

Denne artikel er publiceret i det elektroniske tidsskrift
Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet
(Proceedings from the Annual Transport Conference
at Aalborg University)
ISSN 1603-9696
www.trafikdage.dk/artikelarkiv



Bilisters oplevede serviceniveau på strækninger af by- og landeveje

Søren Underlien Jensen, suj@trafitec.dk
Trafitec

Abstrakt

Trafitec har for Vejdirektoratet udviklet metoder til systematiske opgørelser af bilisters oplevede serviceniveau på strækninger af by- og landeveje. Resultater af sådanne opgørelser beskriver, hvor tilfreds bilister er på en vej eller et vejnet.

Til at beskrive hvordan trafikafvikling, vejdesign og andre forhold påvirker bilisters tilfredshed, har 268 tilfældigt udvalgte respondenter set 144 videoklip af vejstrækninger optaget fra en kørende personbil. Videoklippene er udført i HD-format med kameradækning ud af forrude, ved sidespejle/sideruder og ud af bagrude samt et GPS-baseret speedometer.

Respondenter har vurderet videoklip på en tilfredshedsskala med 6 trin gående fra meget tilfreds til meget utilfreds. I alt er der indsamlet 2.757 tilfredshedsvurderinger af 48 videoklip fra 36 veje i byer og 2.757 tilfredshedsvurderinger af 48 videoklip fra 36 landeveje. Hvert videoklip og vejstrækning er beskrevet med ca. 450-500 variable, der angiver trafikafvikling, vejudformning, omgivelser, vej, osv.

Der er opstillet to typer modeller, der beskriver sammenhænge mellem bilisters tilfredshed og forholdene på by- og landeveje. Både kumulative logit modeller og generaliserede lineære modeller indeholder kun statistisk signifikante variable, der påvirker bilisters tilfredshed på logisk facon. Det er hovedsageligt den gennemsnitlige rejsehastighed og hastighedsbegrænsningen, der påvirker bilisters tilfredshed på by- og landeveje. Derudover påvirkes tilfredsheden i mindre grad af antallet af fodgængere og parkerede biler, vejens længdeprofil, bredden af kørebane, midterrabat og fortov samt typen af cykelfacilitet og kantlinje. Den kumulative logit model returnerer den procentuelle fordeling af bilister på de 6 tilfredsheds kategorier og dette oversættes efterfølgende til oplevet serviceniveau.

Baggrund og formål

Baggrunden for at kalde artiklen for "Bilisters oplevede serviceniveau ..." er, at den behandler oplevet nytte med en given transport service. I modsætning til almindelig nytteteori, så tages udgangspunktet, at der kan være forskel på oplevet nytte og beslutningsnytne (Kahneman et al., 1997). Beslutningsnytne er den nytte

(eller tilfredshed) som opnås i relation til valg af transportform, rute, osv. Disse valg er forbundet med usikkerhed og beslutningsnytte må oftest betragtes som "forventet nytte". Oplevet nytte er den tilfredshed trafikanten opnår, når alle valgene er foretaget, altså tilfredshed med fx at køre bil på en given vej på et givet tidspunkt under givne forhold.

Empirisk forskning har vist, at oplevet nytte ofte divergerer fra nytte af beslutninger, men der er også sammenfald mellem disse to typer nytte (Kahneman, 2000; Kahneman og Sugden, 2005). Det betyder, at oplevet serviceniveau og valg af transportform, rute, osv. hænger sammen men kun til en vis udstrækning. Kahneman og Sugden (2005) angiver, at den bedste måde at måle oplevet nytte formentligt er at opgøre øjeblik-baseret eller momentant tilfredshed ved brug af "experience sampling methodology". Skulle man bruge den metode til at opgøre trafikanters oplevede nytte, så kunne fx en bilist køre med et elektronisk apparat som bipper på tilfældige tidspunkter og spørger "hvor tilfreds er du?" og bilisten umiddelbart skal svare herpå eventuelt på nogle "smiley-knapper". Sådant et studie afføder to problemer. Svartsituationen vil være en distraktion og et problem rent trafikikkerhedsmæssigt. Studiet vil blive dyrt, da trafikforhold, vejudformning, osv. skal opgøres for hver enkelt tilfredshedsmåling.

I nærværende undersøgelse af bilisters oplevede serviceniveau benyttes måske den næstbedste metode. En metode anvendt i mange tidligere studier af oplevet serviceniveau. Metoden går basalt ud på, at et videoklip optaget fra en kørende bil vises for et antal respondenter, som spørges om "Hvor tilfreds var du som bilist på den viste vej?" Dette spørgsmål kan respondenterne så besvare på en 6-punkts Likert skala. Ifølge Kahneman og Sugden (2005) kan der være et problem med en sådan metode, særligt relateret til "the focusing illusion". I denne måske næstbedste metode kræves det af respondenterne, at vedkommende fokuserer på videoklipet, og derved kan den relative betydning af de viste forhold på videoklipet blive overdrevet. Det er derfor muligt, at brug af denne metode giver større variation i oplevet nytte/tilfredshed end hvad bilister reelt oplever i trafikken.

Gennem årene er der udført mange studier af bilisters oplevede serviceniveau. Dette har givet anledning til justeringer af metoden til fastlæggelse af serviceniveau i fx Highway Capacity Manual (TRB, 2016). Men metoden til fastlæggelse af bilisters serviceniveau er fortsat ikke fuldt ud baseret på oplevet serviceniveau, da der fortsat ikke forelægges en bredt accepteret metode.

Tidligere studier viser, at trafikmængden, antallet af lastbiler, rejsehastighed, hastighedsspredning, tæthed af køretøjer, vognbaneskift, antal kørespor, bredde af nødspor, fra- og tilkørsler, belægningskvalitet og vejarbejde har betydning for bilisters oplevede serviceniveau på motorveje (Chen et al., 2003; Choocharukul et al., 2004; Hohmann og Geistefeldt, 2016; Hostovsky et al., 2004; Jensen, 2017; Nakamura et al., 2000; Papadimitiou et al., 2010; Washburn, 2005; Washburn og Kirschner, 2006). Andre studier viser, at rejsehastighed, antal stop pr. km, antal og bredde af kørespor, gadeparkering, gang- og cykelfaciliteter, midterrabat, belægningskvalitet og forekomst af træer og venstresvingsbaner har betydning for bilisters oplevede serviceniveau på veje i byer (Colman, 1994; Flannery et al., 2005a; Flannery et al., 2005b; Pécheux et al., 2004; Shafizadeh et al., 2002). På landeveje tyder studier på, at rejsehastighed, hastighedsspredning, antal lastbiler, antal kørespor, overhalingsmuligheder, afstand til forankørende og sigtlængder at have betydning for bilisters oplevede serviceniveau (Kita og Kouchi, 2011; Morall og Werner, 1990; Sakai et al., 2011). Rejsehastighed er altid af stor betydning for bilisters oplevede serviceniveau uanset vejtype.

Formålet med nærværende undersøgelse er at udvikle en beregningsmetode – en eller flere modeller – der systematisk kan beskrive bilisters oplevede serviceniveau på strækninger af by- og landeveje. I en tidligere undersøgelse er modeller til systematisk opgørelse af bilisters oplevede serviceniveau på motorveje blevet udviklet. I andre danske undersøgelser er modeller for fodgængeres og cyklisters oplevede serviceniveau i kryds og på strækninger blevet udviklet på tilsvarende vis, og derved kan serviceniveauet opgøres på tværs af transportformer. I modellerne kvantificeres, hvordan forskellige forhold påvirker trafikanters tilfredshed.

Tidligere forskning har vist, at den mest pålidelige metode til at opbygge modeller for oplevet serviceniveau er ved en videobaseret metodik, hvor videoklip vises i et lokale på en stor skærm og med passende lyd for respondenter, der så udfører tilfredsvurderinger, se fx Flannery et al. (2005b), Foster (2014), Jensen (2008), Jensen (2014) og Seager (2004). Det skal ses i lyset af, at den nævnte "experience sampling methodology" ikke – så vidt vides – har været anvendt i større undersøgelser af trafikanters oplevede tilfredshed. Andre anvendte metoder har været fx 1) stopinterviews, 2) respondenter kører på en valgt rute med flere strækninger der vurderes, og 3) videobaseret web-surveys. Stopinterviews er ikke særlig gode, da tidsrummet mellem kørsel på strækning og tilfredshedsvurderingen er for stort, så man får ikke en stærk relation mellem forholdene på vejstrækningen og den udtrykte tilfredshed. Problemer med kørsel på en udvalgt rute er, at man ikke kan "kontrollere/udvælge" trafikafviklingen, der skal vurderes, og at de vurderede strækninger er utilstrækkeligt forskellige, hvorfor det er svært at opstille pålidelige modeller. I web-surveys har man ikke kontrol over videofremvisningen, så billed, lyd og respondentens tilstand er uvis, og det afføder mere utilfredse respondenter og større spredning i vurderinger. En videobaseret metodik har dog det problem, at belægningskvalitetens relation til tilfredshed bliver for svag og unøjagtig.

Anvendte metoder, analyser og fremgangsmåde

Undersøgelsen er et stated perception (tilfredshed) studie, hvor hver vejstrækning vurderes på en fastlagt 6-punkts tilfredshedsskala. Metoden er, at respondenter ser adskillige vejstrækninger optaget på video fra en kørende personbil. Efter hvert videoklip vurderer respondenter deres tilfredshed med at køre bil på vejstrækningen under de viste forhold på videoen.

To basale forhold har været studeret forud for undersøgelsen; varighed og design af videoklip. Fra tidligere studier vides, at respondenter ønsker at vurdere et videoklip efter ca. 30-40 sekunder, men starter at miste interessen i videoklipet efter ca. 2-3 minutter (Jensen, 2013; Washburn, 2005). I forstudiet (Jensen, 2014) blev varighed og indhold af videoklip testet ved brug af et panel af respondenter. I en test skulle panelet vurdere deres tilfredshed så hurtigt som muligt, men føle sig sikker på at deres vurdering var "retvisende". I gennemsnit skulle respondenter se 12-15 sekunder videoklip for at kunne vurdere deres tilfredshed, dog varierede varigheden fra 3 til 35 sekunder. Omkring 22 % af disse hurtige vurderinger ville være blevet anderledes, hvis respondenter havde set videoklipet til ende. Konklusionen på test af varighed var, at under simple køreforhold bør videoklipet mindst være på 20 sekunder, mens det under komplekse køreforhold mindst bør være på 30 sekunder.

En anden test blev udført for at afsløre, om "The Peak-End Rule" (Kahneman, 2000) gør sig gældende. Den regel siger, at en tilfredshedsvurdering ikke vil være et simpelt gennemsnit af respondentens tilfredshed undervejs i hele videoklipet, men i højere grad vil være styret af klimaks i videoklipet og situationen til sidst i videoklipet. For at teste dette blev 80-90 sekunder lange videoklip med store variationer undervejs og forskellig afslutning vist for panelet dels i deres helhed dels i bidder på 20-30 sekunder. Gennemsnit af tilfredshedsvurderinger var de samme for hele videoklip og for samling af bidder. Selvom tilfredsheden varierede undervejs i et videoklip, så var der ikke dele af videoklipet, som betød mere for vurderingen af hele videoklipet. "The Peak-End Rule" gjorde sig ikke gældende i disse videoklip, måske fordi vejdesign og trafikforhold ikke ændrer sig hurtigt nok til, at den regel kan materialisere sig i løbet af 80-90 sekunder. Det blev derfor konkluderet, at tilfredshedsvurderinger af videoklip op til mindst 90 sekunder vil repræsentere et gennemsnit af de stimuli – de viste vejdesign, trafikforhold, omgivelser mv. – som respondenter ser og hører. Med andre ord bør forhold på videoklipet vægtes lige højt – variable for klimaks og slutning af videoklip vil ikke være bedre at anvende i modeller for oplevet tilfredshed.

Ud fra tidligere studier og test i forstudiet blev det vurderet, at videoklip bør være 30-90 sekunder lange, men undtagelsesvis kan de være 90-150 sekunder lange. Hvis videoklip er længere end 150 sekunder er der en tendens til kedsomhed/træthed blandt respondenter, hvilket giver mere utilfredse vurderinger.

En række test havde til formål at indrette videoklip (Jensen, 2014). Her blev forekomst, placering og udformning af videooptagelse ud af bilens forrude, bagrude, sideruder inklusiv sidespejle samt et speedometer testet via panelet af respondenter. Med i testene indgik også forskellige lydoptagelser og måder at separere de forskellige videooptagelser. I figur 1 er vist den foretrukne indretning af videoklip. Denne indretning giver respondenterne mulighed for meget hurtigt at opfatte forholdene på køreturen, og mulighed for at vurdere sin tilfredshed. Billedet i figur 1 lider dog af, at video ud af bagrude, vist i øverste højre hjørne, ikke er spejlvendt, hvilket testene ellers viste, at de burde være. Denne spejlvending er desværre ved fejl ikke udført i undersøgelserne. Testene viste samtidig, at respondenter foretrækker, at lydoptagelser udføres i stereo med mikrofoner placeret tæt på bilførerens ører.



Figur 1. Den foretrukne og benyttede indretning af videoklip.

Valg af vejstrækninger

Ud fra tidligere erfaringer med opbygning af kvantitative modeller for oplevet serviceniveau blev det valgt, at de videobaserede undersøgelser af bilisters oplevede serviceniveau på strækninger skulle indeholde 36 motorvejsstrækninger, 36 landevejsstrækninger og 36 strækninger af veje i byer. For en tredjedel af disse strækninger – tilfældigt udvalgt – skulle der være ikke kun et videoklip men to videoklip. På det andet videoklip skulle der være meget anderledes trafikforhold end på det første videoklip af samme strækning. Disse "andet videoklip" indgår i undersøgelserne, da de muliggør en bedre kvantificering af trafikforholdets betydning for tilfredsheden, og muliggør en bedre indsigt i tilfredsheden i en free-flow situation, altså hvor personbilen, hvorfra video er optaget, kører frit og uafhængigt af andre trafikanter. I undersøgelserne indgår 144 videoklip, heraf 48 fra landeveje og 48 fra veje i byer.

Med få vejstrækninger er det vigtigt, at vej- og trafikforhold varierer så tilpas meget, at flest forholds betydning for tilfredsheden kan kvantificeres på pålidelig facon. Det gøres ved at anvende ortogonale eksperimentelle sæt af vejstrækninger med valgte trafikforhold. Da det nogenlunde på forhånd vides, hvilke forhold, der er af betydning for tilfredsheden, er nogle af disse forhold blevet ortogonaliseret, se eksempel for veje i byer i tabel 1. Af tabel 1 ses, at rejsehastigheden (gennemsnitlig hastighed i løbet af videoklipet) og hastighedsgrænse ikke er ortogonaliserede forhold, og vejstrækninger/videoklip er altså ikke udvalgt efter rejsehastighed og hastighedsgrænse, selvom de formodes at være vigtige forhold for tilfredsheden. Baggrunden herfor er tosidig. Dels er rejsehastigheden ofte et "slutprodukt" af forholdene på vejen, og nogle af disse forhold ortogonaliseres. Rejsehastigheden vil være lav, hvis belastningsgraden er

meget høj eller der er mange kryds/ind-/udkørsler eller fartdæmpende tiltag. Dels kan rejsehastigheden være svær at forudsige, hvorfor det i praksis (ved udførelse af videooptagelser) er svært at operere med den som variabel i ortogonalisering. Ved lokalisering af vejstrækninger og fastlæggelse af tidsrum for optagelse af video er der dog skelet meget til at få en stor variation i både rejsehastighed og hastighedsgrænse på tværs af videoklippene.

Table 1. De 36 vejstrækninger i byer ortogonales ud fra de angivne variable og tilhørende kategorier. I højre kolonne ses antallet af vejstrækninger inden for hver kategori.

Variabel	Kategorier	Antal vejstrækninger
Trafik belastningsgrad	0-25 %	9
	25-50 %	9
	50-75 %	9
	75-100 %	9
Samlet bredde af kørebane(r)	Under 7,1 meter	12
	7,1-10,0 meter	12
	Over 10,0 meter	12
Sideveje, ind-/udkørsler pr. km	0-10	12
	11-25	12
	26 eller flere	12
Elementer i siden af vejen	Fortov	15
	Fortov, cykelsti/-bane	12
	Fortov, cykelsti og bufferareal	9
Midterrabat, fartdæmpende tiltag	Nej	20
	Med midterrabat	8
	Med fartdæmpende tiltag	8

Alle vejstrækninger er lokaliseret i Danmark og er nærmere beskrevet af Jensen (2018). En vejstrækning skulle – ud over de ortogonalesede forhold – opfylde en række andre ting. På strækningen må der ikke være en vige linje, en stoplinje, et fodgængerfelt eller højre vigepligt. Strækningen skal samtidig have en god belægnings- og afmærkningskvalitet. Der må ikke være vejarbejde eller afspærringsmateriel. På videoklipet er det samtidig vigtigt, at der køres på en bestemt måde. I start af videoklip må bilen ikke være i færd med at accelerere væk fra fx et kryds, og et videoklip skal afsluttes før en eventuel nedsbremning hen til fx et kryds. Derfor afsluttes et videoklip mindst ca. 100 m før en vige-/stoplinje i åbent land og mindst ca. 40 m før en vige-/stoplinje i byområder. Derudover skal videoklipet have været i mindst 10 sekunder før en større ændring i vejens tværprofil kan forekomme – og videoklipet skal være mindst 5 sekunder efter en sådan større ændring. Forklaringen på disse 5 og 10 sekunders regler er, at respondenter kun forstår vejens skiftende udformning, hvis de har tilstrækkelig tid til at opfatte dem.

Videoproduktion

Videooptagelser blev udført i to omgange dels november 2014 til september 2015 dels oktober 2017 til marts 2018. Optagelser blev udført i dagslys uden nedbør og uden synlig sne. Optagelser blev udført fra en kørende personbil med synkroniserede GoPro kameraer og VBOX system med tilhørende højfrekvent GPS speedometer. Hvis muligt kørte bilen 0-5 km/t under hastighedsgrænsen, midt i kørespor i højre side og med en tidsafstand på 2 sekunder eller mere til køretøj i samme kørespor foran bilen. Blink signal blev altid anvendt ved vognbaneskift. Der var ikke tændt radio, musik, snak eller fifle med ting inde i bilen, hvorfra der blev optaget video. Alle optagelser med aggressiv eller usædvanlig adfærd blev fravalgt fx næsten ulykker, ekstremt høje hastigheder, dytten, gøende hunde, biler under udrykning, forulykkede køretøjer, høje maskinlyde, osv. Hver vejstrækning blev filmet 3-12 gange. Udvalgte videoklip blev redigeret sammen til i alt 8 film med en varighed på hver knap 1 time ved brug af Adobe Premiere Elements. Videoklip varede 30-140 sekunder, dog kun 30-70 sekunder for by- og landeveje. To videoklip på motorveje varede mere end 90 sekunder. I gennemsnit varede videoklip for by- og landeveje 37,5 sekunder.

Dataindsamling

Vejudformning, omgivelser o. lign. blev målt på stedet og ved brug af luftfotos og vejdbaser. Disse data inkluderer forhold som tværprofil, linjeføring, længdeprofil, belægninger, beplantning, afmærkning, tavler, adskillelse af trafikarter, belysning, autoværn, vejudstyr, ind-/udkørsler, sideveje, fartdæmpende tiltag, busstoppesteder, midterrabatter, svingbaner, synlige bygninger og landskaber indenfor 100 m af vejen.

Et stationært kamera, der var synkroniseret med kameraer i den kørende personbil, blev opstillet ca. midtvejs eller på sidste halvdel af vejstrækningen. Dette kamera optog, så der kunne udarbejdes tællinger af trafik (fodgængere, cyklister, motorkøretøjer i tre længdekategorier) i de enkelte kørespor. Tællinger inkluderer trafik i 10 sekunders intervaller i den videooptagende bils kørte retning i 1 minut med videobilen i midten af dette minut. I den modsatte retning er trafik talt i mindst dobbelt så lang tid.

Videoptagelser fra kameraer i den optagende bil er anvendt til at registrere bl.a. vejr, sollys, hastighed for hvert sekund (GPS speedometer), overhaling og passering i forhold til andre trafikanter, parkerede biler, og vurderet hastighed for andre motorkøretøjer.

Respondenter, videofremvisninger og spørgeskemaer

I alt blev 2.956 personer over 18 år fra Herning, Lyngby-Taarbæk, Kolding og Hillerød inviteret til at deltage som respondent i undersøgelserne. 268 respondenter deltog, dog er svar fra 6 respondenter frasorteret på grund af forkerte/upålidelige svar. Videofremvisninger blev udført i 2016 og 2018 i de fire byer om aftenen på hverdage. Der var mellem 6 og 43 respondenter pr. fremvisning. Video blev vist med professionelt udstyr på store skærme ca. 3,5 x 2,0 meter og med flere sæt af højtalere. Under videofremvisning blev der afholdt en 10 minutters pause, hvor respondenter blev tilbudt vand, sodavand og chokolade. Efter videofremvisning fik respondenter en smartbox.

Ved en videofremvisning fik respondenter et spørgeskema, hvorpå alle svar skulle gives. I starten af fremvisningen blev der stillet 6 baggrundsspørgsmål (køn, alder, boligtype, kørekort, år med kørekort og årlig kørsel). Efter en introduktion skulle respondenter udføre tilfredshedsvurdering af to lærings-videoklip, hvorefter der kunne stilles spørgsmål i relation til vurdering af videoklip. Lærings-videoklip blev udført for at undgå begynderproblemer. Vurderinger af lærings-videoklip indgår ikke som observationer til opstilling af modeller for oplevet tilfredshed. Derefter skulle der vurderes 20 videoklip, så en pause, og så yderligere vurderes 20 videoklip. Videoklip blev vist i tilfældig rækkefølge, og denne tilfældige rækkefølge blev vendt i en anden fremvisning så man kunne undgå indflydelse af træthed blandt respondenter. Efter hvert videoklip havde respondenter 10 sekunder til at foretage deres tilfredshedsvurdering. En oversigt af de anvendte tilfredshedsvurderinger er vist i tabel 2.

Tabel 2. Nominal og ordinal tilfredshedsskala samt svarfordeling af tilfredshedsvurderinger for 2016 og 2018 undersøgelser.

Nominal skala	Ordinal skala	Antal tilfredshedsvurderinger – svarfordeling			
		På motorveje	På landeveje	På veje i byer	I alt
1	Meget tilfreds	2.041 (41 %)	858 (31 %)	459 (17 %)	3.358 (32 %)
2	Noget tilfreds	1.550 (31 %)	916 (33 %)	797 (29 %)	3.263 (31 %)
3	Lidt tilfreds	643 (13 %)	473 (17 %)	568 (21 %)	1.684 (16 %)
4	Lidt utilfreds	384 (8 %)	284 (10 %)	430 (16 %)	1.098 (11 %)
5	Noget utilfreds	219 (4 %)	174 (6 %)	344 (12 %)	737 (7 %)
6	Meget utilfreds	105 (2 %)	52 (2 %)	159 (6 %)	316 (3 %)
Total		4.942 (100 %)	2.757 (100 %)	2.757 (100 %)	10.456 (100 %)
Gennemsnit (nominal)		2,09	2,33	2,96	2,38
Mest tilfredsstillende vejstrækning		1,31	1,37	1,47	1,31
Mest utilfredsstillende vejstrækning		4,42	4,17	4,77	4,77

Af tabel 2 ses, at respondenterne har været mest tilfreds som bilist på de viste motorvejsstrækninger og mest utilfreds på de viste vejstrækninger i byer. Der er samlet udført 10.456 tilfredshedsvurderinger, der er anvendt i modelleringer af bilisters oplevede serviceniveau, heraf 2.757 på landeveje og 2.757 på veje i byer. Der er i gennemsnit udført 57 vurderinger af et videoklip fra en by- eller landevej. Det er et hensigtsmæssigt niveau, da gennemsnittet (nominal) af tilfredshedsvurderinger for et videoklip ser ud til at stabilisere sig med ca. 50 vurderinger.

Modeludvikling

Modeller for bilisters oplevede serviceniveau er udviklet ved brug af statistikprogrammet SAS version 9.4. PROC GENMOD er anvendt til at opstille generaliserede lineære modeller (GLM). Ved en GLM benyttes den gennemsnitlige vurdering på den nominale skala til modellering. PROC LOGISTIC er anvendt til at opstille kumulative logit modeller (CLM). Ved en CLM benyttes tilfredshedsvurderingerne på den ordinale skala.

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

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

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

...

$$Andel_{Meget\ utilfreds} = 1 - Andel_{Meget\ tilfreds} - Andel_{Noget\ tilfreds} - Andel_{Lidt\ tilfreds} - Andel_{Lidt\ utilfreds} - Andel_{Noget\ utilfreds}$$

Ud fra en matematisk synsvinkel er det mest korrekt at anvende logit modellen frem for den lineære model, da det er uvist om den matematiske ("euklide") afstand mellem hver svarkategori er den samme.

At udpege og kvantificere de væsentligste variable, der påvirker bilisters tilfredshed, var det primære mål for modeludviklingen. Der blev anvendt CLM trinvis regressionsanalyse til at identificere alle signifikante variable ($p \leq 0,05$). Desuden blev forskellige funktionsudtryk forsøgt anvendt for hver enkelt signifikante variabel, og der blev søgt efter synergieffekter. Hver signifikante variabel blev testet for om den var spuriøs og logisk. Optimeringsteknik var Fisher's scoring. For at medtage en ekstra variabel i en model bør der være en rimeligt fald i Akaike Information Criterion (AIC). Signifikante variable, der ikke gav et sådant fald, eller var ulogiske eller havde en vidt forskellig estimeret sammenhæng til tilfredshed afhængig af hvilke andre variable som modellen indeholdt – blev frasorteret. Efter udvikling af CLM modeller, blev de samme variable benyttet til opstilling af GLM modeller, dog indgik ikke variable for baggrundsspørgsmål (køn, alder, osv. for respondenter).

Der blev udviklet 3 sæt CLM modeller. Et sæt bestod af 3 modeller for landeveje med et tiltagende antal variable. Et andet sæt bestod af 4 modeller for veje i byer, og det sidste sæt af 5 modeller for by- og landeveje. Der blev desuden opstillet 2 GLM modeller for landeveje, 3 GLM modeller for veje i byer og 4 GLM modeller for by- og landeveje. I næste afsnit om resultater er kun vist de to modeller, som primært anbefales at anvende til beregning af bilisters oplevede serviceniveau på by- og landeveje.

Resultater

Analysen af respondenternes svar sammenholdt med vejes udformning, trafik, omgivelser, mv. og arbejdet med modeludvikling viser, at bilisters oplevede tilfredshed på strækninger af by- og landeveje kan sættes på formel. Den variabel, som er klart stærkest relateret til bilisters oplevede tilfredshed, er gennemsnitlig rejsehastighed på strækningen for motorkøretøjer i den kørte retning (den retning personbilen, hvorfra videoklip er optaget, er kørt i). Denne variabel forklarer mere af variationen i den oplevede tilfredshed end alle andre signifikante variable tilsammen. Hastigheden for motorkøretøjer i den modsatte køreretning har derimod ingen relation til den oplevede tilfredshed. Det anbefales at benytte en simpel model for både by- og landeveje, hvor kun gennemsnitsrejsehastigheden og hastighedsgrænsen indgår, til beregning af bilisters oplevede tilfredshed, såfremt man ikke har yderligere oplysninger om vejstrækningen, se figur 2.

Model ByLand Trafik Logit 1 (AIC=16.587, gns. residual=0,33):

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{bmatrix} \text{meget tilfreds} = -12,7338 \\ \text{noget tilfreds} = -11,1528 \\ \text{lidt tilfreds} = -10,1485 \\ \text{lidt utilfreds} = -9,1439 \\ \text{noget utilfreds} = -7,6095 \end{bmatrix} + 6,7127 \cdot \log(\text{GnsHast}) - 0,1154 \cdot \text{Hund} + 6,2198 \cdot \text{Pct}$$

Model ByLand Trafik Vej Logit 4 (AIC=16.276, gns. residual=0,27):

$$\text{logit}(p) = a \cdot \begin{bmatrix} \text{meget tilfreds} = -13,2800 \\ \text{noget tilfreds} = -11,6369 \\ \text{lidt tilfreds} = -10,5759 \\ \text{lidt utilfreds} = -9,5268 \\ \text{noget utilfreds} = -7,9821 \end{bmatrix} + 6,7625 \cdot \log(\text{GnsHast}) - 0,1100 \cdot \text{Hund} + 6,8123 \cdot \text{Pct}$$

$$-0,0493 \cdot \sqrt{\text{Fodgkm}} - 0,00327 \cdot \text{Parkbil} - 0,0782 \cdot \sqrt{\text{Bakker}} + 0,6997 \cdot \log(\text{NærKøreb}) + 0,1671 \cdot \text{Fortov}$$

$$+ \text{Midt} \cdot \begin{bmatrix} \text{ja} = 0,1967 \\ \text{nej} = 0,0000 \end{bmatrix} - 0,0568 \cdot \text{Bredmidt} + \text{Kantlinje} \cdot \begin{bmatrix} \text{ingen} = 0,0000 \\ \text{smal} = 0,2959 \\ \text{bred} = 0,4488 \\ \text{stiplet} = -0,7832 \end{bmatrix} + \text{Cykfac} \cdot \begin{bmatrix} \text{ingen} = 0,0000 \\ \text{bane} = -0,2007 \\ \text{sti} = 0,2766 \\ \text{stibuf} = 0,1096 \end{bmatrix}$$

- hvor $\text{logit}(p)$ = Nyttelfunktion for kumulativ logit model,
a = Konstantled,
GnsHast = Gennemsnitsrejsehastighed for motoriseret trafik i kørte retning (km/t),
Hund = Hastighedsbegrænsning minus GnsHast (km/t),
Pct = $1 - (\text{GnsHast} \text{ divideret med hastighedsbegrænsning})$,
Fodgkm = Antal fodgængere på vejareal pr. km vej,
Parkbil = Antal parkerede biler på vejareal pr. km vej,
Bakker = Løbende summeret ændring i kote (meter) pr. km (bakkethed),
NærKøreb = Bredde af kørebane på den nære side inklusiv kørespor, indre og ydre kantbaner, nødspor og cykelbaner (meter),
Fortov = Bredde af fortov (meter) på den nære vejside,
Midt = Forekomst af midterrabat,
Bredmidt = Bredde af midterrabat (meter),
Kantlinje = Smal = 10-15 cm, bred = 20-30 cm og stiplet = 30 cm stiplet,
Cykfac = Type af cykelfacilitet på den nære vejside.

Figur 2. Kumulative logit modeller, der anbefales til beregning af svarfordeling på seks svarkategorier for bilister på by- og landeveje. Baseret på 96 videoklip fra strækninger af landeveje og veje i byer. AIC er Akaike Information Criterion – jo lavere, desto bedre model. Gennemsnitligt residual for tilfredshedsniveauet.

På by- og landeveje er det hovedsageligt trafikens gennemsnitshastighed i den kørte retning, der påvirker bilisters tilfredshed. Jo lavere hastigheden er, desto mere utilfredse er bilister. Analyser viser, at det er ligegyldigt, om den lave hastighed skyldes fx tæt trafik, skarpe kurver eller bump. Bilisten er lige så utilfreds ved at køre 25 km/t i tæt trafik som at køre 25 km/t på en vej med bump.

Bilister forventer at kunne køre hurtigere på en landevej end på en vej i byen, og bilister forventer at kunne køre hurtigere, jo højere hastighedsgrænsen er. Analyser viser meget tydeligt, at tilfredsheden afhænger af hastighedsgrænsen. Bilisten skal faktisk køre hurtigere på en vej med høj hastighedsgrænse for at opnå samme tilfredshed end på en vej med lavere hastighedsgrænse.

En større andel af bilisterne bliver "meget utilfredse" ved lave hastigheder på landeveje end ved lave hastigheder på motorveje og veje i byer. Det skyldes måske, at lave hastigheder er et meget usædvanligt fænomen på de fleste landeveje, mens det forekommer langt oftere på motorveje og veje i byer. Dårlig trafikafvikling på landeveje bør måske derfor have større politisk fokus.

Om andre forhold af betydning kan man sige følgende:

- Jo flere fodgængere, desto mere utilfredse bilister.
- Jo bredere fortov, desto mere utilfredse bilister.
- Jo flere parkerede biler (gadeparkering), desto mere utilfredse bilister.
- Jo stejle og mere kuperet vej (bakker), desto mere utilfredse bilister.
- Jo bredere kørebane, desto mere utilfredse bilister.
- En smal midterrabat giver mere utilfredse bilister.
- En smal fuldt optrukken kantlinje gør bilister mere utilfredse, mens en bred fuldt optrukken kantlinje gør bilister endnu mere utilfredse. En bred, stiptet kantlinje (2-1 veje) gør dog bilister betydeligt mere utilfredse.
- Bilister er mere utilfredse, når vejen har en cykelfacilitet.

En del variable om respondenter er også statistisk signifikante, men indgår ikke i de anbefalede modeller, da de øger det gennemsnitlige residual, altså forringer modellens prædiktive evner. Men det kan siges, at kvinder er mere utilfredse end mænd. Ældre er mere utilfredse end yngre respondenter. De, der bor i rækkehus, er mere utilfredse end de, der bor i lejlighed. Respondenter, der kører 1.000-9.999 km om året som fører, er mere utilfredse end dem, der ikke kører bil som fører.

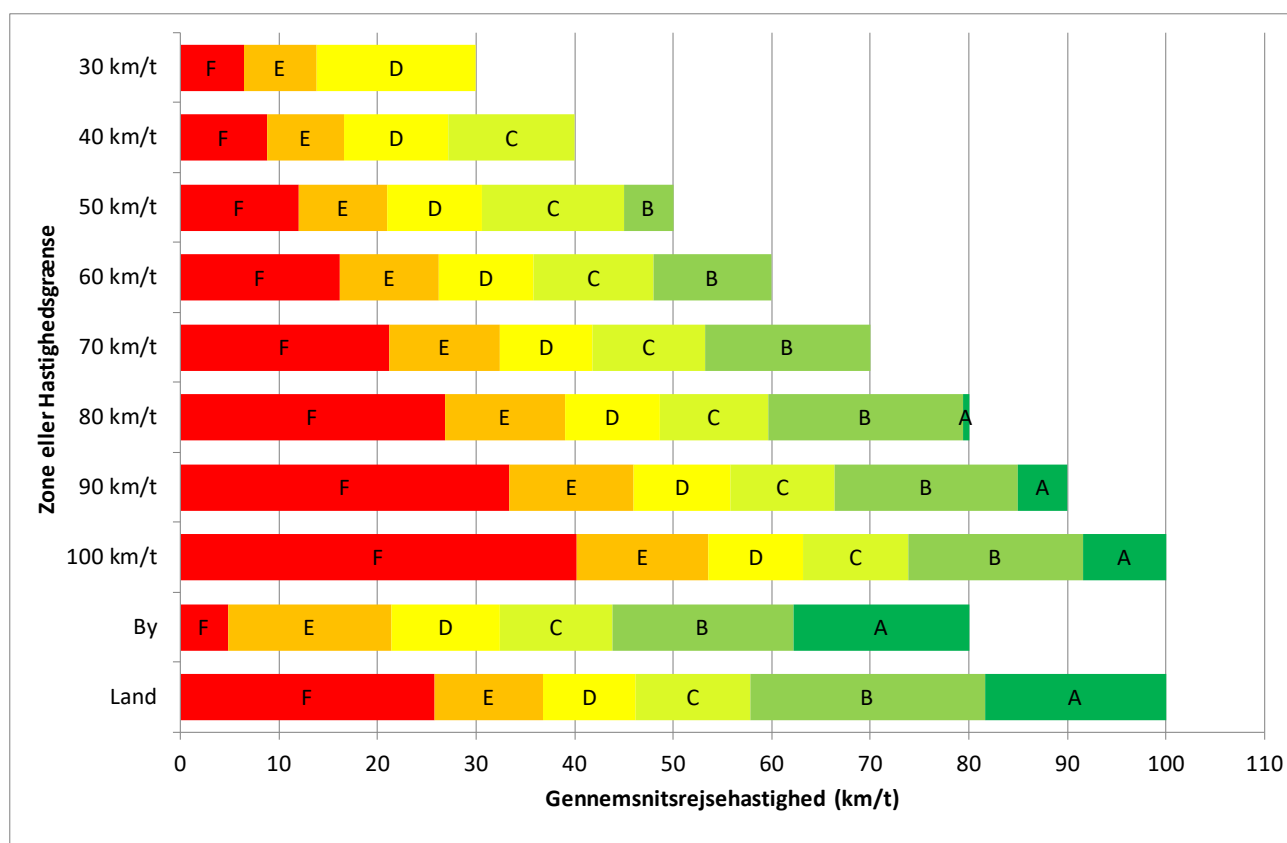
Oplevet serviceniveau – begreb og resultater

Der er opstillet et begreb med seks serviceniveauer fra A til F. For det bedste serviceniveau A gælder, at mindst 50 procent af bilisterne er meget tilfredse. Det er altså flertallet, der fastsætter serviceniveauerne fra A til F, se tabel 3.

Tabel 3. Definition af bilisters oplevede serviceniveau A – F på by- og landeveje.

Definition på serviceniveau for bilister på by- og landeveje			Gennemsnitligt tilfredshedsniveau
Tegn	Beskrivelse	Respondenters vurdering	
A	Meget tilfreds	Mindst 50 % er meget tilfredse	< 1,77
B	Noget tilfreds	Mindst 50 % er noget tilfredse eller meget tilfredse	≥ 1,77 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 < 4,27
E	Noget utilfreds	Mindst 50 % er noget utilfredse eller mere tilfredse	≥ 4,27 og < 5,22
F	Meget utilfreds	Mindst 50 % er meget utilfredse	≥ 5,22

Med dette serviceniveaubegreb er det nemmere at anskueliggøre betydningen af de enkelte variable for bilisters oplevede tilfredshed. I figur 3 er vist, hvordan serviceniveau påvirkes af gennemsnitsrejsehastighed samt hastighedsgrænse eller by- og landzone.



Figur 3. Serviceniveau afhængig af gennemsnitsrejsehastighed på veje med forskellige hastighedsgrænser samt på hhv. veje i byer og landeveje. Resultater baseret på model ByLand 1 vist i figur 2 samt fra modeller kun med gennemsnitsrejsehastighed som uafhængig variabel for hhv. veje i byer og landeveje.

Figur 3 illustrerer godt, hvordan bilister oplever kvaliteten af vejtrafikken. I byer er det meget sjældent, at bilister er meget tilfredse (serviceniveau A), fordi trafikken skal køre ret hurtigt før det sker. Til gengæld er de fleste bilister utilfredse, når gennemsnitsrejsehastigheden er under 30 km/t. Det betyder, at bilister på stilleveje og i lege- og opholdsområder oftest er utilfredse. På landet skal hastigheden ikke særligt langt ned, før bilister bliver meget utilfredse. Det er værd at tænke på, hvis et kryds eller en rundkørsel skaber lange køer på bagvedliggende landevejsstrækninger. Uden for myldretider vil der på landeveje med udstrakt tracé typisk være noget eller meget tilfredse bilister. Serviceniveauet forbedres med 1 trin, når gennemsnitsrejsehastigheden stiger 10-20 km/t. De andre variable, såsom antal fodgængere og parkerede biler, kørebanebredde, kantlinjer, osv., kan samlet set i praksis ændre serviceniveauet med op til to trin, altså fx fra B til D.

IT-værktøj og anvendelsesområder

Grundet de omfattende beregninger, der skal udføres for at opgøre bilisters oplevede serviceniveau, er der udviklet et IT-værktøj i Excel. Heri indgår de to modeller fra figur 2 og fire andre modeller. Man skal som minimum indtaste gennemsnitsrejsehastighed og hastighedsgrænse eller by/landzone for at få udført en beregning af tilfredshed og serviceniveau. Derefter kan man evt. indtaste andre data om vejene for at få mere præcise beregninger. Brug af IT-værktøjet er nemt, og man får hurtigt beregnet bilisters oplevede serviceniveau for en enkelt vejstrækning eller et helt vejnet.

Resultater om bilisters oplevede serviceniveau kan anvendes til fx 1) målsætninger for vejnettet om oplevet serviceniveau kan indgå i servicedeclarationer, der angiver hvilken service bilister kan forvente at få af vejbestyrelsen. 2) Modeller og værktøjer kan anvendes til at udpege strækninger, der har et dårligt oplevet serviceniveau. 3) Oplevet serviceniveau kan indgå som rammebetingelse i planlægningen af nye veje og ved større ombygninger af eksisterende veje. 4) Oplevet serviceniveau kan være et redskab i kommunikationen til trafikanter fx via trafikradio, internet, app's, navigationssystemer, osv.

Konklusion

Det er nu muligt systematisk at opgøre bilisters oplevede tilfredshed og serviceniveau på by- og landeveje. Resultaterne angiver tydeligt, at rejsehastigheden er af stor betydning for bilister. Resultaterne giver også anledning til nye spørgsmål fx "Er en 2-1 vej en god løsning?" og "Hvor lang skal en fartdæmpet vej være, før bilister fravælger at køre på den?" Samlet set giver resultaterne et nyt grundlag for planlægning og kommunikation, der dog ikke er meget anderledes end det eksisterende. Der er ved at blive foretaget nye undersøgelser, så systematisk opgørelse af bilisters oplevede serviceniveau i kryds også kan udføres. Det muliggør en mere konsistent planlægning for trafikanter på tværs af transportformer og på tværs af vej- og krydstyper. Derved opstår en ny mulighed for optimering af kundetilfredsheden.

Referencer

Chen, C., Skabardonis, A. og P. Varaiya (2003): Travel-time reliability as a measure of service. Transportation Research Record, No. 1855, pp. 74-79.

Choocharukul, K., Sinha, K. C. og F. L. Mannering (2004): Road User Perceptions of Freeway Level of Service: Some New Evidence. Proceedings of 83rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., USA.

Colman, S. (1994): Assessing Arterial Level of Service for Congestion Management Programs: A User Perspective. Proceedings of the 1994 ITE International Conference "Environment - Changing Our Transportation Priorities", Institute of Transportation Engineers, LaJolla, California, USA.

Flannery, A., Roupail, N. og D. Reinke (2005a): Analysis and Modeling of Automobile Users' Perceptions of Quality of Service on Urban Streets. Transportation Research Record, No. 2071, pp. 26-34.

Flannery, A., Wochinger, K. og A. Martin (2005b): Driver Assessment of Service Quality on Urban Streets. Transportation Research Record, No. 1920, pp. 25-31.

Foster, N. M-A (2014): Predicting Bicyclist Comfort in Protected Bike Lanes. Portland State University, Master Thesis, Oregon, USA.

Hohmann, S. og J. Geistefeldt (2016): Traffic Flow Quality from the User's Perspective. Transportation Research Procedia, vol. 16, pp. 721-731.

Hostovsky, C., Wakefield, S. og F. L. Hall (2004): Freeway Users' Perceptions of Quality of Service: A Comparison of Three Groups. Transportation Research Record, No. 1883, pp. 150-157.

Jensen, S. U. (2008): Pedestrian and Bicyclist Level of Service on Roadway Segments. Transportation Research Record, No. 2031, pp. 43-51.

Jensen, S. U. (2013): Pedestrian and Bicycle Level of Service at Intersections, Roundabouts and other Crossings. Proceedings of 92nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., USA.

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

Jensen, S. U. (2017): Car drivers experienced level of service on freeways. Transportation Research Record, No. 2615, pp. 132-139.

- Jensen, S. U. (2018): Bilisters oplevede serviceniveau på strækninger af by- og landeveje. Trafitec, Søborg, Danmark.
- Kahneman, D. (2000): Evaluation by Moments: Past and Future. In: Kahneman, D. and A. Tversky (eds.) Choices, Values and Frames. Cambridge University Press, New York, USA, pp. 693-708.
- Kahneman, D. og R. Sugden (2005): Experienced Utility as a Standard of Policy Evaluation. Environment & Resource Economics, vol. 32, pp. 161-181.
- Kahneman, D., Wakker, P. og R. Sarin (1997): Back to Bentham? Explorations of experienced utility. Quarterly Journal of Economics, vol. 112, pp. 375-405.
- Kita, H. og A. Kouchi (2011): Quantifying perceived quality of traffic service and its aggregation structure. Transportation Research Part C, vol. 19, pp. 296-306.
- Morall, J. F. og A. Werner (1990): Measuring Level of Service of Two-Lane Highways by Overtakings. Transportation Research Record, No. 1287, pp. 62-69.
- Nakamura, H., Suzuki, K. og S. Ryu (2000): Analysis of the Interrelationship among Traffic Flow Conditions, Driving Behavior, and Degree of Driver's Satisfaction on Rural Motorways. Transportation Research Circular E-C018: Proceedings of the Fourth International Symposium on Highway Capacity, pp. 42-52, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., USA.
- Papadimitriou, E., Mylona, V. og J. Golias (2010): Perceived level of service, driver, and traffic characteristics: Piecewise linear model. Journal of Transportation Engineering, vol. 136, pp. 887-894.
- Pécheux, K. K., Flannery, A., Wochinger, K., Rephlo, J. og J. Lappin (2004): Automobile Drivers' Perceptions of Service Quality on Urban Streets. Transportation Research Record, No. 1883, pp. 167-175.
- Sakai, T., Yamada-Kawai, K., Matsumoto, H. og T. Uchida (2001): New Measure of the Level of Service for Basic Expressway Segments Incorporating Customer Satisfaction. Procedia Social and Behavioral Sciences, 2011, vol. 16, pp. 57-68.
- Seager, K. (2004): An Exploratory Data Collection Approach for the Assessment of Level of Service from a Traveler's Perspective. University of Florida, Master Thesis, Florida, USA.
- Shafizadeh, K., Mannering, F. og L. Pierce (2002): A Statistical Analysis of Factors Associated with Driver-Perceived Road Roughness on Urban Highways. Publication WA-RD 538.1, Washington State Transportation Center (TRAC), University of Washington, Seattle, Washington, USA.
- TRB (2016). Highway Capacity Manual, 6th Edition. Transportation Research Board, Washington, D.C., USA.
- Washburn, S. S. (2005): Facility Performance Model Enhancements for Multimodal Systems Planning – Part II. Publication TRC-FDOT-984-2005, Florida Department of Transportation, Florida, USA.
- Washburn, S. S. og D. S. Kirschner (2006): Rural Freeway Level of Service Based Upon Traveler Perception. Transportation Research Record, No. 1988, pp. 31-37.