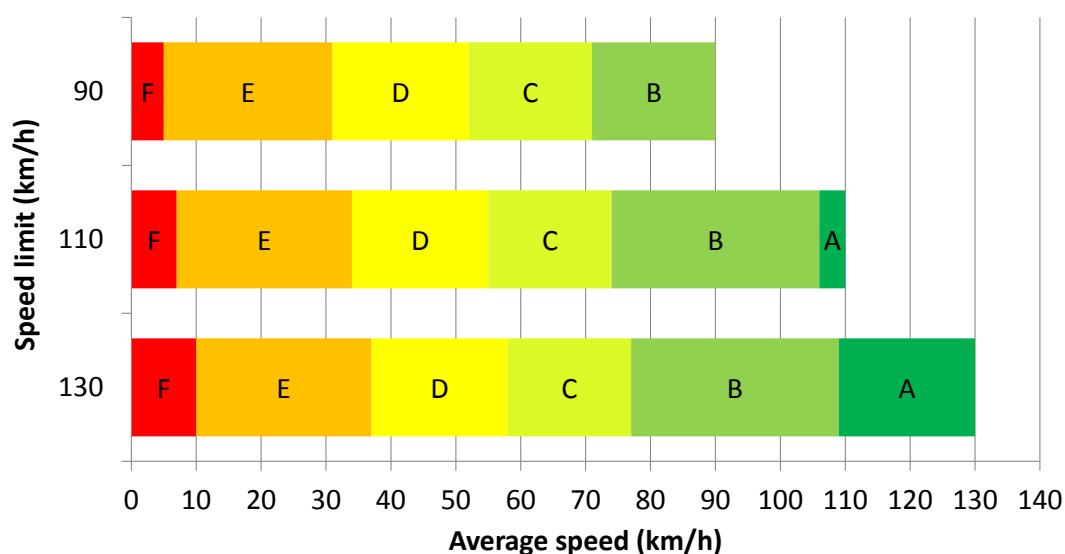
Results

The analyses of ratings and data shows that experienced level of service actually can be put on formula. With few data on average speed (driving speed) of traffic in driven direction, speed limit and width of hard shoulder one may get a reasonable estimate of how satisfied car drivers are on freeways. Data about number of merge and diverge areas per km, and number of long vehicles per lane per hour will result in more precise estimates of car driver experience level of service on freeways.

If data about average speed do not exist then other models with data on passenger car units per lane per hour, and a dummy for traffic breakdown may be used. These models, however, do not give a reasonable estimate of car driver satisfaction if the average speed is below 75 km/h.

The recommended models for calculation of car driver satisfaction on freeways are shown in appendix 4. These models are valid for freeways 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 ghost driving and extreme speeding. 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 average speed in the driven direction has a very large impact on car drivers experienced level of service – not just on freeways, but on all kinds of roads. Since average speed may vary during the day it is important in praxis to compare the experienced level of service of different segments of freeways for comparable periods. It is recommended to make calculations for each hour for freeway segments, where the average speed only varies a little, and make calculations for each quarter of an hour, where speed varies considerably. It is also recommended to calculate car drivers experienced level of service for the 30th and 100th highest hour of traffic density of the year (or design year).



Car drivers experienced level of service depending on average speed and speed limit. Applies to freeways with 3.0 meter wide hard shoulder.

It is also recommended to use the models to calculate car drivers experienced level of service in real time i.e. level of service here and now perhaps with short-term forecasts. Such a real time level of service may be useful information for drivers and could be given through the internet, traffic radio, etc.

The analysis also shows that satisfaction on freeways depends of respondents' age, mileage and type of driver license. Older drivers are more satisfied than younger drivers. People driving less than 1.000 km a year are more dissatisfied than those driving more, and respondents with a license to heavy trucks are more satisfied and other drivers. The analysis shows that the level of satisfaction was the same among respondents from Herning and Lyngby respectively. This means that metropolitan drivers rate different traffic conditions the same way as drivers from smaller urban areas.

Software tool and division of the freeway network

Using the models and calculating satisfaction may be rather time consuming if it should be done using a calculator. Therefore a software tool has been developed. The tool is an Excel spreadsheet and user friendly. It is easy to transfer results to other spreadsheets and software applications – so the level of service may be summed for a whole day, week or year, and shown on maps, etc.

A division of the freeway network is necessary in order to calculate experienced level of service. Overall, a division of the freeway network into segments can be done in the following way:

- The two drive directions must be calculated separately i.e. segments with and against the stationing / mile marking.
- At crossroads with an exit and an entry in the drive direction a division into two segments should be done between the exit and the entry.
- At crossroads only with an exit in the drive direction a division should be done right after the exit (downstream).
- At crossroads only with an entry in the drive direction a division should be done right before the entry (upstream).
- At interchange diverges a division should be done right after the diverge area.
- At interchange merges a division should be done right before the merge area.

The software tool may calculate the experienced level service when these data are inserted; average speed, speed limit and width of hard shoulder (or alternatively; passenger car units per lane per hour, dummy for traffic breakdown, speed limit and width of hard shoulder). Data about the number of merge and diverge areas per km, and long vehicles per lane per hour will result in more precise estimates of the experienced level of service.

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.

Information about drivers' age, mileage and type of driver license may not be inserted into the tool. The respondents' profile of this study has been inserted.

1. Indledning

Det klassiske serviceniveaubegreb, hvor bilisters serviceniveau opgøres ud fra målinger eller beregninger af rejsehastighed, middelforsinkelse og trafiktæthed, har en 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. Flere andre faktorer har også betydning.

Nærværende undersøgelse søger at belyse, hvilke faktorer ved trafikafviklingen, vejudformningen og omgivelserne, der har betydning for bilisters oplevede serviceniveau på vejstrækninger – specifikt motorveje, og hvor stor betydningen af hver enkelt faktor er. Nærværende undersøgelse 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, om bilisten kører på en strækning eller i et kryds, hvor bilisten har vige- eller stoppligt.

I 2010 blev et fase 2 projekt med fokus på personbilister på vejstrækninger i dagslys afsluttet. Via prøvekørsler 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 seks faktorer på motorveje var: Trafiktæthed, antal kørespor, vejbelægningens kvalitet, omgivelserne, tæthed og længde af tilkørsler samt forekomst af hændelser fx vejarbejde, havari, osv.

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 muliggør, at betydningen af mange af de identificerede faktorer i fase 2 kan kvantificeres. For en tredjedel af vejstrækningerne skal der optages to videoklip med vidt forskellig trafiktæthed for derigennem bedre at kunne kvantificere trafikafviklingens betydning. Der blev opstillet en manual for, hvordan bilen, der optages video fra, skal køres. En anden manual angiver, hvilke oplysninger, der skal indsamles om den filmede vejstrækning, trafik og omgivelser. For motorveje blev det valgt ikke at kvantificere betydningen af vejbelægningens kvalitet og forekomsten af hændelser, hvilket betød, at de filmede strækninger skulle have en god og relativ ensartet belægningskvalitet samt ingen hændelser fx vejarbejde, havarede køretøjer, osv. I fase 3 projektet indgik også en pilottest. Her blev testet, hvordan et videoklip bedst kan 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 langt et videoklip måtte vare, hvilke elementer et videoklip skulle indeholde (kig ud af for-, bag- og sideruder, kig i sidespejle og speedometer), indretning og størrelse det enkelte element i et videoklip samt lydsætningen i videoklipet.

I nærværende fase 4 undersøgelse indgår 80 videoklip. Disse videoklip er fra de 36 motorveje angivet i førnævnte fase 3 rapport. 12 af disse motorveje er filmet med to vidt forskellige trafiktætheder. Der indgår således 48 videoklip optaget på motorveje. Derudover indgår 16 videoklip fra landeveje og 16 fra veje i byer, og disse vejstrækninger er også valgt fra de sæt af veje, der blev udviklet i førnævnte fase 3 rapport.

De 80 videoklip blev vurderet af i alt 193 respondenter fra Lyngby-Taarbæk og Herning kommuner. Dog er tilfredshedsvurderinger fra fem respondenter udeladt. I alt er anvendt 7.497 pålidelige tilfredshedsvurderinger, heraf 4.498 af videoklip fra motorveje.

Resultater af nærværende undersøgelse findes i to publikationer og et IT-værktøj. Nærværende tekniske rapport beskriver metode, dataanalyse, modeludvikling og praktisk anvendelse af de udviklede modeller. Den anden publikation er en kortfattet guide til brug af serviceniveaubegrebet i daglig praksis og en brugermanual til IT-værktøjet.

2. Metode og datagrundlag

Metoden til at observere bilisters opfattelse af veje er opnået ved at lade respondenter se vejstrækninger optaget på video fra en kørende personbil, og herefter lade dem vurdere deres tilfredshed under de viste forhold. Bilisten i den kørende personbil skal ikke vige for andre trafikanter på vejstrækningerne. Vurderingen af videoklipet foregår ved at svare på spørgsmålet ”Hvor tilfreds var du som bilist på den viste vej?” 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 vejstrækninger kan opnås på flere forskellige måder (Jensen, 2008). En måde er, at en bilist kører på en eller flere forskellige strækninger og udtrykker sin vurdering fx tilfredshed med vejene undervejs på turen eller efter turen. En anden måde er at optage video af en vejstrækning fra et fast kamera ved siden af vejen eller over vejen fx fra en bro, hvorefter respondenter ser videoklip af en eller flere vejstrækninger og vurderer disse. En tredje måde, som er benyttet i nærværende undersøgelse, er at optage video fra en kørende bil, og herefter lade respondenter se videoklip af vejstrækninger 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 vejstrækninger ens. Dog er det svært at vurdere vejbelægningens kvalitet ud fra video, og derfor er denne faktor kun væsentlig for vurderingen af vejen for bilisten i bilen, mens respondenter, der ser videoklip ikke tillægger vejbelægningens kvalitet nævneværdig betydning. Respondenter, der ser video optaget fra et fast kamera ved siden af eller over vejen, vurderer trafiktætheden til at have mindre betydning end bilisten i bilen eller respondenter, der ser video optaget fra en kørende bil. Med et fast kamera, hvor trafikken opleves ”udefra”, fås således en anden oplevelse af trafikken, end en bilist oplever ”indefra” bilen, samtidig opleves ikke, hvordan vejen og omgivelserne evt. ændrer sig over en strækning.

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

- 1) Der er ikke nogen risiko for respondenterne i projektet. Nogle veje har en del risici indbygget. 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 trafiktæthed. Hvis respondenterne i stedet kørte på vejene, 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 faktors betydning er det nødvendigt, at respondenterne vurderer et stort antal forskellige veje. I undersøgelsen indgår i alt 68 forskellige veje, heraf 36 motorveje. Det har været nødvendigt at inddrage Fyn, Sjælland, Amager, Lolland og Falster for at finde disse forskellige veje og med vidt forskellig trafikbelastning mv. Hvis respondenterne skulle køre på disse veje 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 på stort antal vejstrækninger.

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 og andre trafikanter kan have medført, at bilens hastighed er betydeligt lavere end hastighedsgrænsen. 78 af de 80 videoklip varer mellem 30 og 90 sekunder. Selvom mange respondenter ifølge pilottest ville kunne vurdere videoklip af en varighed på 20-30 sekunder, vil nogle få have svært ved at vurdere så korte videoklip og flere ville have svært ved at vurdere så korte videoklip, hvis en stor andel af videoklippene var kortere end 30 sekunder. De 30 sekunder er derfor valgt som en nedre grænse for videoklippenes varighed. Pilottest og litteraturstudium viser, at respondenter bliver "trætte" og ønsker at vurdere videoklipet tidligere, hvis det er længere end 90-120 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" videoklip er der benyttet en øvre grænse på videoklips varighed på 90 sekunder. To videoklip på hhv. 120 og 140 sekunder er dog medtaget for at kunne belyse kombinationen af varierende tværprofil på en motorvej og høj trafiktæthed.

Videoklippene er således mellem 30 og 140 sekunder lange og varer 46 sekunder i gennemsnit. Bilen, hvorfra videoklip er optaget, kører mellem 189 og 2.587 meter i løbet af videoklipet. I gennemsnit tilbagelægges 1.018 meter. Gennemsnitshastigheden i videoklippene er mellem 14 og 125 km/t.

2.1 Udvælgelse af vejstrækninger

Med begrænsede ressourcer og formålet at få respondenter til at vurdere veje 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.

Tidligere studier og prøvekørsler (forskningsprogrammets fase 2 – Jensen, 2010) har vist, hvilke faktorer der forekommer at have stor betydning for bilisters oplevede serviceniveau. Prøvekørslerne identificerede følgende faktorer:

Motorveje	Øvrige veje i åbent land	Veje i byer
Trafiktæthed	Trafiktæthed	Trafiktæthed
Antal kørespor	Bredde af kørebane	Bredde af kørebane
Vejbelægning (jævnhed, osv.)	Vejbelægning (jævnhed, osv.)	Vejbelægning (jævnhed, osv.)
Omgivelser (mark, skov, støjskærm, osv.)	Terrænforhold og beplantning	Omgivelsernes harmoni (træer, bygninger, osv.)
Tilkørsler (tæthed og længde)	Sideveje og ind- og udkørsler (tæthed, kanalisering, bredde)	Sideveje og ind- og udkørsler (tæthed, kanalisering, bredde)
Hændelser (vejarbejde, osv.)	Oversigtsforhold	Fartdæmpende tiltag
	Længdeafmærkning (midt- og kantlinjer)	Udformning og afmærkning af vejmidte
	Tværsnitselementer i siden af vejen (kantbane, cykelsti, osv.)	Tværsnitselementer i siden af vejen (cykelbane, cykelsti, osv.)

Tabel 1. Betydende faktorer for personbilisters oplevede serviceniveau på hhv. motorveje, øvrige veje i åbent land og veje i byer (Jensen, 2010).

For at kunne dokumentere sammenhænge mellem bilisters tilfredshed og vejenes udformning, trafik og omgivelser, er det vigtigt, at de vejstrækninger, der indgår i en konkret undersøgelse, er vidt forskellige. Til at sikre optimal forskelligartethed blev der i forskningsprogrammets fase 3 udarbejdet såkaldte ”ortogonale” sæt af vejstrækninger (Jensen, 2014). Ortogonalisering betyder, at der ingen sammenhæng er mellem en række uafhængige variable. Almindeligvis vil der køre flere biler på brede veje end på smalle, men med ortogonalisering sikres, at de udvalgte vejstrækninger samlet set har fx lige så mange biler pr. kørespor uanset bredden af vejen. De uafhængige variable, der er ortogonales, er valgt med baggrund i tabel 1 og en række andre forhold.

I tabel 2 på næste side er de uafhængige variable, der er ortogonales, angivet. I fase 3 rapporten er de tre ortogonale systemer af veje beskrevet og nærværende rapportens bilag 1 er vejstrækninger, der optræder som videoklip i undersøgelsen, beskrevet i nærmere detaljer. I bilag 1 er tillige angivet, for hvilke vejstrækninger der er udført repeater-videoklip. Der skal knyttes flere kommentarer til valgene af uafhængige variable.

Der er gjort brug af belastningsgraden (trafikflow/kapacitet), som den uafhængige variabel til ortogonalisering af trafikken. Trafikflowet kan fx opgøres som antal

personbilenheder pr. time pr. køreretning eller kørespor. Trafiktæthed opgøres derimod oftest som antal personbilenheder pr. kørespor pr. km. Trafiktætheden er foruden trafikflowet afhængig af hastighed. Ved planlægning af videooptagelser er det sværere at forudsige en trafiktæthed end et trafikflow, og derfor blev belastningsgraden anvendt i ortogonaliseringen frem for trafiktætheden. På tværs af videoklippene er valgt trafiksituationer, hvor der relativt set er både lave og høje hastigheder, så der findes videoklip med forskellig trafiktæthed men samme trafikflow. På et videoklip er det forholdsvis nemt at se trafikflowet i modsatte køreretning end bilens, hvorfra videoklipet er optaget. I bilens køreretning kan man nemt se trafiktætheden, men da bilens hastighed også er oplyst, så har man indirekte trafikflowet.

Tre sæt af veje								
Motorveje			Landeveje			Veje i byer		
Variabel	Kategorier		Variabel	Kategorier		Variabel	Kategorier	
Trafik Belastningsgrad	0-22 %	6	Trafik Belastningsgrad	0-25 %	9	Trafik Belastnings- grad	0-25 %	9
	22-43 %	6		25-50 %	9		25-50 %	9
	43-65 %	6		50-75 %	9		50-75 %	9
	65-83 %	6		75-100 %	9		75-100 %	9
	83-93 %	6						
	93-100 %	6						
Kørespor i køreretning, med/uden nødspor	2 uden nødspor	6	Samlet bredde af kørebane(r)	Under 6,1 meter	12	Samlet bredde af kørebane(r)	Under 7,1 meter	12
	2 med nødspor	15		6,1-8,0 meter	12		7,1-10,0 meter	12
	3 med nødspor	9		Over 8,0 meter	12		Over 10,0 meter	12
	4-5 med nødspor	6						
Tilkørsler	0	16	Sideveje, ind- og udkørsler pr. km	0-1	12	Sideveje, ind- og udkørsler pr. km	0-10	12
	1	12		2-4	12		11-25	12
	2 eller flere	8		5 eller flere	12		26 eller flere	12
Type af stræk- ning	Kun motorvej	18	Elementer i siden af vejen	Yderrabat	12	Elementer i siden af vejen	Fortov	15
	Start tilkørselsrampe	5		Kantbane	12		Fortov, cykelsti/-bane	12
	Slut frakørselsrampe	5		Cykelsti	12		Fortov, cykelsti/-bane og bufferareal	9
	Med forgrening	4						
	Med sammenløb	4						
Omgivelser	Vekslende	11	Beplantning	Vekslende	16	Midterrabat og fartdæmpende tiltag	Nej	20
	Marker	9		Marker	12		Med midterrabat	8
	Skov (mindst en side)	7		Skov (mindst en side)	8		Med fartdæmpende tiltag	8
	Bymæssig	9						
			Oversigt (mindste sigt- længde)	Under 50 meter	10			
				50-200 meter	14			
				Over 200 meter	12			

Tabel 2. Tre sæt af veje med hver 36 vejstrækninger, der ortogonaliseres ud fra de angivne variable og tilhørende kategorier. I højre side af kolonner med kategorier er angivet antal vejstrækninger inden for hver kategori.

Hændelser på motorveje som uheld og vejarbejde indgår ikke i ortogonaliseringen i tabel 2, selvom prøveførsler indikererede, at hændelser var vigtige for bilisters oplevelser på motorveje. 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. På et videoklip (B36) er der dog afskærmningsmateriel (vejarbejde) i modsatte vejside i de sidste ca. 2 sekunder af videoklippen.

Vejenes udformning indgår på flere måder. På motorveje indgår tværsnittet med antallet af kørespor og forekomst af nødspor i ortogonaliseringen i tabel 2. En hypotese er, at nødspor øger bilisters tilfredshed, selvom tidligere studier ikke indikerer det. På langs af motorvejen indgår forekomst af tilkørsler, forgreninger, sammenløb og start- og slutpunkt for videoklippen i ortogonaliseringen. Prøvekørsler indikerede, at tilkørsler havde en betydning for serviceniveauet. Men et ønske har været at vide, om ”tvungne” vognbaneskift på flettestrækninger har betydning for bilisters oplevede serviceniveau.

På landeveje indgår tværsnittet ved den samlede bredde af kørespor og forekomst af kantbane (inklusive fuldt optrukken kantlinje) og cykelsti. Længdefmærkning indgår ikke yderligere, da forekomsten af midt- og kantlinjer hænger nøje sammen med kørebanebredden. For landeveje vil det være særdeles svært at udrede, hvordan hhv. længdefmærkningen og kørebanebredden påvirker bilisters oplevede serviceniveau – de to faktorer må evt. ses under ét. På langs af landeveje indgår oversigtsforhold samt antal sideveje, ind- og udkørsler. Oversigtsforhold hænger nøje sammen med tværsnit, tracé (kurver), beplantning og terrænforhold.

På veje i byer indgår tværsnittet ved samlet bredde af kørespor og forekomst af fortov, cykelsti, skillerabat, cykelbane og midterrabat. Afmærkning i vejmidte indgår ikke i ortogonaliseringen i tabel 2, men forskellige typer af midterrabatter og afmærkninger i vejmidten i øvrigt optræder på videoklippen. På langs af veje i byer indgår fartdæmpende tiltag samt antal sideveje, ind- og udkørsler.

Som nævnt før er det svært at opfatte vejbelægningens kvalitet ved at se videoklip. Derfor indgår vejbelægningens kvalitet ikke i ortogonaliseringen, og kun vejstrækninger med et godt vedligeholdelsesniveau er optaget på video. Således bør der på den kørte vejstrækning i videoklip ikke være sporkøring, synlige huller, kanter eller lapper i asfalten, autoværn og andet vejudstyr bør være uden større skader, afmærkning på kørebanen og tavler bør være tydelig og ikke for slidt. Blandt de valgte veje er der dog en vejstrækning i by (B22), hvor en del lapper i asfalten ses. På tre videoklip høres kørsel på lapper (M25, B20 og B25), men lapperne ses ikke tydeligt. På tre andre videoklip høres kørsel over revner ved broer (M4, M5 og B35) og i et videoklip høres kørsel på dæksler (B36). På alle videoklip er der kørt på asfaltbelægninger.

Omgivelser indgår både i ortogonaliseringen i tabel 2 for motorveje og landeveje. Her er der typisk skov og/eller marker i omgivelserne, men på motorveje kan der også forekomme bymæssige omgivelser. Støjvolde langs motorveje er oftest betegnet som ”marker”. Omgivelser indgår ikke i tabel 2 for vejstrækninger i byer, men der ønskes, at omgivelserne på videoklip fra veje i byer skal være forskellige.

Videoklip af vejstrækninger må som før nævnt ikke indeholde kryds, hvor bilen, hvorfra video optages, skal overholde en vige- eller stoppligt. Konkret vil det sige, at der ikke må være signalanlæg, jernbaneoverkørsel, højrevigepligt, ubetinget vigepligt, stoptavler eller fodgængerfelter på den kørte strækning. Og der svinges hverken til højre eller venstre i et kryds i videoklip, da sådanne sving oftest vil medføre en vigepligt over for andre trafikanter. Til gengæld må der godt være en flettestrækning på videoklipet. Der findes dog to fejl i de mange videoklip. På videoklip M25 er der ubetinget vigepligt ved den anvendte tilkørsel, dog er tavlen kun synlig i ca. 2 sekunder og hjattænderne er slidt væk, og desuden skulle bilen i videoklipet ikke vige for andre biler. På videoklip B12 er der et fodgængerfelt på tværs af vejen, men bilen i videoklipet skulle ikke vige fodgængere.

Videoklippene er afgrænset i forhold til kryds, så bilen på videoklipet ikke er i færd med at nedbremse op til et kryds eller i færd med at accelerere væk fra et kryds. Dog er det ved videoklip, der starter på en tilkørselsrampe ved en motorvej, benyttet reglen, at videoklipet skal starte mindst 3 sekunder før spærrefladen mellem tilkørselsrampe og motorvej – her er bilen oftest i færd med at accelerere. Ved videoklip, der slutter på en frakørselsrampe ved en motorvej, må videoklipet først afsluttes 3 sekunder efter spærrefladen mellem motorvej og frakørselsrampe, men skal afsluttes mindst 100 m før rampekrydset. Bilen på frakørselsrampen vil ofte være i færd med at decelerere. De ramper, der indgår, er del af ruderanlæg, så de er forholdsvis lige uden skarpe kurver. Derudover er videoklip også afgrænset i forhold til vognbaneskift og større ændringer i tværprofil fx ved flettestrækninger. Her skal videoklip starte mindst 10 sekunder før en ændring i tværprofil eller et vognbaneskift og videoklip må tidligst afsluttes 5 sekunder efter en ændring i tværprofil eller et vognbaneskift. Der er findes dog én fejl i afgrænsningen af de mange videoklip. På videoklip M21 skulle en tilkørselsflettestrækning have indgået, men gør det ikke. Denne tilkørselsflettestrækning indgår dog i M21R, altså strækningens repeater-videoklip.

2.2 Produktion af video

Produktionen af video bestod dels af videooptagelser af hver vejstrækning dels af redigering af videooptagelser til færdige film til fremvisning for respondenter.

Videooptagelserne blev udført i perioden fra november 2014 til september 2015. De få optagelser fra november 2014 indgik i pilottests i fase 3 og er genanvendt i nærværende undersøgelse. Alle andre optagelser blev udført i maj-september 2015. Der blev udelukkende filmet i dagslys mellem kl. 6 og 18. På optagelserne fra 2015 er landskabet grønt med løv på træerne. Der er filmet i tørvejr med et varierende skydække og omfang af sollys. På et enkelt videoklip (B10) er der vanddråber på bilens forrude, der stammer fra en forankørende, som hvirvler vand op fra en våd kørebane. På de fleste videoklip er der tørt føre.

Bilen, hvorfra video er optaget, kunne indgå i fem forskellige trafikale situationer på en vejstrækning:

- 1) **Almindelig kørsel i højre spor:** Det er unødvendigt at ændre fart eller retning som følge af anden trafik på vejen.
- 2) **Nedsat hastighed i højre spor:** Forankørende samt overhalingsforbud eller trafik i spor til venstre for én (med- eller modkørende) umuliggør overhaling eller forbikørsel af forankørende.
- 3) **Nedsat hastighed i andre spor:** Forankørende og trafik i spor til højre og evt. til venstre for én (med- eller modkørende) muliggør ikke hurtigere fremdrift.
- 4) **Overhaling:** Et eller flere køretøjer overhales ved at trække ud i spor for modsatrettet trafik. Situationen inkluderer to vognbaneskift. På videoklip skal der være sigt til eventuel modsatrettet trafik.
- 5) **Forbikørsel:** Et eller flere køretøjer forbikøres (overhales) i et spor for medkørende trafik. I situationen kan indgå flere vognbaneskift.

Bilen, hvorfra videoklip er optaget, er ført på følgende måde:

- **Hastighed:** Ved almindelig kørsel i højre spor og ved forbikørsel vælges, hvis forholdene tillader det, en hastighed på ca. 0-5 km/t under hastighedsbegrænsningen. Hvis der er opsat en anbefalet hastighed, køres der omtrent med den hastighed. Hvis forholdene fordrer en lavere hastighed fx i skarpe kurver, så nedsættes hastigheden til et niveau, hvor der fortsat er stopsigt. I nogle tilfælde er en strækning gennemkørt flere gange for at opnå det rette hastighedsniveau på alle dele af strækningen. Ved nedbremsset kørsel som følge af trafik er der om muligt kørt med samme hastighed som forankørende og en sikker afstand til forankørende. I syv videoklip er der hastighedsoverskridelser på 1-3 km/t i få sekunder, mens der i to videoklip er hastighedsoverskridelser på 7-8 km/t i få sekunder lige før tavler med en højere hastighedsgrænse passerer (hastighedsgrænsen sættes op fra 90 til 110 km/t).
- **Placering på tværs:** Bilen er ført ca. midt i køresporet også i kurver. På veje uden afmærket kørespor er bilen ført i midten af højre side af vejen, dog ofte mindst 0,5 meter til belægningskant i højre side. Passage af cyklister på veje uden cykelfacilitet er udført med en afstand til cyklister på ca. 1,0-1,5 meter.
- **Placering i længderetning:** Bilen er så vidt muligt ført med en afstand til forankørende på mindst 2 sekunder. I forbindelse med andres vognbaneskift og nedbremsninger er der dog ofte mindre tidsafstand til forankørende.

- **Vognbaneskift:** Ved vognbaneskift er der anvendt blinksignal (retningsviser) uanset, hvilken type vej der er kørt på. Overhalinger og forbi kørsler er udført uden voldsomme accelerationer og med god afstand til forankørende.
- **Øvrig adfærd:** 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. Gearskifter er udført, så støj fra motoren er holdt lavt. Der er ikke benyttet hornsignal. Der er ingen pludselige retningsændringer fx for at køre uden om et dæksel. Der er udlagt et sort klæde over instrumentpanelet for at undgå refleksioner i videooptagelsen ud af forruden.

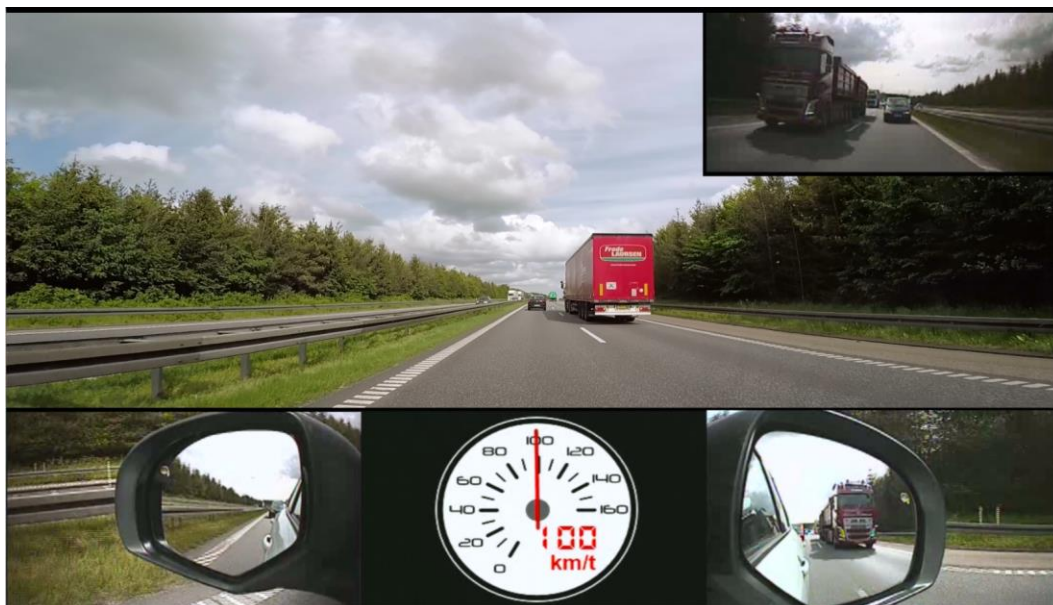
Ikke al adfærd blandt andre trafikanter er accepteret på videoklip. Videooptagelser med hornsignaler, råb og andre høje lyde er udeladt. Ligeledes er optagelser, hvor andre trafikanter meget tydeligt tilkendegiver, at de ved de bliver optaget, udeladt. Videooptagelser med ”aggressiv” adfærd fx meget korte tidsafstande til foran- eller bagvedkørende er også udeladt. Videooptagelser med ”mærkelig” og ulovlig adfærd fx brug af håndholdt mobil under kørsel, kørsel af personbiler i busbaner, kørsel i nødspor, u-vendinger, ekstreme hastigheder, osv. er udeladt.



Figur 1. Øverst til venstre er GoPro kamera placeret bag bakspejl, øverst til højre er VBOX kamera placeret i bagrude, nederst til højre er VBOX system med skærm og nederst til venstre er VBOX kamera placeret i venstre forreste siderude.

Hver vejstrækning blev oftest filmet 3-6 gange, dog er nogle få strækninger filmet flere end 6 gange. Vejstrækninger med repeater-videoklip er filmet 6-12 gange. I figur 1 ses placering af kameraer i den anvendte bil og skærmen i bilen knyttet til et VBOX system. I et videoklip indgår optagelser fra et GoPro kamera med et kig ud af forruden (HD format 1.920 x 1.080 pixels optaget progressive 25 billeder pr. sekund). GoPro kameraet var placeret bag bakspejlet øverst til venstre for midten

på forruden. Derudover er der anvendt et VBOX system med tre kameraer (ældre tv-format 720 x 578 pixels optaget interlaced 25 billeder pr. sekund) med et kig ud af bagrude samt de to sideruder inklusiv sidespejle. Kameraerne var placeret hhv. øverst i midten af bagruden, og nederst på sideruder nær instrumentpanelet. 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. Optagelser fra GoPro kamera og VBOX systemet er synkroniseret i det anvendte videoredigeringsprogram Adobe Premiere Elements version 12. 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 bilførers nakkestøtte nær ørerne, er anvendt. I figur 2 ses et billede fra et videoklip, hvor optagelser fra de forskellige kameraer er placeret på forskellige pladser i videoklipet.



Figur 2. Et billede fra et videoklip (M30).

I forbindelse med videooptagelser fra bilen er en del af vejstrækningen også filmet med et fast kamera placeret på et stativ oftest på den sidste halvdel af strækningen på en bro over vejen. Optagelser fra dette faste kamera er anvendt til snittællinger af trafikken (både fodgængere, cyklister, biler, osv.) i begge køreretninger. Bilen, hvorfra videooptagelser er udført, er markeret på optagelser fra det faste kamera. Snittællingerne er nærmere beskrevet i afsnit 2.4.

Det videoklip, hvor trafikforholdene passer bedst med kravet om trafikbelastning 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 vejstrækninger

- To test-videoklip
- Mulighed for at stille opklarende spørgsmål
- 20 videoklip
- Pause på 10 minutter
- 20 videoklip
- Afslutning af filmfremvisning

Fra tidligere undersøgelser vides, at respondenter kan have vanskeligheder i starten med at afgive deres ”oprigtige” vurdering af en vejstrækning. Respondenter skal først vende sig til måden undersøgelsen udføres på og de seks mulige svar på spørgsmålet: ”Hvor tilfreds var du som bilist på den viste vej?”. Derfor indgår to test-videoklip i starten af filmen. Disse test-videoklip gentages senere på to af de fire film for at erfare, om respondenter har startvanskeligheder. De to test-videoklip inkluderer hhv. en ”god” og en ”dårlig” vejstrækning.

De 80 videoklip var for mange til at vise på én film. Erfaringsmæssigt vides, at respondenter kun kan vurdere 20-30 vejstrækninger, før de bliver trætte. Filmene er derfor udformet med 20 videoklip før en pause og 20 videoklip efter en pause. Hver respondent har således vurderet 40 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. Randomiseringen er udført ved tilfældigt at udtrække 20 videoklip til en session: 12 motorvejs-videoklip, fire videoklip fra landeveje med ét klip fra hver af de fire trafikale belastningsgrader og fire videoklip fra veje i byer igen et fra hver belastningsgrad. Et krav var dog, at de 12 motorvejs-videoklip ikke måtte indeholde to videoklip fra samme vejstrækning (altså fx både M36 og M36R). Rækkefølgen for de 20 udtrukne videoklip blev herefter gjort tilfældig. På denne 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 forholdsvist 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 vej (motorvej, motortrafikvej, landevej eller vej i by) og hastighedsgrænsen ved start af videoklipet inklusiv en eventuel anbefalet hastighed. I løbet af disse syv sekunder nævner en stemme ”Nu vises vej 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 på den viste vej?”, som tillige blev gengivet af en stemme. Respondenterne havde altså 10 sekunder til at besvare spørgsmålet.

2.3 Videofremvisning og spørgeskema

Respondenterne i undersøgelsen er 20-87 årige borgere fra Lyngby og Herning områderne. Fra Mostrup grønne vejviser er der tilfældigt trukket 816 af listede personer i Lyngby-Taarbæk Kommune samt 726 af de listede personer fra de to postnumre 7400 Herning og 7451 Sunds i Herning Kommune. Disse i alt 1.542 personer blev inviteret til at deltage i undersøgelsen pr. brev.

Der blev udført fire videofremvisninger i Lyngby (en af hver film) og tilsvarende fire videofremvisninger i Herning. Hver fremvisning varede ca. 1 time og blev udført i et auditorium på Scion-DTU mandag den 16. og onsdag den 18. november 2015 kl. 18:45 og 20:00. I Herning foregik fremvisningerne på samme klokkeslæt tirsdag den 19. og onsdag den 20. januar 2016 i et stort mødelokale i DGI Huset. For at peppe respondenter lidt op blev der serveret sodavand og chokolade i pausen af filmene.

Filmene blev fremvist ved brug af videoprojektorer på store lærreder samt med flere 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 193 respondenter ved fremvisningerne, heraf 63 fra Lyngby og 130 fra Herning. Således deltog 13 % af de inviterede (kun 8 % af de inviterede i Lyngby, men hele 18 % af de inviterede i Herning). Ved hver fremvisning deltog mellem 13 og 43 personer.

Fem af de 193 respondenter er frasorteret. To blev frasorteret, da de kun svarede på en ekstremt lille del af spørgeskemaet. En blev frasorteret, da vedkommende kun svarede på ca. halvdelen af spørgeskemaet og samtidig synes at have misforstået vurderingsskalaen for videoklippene (eventuelt vendt skalaen om undervejs i fremvisningen). De sidste to blev frasorteret, da de svarede samme tilfredshedsniveau på alle eller næsten alle videoklip. Svar fra de fem frasorterede respondenter indgår ikke i opgørelser af svar eller i opstilling af modeller.

Hvert videoklip (eksklusiv frasorterede respondenter) blev vurderet af mellem 81 og 107 respondenter. I tabel 3 er vist respondenternes fordeling på køn og alder. Af tabel 3 ses, at der er flere mænd (65 %) end kvinder blandt respondenterne, og at mænds andel af respondenterne er særlig høj blandt ældre. En forholdsvis stor andel af respondenterne er 50-69 år.

Køn	Alder						I alt
	20-29 år	30-39 år	40-49 år	50-59 år	60-69 år	70-87 år	
Kvinde	9	8	16	16	13	3	65
Mand	13	13	20	25	32	20	123
I alt	22	21	36	41	45	23	188

Tabel 3. Responder 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 lokalet, hvor fremvisningen foregik, og fik at vide, at kun baggrundsspørgsmålene kunne besvares inden videoen blev startet. Spørgeskemaet skulle respondenterne aflevere efter videofremvisningens afslutning, hvorefter respondenterne fik en Smartbox el. lign. Respondenterne var informeret i invitationen, at vedkommende vil få en gave ved deltagelse.

Som nævnt deltog kun 13 % af de inviterede i fremvisningerne. I næste kapitel er det belyst, om baggrundsplysningerne om respondenternes 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 vejstrækningerne. 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 på den viste vej?” havde følgende ordlyd: ”*Spørgsmålet besvares ved at afkrydse én af de seks svarmuligheder gående fra meget tilfreds til meget utilfreds. Der skal således sættes et kryds efter hvert videoklip, altså et kryds i hver række af spørgeskemaet. Hvor tilfreds du er med vejen kan eksempelvis afhænge af, hvor fremkommelig vejen virker, hvor tryk og komfortabel du føler dig, og om vejen og dens omgivelser fremtræder harmoniske og attraktive. Husk du skal svare som bilist.*”

2.4 Indsamling af data om veje, trafik og omgivelser

I rapporten om fase 3 af forskningsprogrammet er angivet, hvilket data, der skulle indsamles for hver vejstrækning og videoklip. Disse data kan anvendes som uafhængige variable i forbindelse med opstilling af modeller for bilisters oplevede serviceniveau. Data stammer fra fem kilder:

- Gennemsyn af videoklip
- Målinger og observationer på vejstrækninger
- Videoptagelser fra vejside (samtidig med optagelse af videoklip)
- Oplysninger fra vejman.dk
- Målinger og observationer på luftfotos og Google Streetview

Data om vejens udformning, udstyr, regulering, mv.:

- Tværsprofil: Bredder af vejens tværsnitselementer stammer fra målinger på vejstrækningen og vejman.dk. Tværsprofilen er opgjort, hvor det ensartet, så der ikke er foretaget opmålinger i fx kryds, overgangszoner, ved busstoppesteder, osv. Hvis vejens tværsprofil er nogenlunde ens på hele vejstrækningen, er der kun opgjort ét tværsprofil. Hvis vejens tværsprofil varierer, så er der kun opgjort de to tværsprofiler, der repræsenterer de længste delstrækninger.

- Tracé: Ud fra i x-y-z-koordinater for vejens stationeringslinje er kurver og stigningsforhold opgjort for alle strækninger af motorveje og for nogle af strækningerne af landeveje og veje i byer. Ud fra disse opgørelser angives fx vejens kurvatur (samlet kurvevinkel pr. km), bakkethed (højdemeter pr. km) og mindsteradius for kurver. Det er også forsøgt at beregne sigtlængder ud fra tracé og tværprofil.
- Belægning og vejbeplantning: For hvert element i tværprofilet opgøres type af belægning og beplantning samt om belægningen er tydeligt nedslidt, lappet eller lignende. Beplantning kan fx være træer, græs, mv.
- Afmærkning og separation: Type af adskillelse mellem trafikarter, type og bredder af længdeafmærkning er opgjort, herunder afmærket overhalingsforbud på kørebanen. Afmærkning af parkering er også opgjort. Afmærkning i relation til fx kryds, busstoppesteder, midterheller, fartdæmpende foranstaltninger er ikke opgjort.
- Tavler og regulering: Lokale hastighedsbegrænsninger, tavler med anbefalet hastighed og parkeringsreguleringer er opgjort ved at gennemgå tavler på vejstrækningerne. Kurveafmærkning er også registreret. Overhalingsforbud for lastbiler på motorveje er ikke opgjort.
- Vejbelysning og andet vejudstyr: Omfang og placering af vejbelysning er opgjort ligeså er der angivet om der langs vejene er kantpæle.
- Sideveje og ind-/udkørsler: Antal sideveje og ind- og udkørsler for hver vejside samt antal T- og F-kryds er opgjort. Det er ikke opgjort, om der på sideveje er ubetinget vigepligt eller stoppligt (stoptavler). På motorveje er der opgjort antal fra- og tilkørsler samt forgreninger og sammenløb. Når videoklip starter eller slutter på en rampe tæller denne med i antal fra- og tilkørsler.
- Andre elementer: Fartdæmpende elementer i form af bump, midterheller og indsnævring samt busstoppesteder i hver vejside er registreret.

Med omgivelser menes de umiddelbare omgivelser uden for vejarealet. 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 kørt vejstrækning, herunder vejnavn, vejnummer, kilometrering, husnumre, kørselsretning (verdenshjørne) og kørt længde. 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. Det er opgjort, om der er lyde på videoklipet andet end støj fra biltrafikken. Der er desuden registreret ”distractioner”. På videoklip M16 og M16R er der blanding fra sollys efter kørsel under bred bro. På videoklip B10 er der vanddråber på forruden. På videoklip B21 kører bilen, hvorfra der er optaget video, op på en kantstensbegrænset midterrabat for at passere en lastbil. På videoklip B35 er der en storartet udsigt over et havneområde.
- Landskab, bebyggelse og anvendelse: Synlige bygninger, hvis facade i en side af vejen samlet udgør 10 % eller mere vejstrækningens længde og er placeret mindre end 100 m fra vejen, er registreret. For bygninger er registreret deres anvendelse i stueetage, afstand fra vejkant til bygninger, antal etager, tæthed

(facadelængde/strækningslængde) og årti for opførelse af bygninger. Landskab er opgjort som skov eller mark. Bygninger og landskab opgjort for hver side af vejen. En opgørelse kan fx være 30 % mark, 60 % skov og 10 % bolig.

Ud fra det ”faste” kamera ved siden af vejen er følgende oplysninger opgjort om trafikken i et snit på vejstrækningen:

- Trafik i samme køreretning/vejside som optagende bil: Der er talt trafik i et minut med den optagende bil i midten af dette minut. Trafikken er opdelt i 10 sekunders intervaller. Den optagende bil indgår i tælling. Motoriseret trafik er længdeinddelt (0-5,8, 5,8-12,5 og over 12,5 meter) og talt for hvert kørespor. Fodgængere, cykler/knallerter er talt for den vejside den optagende bil kører i.
- Trafik i modsatte køreretning/vejside som optagende bil: Der er talt trafik i mindst to minutter og i mindst dobbelt så lang tid som videoklippets varighed. Trafikken er opdelt i 10 sekunders intervaller. Tiden er ”forskudt”, således at modsatrettet kørende motorkøretøj, der befinder sig midt på vejstrækningen samtidig med den optagende bil er midt vejstrækningen, tælles i midten af det tidsrum, hvori trafik er talt. Motoriseret trafik er længdeinddelt og opgjort for hvert kørespor. Fodgængere, cykler/knallerter er talt for den modsatte vejside i forhold til den optagende bil.

Ud fra videoklippet (fra den optagende bil) er følgende oplysninger om bilens placering og 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.
- Den optagende bils placering: Den præcise kilometrering for start- og slutpunkt for videoklip er opgjort. Undervejs i videoklippet er opgjort eventuelle vognbaneskift, og hvilket kørespor der er benyttet i hvor lang tid.
- Parkerede motorkøretøjer: For hver vejside er opgjort, hvor mange parkerede motorkøretøjer, som den optagende bil passerer. Kun biler parkeret i vejarealet er registreret.
- Trafik i samme køreretning/vejside som optagende bil: Der er registreret fodgængere, cykler/knallerter og motorkøretøjer opdelt efter længdekategori, som den optagende bil overhaler/forbikører ”venstre om”. Motorkøretøjer opdelt efter længdekategori som den optagende bil forbikører ”højre om” er særskilt opgjort. Motorkøretøjer igen opdelt efter længdekategori, der overhaler eller forbikører den optagende bil hhv. venstre og højre om er også registreret. Alle registreringer er opdelt i tidsrum af 10 sekunder.
- Trafik i modsatte køreretning/vejside som optagende bil: Der er registreret fodgængere, cykler/knallerter og motorkøretøjer opdelt efter længdekategori i den modsatte køreretning/vejside, som den optagende bil passerer. Den trafik er ikke opdelt efter kørespor.
- Vigende trafikanter: Trafikanter, som tydeligt viger for den optagende bil og som den optagende bil passerer, er registreret for hver vejside. Trafikanter er

opdelt på fodgængere, cykler/knallerter og motorkøretøjer i længdekategorier. Disse er kun opgjort på landeveje og veje i byer. Registreringer er opdelt i tidsrum af 10 sekunder.

- **Hastigheder:** Ud fra videoklipet er det forsøgt at vurdere, om den optagende bils gennemsnitshastighed i hele videoklipet er højere, lavere eller den samme som den øvrige trafik af motorkøretøjer i hhv. samme og modsatte køreretning. Her indgår overhalinger og forbikørsler i den kørte retning i formler, hvor forskelle i hastigheder er antaget. I tilfælde, hvor hastigheden mellem de to køreretninger er væsentlig forskellig er det forsøgt at vurdere gennemsnitshastigheden for den modsatte køreretning – ellers er gennemsnitshastigheden for de to køreretninger antaget at være ens.

Ud fra de indsamlede data er vejstrækningernes kapacitet opdelt på køreretning og kørespor er forsøgt beregnet med baggrund i Håndbog kapacitet og serviceniveau (Vejdirektoratet, 2015). I tilfælde, hvor vejstrækningens kapacitet varierer betydeligt fra del til del, er der beregnet kapacitet for delstrækninger. Belastningsgraden er opgjort for vejstrækningen, for den optagende bils køreretning og for kørespor benyttet af den optagende bil. Belastningsgrader er beregnet ved at dividere de opgjorte trafikflow fra det faste kamera med kapaciteten. Ud fra hastigheder og trafikflow er det forsøgt at opgøre trafiktætheden (personbilenheder pr. kørespor pr. km) på vejstrækningen og i hver køreretning og kørespor.

3. Dataanalyse og modeludvikling

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

- 1) Kan svar om tilfredshed med forskellige veje fra almindelige bilister bruges til at udvikle serviceniveau-modeller for biltrafik, der kan anvendes af trafikplanlæggere m.fl. til evaluering af vejstrækningers evne til at befordre biltrafik på tilfredsstillende vis?
- 2) Hvis ja, hvilke variable om veje, trafik og omgivelser er hhv. væsentlige og nødvendige som input i sådanne modeller?
- 3) Afhænger niveauet af tilfredshed af bilistens køn, alder, transportvaner, osv.? Og er det nødvendigt at korrigere for eventuelle forskelle?
- 4) Afhænger niveauet af tilfredshed, om respondenterne er bosiddende i et storbyområde eller et mindre byområde?
- 5) 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 på bestemte veje på bestemte tidspunkter? Her tænkes på at guide trafikanterne til at anvende de mest tilfredsstillende ruter via fx GPS-navigation.
- 6) Blev respondenterne trætte under videofremvisningerne og påvirkede dette niveauet af tilfredshed?
- 7) Oplevede respondenterne startvanskeligheder med tilfredshedsvurderingerne, og hvordan indvirkede dette på niveauet af tilfredshed?
- 8) Kan der observeres forskelle i niveau af tilfredshed på en vejstrækning ved forskellige trafikmængder (flow), trafiktætheder og hastigheder?

De otte spørgsmål søges belyst i nærværende kapitel.

3.1 Tilfredshedsvurderinger og svarfordeling

Sammenlagt har 188 respondenter afgivet 7.497 tilfredshedsvurderinger, heraf 4.498 som bilist på motorveje, 1.500 som bilist på landeveje og 1.499 som bilist på veje i byer. Af de 4.498 tilfredshedsvurderinger som bilist på motorveje er 1.144 vurderinger af repeater-videoklip.

I de førnævnte tilfredshedsvurderinger indgår ikke vurderinger af test-videoklip, som heller ikke indgår i modelleringen af serviceniveauet. For de fire forskellige test-videoklip foreligger 358 tilfredshedsvurderinger, og disse 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 svarkategorier. 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)			
		På motorveje	På landeveje	På veje i byer	I alt
1	Meget tilfreds	1.851 (41 %)	452 (30 %)	241 (16 %)	2.544 (34 %)
2	Noget tilfreds	1.418 (32 %)	451 (30 %)	401 (27 %)	2.270 (30 %)
3	Lidt tilfreds	586 (13 %)	278 (19 %)	283 (19 %)	1.147 (15 %)
4	Lidt utilfreds	353 (8 %)	186 (12 %)	225 (15 %)	764 (10 %)
5	Noget utilfreds	198 (4 %)	100 (7 %)	232 (15 %)	530 (7 %)
6	Meget utilfreds	92 (2 %)	33 (2 %)	117 (8 %)	242 (3 %)
I alt		4.498 (100 %)	1.500 (100 %)	1.499 (100 %)	7.497 (100 %)
Gennemsnit		2,09	2,42	3,10	2,36
Mest tilfredsstillende		1,31	1,49	1,69	1,31
Mest utilfredsstillende		4,42	3,85	4,77	4,77

Tabel 4. Sammenhæng mellem nominal og ordinal skala samt svarfordeling af tilfredshedsvurderinger for de 80 videoklip.

Af tabel 4 ses, at spredningen i respondenternes svar er relativ lille for videoklip fra motorveje og relativ stor for videoklip fra veje i byer. Respondenterne svarer, at de er mest tilfredse på de viste videoklip fra motorveje og mindst tilfredse med videoklip fra veje i byer. Vejstrækningerne vurderes ganske forskelligt fx varierer tilfredsheden på motorvejene fra 1,31 til 4,42 på den ordinale skala. Tilfredsheden varierer nogenlunde tilsvarende på landeveje og veje i byer.

Kun 2 % af svarene er i kategorien ”Meget utilfreds” på motorveje, selvom 10 % af videoklippene er fra motorveje, hvor trafikken er brudt sammen. Det indikerer, at trafiksammenbrud ikke indplacerer sig blandt respondenter mellem ”Noget utilfreds” og ”Meget utilfreds”, men måske snarere noget mellem at være tilfreds og at være utilfreds.

Man kan spørge, om tilfredshedsniveauet varierer på en logisk måde. Hvis det er tilfældet, er det højst sandsynligt muligt at udvikle serviceniveau-modeller, der kan anvendes af trafikplanlæggere mv. I det følgende analyseres om tilfredshedsniveauet har en umiddelbar sammenhæng med trafikflow, trafiktæthed og / eller hastighed. Der ses på trafikale variable, da de indgår i beregninger af det ”klassiske serviceniveau” i fx Highway Capacity Manual, Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen og Håndbog Kapacitet og Serviceniveau. Eksempelvis opgøres serviceniveauet på motorveje ud fra trafiktæthed i Highway Capacity Manual, hvor serviceniveau A findes ved en tæthed på 0,0-6,8 personbilenheder pr. spor pr. km, B ved 6,8-11,2, C ved 11,2-16,2, D ved 16,2-21,7, E ved 21,7-28,0 og F forekommer ved 28,0 personbilenheder pr. spor pr. km og derover.

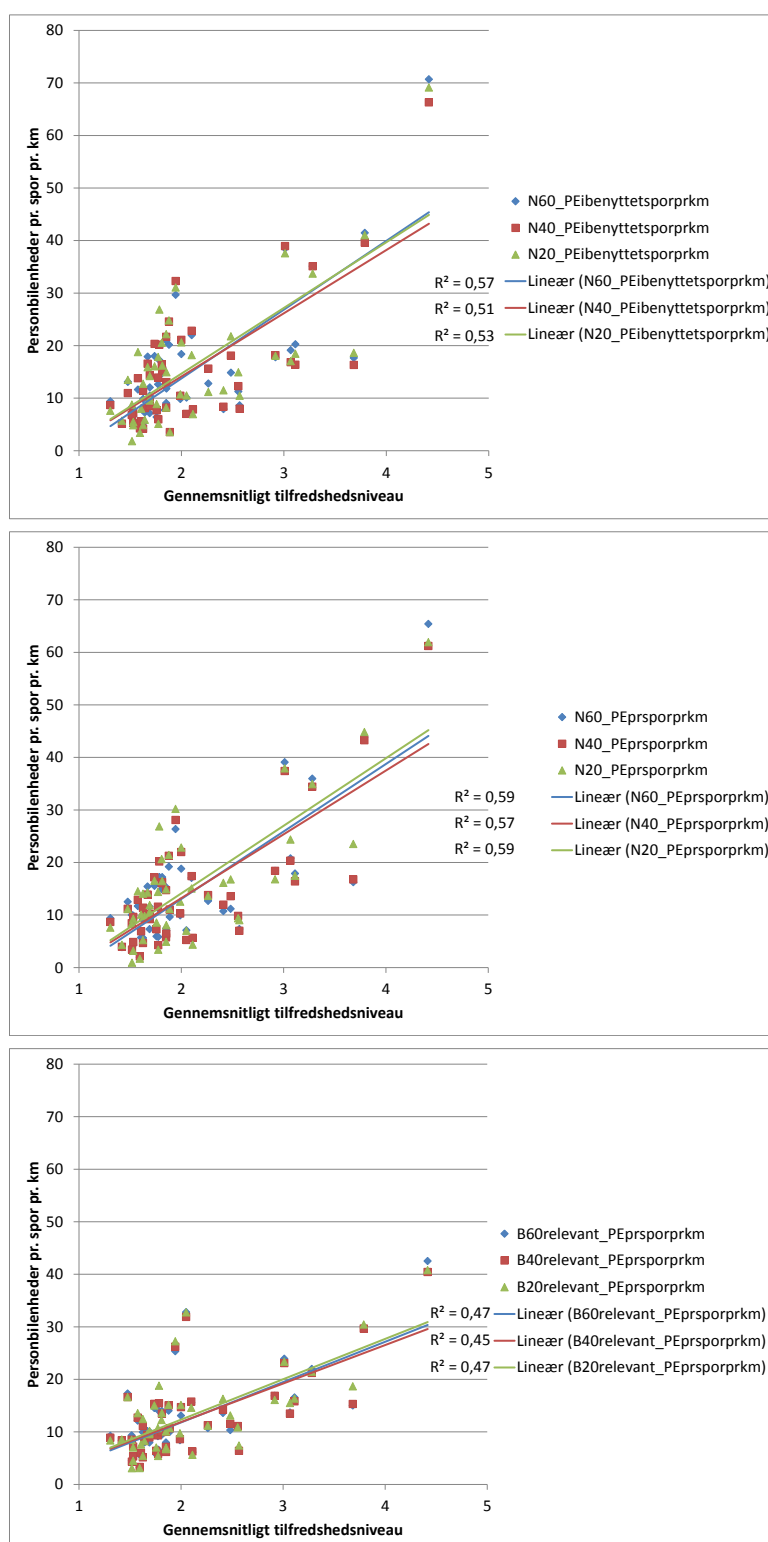
3.1.1 Motorveje

Trafikflow, trafiktæthed og hastighed kan opgøres på en række forskellige måder. Eksempelvis kan man se på trafiktætheden i det benyttede kørespor (som bilen, hvorfra der er optaget video, har kørt), i samtlige kørespor i den kørte retning, trafiktætheden i den modsatte køreretning eller i begge køreretninger. Trafikmængden (og derved både flow og tæthed) i den køreretning, som bilen, hvorfra der er optaget video, har kørt, er opgjort i tre forskellige tidsrum hhv. 10, 20 og 30 sekunder før og efter den optagende bil.

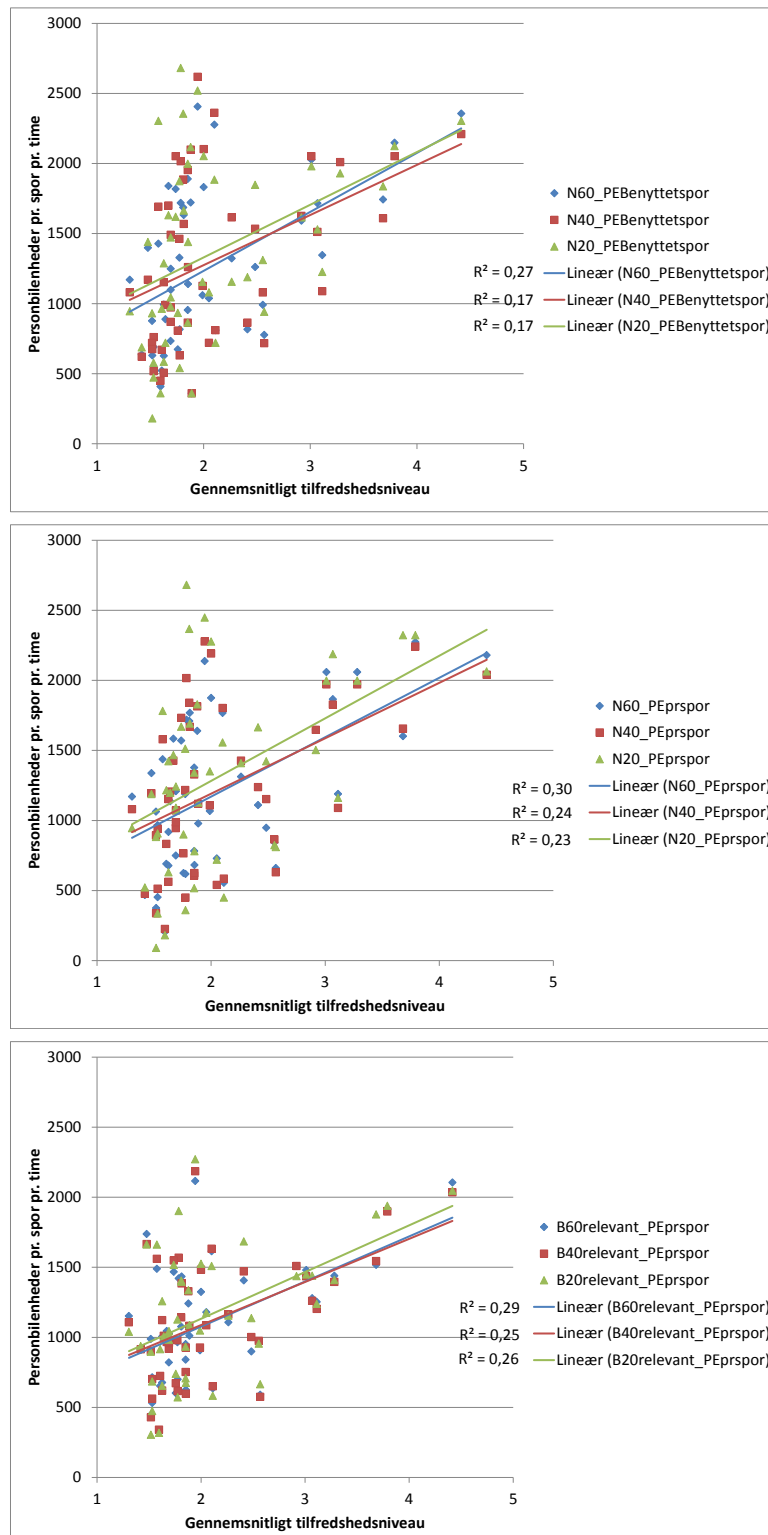
I figur 3 på næste side findes tre grafer, hvor tilfredshedsniveauet er relateret til trafiktætheden opgjort hhv. i det benyttede kørespor, i den kørte retning og i begge køreretninger samt i de tre forskellige tidsrum.

Af figur 3 ses tydeligt, at der er en sammenhæng mellem tilfredshedsniveauet og trafiktætheden. Sammenhængen er stærkest, når trafiktætheden opgøres for samtlige kørespor i den køreretning, som bilen, hvorfra der er optaget video, har kørt. Man kan således sige, at trafiktætheden i kørespor ved siden af det benyttede kørespor også øver indflydelse på tilfredshedsniveauet. Sammenhængen synes også at være stærkest, når trafikmængden opgøres for tidsrummet 30 sekunder før og efter den optagende bil. Ved at studere den blå tendenslinje (N60) i den midterste graf (den kørte retning) lidt nærmere kan det beregnes, at det gennemsnitlige tilfredshedsniveau er 1,51, 1,86, 2,25, 2,67 og 3,16, når trafiktætheden er hhv. 6,8, 11,2, 16,2, 21,7 og 28,0 personbilenheder pr. spor pr. km.

I figur 4 findes også tre grafer, men her er tilfredsniveauet relateret til trafikflowet opgjort som personbilenheder pr. spor pr. time hhv. i det benyttede kørespor, i den kørte retning og i begge køreretninger samt i de tre forskellige tidsrum. Af figur 4 ses, at der er en sammenhæng mellem tilfredshedsniveauet og trafikflowet. Igen er sammenhængen stærkest, når trafikflowet opgøres for samtlige kørespor i den køreretning, som bilen, hvorfra der er optaget video, har kørt. Sammenhængen synes også at være stærkest, når trafikflowet opgøres for tidsrummet 30 sekunder før og efter den optagende bil (N60).



Figur 3. Øverst er trafiktæthed i det benyttede kørespor relateret til respondenteres tilfredshedsniveau baseret på hhv. 60, 40 og 20 sekunders tælling med optagende bil i midten af tællertidsrum. Midterst er trafiktæthed i den kørte retning og nederst i begge køreretninger.

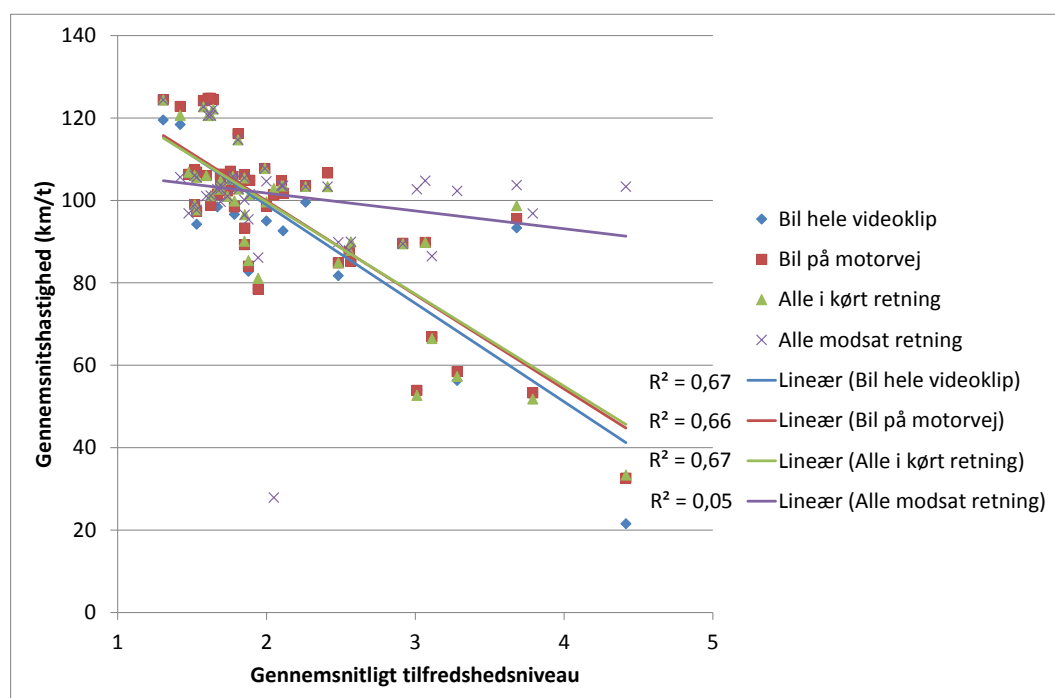


Figur 4. Øverst er trafikflow i det benyttede kørespor relateret til respondenter tilfredshedsniveau baseret på hhv. 60, 40 og 20 sekunders tælling med optagende bil i midten af tællertidsrum. Midterst er trafikflow i den kørte retning og nederst i begge køreretninger.

Af figur 4 ses tillige, at der godt kan være et højt trafikflow fx over 2.000 personbilenheder pr. spor pr. time og samtidigt et rimeligt godt tilfredshedsniveau fx ca. 1,8-2,0. Det er situationer før et eventuelt trafiksammenbrud, altså på den øvre gren af speed-flow-kurven hvor hastigheden er forholdsvis høj. På figur 4 ses også, at der er tilfælde, hvor tilfredshedsniveauet er ret dårligt fx over 3,0 og trafikflowet er omkring 1.200-2.200. Det er ofte situationer efter et trafiksammenbrud, altså på den nedre gren af speed-flow-kurven, hvor hastighed er forholdsvis lav.

Sammenholdes figur 3 og 4 ses, at sammenhængen mellem trafiktheden og tilfredshedsniveauet er langt stærkere end sammenhængen mellem trafikflowet og tilfredshedsniveauet.

Der er i øvrigt også set på, om trafiktheden og trafikflowet i den modsatte køreretning af den optagende bil hænger sammen med tilfredshedsniveauet. Her er der kun svage sammenhænge – og disse sammenhænge falder nærmest fuldstændigt bort, når der tages højde for sammenhænge mellem tilfredshedsniveauet og hhv. trafiktheden og trafikflowet i den kørte retning (den optagende bil). Trafiktheden og trafikflowet i den modsatte køreretning på motorveje ser således ikke ud til at øve indflydelse på bilisters oplevede serviceniveau.



Figur 5. Sammenhæng mellem tilfredshedsniveau og gennemsnitshastighed af hhv. optagende bil gennem hele videoklip, optagende bil kun på motorvej (ej på til- og frakørselsramper), alle køretøjer i optagende bils kørte retning samt alle køretøjer i modsatte køreretning.

I figur 5 er forskellige gennemsnitshastigheder afbilledet i forhold til tilfredshedsniveauet på motorveje. Det ses, at der er en meget stærk sammenhæng mellem

tilfredshedsniveauet og den optagende bils gennemsnitshastighed eller gennemsnitshastigheden blandt alle køretøjer i denne bils køreretning. Derimod er der ingen sammenhæng mellem tilfredshedsniveauet og gennemsnitshastigheden i den modsatte køreretning. Sammenholdes figur 5 med figur 3 og 4 kan tillige erfares, at sammenhængen mellem gennemsnitshastigheden og tilfredshedsniveauet er stærkere end sammenhænge mellem trafikflowet, trafiktætheden og tilfredshedsniveauet.

En anden måde at beskrive hastighed er at sætte gennemsnitshastigheden i forhold til hastighedsbegrænsningen fx kørt km/t under hastighedsgrænse eller gennemsnitshastighed divideret med hastighedsbegrænsning. Sådanne måder at beskrive hastigheden, hvor hastighedsbegrænsningen optræder, har en svagere sammenhæng med tilfredshedsniveauet end den faktiske gennemsnitshastighed. Køres der 100 km/t i gennemsnit er respondenter dog lidt mere tilfredse på motorveje med en 110 km/t hastighedsbegrænsning end med en 130 km/t grænse. Det indikerer, at respondenter sætter den kørte hastighed i relation til, hvor hurtigt de synes man kunne have kørt eller må have kørt på strækningen.

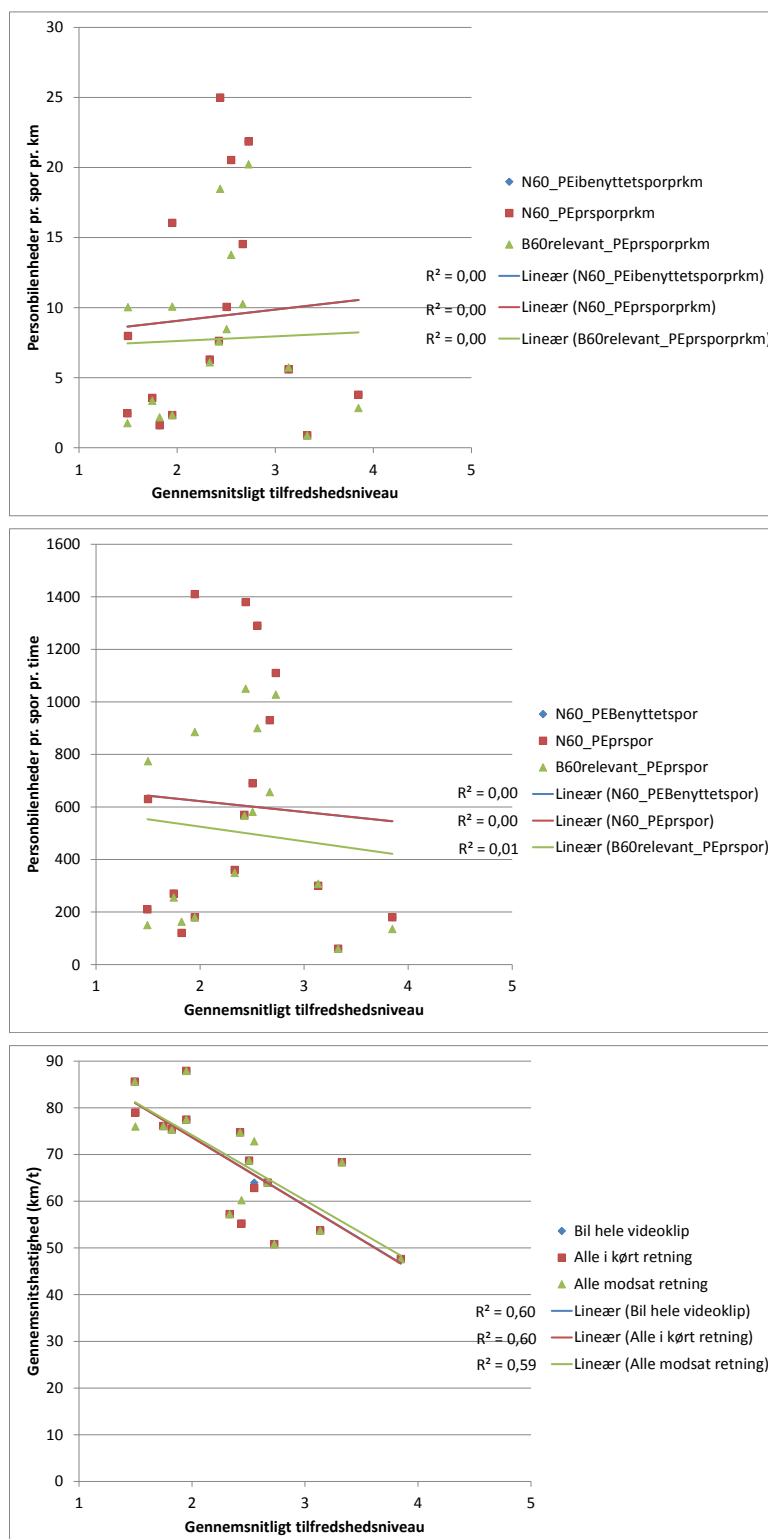
Der er en klar tendens til, at jo større spredningen (standardafvigelse) er på den optagende bils hastighed, desto mere utilfredse er respondenterne. Hastigheds-spredningen hænger dog også sammen med gennemsnitshastigheden – jo større spredning desto mindre gennemsnitshastighed – så det kan evt. forklare sammenhæng mellem spredning og tilfredshedsniveau.

Afsnittet viser klart, at der forekommer logiske sammenhænge mellem trafikale data og tilfredshedsniveauet. Der skulle således være gode muligheder for at opstille modeller til beregning af oplevet serviceniveauet for bilister på motorveje.

3.1.2 Landeveje

Der indgår kun 16 videoklip fra landeveje nærværende undersøgelse, og derfor kan det være vanskeligt at identificere sammenhænge mellem trafikale data og tilfredshedsniveau. I Highway Capacity Manual og Håndbog Kapacitet og Serviceniveau indgår hastighed og belastningsgrad ved opgørelse af det klassiske serviceniveau for landeveje. I Highway Capacity Manual benyttes en beregnet rejsehastighed og rejsehastighed som andel af hastighedsgrænse. Desuden bruges ”andel af tid i forfølgelse”, som beregnes ud fra trafikflowet hhv. med og mod køreretningen.

I nærværende afsnit ses på trafiktæthed, trafikflow og hastighed i relation til tilfredshedsniveau for landeveje. I figur 6 på næste side er sådanne relationer illustreret grafisk. Af de to øverste grafer i figur 6 ses, at trafiktæthed og trafikflow slet ikke ser ud til at hænge sammen med tilfredsniveauet – til trods for relativ stor variation i både trafiktæthed, trafikflow og tilfredshedsniveau.



Figur 6. Øverst trafiktæthed og midterst trafikflow i benyttet kørsnor, kørt retning og begge køreretninger relateret til respondenter tilfredshedsniveau på landeveje. Nederst gennemsnitshastighed for optagende bil, alle køretøjer i den kørt retning og den modsatte køreretning relateret til tilfredshedsniveau.

Den nederste graf i figur 6 viser derimod meget klare sammenhænge mellem tilfredshedsniveau og hastighed. Bilen, hvorfra der er optaget video, har oftest kørt tæt på gennemsnitshastigheden blandt alle køretøjer i både den kørte retning og i den modsatte køreretning. Sammenholder man tilfredshedsniveauet med hvor mange km/t den optagende bil i gennemsnit kører under hastighedsgrænsen, så fås en endnu stærkere sammenhæng. Så hastighedsgrænsen eller de forhold, som hastighedsgrænsen kan være et udtryk for, spiller også ind på tilfredshedsniveauet.

Afsnittet viser, at der er logiske sammenhænge mellem data om hastigheden og tilfredshedsniveauet. Noget overraskende synes trafiktæthed og trafikflow ikke at have indvirkning på bilisters tilfredshed på landeveje. Dog synes der at være gode muligheder for at opstille modeller til beregning af serviceniveauet for bilister på landeveje, når flere videoklip af forskellige landevejsstrækninger er vurderet. Det nuværende antal videoklip er for få til at opstille pålidelige modeller.

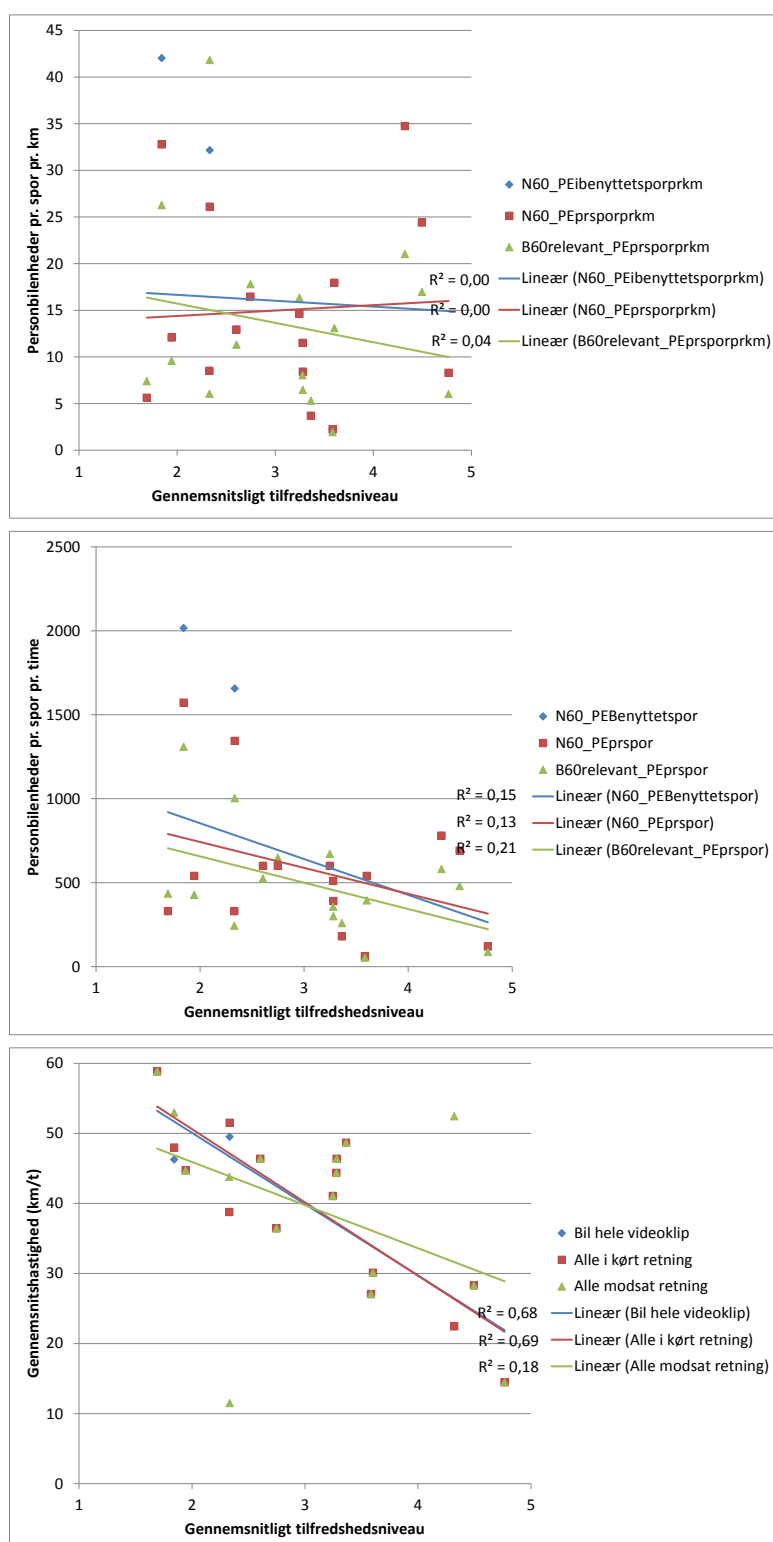
3.1.3 Veje i byer

Der indgår kun 16 videoklip fra veje i byer i nærværende undersøgelse, og derfor kan det være vanskeligt at identificere sammenhænge mellem trafikale data og tilfredshedsniveau. I Highway Capacity Manual og Håndbog Kapacitet og Serviceniveau indgår hastighed og belastningsgrad (flow/kapacitet) ved opgørelse af det klassiske serviceniveau for veje i byer. Det er gennemsnitshastigheden (set i forhold til free-flow-speed), der anvendes til fastlægning af serviceniveau, når trafikflowet er lidt under kapaciteten.

I nærværende afsnit ses alligevel på både trafikflow, trafiktæthed og hastighed i relation til tilfredshedsniveau for veje i byer. I figur 7 på næste side er sådanne relationer illustreret grafisk. Af den øverste graf i figur 7 ses, at trafiktæthed slet ikke ser ud til at hænge sammen med tilfredsniveauet – til trods for relativ stor variation i både trafiktæthed og tilfredshedsniveau.

Den midterste graf i figur 7 indikerer, at trafikflow har en lille indvirkning på tilfredshedsniveauet. Og det ser ud til, at det er trafikflowet i begge køreretninger, som har den største korrelation til tilfredshedsniveauet.

Den nederste graf i figur 7 viser meget klare sammenhænge mellem tilfredshedsniveau og hastighed. Bilen, hvorfra der er optaget video, har oftest kørt tæt på gennemsnitshastigheden blandt alle køretøjer i den kørte retning, men hastigheden har tit været andelede i den modsatte køreretning. Bilernes hastighed i den modsatte køreretning synes reelt ikke at have nogen betydning for tilfredsheden, hvilket også var tilfældet på motorveje og måske også vil være tilfældet på landeveje.



Figur 7. Øverst trafikæthed og midterst trafikflow i benyttet kørsnor, kørt retning og begge køreretninger relateret til respondenter tilfredshedsniveau på veje i byer. Nederst gennemsnitshastighed for optagende bil, alle køretøjer i den kørte retning og den modsatte køreretning relateret til tilfredshedsniveau.

Afsnittet viser, at der er logiske sammenhænge mellem tilfredshedsniveauet og især data om hastighed. Noget overraskende synes trafiktæthed ikke at have indvirkning på bilisters tilfredshed på veje i byer. Der skulle være gode muligheder for at opstille modeller til beregning af serviceniveauet for bilister på veje i byer, når flere videoklip af strækninger med veje i byer er vurderet. Det nuværende antal videoklip er for få til at opstille pålidelige modeller.

3.2 Baggrundsspørgsmål mv.

Respondenterne skulle besvare seks baggrundsspørgsmål. I det følgende belyses, om tilfredshedsniveauet afhænger af svarene på disse baggrundsspørgsmål samt hvilket område respondenterne kommer fra – Herning eller Lyngby. 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. Der tages stilling til nødvendigheden af at korrigere for den indvirkning på tilfredshedsniveauet, der måtte komme fra respondenternes baggrund – køn, alder, boligtype, kørekort, kørselsomfang og bopælsadresse.

3.2.1 Køn, alder og boligtype

I alt afgav 65 kvindelige og 123 mandlige respondenter brugbare svar, så 65 % af respondenterne er mænd. Ved 7 af de 8 videofremvisninger var der flest mandlige respondenter. Ifølge den landsdækkende transportvaneundersøgelse står mænd for ca. 65 % af de kørte km i bil som fører, så det hænger fint sammen med fordelingen af respondenter på køn.

Video nr.	Antal respondenter			Gennemsnitligt tilfredshedsniveau		
	Kvinde	Mand	I alt	Kvinde	Mand	I alt
1	21	36	57	2,47	2,44	2,45
2	9	30	39	2,29	2,30	2,29
3	21	29	50	2,49	2,21	2,33
4	14	28	42	2,15	2,42	2,33
I alt	65	123	188	2,38	2,35	2,36

Tabel 5. Antal respondenter og tilfredshedsniveau fordelt efter køn.

Af tabel 5 ses, at tilfredshedsniveauet for kvinder og mænd er nogenlunde ens for video 1 og 2, mens kvinder er mere utilfredse end mænd på video 3 og kvinder er mere tilfredse end mænd på video 4. Samlet set er mænd kun en anelse mere tilfredse end kvinder. Det anses umiddelbart for unødvendigt at korrigere for køn i modellerne.

I alt afgav 43 respondenter under 40 år brugbare svar, mens 77 respondenter var 40-59 år og 68 respondenter var 60-87 år. Blandt disse tre aldersgrupper er det de 40-59 årige, som kører mest i bil som fører, mens den ældste aldersgruppe kører mindst i bil som fører.

Video nr.	Antal respondenter				Gennemsnitligt tilfredshedsniveau			
	20-39 år	40-59 år	60-87 år	I alt	20-39 år	40-59 år	60-87 år	I alt
1	9	22	26	57	2,74	2,49	2,32	2,45
2	13	10	16	39	2,36	2,28	2,25	2,29
3	8	30	12	50	2,63	2,30	2,19	2,33
4	13	15	14	42	2,51	2,41	2,08	2,33
I alt	43	77	68	188	2,54	2,37	2,23	2,36

Tabel 6. Antal respondenter og tilfredshedsniveau fordelt efter aldersgrupper.

Normalt er ældre mere utilfredse end yngre personer i tilfredshedsundersøgelser, men af tabel 6 ses tydeligt, at tilfredsheden som bilist stiger med alderen. Det gør sig gældende ved vurdering af hver af de fire videoer. Samlet set er forskellen på de tre aldersgrupper ganske store. 40-59 åriges gennemsnitlige tilfredshedsniveau ligger ganske tæt på det gennemsnitlige tilfredshedsniveau for alle respondenter, men som det ses af tabel 6, så varierer 40-59 åriges andel af respondenterne for de fire videoer betydeligt fx er 26 % af respondenterne, der har set video 2, 40-59 år, mens den andel er 60 % for video 3.

For at undgå den indvirkning, en forskelligartet aldersprofil har for vurderingen af et videoklip, kan det være nødvendigt at korrigere for alder i modellerne.

	Boligtype					
	Parcelhus	Rækkehus	Lejlighed	Stuehus	Kollegium	Andet
Respondenter	106	19	47	11	4	1
Gennemsnit	2,34	2,24	2,46	2,41	2,28	1,93

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

Respondenterne skulle svare på et spørgsmål om typen på deres bolig. Relativt få bor i stuehus, på kollegium eller i ”andet”, og derfor er svarene ikke opdelt på de fire videoer i tabel 7. Af tabellen ses, at det gennemsnitlige tilfredshedsniveau varierer en del mellem boligtyperne. Noget af variationen kan skyldes tilfældige udsving, mens fx forskellen i tilfredshed mellem dem, der bor i hhv. parcelhus og lejlighed, ikke blot kan være en tilfældighed. Alligevel anses det umiddelbart for unødvendigt at korrigere for boligtype i modellerne, da en korrektion for fx alder kan medføre, at en korrektion for boligtype er irrelevant.

3.2.2 Kørekort og kørselsomfang

Blandt de 188 respondenter har 185 kørekort til personbil, mens to kun har kørekort til motorcykel og én ikke har kørekort. I tabel 8 på næste side er respondenterne fordelt efter kørekortkategori.

Video nr.	Antal respondenter					Gennemsnitligt tilfredshedsniveau				
	Motorcykel	Personbil	Lastbil	Bus	Ej kørekort	Motorcykel	Personbil	Lastbil	Bus	Ej kørekort
1	12	57	9	6	0	2,48	2,45	2,42	2,48	-
2	7	39	13	5	0	2,16	2,29	2,23	2,09	-
3	10	47	9	5	1	2,00	2,33	2,10	2,13	2,08
4	8	42	10	4	0	2,35	2,33	2,15	2,13	-
I alt	37	185	41	20	1	2,26	2,36	2,22	2,22	2,08

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

123 respondenter har kørekort til personbil, men ikke til andre køretøjstyper. Disse 123 personer har et gennemsnitligt tilfredshedsniveau på 2,40, hvilket er noget højere end blandt andre respondenter. Af tabel 8 ses, at respondenter med kørekort til motorcykel, lastbil og bus har et gennemsnitligt tilfredshedsniveau på 2,22-2,26. Det er muligvis nødvendigt at korrigere for kørekortkategori i modellerne.

Video nr.	Antal respondenter				Gennemsnitligt tilfredshedsniveau			
	2-3 år	4-10 år	Over 10 år	Ej kørekort	2-3 år	4-10 år	Over 10 år	Ej kørekort
1	1	4	52	0	3,48	2,85	2,40	-
2	2	7	30	0	2,25	2,39	2,27	-
3	1	5	43	1	2,00	2,60	2,31	2,08
4	2	5	35	0	2,41	2,60	2,29	-
I alt	6	21	160	1	2,47	2,58	2,33	2,08

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

Ingen af respondenterne har kun haft kørekort i 0-23 måneder (0-1 år). Af tabel 9 ses, at respondenter, der har haft kørekort i over 10 år, er mere tilfredse i gennemsnit end respondenter, der har haft kørekort i kortere tid. Dette hænger formentlig nøje sammen med respondenternes alder. Derfor anses det umiddelbart for unødvendigt at korrigere for år med kørekort i modellerne.

Video nr.	Antal respondenter					Gennemsnitligt tilfredshedsniveau				
	1-999 km	1.000-4.999 km	5.000-9.999 km	10.000-20.000 km	+ 20.000 km	1-999 km	1.000-4.999 km	5.000-9.999 km	10.000-20.000 km	+ 20.000 km
1	5	8	8	19	17	2,87	2,32	2,51	2,38	2,43
2	1	4	9	13	12	2,05	2,43	2,41	2,28	2,20
3	1	6	10	15	18	2,63	2,35	2,58	2,28	2,20
4	2	6	5	22	7	2,10	2,14	1,97	2,44	2,49
I alt	9	24	32	69	54	2,58	2,30	2,42	2,36	2,31

Tabel 10. Antal respondenter og tilfredshedsniveau fordelt efter antal km af motorkøretøj som fører om året.

Af tabel 10 på forrige side ses, at der synes at være en sammenhæng mellem antal kørte km om året som fører af et motorkøretøj og det gennemsnitlige tilfredshedsniveau. Jo flere kørte km, desto mere tilfreds. Dog skiller tilfredshedsniveauet blandt dem med 1.000-4.999 km om året lidt ud fra denne sammenhæng. Det er muligvis nødvendigt at korrigere for kørselsomfang i modellerne.

3.2.3 Respondenter fra Herning- og Lyngby-området

Af de 188 respondenter, der afgav brugbare svar, kommer 62 fra Lyngby-området i Nordsjælland, mens 126 kommer fra Herning-området i Midtjylland. Der er en del forskelle i sammensætningen af respondenter fra de to områder. Fra Lyngby er 39 % kvinder, gennemsnitsalderen er 54 år og 45 % kører mere end 10.000 km om året som fører af et motorkøretøj. Fra Herning er 33 % kvinder, gennemsnitsalderen er 51 år og 75 % kører mere end 10.000 km om året.

Video nr.	Antal respondenter			Gennemsnitligt tilfredshedsniveau		
	Herning	Lyngby	I alt	Herning	Lyngby	I alt
1	43	14	57	2,48	2,37	2,45
2	26	13	39	2,31	2,26	2,29
3	33	17	50	2,31	2,35	2,33
4	24	18	42	2,32	2,34	2,33
I alt	126	62	188	2,37	2,33	2,36

Tabel 11. Antal respondenter og tilfredshedsniveau fordelt efter bopælsadresse.

Af tabel 11 kan erfares, at det gennemsnitlige tilfredshedsniveau er næsten ens blandt respondenter fra hhv. Lyngby og Herning. De små forskelle kan eventuelt forklares med forskelle i alder og kørselsomfang. Umiddelbart anses det for unødvendigt at korrigere for bopælsadresse i modellerne. Det ser altså ikke ud til, at der væsentligt forskel i bilisters tilfredshed, om de er beboere i en storby eller er fra et mindre byområde.

3.3 Startvanskeligheder og træthed

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

På video 1 og 2 indgik test-videoklippene 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.

	Test-videoklip og almindeligt videoklip				
	L14 (A)	M32 (B)	B17 (A)	M30R (B)	I alt
Antal vurderinger af test-videoklip	54	54	38	38	184
Test-videoklip fem karakterer bedre	0	0	0	0	0
Test-videoklip fire karakterer bedre	0	0	0	0	0
Test-videoklip tre karakterer bedre	4	2	5	0	11
Test-videoklip to karakterer bedre	5	3	6	0	14
Test-videoklip en karakter bedre	12	11	10	5	38
Samme karakter	25	28	17	25	95
Test-videoklip en karakter dårligere	7	7	0	7	21
Test-videoklip to karakterer dårligere	1	2	0	0	3
Test-videoklip tre karakterer dårligere	0	1	0	1	2
Test-videoklip fire karakterer dårligere	0	0	0	0	0
Test-videoklip fem karakterer dårligere	0	0	0	0	0
Gennemsnit tilfredshed test-videoklip	1,41	1,98	3,42	1,42	-
Gennemsnit tilfredshed alm. videoklip	1,87	2,15	4,39	1,29	-
Standardafvigelse test-videoklip	0,53	1,00	1,45	0,68	-
Standardafvigelse alm. videoklip	0,89	1,17	1,31	0,46	-

Tabel 12. Antal respondenter der har vurderet samme videoklip både som test- og almindeligt videoklip ved samme videofremvisning. Den individuelle vurdering af test-videoklippen i forhold til almindeligt videoklip. Gennemsnitligt tilfredshedsniveau og standardafvigelse af hhv. test- og almindeligt videoklip.

Af tabel 12 kan et gennemsnitligt tilfredshedsniveau for de fire test-videoklip beregnes til 2,06, mens det for de fire almindelige videoklip er 2,43. Respondenterne er blevet mere utilfredse fra test- til almindelige videoklip. Videoklip L14 og B17 blev vist som første test-videoklip. Her er gennemsnittet 2,42 som test-videoklip og 3,13 som almindeligt videoklip, altså en forskel på 0,71. Videoklip M32 og M30R var det andet test-videoklip og her er gennemsnittet hhv. 1,70 og 1,72, altså en forskel på kun 0,02. Tallene indikerer, at respondenter har startvanskeligheder, men at de stort set forsvandt efter første test-videoklip. Der var også startvanskeligheder i tidligere danske undersøgelser, men her var man typisk mere utilfreds med test-videoklip end med almindelige videoklip (Jensen, 2006; Jensen, 2011).

Af tabel 12 ses, at 95 ud af 184 (52 %) vurderinger af test-videoklip var de samme som vurderinger af de samme almindelige videoklip. De individuelle vurderinger er op til tre trin på tilfredsskalaen forskellig fra test- til almindelig videoklip. 77 % af vurderingerne var op til ét trin på tilfredsheds skalaen forskellig fra det første test-videoklip og tilhørende almindelige videoklip, mens den tilsvarende andel var 90 % for andet test-videoklip. Det harmonerer med andre undersøgelser, som viser, at der ved et tredje test-videoklip ikke er større afvigelser i vurderinger set i forhold til almindelige videoklip.

Endelig ses af tabel 12, at standardafvigelse stort set er den samme på tværs af de fire test-videoklip og tilhørende almindelige videoklip. Det vil sige, at respondenter er lige så uenige i vurderinger af test-videoklip som af almindelige videoklip.

Samlet set viser tabel 12, at respondenterne har fået justeret deres tilfredshed ind på ”rette” niveau allerede efter første test-videoklip. Tabel 12 indikerer samtidigt, at respondenterne har opnået en stabilitet i deres tilfredshedsvurdering efter andet test-videoklip. Tabel 12 indikerer således, 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. 20/2). Det samme videoklip kunne således have plads 1/1 og 20/2 eller 2/1 og 19/2 eller 3/1 og 18/2 ... eller 20/1 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.

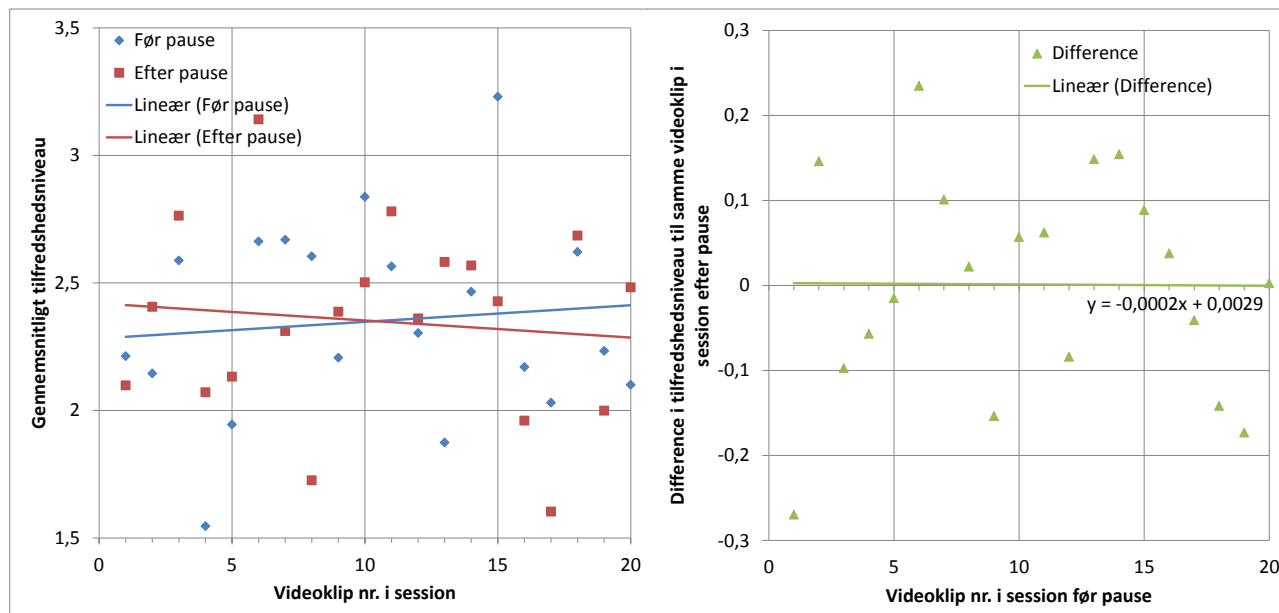
	Gennemsnitligt tilfredshedsniveau				
	Session A	Session B	Session C	Session D	Gns.
Før pause	2,24 (video 1)	2,31 (video 3)	2,48 (video 2)	2,37 (video 4)	2,35
Efter pause	2,29 (video 4)	2,66 (video 1)	2,35 (video 3)	2,11 (video 2)	2,35
Gennemsnit	2,26	2,48	2,41	2,24	2,35

Tabel 13. 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 13 ses, at det gennemsnitlige tilfredshedsniveau er ens – 2,35 og 2,35, 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 ikke påvirket tilfredshedsvurderingen fra før til efter pausen.

I figur 8 på næste side er forsøgt at vurdere træthedens påvirkning af tilfredshedsniveauet. Af figurens venstre graf ses, at det gennemsnitlige tilfredshedsniveau er stigende før pausen, hvilket kan skyldes, at videoklip er givet en tilfældig plads. Efter pausen er tilfredshedsniveauet faldende, hvilket igen kan være en tilfældighed. Af den højre graf giver tendenslinjen et billede af, hvordan trætheden virker

på tilfredshedsniveauet. Benyttes formel for tendenslinjen, så kan det beregnes, at videoklip på plads nr. 1 vurderes at være 0,004 mere tilfredsstillende end samme videoklip men på plads nr. 20. Denne forskel må anses for at være ubetydelig og kan negligeres.



Figur 8. Gennemsnitligt tilfredshedsniveau afhængig af videoklippets plads (nummer) hhv. før og efter pausen samt difference i tilfredshedsniveau for samme videoklip afhængig af placering.

Analyserne viser, at der ikke forekommer træthed, som har påvirket tilfredshedsniveauet, hverken under en session eller efter en pause. Respondenter har desuden været klar til at foretage pålidelige tilfredshedsvurderinger fra start af de almindelige videoklip. Det er derfor helt unødvendigt at foretage korrektioner for træthed og startvanskeligheder. Det er ubetydeligt, at antallet af respondenter ikke har været ens ved hver videofremvisning.

3.4 Udvikling af modeller for motorveje

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 hver vejstrækning. Her anvendes den nominale skala, hvor tilfredshedsniveauet kan antage en værdi mellem 1 og 6. Et modelresultat vil give et gennemsnitligt tilfredshedsniveau for en vejstrækning, hvor vejdesign, trafik og omgivelser er som de anvendte inddata. Til udarbejdelse af denne type model anvendes proceduren PROC GENMOD i statistikprogrammet SAS version 9.4. Denne 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 derved 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 α_1 , α_2 og α_3 afhængig om vejstrækningen er af type 1, 2 eller 3. Konstanten a kaldes konstantleddet. Konstanten d er en del af en synergieffekt mellem de to variabel x_1 og x_2 .

En anden type model tager udgangspunkt i hver respondents svar for hver vejstrækning. 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 vejstrækningen. 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. Det 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 5 forskellige værdier til beregning af de 5 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. Logit modellen giver samtidig mindre residualer end den traditionelle lineære model, og er derfor at foretrække. En traditionel lineær model er dog nemmere at forstå, og derfor udarbejdes begge typer af modeller.

Principielt kunne man i stedet for en traditionel lineær model udvikle gamma-modeller med log-link-funktioner, fordi tilfredsniveauet er en kontinuer variabel, der altid er positiv. Det er fravalgt at udvikle gamma-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 for motorveje hhv. med og uden repeater-videoklip i listen af observationer. Modeller udviklet uden repeater-videoklip er primært udført for at erfare, hvor godt en model kan forudsige svarfordeling og tilfredshedsniveau for repeater-videoklip. Derved demonstreres pålideligheden af de trafikale forklaringsvariable.

Der er tillige udarbejdet modeller, hvor landeveje og veje i byer indgår.

3.4.1 Modeller for motorveje med brug af repeater-videoklip

Modeller for motorveje med brug af repeater-videoklip gør brug af tilfredsheds-vurderinger af alle 48 videoklip optaget på motorveje. 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. 400 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) Gennemsnitshastighed for trafik i kørte retning: Jo højere hastighed, desto mere tilfreds.
- 2) Større distraktioner: Blænding efter kørsel under bro (to videoklip) og passage af vigepligtstavle på tilkørsel (et videoklip) øger utilfredsheden.
- 3) Kørsel mod verdenshjørne (kørselsretning): Kørsel mod sydvest er mest tilfredsstillende, mens kørsel mod syd og sydøst er mest utilfredsstillende.
- 4) Alder på respondent: Jo ældre, desto mere tilfreds.
- 5) Sollys: Sollys ind i bilen lige forfra (ad forrude) er mest utilfredsstillende, mens sollys skråt bagfra er mest tilfredsstillende. Videoklip uden sollys er de

næstmest utilfredsstillende, mens der ikke er stor forskel på delvist overskyet, lyst overskyet og mørkt overskyet. Der er ikke optaget videoklip med sollys lige bagfra.

- 6) Lastbiler pr. time pr. spor i kørt retning (køretøjer længere end 12,5 meter): Jo større flow af lastbiler, desto mere utilfreds.
- 7) Varebiler i modsatte køreretning (køretøjer 5,8-12,5 meter): Jo større flow af varebiler, desto mere utilfreds.
- 8) Bredde af nødspor: Jo bredere nødsporet er, desto mere tilfreds.
- 9) Kørekort til lastbil: Respondenter med kørekort til lastbil er mere tilfredse end andre respondenter.
- 10) Kørselsomfang: Respondenter, der kører mindre end 1.000 km om året, er mere utilfredse end andre respondenter. Respondenter, der kører over 1.000 km om året, har næsten samme tilfredshed, om de kører 1.000-4.999 km eller over 20.000 km.
- 11) Boligtipe: Respondenter, der bor i lejlighed og parcelhus, er mere utilfredse end respondenter boende i rækkehus og stuehus, mens respondenter boende på kollegium og "andet" er mest tilfredse.
- 12) Hastighedsbegrænsning: Jo højere hastighedsgrænse, desto mere utilfreds.
- 13) Kørekort til personbil: De tre respondenter uden kørekort til personbil er mere tilfredse end andre respondenter.
- 14) Køn: Kvinder er mere tilfredse end mænd.

Den første ganske komplekse model, som beskrevet ovenfor, forklarede ca. 72 % af variationen i fordelingen af svar på de seks svarkategorier. En model kun med gennemsnitshastighed som uafhængig variabel forklarer ca. 64 %, så de andre variable er af beskeden betydning. Flere af de variable, der indgår i den første model, fremtræder logiske og det er gennemsnitshastighed, større distraktioner, alder, sollys, lastbiltrafik, bredde af nødspor, kørekort til lastbil, kørselsomfang og hastighedsbegrænsning. Nogle variable må forklares yderligere.

Hastighedsgrænsen og gennemsnitshastigheden korrelerer kraftigt. Derfor bliver respondenter mere utilfredse, når hastighedsgrænsen øges. Modellen viser, at respondenter er mere tilfredse med at køre 105 km/t på motorveje med 110 km/t hastighedsgrænse end at køre 105 km/t på motorveje med 130 km/t hastighedsgrænse. Det skyldes måske, at man forventer at kunne køre hurtigere på veje med højere hastighedsgrænse, og derfor bliver man mere utilfreds, hvis man ikke kan køre hurtigere. Hastighedsgrænsen kommer derved til at fungere som en proxy-variabel for free-flow-hastigheden i modellen.

Respondenternes baggrundsoplysninger korrelerer kraftigt. Eksempelvis er næsten alle respondenter med kørekort til lastbil mænd. Fjerner man variabelen om lastbil-kørekort fra modellen, så er variabelen for køn ikke signifikant, og kvinder er mere utilfredse end mænd. Samvariation mellem baggrundsoplysninger medfører derved, at flere variable for baggrundsoplysninger optræder i den første model. De små forskelle, der er i tilfredshedsvurderinger mellem respondenter, kan næsten alle forklares med alder, lastbilkørekort og kørselsomfang. Dem med lastbilkøre-

kort er mere tilfredse end andre, måske fordi de er vant til at køre langsommere og er gladere for at køre bil. Dem med et meget lille kørselsomfang er mere utilfredse end andre, måske fordi de er uerfarne og mere utrygge. Unge er mere utilfredse end ældre, måske fordi de stiller større krav til vejnettet.

Grundet tilfældigheder korrelerer nødsporsbredden kraftigt med kørselsretningen, og som forventet korrelerer sollys og kørselsretning også kraftigt. Det er ulogisk, at kørselsretningen – alt andet lige – skulle påvirke respondenters tilfredshed, mens det er logisk, at nødsporsbredde og sollys påvirker tilfredsheden.

Det virker ulogisk, at kun modsatkørende varebiler skulle påvirke tilfredsheden, og ikke modsatkørende person- eller lastbiler. Det kan være, at modsatkørende varebiler i sporet nærmest midterrabatten fremtræder på en måde, der gør respondenter mere utilfredse. Det er sandsynligt, at antallet af modsatkørende varebiler er korreleret med varigheden af videoklipet. Det vil være rimeligt at udelukke variable for trafikflow, der ikke tager højde for videoklips varighed.

I processen fra første model til de endelige modeller er der udviklet en lang række af modeller. Flere andre variable har været statistisk signifikante i processen, men har været tilfældigt signifikante (spuriøse) eller med parameterestimer, der varierer kraftigt med andre variables indtræden i modellen. Men udviklingsarbejdet viser, at jo større flow (personbilenheder pr. spor pr. time), desto mere utilfredse bilister. Kørsel i højre spor er forbundet med en større grad af tilfredshed end kørsel i venstre spor eller spor i midten. Flere vognbaneskift pr. km gør bilister mere utilfredse.

For de mest betydningsfulde variable er det forsøgt med fx eksponentielle, potens og polynomiske sammenhænge foruden de simple proportionelle lineære. Det er også forsøgt med synergieffekter mellem de betydningsfulde variable.

Variablene for gennemsnitshastighed er altid stærkere relateret til tilfredshed end variable for flow (personbilenheder pr. spor pr. time) og tæthed (personbilenheder pr. spor pr. km). Der er dog både udviklet modeller med variable for hhv. flow og gennemsnitshastighed. Flow er medtaget, da det er nemmere at forudsige flow i en planlægningssituation, dog er det i disse modeller nødvendigt at angive, om der indtræffer et trafiksammenbrud.

Der er udviklet 12 endelige modeller for bilisters oplevede serviceniveau baseret på vurderinger og data fra alle 48 videoklip inklusiv repeater-videoklip. I tre logit modeller af stigende kompleksitet indgår *Gennemsnitshastighed for trafik i kørte retning* som vigtigste forklaringsvariabel. I tre tilsvarende logit modeller med en stigende kompleksitet er variabelen for gennemsnitshastighed skiftet ud med to andre variable: *Trafikflow i kørte retning* (personbilenheder pr. spor pr. time) og en dummy-variabel *Trafiksammenbrud i kørte retning* (Ja eller Nej). Desuden er der opstillet seks traditionelle lineære modeller med det gennemsnitlige tilfredshedsniveau som den afhængige variabel. I de seks traditionelle lineære modeller

indgår de samme variable som i de seks logit modeller, dog indgår ikke variable for respondenteres baggrundsoplysninger. Modeller med gennemsnitshastighed som vigtigste forklaringsvariabel har høj forklaringskraft og de mindste residualer – de kommer altså tættest på respondenternes svar. I bilag 4 er vist de seks logit modeller med tilhørende statistisk information, og i bilag 5 er vist de seks traditionelle lineære modeller.

Nedenfor er vist de tre traditionelle lineære modeller med variable for trafikflow og trafiksammenbrud. Variablene *Flow* og *Lastbil* er altid baseret på trafikstrømmen i den kørte retning i 60 sekunder med den optagende bil i midten af dette tidsrum. Hvis dette tidsrum er kortere, så korrelerer variablene *Flow* og *Lastbil* mindre med tilfredsheden. De tre modeller nedenfor er nemme at forstå, men har lav forklaringskraft og forholdsvis store residualer. Jo større det gennemsnitlige tilfredshedsniveau er, desto mere utilfredse er bilister.

Model Flow Gns 1 (AIC=45,7, gennemsnitligt residual=0,27):

$$TN_{gns} = 3,6008 + 0,0005 \cdot Flow + K\emptyset \cdot \begin{bmatrix} Ja = 1,2420 \\ Nej = 0,0000 \end{bmatrix} - 0,2348 \cdot N\empty dspor - 0,0139 \cdot Hast$$

Model Flow Gns 2 (AIC=41,1, gennemsnitligt residual=0,26):

$$TN_{gns} = 3,0930 + 0,0005 \cdot Flow + K\emptyset \cdot \begin{bmatrix} Ja = 0,9656 \\ Nej = 0,0000 \end{bmatrix} - 0,2496 \cdot N\empty dspor - 0,0098 \cdot Hast \\ + 0,2500 \cdot Tilk\empty rsel - 0,1021 \cdot Frak\empty rsel$$

Model Flow Gns 3 (AIC=42,1, gennemsnitligt residual=0,23):

$$TN_{gns} = 3,3209 + 0,0004 \cdot Flow + K\emptyset \cdot \begin{bmatrix} Ja = 0,8652 \\ Nej = 0,0000 \end{bmatrix} - 0,2764 \cdot N\empty dspor - 0,0103 \cdot Hast \\ + 0,2817 \cdot Tilk\empty rsel - 0,0881 \cdot Frak\empty rsel + 0,0023 \cdot Lastbil + Soll\empty ys \cdot \begin{bmatrix} Forfra = -0,1419 \\ H\empty jre = -0,0721 \\ Venstre = -0,1540 \\ Bagfra = -0,4251 \\ Nej = 0,0000 \end{bmatrix}$$

hvor TN_{gns} = Gennemsnitligt tilfredshedsniveau,
Flow = Personbilenheder pr. spor pr. time i kørte retning,
K \empty = Ja, når gennemsnitshastighed i kørte retning er under 75 km/t,
N \empty dspor = Bredde af nødspor i meter,
*H*ast = Hastighedsbegrænsning i km/t,
*T*ilk \empty rsel = Antal tilkørsler og sammenløb pr. km i kørte retning,
*F*rak \empty rsel = Antal frakørsler og forgreninger pr. km i kørte retning,
*L*astbil = Antal køretøjer > 12,5 meter pr. spor pr. time i kørte retning, og
*S*oll \empty ys = Retning hvorfra evt. sollys kommer ind i kabine.

Figur 9. Endelige traditionelle lineære modeller med trafikflow til beregning af gennemsnitligt tilfredshedsniveau for bilister på motorveje. Baseret på 48 videoklip fra motorveje inkl. repeater-videoklip. AIC er Akaike Information Criterion – jo lavere, desto bedre model. Gennemsnitligt residual for tilfredshedsniveauet.

Om modellerne i figur 9 skal det nævnes, at nødsporet inkluderer kantlinjen og varierer mellem 0,3 og 4,0 meter. Hastighedsbegrænsningen varierer mellem 90 og 130 km/t. Sollyls kommer forfra, når det kommer ind ad forrude og ”rammer” bilføreren, mens det kommer fra hhv. højre og venstre, når det kommer ind ad højre eller venstre forreste siderude og ”rammer” bilføreren.

For de tre modeller i figur 9 er det kun variabelen *Sollys*, der ikke fremtræder helt logisk. Her giver sollyls i det hele taget mere tilfredse bilister, hvor sollyls fra højre er det mindst tilfredsstillende og sollyls bagfra er mest tilfredsstillende. Ellers er parameterestimerne logiske, da

- et højere flow giver mere utilfredse bilister,
- trafiksammenbrud giver mere utilfredse bilister,
- bredere nødspor giver mere tilfredse bilister,
- højere hastighedsbegrænsning giver mere tilfredse bilister,
- flere tilslutningsanlæg pr. km giver mere utilfredse bilister, og
- et højere flow af lastbiler giver mere utilfredse bilister.

En højere hastighedsgrænse giver mere tilfredse bilister, fordi variablene *Flow* og *Hast* grundlæggende fungerer som proxy-variable for gennemsnitshastighed (og free-flow-hastighed), når der ikke er kø, altså før et trafiksammenbrud.

Benytter man model 1 i figur 9 vil en motorvej uden kø med 100 personbilenheder pr. spor pr. time, 3 meter bredt nødspor og 130 km/t hastighedsbegrænsning give et gennemsnitligt tilfredshedsniveau på $3,6008 + 0,0005 \cdot 100 + 0,0000 - 0,2348 \cdot 3 - 0,0139 \cdot 130 = 1,14$. Bilister er således hovedsageligt meget tilfredse på den motorvej.

Den mest utilfredsstillende motorvej man realistisk kan forestille sig har kø, 2.200 personbilenheder pr. spor pr. time, 0,3 meter bredt nødspor og 90 km/t hastighedsbegrænsning, hvilket giver et gennemsnitligt tilfredshedsniveau på $3,6008 + 0,0005 \cdot 2.200 + 1,2420 - 0,2348 \cdot 0,3 - 0,0139 \cdot 90 = 4,62$. Bilister er i dette tilfælde hovedsageligt lidt og noget utilfredse.

Et fænomen ved modeller med trafikflow og trafiksammenbrud som de vigtigste forklaringsvariable er, at det gennemsnitlige tilfredshedsniveau typisk vil være ca. 2,2 – 2,5 umiddelbart før et trafiksammenbrud og ca. 3,4 – 3,8 efter et trafiksammenbrud. I særlige tilfælde kan tilfredsniveauet være over 4,0. Der skal således et trafiksammenbrud til for at gøre bilister utilfredse. Men modellerne i figur 9 tager ikke højde for, hvor langsomt bilerne kører i kø på motorvejen, og derfor varierer utilfredsheden ikke væsentligt under køsituationen.

I figur 10 på næste side er vist de tre logit modeller med gennemsnitshastighed som vigtigste forklaringsvariabel. Sammenholdes figur 9 og 10 ses, at modeller i figur 10 medfører mindre residualer. Modeller i figur 10 er simpelthen bedre til at forudsige bilisters tilfredshed.

Model Hast Logit 1 (AIC=11.813, gennemsnitligt residual=0,25):

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{cases} \text{meget tilfreds} = -5,3651 \\ \text{noget tilfreds} = -3,8228 \\ \text{lidt tilfreds} = -2,8732 \\ \text{lidt utilfreds} = -1,8615 \\ \text{noget utilfreds} = -0,5575 \end{cases} + 0,0488 \cdot \text{GnsHast} + 0,3058 \cdot \text{Nødspor} - 0,00675 \cdot \text{Hast}$$

Model Hast Logit 2 (AIC=11.740, gennemsnitligt residual=0,24):

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{cases} \text{meget tilfreds} = -4,2926 \\ \text{noget tilfreds} = -2,7356 \\ \text{lidt tilfreds} = -1,7670 \\ \text{lidt utilfreds} = -0,7287 \\ \text{noget utilfreds} = 0,6080 \end{cases} + 0,0433 \cdot \text{GnsHast} + 0,3366 \cdot \text{Nødspor} - 0,0109 \cdot \text{Hast}$$

$$-0,3988 \cdot \text{Tilkørsel} + 0,2200 \cdot \text{Frakørsel}$$

Model Hast Logit 3 (AIC=11.568, gennemsnitligt residual=0,20):

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{cases} \text{meget tilfreds} = -6,0587 \\ \text{noget tilfreds} = -4,4451 \\ \text{lidt tilfreds} = -3,4536 \\ \text{lidt utilfreds} = -2,4012 \\ \text{noget utilfreds} = -1,0588 \end{cases} + 0,0380 \cdot \text{GnsHast} + 0,4015 \cdot \text{Nødspor} - 0,0103 \cdot \text{Hast}$$

$$-0,4973 \cdot \text{Tilkørsel} + 0,1920 \cdot \text{Frakørsel} - 0,0034 \cdot \text{Lastbil} + \text{Sollys} \cdot \begin{cases} \text{Forfra} = -0,2258 \\ \text{Højre} = -0,1614 \\ \text{Venstre} = -0,0744 \\ \text{Bagfra} = 0,6067 \\ \text{Nej} = 0,0000 \end{cases}$$

$$+1,3158 \cdot \log(\text{Alder}) + \text{Storkort} \cdot \begin{cases} \text{Ja} = 0,3221 \\ \text{Nej} = 0,0000 \end{cases} + \text{Kørsel} \cdot \begin{cases} 1 - 999 \text{ km} = -0,2768 \\ 1.000 - 4.999 \text{ km} = 0,1438 \\ 5.000 - 9.999 \text{ km} = 0,0978 \\ 10.000 - 20.000 \text{ km} = -0,1058 \\ \text{Over } 20.000 \text{ km} = 0,0000 \end{cases}$$

- hvor logit(p) = Nyttefunktion for kumulativ logit model,
a = Konstantled,
GnsHast = Gennemsnitshastighed for trafik i kørte retning,
Nødspor = Bredde af nødspor i meter,
Hast = Hastighedsbegrænsning i km/t,
Tilkørsel = Antal tilkørsler og sammenløb pr. km i kørte retning,
Frakørsel = Antal frakørsler og forgreninger pr. km i kørte retning,
Lastbil = Antal køretøjer > 12,5 meter pr. spor pr. time i kørte retning,
Sollys = Retning hvorfra evt. sollys kommer ind i kabine,
Alder = Bilistens alder (år),
Storkort = Ja, hvis bilist har kørekort til lastbil, og
Kørsel = Bilistens årlige kørselsomfang som fører.

Figur 10. Endelige kumulative logit modeller med gennemsnitshastighed til beregning af svarfordeling på seks svarkategorier for bilister på motorveje. Baseret på 48 videoklip fra motorveje inkl. repeater-videoklip. AIC er Akaike Information Criterion – jo lavere, desto bedre model. Gennemsnitligt residual for tilfredshedsniveauet.

De tre logit modeller i figur 10 skal forstås på den måde, at jo større $\text{logit}(p)$ er, desto mere tilfredse er bilister. Da fortegnet foran $GnsHast$ er positivt, så vil en højere gennemsnitshastighed give mere tilfredse bilister. Parameterestimaterne fremtræder logiske, da

- højere gennemsnitshastighed giver mere tilfredse bilister,
- bredere nødspor giver mere tilfredse bilister,
- højere hastighedsbegrænsning (proxy for free-flow-hastighed i relation til gennemsnitshastighed) giver mere utilfredse bilister,
- flere tilslutningsanlæg pr. km giver mere utilfredse bilister,
- højere flow af lastbiler giver mere utilfredse bilister, og
- sollys forfra og fra siderne giver mere utilfredse bilister, mens sollys bagfra giver mere tilfredse bilister.

Der er ikke fundet forskelle i tilfredsheden, om der køres ad en tilkørselsrampe og ind på motorvejen eller køres ad motorvejen gennem en tilkørselsflettestrækning. Der er heller ikke fundet forskelle i tilfredsheden, om der køres fra motorvejen og ind på en frakørselsrampe eller køres ad motorvejen gennem en frakørselsflettestrækning. Ved beregning af bilisters oplevede serviceniveau kan man derfor med fordel opdele motorveje mellem fra- og tilkørselsflettestrækninger. Det beregnede serviceniveau på motorvejsstrækningen før (opstrøms) en frakørselsrampe bør også gælde for frakørselsrampen, og serviceniveauet på motorvejsstrækningen efter (nedstrøms) en tilkørselsrampe bør også gælde for tilkørselsrampen.

Ved at anvende modellerne i figur 10 fås i gennemsnit mere præcise overslag på bilisters tilfredshed end ved at bruge modellerne i figur 9. Det anbefales derfor at anvende modellerne i figur 10 til beregning af bilisters oplevede serviceniveau på motorveje. Har man ikke målte eller beregnede data om gennemsnitshastighed, så anbefales at anvende de i bilag 4 viste logit modeller med trafikflow og trafik-sammenbrud som forklaringsvariable.

Ønskes at anvende den komplekse model Hast Logit 3, så kan det anbefales, at der gøres brug af de 188 respondenters baggrundsoplysninger. Her var gennemsnitsalderen 51,86 år ($\log(51,86) = 1,7148$), men gennemsnittet af $\log(\text{alder})$ var kun 1,6904. I alt havde 21,88 % kørekort til lastbil. Om året kørte 4,80 % 1-999 km, 12,81 % kørte 1.000-4.999 km, 16,87 % kørte 5.000-9.999 km, 36,71 % kørte 10.000-20.000 km og 28,81 % kørte over 20.000 km om året. Ved at indsætte disse baggrundsoplysninger i model Hast Logit 3 kan de tre variable $\log(\text{Alder})$, Storkort og Kørsel erstattes af et konstantled på $1,3158 \cdot 1,6904 + 0,3221 \cdot 0,2188 - 0,2768 \cdot 0,0480 + 0,1438 \cdot 0,1281 + 0,0978 \cdot 0,1687 - 0,1058 \cdot 0,3671 = 2,2775$. Såfremt variabelen Sollys ikke ønskes at indgå, kan den erstattes af et konstantled på -0,0094 i model Hast Logit 3, hvilket stort set svarer til, at der er overskyet, altså ingen sollys.

I kapitel 4 er de enkelte forklaringsvariables påvirkning af bilisternes oplevede serviceniveau grafisk illustreret. Det kapitel angiver tillige, hvordan modellerne kan anvendes i praksis.

3.4.2 Modeller for motorveje uden brug af repeater-videoklip

Der er også udarbejdet 12 modeller, hvor repeater-videoklip ikke indgår. Disse 12 modeller har samme modelspecifikation og variable, som de 12 modeller i forrige afsnit, altså seks logit modeller og seks traditionelle lineære modeller. Modeller uden brug af repeater-videoklip har ca. samme forklaringskraft, som modeller, hvor repeater-videoklip har indgået. I figur 11 på næste side er vist de tre logit modeller, hvor gennemsnitshastighed (GnsHast) er den væsentligste forklaringsvariabel. De øvrige 9 modeller er ikke vist.

De fleste parameterestimer i de 12 modeller, hvor repeater-videoklip ikke indgår, er stort de samme, som parameterestimerne i de tilsvarende modeller fra forrige afsnit, hvor repeater-videoklip indgår. Eksempelvis er parameterestimer for gennemsnitshastighed (GnsHast) for de tre modeller i figur 10 i forrige afsnit hhv. 0,0488, 0,0433 og 0,0380, mens disse estimer er hhv. 0,0488, 0,0424 og 0,0403 i modeller, hvor repeater-videoklip ikke indgår, se evt. figur 11. Men der er én stor forskel mellem de to sæt af modeller. Variablen for hastighedsbegrænsning (Hast) er ikke statistisk signifikant i modellerne i figur 11, og parameterestimerne er nær nul. Modeller, hvor repeater-videoklip ikke indgår, opererer derfor i praksis ikke med en free-flow-hastighed, og et beregnet oplevet serviceniveau er næsten ens ved en gennemsnitshastighed på fx 105 km/t på motorveje med en hastighedsbegrænsning på hhv. 130, 110 og 90 km/t.

Repeater-videoklippene har medført, at der for en tredjedel af motorvejene er et videoklip af en free-flow-situation og et videoklip, hvor hastigheden er påvirket af et højt trafikflow. Repeater-videoklip har været af helt afgørende betydning for at kunne estimere tilfredsheden i en "free-flow-situation". Derfor anbefales kun at anvende modeller, hvor repeater-videoklip indgår.

Af bilag 1 kan bl.a. ses det gennemsnitlige tilfredshedsniveau for hvert videoklip af motorveje. For motorveje, hvor der er repeater-videoklip (motorvej 1, 3, 8, 10, 16, 18, 19, 21, 28, 30, 34 og 36), er respondenter i alle tilfælde mest tilfredse i det videoklip af en motorvej, hvor gennemsnitshastigheden er højest og trafikflowet er lavest. Respondenter har altså i alle tilfælde opfattet forskellene i de trafikale forhold, og vurderet disse forskelle "korrekt" og på samme måde hver gang.

Da parameterestimer for trafikflow og gennemsnitshastighed stort set er ens i modeller med og uden repeater-videoklip, så må disse variables indvirkning på bilisters tilfredshed være særdeles pålideligt bestemt.

Model Hast Logit 1:

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{bmatrix} \text{meget tilfreds} = -6,0894 \\ \text{noget tilfreds} = -4,5507 \\ \text{lidt tilfreds} = -3,6147 \\ \text{lidt utilfreds} = -2,6291 \\ \text{noget utilfreds} = -1,3442 \end{bmatrix} + 0,0488 \cdot \text{GnsHast} + 0,2959 \cdot \text{Nødspor} + 0,000415 \cdot \text{Hast}$$

Model Hast Logit 2:

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{bmatrix} \text{meget tilfreds} = -4,6930 \\ \text{noget tilfreds} = -3,1406 \\ \text{lidt tilfreds} = -2,1869 \\ \text{lidt utilfreds} = -1,1773 \\ \text{noget utilfreds} = 0,1375 \end{bmatrix} + 0,0424 \cdot \text{GnsHast} + 0,3176 \cdot \text{Nødspor} - 0,00506 \cdot \text{Hast}$$

$$-0,4068 \cdot \text{Tilkørsel} + 0,1099 \cdot \text{Frakørsel}$$

Model Hast Logit 3:

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{bmatrix} \text{meget tilfreds} = -7,0894 \\ \text{noget tilfreds} = -5,4758 \\ \text{lidt tilfreds} = -4,4947 \\ \text{lidt utilfreds} = -3,4673 \\ \text{noget utilfreds} = -2,1425 \end{bmatrix} + 0,0403 \cdot \text{GnsHast} + 0,3869 \cdot \text{Nødspor} - 0,00131 \cdot \text{Hast}$$

$$-0,4441 \cdot \text{Tilkørsel} + 0,0962 \cdot \text{Frakørsel} - 0,00401 \cdot \text{Lastbil} + \text{Sollys} \cdot \begin{bmatrix} \text{Forfra} = -0,2444 \\ \text{Højre} = -0,0247 \\ \text{Venstre} = -0,2655 \\ \text{Bagfra} = 0,6106 \\ \text{Nej} = 0,0000 \end{bmatrix}$$

$$+1,2430 \cdot \log(\text{Alder}) + \text{Storkort} \cdot \begin{bmatrix} \text{Ja} = 0,3973 \\ \text{Nej} = 0,0000 \end{bmatrix} + \text{Kørsel} \cdot \begin{bmatrix} 1 - 999 \text{ km} = -0,2703 \\ 1.000 - 4.999 \text{ km} = 0,1850 \\ 5.000 - 9.999 \text{ km} = 0,1603 \\ 10.000 - 20.000 \text{ km} = -0,1260 \\ \text{Over } 20.000 \text{ km} = 0,0000 \end{bmatrix}$$

- hvor $\text{logit}(p)$ = Nyttfunktion for kumulativ logit model,
 a = Konstantled,
 GnsHast = Gennemsnitshastighed for trafik i kørte retning,
 Nødspor = Bredder af nødspor i meter,
 Hast = Hastighedsbegrænsning i km/t,
 Tilkørsel = Antal tilkørsler og sammenløb pr. km i kørte retning,
 Frakørsel = Antal frakørsler og forgreninger pr. km i kørte retning,
 Lastbil = Antal køretøjer > 12,5 meter pr. spor pr. time i kørte retning,
 Sollys = Retning hvorfra evt. sollys kommer ind i kabine,
 Alder = Bilistens alder (år),
 Storkort = Ja, hvis bilist har kørekort til lastbil, og
 Kørsel = Bilistens årlige kørselsomfang som fører.

Figur 11. Kumulative logit modeller med gennemsnitshastighed til beregning af svarfordeling på seks svarkategorier for bilister på motorveje. Baseret på 36 videoklip fra motorveje (repeater-videoklip indgår ikke).

3.4.3 Modeller for landeveje og veje i byer

Det er forsøgt at opstille en række logit modeller, hvor tilfredshedsvurderinger og data for de 16 videoklip optaget på landeveje og de 16 videoklip fra veje i byer indgår. I en type af model har samtlige 80 videoklip fra motorveje, landeveje og veje i byer indgået. Disse modeller er ”skævvredet” i retning mod betydningsfulde variable for motorveje, fordi hovedparten af videoklip er optaget på motorveje. De modeller giver ikke et godt indblik i bilisters oplevede serviceniveau på landeveje og veje i byer. Men der er også opstillet modeller, hvor der kun indgår videoklip fra landeveje og/eller veje i byer. Her er ca. 450 variable testet for sammenhæng med respondenters tilfredshed, heraf ca. 50 variable knyttet til gang- og cykeltrafik og faciliteter for gående og cyklende.

Model By- og Landeveje Logit:

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{cases} \text{meget tilfreds} = -2,9280 \\ \text{noget tilfreds} = -1,4575 \\ \text{lidt tilfreds} = -0,5113 \\ \text{lidt utilfreds} = 0,4317 \\ \text{noget utilfreds} = 1,9009 \end{cases} + 0,0786 \cdot \text{GnsHast} - 0,0416 \cdot \text{Hast}$$

hvor $\text{logit}(p)$ = Nyttfunktion for kumulativ logit model,
 a = Konstantled,
 GnsHast = Gennemsnitshastighed for trafik i kørte retning, og
 Hast = Hastighedsbegrænsning i km/t.

Figur 12. Kumulativ logit model til beregning af svarfordeling på seks svarkategorier for bilister på by- og landeveje. Baseret på 32 videoklip fra landeveje og veje i byer.

Når man ser på by- og landeveje under ét, så er gennemsnitshastigheden for trafik (motorkøretøjer) i den kørte retning af størst betydning for tilfredsheden. Jo højere hastighed, desto mere tilfredse bilister. I figur 12, hvor der er vist en simpel model med høj forklaringskraft, ses, at hastighedsbegrænsningen også indgår. Modellen antyder, at en free-flow-hastighed også er vigtig for vurderingen af tilfredshed på by- og landeveje.

I processen med at udvikle modellen i figur 12 har en række andre variable vist sig af betydning for bilisters oplevede tilfredshed på by- og landeveje. En vigtig variabel er *Lokalitet*, altså om det er en by- eller landevej, og flere andre variable af betydning for bilisters tilfredshed korrelerer kraftigt med *Lokalitet*. Eksempelvis korrelerer *Randfunktion* (butik, bolig, blandet, mark, skov eller vekslende), *Tæthed af cyklister* og *Type af facilitet ved siden af ydre kørespor* (cykelsti, kantbane, cykelbane, fortov eller yderrabat) kraftigt med *Lokalitet*. For at kunne beskrive disse variables reelle betydning for bilisters tilfredshed er det bedst at opstille en model for landeveje og en anden model for veje i byer.

Model Landeveje Logit:

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{cases} \text{meget tilfreds} = 0,0330 \\ \text{noget tilfreds} = 1,4520 \\ \text{lidt tilfreds} = 2,4665 \\ \text{lidt utilfreds} = 3,5945 \\ \text{noget utilfreds} = 5,1434 \end{cases} - 0,0890 \cdot \text{GnsUnderHast}$$

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

a = Konstantled,

GnsUnderHast = Hastighedsbegrænsning minus gennemsnitshastighed for trafik i kørte retning.

Figur 13. Kumulativ logit model til beregning af svarfordeling på seks svarkategorier for bilister på landeveje. Baseret på 16 videoklip fra landeveje.

Arbejdet med at udvikle en model for landeveje har vist, at hastigheden også her er særdeles vigtig. I figur 13 er vist en simpel model med kun én variabel, nemlig hvor meget trafikken i gennemsnit kører under hastighedsbegrænsningen. Da konstantleddet for meget tilfreds er tæt på 0, så vil de fleste bilister være meget tilfredse, hvis gennemsnitshastigheden er større eller lig med hastighedsgrænsen. En model med to variable for hhv. gennemsnitshastighed og hastighedsbegrænsning viser, at gennemsnitshastigheden er af langt større betydning end hastighedsbegrænsningen.

Modeludviklingsarbejdet peger i retning af, at andelen af trafik, der er lastbiler (køretøjer længere end 12,5 meter), også har betydning for tilfredsheden, idet en større andel fører til mere utilfredse bilister. Et højere flow af modkørende trafik giver også mere utilfredse bilister. Respondenterne er mere tilfredse, når omgivelserne er vekslende, og ikke kun er skov eller marker. Flere af respondenternes baggrundsoplysninger ser også ud til at påvirke tilfredsheden.

I figur 14 på næste side er vist en simpel model for veje i byer med én variabel, nemlig gennemsnitshastigheden for trafik af motorkøretøjer i den kørte retning. Når gennemsnitshastigheden er ca. 55-60 km/t og derover, så er bilister hovedsageligt meget tilfredse. Hastighedsbegrænsningen indgår ikke i modellen i figur 14, da den variabel ikke forklarer meget, når gennemsnitshastigheden indgår. Det vil sige, at respondenter enten ikke opfatter en free-flow-hastighed eller at denne generelt opfattes at være ca. 55 km/t eller højere. Det er nødvendigt med flere videoklip og repeater-videoklip fra veje i byer for at få fastlagt respondenters opfattede free-flow-hastighed.

Modeludviklingsarbejdet med veje i byer tyder på, at trafikflow i begge køreretninger opfattes positivt, når variabelen om gennemsnitshastighed indgår. Det kan opfattes på flere måder, men er måske et udtryk for, at man hellere vil køre langsomt som følge af megen trafik frem for at køre langsomt som følge af en anden "forhindring" fx en bil, der vender, to cyklister ved siden af hinanden eller en fartdæmpende foranstaltning. Tilfredsheden falder da også på veje med bump og

er bedre på veje med cykelsti end veje uden cykelsti. Respondenter opfatter også boligveje som værende mere tilfredsstillende end veje med butikker, industri eller andet erhverv. Endelig er bilister mere tilfredse på veje uden vejbeplantning.

Model Veje i byer Logit:

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{cases} \text{meget tilfreds} = -5,3307 \\ \text{noget tilfreds} = -3,7695 \\ \text{lidt tilfreds} = -2,8455 \\ \text{lidt utilfreds} = -1,9782 \\ \text{noget utilfreds} = -0,4997 \end{cases} + 0,0872 \cdot \text{GnsHast}$$

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

a = Konstantled,

GnsHast = Gennemsnitshastighed for trafik i kørte retning.

Figur 14. Kumulativ logit model til beregning af svarfordeling på seks svarkategorier for bilister på veje i byer. Baseret på 16 videoklip fra veje i byer.

Arbejdet med by- og landeveje efterlader det indtryk, at motorkøretøjers gennemsnitshastighed er af meget stor betydning for bilisters oplevede serviceniveau. Der er dog meget tydelige tegn på, at der er for få videoklip af hhv. landeveje og veje i byer til at tage behørigt højde for en opfattet free-flow-hastighed. Det er således nødvendigt med tilfredshedsvurderinger af flere videoklip for at kunne opstille pålidelige modeller for bilisters oplevede tilfredshed på by- og landeveje.

4. Serviceniveau og brugbare modeller

Tidligere undersøgelser af fodgængeres og cyklisters oplevede serviceniveau på strækninger og i diverse typer af kryds har benyttet samme metodik, som den der er anvendt i nærværende undersøgelse af bilisters oplevede serviceniveau på strækninger (Jensen, 2006; Jensen, 2011). Videoklip optaget af en gående eller cyklende person 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 transportformerne ønskes, at der anvendes samme serviceniveaubegreb for bilister som for fodgængere og cyklister.

4.1 Kommunikérbart serviceniveaubegreb

Det er ikke særlig god kommunikation blot at angive et tilfredshedsniveau med et gennemsnitstal eller en svarfordeling. God kommunikation forudsætter, at modtageren fuldt ud forstår budskabet. Derfor må man definere en entydig relation mellem gennemsnitstal / svarfordeling og et letforståeligt begrebsapparat. Begrebsapparatet handler grundlæggende om at give veje karakterer, ligesom når skoleelever skal til 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 bygger på karaktersystemet i amerikanske skoler, men har tillige store ligheder med karakterer i danske skoler. For det klassiske serviceniveau, der alene tager udgangspunkt i trafikafvikling, er der en klar og entydig grænse mellem E og F, da trafikken bryder sammen ved denne grænse. F betyder "ikke bestået" i det amerikanske skolesystem.

I flere amerikanske undersøgelser af bilisters oplevede serviceniveau har man instrueret respondenter 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 fra et tilfredshedsni-

veau. 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 14 er vist den anvendte opdeling i serviceniveauer i nærværende undersøgelse:

Definition på serviceniveau for bilister på motorveje			Gennemsnitligt tilfredshedsniveau
Tegn	Beskrivelse	Respondenters vurdering	
A	Meget tilfreds	Mindst 50 % er meget tilfredse	< 1,80
B	Noget tilfreds	Mindst 50 % er noget tilfredse eller meget tilfredse	≥ 1,80 og < 2,75
C	Lidt tilfreds	Mindst 50 % er lidt tilfredse eller mere tilfredse	≥ 2,75 og < 3,50
D	Lidt utilfreds	Mindst 50 % er lidt utilfredse eller mere tilfredse	≥ 3,50 og < 4,30
E	Noget utilfreds	Mindst 50 % er noget utilfredse eller mere tilfredse	≥ 4,30 og < 5,15
F	Meget utilfreds	Mindst 50 % er meget utilfredse	≥ 5,15

Tabel 14. Undersøgelsens definition på bilisters oplevede serviceniveau på motorveje 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 1,80.

Det er muligt at serviceniveaubegrebet i tabel 14 forekommer lidt for teknisk for bilister. Men serviceniveauskalaen ovenfor er faktisk let at opfatte, fordi grænsen mellem C og D, altså mellem tilfreds og utilfreds, stort set svarer til sammenbrud i trafikken. Serviceniveau A, B og C er altså tre udtryk for, hvor gode ens manøvre-muligheder er i en strøm af trafik, der ikke er brudt sammen. Ved A kan man stort set selv vælge hastighed og skifte vognbane, når man ønsker det. Ved C er ens hastighed fuldstændig påvirket af andre trafikanter, og vognbaneskit kan tage lang tid.

Ved serviceniveau D, E og F er bilisten, hvor trafikken bryder sammen eller kører i strømmen af trafik efter dette sammenbrud. Forskellen mellem D, E og F er blot, hvor hurtigt man kører i denne trafikstrøm. Ved serviceniveau F – som det siges i trafikradioer – ”triller man” eller ”står bumstille” og der køres under 5-25 km/t. Ved serviceniveau E ”køres der langsomt” afsted med under 30-50 km/t og ved D ”flyder eller glider det” med under 55-75 km/t. Der er stor forskel på, hvordan en sammenbrudt trafikstrøm afvikles. Her er det klassiske serviceniveau ikke særlig brugbart, mens det ovenfor viste oplevede serviceniveau er hensigtsmæssigt.

4.2 Brugbare modeller

Som nævnt i afsnit 3.4 anbefales at anvende de seks endelige logit modeller for motorveje. De viste traditionelle lineære modeller i bilag 5 kan anvendes, men beskriver ikke bilisters tilfredshed så detaljeret. De viste logit modeller for by- og landeveje bør ikke anvendes. Modeller, hvor bilers gennemsnitshastighed indgår, er bedre end modeller med trafikflow. Konkret anbefales, at modellerne benyttes i følgende rangordnede rækkefølge:

1. Model Hast Logit 3: Den foretrukne model. Oplysninger om flow af køretøjer længere end 12,5 meter pr. spor pr. time bør være baseret på tidsintervaller, der er mindst 15 minutter lange. Oplysninger om sollys, bilisters alder, kørekort til lastbil og kørselsomfang bør være ens (valgt på forhånd).
2. Model Hast Logit 2: Haves ikke oplysninger om flow af lange køretøjer eller ønskes serviceniveauet opgjort for tidsintervaller kortere end 15 minutter, bør denne model benyttes.
3. Model Hast Logit 1: Denne simple men gode model er formentlig nemmest at anvende, da serviceniveauet kan opgøres for et snit af motorvejen – og ikke skal opgøres for en velvalgt strækning, som de to modeller ovenfor.
4. Model Flow Logit 3: Når oplysninger om gennemsnitshastighed ikke forefindes bør den model være at foretrække. Modellen kan ikke detaljeret beskrive utilfredsheden i tilfælde af trafiksammenbrud. Oplysninger om flow af køretøjer længere end 12,5 meter pr. spor pr. time bør være baseret på tidsintervaller, der er mindst 15 minutter lange. Oplysninger om sollys, bilisters alder, kørekort til lastbil og kørselsomfang bør være ens (valgt på forhånd).
5. Model Flow Logit 2: Uden oplysninger om gennemsnitshastighed og flow af lange køretøjer kan denne model anvendes.
6. Model Flow Logit 3: Denne simple model kan anvendes i et snit eller for en velvalgt strækning og både ved korte og lange tidsintervaller.

Det udarbejdede IT-værktøj gør brug af den ovenfor angivne rangordnede brug af de seks logit modeller. Hvis alle data er til rådighed benyttes således Model Hast Logit 3. Kun hvis oplysninger om gennemsnitshastighed ikke er til rådighed gøres brug af Flow modeller.

Flowet af køretøjer længere end 12,5 meter bør være baseret på tidsintervaller, der er 15 minutter eller længere. Oplysninger om gennemsnitshastighed og personbilenheder pr. spor pr. time bør være baseret på tidsintervaller, der er 1 minut eller længere, dog skal tidsintervaller naturligvis være lange i perioder med beskeden trafik. Der skal mindst ét køretøj til for at opgøre en hastighed.

Modellerne er kun gyldige i dagslys (kan oversættes til kl. 6-18) og uden nedbør. Derudover er de kun gyldige for motorveje uden vejarbejde og med godt vedligeholdelsesniveau, hvilket vil sige jævn asfalt, tydelige afmærkninger og tavler. Modellerne gælder for situationer uden køretøjer under udrykning, uden havarere-

de eller forulykkede køretøjer og uden hasarderede manøvrer fx spørgelsesbilister og biler i ekstrem høj fart.

De anbefalede modeller findes i bilag 4. For modellerne Hast Logit 3 og Flow Logit 3, hvor variablene for Sollys, Alder, Storkort og Kørsel indgår, bør man dog anvende oplysninger for disse variable som er valgt på forhånd. Nedenfor i figur 15 er de to modeller vist, hvor oplysningerne om sollys på de 48 videoklip fra motorveje og om respondenternes alder, kørselsomfang og kørekort til lastbil er benyttet. Derved udgår de fire førnævnte variable og konstantleddet a ændres.

Model Hast Logit 3 (gennemsnitligt residual=0,25):

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{bmatrix} \text{meget tilfreds} = -4,8213 \\ \text{noget tilfreds} = -3,2077 \\ \text{lidt tilfreds} = -2,2266 \\ \text{lidt utilfreds} = -1,1992 \\ \text{noget utilfreds} = 0,1256 \end{bmatrix} + 0,0403 \cdot \text{GnsHast} + 0,3869 \cdot \text{Nødspor} - 0,00131 \cdot \text{Hast} \\ - 0,4441 \cdot \text{Tilkørsel} + 0,0962 \cdot \text{Frakørsel} - 0,00401 \cdot \text{Lastbil}$$

Model Flow Logit 3 (gennemsnitligt residual=0,33):

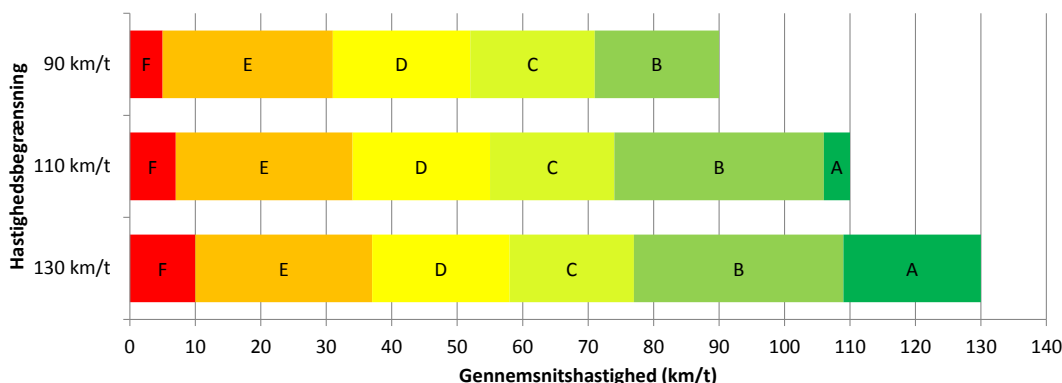
$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{bmatrix} \text{meget tilfreds} = -3,0886 \\ \text{noget tilfreds} = -1,4803 \\ \text{lidt tilfreds} = -0,4981 \\ \text{lidt utilfreds} = 0,5318 \\ \text{noget utilfreds} = 1,8442 \end{bmatrix} - 0,00076 \cdot \text{Flow} - \text{Kø} \cdot \begin{bmatrix} \text{Ja} = 0,5550 \\ \text{Nej} = 0,0000 \end{bmatrix} \\ + 0,4534 \cdot \text{Nødspor} + 0,0198 \cdot \text{Hast} - 0,4364 \cdot \text{Tilkørsel} + 0,1448 \cdot \text{Frakørsel} - 0,00375 \cdot \text{Lastbil}$$

hvor $\text{logit}(p)$ = Nyttefunktion for kumulativ logit model,
 a = Konstantled,
 GnsHast = Gennemsnitshastighed for trafik i kørte retning,
 Nødspor = Bredde af nødspor i meter,
 Hast = Hastighedsbegrænsning i km/t,
 Tilkørsel = Antal tilkørsler og sammenløb pr. km i kørte retning,
 Frakørsel = Antal frakørsler og forgreninger pr. km i kørte retning,
 Lastbil = Antal køretøjer > 12,5 meter pr. spor pr. time i kørte retning,
 Flow = Personbilenheder pr. spor pr. time i kørte retning, og
 Kø = Ja, når gennemsnitshastighed i kørte retning er under 75 km/t.

Figur 15. Kumulative logit modeller til beregning af svarfordeling på seks svar-kategorier for bilister på motorveje. Baseret på 48 videoklip fra motorveje.

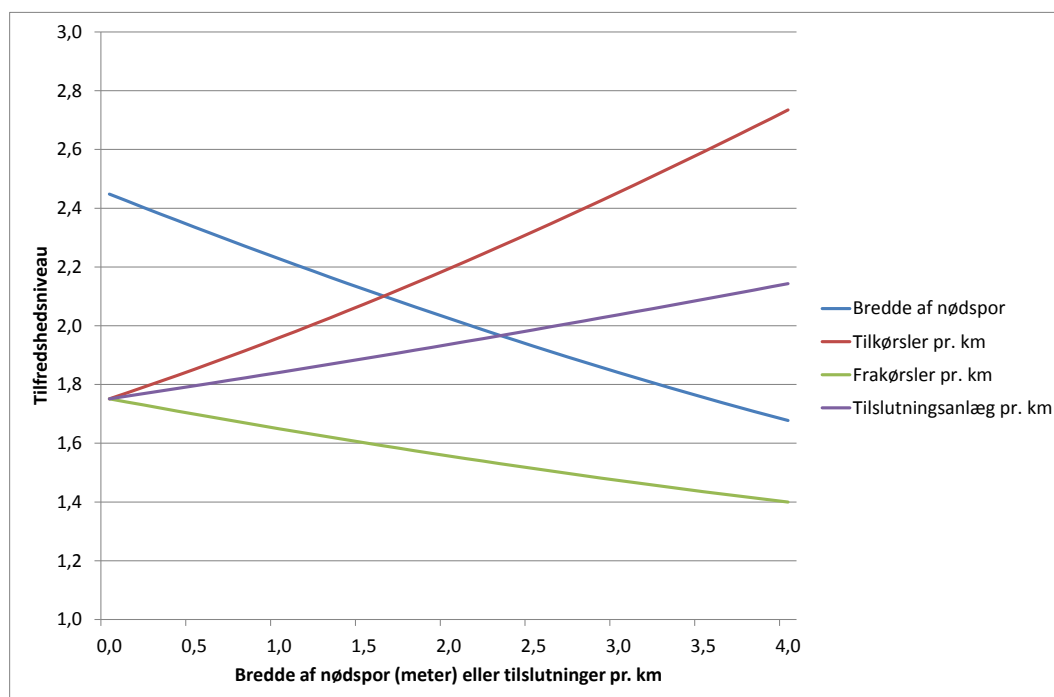
De to modeller i figur 15 indgår i det udarbejdede IT-værktøj sammen med de fire modeller Hast Logit 1, Hast Logit 2, Flow Logit 1 og Flow Logit 2 fra bilag 4.

I figur 15 indgår i alt otte variable, som påvirker tilfredsheden i de to modeller. I det følgende søges at beskrive, hvordan de otte variable påvirker serviceniveauet / tilfredshedsniveauet ved grafisk at illustrere sammenhænge.



Figur 16. Serviceniveau afhængig af gennemsnitshastighed for motorveje med de angivne hastighedsbegrænsninger og 3,0 meter bredt nødspor. Resultater fra brug af model Hast Logit 1.

Af figur 16 ses, at der vil være et serviceniveau A på en motorvej med 130 km/t hastighedsbegrænsning og 3,0 meter bredt nødspor, når gennemsnitshastigheden er 109-130 km/t. På en motorvej med 90 km/t hastighedsbegrænsning vil bilister kun være meget tilfredse (serviceniveau A), hvis gennemsnitshastigheden er over 103 km/t. Bilister bliver utilfredse (serviceniveau D), når gennemsnitshastigheden falder til under 53-56 km/t.

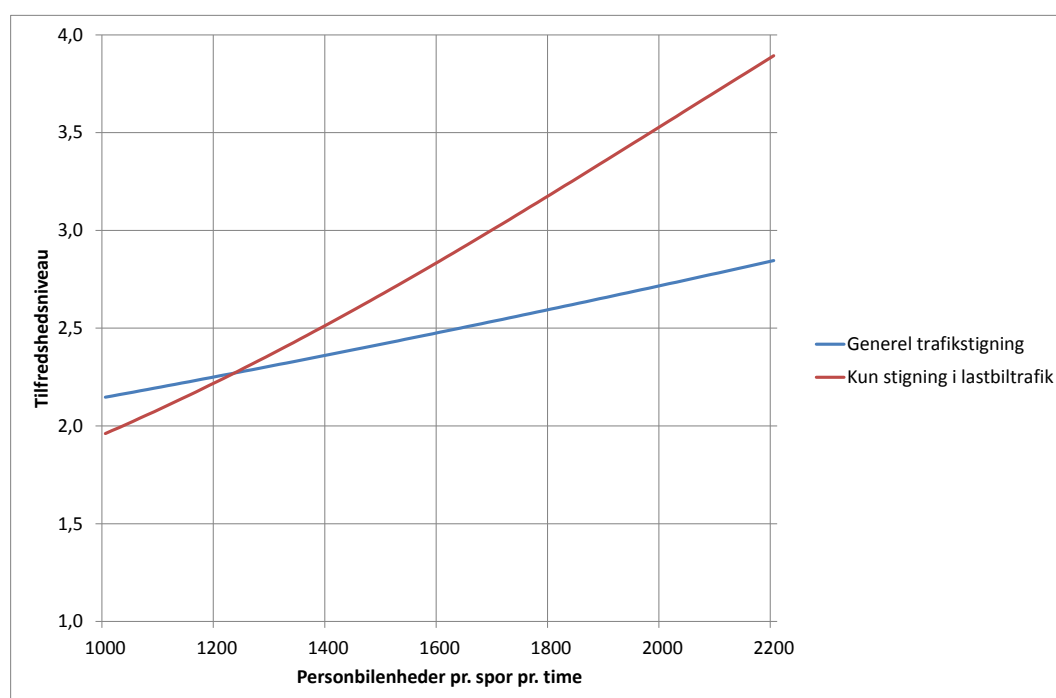


Figur 17. Tilfredshedsniveau afhængig af bredden af nødspor, tilkørsler pr. km, frakørsler pr. km og tilslutningsanlæg (både en tilkørsel og en frakørsel) pr. km. Resultater fra brug af model Hast Logit 2.

I figur 17 er det forsøgt at illustrere, hvordan nødsporsbredde og tilslutninger påvirker bilisters tilfredshed. Af figuren ses, at når nødsporets bredde stiger fra 0 til

4 meter, så falder tilfredshedsniveau fra 2,45 til 1,68. Det vil sige, at når bredden af nødsporet stiger med en meter, så falder tilfredshedsniveauet med ca. 0,2, hvilket svarer til et kvart serviceniveau. Motorveje ”uden nødspor” har en ydre kantbane, der pr. definition indgår i nødsporsbredden og som regel er ca. 0,5 meter i Danmark, mens motorveje med nødspor oftest har en nødsporsbredde på ca. 3,0 meter, så forskellen i tilfredshedsniveau på motorveje med og uden nødspor er som regel knap 0,5, svarende til ca. to tredjedele serviceniveau.

Forskellen i tilfredshed på at have 0 og 1 tilkørsel, frakørsel eller tilslutningsanlæg pr. km er ikke stor – kun omkring 0,1-0,2 i tilfredshedsniveau. Der ikke er mere end ca. en ottendedel serviceniveau forskel på, om der er 1 eller 10 km mellem tilslutningsanlæggene. Men især tætliggende tilkørsler kan påvirke bilister oplevede tilfredshed.



Figur 18. Tilfredshedsniveau afhængig af personbilenheder pr. spor pr. time hhv. som følge af en generel ændring i trafikflow (uændret trafiksammensætning) og en ændring i lastbiltrafik, hvor der ved 1.000 og 2.200 personbilenheder pr. spor pr. time er hhv. 0 og 480 køretøjer længere end 12,5 meter (et langt køretøj har en personbilækivalent på 2,5). Resultater fra model Flow Logit 2 og Flow logit 3.

Ud fra tal i figur 18 kan det beregnes, at et køretøj længere end 12,5 meter, hvilket ofte er et sættevogn tog eller lastbil med anhænger, svarer til 6-7 personbiler, når det handler om bilisters tilfredshed på motorveje. Derfor er der stor forskel i tilfredsheden, om 1 % af køretøjerne er lange i myldretiden som på Helsingørmotorvejen eller 23 % er lange i myldretiden som på Sønderjyske Motorvej. Af figur 18 kan det også ses, at en generel stigning med 200 personbilenheder pr. spor pr. time øger tilfredshedsniveauet med godt 0,1. Der skal en generel stigning på ca.

1.375 personbilenheder pr. spor pr. time til for at forværre tilfredsheden med et helt serviceniveau. Til sammenligning skal der kun ca. 220 ekstra lange køretøjer pr. spor pr. time til for at forværre tilfredsheden med et helt serviceniveau.

Et trafiksammenbrud får det gennemsnitlige tilfredshedsniveau til at stige med ca. 0,45-0,65, hvilket svarer til to tredjedele af et serviceniveau. For motorveje med nødspor falder serviceniveauet typisk fra C til D ved et trafiksammenbrud, mens det falder fra D til E for motorveje uden nødspor.

4.3 Modeller og IT-værktøj i praksis

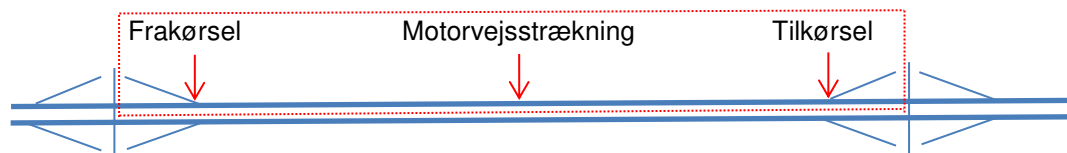
Det vil være meget tidskrævende, hvis serviceniveau, tilfredshedsniveau og tilfredshed på seks kategorier skulle beregnes manuelt time for time, strækning for strækning og motorvej for motorvej. Derfor er der opstillet et let anvendeligt IT-værktøj – et Excel regneark – der kan foretage alle beregningerne.

4.3.1 Opdeling af motorvejsnettet i beregningsenheder

Forud for beregninger af serviceniveau mv. er det væsentligt at få opdelt motorvejsnettet i strækninger på en rimelig korrekt men også håndterbar måde. I de udarbejdede modeller indgår variable for trafikflow, bredde af nødspor, hastighedsbegrænsning samt til- og frakørsler pr. km som varierer fra strækning til strækning på motorvejsnettet. Det anbefales at benytte en simpel opdeling af motorvejsnettet på følgende måde:

- De to køreretninger behandles hver for sig, dvs. motorvejsnettet opdeles i strækninger med og mod kilometreringsretningen.
- Ved tilslutningsanlæg med både fra- og tilkørsel for en køreretning foretages opdeling midt mellem fra- og tilkørsel.
- Ved tilslutningsanlæg kun med en frakørsel for en køreretning opdeles umiddelbart efter frakørselsflettestrækning (nedstrøms).
- Ved tilslutningsanlæg kun med en tilkørsel for en køreretning opdeles umiddelbart før tilkørselsflettestrækning (opstrøms).
- Ved forgreninger opdeles umiddelbart efter forgreningen (nedstrøms).
- Ved sammenløb opdeles umiddelbart før sammenløb (opstrøms).
- Det er trafikflowet (gennemsnitshastigheden) på motorvejsstrækningen før en frakørselsflettestrækning/forgrening, der skal anvendes til at beskrive serviceniveauet på motorvejsstrækning, frakørselsflettestrækning, frakørselsrampe og forgrening.
- Det er trafikflowet (gennemsnitshastigheden) på motorvejsstrækningen efter en tilkørselsflettestrækning/sammenløb, der skal bruges til at beskrive serviceniveauet på motorvejsstrækning, tilkørselsflettestrækning, tilkørselsrampe og sammenløb.
- Modellerne kan ikke bruges til at beskrive serviceniveauet på ramper i motorvejskryds.

Den angivne simple opdeling af motorvejsnettet betyder, at hvor der er en motorvej med to tilslutningsanlæg hver med både fra- og tilkørsel for en køreretning, der vil *en strækning* bestå af en tilkørselsrampe, tilkørselsflettestrækning, motorvejsstrækning, frakørselsflettestrækning og frakørselsrampe, altså svarende til vejdelene indenfor boksen markeret med stiplede røde linjer i figuren nedenfor.



Hvis der på en strækning er en ændring i bredden af nødspor eller hastighedsbegrænsning, så kan man enten gøre brug af et gennemsnit vægtet efter længde eller opdele strækningen i to. Et gennemsnit vægtet efter længde kunne fx være, at man har en strækning med 1 km med en nødsporbredde på 3 meter og 2 km med en nødsportsbredde på 0,5 meter – det vægtede gennemsnit er $(1 \cdot 3 + 2 \cdot 0,5) / 3 = 1,33$ meter nødspor.

Hvis gennemsnitshastigheden er meget forskellig hen over en strækning enten hele tiden eller i myldretiden bør det overvejes at opdele strækningen.

4.3.2 Håndtering af data og anvendelse af resultater

I praksis forefindes samtlige data for hver strækning i motorvejsnettet i Danmark, der er nødvendige for at foretage beregninger af tilfredshed og serviceniveauet.

Da serviceniveauet kan være meget forskelligt på en strækning i løbet af dagen og være meget forskelligt fra dag til dag, så kan det være vigtigt at foretage mange beregninger for forskellige tidsrum for samme strækning. En god håndtering af data handler derfor om at få beregnet tilfredshed og serviceniveau i tidsrum, der muliggør en beskrivelse af den typiske variation i løbet af dagen, ugen og året samt muliggør en fornuftig aggregering for en hel dag, uge og år.

Trafikken på det danske motorvejsnet kan karakteriseres ved, at hhv. hverdage, lørdage og søndage ligner hinanden på nær i og ved ferieperioder. Trafikken på en lørdag ligner andre lørdage men ikke hverdage eller søndage, og kan være meget anderledes i og ved ferieperioder. På nogle strækninger på motorvejsnettet er der trafiksammenbrud på mange hverdage udenfor ferieperioder.

For at kunne give den rette beskrivelse af tilfredshed og serviceniveau anbefales det for *strækninger med få eller ingen trafiksammenbrud i løbet af et år*, at beregninger tager udgangspunkt i tal for gennemsnitshastighed og trafikflow time for time kl. 6-18 på hhv. hverdage, lørdage og søndage hhv. i/ved og udenfor ferieperioder. Der er således $12 \cdot 3 \cdot 2 = 72$ beregninger for en strækning. Ud fra disse beregninger kan det angives, hvor stor en andel af tiden og andel af bilisterne, der

har et serviceniveau A, B, C, D, E og F – og er hhv. meget tilfreds, noget tilfreds, osv. For *strækninger med mange trafiksammenbrud i løbet af et år* anbefales, at beregningerne tager udgangspunkt i tal for gennemsnitshastighed og trafikflow kvarter for kvarter. Derved fås i alt $12 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 = 288$ beregninger for hver enkelt strækning. Man bør for alle strækninger udføre beregninger af serviceniveau og tilfredshed for den 30. og 100. højeste time.

4.3.3 IT-værktøj

Det udviklede IT-værktøj er ganske enkelt og består af fire dele. I den første del er forudsætninger for beregninger og oplysninger om data, der indgår i beregninger, angivet. I den anden del skal man angive navn og kilometrer for strækningen samt hvilket tidsrum beregningen gælder for. Længde af strækningen beregnes automatisk, men man kan også indtaste en længde i km, hvis en kilometer i kilometreringsen ikke er en kilometer lang.

Bilisters oplevede serviceniveau på motorveje								
Strækning								
Nr	Vejnavn	Kilometrer FRA		Kilometrer TIL		Længde	Køretning	Tidsrum
	Vejnummer	KM	METER	KM	METER	(km)	ift. kmt	
1	Fynske Motorvej	163	490	172	630	9,14	Med	Spidstimer hverdage
2	Fynske Motorvej	172	630	163	490	9,14	Mod	Spidstimer hverdage

Figur 19. Inddatering af oplysninger til identificering af strækning i IT-værktøj

Data til beregning							
Gennemsnitshastighed (km/t)	Bredde af nødspej (meter)	Hastighedsbegrænsning (km/t)	Tilkørsler og sammenløb (antal)	Frakørsler og forgreninger (antal)	Biler > 12,5 m pr. spor pr. time (antal)	Personbilenheder pr. spor pr. time (antal)	Trafiksammenbrud (Ja/Nej)
103,1	2,9	110	1	1	107		
103,9	3,05	110	1	1	80		

Figur 20. Data til beregning af tilfredshed og serviceniveau i IT-værktøj.

I den tredje del kan data, der anvendes til at beregne tilfredshed og serviceniveau, inddateres. I denne del markerer IT-værktøjet automatisk accepterede data med grønt. Angiver man en alt for høj værdi eller alt for lav værdi, vil denne værdi ikke indgå i en beregning. Hvis man ønsker at angive, om der er trafiksammenbrud, får man valget mellem Ja og Nej i et rullegardin.

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
Hast 3	B	1,89	44%	36%	12%	5%	2%	1%
Hast 3	A	1,79	49%	34%	10%	5%	2%	1%

Figur 21. Resultater af beregninger i IT-værktøj.

I fjerde og sidste del findes resultater om serviceniveau, tilfredshedsniveau og tilfredshed, se figur 21. Her er formler mv. beskyttet, så man ikke sletter trin i beregningerne. Men det er muligt at kopiere resultater til andre regneark o. lign.

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 og cyklister. Serviceniveauet er baseret på den oplevede tilfredshed, og man kan sammenligne det på tværs af transportformer, vej- og krydstyper. Begrebet indeholder seks serviceniveauer og bør kunne anvendes i trafikplanlægningen og i kommunikationen til trafikanter.

I undersøgelsen, der ligger til grund for nærværende rapport, har 188 tilfældigt udvalgte respondenter bosiddende i Herning og Lyngby-Taarbæk kommuner udtrykt deres tilfredshed som fører af en personbil på 68 vejstrækninger, heraf 36 motorveje, 16 landeveje og 16 veje i byer. Der er anvendt en pålidelig, valideret metode, hvor respondenter ser et videoklip på 30-140 sekunder af vejstrækningen, og efterfølgende tilkendegiver sin tilfredshed ved afkrydsning i én af seks svarkategorier. Der er i alt anvendt 80 videoklip, idet 12 af de 36 motorveje er filmet ved to vidt forskellige trafikale situationer.

Analysen af data for respondenternes tilfredshed samt veje, trafik og omgivelser viser, at den oplevede tilfredshed på motorveje kan sættes på formel. Faktisk kan man med få oplysninger om gennemsnitshastighed, hastighedsbegrænsning og bredde af nødspor få et godt overslag på, hvor tilfredse bilister er, når de færdes på motorveje. Yderligere oplysninger om antallet af fra- og tilkørsler, forgreninger og sammenløb pr. km samt antal lange køretøjer (> 12,5 m) pr. spor pr. time vil dog kunne give et lidt mere præcise overslag på tilfredsheden på motorveje. En mulighed er også at beregne tilfredsheden ved at erstatte variabelen gennemsnitshastighed med to andre variable; personbilenheder pr. spor pr. time og trafiksammenbrud (ja/nej). Dog giver brug af disse to variable et ringe overslag på tilfredsheden, når hastigheden er lavere end 75 km/t.

I bilag 4 findes formler til beregning af bilisters tilfredshed. Formlerne er gyldige for motorveje 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 havarerede eller forulykkede køretøjer og uden hasarderede manøvrer fx spøgelsesbilister og biler i ekstrem høj fart.

Undersøgelsen har vist, at gennemsnitshastigheden har en særdeles stor betydning for bilisters tilfredshed både på motorveje, landeveje og veje i byer. Gennemsnitshastigheden kan være vidt forskellig på en vejstrækning i løbet af en dag. Det er derfor vigtigt, at vejstrækninger i praksis sammenlignes for sammenlignelige tidsrum. Her anbefales at foretage beregninger time for time på strækninger, hvor gennemsnitshastigheden kun varierer lidt, og kvarter for kvarter på strækninger,

hvor der er stor variation i gennemsnitshastigheden. Desuden anbefales at foretage beregninger på den 30. og 100. største time.

I modeller for motorveje fungerer variabelen om hastighedsbegrænsning som en slags proxy-variabel for free-flow-hastigheden. Konkret medfører denne variabel, at bilister er mere tilfredse med at køre 105 km/t på motorveje med en hastighedsbegrænsning på 110 km/t frem for at køre 105 km/t, hvor hastighedsbegrænsningen er 130 km/t. Variabelen om hastighedsbegrænsning er pålidelig, da der indgår 12 repeater-videoklip fra motorveje, altså er 12 strækninger af motorveje filmet under hhv. free-flow-forhold og tæt trafik. Da undersøgelsen kun indeholder få videoklip fra landeveje og veje i byer, og inden repeater-videoklip fra disse to vejtyper, så frarådes det at benytte de i rapporten viste modeller for landeveje og veje i byer. Det anbefales, at der udføres en ny undersøgelse, hvor flere landeveje og veje i byer tilfredshedsvurderes, og hvor der indgår repeater-videoklip fra både strækninger på landet og i byen.

Analysen har tillige vist, at tilfredshedsniveauet afhænger af respondentens alder, kørselsomfang og besiddelse af kørekort til lastbil. Der er modeller, hvor variable for disse forhold er medtaget og modeller, hvor disse forhold er udeladt. Analysen viste derudover, at respondentens bopæl (Herning eller Lyngby) ikke havde betydning for tilfredshedsniveauet. Bilister bosat i en storby vurderer derved trafikale situationer på samme måde som bilister i en mindre by.

Respondenterne i undersøgelsen blev ikke trætte, eller rettere en eventuel træthed har ikke påvirket deres tilfredshedsvurderinger. Data tyder på, at respondenter har haft vanskeligheder med at foretage især den første tilfredshedsvurdering, men at disse vanskeligheder er forsvundet ved tredje vurdering. De to første tilfredshedsvurderinger blev udført på test-videoklip, og disse har ikke indgået i modellering af tilfredsheden. Det konkluderes derfor, at den udtrykte tilfredshed med undersøgelsens vejstrækninger er et udtryk alene baseret på respondenternes 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. (2006): *Fodgængeres og cyklisters oplevede serviceniveau på vejstrækninger – Teknisk rapport*. Trafitec, Lyngby, Danmark.

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

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

Jensen, S. U. (2011): *Fodgængeres og cyklisters oplevede serviceniveau i kryds – Teknisk rapport*. Trafitec, Lyngby, Danmark.

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

TRB (2010): *Highway Capacity Manual*. 5. udgave, Transportation Research Board, Washington, D. C., USA.

Vejdirektoratet (2015): *Håndbog Kapacitet og Serviceniveau*. Vejregler, Vejdirektoratet, København, Danmark.

Bilag 1. Vejstrækninger

I det følgende er vist en række oplysninger om de 80 videoklip fra vejstrækninger, der har indgået i undersøgelsen.

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

- Nr. = Nummer for videoklip – denne nummerering er også anvendt i bilag 2.
- Vejnr. = Vejnummer – det administrative vejnummer.
- Kmt fra = Kilometrering hvorfra videoklip starter – alternativt et husnummer.
- Kmt til = Kilometrering hvor videoklip ender – alternativt et husnummer.
- Hast.begr. = Hastighedsbegrænsning ved start af videoklip.
- Gns.hast. = Gennemsnitshastighed for trafik i kørte retning.
- Varighed (s) = Varighed af videoklip i sekunder.
- Tilfredshedsniveau = Gennemsnitligt (nominelt) tilfredshedsniveau.
- Nødspor = Bredde af nødspor i meter.
- Tilkørsel = Antal tilkørsler og sammenløb pr. km.
- Frakørsel = Antal frakørsler og forgreninger pr. km.
- Lastbil = Antal lastbiler pr. spor pr. time.
- Flow = Antal personbilenheder pr. spor pr. time.

Nr.	Vejbestyrer	Vejnavn	Vejnr.	Kmt fra	Kmt til	Hast. begr.	Gns. hast.	Varighed (s)	Tilfredshedsniveau
B1	Rudersdal	Birkerød Kongevej	200545	20/041	20/636	60	58,8	36,4	1,69
B3	Københavns	Brønshøj Kirkevej	1010940	Nr 49	Nr 25	50 ¹	27,1	37,4	3,58
B5	Københavns	Sundkrogsgade	1017124	Nr 9A	Nr 23A	50	44,7	36	1,94
B9	Lyngby-Tårnbæk	Lundtoftevej	1730527	0/295	0/782	50	48,7	36	3,36
B10	Ballerup	Mileparken	1510697	0/098	0/542	50	44,4	36	3,28
B12	Københavns	Artillerivej	1010232	0/311	0/675	40	36,4	36	2,75
B15	Frederiksberg	Kronprinsesse Sofies Vej	1470484	0/104	0/405	50 ²	30,1	36	3,60
B17	Gentofte	Bernstorffsvej	1570054	3/453	3/702	60	22,5	40	4,32
B20	Gentofte	Jægersborg Alle	1570423	1/618	2/030	50	46,4	32	2,60
B21	Københavns	Søndervangs Alle	1017300	Nr 36	Nr 56B	50 ¹	14,5	47	4,77
B22	Københavns	Bäckersvej	1010296	Nr 150B	Nr 112C	50	38,8	40	2,33
B25	Albertslund	Naverland	1650333	0/528	0/116	50	46,4	32	3,28
B29	Københavns	Amager Strandvej	1010120	1/463	1/052	50	41,1	36	3,25
B32	Frederiksberg	Vodroffsvej	1470838	0/557	0/840	40	28,3	36	4,50
B35	Københavns	Langebrogade m.fl.	1014138	Nr 44	Nr 4	50	51,5	30	2,33
B36	Københavns	Vasbygade	1018008	0/540	0/926	60	48,0	30	1,84

Tabel 1.1. Strækninger hvorfra de 16 videoklip fra veje i byer er optaget. ¹ Anbefalet hastighed er 30 km/t. ² Anbefalet hastighed er 40 km/t.

Nr.	Vejbestyrer	Vejnavn	Vejnr.	Kmt fra	Kmt til	Hast. begr.	Gns. hast.	Varighed (s)	Tilfredshedsniveau
L1	Egedal	Christianhøjsvej	2351661	1/187	0/579	80	68,3	32	3,33
L2	Vejdirektoratet	Gedser Landevej	506	12/292	13/124	90	85,6	35	1,49
L5	Helsingør	Hornbækvej	200532	11/364	12/139	80	77,5	36	1,95
L6	Vejdirektoratet	Østre Ringvej	102	59/434	60/110	80	76,1	32	1,75
L10	Allerød/Egedal	Nymøllevej/Kalkværksvej	2015985	0/650 ¹	0/133 ²	80	47,6	48	3,85
L12	Gribskov	Tisvildevej	200537	14/113	14/710	80 ³	53,7	40	3,14
L14	Vejdirektoratet	Frederikssundsvej	522	45/859	46/697	80	75,4	40	1,82
L18	Vejdirektoratet	Frederiksborgvej	136	6/742	7/751	80	79,0	46	1,50
L20	Hørsholm	Sjælsmarkvej	200528	1/561	0/893	80	68,7	35	2,51
L21	Rudersdal	Ravsnæsvej	200526	4/963	5/583	60	57,2	39	2,33
L24	Køge	Ringstedvej	250515	6/987	7/481	70 ⁴	50,8	35	2,73
L27	Vejdirektoratet	Hovedvejen	102	46/152	47/147	80	62,8	56	2,55
L29	Allerød/Hørsholm	Sandholmgårdsvej/Sjælsmarkvej	200528	3/605	2/878	80	74,7	35	2,43
L30	Rudersdal	Birkerød Kongevej	200545	17/990	18/481	70	55,2	32	2,44
L31	Rudersdal	Hørsholm Kongevej	?	Nr 45	Nr 62	80	64,0	40	2,67
L36	Vejdirektoratet	Rute21	11	73/158	72/181	90	87,9	40	1,95

Tabel 1.2. Strækninger hvorfra 16 videoklip fra landeveje er optaget. ¹ Kmt på Nymøllevej. ² Kmt på Kalkværksvej. ³ Hastighedsbegrænsning falder til 60 km/t efter 36 sekunder. ⁴ Hastighedsbegrænsning stiger til 80 km/t efter 26 sekunder.

Nr.	Vejnr	Kmt fra	Kmt til	Hast. begr.	Gns. hast.	Nødspor	Tilkørsel	Frakørsel	Lastbil	Flow	Varighed (s)	Tilfredshedsniveau
M1	11	24/772	23/169	110	105,6	3,7	0,62	0,62	40	452	54	1,53
M1R	11	24/746	23/197	110	102,8	3,7	0,65	0,65	0	1.768	54	1,81
M2	14	32/465	31/224	110	102,8	3,0	1,61	1,61	20	750	42	1,69
M3	11	54/361	55/460	110 ¹	99,0	3,5	0,00	0,91	30	375	40	1,52
M3R	11	54/369	55/460	110 ²	90,1	3,5	0,00	0,92	150	1.377	44	1,85
M4	11	19/285	17/957	110	105,4	3,5	1,51	0,75	20	782	45	1,85
M5	12	9/806	10/739	90 ³	96,5	3,5	1,07	0,00	20	682	36	1,85
M6	9670003	68/567	67/615	110	105,2	3,0	1,05	0,00	0	624	32	1,76
M7	9670025 og 20	109/212	106/659	110	103,5	0,3	0,97	0,00	30	555	40	2,11
M8	30	46/882	47/991	130	120,6	3,5	0,00	0,00	60	678	32	1,63
M8R	30	46/880	47/913	130	114,7	3,5	0,00	0,00	60	1.710	32	1,81
M9	13	17/401	18/400	110	105,8	3,5	0,00	0,00	0	618	34	1,78
M10	10	18/966	20/170	110	97,7	3,5	0,00	0,83	12	966	46	1,53
M10R	10	19/061	20/119	110	85,4	3,5	0,00	0,95	72	1.639	46	1,88
M11	10	21/059	19/521	110	105,1	3,5	0,65	0,65	30	1.188	53	1,77
M12	20	58/748	56/161	130	122,7	3,0	0,77	0,39	30	1.437	75	1,58
M13	13	7/420	8/941	110	84,8	0,5	0,66	1,31	0	948	67	2,48
M14	30	133/400	132/369	110	106,0	0,5	0,00	0,00	0	204	35	1,60
M15	11	45/977	47/781	110	102,7	3,5	1,11	0,55	60	1.584	66	1,67
M16	14 og 3	35/088	36/790	90	87,9	2,8	1,76	1,18	30	843	70	2,56
M16R	14 og 3	35/076	36/748	90	66,5	2,8	1,79	1,20	75	1.190	90	3,11
M17	200545	11/229	10/400	90	89,9	1,5	0,00	0,00	0	660	35	2,57
M18	20	47/722	49/451	130	122,2	3,0	0,58	0,58	90	1.137	50	1,64
M18R	20	47/700	49/433	130	120,5	3,0	0,58	0,58	120	690	50	1,61
M19	20	99/520	100/597	110	107,7	0,6	0,00	0,00	0	1.068	36	1,99
M19R	20	99/594	100/492	110	89,8	0,6	0,00	0,00	120	1.866	36	3,07
M20	40	148/622	146/730	130	124,4	3,0	0,53	0,53	120	1.170	57	1,31
M21	14	18/893	17/905	110	101,1	3,0	1,01	0,00	0	918	36	1,63
M21R	14	19/554	17/905	110	104,7	3,0	0,61	0,61	30	1.209	57	1,69
M22	4	3/583	2/520	110	106,8	3,0	0,00	0,94	20	1.338	36	1,48
M23	30	54/374	55/430	130	99,6	3,5	0,00	0,95	90	1.875	40	2,00
M24	4	7/831	5/890	110	102,9	3,0	1,03	0,52	30	729	69	2,05
M25	14	23/614	21/851	110	98,7	0,5	1,13	0,57	0	1.602	68	3,68
M26	10	19/518	18/471	110	103,7	3,0	0,00	0,96	84	988	36	1,69
M27	10	22/240	21/641	110	52,7	3,5	1,67	0,00	45	2.060	40	3,01
M28	3	46/704	48/158	110	103,5	3,5	1,38	0,00	60	1.767	50	2,10
M28R	3	46/967	48/280	110	106,0	3,5	1,52	0,00	45	1.064	44	1,52
M29	10	18/306	17/257	110	101,5	3,0	0,00	0,00	100	978	36	1,89
M30	20	62/687	61/291	130	99,8	3,0	0,00	0,72	150	1.719	52	1,79
M30R	20	62/553	61/237	130	120,6	3,0	0,00	0,76	0	468	40	1,42
M31	3	41/844	42/561	80 ⁴	33,3	4,0	2,79	0,00	80	2.180	120	4,42
M32	3	39/418	40/290	110	81,1	4,0	0,00	0,00	20	2.138	40	1,94
M33	14	35/693	33/528	90 ⁵	89,5	3,0	1,39	0,46	30	1.647	87	2,92
M34	10	23/815	21/626	110	57,3	3,5	0,91	0,00	45	2.060	140	3,28
M34R	10	23/815	21/603	110	103,4	3,5	0,90	0,00	75	1.313	80	2,26
M35	3	48/576	47/724	110	101,0	3,5	0,00	0,00	45	1.571	30	1,74
M36	40	194/313	193/573	130	51,8	3,5	1,35	0,00	180	2.274	50	3,79
M36R	40	194/300	193/233	130	103,3	3,5	0,94	0,00	60	1.110	36	2,41

Tabel 1.3. Strækninger hvorfra de 48 videoklip fra motorveje er optaget. ¹Fra 110 km/t til 90 km/t efter 36 sekunder. ²Fra 110 km/t til 90 km/t efter 40 sekunder. ³Fra 90 km/t til 110 km/t efter 24 sekunder. ⁴Fra 80 km/t til 110 km/t efter 56 sekunder. ⁵Fra 90 km/t til 110 km/t efter 55 sekunder.

Bilag 2. Videoklip i fremvisninger

Videoklip	Videofremvisning			
	1	2	3	4
Test A	L14	B17	B17	L14
Test B	M32	M30R	M30R	M32
Session	A	C	B omvendt	D omvendt
1	B22	M20	M16R	B20
2	M19	M23	B12	M3
3	L31	B15	M32	L21
4	M2	M22	M21	M10
5	M15	L18	M7	M16
6	B10	M19R	M10R	L5
7	M11	M31	L24	M1
8	M33	M5	M1R	M36
9	L27	L29	L30	M21R
10	M9	M27	B21	M26
11	L10	M13	M29	L36
12	M8	B36	M18R	B17
13	L6	M8R	L14	M4
14	M24	M14	B32	M30R
15	B9	L20	M25	B29
16	M12	L2	M36R	L12
17	B35	M28R	M30	M17
18	M34R	B25	L1	M3R
19	M28	B3	B5	B1
20	M6	M34	M35	M18
Session	B	D	C omvendt	A omvendt
1	M35	M18	M34	M6
2	B5	B1	B3	M28
3	L1	M3R	B25	M34R
4	M30	M17	M28R	B35
5	M36R	L12	L2	M12
6	M25	B29	L20	B9
7	B32	M30R	M14	M24
8	L14	M4	M8R	L6
9	M18R	B17	B36	M8
10	M29	L36	M13	L10
11	B21	M26	M27	M9
12	L30	M21R	L29	L27
13	M1R	M36	M5	M33
14	L24	M1	M31	M11
15	M10R	L5	M19R	B10
16	M7	M16	L18	M15
17	M21	M10	M22	M2
18	M32	L21	B15	L31
19	B12	M3	M23	M19
20	M16R	B20	M20	B22

Tabel 2.1. Videofremvisninger. Note: M = motorvej, L = landevej, B = vej i by, R = repeater-klip. Det vil sige, at "M 21 R" er motorvej nr. 21 repeater-klip.

Bilag 3. Spørgeskema

På de efterfølgende 3 sider er vist det spørgeskema, som blev anvendt ved video-fremvisninger i Lyngby og Herning.

Serviceniveau for bilister

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 på den viste vej?**

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

Vej nr. 1-20 som bilist**Hvor tilfreds var du som bilist på den viste vej?**

	Meget tilfreds 😊	Noget tilfreds	Lidt tilfreds	Lidt utilfreds	Noget utilfreds	Meget utilfreds 😞
Vej nr. 1						
Vej nr. 2						
Vej nr. 3						
Vej nr. 4						
Vej nr. 5						
Vej nr. 6						
Vej nr. 7						
Vej nr. 8						
Vej nr. 9						
Vej nr. 10						
Vej nr. 11						
Vej nr. 12						
Vej nr. 13						
Vej nr. 14						
Vej nr. 15						
Vej nr. 16						
Vej nr. 17						
Vej nr. 18						
Vej nr. 19						
Vej nr. 20						

Side 3

Vej nr. 21-40 som bilist

Hvor tilfreds var du som bilist på den viste vej?

	Meget tilfreds ☺	Noget tilfreds	Lidt tilfreds	Lidt utilfreds	Noget utilfreds	Meget utilfreds ☹
Vej nr. 21						
Vej nr. 22						
Vej nr. 23						
Vej nr. 24						
Vej nr. 25						
Vej nr. 26						
Vej nr. 27						
Vej nr. 28						
Vej nr. 29						
Vej nr. 30						
Vej nr. 31						
Vej nr. 32						
Vej nr. 33						
Vej nr. 34						
Vej nr. 35						
Vej nr. 36						
Vej nr. 37						
Vej nr. 38						
Vej nr. 39						
Vej nr. 40						

Bilag 4. Brugbare logit modeller

I det følgende er vist de seks brugbare nyttefunktioner, der indgår i logit modellerne, hvorudfra fordelingen af svar på de seks svarkategorier om tilfredshed på motorveje kan beregnes. De tre første nyttefunktioner indeholder en variabel for gennemsnitshastighed.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald χ^2	Signifikansniveau	
a	Meget tilfreds	-5,3651	0,3024	314,8195	<0,0001
	Noget tilfreds	-3,8228	0,2969	165,7339	<0,0001
	Lidt tilfreds	-2,8732	0,2955	94,5473	<0,0001
	Lidt utilfreds	-1,8615	0,2969	39,3156	<0,0001
	Noget utilfreds	-0,5575	0,3081	3,2739	0,0704
GnsHast	0,0488	0,00184	704,3012	<0,0001	
Nødspor	0,3058	0,0280	119,5016	<0,0001	
Hast	-0,00675	0,00295	5,2411	0,0221	
AIC		11.813			
Gennemsnitligt residual		0,25			

Tabel 4.1. Model Hast Logit 1 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. GnsHast er gennemsnitshastighed for trafik i kørte retning, Nødspor er bredde af nødspor i meter, Hast er hastighedsbegrænsning i km/t og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald χ^2	Signifikansniveau	
a	Meget tilfreds	-4,2926	0,3403	159,0745	<0,0001
	Noget tilfreds	-2,7356	0,3365	66,0901	<0,0001
	Lidt tilfreds	-1,7670	0,3361	27,6363	<0,0001
	Lidt utilfreds	-0,7287	0,3384	4,6366	0,0313
	Noget utilfreds	0,6080	0,3490	3,0337	0,0816
GnsHast	0,0433	0,00195	493,9816	<0,0001	
Nødspor	0,3366	0,0283	141,0409	<0,0001	
Hast	-0,0109	0,00304	12,7558	0,0004	
Tilkørsel	-0,3988	0,0488	66,6695	<0,0001	
Frakørsel	0,2200	0,0624	12,4327	0,0004	
AIC		11.740			
Gennemsnitligt residual		0,24			

Tabel 4.2. Model Hast Logit 2 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. GnsHast er gennemsnitshastighed for trafik i kørte retning, Nødspor er bredde af nødspor i meter, Hast er hastighedsbegrænsning i km/t, Tilkørsel er antal tilkørsler og sammenløb pr. km, Frakørsel er antal frakørsler og forgreninger pr. km og a er konstantled.

Variabel		Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald χ^2	Signifikansniveau
a	Meget tilfreds	-6,0587	0,4972	148,4821	<0,0001
	Noget tilfreds	-4,4451	0,4933	81,2071	<0,0001
	Lidt tilfreds	-3,4536	0,4922	49,2407	<0,0001
	Lidt utilfreds	-2,4012	0,4928	23,7379	<0,0001
	Noget utilfreds	-1,0588	0,4993	4,4964	0,0340
GnsHast		0,0380	0,00228	277,6094	<0,0001
Nødspor		0,4015	0,0302	176,5858	<0,0001
Hast		-0,0103	0,00371	7,6997	0,0055
Tilkørsel		-0,4973	0,0522	90,7274	<0,0001
Frakørsel		0,1920	0,0668	8,2572	0,0041
Lastbil		-0,00340	0,000807	17,7208	<0,0001
Sollys	Forfra	-0,2258	0,0621	13,2099	0,0003
	Højre	-0,1614	0,0639	6,3710	0,0116
	Venstre	-0,0744	0,0614	1,4674	0,2258
	Bagfra	0,6067	0,0763	63,1940	<0,0001
log(Alder)		1,3158	0,1935	46,2530	<0,0001
Storkort	Ja	0,3221	0,0715	20,3110	<0,0001
Kørsel	1-999 km	-0,2768	0,1068	6,7110	0,0096
	1000-4999 km	0,1438	0,0705	4,1533	0,0416
	5000-9999 km	0,0978	0,0648	2,2799	0,1311
	10000-20000 km	-0,1058	0,0516	4,2056	0,0403
AIC			11,568		
Gennemsnitligt residual			0,20		

Tabel 4.3. Model Hast Logit 3 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. GnsHast er gennemsnitshastighed for trafik i kørte retning, Nødspor er bredde af nødspor i meter, Hast er hastighedsbegrænsning i km/t, Tilkørsel er antal tilkørsler og sammenløb pr. km, Frakørsel er antal frakørsler og forgreninger pr. km, Alder er respondentens alder, Storkort er Ja hvis respondenter har kørekort til lastbil, Kørsel er respondentens årlige kørselsomfang og a er konstantled.

Variabel		Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald χ^2	Signifikansniveau
a	Meget tilfreds	-3,9962	0,2979	179,9993	<0,0001
	Noget tilfreds	-2,4542	0,2941	69,6319	<0,0001
	Lidt tilfreds	-1,5041	0,2933	26,3004	<0,0001
	Lidt utilfreds	-0,5019	0,2950	2,8949	0,0889
	Noget utilfreds	0,7851	0,3065	6,5624	0,0104
Flow		-0,00083	0,000063	175,2555	<0,0001
Kø	Ja	-0,8153	0,0533	234,1888	<0,0001
Nødspor		0,3778	0,0288	171,8041	<0,0001
Hast		0,0248	0,00271	83,6515	<0,0001
AIC			11.833		
Gennemsnitligt residual			0,53		

Tabel 4.4. Model Flow Logit 1 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. Flow er personbilenheder pr. spor pr. timer i kørte retning, Kø er Ja når gennemsnitshastighed i kørte retning er under 75 km/t, Nødspor er bredde af nødspor i meter, Hast er hastighedsbegrænsning i km/t og a er konstantled.

Variabel		Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald χ^2	Signifikansniveau
a	Meget tilfreds	-3,0244	0,3364	80,8321	<0,0001
	Noget tilfreds	-1,4701	0,3339	19,3805	<0,0001
	Lidt tilfreds	-0,5093	0,3338	2,3284	0,1270
	Lidt utilfreds	0,5057	0,3358	2,2676	0,1321
	Noget utilfreds	1,8090	0,3465	27,2497	<0,0001
Flow		-0,00085	0,000064	177,1926	<0,0001
Kø	Ja	-0,6156	0,0596	106,7761	<0,0001
Nødspor		0,4010	0,0292	188,4869	<0,0001
Hast		0,0188	0,00286	43,4739	<0,0001
Tilkørsel		-0,3863	0,0523	54,5146	<0,0001
Frakørsel		0,1572	0,0632	6,1938	0,0128
AIC			11.778		
Gennemsnitligt residual			0,38		

Tabel 4.5. Model Flow Logit 2 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. Flow er personbilenheder pr. spor pr. timer i kørte retning, Kø er Ja når gennemsnitshastighed i kørte retning er under 75 km/t, Nødspor er bredde af nødspor i meter, Hast er hastighedsbegrænsning i km/t, Tilkørsel er antal tilkørsler og sammenløb pr. km, Frakørsel er antal frakørsler og forgreninger pr. km og a er konstantled.

Variabel		Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald χ^2	Signifikansniveau
a	Meget tilfreds	-5,5517	0,4964	125,0825	<0,0001
	Noget tilfreds	-3,9434	0,4928	64,0286	<0,0001
	Lidt tilfreds	-2,9612	0,4918	36,2584	<0,0001
	Lidt utilfreds	-1,9313	0,4924	15,3818	<0,0001
	Noget utilfreds	-0,6189	0,4991	1,5377	0,2150
Flow		-0,00076	0,000070	115,0138	<0,0001
Kø	Ja	-0,5550	0,0664	69,9415	<0,0001
Nødspor		0,4534	0,0308	216,5724	<0,0001
Hast		0,0198	0,00335	34,7228	<0,0001
Tilkørsel		-0,4364	0,0571	58,4194	<0,0001
Frakørsel		0,1448	0,0677	4,5782	0,0324
Lastbil		-0,00375	0,000810	21,4034	<0,0001
Sollys	Forfra	-0,0240	0,0658	0,1334	0,7149
	Højre	-0,1221	0,0663	3,3852	0,0658
	Venstre	-0,0354	0,0623	0,3224	0,5702
	Bagfra	0,4716	0,0791	35,5662	<0,0001
log(Alder)		1,4165	0,1940	53,3355	<0,0001
Storkort	Ja	0,2998	0,0715	17,5688	<0,0001
Kørsel	1-999 km	-0,2404	0,1069	5,0591	0,0245
	1000-4999 km	0,1456	0,0706	4,2520	0,0392
	5000-9999 km	0,0721	0,0647	1,2403	0,2654
	10000-20000 km	-0,1155	0,0517	4,9851	0,0256
AIC			11.612		
Gennemsnitligt residual			0,34		

Tabel 4.6. Model Flow Logit 3 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. Flow er personbilenheder pr. spor pr. timer i kørte retning, Kø er Ja når gennemsnitshastighed i kørte retning er under 75 km/t, Nødspor er bredde af nødspor i meter, Hast er hastighedsbegrænsning i km/t, Tilkørsel er antal tilkørsler og sammenløb pr. km, Frakørsel er antal frakørsler og forgreninger pr. km, Alder er respondentens alder, Storkort er Ja hvis respondenter har kørekort til lastbil, Kørsel er respondentens årlige kørselsomfang og a er konstantled.

Bilag 5. Traditionelle lineære modeller

I det følgende er vist seks traditionelle lineære modeller, hvorudfra det gennemsnitlige tilfredshedsniveau på motorveje kan beregnes. Det anbefales at benytte logit modellerne i bilag 4 og frarådes at benytte de traditionelle lineære modeller i nærværende bilag. De tre første modeller indeholder en variabel for gennemsnitshastighed.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald χ^2	Signifikansniveau
a	13,5704	0,9267	214,44	<0,0001
log(GnsHast)	-5,7037	0,4938	133,42	<0,0001
Nødspor	-0,2082	0,0491	17,97	<0,0001
Hast	0,0037	0,0048	0,60	0,4385
AIC	39,2			
Gennemsnitligt residual	0,25			

Tabel 5.1. Model Hast Gns 1 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. GnsHast er gennemsnitshastighed for trafik i kørte retning, Nødspor er bredde af nødspor i meter, Hast er hastighedsbegrænsning i km/t og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald χ^2	Signifikansniveau
a	11,8828	1,0256	134,25	<0,0001
log(GnsHast)	-4,9984	0,5096	96,20	<0,0001
Nødspor	-0,2219	0,0455	23,77	<0,0001
Hast	0,0057	0,0045	1,62	0,2036
Tilkørsel	0,2234	0,0784	8,11	0,0044
Frakørsel	-0,1138	0,0989	1,32	0,2500
AIC	34,8			
Gennemsnitligt residual	0,22			

Tabel 5.2. Model Hast Gns 2 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. GnsHast er gennemsnitshastighed for trafik i kørte retning, Nødspor er bredde af nødspor i meter, Hast er hastighedsbegrænsning i km/t, Tilkørsel er antal tilkørsler og sammenløb pr. km, Frakørsel er antal frakørsler og forgreninger pr. km og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald χ^2	Signifikansniveau	
a	10,5268	1,0048	109,75	<0,0001	
log(GnsHast)	-4,2813	0,5329	64,55	<0,0001	
Nødspor	-0,2529	0,0421	36,09	<0,0001	
Hast	0,0051	0,0048	1,12	0,2898	
Tilkørsel	0,2931	0,0730	16,11	<0,0001	
Frakørsel	-0,1015	0,0902	1,27	0,2604	
Lastbil	0,0022	0,0011	4,27	0,0388	
Sollys	Forfra	0,0490	0,1181	0,17	0,6783
	Højre	-0,0201	0,1160	0,03	0,8624
	Venstre	-0,0747	0,1161	0,41	0,5198
	Bagfra	-0,4412	0,1368	10,40	0,0013
AIC		31,8			
Gennemsnitligt residual		0,19			

Tabel 5.3. Model Hast Gns 3 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. GnsHast er gennemsnitshastighed for trafik i kørte retning, Nødspor er bredde af nødspor i meter, Hast er hastighedsbegrænsning i km/t, Tilkørsel er antal tilkørsler og sammenløb pr. km, Frakørsel er antal frakørsler og forgreninger pr. km og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald χ^2	Signifikansniveau	
a	3,6008	0,5198	47,99	<0,0001	
Flow	0,0005	0,0001	20,44	<0,0001	
Kø	Ja	1,2420	0,1913	42,13	<0,0001
Nødspor	-0,2348	0,0522	20,20	<0,0001	
Hast	-0,0139	0,0047	8,72	0,0032	
AIC		45,7			
Gennemsnitligt residual		0,27			

Tabel 5.4. Model Flow Gns 1 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. Flow er personbilenheder pr. spor pr. timer i kørte retning, Kø er Ja når gennemsnitshastighed i kørte retning er under 75 km/t, Nødspor er bredde af nødspor i meter, Hast er hastighedsbegrænsning i km/t og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald χ^2	Signifikansniveau	
a	3,0930	0,5225	35,04	<0,0001	
Flow	0,0005	0,0001	24,19	<0,0001	
Kø	Ja	0,9656	0,1970	24,02	<0,0001
Nødspor	-0,2496	0,0483	26,67	<0,0001	
Hast	-0,0098	0,0046	4,65	0,0310	
Tilkørsel	0,2500	0,0847	8,72	0,0032	
Frakørsel	-0,1021	0,1038	0,97	0,3254	
AIC		41,1			
Gennemsnitligt residual		0,26			

Tabel 5.5. Model Flow Gns 2 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. Flow er personbilenheder pr. spor pr. timer i kørte retning, Kø er Ja når gennemsnitshastighed i kørte retning er under 75 km/t, Nødspor er bredde af nødspor i meter, Hast er hastighedsbegrænsning i km/t, Tilkørsel er antal tilkørsler og sammenløb pr. km, Frakørsel er antal frakørsler og forgreninger pr. km og a er konstantled.

Variabel	Parameterestimat	Standardafvigelse	Wald χ^2	Signifikansniveau	
a	3,3209	0,5499	36,47	<0,0001	
Flow	0,0004	0,0001	16,14	<0,0001	
Kø	Ja	0,8652	0,1974	19,22	<0,0001
Nødspor	-0,2764	0,0463	35,61	<0,0001	
Hast	-0,0103	0,0048	4,55	0,0329	
Tilkørsel	0,2817	0,0836	11,36	0,0008	
Frakørsel	-0,0881	0,0988	0,79	0,3729	
Lastbil	0,0023	0,0012	3,55	0,0597	
Sollys	Forfra	-0,1419	0,1343	1,12	0,2907
	Højre	-0,0721	0,1296	0,31	0,5780
	Venstre	-0,1540	0,1251	1,51	0,2184
	Bagfra	-0,4251	0,1508	7,95	0,0048
AIC		42,1			
Gennemsnitligt residual		0,23			

Tabel 5.6. Model Flow Gns 3 med angivelse af estimater baseret på Maximum Likelihood. Flow er personbilenheder pr. spor pr. timer i kørte retning, Kø er Ja når gennemsnitshastighed i kørte retning er under 75 km/t, Nødspor er bredde af nødspor i meter, Hast er hastighedsbegrænsning i km/t, Tilkørsel er antal tilkørsler og sammenløb pr. km, Frakørsel er antal frakørsler og forgreninger pr. km og a er konstantled.