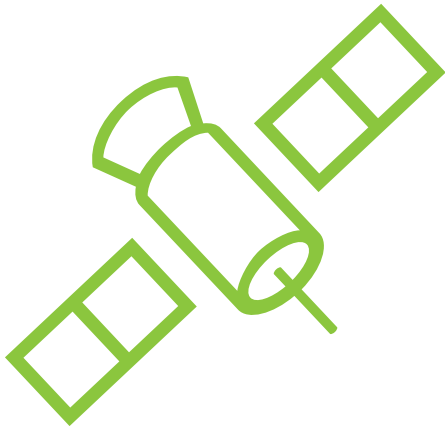




AN OVERVIEW OF PLANTING CAR DATA TO IDENTIFY THE USE OF BUSTERS ROUTES



TITELBLAD

Titel Anvendelse af Floating Car Data til identifikation og analyse af bilisters rutevalg

Projekttype Master speciale

Periode 1. februar – 16. juni 2011

Afleveringsdato 16. juni 2011

Forfatter Stud. Cand. Polyt. Dan Nissen
Aalborg Universitet
Institut for Planlægning
dnisse09@student.aau.dk

Vejleder Adjunkt Niels Agerholm
Trafikforskningsgruppen
Aalborg Universitet
agerholm@plan.aau.dk

Synopsis Formålet med denne undersøgelse er at undersøge om det er muligt at udvikle en metode som, med udgangspunkt i Floating Car Data, (FCD) kan identificer hvorvidt bilisters rutevalg i Storaalborg foretages i overensstemmelse med vejnettets funktionelle klassificering. Undersøgelsen er delt op i tre dele.

Den første del indeholder et teoretisk litteraturstudie omhandlende vejklassificeringens opståen, udvikling og implementering i den danske vejplanlægning.

Den anden del gennemgår udviklingen af de metoder, som undersøgelsen er ombygget omkring. Denne del indeholder ligeledes en gennemgang af det valgte data fra Spar På Farten, samt de teknologier som ligger til grund for Floating Car Data.

Den sidste del indeholder resultaterne af de analyser som er udviklet gennem undersøgelsen. Resultaterne viser at det vanskeliggøres at gennemføre en kvantitativ identifikation af overensstemmelsen mellem bilisters rutevalg og vejklassificeringen, grundet de usikkerheder, der er forbundet med FCD's positionsbestemmelse og turopdeling. Det blev yderligere fundet, at der er gode muligheder for at kortlægge og analysere overensstemmelsen gennem brug af en mere kvalitativ analysemetode.

Oplagstal 3

Sidetal 85

School of Engineering and Science
Civilingeniøruddannelsen I Vej- og Trafikteknik
Fibigerstræde 11
DK - 9220 Aalborg Øst
Tlf. 99 40 84 29

FINAL SUMMARY

Introduction

The importance of effective road planning is greater than ever, since the traffic volume have increased significant over the last years. The need for implementation of an effective road planning that ensures efficient traffic flow and minimizes and concentrate the negative effects in the traffic is therefore high. One of the main road planning tools that the road authorities uses is road classification, where the individual roads and road sections in the road network are nested hierarchy according to their function and significance in the overall road network.

The modern principles of road planning used today can be traced back to the urban-planning paradigm "*functionalism*", which among other Raymond Unwin and Clarence S. Stein was inspired by in the English Garden Cities and Radburn in the U.S. The real breakthrough attributed to Le Corbusier, who in 1933 in connection with a congress released the "*Charte d'Athènes*". This statement contained 95 ideas for how the growing traffic challenges could be reduced. In the Danish context, the modern principles of road planning were first officially implemented in vejregel; "*Bytrafik, projektgruppe 0*" from 1980 and since then only minor adjustments has been done.

Problem statement

An interesting reflection, which still only few inquiries have been about, is the correlation between the road users route choice and the road classification performed by the road authorities.

If the road users do not select the individual trips in accordance to the road classification, then the road planning will lose much of its purpose. This is the basis for this study, which will identify and analyze the extent the road classification is respected in the drivers' route choice. Traffic planners want road users to use the main road when they transport themselves between the individual local areas.

Study's problem statement reads:

"Is it possible to develop a method based on FCD, which can describe the extent to which the motorists follow the mission for the road classification as the road authorities perform?"

It was chosen to use the Floating Car Data as data source for this study. FCD is chosen because it offers some unique opportunities in monitoring the motorists' traffic patterns and route choice over both time and place. Meanwhile, FCD is in a format that makes it well suited for further processing and analysis.



Indledning

Vigtigheden af effektiv vejplanlægning har større fokus end nogensinde, idet trafikmængden og transportarbejder til stadighed stiger. Det bliver derfor vigtigere end nogensinde før, at kunne gennemføre effektiv vejplanlægning, så der sikres en effektiv trafikafvikling og en minimering og koncentration af trafikens negative effekter, på det overordnede vejnet. Et af vejbestyrelsernes vigtigste vejplanlægningsværktøjer er vejklassificering, hvor vejnettets enkelte veje og strækninger kategoriseres efter deres funktion og betydning i det samlede vejnet.

De moderne vejplanlægningsprincipper, som er baggrunden for dem der anvendes i dag, kan tilbageføres til byplanlægningsparadigmet "funktionalisme", som blandt andet Raymond Unwin og Clarence S. Stein lod sig inspirere af i de engelske havnebyer og i Radburn i USA. Det egentlig gennembrud tilskrives Le Corbusier, som i 1933 i forbindelse med en kongres udgav den såkaldte "Athen erklæringen". Denne erklæring indeholde 95 ideer til at hvordan storbyernes stigende trafikale udfordringer kunne reduceres. I dansk kontekst blev de moderne vejplanlægningsprincipper først officielt implementeret i vejregel "Bytrafik, projektgruppe 0" fra 1980, og siden er der sket en mindre udvikling og tilpasning.

Problemformulering

En interessant pointe, der endnu kun er lavet få undersøgelser om, er overensstemmelsen mellem trafikantens rutevalg og den vejklassificering vejbestyrelsen planlægger efter.

Vælger og gennemfører bilisterne ikke de enkelte ture i overensstemmelse med vejklassificeringen, kan vejplanlægningen miste en stor del af sin effekt. Dette er udgangspunkt for nærværende undersøgelse, som skal kortlægge og analysere, i hvor stort omfang vejklassificeringen bliver respekteret/overholdt i bilisternes rutevalg. Trafikplanlæggerne ønsker, at bilisterne anvender det overordnede vejnet, når de transporter sig mellem de enkelte lokalområder. Men sker dette også i praksis?

Undersøgelsens problemformulering lyder:

"Er det muligt at udvikle en metode, baseret på FCD, der kan beskrive i hvor høj grad bilisterne følger intensjonen i den vejklassificering som vejbestyrelserne udfører?"

Det er valgt at anvende Floating Car Data, som datagrundlag for nærværende undersøgelse. FCD er valgt, da den giver nogle unikke muligheder for at følge bilisternes

INDLEDNING

KAPITEL 1	INDLEDNING	1
KAPITEL 2	BAGGRUND	3
	2.1 Formålet med vejklassificering	3
	2.2 Et historiske stigende behov for vejplanlægning.....	5
	2.3 Den moderne funktionelle tilgang til vejplanlægning i byområder	9
	2.4 De gældende vejregler for vejplanlægning og vejklassificering i byområder.....	13
	2.5 Vejplanlægning i byområder siden 2000.....	15
	2.6 Bilisters rutevalg	17
	2.7 Sammenfatning.....	19
KAPITEL 3	PROBLEMFORMULERING	21
	3.1 Afgrænsning.....	23
KAPITEL 4	ANVENDT DATA	26
	4.1 Spar på farten.....	31
KAPITEL 5	METODE	38
	5.1 Valg af datagrundlag – FCD.....	38
	5.2 Alternative dataindsamlingsmetoder.....	40
	5.3 Analysemetode og principper	45
	5.4 Forberedelse af data	47
	5.5 Den kvantitative analysemetode.....	52



CO ₂	Kuldioxid
DR	Dead Reckoning
FCD	Floating Car Data
GIS	Geografiske informations systemer
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPRS	Generel Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
ISA	Intelligent Farttilpasning
MM	Map Matching / Network Matching
OBU	On board Unit
POC	Proof of Concept
SPF	Spar På Farten



I det moderne vældfærdssamfund stilles der til stadighed større krav om personlig frihed, økonomisk vækst og høj mobilitet (Transportministeriet, 2009). Ønsket om en høj mobilitet og bevægelsesfrihed ses tydeligt i statistikker for blandt andet bestanden af motorkøretøjer. Siden 1993 er antallet af personbiler i Danmark steget med 26 % til ca. 2,2 millioner i 2011 eller godt 0,4 personbil per indbygger, mens antallet af øvrige motorkøretøjer er steget med 33 % (Danmarks Statistik, 2011).

Den høje mobilitet og bevægelsesfrihed bidrager til en lang række af positive effekter; blandt andet stor skabes der fleksibilitet mellem bosætning og arbejder, det flytter grænserne for nærmiljøet og det åbner en masse nye muligheder.

Foruden de positive effekter, følger der med denne udvikling også en stigning i de afledte negative effekter. Det stigende antal køretøjer, kombineret med det stadig stigende transportarbejde, er med til at øge trængsel på vejnettet, så rejsetider forøges og der skabes jævnlige forsinkelser. Samtidig stiger mængden af støj og luftforurening proportionelt med antallet af køretøjer, så der også her bliver udledt mere CO₂ samtidig med at mængden af skadelige partikler, støjgener og barriereeffekterne stiger. Ydermere er sandsynligheden for at blive impliceret i et trafikuheld også stigende.

Kravet om en høj mobilitet, kombineret med ønsket om minimering af eksternaliteterne, har for alvor sat fokus på vigtigheden af at kunne gennemføre effektiv vejplanlægning. Specielt i byområder, hvor eksternaliteterne ofte er mere koncentreret end i det åbne land, er det vigtigt, at få afvikle trafikken så effektivt som muligt, og få koncentreret de store trafikmængder på det overordnede trafikvejnet. (Vejreglerådet, 2000)

Den nuværende vejplanlægningsmetode for byområder tager udgangspunkt i en funktionel opdeling af vejnettet i vejklasser og en efterfølgende hastighedsklassificering. Metoden udløber fra byplanlægning og har rødder tilbage til starten af det 1900 århundrede. Vejplanlægningen er blevet ændret og opdateret løbende af blandt andet Colin Buchanan med *"Traffic in Towns"* og, den i et dansk perspektiv mest interessant, S. Oluf Gunnarsson med *"SCAFT 1968"*.

En interessant pointe omkring den moderne vejplanlægning, herunder specielt vejklassificering, er, at der endnu kun er lavet få undersøgelser om overensstemmelsen mellem trafikanternes færdsel, og det vejbestyrelsen planlægger efter. De manglende studier omkring vejklassificering er udgangspunktet for nærværende undersøgelse, som

ved hjælp af Floating Car data (FCD), eller på dansk *data fra kørende biler*, vil kortlægge og analyserer på overensstemmelse mellem bilisters rutevalg og vejklassificeringen i Storaalborg.



Udgangspunktet for det følgende kapitel er vejplanlægning og vejklassificering. Gennem kapitlet vil der blive lagt fokus på oprindelsen af den moderne funktionelle vejklassificering for byområder. Der vil blive kortlagt hvor og hvordan de nuværende metoder opstod, samt hvordan og hvornår disse er blevet implementeret i den danske vejplanlægning. Afslutningsvis vil kapitlet indeholde en beskrivelse af hvilke metoder der anvendes til inddeling af vejnettet i vejklasser i dag, samt noget teori omkring bilisters rutevalg.

2.1 Formålet med vejklassificering

En af byens bærende elementer er transportinfrastrukturen. Infrastrukturen og vejnettet i byområder er resultatet af mange årtiers løbende udvikling i by- og vejplanlægningsparadigmerne. Det trafikale vejnet er løbende anlagt, udbygget, vedligeholdt og trafiksaneret med mere, og er derfor ofte af meget forskellige karakter i byens forskellige bydele og centre. Vejplanlægningen har en række overordnede mål, som gennem aktiv fysisk planlægning ønskes opfyldt. Herunder er fundet en række af de vigtige mål, som et moderne vejnet i byområder til stadighed skal besidde:

- En høj mobilitet for alle trafikantgrupper
- En høj fremkommelighed for alle trafikantgrupper
- En høj tilgængelighed for alle trafikantgrupper
- En høj trafiksikkerhed og tryghed for alle trafikantgrupper
- En minimal belastning på det lokale og globale miljøet

Det er vejbestyrelsens opgave gennem vejplanlægning at finde den bedste balance mellem vejnettets forskellige funktioner og egenskaber, i forhold til de behov, som de forskellige trafikantgrupper; så som lette trafikanter, bilister, kollektiv trafikanter med mere, efterspørger. Vejklassificering er hertil et meget anvendt strategisk planlægningsværktøj, hvor vejbestyrelserne kan differentiere de forskellige veje og strækning, og sikre det ønskede serviceniveau. Vejklassificering er en metode, hvor et vejnet inddeles i en række hierarkiske klasser, afhængig af de enkelte veje og strækningers egenskaber, betydning og/eller funktion. (Thomsen & Studstrup, 2000) (Vejregelrådet, 2000)

Formålet med vejklassificering er at give vejbestyrelsen et redskab til at differentiere vejnettet, således de enkelte veje og strækning kan tilpasses behovene om fremkommelighed, tilgængelighed osv. Gennem vejklassificering kan vejbestyrelserne endvidere

præge, forme, påvirker eller ændre på trafikanternes adfærd; herunder uønsket rutevalg, hastighed med mere.

2.1.1 Trafikantens behov

For trafikanternes hensyn anvendes vejklassificering til på sigt at tilpasse og tydeliggøre for trafikanten, hvilken type vej de færdes på, og dermed også hvilken adfærd, der forventes af dem og deres medtrafikanter.

Hvilke valg trafikanterne træffer, afhænger i høj grad af de omgivelser, og ikke mindst den opfattelse og vurdering, samt de præferencer, trafikanterne har opnået og observeret, når de færdes på vejnettet (Nielsen, 1996). Herved anvender trafikanterne indirekte vejklassificering i deres rutevalg, valg af hastighed, adfærd med mere.

Den udbredte forskel i vejudformningen, vejstandarder og vedligeholdelsen, som følger af byens udvikling, vanskeliggøre trafikernes overblik. Det er netop her vigtigheden af vejplanlægning og vejklassificering kommer til udtryk. Gennem langsigtet brug af vejklassificering kan der opnås fælles rammer og ensartethed, og dermed bliver genkendeligheden i de forskellige vejtyper størst mulig for de enkelte trafikanter.

2.1.2 Vejbestyrelsens ønsker

For vejbestyrelserne er funktionel vejklassificering et værktøj, som anvendes på det taktiske, strategiske og operationelle niveau, af politikere, planlæggere, og driftspersonale med mere. Foruden at være et værktøj i den daglige drift og planlægning, anvendes vejklassificering også som et redskab, til at efterleve nogle af de krav, der gennem lov påhviler dem, eksempelvis:

"Kapitel 2 - Almindelige bestemmelser om vejenes administration

*§ 10. Det påhviler vejbestyrelserne at holde deres offentlige veje i den stand, som trafikens art og størrelse kræver." Bekendtgørelse af lov om offentlige veje, lovbekendtgørelse nr. 432 af 22. maj 2008
(Trafikministeriet, 2003)*

For at kunne imødekomme dette krav, er det nødvendigt, for vejbestyrelsen at anvende en klassificering, der inkludere vejenes trafikale belastning og funktion i det samlede vejnet. Af andre krav påhviler der tillige vejbestyrelsen:

"Kapitel VIII - Særlige bestemmelser

Kommunalbestyrelsen skal i en kvalitetskontrakt vurdere, hvordan kvaliteten i den kommunale opgavevaretagelse kan udvikles. I kvalitetskontrakten skal kommunalbestyrelsen opstille kvantificerbare mål for hvert serviceområde i kommunen. Kvalitetskontrakten skal offentliggøres". Bekendtgørelse af lov om kommunernes styrelse, lovbekendtgørelse nr. 581 af 24. juni 2009 (Indenrigs- og Sundhedsministeriet, 2009)

Det vil sige, at det påhviler kommunalbestyrelsen at udarbejde offentlige mål for det serviceniveau, som de ønsker at opretholde på deres vejnet. Igen her er vejklassificering ikke en nødvendighed, men et stærk værktøj til at få overblik og administrere de enkelte veje i det samlede vejsystem.

Vejklassificering anvendes i vejbestyrelsernes planlægning, både i den daglige planlægning, og ikke mindst i et mere langsigtet perspektiv, omkring hvordan byens fremtidige trafikale system skal udformes og anvendes. Vejklassificering anvendes ofte når der udarbejdes kommuneplaner, vejplaner, mobilitetsplaner, trafiksikkerhedsplaner og strategier/standarder for vintervedligehold, vejrenovering. Gennem vejklassificering skabes et overblik og indblik i vejnettets enkelte veje og strækning, og hvilken funktion de har i det samlede trafikale system. Vejklassificering er endvidere et vigtigt værktøj, når vejbestyrelsen skal fordele og prioriterer de begrænsede midler som er til rådighed.

Vejplanlægning og herunder vejklassificering er i dag en naturlig del af vejbestyrelserne arbejdes med vejnettet, men behovet og metoden er ikke mere end godt 80 år gammel.

I det følgende afsnit vil der bliver set på oprindelsen af de moderne principper for vejplanlægning, i et historisk sammenhæng.

2.2 Et historiske stigende behov for vejplanlægning

I oldtiden var vejene ikke som i dag, fast definerede og nøje planlagt. Rejsebehovet var forholdsvis begrænset, og folk bevægede sig rundt, hvor det var lettest, hurtigst og hvor årstiden tillod det. Vejene og stierne opstod, hvor det var mest bekvemt at færdes, og respekterede landskabet ved oftest at sno sig uden om højedrag, våde egne, tætte skove og vandskel. Færdslen foregik primært til fods, og herved var rejseafstandene naturligt begrænsede. Vejene, eller rettere stierne, var dengang sjældent befæstede. (Thagesen, 1998).

I takt med den teknologiske udvikling, herunder specielt hjulets og vognens indtog, steg mobiliteten og rejsebehovet, og derved også behovet for et sammenhængende vejnet. Den stigende opdyrkning af landbrugsjorden satte endvidere en større begrænsning end tidligere, for vejarealet og vejen, som ofte forløb gennem uopdyrkede og herreløse arealer (Kjemstrup, 2003). Stierne voksede til hjulspor, og den stigende trafik muliggjorde at hjulsporerne kunne udvikles til egentlige veje.

I forbindelse med Jyske Lov af 1241, blev vejnettet for første gang officielt differentieret og opdelt i en form for vejklasser; henholdsvis Hovedvej og Herredets veje. Vejklasserne blev i denne sammenhæng anvendt i et vedligeholdelses og et anlægsteknisk sammenhæng, som vist i uddraget af lovteksten herunder:

"En hovedvej skal være fjorten alen bred, men forte skal være femten favne bred eller så bred, som alle ejerne vil nøjes med...."

På hver bymark skal de ejere, der bor på marken, istandsætte den offentlige hovedvej. Men er den meget ufarbar, enten på grund af mose eller store åer, da skal hele kirkesognet være behjælpelig med at bygge bro, hvis det er nødvendigt. Men er det hele herredets vej, da skal hele herredet hjælpe med til at bygge bro og senere med at holde den." *Jyske Lov af 1241, Om veje. 1. bog § 56. (Fenger & Jansen, 1991)*

Vedligeholdelsen af vejene var dengang en udfordring, da der ikke fandtes en central vejmyndighed, og vejnettet i praksis blev vedligeholdt strækning for strækning. Vedligeholdelsen var ofte en påtvunget og uønsket pligt, hvorfor også resultatet ofte var meget mangelfuldt.

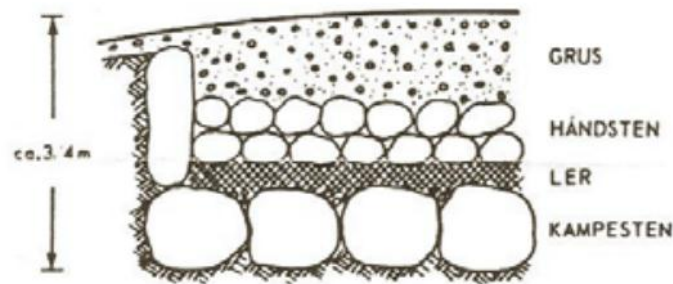
På grund af den overvejende dårlige vejstandard, som havde eksisteret siden de første hjulspor blev til egentlig veje, beordrede Kong Frederik II i 1580, at der skulle planlægges og anlægges et vejnet, der kun måtte anvendes af Kongen og hans nærmeste. Herved opstod der en ny vejtype og vejklasse; Kongevejene. Kongevejene blev anlagt i blandt andet Nordsjælland og var alle afspærret med aflåste bomme. Der var en høj bødestraf til dem, som ikke respekterede dette. For det øvrige vejnet, af hovedveje og herredets veje, forsatte vejstandarden med at falde, grundet manglende investeringer, utilstrækkelig vedligehold og stadig stigende trafik. (Danmarks Vej- og Bromuseum, 2011)

Denne udvikling fortsatte indtil omkring 1761, hvor der på kongelig befaling blev nedsat en vejkommission, som fik til opgave at planlægge og anlægge et landsdækkende offentligt vejnet af hovedveje, eller chaussées, som de også blev kaldt. Formålet var at sikre en bedre kvalitet af det danske vejnet, med fokus på bedre samfærdsel, lettere handel og at skaffe de rejsende bedre vilkår. (Kjemstrup, 2003)

En vejplanlægningsopgave af denne størrelse var ikke tidligere gennemført i Danmark, og det blev derfor besluttet at indhente ekspertviden fra Frankrig, som var længere fremme i anlæg og projektering af vejanlæg.

Det nye hovedlandevejsnet blev anlagt meget forskellige fra den gamle. Hovedlandevejsnettet blev projekteret med linjeføringer, bestående primært af rette linjer med få sving, hvilket medførte en meget mere direkte linjeføring end tidligere. De nye hovedlandeveje blev anlagt så de for første gang gennemskar landskabselementer, skove og andre af de tidligere elementer, som datidens veje havde snoet sig uden om. Formålet de nye linjeføringsprincippet var at skabe et vejnet med så korte afstande som muligt. Vejnettet blev endvidere opbygget med udgravede vejkanter, der med nøje adskilte lag af forskellige materialer skulle sikre vejens bæreevne og afvanding, hvilket gav en længere levetid end de eksisterende veje, se principskitse for vejopbygningen på figur 1. (Danmarks Vej- og Bromuseum, 2011).

Figur 1: Principskitse over opbygningen af hovedlandevejsnettet fra 1760'erne. (Kjemstrup, 2003)



Et andet resultat, af den nye vejkommission, var den første milepæl i dansk vejforvaltning; Vejforordningen af 1793. I vejforordningen blev der indført flere bestemmelser om blandt andet påtvunget kørselsretning i det åbne land, krav til fremtidens administration og vedligehold, samt en række krav til vejens opbygning. I forhold til vejklassificering, betød vejforordning, at det nationale vejnet blev opdelt i tre nye vejklasser; Hovedlandeveje, mindre landeveje og biveje.

Vejklassificeringen tog udgangspunkt i vejnettets funktion, baseret på vigtighed af de lokaliteter vejene forløb mellem. Hovedlandevejen skulle sikre fremkommeligheden mellem de større byer, mens de mindre landeveje skulle sikre fremkommeligheden mellem vigtige handelspladser. Vejforordningen krævede at hovedlandvejene blev befæstet hvor muligt, enten med sten eller harpet grus. De mindre landeveje og biveje, behøvede ikke almindeligvis at være befæstede. Endvidere var der også krav til minimumsbredder for de to højeste vejklasser. Finansieringen, drift og vedligehold af vejnettet blev opdelt således, at hovedlandevejene blev anlagt af kongen/staten, mens de mindre landeveje og biveje, som tidligere, skulle administreres af lokalsamfundene. (Vejfordningen, 1793)

Vejforordningen af 1793, blev løbende revideret, gennem blandt andet Vejforordningen af 29. sept. 1841, hvor vejklassificeringen blev bibeholdt, men nogle af de administrative forhold blev justeret. Den største ændring i forhold til vejklassificeringen, skete ved lov af 21. juni 1867, hvor vejnettet blev nedklassificeret til kun at indeholde to vejklasser; Landeveje og biveje.

"De offentlige veje inddeltes i to klasser, nemlig:

a. landeveje, der omfattede de tidligere hovedlandeveje og mindre landeveje, med amtsrådet som vejbestyrelse og

b. bivejene, der omfattede alle andre veje, der henlå til almindelig færdsel, således også de ovenfor omtalte almene veje, med sogneforstanderskabene og købstadskommunalbestyrelserne som vejbestyrelse" Ved lov af 21. juni 1867 (Ramhøj, 2004)

Vejklassificeringen var i lov af 21. juni 1867 stadigvæk opdelt efter vejens funktion samt hvilken type trafik, vejen skulle bære. I lovteksten indgik der stadigvæk geometriske krav for blandt andet vejbredder.

Nedklassificeringen fra 1867, skyldtes hovedsageligt jernbanens større udbredelse og betydning. Opfattelsen var dengang klar; jernbanen var automobilen overlegen og hovedparten af den trafik, som tidligere var foregået på hovedlandevejene, blev overflyttet til jernbanen, som i højere og højere grad i denne tidsperiode blev omstillet til at håndtere den lokale og regionale trafik. (Burchardt & Schønberg, 2006)

Jernbanen fortsatte sin fremgang, og da automobilen første gang blev set på dansk jord mellem 1887 og 1888, spåede kun de færreste, at denne ville få den magt og anerkendelse, som har vist sig siden hen. I årene herefter steg antallet af automobiler i Danmark, men den brede anerkendelse eksisterende stadig ikke. Tværtimod var der stor modstand mod dette nye køretøj og de gener, det medførte for de øvrige trafikanter.

Der er ingen tvivl om, at automobiler i de første år mødte megen modstand; dels på grund af den modstand, der var omkring omstilling, men også fordi de første automobilers køregenskaber var nærmeste livsfarlige. (Burchardt & Schønberg, 2006).

I den første periode af 1900-tallet skete der store forandringer. Antallet af indregistrerede automobiler steg fra 699 i 1909 til 1.600 i 1912, en stigning på 57 %. Vejlovgivningen var stadigvæk som vedtaget i vejbestyrelsesloven fra 1867, men blev suppleret af en række færdselslove.

Den første motorlov blev vedtaget i 1903. Bilen var stadigvæk hestevognen underlegen, både i antal og den daglige færdsel. Dette ses blandt andet af en lov fra 1910, der beskriver, hvordan bilisterne skulle standse, hvis en kusk på det modkørende hestekøretøj gav tegn ved at løfte sin pist. I 1913 blev den tilladte hastighed sat op fra 10 km/t til 50 km/t, hvorefter populariteten af automobilet steg. Antallet af biler var i 1928 steget eksplosivt til 10.000 køretøjer.

I perioden fra slutningen af 1800-tallet til de første årti i 1900-tallet steg urbaniseringen, idet flere og flere mennesker flyttede fra landområderne til de efterhånden større byer. I 1840 boede 74 % af befolkningen i landområder, hvilket var faldet til 46 % i 1916. Kombinationen af den stigende urbanisering og eksplosive stigning i antallet af automobiler, skabte en række udfordringer, som ikke umiddelbart kunne løses med de eksisterende byplanlægningsprincipper og vejlovgivning. I byområderne steg antallet af indbyggere og koncentrationen af automobiler, hvilket medførte at trafikens negative konsekvenser var væsentlig mere koncentreret her end i landområder. Dette betød, at det var brug for en bedre styring af trafikken i byerne, og at vigtigheden af en decideret vejplanlægning for byområder blev merkant større. Denne nye vejplanlægning for byområder havde ikke den store fokus i Danmark på daværende tid, men rundt omkring i Europa og USA var der så småt begyndt at tegne sig en ny disciplin. Denne

lagde sig mellem vejplanlægningen i det åbne land og decideret byplanlægning, og havde til formål at løse de udfordringer, som fremkom af den stigende urbanisering og øgede mobilitet.

2.3 Den moderne funktionelle tilgang til vejplanlægning i byområder

Grundprincipperne for den moderne funktionelle tilgang til vejplanlægning i byområder findes i arkitekturens- og byplanlægningsmetoder fra slutningen af det 1800-århundrede. Oprindelsen kan henføres til arkitekten Louis Sullivan, der var en af skaberne af den moderne funktionalistiske arkitektur. Louis Sullivan er kendt for citatet fra 1896: *"form ever follows function. This is the law"*, som på dansk kan udvides og oversættes til *"funktion determinerer design, design determinerer adfærd, adfærd determinerer funktion osv."* (Harder, 2002). Gennem denne nye tankegang blev det fremført, at fremtidens behov for funktionalitet og brugsmæssige krav vægtede højere end behovet for æstetik alene. Funktionalismen tog afsæt i en mere organisatorisk og naturvidenskabelig tilgang til arkitekturen og byplanlægningen

Den moderne ideologi omkring funktionalismens større betydning blev i årene efter introduceret i byplanlægningen, hvor blandt andet Ebenezer Howard og Raymond Unwin, som nogle af de første anvendte *"functional zoning"*. Med R. Unwins engelske havebyer er den funktionsmæssige tilgang født. I havebyerne; Letchworth og Welwyn Garden City, var funktionalismen knyttet til byens centre og de centrale funktioner; erhverv, bolig og uddannelse, og endnu kun i mindre grad til vejnettet. R. Unwins tilskriver vejene følgende funktion:

"Roads are primarily for traffic. They serve also a secondary purpose in affording sites for building. They should therefore be considered in relation to both these functions, and in the order of their relative importance" (Unwin, 1911)

Vejen i havebyerne var inddelt i to typer veje, *"main road"* og *"residential road"*, hvor *"main roads"* skulle betjene den gennemkørende trafik, mens *"residential road"* skulle betjene den lokale trafik. R. Unwin kommenteret ikke yderligere på, hvorfor netop denne inddeling var nødvendig, eller hvorfor trafikken på vejene skulle opdeles efter trafikanterne og deres behov (Harder, 2002). Vejene var i havebyerne stadigvæk sekundære og var anlagt snoede og kringlede så de passede ind i det meget romantiske paradigme, som havebyerne er skabt under.

I årene efter århundredeskiftet og efter 1. verdenskrig var udbredelsen og brugen af automobilen steget kraftigt, hvilket medførte en række nye udfordringer; herunder fremkommelighed og trafiksikkerhed. I årene omkring 1928 opstod et nyt byplanlægningsprincip til forstaden i Radburn, USA. Radburn-princippet, som var udviklet og planlagt af Clarence S. Stein, anvendte mange af de grundlæggende principper fra havebyerne. Princippet havde gjort op med det romantiske paradigme og havde over-

ordnet mere fokus på vejnettets funktion og de afledte konsekvenser, som trafiksikkerhed og fremkommelighed.

I Radburn var der meget stor fokus på bilen og dens fremtidige rolle som det primære transportmiddel. I planlægningen af Radburn-princippet var vejnettet en lige så central del af planlægningen som byens andre funktioner. Radburn-princippet var en af de første gange, hvor byplanlægningen og bygningerne ikke havde den primære fokus. Vejnettet i Radburn var, som ved havebyerne, opdelt i veje for den gennemkørende trafik og veje for lokaltrafik til boligerne. Samtidig blev det for første gang foreslået at trafikken blev separeret, så der ved hver bolig var en adgang til automobil og en anden adgang, via et stisystem, som kunne benyttes af lette trafikanter. Her skete der for første gang en mindre klassificering, baseret udelukkende på trafikanten og ikke på trafikantens formål.

Den første brede anerkendelse af den funktionalistiske tilgang til by- og vejplanlægning tilskrives den Schweiz/franske arkitekt og byplanlægger, Charles-Édouard Jeanneret-Gris; bedre kendt under pseudonymet Le Corbusier. Le Corbusier præsenterede i 1929 et nyt byplanlægningsprincip, som var forankret i, hvad han kaldte "*Urban Functionalism*". Le Corbusier var af den overbevisning, at de daværende byer; primært Paris, var ved at bukke under for presset af det stigende antal biler herunder trafikuheld og trængsel, grundet det stadig stigende behov for mobilitet og de øvrige afledte konsekvenser af industrialiseringen (Harder, 2002). "*The city of Tomorrow and its planning*" der var Le Corbusier's svar på at løse disse problemstillinger, var at rejse byen op, bygge højt og klassificere både trafikken og byens vejnet.

Referencerne til Le Corbusier, som grundlæggere af den funktionelle vejklassificering, tilskrives ikke planlægningens bag "*The city of Tomorrow and its planning*", men derimod hans senere værk, "Charte d'Athènes" (På dansk: "Athen erklæringen"), som han skabte og udgav under CIAM's (Congrès internationaux d'architecture moderne) kongres i 1933. Charte d'Athènes regnes af mange for at være oprindelsen af den moderne vejplanlægning og den funktionelle vejklassificering for byområder. Erklæringen indeholdte 95 punkter og krav til løsning af den moderne bys problemer. Uddrag fra "Charte d'Athènes" vedrørende trafik:

"Requirements

59. The whole of city and regional traffic circulation must be closely analyzed on the basis of accurate statistics – an exercise that will reveal the traffic channels and their flow capacities.

60. Traffic channels must be classified according to type and constructed in terms of the vehicles and speeds they are intended to accommodate.

61. Traffic at high-density intersections will be dispersed in an uninterrupted flow by means of changes of level.

62. *The pedestrian must be able to follow other paths than the automobile network.*

63. *Roads must be differentiated according to their purposes: residential roads, promenades, throughways, principal thoroughfares.*

64. *As a rule, verdant zones must isolate the major traffic channels.*
(Jeanneret-Gris, 1933)

Med Le Cobusier "*Charte d'Athènes*" er grundlaget for den moderne vejplanlægning skabt.

Den funktionelle tilgang til vejplanlægning og vejklassificering i byområder er ad flere omgange blevet justeret og tilpasset, af blandt andet H. Alker Tripp og Colin Buchanan, og ikke mindst S. Oluf Gunnarsson med SCAFT-princippet fra 1968.

Den første danske reference til de moderne engelske og amerikanske byplanlægningsprincipper findes i værket "*Town and Traffic*" fra 1961, hvor den danske trafikforsker P.H. Bendtsen tog fat i de eksisterende problemstilling, med det voksende antal biler i de centrale midtbyer og de afledte udfordringer om at sikre en stadig høj fremkommelighed og adgang, som dette medførte.

S. Oluf Gunnarssons første udgivelse af "*SCAFT 1968*", eller rettere den danske bearbejdning og oversættelse "*Sikrere Veje*" fra 1969, var den store milepæl for dansk vejplanlægning i byområder. Hovedprincipperne fra "*Sikrere Veje*" var:

"Almene principper

1.1:

a) placering af aktiviteter og funktioner sådan, at trafikmængderne og dermed konflikter og forstyrrelser formindskes.

b) separering af forskellige trafikarter i rum eller tid sådan, at konflikter mellem trafik med forskellige egenskaber udelukkes.

c) klassificering inden for hvert trafiknet med hensyn til funktioner og egenskaber sådan, at trafikstrømmene bliver så ensartede som muligt.

d) overskuelighed, enkelhed og ensartethed i udformningen af trafikmiljøet, så at beslutningsprocesserne i trafikken lettes og overraskelsesmomenter undgås.

...

1.4

I hvert trafiknet bør der udlægges forskellige klasser af forbindelser: primære, sekundære osv. Trafikkens sammensætning og omfang samt kravene til sikkerhed og fremkommelighed bestemmer den hastighedsstandard, som forbindelser bør udformes og dimensioneres til. I hver klasse bør forbindelserne have ensartet udformning m. h. t.: tværprofil, afstand mellem

kryds og udformningen af dem, oversigtsforhold, belysning, afmærkninger samt udformning og udstyr i øvrigt.

1.5

Hvert trafiknet bør udformes og aktiviteter placeres således, at trafikanterne dels benytter det tilsigtede trafiknet, dels i hvert trafiknet benytter forbindelser af hel klasse i størst mulig udstrækning. Således bør forbindelser af lavere klasse i et net gøres så korte som muligt, gangstier bør gøres direkte og bekvemme, og udgangs- og endepunkter af typen husindgange, legepladser, skoler, butikker, stoppesteder etc. bør lægges i umiddelbar tilslutning til gangtrafiknettet." (Kaufmann, 1969)

Anbefalinger fra "SCAFT 1968" og "Sikrere veje" blev grundlaget for dansk vejplanlægning og den funktionelle vejklassificering i byområder, og principperne fra disse publikationer blev anvendt, indtil det første vejregler hæfte for planlægning i byområder udkom i 1980; "bytrafik, projektgruppe 0" (Harder, 2002). Bytrafikhæftet var en kombination af en række anbefalinger, samt et forslag til hvilke nye hæfter, der skulle udarbejdes for at sikre et planlægningsgrundlag for vejplanlægning i byområder. Indenfor vejklassificering, var hæftet oprindelsen på den tilgang og metode, der anvendes i dag. Metoden er inspireret af krav fra datidens hovedstruktur i kommuneplanerne, samt principperne beskrevet i "Sikrere Veje". Hæftet anbefaler, at det samlede vejnet i en kommune inddeles i en række forskellige vej kategorier:

- Trafikveje
- Lokalveje
- Separate stier
- Separate busveje

Om trafikvejnettet beskrives der:

"Det overordnede vejnet opfatter både statsveje, amtskommunale, kommunale veje i kommunen og består af de veje, der giver kommunen forbindelse til omverdenen, samt dem der forbinder kommunens enkelte bysamfund og/eller bydele. De er i det følgende slået sammen til én kategori; trafikveje.

Det afhænger af en lang række forhold, hvilke veje der udpeges som hørende til trafikvejnettet (nuværende trafikfordeling, behov for sammenhængende områder mellem vejene, de enkelte vejes karakter, miljø forhold m.m." (Vejregeludvalget, 1980)

Om lokalområder og trafikveje beskrives der:

"Lokalområder kan være boligområder (af forskellige karakter), erhvervsområder, blandede områder o.s.v. med hver deres krav til trafiksystemet.

Vejene i lokalområderne, dvs. de veje der ikke er trafikveje, kaldes i det følgende under et lokalveje." (Vejregeludvalget, 1980)

Det findes i hæftet "Bytrafik" ikke direkte anbefalinger til, hvordan vejnettet skal opdeles, og derved fremføres det, at vejnettets opdeling er individuelt og op til hver enkel vejbestyrelse. Inddelingen af vejnettet i byområder for trafikveje, lokalveje og lokalområder er første gang beskrevet i en vejregel, og derved også første gang at det officielt anerkendes og tilgangen anbefales at anvende.

Vejreglen Bytrafik fra 1980 er udgangspunktet og oprindelse for det planlægningsprincipper, der anbefales anvendt i byområder den dag i dag.

2.4 De gældende vejregler for vejplanlægning og vejklassificering i byområder

De gældende anbefalinger for vejklassificering i byområder i "Vejplanlægning i byområder hæfte 0" udkom første gang i 1991 og blev revideret senest i år 2000. Anbefalingen lyder:

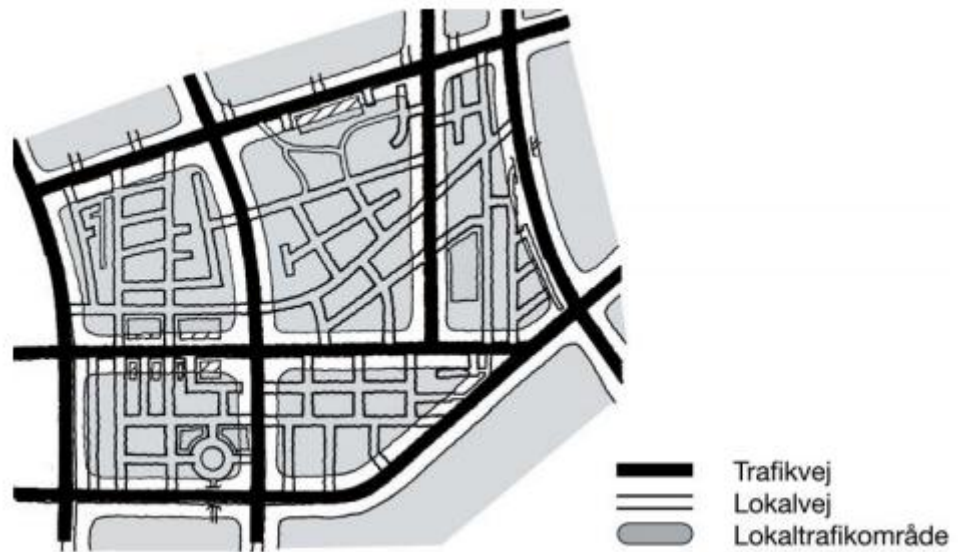
"Vejreglerne anbefaler en funktionel klassificering af vejnettet, dvs. en klassificering, der afspejler vejens trafikale funktion og betydning"
(Vejregelrådet, 2000)

Hæftet forsætter med at anbefale, at et byområdes vejnet inddeles i to klasser; trafikveje og lokalveje. Herunder er medtaget den konkrete beskrivelse af de to vejklasser og deres tiltænkte funktion:

- **Trafikveje:**
"Trafikvejene omfatter samtlige veje i kommunens overordnede vejnet. De betjener den gennemkørende biltrafik, trafikken mellem kommunen og omverdenen, mellem de enkelte bysamfund, og mellem de enkelte kvarterer i den større by." (Vejregelrådet, 2000)
- **Lokalveje**
"Lokalvejene omfatter alle de øvrige veje i kommunen. De betjener de lokale områder, og de enkelte boliger, arbejdspladser, institutioner og butikker." (Vejregelrådet, 2000)

Princippet med inddeling af et vejnet i trafikveje, lokalveje og lokalområder er vist grafisk på figur 2.

Figur 2: En grafisk fremstilling af den i Danmark anbefalede vejklassificering af et byområdes vejnet. (Vejreglerådet, 2000)



I hæftet "Vejplanlægning i byområder hæfte 0" er der kort beskrevet formålet med at udføre vejplanlægning eller i hvert fald, de fordele det giver at gennemføre en klassificering af vejnettet.:

"Dels opnår man derved en koncentration af trafikken miljøgener, specielt støjgenerne, på få veje, hvilket kan påvises at indebære en minimering af de samlede gener. Dels indskrænkes antallet af vejstrækninger, hvor der skal ske uheldsbekæmpelse, kapacitetsforbedring etc., hvilket begrænser de ressourcer, som er nødvendige for afhjælpning af problemerne."

(Vejreglerådet, 2000)

I hæftet følger en kort beskrivelse af, hvordan klassificeringen skal gennemføres og hvilke kriterier, der skal være med til danne grundlag for inddelingen af de enkelte veje i det samlede vejssystem.

"Trafikveje"

Der bør udpeges et sammenhængende, men ikke for tæt net af trafikveje, og det bør ske ud fra en lang række hensyn. Der er ingen veje i eksisterende byområder, der lever op til alle nedennævnte kriterier, men hver for sig er kriterierne af betydning for, om en vej egner sig som trafikvej:

- *Vejen fungerer i forvejen som trafikvej.*
- *Den kan indgå i et sammenhængende og overskueligt trafikvejnet for byen/byområdet.*
- *Sammen med de øvrige trafikveje danner vejen lokaltrafikområder af passende størrelse.*

- *Vejen er facadeløs.*
- *Der er ingen butikker eller andre trafikskabende funktioner ud til selve vejen.*
- *Der færdes ingen eller kun få lette trafikanter på vejen.*
- *Der ligger ingen eller kun få boliger og andre støjfølsomme funktioner langs vejen.*
- *Vejen har tilstrækkelig kapacitet, eller er så bred at den vil kunne få det.*
- *Hvis der er cyklister på vejen, er der cykelsti eller mulighed for at anlægge cykelsti.*

Da det sjældent eller aldrig vil være muligt at udpege trafikveje, der lever op til alle disse krav, må der vælges ud fra en afvejning af kravene." (Vejreglerådet, 2000)

...

Lokalveje

Det forudsætter imidlertid, at de mange veje, der ikke udpeges til trafikveje, i praksis kommer til at fungere som lokalveje, og altså kun skal betjene få, lokale og langsomt kørende biler." (Vejreglerådet, 2000)

I vejregel hæftet findes der ingen begrundelse, hvorfor denne funktionelle inddeling er ønskelig. Samtidig er den beskrevne metode og proces omkring den konkrete inddeling meget overordnet, og der pålægges de enkelte vejbestyrelse en stor del af vurdering og stillingtagen til de enkelte anbefalinger og deres indbyrdes vigtighed.

2.5 Vejplanlægning i byområder siden 2000

Siden udgivelsen af "*Vejplanlægning i byområder hæfte 0*" i år 2000, er der blevet gennemført forskellige projekter om vejklassificering. Flere af projekterne er gennemført af organisationen SAMKOM, som er et samarbejdsforum mellem Kommunalteknisk Chefforening (KTC) og Vejdirektoratet. Organisationens formål at være på forkant med udviklingen og skal identificere og arbejde med fremtidige problemstillinger.

Det seneste af SAMKOM's projekter omkring vejklassificering blev udarbejdet i 2007, i forlængelse af kommunalreformen, og de ændrede administrative opgaver for vejnettet, som denne medførte. Projektet blev gennemført af SAMKOM i samarbejde med de fynske kommuner, formålet var at udarbejde en fælles standard for vejklassificering, for at sikre et ensartet serviceniveau på det ordnede vejnet på Fyn.

Projektet resulterede i en række anbefalinger omkring vejklassificering, og ikke mindst omkring de kriterier, som anvendes når en ny vejklassificering udføres.

Det blev gennem i løbet af projektet fundet, at den eksisterende inddeling i byområder med trafikveje og lokalveje, i mange tilfælde ikke var tilstrækkelig. SAMKOM anbefaler derfor, at der tilføjes to til tre underklasser til hver af vejtyperne, som beskrevet herunder. Underklasserne er hovedsagelig tilføjet for at sikre bedre forudsætninger for drift og vedligehold. (SAMKOM, 2009)

"Byområder

Trafikveje

- *Primære trafikveje – omfatter typisk de mere overordnede trafikveje, der betjener store trafikmængder og/eller meget tung trafik og/eller trafikveje, som er en del af en busrute og/eller en del af et sammenhængende stirutenet.*
- *Sekundære trafikveje – omfatter typisk de trafikveje, der ikke betjener store trafikmængder og/eller meget tung trafik og/eller trafikveje, som ikke er en del af en busrute og/eller en del af et sammenhængende stirutenet.*

Lokalveje

- *Primære lokalveje – omfatter typisk de mere overordnede lokalveje, der betjener store trafikmængder og/eller meget tung trafik og/eller lokalveje, som er en del af en busrute og/eller en del af et sammenhængende stirutenet.*
- *Sekundære lokalveje – omfatter typisk de lokalveje, der ikke betjener store trafikmængder og/eller meget tung trafik og/eller lokalveje, som ikke er en del af en busrute og/eller en del af et sammenhængende stirutenet.*
- *Tertiære lokalveje – omfatter typisk lukkede veje, vænger mv.*

Stier" (SAMKOM, 2009)

I projektet blev der endvidere udarbejdet en metode/proces til at sikre en vis overensstemmelse mellem vejklasserne i byområder. SAMKOM anbefaler, at der udgøres en tretrins metode for klassificering i byområder, hvilket er vist i uddrag i 0. Denne metode er mere detaljeret end den som anbefales i vejregel hæfte 0.

SAMKOM anbefalinger kan ikke sammenlignes eller siddestilles med vejreglerne på området. Projektet er hovedsagelig et demonstrationsprojekt for at vise, at tværkommunalt samarbejde øger effekten af vejklassificering. SAMKOM projektet om fælles vejklassificering har alligevel fået større effekt end første antaget, da deres funktionelle vejklassificering med sine underkategorier er blevet implementeret i vejforvaltnings-system/vejadministration systemet; vejman.dk. Vejman.dk anvendes i dag af mange danske kommuner samt stat og Vejdirektoratet.

De danske vejregler opdateres løbende, og indenfor vejklassificering har vejreglerådet, som er nedsat af Vejdirektoratet, meddelt, at de ønsker at opdatere *"Vejplanlægning i byområder hæfte 0"*. Denne proces er sat i gang, og der var deadline for input fra brugerne 1. februar 2011. Arbejdet med revideringen af hæftet antages færdiggjort i løbet af 2011 eller i første halvår i 2012, og det antages at anbefalingerne fra SAMOKM bliver implementeret i det nye hæfte. (Vejdirektoratet, 2011)

2.6 Bilisters rutevalg

Det er nu blevet klarlagt, hvordan vejklassificering, foruden at være et strategisk værktøj, er vejbestyrelsens metode til at præge, forme, påvirke eller ændre på trafikanternes adfærd, rutevalg, hastighed med mere, på de enkelte veje og strækninger på vejnettet. Hvilke faktorer, der påvirker trafikanterne i deres rutevalg og adfærd, og hvilke faktorer kan påvirkes gennem vejplanlægningen og vejklassificering, vil blive gennemgået i det følgende.

Når der inden for det trafikfaglige felt diskuteres faktorer for rutevalg, anvendes der ofte en generaliseret tilgang, hvor det antages, at trafikanter vælger deres rute ud fra en kombination mellem turens længde/tidsforbruget og prisen for at gennemføre turen. Denne rejsemodstand er det bærende i trafikmodellers rutevalgsmetoder og anvendes også i samfundsøkonomiske analyser og modeller (Nielsen, 1996). Rutevalgsfaktorerne anvendes ofte i en afledt version, når bilisterne anvender hjælpemidler, såsom GPS-navigationsenheder eller ruteplanlæggere, til rutevalget. Her kan der ofte vælges mellem den hurtigste eller korteste rute for turen.

Denne meget generelle tilgang er simplificeret i forhold til de mange faktorer, som i større eller mindre grad påvirker trafikanternes rutevalg. I det følgende vil der blive gennemgået de vigtigste faktorer bag bilisternes rutevalg.

Når bilisterne skal beslutte, hvilket rutevalg de ønsker i en konkret tur, kan det gennemføres på flere forskellige tidspunkter. Rutevalget kan foretages inden turen starter, hvis forholdene under turen ændrer sig, eller løbende gennem turen.

- Simultane rutevalg

"I det simultane rutevalg vælger trafikanten hele ruten før turens start og genovervejer ikke dette siden. Sådanne valg forekommer, hvis der ikke er forsinkelser under vejs, eller hvis trafikanterne er stærkt bundet af vane eller manglende viden om alternativer." (Nielsen, 1996)

- Sekventielle rutevalg

"Ifølge det sekventielle rutevalg genovervejer trafikanterne rutevalget hver eneste gang, der er en valgsituation under ruten. Det enkelte valg er uafhængigt af tidligere valg." (Nielsen, 1996)

- Hierarkiske rutevalg

"Ifølge det hierarkiske rutevalg genovervejer trafikanten ruten, hver eneste

gang, der er en valgsituation, men valget er afhængigt af tidligere valg. Dette er sandsynligvis den mest realistiske valgsituation: Normalt følges den valgte rute, men den ændres dog under visse betingelser" (Nielsen, 1996)

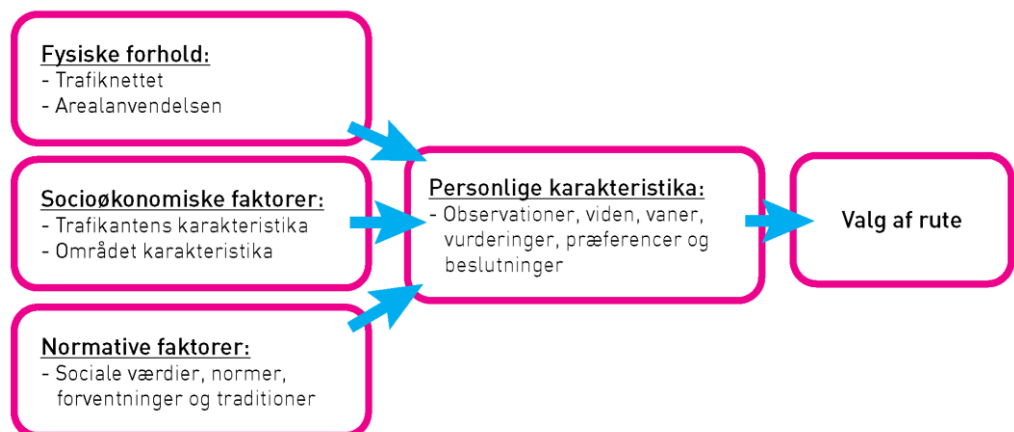
Hvilke af de tre rutevalgsmetoder, der anvendes, afhænger, som beskrevet, af den enkelte tur og hvilke faktorer bilisten påvirkes af på turen. De faktorer der påvirker bilsten i rutevalget kaldes rutevalgsfaktorer og inddeles jævnfør teorien i forskellige klasser; fysiske, socioøkonomiske og normative faktorer, som vist på figur 3. De forskellige faktorer, kombineret med trafikantens egne erfaringer, observation, og vurderinger, giver det konkrete rutevalg. (Nielsen, 1996)

De socioøkonomiske faktorer, som påvirker rutevalget, har relation til trafikantens køn, alder, indkomst samt bopæl, mens de normative faktorer knyttes sig til samfundets eller samfundsgruppernes forskellige sociale værdier, normer, forventning og traditioner.

De fysiske faktorer er relateret til de fysiske elementer, såsom vejnettet, randbebyggelsen og arealanvendelsen. Det kan endvidere være hastighedsbegrænsning, skiltning, vejbredder, antal spor og randbebyggelsens karakter (Åbent land, boligkvarter, industriområder osv.).

I kombination med de fysiske, socioøkonomiske og normative faktorer, anvender trafikanterne i høj grad egne personlige karakteristika, når rutevalget skal vælges. Bilisterne anvender erfaringer fra tidligere rutevalg, og er derudover påvirket af egne præferencer, observationer, vaner og vurderinger.

Figur 3:
Grundlæggende faktorer med betydning for rutevalg.



Foruden de mange faktorer, som har indflydelse på rutevalget, vægtes disse forskellige hos de forskellige trafikanter. Det er blandt andet dokumenteret, at ældre bilister ofte vælger de samme ruter grundet rutine og vane. Derfor er ældre bilister sværere at påvirke til et ændret rutevalg, end de yngre bilister, som endnu ikke har så indgroede vaner. Samtidig viser undersøgelse, at mænd er mere påvirkelige for eksempelvis kø på

vejnettet, og oftere end kvinder revurderer deres rutevalg løbende for at undgå kø, men ikke nødvendigvis af denne grund kommer hurtigere til rejsemålet, da den alternative rute ofte bliver længere end den oprindelige. Det er også undersøgt og dokumenteret, at trafikanter med en høj indkomst er mere påvirkelige omkring tidsfaktoren, og at de ofte vælger ruter, som kan gennemføres med højere hastighed, eller som er mere direkte, end trafikanter med en mindre indkomst. (Zhou & Wu, 2006)

I forhold til modellen fra figuren og den meget teoretiske tilgang er der endnu en række faktorer, som er værd at nævne. Det kan være en udfordring at sikre et rationelt rutevalg, da mange trafikanter ofte ikke har det fulde kendskab til vejnettet, vælger nye ruter for variationens skyld og samtidig ofte vælger forskellige ruter efter de forskellige tures formål; arbejde, fritid osv.

2.7 Sammenfatning

Den første danske vejklassificering kan tilbageføres til Jyske Lov fra 1241, hvor vejnettet for første gang officielt, blev inddelt i to hierarkiske vejklasser. Efterfølgende skete der kun mindre justeringer i inddelingen og antallet af vejklasser. Vejklassificeringen var dengang anvendt for at sikre fremkommeligheden i det åbne land, og kun i ringe grad, for at mindske trafikken negative følger.

I takt med den teknologiske udvikling, industrialiseringen, automobilens oprindelse og ikke mindst den stigende urbanisering, opstod der i omkring starten af det 19-århundrede et behov for et vejplanlægningssystem, som kunne være med til få styr på trafikken negative konsekvenser i byområderne. På baggrund heraf opstod den moderne funktionelle vejklassificering for byområder.

Den funktionelle vejklassificering i byområder, som anvendes i dag, er inspireret og opstået på baggrund af vej- og byplanlægningsprincipper fra Radburn og "*Charte d'Athènes*" i de sene 1920'ere og tidlige 1930'ere. Den moderne vejklassificeringsmetode blev dog først accepteret og anvendt i Danmark efter sveskeren S. Oluf Gunnarsson udgav publikationen "SCAFT 1968". Principperne i "SCAFT 1968" og den danske oversættelse "*Sikrere veje*" ses som grundstenen i den danske vejplanlægning i byområder. Principperne i de senere udgivelser omkring vejplanlægning, er dog ikke ændret meget i forhold de oprindelige principper, som de var nedskrevet i "*Charte d'Athènes*" fra 1933.

Vejklassificeringen var oprindelig en del af vejlovgivningen i blandt andet Jyske Lov og de senere vejforordninger, mens den sidenhen er blevet udskilt til sæt af anbefalinger om, hvordan vejnettet planlægges og projekteres bedst muligt; det vi i dag kender som; Vejregler. Vejklassificering blev for første gang anbefalet i vejregler hæftet "*by-traffic, projektgruppe 0*" fra 1980, og metoden herfra anbefales og anvendes stadigvæk i dag. Det anbefales at inddele vejnettet i byområder i to klasser: Trafikveje og Lokalve-

je. Inddelingen er bibeholdt i den seneste revision af hæftet; *"Vejplanlægning i byområder hæfte 0"*, som udkom i år 2000.

SAMKOM gennemførte i 2007 et demonstrationsprojekt med en underinddeling, således der trafikveje, fik to underkategori og lokalveje fik tre underkategori. Metoden fra SAMKOM er valgt implementeret i vejdirektoratet vejforvaltningssystem vejman.dk, men er endnu ikke implementeret i Vejreglerne. Dette vil det med stor sandsynlighed ske i den kommende revision af *hæfte 0*.

Vejklassificeringen er, som beskrevet, også vejbestyrelsens redskab til at præge, forme, påvirke eller ændre på trafikanternes adfærd, rutevalg, hastighed med mere. Derfor blev det gennemgået, hvilke faktorer, som har indflydelse på rutevalgt, for at kunne identificere hvilke, der er påvirkelige gennem vejplanlægningen.

Det er kortlagt hvorledes trafikanterne påvirkes af en række fysiske, socioøkonomiske og normative faktorer, samt af deres egen personlige erfaringer, viden, præferencer med mere. Men hvilke af disse rutevalgs faktorerne påvirkes af vejplanlægning og vejklassificering.

De socioøkonomiske og normative er, efter afdækningen af rutevalgsfaktorerne, ikke vurderet til at være direkte påvirkelige gennem vejplanlægning, da de afhænger af blandt andet trafikantens alder og indkomst. Det er derimod fundet, at de fysiske faktorer er direkte påvirkelige gennem vejplanlægning og derfor den primære faktor, som udnyttes, når der foretages vejplanlægning. Det antages altså, at have en direkte effekt på vejnettet trafikanter, hvis vejbestyrelsen ændrer på vejnettets fysiske standard, herunder på den skilte hastighed, de skilte anbefalede rute, samt ved ind og udbygning af en vejstrækning med mere.

Hvad angår de personlige karakteristika er disse ej heller direkte påvirkelige gennem brug af vejplanlægning og vejklassificering, men det antages, at såfremt de fysiske faktorer ændres, vil dette påvirke bilisten til at genoverveje, eller ændre sine tidligere erfaringer, vurderinger og beslutninger, og derved på sigt ændre trafikantens personlige karakteristika.

KAPITEL 3

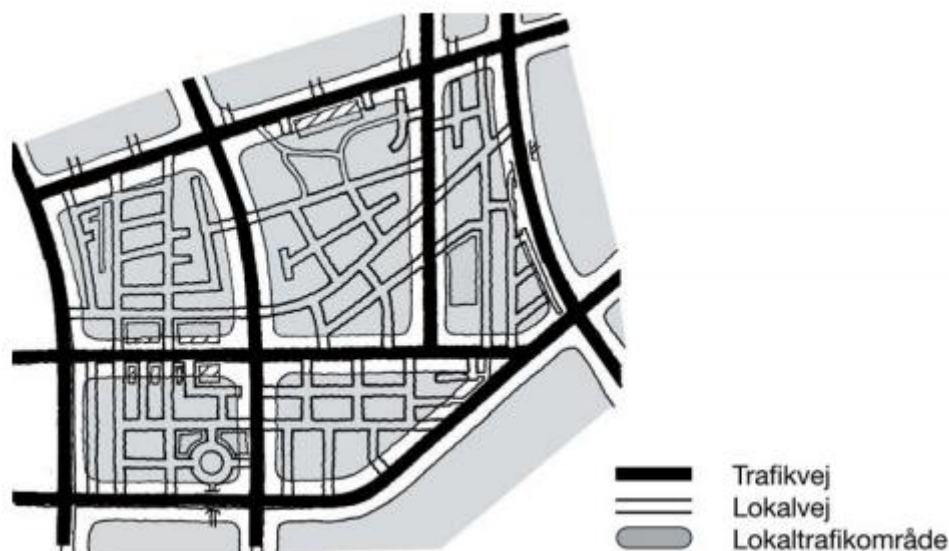
PRINCIPPER FOR VEJKLASSIFICERING

Når en vejbestyrelse gennemfører en funktionel klassificering af vejnettet i et byområde, anbefales det, at der tages udgangspunkt i SAMKOM tretrinsmodel, beskrevet i afsnit 2.5 og i bilag b

Denne model anbefaler, at det overordnede vejnet fastlægges med udgangspunkt i de eksisterende trafikale og fysiske forhold. Trafikvejnettet planlægges som udgangspunkt først, hvorefter de enkelte lokalområder gennemgås for at sikre, at områderne ikke gennemskæres af trafikveje eller er for store. Findes der uhensigtsmæssigheder, startes der på ny. Princippet for en effektiv vejklassificering for et fiktivt byområde er vist på figur 4.

Trafikvejene i et byområde, skal betjene både den gennemkørende og den tunge trafik, og trafikken mellem kommunerne og omverdenen. Lokalområderne skal med sine lokalveje, som udgangspunkt kun betjene trafik med ærinde i de enkelte lokalområder. (SAMKOM, 2009)

Figur 4: Princip for vejklassificering i byområder.



Vendes fokus fra trafikplanlæggeren til bilisterne, som benytter vejene, skal bilisterne, hver gang de foretager en tur, gennemføres et rute/vejvalg. Rutevalget skal gerne være i overensstemmelse med vejklassificeringen, for at denne har den ønskede effekt, men

høj koncentration af eksternaliteter (luftforurening, støj mv.) på få overordnede veje osv.

For bilisterne er de enkelte vejes vejklasser ikke direkte synlige, men der arbejdes på gennem vejplanlægningen, at tydeliggøre de enkelte vejes funktion overfor bilisterne. Hos bilisterne udgør de fysiske forhold kun en meget lille del i beslutningsprocessen i et rutevalg, og det er derfor ikke en nødvendigvis en garanti for, at bilisterne observerer og anvender det i forbindelse med deres rute/vejvalg. Som beskrevet i afsnit 0, vælger/påvirkes bilisternes også af en række andre forhold, herunder socioøkonomiske og normative faktorer.

Vælger og gennemfører bilisterne ikke de enkelte ture, i overensstemmelse med vejklassificeringen, kan vejplanlægningen miste en stor del af sin effekt. Dette er udgangspunkt for nærværende undersøgelse, som skal kortlægge og analysere, i hvor stort omfang vejklassificeringen bliver respekteret/overholdt i bilisternes rutevalg. Trafikplanlæggerne ønsker, at bilisterne anvender det overordnede vejnet, når de transporterer sig mellem de enkelte lokalområder. Men sker dette også i praksis?

Med udgangspunkt i de seneste års teknologiske udvikling og anvendelse af nye teknologier til indsamling af trafikdata, er det i dag muligt at gennemføre undersøgelser, som ikke kun er baseret på snittællinger eller andre mere statiske indsamlingsmetoder. Det er i dag muligt at anvende eksempelvis Floaring Car Data (FCD), eller på dansk *data fra kørende biler*, hvor de enkelte køretøjer indsamler data hvert sekund, indeholdende information om blandt andet køretøjets geografiske position og aktuelle hastighed.

Muligheden for at følge køretøjer både over tid og sted, er specielt for FCD og en af de primære årsager til, at FCD er valgt som datagrundlag for denne undersøgelse. Der er gennemført flere projekter, hvor meget store mængder af FCD er indsamlet, men det er endnu begrænset, hvad disse data anvendes til. Denne udfordring, ses inden for alle sektorer både trafiksektoren men ikke mindst også IT-sektoren.

"There exists an enormous—and growing—gap between the amount of information continuously collected by existing sensors and our ability to quickly take advantage of that information." (Vaidya, 2011)

Mulighederne for brug af FCD er mange. Denne undersøgelse vil tilføre en ny anvendelsesmulighed, såfremt der kan udarbejdes en tilstrækkelig effektiv og retvisende metode. Problemformuleringen for nærværende undersøgelse er:

- *Er det muligt at udvikle en metode, baseret på FCD, der kan beskrive i hvor høj grad bilisterne følger intensjonen i den vejklassificering som vejbestyrrelserne udfører?*

Undersøgelsen vil blive gennemført i et større byområde, da eksternaliteterne ofte er mere koncentrerede her. Samtidigt findes der ofte i byområder flere mulige rutealternativer, end der gør i det åbne land.

Det dermed er ønsket, at resultaterne af undersøgelsen samt de metoder som bliver udviklet kan anvendes af blandt andet vejbestyrrelserne i deres arbejde med forbedring af vejklassificeringen og i kampen mod uhensigtsmæssige rutevalg, som ikke følger de funktionelle vejklasser.

3.1 Afgrænsning

Valget af FCD som datagrundlag giver store muligheder for de videre analyser, men det begrænser også undersøgelsens geografiske område, idet der endnu ikke er findes almen tilgængelig landsdækkende FCD.

Der har været flere mulige leverandører af FCD til nærværende undersøgelse, men ikke alle har kunnet levere data i rå form, og hos andre har data været begrænset til kørsel på faste ruter eller med tvungne ærinder. Til nærværende undersøgelse, ønskes et neutralt datasæt, hvor bilisternes rutevalg ikke har været påvirket.

En af de mulige dataleverandører er GPS-navigationsproducenter, som eksempelvis TOMTOM, disse sælger dog udelukkende aggregeret data til eksempelvis; trængsel opgørelser samt hastighedsdata (Aalborg Kommune, Nordjyllands Trafikskab og Vejdirektoratet, 2009). Alternativt anvender flere transportvirksomheder, taxa- og trafikskaber, flådestyring og passagerinformationssystemer, som er baseret på FCD, men her antages det, at ikke data repræsenterer den generelle trafikants adfærd og rutevalg fra vejnettet. Den sidste mulighed er at anvende FCD fra et af de trafikforskningsprojekter, som er gennemført med brug FCD.

Det er i nærværende undersøgelse valgt, at anvende data fra trafikforskningsprojektet *Spar På Farten (SPF)*, som blev gennemført i Nordjylland i perioden 2006-2008 (Aalborg Universitet, 2007). Begrundelsen herfor er, at datagrundlaget er let tilgængeligt, og samtidig antages projektet ikke at have påvirket bilisternes rutevalg, hvilke eksempelvis var tilfældet ved forskningsprojektet AKTA, som var et pilotforsøg for indførsel af trængselsafgifter i Danmark (Sulkjær et al., 2005).

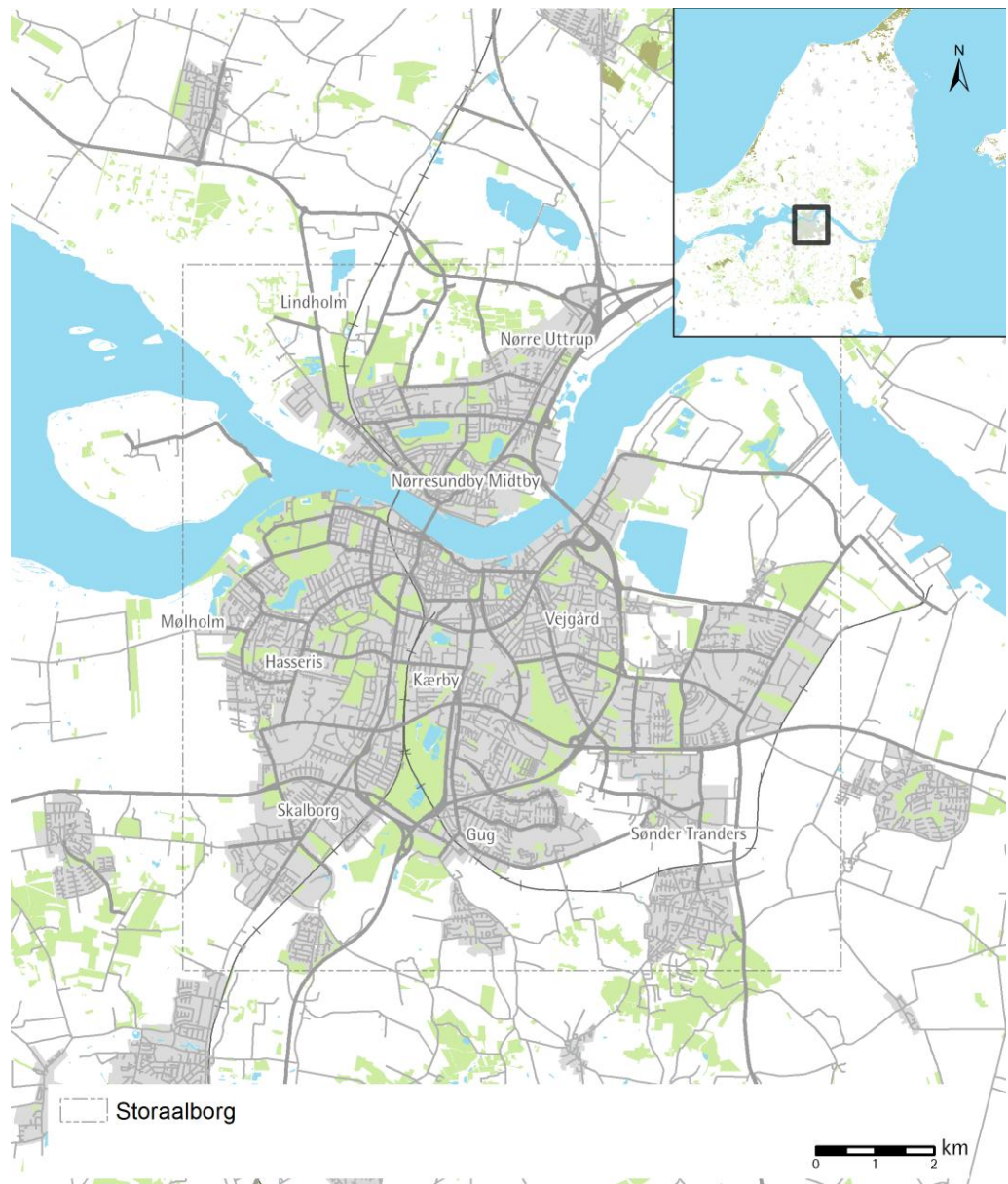
Da SPF er gennemført i Nordjylland, giver dette en naturlig geografisk afgrænsning. For at opfylde ønsket om at gennemføre nærværende undersøgelse i et større byområde, er Storaalborg valgt som undersøgelseslokalitet. Den konkrete afgrænsning er vist på figur 5.

Nærværende undersøgelse gennemføres som et *Proof of Concept study (POC)* /pilotstudie, hvor en stor del af fokus vil ligge på at udvikle og kvalitetssikre nogle brugbare og retvisende metoder, idet FCD endnu ikke har været anvendt til undersøgelser med den valgte problemstilling. Undersøgelsesperiodens begrænsede længde fra februar til juni 2011 har, også været bestemmende for, at der ikke kan gennemføres en fuldskala undersøgelse, eftersom metoderne først skal udvikles.

Det er valgt, at anvende data fra en enkelt måneds kørsel fra SPF. Det er valgt at anvende data fra september 2007, da denne måned forventes at være repræsentativ for de øvrige måneder, og idet den ikke antages påvirket af vejrforhold (gladføre eller sne) eller ferietrafik. Året 2007 er valgt, da dette ligger midt i undersøgelsesperioden.

Der er i undersøgelsen valgt at arbejde med de ture, hvis origo og destination begge findes inden for den geografiske afgrænsning. Det vil sige, at undersøgelsen kun beskæftiger sig med lokale ture foretaget i Storaalborg og ikke gennemkørende ture. Dette valg giver et mindre antal ture, end hvis de gennemkørende var medtaget. Begrundelsen, for kun at vælge lokale ture, ligger i den analysemetode, som er udviklet gennem undersøgelsen.

Figur 5: Kort over Storaalborg.



Det er endvidere i undersøgelsen valgt at se bort fra de helt korte ture, herved menes ture med en længde på under 0,5 kilometer. Dette er valgt, da det ikke antages, at være foretaget et selektivt rutevalg i så korte ture



Der er til undersøgelsen valgt, at anvende et digitalt vejnet fra vejman.dk. Dette kortgrundlag antages at være blandt et af de bedst opdaterede digitale vejnet, og indeholder som en af de eneste informationer omkring vejklassificering. Et digitalt vejnet skal altid ses som en model, hvilket vil sige, at det ikke er en eksakt repræsentation af det faktiske vejnet, men det bedst mulige efter forholdene.

Det digitale vejnet fra vejman.dk, er hentet gennem vejman.dk's Web Feature Service, og kortgrundlaget er herved det nyeste tilgængelige (Vejdirektoratet, 2011). Det digitale kortgrundlag, der anvendes i undersøgelsen, benyttes og ajourføres endvidere af undersøgelsesområdets to vejbestyrelser.

Aalborg Kommune er vejbestyrelsen for kommunevejene, mens Vejdirektoratet varetager statsvejnettet i undersøgelsesområdet. Begge vejbestyrelser har valgt at følge vejklassificeringsopdelingen og –metoden, som blev udvikling af SAMKOM, hvor vejnettet klassificeres i nedenstående vejklasser:

Byområder:

- Trafikveje
 - Primære trafikveje
 - Sekundære trafikveje
- Lokalveje
 - Primære lokalveje
 - Sekundære lokalveje
 - Tertiære lokalveje
- Stier

Åbent land:

- Trafikveje
 - Gennemfartsveje
 - Fordelingsveje
- Lokalveje
 - Primære lokalveje
 - Sekundære lokalveje
 - Tertiære lokalveje
- Stier

Inden for undersøgelsesområdet; Storaalborg, findes der jf. det digitale vejnet, godt 810 km veje. Vejnettet fordeler sig mellem de forskellige vejbestyrelser, som beskrevet i tabel 1. Opgørelserne i de kommende tabeller er, med mindre andet er angivet, et resultat af egne beregning baseret på det digitale vejnet og de administrative attributter, som er knyttet til de enkelte vejsegmenter.

Hovedparten af vejnettet i undersøgelsesområdet er kommuneveje, der udgør ca. 500 km. eller godt 64 % af det samlede vejnets længde. De private fællesveje udgør den næststørste andel (godt 22 % eller ca. 180 km.), efterfulgt af statsvejene som udgør ca. 50 km. eller ca. 6 %. Fordelingen er vist geografisk i figur 6.

Vejstatus	Længde [km]	Fordeling
Statsvej	51,5	6,3 %
Kommunevej	514,3	63,4 %
Privat fællesvej	177,2	21,8 %
Privat vej (1 ejer)	67,9	8,4 %
Veje uden vejstatus	0,3	0,0 %
Hovedtotal	811,3	100,0 %

Tabel 1: Oversigt over fordelingen af vejnettet i Storaalborg efter vejstatus.

Figur 6: Oversigt over kommune og statsveje i undersøgelsesområdet.



Vejnettet i undersøgelsesområdet er klassificeret som vist i tabel 2. Cirka 81 % af vejnettets totale længde er inddelt efter vejklasserne for byområder, mens ca. 16 % er inddelt efter klasserne for Åbent land.

Vejklasser	Længde [km]	Fordeling
Byområder - Trafikvej, primær	114,6	14,1 %
Byområder - Lokalvej, primær	493,9	60,9 %
Byområder - Lokalvej, sekundær	2,2	0,3 %
Byområder - Lokalvej, tertiær	52,3	6,4 %
Åbent land - Trafikvej, fordelingsvej	8,9	1,1 %
Åbent land - Trafikvej, gennemfartsvej	65,0	8,0 %
Åbent land - Lokalvej, primær	22,1	2,7 %
Åbent land - Lokalvej, sekundær	5,5	0,7 %
Åbent land - Lokalvej, tertiær	24,8	3,1 %
Veje uden vejklasse	22,0	2,7 %
Hovedtotal	811,3 km	100,0 %

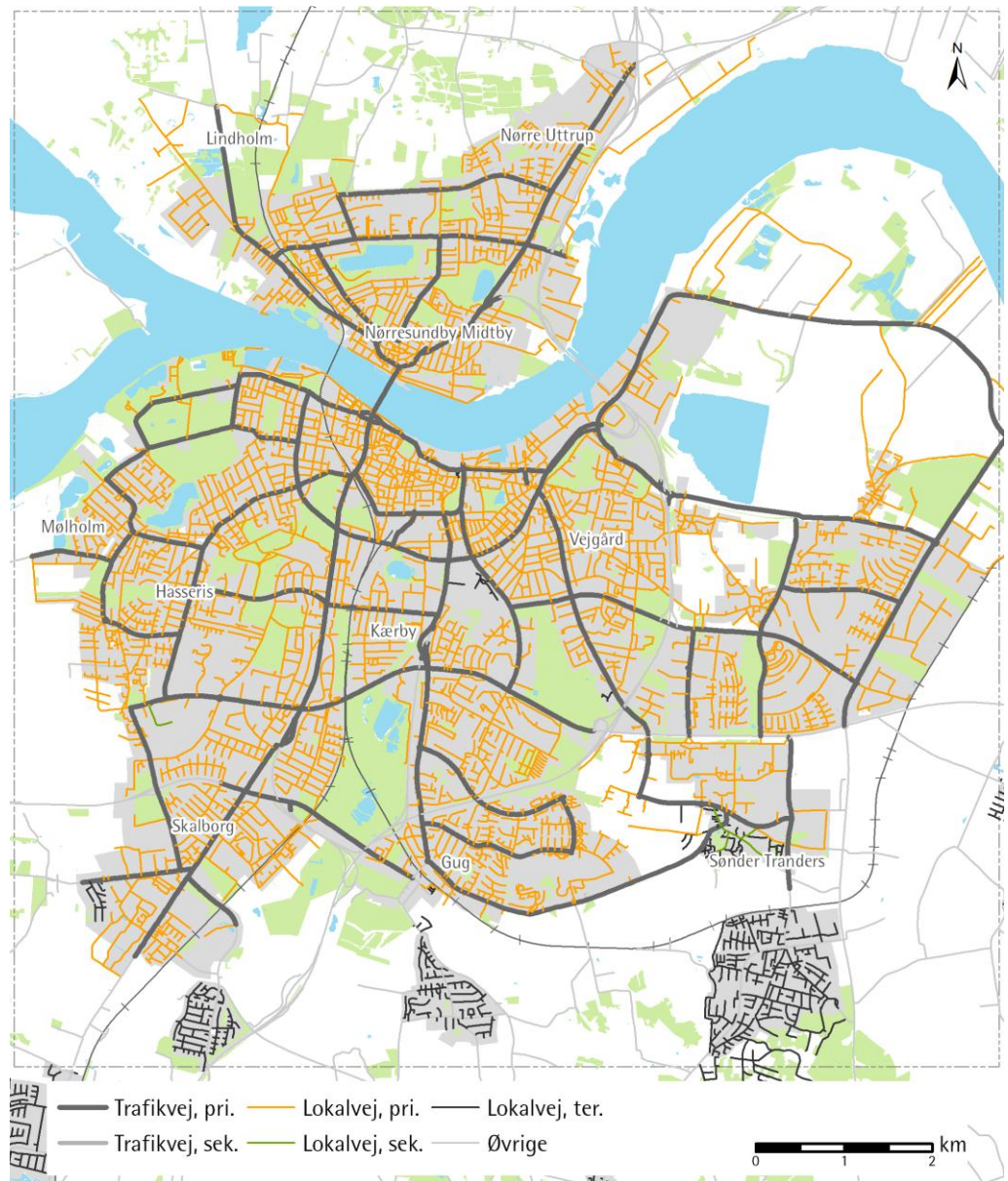
Tabel 2: Oversigt over fordelingen af vejnettet i Storaalborg efter vejklasse.

Den mest anvendte vejklasse er primære lokalveje i byområder, som udgør ca. 61 % af det samlede vejnet eller små 495 km. Den næstmest anvendte vejklasse er primære trafikveje, ligeledes i byområder, som udgør ca. 115 km ud af de samlede 810 km vejnet. Der er på bilag a vedlagt et kort i A3 størrelse, der mere detaljeret viser vejnettet i undersøgelsesområdet med vejnavne og vejklasser.

De bærende trafikveje i trafiksystemet i Aalborg for de nord- og sydgående forbindelser er trafikvejene; Hobrovej, Vesterbro, Thistedvej og Hjørringvej. Det radiale trafikvejnet er opbygget omkring trafikvejene; Østre Alle, Ny Kærvej, Over kærret, Th. Sauers vej og Forbindelsesvejen. Derudover er trafikveje som Hadsundvej, Sohngårdsholmsvej, Hasserisvej og Humlebakken også veje med afgørende betydning for trafikafviklingen i Aalborg by. Som det ses af tabel 2, er alle trafikveje i undersøgelsesområdet defineret som primære trafikveje. Den anden underklasse; sekundære trafikveje er ikke anvendt.

For byområderne har Aalborg Kommune valgt at anvende de primære og tertiære lokalveje inden for Aalborg by, mens de sekundære lokalveje er valgt som lokalvejsklasse i de mindre oplandsbyer, se figur 7.

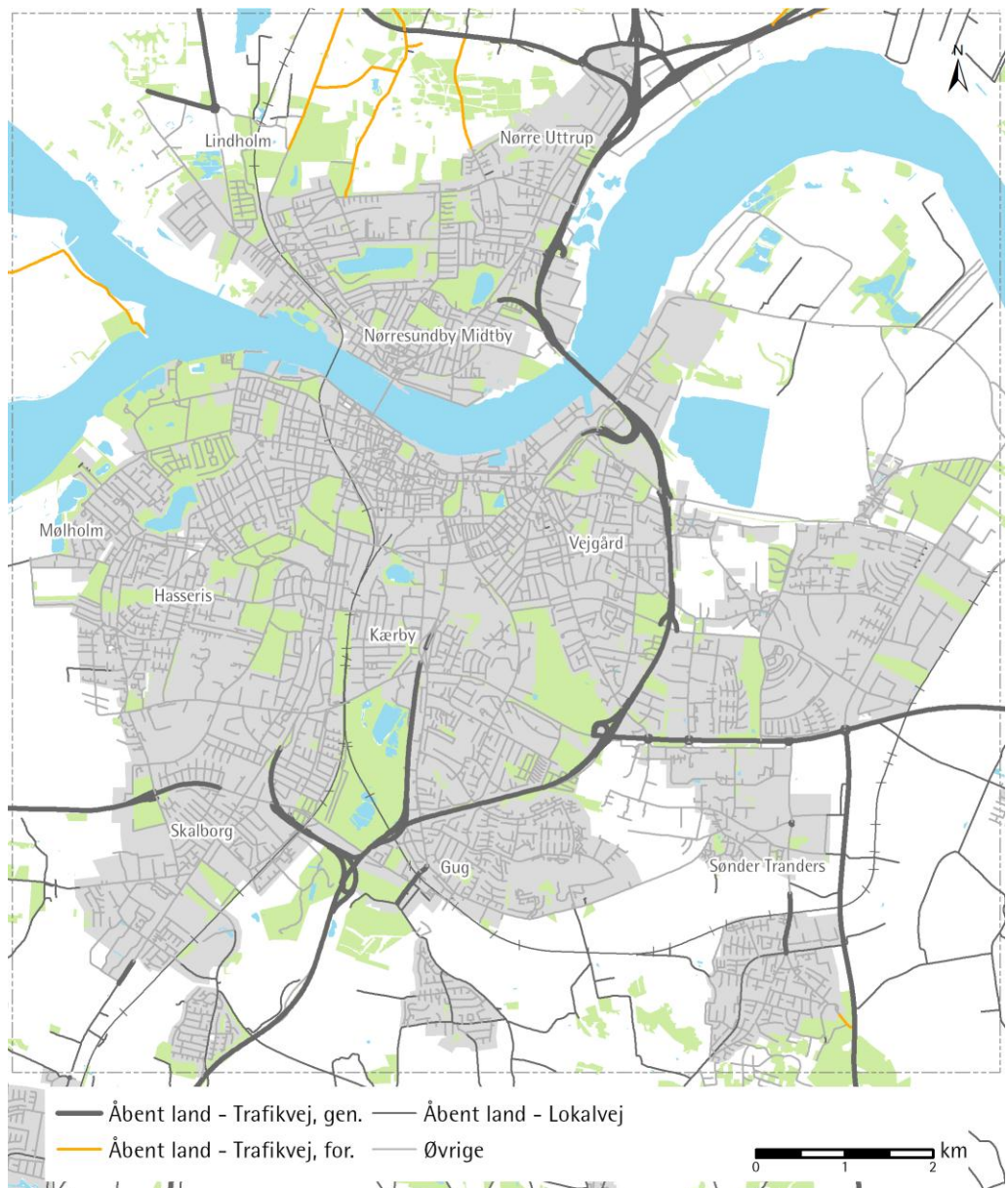
Figur 7: Oversigt over undersøgelsesområdets vejklassificering for byområder.



Foruden den del af vejnettet, som er klassificeret efter byområder, findes der også en del veje, som er klassificeret efter inddelingen for det åbne land. Inddelingen for det åbne land dækker i undersøgelsesområdet primært motorvejene; Nordjyske Motorvej, Ådalsmotorvejen, samt de større hovedindfaldsveje; Egensevej, Ny Nibevej, Thistedvej samt Høvejen. En samlet oversigt over vejklassificering efter det åbne land, kan ses på figur 8.

Trafikvejnettet i Storaalborg er forholdsvis fintmasket, maskevidden er estimeret til ca. 800 m.

Figur 8: Oversigt over undersøgelsesområdet
vejklassificering for det åbne land.



Der er forsøgt at finde information omkring de kriterier, som ligger bag Aalborg Kommunes valgte inddeling, primært med interesse for inddelingen i den bymæssige del af Storaalborg. Der er herunder beskrevet de kriterier, som er anvendt for klassificeringen af de primære trafikveje for byområder, som er udarbejdet og anvendt af Aalborg Kommune.

"Kriterier for klassifikation - trafikveje by:

- *Flersporede veje - f.eks. Humlebakken og Hobrovej*
- *Indfaldsveje og ringveje - f.eks. Østre Alle og Sønderbro*
- *Hastighedsgrænse > 50 km/t*

- *Fødevej til motorvej/motortrafikvej – f.eks. Forbindelsesvejen og Øster Uttrup Vej*
- *Veje med gennemkørende trafik, der i væsentlig grad betjener trafik mellem kvarterer eller handelscentre – f.eks. Over Kæret og Hasserisvej*
- *Veje med ÅDT større end ca. 3.500 køretøjer, svarende til Vejdirektoratets vejledende grænse" (Aalborg Kommune, 2007)*

Som det fremgår af beskrivelsen omkring klassificeringen, er der anvendt en række forskellige parametre; herunder antal spor, hastighedsgrænse, trafikmængder med mere. Alle disse parametre fastlægges af den enkelte vejbestyrelse og er ofte baseret, som det også ses her, på tidligere erfaringer. For de øvrige vejklasser i byområder har det ikke været mulig at finde de anvendte kriterier, men inddelingen af lokaleveje i de forskellige underklasser har ikke den store betydning for nærværende undersøgelses formål.

Det digitale vejnet, som indeholder informationen omkring vejklassificeringen af vejnettet i Storaalborg, er udgangspunktet for den videre analyse. Meget simplificeret vil de videre analyser, blive baseret på en overlay/overlejring mellem det digitale vejnet og turene fra FCD.

4.1 Spar på farten

Der er til denne undersøgelse valgt at anvende FCD fra den nordjyske trafikforskningsprojekt, SPF. SPF blev gennemført i perioden juni 2006 til december 2008, og byggede på et samarbejde mellem Aalborg Universitet, Nordjyllands Amt og forsikringsselskabet Top Danmark (Aalborg Universitet, 2007). Projektet er en videreudvikling af forprojektet INFATI. Hvor INFATI havde til formål at udvikle og afprøve trafikinformatik til Intelligent Farttilpasning (ISA), blev SPF gennemført med det formål at kortlægge om ISA i kombination med information og incitament (forsikringsrabat) på en effektiv måde kunne anvendes til at begrænse overtrædelser af hastighedsgrænserne og dermed antallet af alvorlige trafikulykker. (Lahrman et al., 2007), (INFATI, 2000)

Herunder er en forklaring af projektet og dets formål:

"Spar på Farten er således et projekt, som kan karakteriseres som både informativt og kontrollerende, idet det undersøges, om information og logging af hastigheder koblet med økonomisk belønning kan motivere biler til at nedsætte hastigheden." (Aalborg Universitet, 2007)

SPF havde i alt 153 deltagende køretøjer, som i projektperioden kørte ca. 2,8 millioner km. Deltagelsen i projektet var baseret på frivillighed, hvilket bevirker, at der er en vis skævhed i den demografiske sammensætning af deltagerne.

I alle de deltagende bilisters køretøjer blev der monteret en elektronisk enhed (OBU), bestående af:

- "1. En GPS/GPRS enhed med et hukommelseskort, hvor det digitale kort med hastighedsgrænser er placeret. Denne enhed er gemt under instrumentbrættet.*
- 2. Et display og en højttaler placeret i friskluftdysen. Displayet viser hastighedsgrænsen, strafpoint for den aktuelle tur og det totale antal strafpoint.*
- 3. En GPS antenne placeret bag bakspejlet." (Lahrmann et al., 2007)*

Det data, som OBU'en modtog fra GPS-enheden, blev behandlet og efterfølgende logget med 1 Hz. Det loggede data blev via et GPRS-modul og et tilhørende simkort uploadet til en central webserver hver nat.

Der blev i løbet af projektet indsamlet ca. 381 millioner logninger. Hver sekundlogning repræsenterer et geografisk punkt, hvortil der er knyttet en række attributter; blandt andet et tidstempel, et unik køretøjs-ID, køretøjets aktuelle hastighed og en vejkode, hvis denne kunne findes via map matching¹ (MM). I SPF var det GPS sekundlogningerne, der blev MM til det underliggende digitale vejnet.

Det er MM logningsdata, som nærværende undersøgelse baseres på.

Det vurderes, at SPF's formål og fokus på hastighedsoverskridelser ikke har påvirket bilisternes rutevalg på en sådan måde, at datagrundlaget ikke kan anvendes i nærværende undersøgelse. Begrundelsen herfor skal findes i, at der intet sammenhæng er mellem hastighedsoverskridelser og de parametre, som bilisterne lægger til grund for deres rutevalg.

Anvendelsen af GPS baseret FCD giver anledning til usikkerheder, i alt blandt andet nøjagtigheden af den geografiske position fra GPS-loggeren. Der er i forbindelse med SPF's forprojekt, INFATI, gennemført en undersøgelse, som belyser netop usikkerheden i den mobile GPS-loggers positionsbestemmelser. Undersøgelsen fra INFATI viser, at GPS positionerne i forhold til et underliggende digitalt vejnet i gennemsnit afviger ca. 12,5 m i forhold til system/centerlinjer. Der er ikke anvendt samme GPS-hardware i de to projekter, men udstyret antages at have minimum samme og med stor sandsynlighed højere præcision, så resultaterne antages at kunne overføres direkte til SPF's hardware. (Brandi et al., 2001)

¹ Map Matching (MM) et betegnelsen for den metode, der anvendes når to sæt af geografiske informationer korreleres (Xiong, 2000)

Den gennemsnitlige afvigelse på 12,5 m blev fundet utilstrækkelig, hvorfor der i forbindelse med SPF, blevet udviklet en online MM algoritme, som blev afviklet hver gang OBU'en modtog en GPS signal fra GPS-loggeren. (Tradisauskas et al., 2007)

Dataet fra nærværende undersøgelse er altså blevet online MM og er endvidere gennemført en offline Dead Reckoning (DR), som udfyldte huller i datasættet, de steder, hvor tidsforskellen mellem to på hinanden følgende GPS-logninger, var under 20 sekunder. DR-algoritmen anvendte en lineærregressionens metode til at udfylde hullerne på baggrund af de foranliggende punkters hastigheder, og retninger. (Spar På Farten, 2007)

Det vil i kapitel 5 blive foretaget en mere dybdegående forklaring af FCD, samt de principper og teknologier denne baseres på.

4.1.1 Datagrundlag fra undersøgelsesområdet

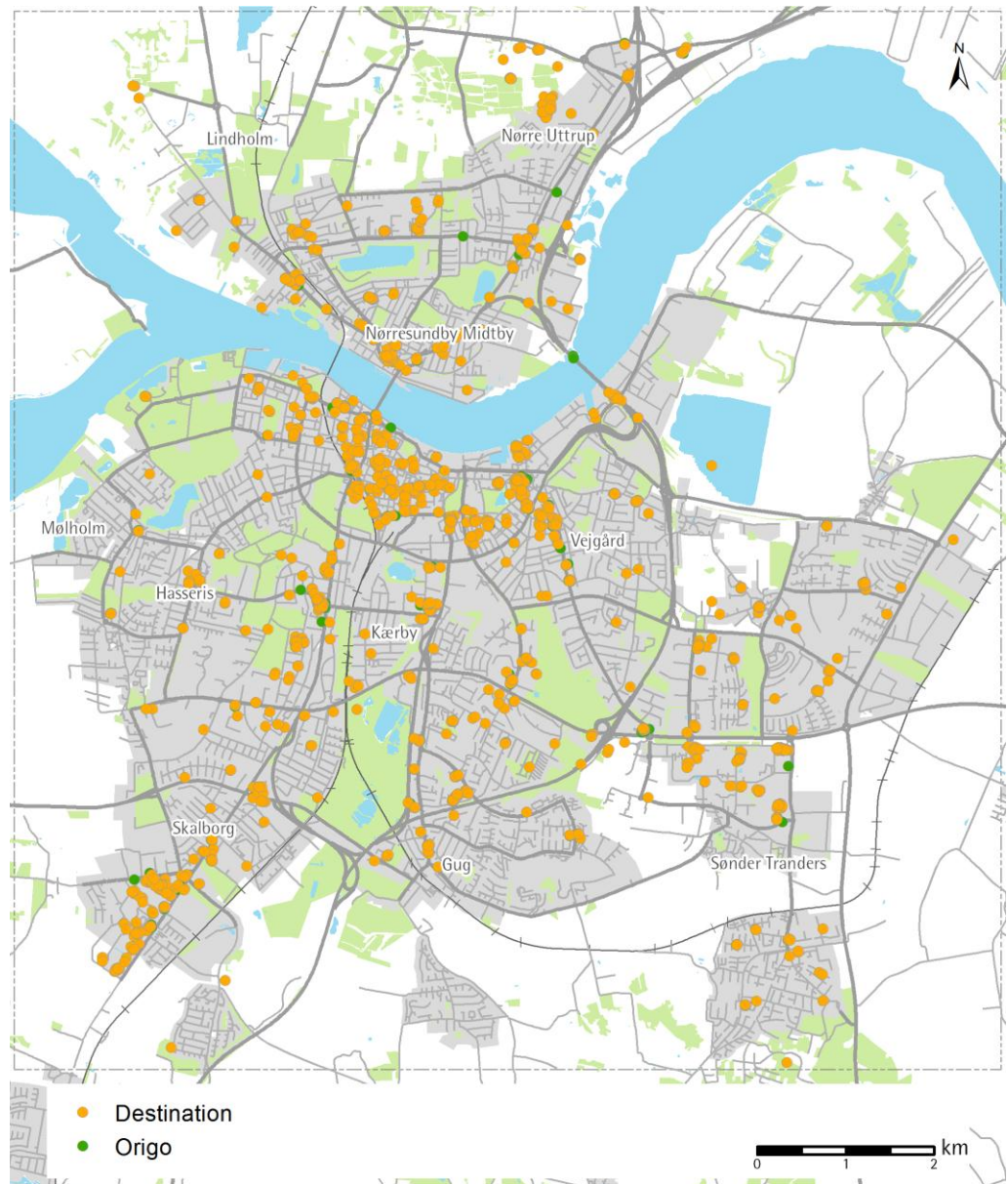
SPF's deltagere var alle bosiddende i Nordjylland, men der er logget data fra bilisternes færd i hele Danmark. Det rå datagrundlag, bestod af i alt 2,4 millioner logninger, svarende til godt 3.000 ture. Som beskrevet i afsnit 3.1, er det valgt at afgrænse undersøgelsen til kun at behandle de logninger, som er foretaget inden for Storaalborg fra september 2007. Der er endvidere valgt at gennemføre en kvalitetssikring hvor i alt yderligere 35 ture er fjernet som følge af turlængder på 0 meter. Ture, hvor de geografiske logninger var fejlbehæftet, eksempelvis hvor GPS-positioner lå i Limfjorden, eller hvor der var urealistisk langt mellem de to efterfølgende punkter er også fjernet fra undersøgelsens datagrundlag. Denne valgte afgrænsning og manuelle kvalitetssikring betyder, at den videre analyse baseres på godt 1,4 millioner punkter, svarende til ikke 1.749 ture. Turene har en samlet længde på godt 9.100 km. Turenes og deres forløb er vist på figur 9.

Figur 9: Oversigt over undersøgelsens turlinjer og turpunkter.



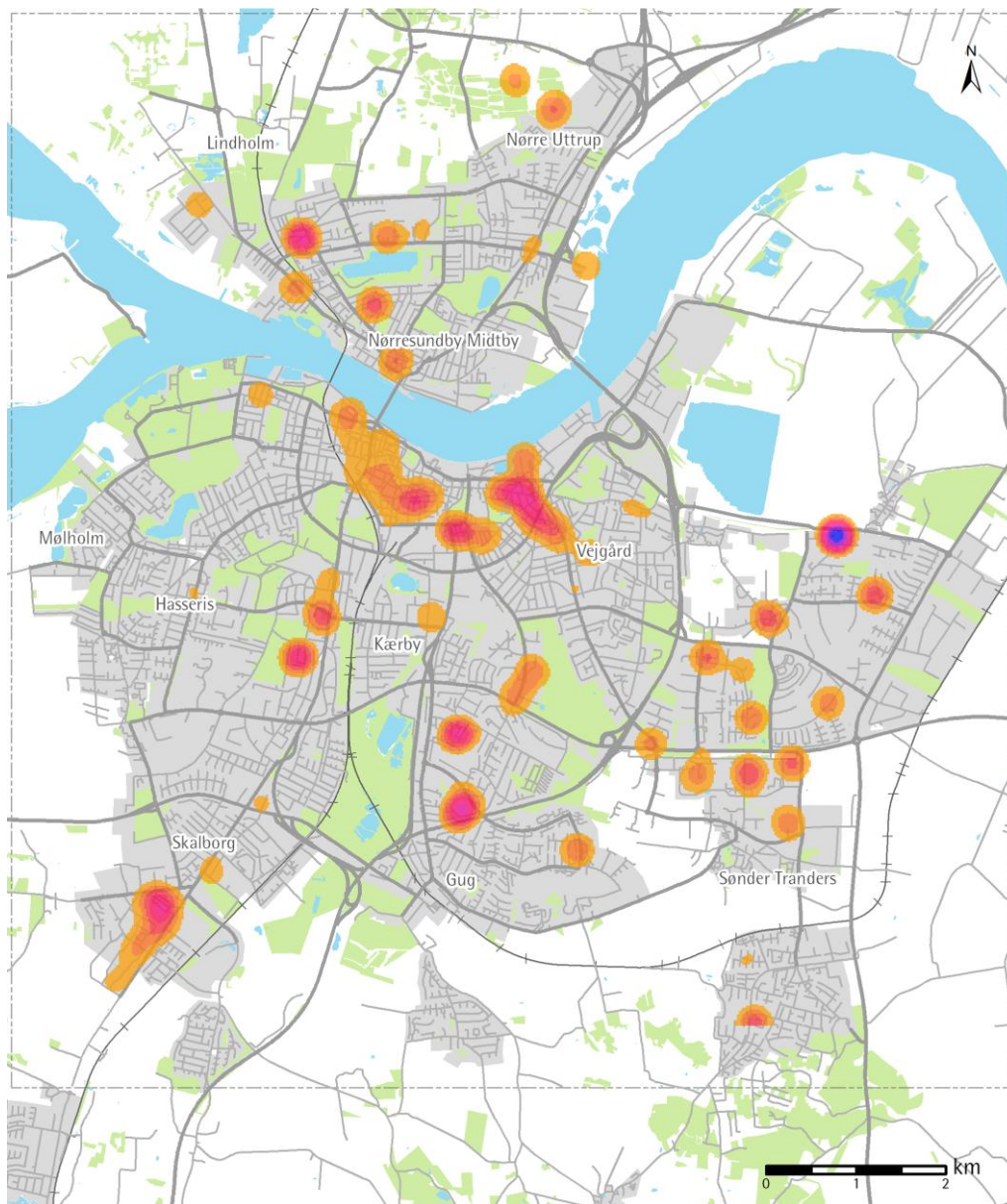
Foruden turlinjerne er der også medtaget en grafisk fremstilling af turenes origo og destinationer, se figur 10.

Figur 10:
Oversigt over
undersøgel-
sens turpunk-
ter.



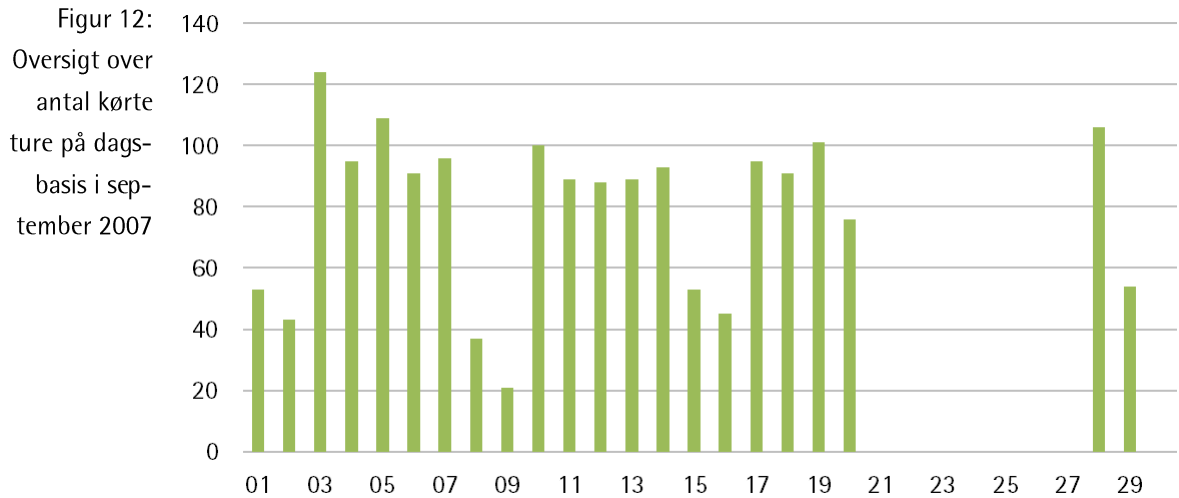
For at belyse, hvor koncentrationen af turenes origo og destination er højest, er der gennemført en tæthedsanalyse, se figur 11. Figuren viser tætheden af turenes origo, der kunne også gennemføres en tæthedsanalyse af destinationerne. Dette er udelagt, da der er et meget stort sammenfald mellem turenes origo og destinationerne.

Figur 11: Kort der viser koncentrationen/tætheden af turens origo.

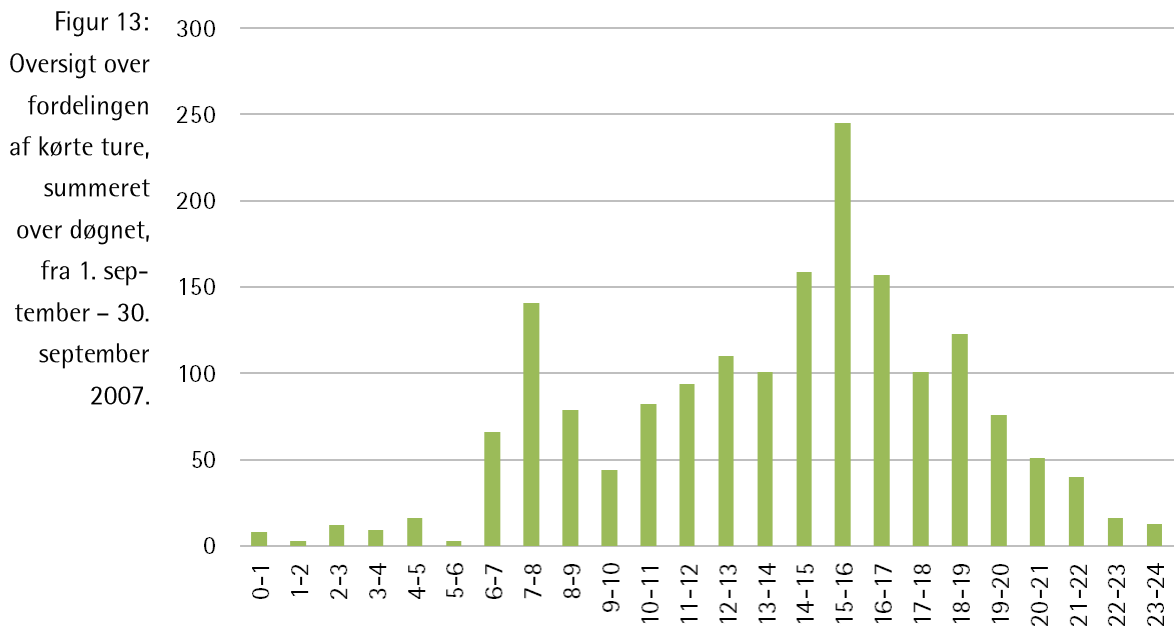


Turene varierer i meget længde; den gennemsnitlige turlængde er 5,2 km, mens den længste tur er 47,5 km. Det er valgt, at se bort fra ture under 0,5 km, så den korteste tur i undersøgelser er 0,51 km. Det gennemsnitlige tidsforbrug for turene er ca. 10 min, mens den korteste tur tog ca. 2 min. og den længste tog 1 timer 37 min at gennemføre.

Turene er kørt i perioden fra 1. september til 30. september 2007, og turfordelingen over denne måned fordeler sig som vist i figur 12. Der har været et udfald i turene i perioden 21.-28. september 2007, årsagen hertil er ukendt.



Der er medtaget en turfordeling over døgnet, se figur 13. Som det fremgår af figuren er der peak mellem klokken 7-8 og igen mellem klokken 15-16.



Turene er kørt af 65 forskellige bilister. De 65 bilister, er en meget lille andel; nærmere 0,5 promille, hvis det sættes i forhold til det samlede antal beboere i Storaalborg, som i 2007 udgjort 127.000 indbyggere (Aalborg Kommune, 2010). På grund af denne lille stikprøve, kan bilisternes ikke med sikkerhed betegnes som værende repræsentative for alle bilisterne i Storaalborg. Der vil ikke blive gennemført analyser af repræsentativiteten, hvorfor denne undersøgelse kun vil analyserer og beskriver rutevalget for de bilister, som har deltaget i projektet.



For at kunne undersøge bilisternes rutevalg på vejnettet i et større byområde, er det nødvendigt med et datagrundlag, der kan følge bilisternes færdselsmønster over både tid og sted. Det skal være muligt, at se rutevalget for de enkelte ture, og samtidig skal datagrundlaget være i et format, som gør det muligt at analysere og viderebehandle, således bilisternes valgte rute og færdens kan kortlægges og sammenholdes med vejnetnets funktionelle klassificering.

5.1 Valg af datagrundlag – FCD

Der er til denne undersøgelse, som beskrevet tidligere, valgt at anvende FCD, som er en forholdsvis ny metode til registrering og indsamling af data og informationer om trafikanten og trafikken.

Dataindsamlingsmetoden for FCD fungerer på den måde, at der i hvert køretøj installeres en såkaldt *on board unit*, (OBU). OBU'en er en elektronisk enhed, som normalt består af en GPS-logger, et *General Packet Radio Service* (GPRS)-modul og en computer. OBU'en indsamler og logger data fra enhedens GPS-logger omkring køretøjets aktuelle position, hastighed, acceleration med mere og kan samtidig kobles til andre af bilens interne systemer, så der også kan logges data om eksempelvis; køretøjers brændstof-forbrug, udetemperatur og lignende (Bishop, 2005)

FCD anvender Global Navigation Satellite Systemet (GNSS) til positionsbestemmelsen, hvor det ved hjælp af satellitter i rummet er muligt at bestemme en modtagers position på jordens overflade med meget stor nøjagtighed. På nuværende tidspunkt er det amerikanske system GPS, det eneste fungerende GNSS-system. GPS-systemet er opbygget omkring 24 satellitter, som ved hjælp af triangulering og sammenligning af tidsstemples, kan bestemme modtagerens geografiske position (Dueholm et al., 2005).

For at kunne anvende en triangulering, er det nødvendigt med minimum tre tilgængelige/synlige satellitter og gerne flere, da dette er med til at højne nøjagtigheden af positionen. Med tre tilgængelige satellitter er det muligt at bestemme positionen i 2D (latitude, longitude), mens der som minimum skal være fire tilgængelige satellitter, hvis positionen skal bestemmes i 3D (latitude, longitude, altitude). For standard mobile GPS-enheder regnes der med en nøjagtighed på mellem 5 – 25 meter afhængigt af signalet og antallet af tilgængelige satellitter. Signalkvaliteten afhænger meget af omgivelserne, og det er specielt høje og tætliggende bygning, tunneller, ramper og terrænsænkning, der svækker signalet til satellitterne, og derved forringer positionens

nøjagtighed. På grund af den svingende nøjagtighed og omgivelsernes påvirkning, anvendes der ofte forskellige hjælpesoftware/hardware; så som algoritmer til Dead Reckoning (DR) og Multipath Propagation (MP). Derudover kan der gennemføres off- eller online MM, til at højne kvaliteten af GPS-positionerne. I SPF blev der gennemført en online MM og offline DR, mens der ikke var et system til at tage højde for MP. (Tradisauskas et al., 2007), (Brandi et al., 2001)

OBU'en, som modtager positionen fra GPS-enheden og eventuelt andre elektroniske enheder, kan logge data over en periode til senere aflæsning, eller sende informationen videre i realtid. Logfrekvensen for OBU'ens varierer alt efter formålet og udstyret, men der logges ofte hvert sekund eller hvert hele eller halve minut. Logningsfrekvensen er en afvejning mellem datamængden der logges og datakvaliteten. For datagrundlaget fra SPF blev der logget data med 1 Hz.

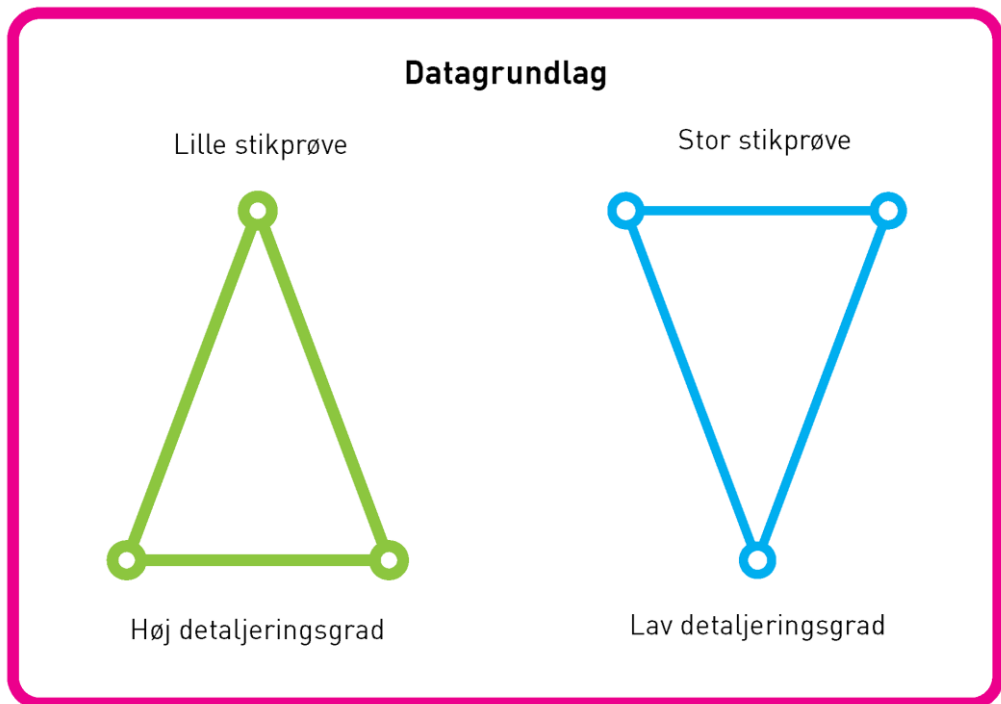
FCD kan anvendes til indsamling af forskellige information afhængigt af ønsker og det valgte udstyr. Logningerne kan anvendes til flådestyring, overvågning, forudsigelse af trængsel, trafikuheld, punkt- og strækningshastighed eller, som i dette tilfælde, bilisternes faktiske rutevalg.

Anvendelse af FCD til registrering og kortlægning af bilisternes rutevalg har en række fordele, idet de menneskelige fejlkilder som blandt andet kan forringe datakvaliteten, elimineres. Samtidig er der ingen middelbare geografiske begrænsninger for analyseområdets størrelse, da FCD er baseret på GPS. Det påvirker ej heller økonomien at analysere et større område, når OBU'en først er installeret i køretøjerne. En anden af de store forer ved FCD er, at metoden sikrer en høj reliabiliteten, da der er indsamlet faktisk data og ikke data, som er baseret på hukommelse eller som er interpoleret.

De primære ulemper, ved at anvende FCD som datagrundlag, er at stikprøvens størrelse ofte er meget begrænset i forhold til det samlede antal køretøjer (population) på vejnettet. Samtidig er det omkostningsfyldt at få indkøbt og monteret udstyret i de enkelte køretøjer, mens den efterfølgende drift og dataindsamling er mindre ressourcekrævende.

Når der vælges datagrundlag til undersøgelser som denne, er der ofte et dilemma om der skal vælges en datakilde med en lille stikprøve, hvor data detaljeringsgraden er høj, eller omvendt en datakilde som giver en stor stikprøve, men hvor detaljeringsgraden af data er lavere, se figur 14.

Figur 14:
Stikprøve-
størrelse og
data detalje-
ringsgrad



For nærværende undersøgelser er det valgt at anvende den lille stikprøve/høje detaljeringsgrad af data af flere årsager. Dels tager analyserne udgangspunkt i enkelte veje og vejsegmenter, som de enkelte køretøjer har gennemkørt. Dette kombineret med et ønske om kunne gennemføre analyserne på et større geografisk område, medførte at den høje detaljeringsgrad, blev prioriteret højere end en stor stikprøve, trods de ulemper dette medfører.

De primære grunde til, at FCD er valgt som indsamlingsmetoder, er, at data er let tilgængelig gennem SPF, da dataindsamlingen er foretaget. Endvidere sikrer FCD en høj reliabiliteten, samtidig med at dataindsamlingsmetode giver rådata i et format, som er meget let bearbejdelig, og som giver gode muligheder for yderligere databehandling og -analyse.

5.2 Alternative dataindsamlingsmetoder

Datagrundlaget for undersøgelsen er valgt til FCD, men der eksisterer flere andre alternativer, som kan levere data omkring bilisters rutevalg. Herunder er der samlet en liste over de dataindsamlingsmetoder, som er vurderet til også at have potentielle som indsamlingsmetode til nærværende undersøgelse:

- Nummerskrivningsanalyser
- Turdagbøger
- Bluetooth registrering

Hver af de ovenstående dataindsamlingsmetoder vil i det efterfølgende afsnit blive præsenteret nærmere, og det vil samtidig blive diskuteret, hvilke fordele og ulemper de forskellige indsamlingsmetoder og deres data besidder i forhold til den valgte datakilde, FCD.

5.2.1 Nummerskrivningsanalyser

Denne dataindsamlingsmetode tager udgangspunkt i en registrering, baseret på køretøjernes indregistreringsnummer/cifre på nummerpladen, på udvalgte lokaliteter i et område eller et vejnet. Efter dataindsamlingen sammenholdes registreringerne og afhængig af formålet med undersøgelsen, kan bilisternes kørselsmønster, tidsforbrug, turformål; gennemkørende eller ærindetraфик, fastslås. (Lahrmann & Leleur, 1994)

Dataindsamlingen kan foretages manuelt, gennem brug af observatører, som anvender papir, håndholdte terminaler eller diktafoner til at registrere køretøjernes indregistreringsnummer, tidspunkt, køretøjstype med mere. Alternativt kan der anvendes maskinelle registreringer, hvor kameraudstyr med nummerpladegenkendelses software, foretager registreringerne. Nummerskrivningsanalyser falder ind under kategorien, hvor stikprøvestørrelsen er stor og detaljeringsgrader ofte er lavere. Overordnet set er det ofte antallet af observatører eller andet alternativt maskinelt udstyr, som udgør begrænsningerne i indsamlingsmetoden og dennes detaljeringsgrad.

Uafhængig af hvilken indsamlingsmetode, der anvendes, kræver brug af nummerskrivningsanalyser/nummerpladegenkendelse, at analyseområdet er klar afgrænset, da indsamlingsmetoden er baseret på sammenligning af køretøjernes nummerplader forskellige steder i et område eller en vejstrækning. Nummerskrivningsanalyser og nummerpladegenkendelser egner sig bedst til lukkede vejsystemer som motorveje eller mindre fastafgrænsede områder og vejstækninger, hvor trafikintensiteten ikke er for høj og gennemkørselstiden ikke overstiger 20 minutter. Skal metoden anvendes i større områder, med eksempelvis mange kryds, skal antallet af observatører eller kameraer være meget højt for at sikre, at køretøjer ikke forsvinder ud af tællingerne og giver unødvendige fejlkilder, som i værste tilfælde gør, at det er nødvendigt at forkaste resultaterne (Vejdirektoratet, 1985).

Der kan her stilles spørgsmål ved metodens egnethed som datagrundlag for nærværende undersøgelse, som tager udgangspunkt i hele Storaalborg; et område, hvor gennemkørselstiden ofte overstiger 20 min. og hvor vejnet er stort og omfattende. Hvis rutevalget skulle kortlægges, ville det kræve et meget højt antal af observatører. Baseret på antallet af knudepunkter i Storaalborg, er det skønnet at antallet af nødvendige observatører, vil være flere hundrede for at afdække bilisternes rutevalg med en rimelig nøjagtighed. Efterfølgende vil der endvidere skulle foretages en større bearbejdning af data, før dette var tilgængeligt til videre analyse. Det ville samtidigt ej heller være muligt indenfor rammerne af denne undersøgelse, at indsamlet et så stort datasæt.

Fordelene ved anvendelse af nummerskrivningsanalyser er, at næsten hele populationen registreres og ikke kun en stikprøve som ved brug af FCD. Metoden har sin force, når der skal udføres enkelt tællinger i mindre områder, hertil er metoden enkel og billig. Ulemperne ved nummerskrivningsanalysen er, at mange af registreringerne er behæftede med fejl, og i forhold til rutevalget er køretøjernes rute og eventuelle ophold mellem observationspunkterne ukendte, da nummerskrivningsanalyser reelt er en sammenkædning af snittællinger. I bydele eller større områder bliver metoden meget omkostningstung, da der skal placeres observatører på alle lokaliteter, hvor køretøjerne kan forlade området eller steder hvor det er mulighed for at foretage et rutevalg internt i området.

Nummerskrivningsanalysen er en rigtig god indsamlingsmetode, hvis området ikke er af en sådan størrelse som i nærværende undersøgelse, eller vejnettet ikke er helt så omfattende som i Storaalborg.

5.2.2 Bluetoothregistrering

Anvendelsen af Bluetooth (BT) som metode til registrering af trafikinformation er en forholdsvis ny metode med et meget stort potentiale (Pedersen & Kristensen, 2010). Bluetooth er en trådløs teknologi, som anvendes til at kommunikere mellem elektroniske enheder på kortere afstande; op til ca. 100 meter. Hver Bluetooth antenne, såfremt denne er tændt, udsender kontinuerligt et identifikations id/tag, kaldet *Media Access Control* (MAC). MAC-adressen er unik for hver Bluetooth enhed og kan derved aflæses og anvendes til brug i forskellige trafikinformations sammenhænge. (Olesen, 2003), (Lahrman et al., 2010)

BT enheder findes i mange forskellige elektroniske enheder, herunder primært trådløse headset/håndfri, mobiltelefoner/smartphones, tablets, bilradioer, navigationsenheder, digital kameraer og laptops. Flere af disse enheder er meget almindelige at medbringe for trafikanterne, og undersøgelser har vist at der er mellem 7 % - 20 % af køretøjerne på vejnettet, hvor en tændt BT enhed kunne detekteres. (Pedersen & Kristensen, 2010), (Lahrman et al., 2010)

Afhængigt af formålet for dataindsamlingen/registreringen, kan der anvendes forskellige opsætninger og udstyr. BT teknologien er meget alsidig og kan anvendes til registreringen af snit- og strækningshastigheder, til registrering af trængsel, længde af ophold og til rutevalg, som er formålet for denne undersøgelse. Det nødvendige udstyr til registreringen er en eller flere fastmonterede eller flytbare antenner. Indsamlingen kan endvidere foretages i realtid eller som en periodisk dataindsamling, alt efter hvad der ønskes (TDC Systems, 2011). Registreringsudstyret er prisbilligt og er opbygget af simple og let tilgængeligt elektroniske komponenter.

Såfremt BT skulle anvendes som datakilde, er det forventeligt, at der skal placeres en eller flere antenner i hvert af vejnettets større knudepunkter. Dette vil være meget

omfattende, især hvis datakvaliteten omkring rutevalget skal leveres så detaljeret, som er tilfældet ved FCD.

Fordelene ved BT som indsamlingsmetoder er, at udstyret er flytbart, billigt og de menneskelige fejlkilder elimineres. Ulemperne er, at antallet af køretøjer med tændte BT-enheder er forholdsvis lavt, og derved bliver stikprøven begrænset i forhold til den samlede population af køretøjer. Endvidere kan Bluetooth sandsynligvis ikke anvendes til opgørelser af trafikmængder, da andel af trafikanter med et tændt BT-enhed varierer på forskellige lokaliteter. BT teknologien er svært at kategorisere mellem de to datakategorier fra figur 14, da denne har flere anvendelses muligheder. Tages der udgangspunkt i anvendelsen af teknologien i forhold til rutevalg, sidestilles denne med nummerskrivningsanalyser, med en forholdsvis stor stikprøve, og data med en mindre detaljeringsgrad.

BT er en ny og uprøvet teknologi i forhold til trafikregistrering i Danmark, som endnu kun er anvendt i demonstrations/forskningsprojekter. Der er endvidere kun gennemført få forsøg med denne teknologi, hvilket bevirker, at præcisionen og reliabiliteten endnu er ukendt for forskellige formål og over længere tidsperioder.

Det er i forhold til undersøgelsesområdets størrelse og undersøgelsesperiodens længe ikke vurderet muligt, at anvende denne indsamlingsmetode til nærværende undersøgelse. Endvidere vil det ej heller være økonomiske rentabelt, at skulle opsætte så stort et antal antenner, blot til denne undersøgelse.

5.2.3 Turdagbøger

En anden metode, som ofte anvendes ved indsamling af data omkring trafikanters rutevalg/turmønster og -karakteristika, er interviews og turdagbøger. Denne metode anvendes blandet andet som indsamlingsmetode for den danske Transportvaneundersøgelse. (Jensen, 2009)

Undersøgelser af trafikanternes turmønster/rutevalg, kan gennemføres som stopinterviews, hjemmeinterviews, telefoninterviews eller som online- eller papirbaserede brugerundersøgelser. De kan være relaterede til enkelte ture i et bestemt geografiske område eller alle ture i en kortere eller længere periode. De undersøgelser, der indsamler information om ture over en længere periode; ofte en uge eller længere, benævnes turdagbøger.

Afhængig af formålet med undersøgelsen kan spørgsmålene være af varierende dybde; i nogle tilfælde vil det være nok at kende til turens start- og slutpunkt, hvor det andre gange er den valgte rute og turens formål, som er interessant.

Turdagbøger er som datagrundlag for rutevalget en udmærket metode, hvad enten den udføres som online spørgeskema eller på papirform. Dels er det muligt uden brug af udstyr at kortlægge de kørte ture og de valgte ruter. Det er også muligt gennem

turdagbøger at få andre typer af information omkring trafikanten og turformålet, således det ikke er køretøjet, som følges, men trafikanten.

En af de største ulemper ved brug af turdagbøger er, at de ofte er meget fejlbehæftede; op imod 30 % –70 % af alle ture indeholder en eller flere fejl (Olesen, 2003). Denne høje fejlprocent skyldes menneskelige fejl; herunder glemte registreringer, fejlregistrering, mangelfulde vurderinger af turlængder/rejsetider, med mere. En del af disse fejlkilder kan elimineres, hvis der anvendes online undersøgelser med hjælpeværktøjer i form af klikbare kort, hvor ture og ruter kan plottes og beregnes via rutevejledningssværtøjer. (Olesen, 2003)

Hvad angår det økonomiske aspekt i indsamling af data gennem turdagbøger, varierer denne i forhold til indsamlingsmetoden. Vælges der en online version, er denne meget omkostningseffektivt, men svarprocenten er ofte lav. At gennemføre papirbaserede eller interviewbaserede undersøgelser, er omkostningstungt, men godt idet der kan stilles opklarende og uddybende spørgsmål. Ved alle indsamlingsmetoder indenfor denne kategori, kan der forekomme en vis skævhed i repræsentativiteten, da undersøgelserne er baseret på frivillighed. Anvendelsen af turdagbøger giver et datagrundlag med en lille stikprøve, som ved anvende FCD, men der opnås til gengæld en høj data-detaljeringsgrad.

At anvende turdagbøger, som datagrundlag for nærværende undersøgelse, ville være en klar mulighed. Det kræver dog en meget dybdegående indsamling, hvor de enkelte tures rutevalg er beskrevet ned på gadeniveau. Det er vurderet, at det ville være for ressourcekrævende at gennemføres en turdagbogsundersøgelse blot til denne undersøgelse, og det har ikke været mulig at finde eksisterende undersøgelser, hvor kvaliteten af data omkring rutevalg har været tilstrækkelig detaljeret.

5.3 Analysemetode og principper

Formålet med denne undersøgelse er, med udgangspunkt i FCD, at udvikle en eller flere metoder, der kan kortlægge om bilisternes rutevalg i byområder følger vejnettets funktionelle vejklassificering. Undersøgelsen gennemføres som en POC studie med udgangspunkt i data fra SPF. Idet data ikke er repræsentativt, vil det kun være muligt at kortlægge om bilisterne fra SPF vælger rute i overensstemmelse med vejklassificeringen i Storaalborg. Ønsket er endvidere, at de udviklede metoder kan anvendes bredt på FCD uafhængig af geografiske eller projektmæssige afgrænsninger.

Analysemetoderne vil primært blive gennemført ved brug af Geographical Information system (GIS), og efterfølgende viderebehandlet ved brug af regneark eller beregningssoftware. Metoderne er udviklet med det formål at være software- og platformuafhængige. Analyserne kan foretaget i andre systemer, men anvendelsen af GIS giver visse fordele som analyseværktøj, både i form af gode muligheder for geografiske/spatiale analyser og overskuelighed i præsentation af resultaterne.

For nærværende undersøgelse vil der blive anvendt ArcGis fra ESRI og Excel fra Microsoft.

I det kommende afsnit vil grundprincipperne bag metoderne blive gennemgået. Det er bevist fravalgt at gennemføre præsentationen på funktions/softwareniveau, da dette falder uden for konceptet med undersøgelsen. Ønskes der en mere detaljeret oversigt over de anvendte funktioner, toolboxes og de udviklede makroer, findes disse på Bilags CD'en samt i udvalg på Bilag C.

Udviklingen af analysemetoderne har været en iterativ proces, hvor det løbende har været nødvendigt at justere og konvertere datagrundlaget samt de metoder, som oprindeligt var valgt.

Resultatet af undersøgelsens arbejde med at udvikle mulige metoder til kortlægning af overensstemmelsen mellem bilisterne rutevalg og vejklassificeringen samt i kombination hermed metoder til at identificere rutevalg, som ikke følger vejklassificeringen, har resulteret i de to følgende analysemetoder:

- En kvantitativ
- En kvalitativ

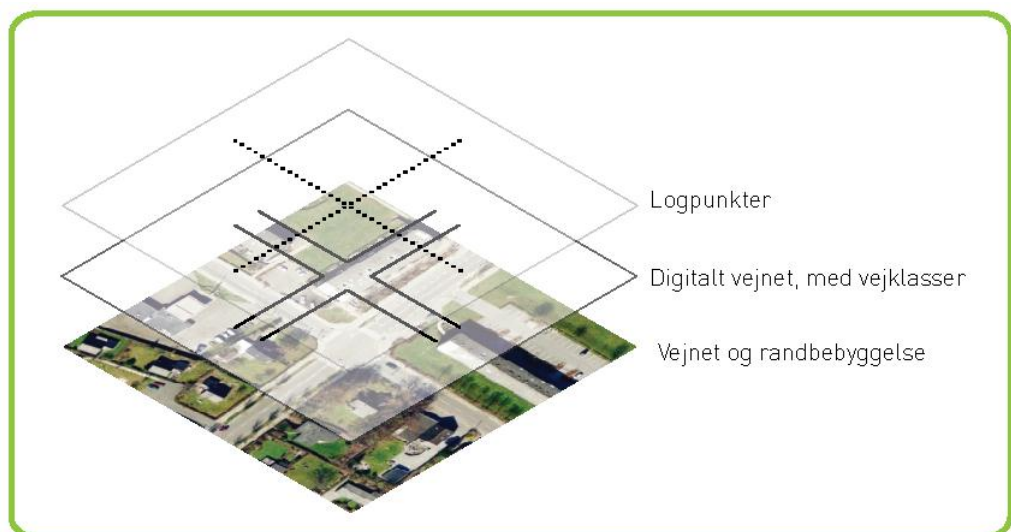
Ved den kvantitative analysemetode er der udviklet en metode, der ved en automatiseret tilgang kan identificere overensstemmelsen mellem bilisterne rutevalg og vejklassificeringen. Metoden kan endvidere anvendes til, på en objektiv måde, at identificere uhensigtsmæssige rutevalg for store turdatasæt og inden for større geografiske områder. Den kvantitative metode tager udgangspunkt i en optælling og summering af antallet af skift i vejklasser for hver kørt tur. Ved at sammenholde antallet med de enkelte turs origo og destination, er det muligt at identificere, hvor stor en del af ture-

ne som er gennemført i overensstemmelse med vejnettets funktionelle klassificering. Det er samtidig muligt at identificere de ruter som ikke er gennemført i overensstemmelse med denne, hvor disse ture kan isoleres og analyseres yderligere.

Den kvalitative metode har en mere manuel tilgang, idet den tager udgangspunkt i en udvælgelse af to destinationszoner, hvorefter de enkelte ture herimellem analyseres. Der kan herfra trækkes antallet af mulige rutevalg, som kan identificere hvilke ruter som helt eller delvis overholder vejklassificeringen.

Det overordnede princip for den kvantitative- og kvalitative metode bygger på en overlejring af logpunkterne/turlinjerne med et digitale vejnet, som illustreret på figur 15. Inden analyserne kan gennemføres er det nødvendigt at forberede både det digitale vejnet samt FCD. For vejnettet skal der gennemføres en splitning, så de enkelte vejsegmenter (polylinjer) er splittet ved vejnettet knudepunkterne/vejkryds. For FCD skal de enkelte logpunkter sammenkædes, opdeles i unikke ture og konverteres fra enkelte logpunkter til turlinjer.

Figur 15:
Skitse som
præsenterer
princippet
bag undersø-
gelsen.



5.4 Forberedelse af data

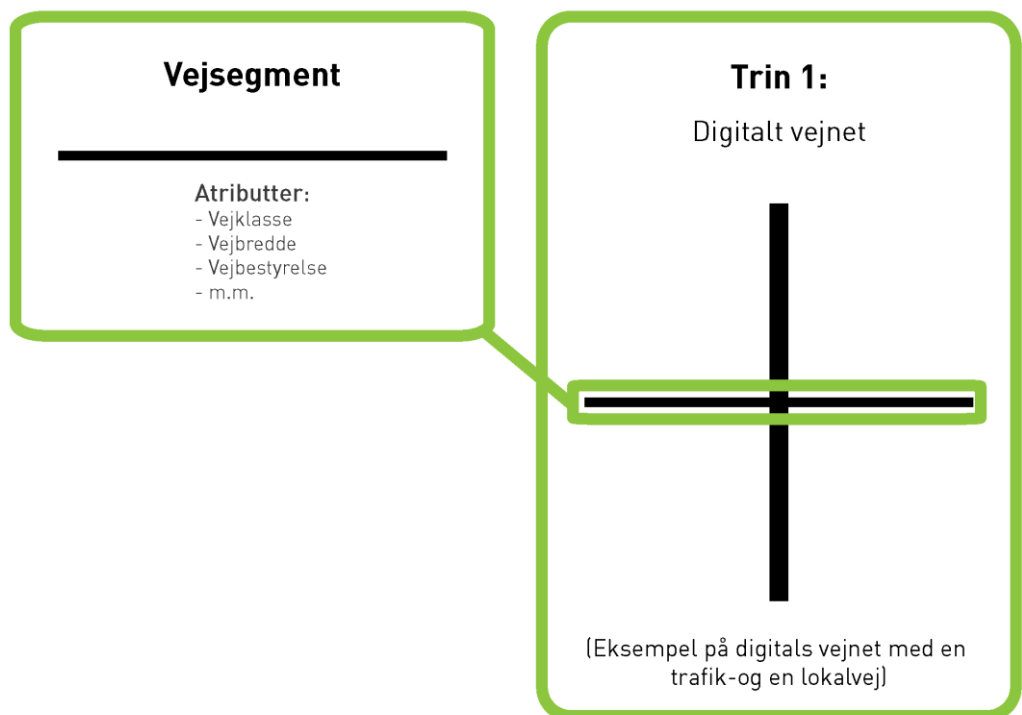
Det digitale vejnet er repræsentativt for det faktiske vejnet og indeholder en række attributter til hvert enkelt vejsegment, herunder vejklassen, vejbredden med mere. se figur 16.

Det er vigtigt, at det digitale vejnet er digitaliseret så det på bedst mulige vis repræsenterer det faktiske vejnet. Et kendt problem blandt mange af de tilgængelige digitale vejnet er, at de ofte ikke er digitaliseret hensigtsmæssigt i forhold til segment inddelingen af vejnettet (Jensen et al., 2009). Ofte optræder flere vejsegmenter under et, se figur 17, hvilket i dette tilfælde er uhensigtsmæssigt, hvis de enkelte og sammenkædede vejsegmenter har forskellige vejklasser.

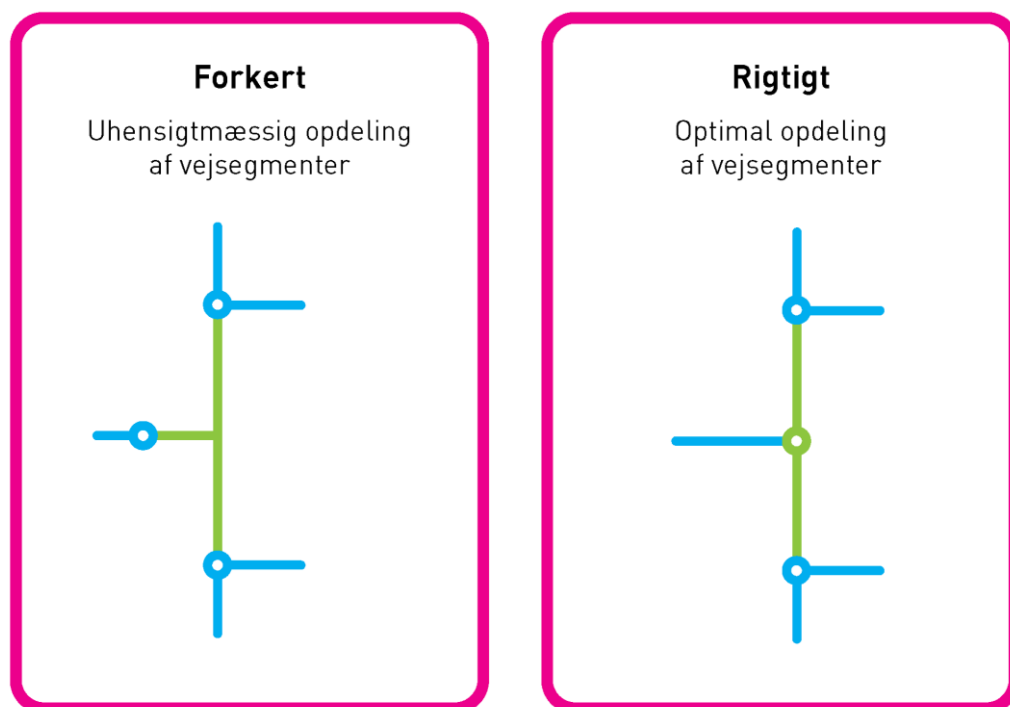
Det anbefales derfor at gennemføre en kvalitetssikring af det digitale vejnet, hvor de enkelte segmenter splittes ved knudepunkterne, så de enkelte segmenter bliver opdelt hensigtsmæssigt.

For nærværende undersøgelse er det valgt et digitalt vejnet, fra vejman.dk, men der er ingen begrænsninger for hvilket digitale vejnet, der kan anvendes; det eneste krav er, at det skal indeholde attributter omkring vejklassificeringen. Da segmentinddelingen af det digitale vejnet fra vejman.dk er i god overensstemmelse med det faktiske vejnet, er en yderligere splitningen ved knudepunkterne ikke gennemført. Til gengæld er det fundet enkelte fejl i linjeføringen af flere veje forskellige veje, disse er rettet, så de stemmer overens med et ortofoto og er stedfæstet vha. af FCD.

Figur 16: Et digitalt vejnets opbygning i segmenter med tilhørende attributter.

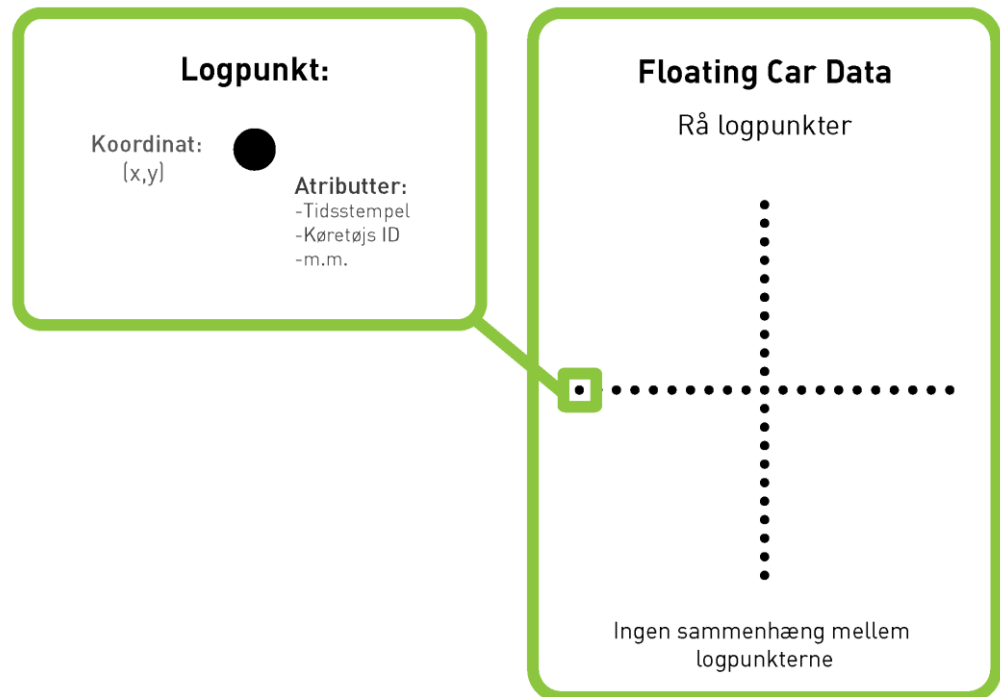


Figur 17: Det digitale vejnet er splittet ved knudepunkterne.



Datagrundlaget er baseret på de logninger som OBU'erne fra SPF har logget hvert sekund. Hver logning indeholder en geografisk position i form af et x- og y-koordinat, samt en række attributter herunder; et tidsstempel, et unik køretøjs-ID og en øjeblikshastighed, med mere. Hver logning er individuel i den forstand, at der ikke umiddelbart er nogen sammenhæng mellem punkterne ud over køretøjets-ID og tidsstempel, se figur 18.

Figur 18:
Skitse data-
grundlaget
format og
logpunkternes
attributter.



For at gennemføre den kvantitative og den kvalitative analyse er det nødvendigt at sammenkæde de enkelte logpunkter til ture. Turopdelingen kan gennemføres på forskellige måder, og afhænger af hvilken tilgang og definition der anvendes for turbegrebet. Der findes eksempelvis følgende turdefinitioner (Lahrmann & Leleur, 1994):

- *En transport i én retning med ét formål uden længerevarende ophold mellem udgangspunkt og mål.*
- *En transport mellem to betydende opholdssteder.*

Hvordan turopdelingen skal gennemføres afhænger af, hvilken turdefinition der vælges, og hvilken værdi der eksempelvis vælges for et "længerevarende ophold".

For det anvendte data fra SPF tog opdelingen udgangspunkt i en tidsfaktor alene. Ved et "hul" mellem to på hinanden følgende sekundlogninger på 2 minutter eller derover blev dette defineret som en ny tur (Aalborg Universitet, 2007).

Det næste skridt, efter FCD er blevet turopdelt, er at konvertere de enkelte turpunkter til turlinjer. Dette gennemføres for at gøre datagrundlaget lettere og mindre ressourcetrækkende i det videre arbejde og analyser. Turlinjerne er endvidere mere overskuelige end punkter, når der skal gennemføres analyser i GIS. Turlinjegenereringen blev i nærværende undersøgelse foretaget ad flere omgange, da GIS softwaren havde stabilitetsudfordringer, hvis der skulle behandles mere end ca. 400.000 logpunkter ad gangen.

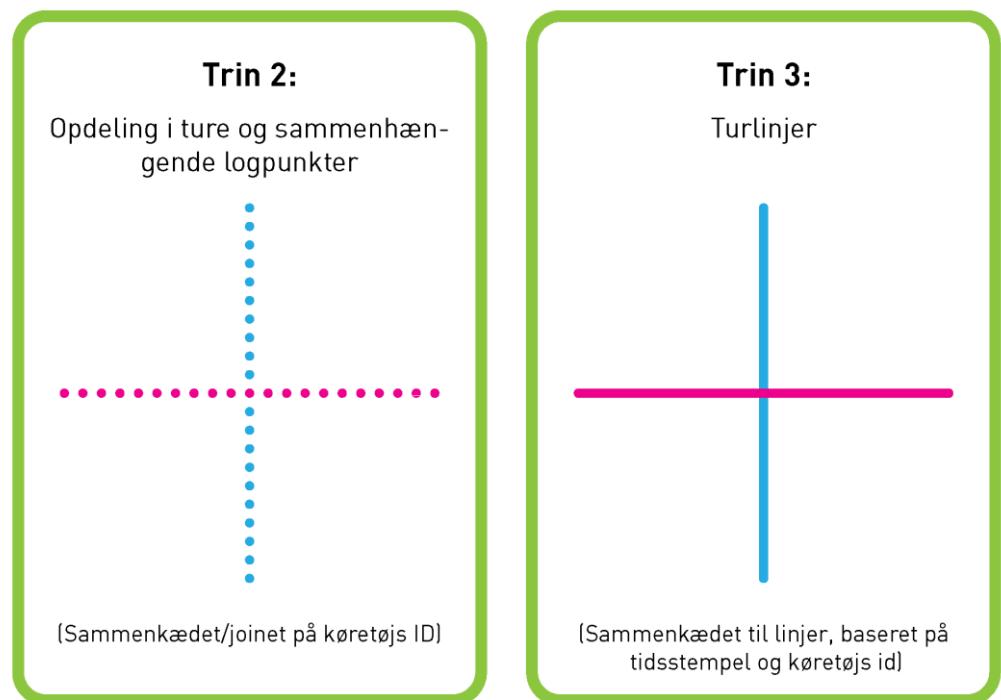
Ved at gennemføre denne konvertering fra punkter til linjer, mister de enkelte punkter sine individuelle attributter, eksempelvis hastighed. Dette har dog ingen umiddelbar betydning, da det er rutevalget og ikke de enkelte punkter, som er interessant for undersøgelsen. Det er valgt at joine² turens første og sidste logpunkt til turlinjerne, så tidsstempel og lignende bibeholdes i de videre analyser.

Sammenkædningen af de enkelte punkter og den efterfølgende konvertering af logpunkterne til linjer er vist på figur 19.

Det er nu hensigtsmæssigt at gennemføre en opdeling af de enkelte turlinjer i mindre tursegmenter. Formålet med dette er at forberede turene til den overvejring, som begge analyser er opbygget omkring. Det er her hensigtsmæssigt at opdele turene ved vejnettets knudepunkter, men dette er desværre ikke direkte muligt, hvorfor der enten kan gennemføres en splitning af turene ved deres skæringspunkter, se figur 20, eller ved de enkelte polylinjer/turlinjers vertices³.

Der er til undersøgelsen valgt at splitte af turlinjernes ved deres vertices.

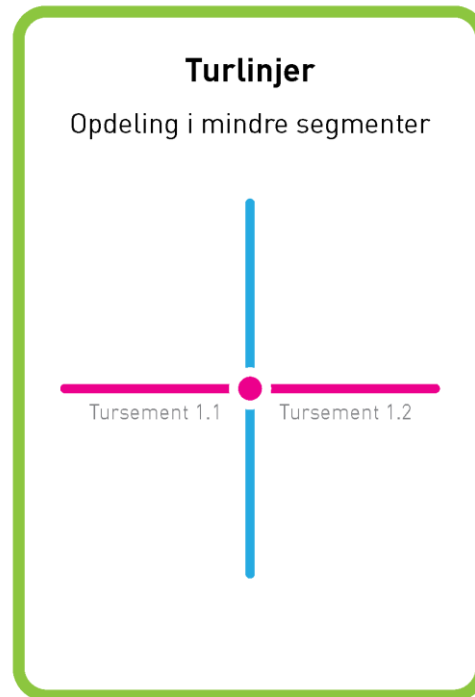
Figur 19:
Sammen-
kædning og
efterfølgen-
de konverte-
ring af log-
punkter til
turlinjer.



² Med en join forstås en sammenkædning af to eller flere datasæt baseret på en fælles nøgle, i dette tilfælde på nøglen tur-ID.

³ Vertex/Vertices er knudepunkterne i en polylinje, hvor de enkelte linjesegmenter er sammenkædet.

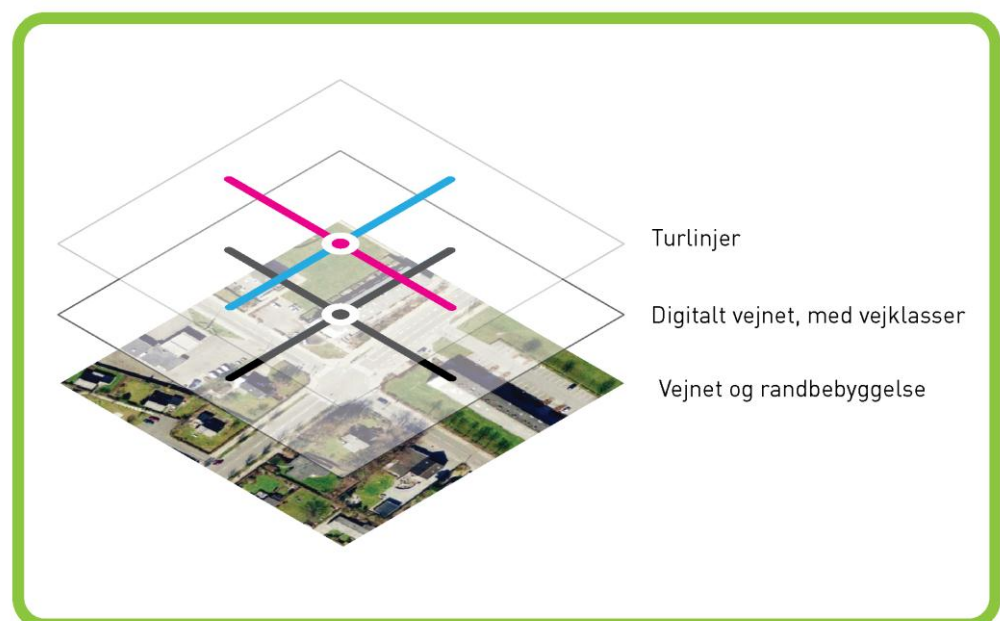
Figur 20:
Opdeling af
de enkelte
ture i mindre
tursegmenter.
Segment
inddelingen
skal som ud-
gangspunkt
følge vejseg-
menterne.



Efter turopdelingen, sammenkædningen af de individuelle logpunkter til turlinjer, og segmentopdelingen er data nu forberedt til at kunne overlejres med det digitale vejnet, indeholdende attributter som vejklasser, hastighed, vejbredder med mere, se figur 21.

Det digitale vejnet og FCD er nu forberedt til de kommende analyser.

Figur 21:
Overlejring af
de forberedte
turlinjer med
det underlig-
gende vejnet.



5.5 Den kvantitative analysemetode

Udviklingen af den kvantitative analysemetode er et resultat af en iterativ proces, hvor metoden løbende er justeret og tilpasset til at tage højde for de udfordringer, der løbende er konstateret i analysesoftwarens muligheder og i datagrundlagets format og nøjagtighed.

Metoden tager udgangspunkt i teorien for vejklassificering med lokalområder, lokalveje og trafikveje og sammenkæder denne med grundprincipper i turteorien.

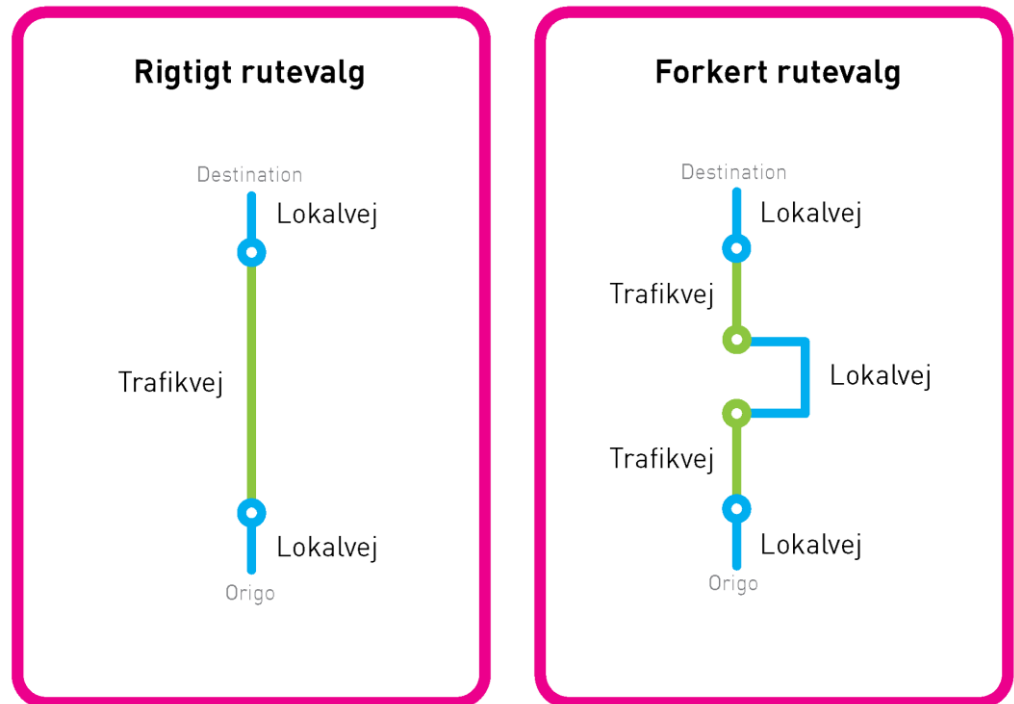
Antages det at alle ture, som udgangspunkt har et ærinde ved enten turens origo og destinationen, kan det retfærdigøres, at hovedparten af turene forventes at have origo og destination i et lokalområde og derved også på en lokalvej. Med ærinde menes, at bilisten har bolig, arbejdsplads, fritidsformål, indkøb eller lignende.

Når en tur gennemføres vil den som udgangspunkt forløbe ved, at bilisten forlader et lokalområde ved origo, og forsætter ad en trafikvej, hvor fremkommeligheden er høj, og igen efterfølgende forlader det overordnede vejnet til fordel for turens destination på en lokalvej i et andet lokalområde. Det vil sige, at turen vil se således ud; Lokalvej – Trafikvej – Lokalvej, se figur 22. (SAMKOM, 2009)

Helt overordnet og isoleret set, vil enhver rute, som ikke starter eller slutter på en lokalvej eller har flere skift mellem vejklasser (for eksempel; Lokalvej – Trafikvej – Lokalvej – Trafikvej – lokalvej), være uhensigtsmæssig, såfremt bilisten ikke har haft ærinde i lokalområdet, som turen mellem to trafikveje køres i. Endvidere vil det også være uhensigtsmæssigt, hvis ture alene gennemføres på lokalveje, som ikke er i origo eller destinationens lokalområde.

Metoden er udviklet til at kunne identificere, analysere og kortlægge rutevalgets overensstemmelse med vejklassificeringen, som tager udgangspunkt i at kunne identificere og tælle antallet af skift i vejklasser for hver tur. I samme ombæring identificeres der i metoden hvilke vejklasser turen har origo og destination omkring. Det har været udgangspunktet, at den kvantitative metode skal anvendes på store datasæt, og at identifikation af overensstemmelsen med vejklassificeringen og rutevalget, samt de uhensigtsmæssige ruter, gennemføres så automatiseret som muligt.

Figur 22:
Principskitse
over et rigtigt
og et forkert
rutevalg.

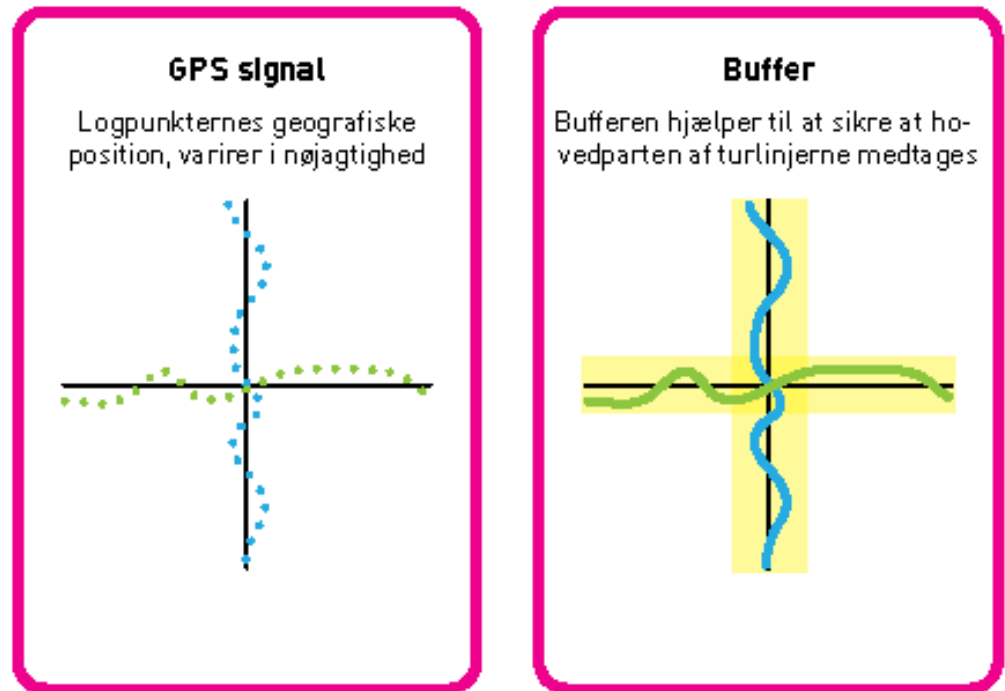


For at tælle antallet af skift i vejklasser i de enkelte ture, er det nødvendigt at gennemføre en projektion af vejklasseattributten fra de enkelte vejsegmenter over på de enkelte ture og deres delsegmenter. Dette gøres gennem en overlejring mellem turlinjerne og det digitale vejnet, som vist på figur 21.

Overlejringen og projektionen af attributter mellem vejnettet og turlinjerne besværliggøres af de unøjagtigheder, som ofte findes ved brug af FCD. Som beskrevet i afsnit 5.1, kan GPS-loggernes positions ofte kun bestemmes med nøjagtig, inden for 5-25 meters. Dette der skal tages højde for i metoden, da overlejringen ellers derfor ikke kan gennemføres med tilstrækkelig sikkerhed.

Der er i denne undersøgelse valgt at imødekomme denne usikkerhed ved at tilføje en buffer omkring hvert vejsegment. Anvendelsen af en buffer, tager endvidere samtidig højde for, at det digitale vejnet er et vejmidtetema, som kun repræsenterer vejsegmenternes centerlinje og ikke den faktiske bredde. Placeres der en buffer omkring de enkelte vejsegmenter, tages der derved højde for segmentets bredde og logningernes geografiske unøjagtigheder, se figur 23.

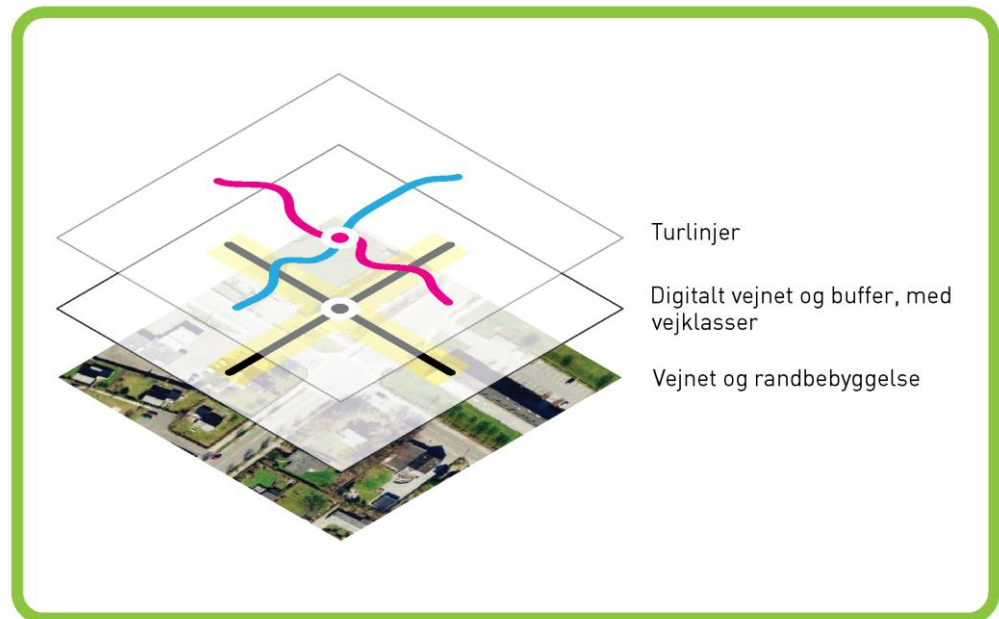
Figur 23:
Skitse som
viser GPS-
logningernes
geografiske
unøjagtighe-
der og hvor-
dan dette kan
afhjælpes ved
brug af en
buffer.



Det næste trin er at finde en balance, således bufferen er så stor som mulig for derved at kunne overlejlre de mest unøjagtige tursegmenter, men samtidig ikke så stor at der forekommer overlap mellem bufferne på parallelle vejsegmenter, som ligger tæt sammen. Den optimale bufferstørrelse er for nærværende undersøgelse fundet gennem en række iterative test, hvis resultatet viste, at en buffer med en bredde på 20 meter på motorveje og 10 meter på de øvrige veje, giver den bedste balance. Testen gennemføres ved at optælle antallet af tursegmenter som "selectes" ved forskellige bufferbredder, samtidig med at der gennemføres en visuel kontrol overfor overlappende buffere ved tæt placerede vejsegmenter.

Det næste trin i metoden er at gennemføre projektionen af attributter fra det digitale vejnet til de enkelte turlinjers delsegmenter. Det er valgt at gennemføre projektionen i flere omgange for at undgå de uheldsmæssigheder, som forekommer da bufferne, som vist på figur 23, overlapper ved knudepunkter. Det er valgt at gennemføre overlejringen for alle trafikvejene først og efterfølgende for lokalvejene, for til sidst at sammensmelte disse. En principskitse af overlejringen er vist på figur 24.

Figur 24:
Oversigt over
overlejring af
de splittede
turlinjer og
det digitale
vejnet inklusiv
en buffer.

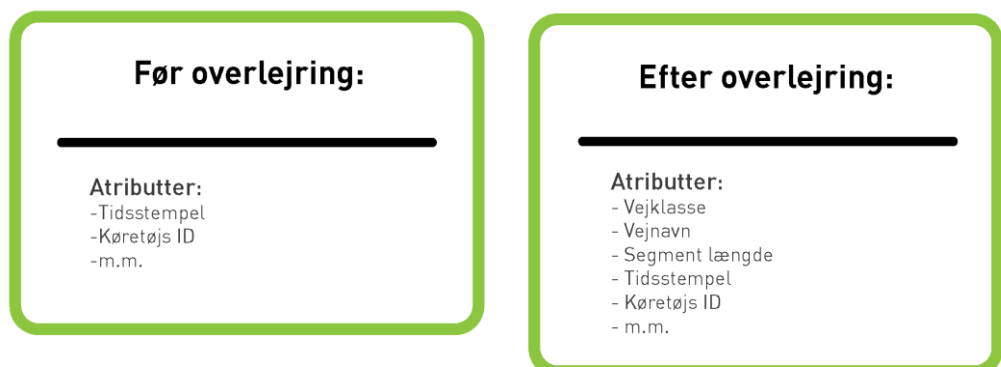


Resultatet af overlejringen er, at de enkelte ture og deres delsegmenter nu indeholder attributter omkring det vejsegment, de er kørt på. På figur 25 er der vist en før- og efteroversigt over attributter på den enkelte tursegmenter.

Efter overlejringen og projektionen af attributterne er datagrundlaget klargjort og kan overflyttes til eksempelvis et regneark eller beregningssoftware, hvor optællingen af skift i vejklasse kan gennemføres. På baggrund af optællingen samt origo- og destinationsvejens vejklasse er det muligt at kortlægge og analysere på overensstemmelsen mellem bilisterne rutevalg og vejklassificeringen.

Metoden kan også anvende til at identificere uhensigtsmæssige ruter. De uhensigtsmæssige ruter kan herefter flyttes tilbage i GIS, hvor de kan stedfæstes geografisk.

Figur 25:
Oversigt og
turlinjer seg-
menternes
attributter,
før og efter
overlejringen
med det digi-
tale vejnet.



Mulighederne for videre analyser er meget åbne, og de ville sandsynligvis også kunne anvendes til andre analyse, hvor rutevalg eller vejklassificering er i fokus.

I nærværende undersøgelse er der anvendt MS Excel, og optællinger er gennemført ved hjælp af Visual Basic for Applications (VBA) makroer, som er udviklet til formålet. Et simplificeret eksempel på dataformatet fra Excel for en enkelt tur og dennes delsegmenter er vist i tabel 3.

Tur ID	Vejnavn	Vejklasse	Længde [km]
301	Startgade	Lokalvej	0,20
301	Mellemvej	Trafikvej	1,50
301	Slutvænget	Lokalvej	0,05
Totallængde			1,75
Antal skift i vejklasse			2
Origo vejklasse			Lokalvej
Destinations vejklasse			Lokalvej

Tabel 3: Eksempel på fiktiv tur med attributter, optælling af skift i vejklasse med mere.

5.6 Den kvalitative analysemetode

Den kvalitative analyse anvender en anden tilgang til kortlægning og identifikation af uhensigtsmæssige ruter og rutevalgets overensstemmelse med vejklassificeringen. Hvor den kvantitative metodes fokus er på at automatisere og analysere på stor datamængde, er der i den kvalitative analyse mere fokus på at opnå et detaljeret kendskab til de mulige ruter og deres overensstemmelse med vejklassificeringen.

Den kvalitative analyse tiltænkes anvendt, når der ønskes et overblik og en kortlægning af rutevalget i et mindre geografisk område eller for et begrænset antal ture. Metoden kan anvendes hvis der findes en formodning om uhensigtsmæssige rutevalg mellem to destinationer, eller der ønskes dokumentation for om vejklassificeringen overholdes.

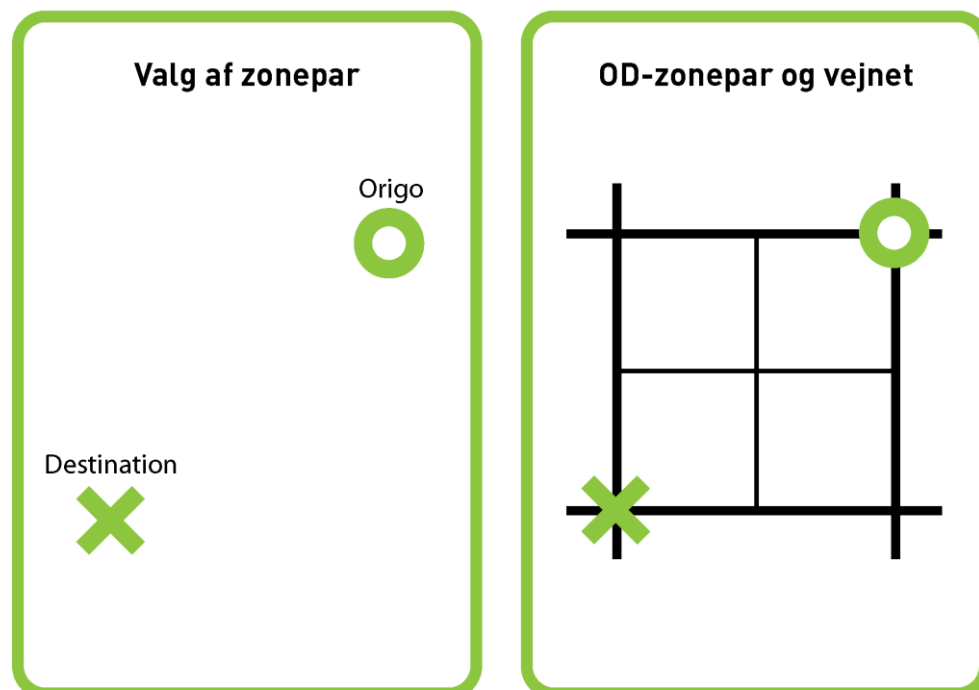
Metoden tager udgangspunkt i de muligheder som FCD giver, da bilistens position og derved rutevalg er meget detaljeret indsamlet, samt de geografiske muligheder/overblik som GIS software tilbyder. Den kvalitative analyse tager udgangspunkt i de rå turlinjer, som beskrevet i afsnit 0.

Den kvalitative analysemetode kan gennemføres individuelt eller i forlængelse af den kvantitative analyse; eksempelvis for de ruter indenfor et bestemt område, som har et højt antal skift i vejklasser, og som ønskes undersøgt til bunds.

I det kommende vil den kvalitative tilgang blive gennemgået, baseret på et ønske om at kortlægge rutevalget mellem to valgte destinationer.

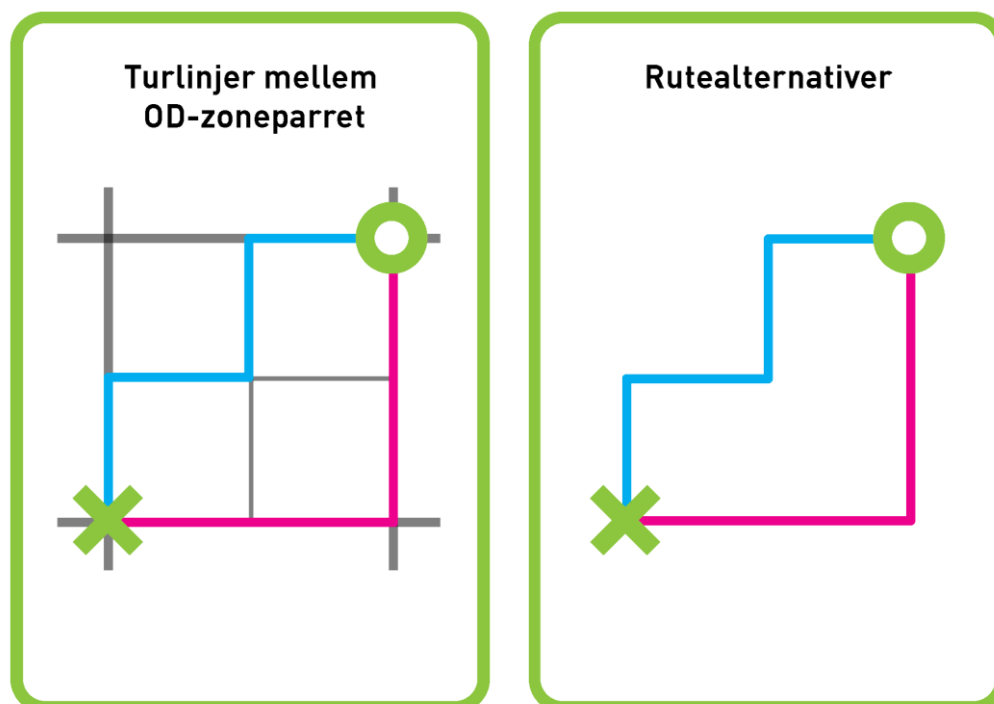
Første trin i analysen er en udvælgelse af de to zoner, hvorimellem rutevalget ønskes kortlagt og analyseret, som vist på figur 26.

Figur 26: Valg af origo og destinationspunkter eller -zoner.



Efter udvælgelsen af zoneparret isoleres de turelinjer, som har origo- og/eller destination inden for de to zone, som vist på figur 27.

Figur 27: Ved brug af turlinjerne og det underliggende vejnet, opnås et godt grundlag for at analysere ruterne mellem de valgte start- og måldestinations- og zoner/zoner.



De isolerede turlinjer er nu udgangspunktet for den egentlige analyse. Den kvalitative analyse, kan avendes med på flere måder afhængig af formål, og har en stor fleksibilitet grundet den manuelle tilgang.

Det muligt at identificere de forskellige rutevalg, som er foretaget mellem zonerne, og disse kan sammenlignes på længde og tid, og der kan for hver af de valgte ruter gennemføres analyse af om hele ruten eller dele heraf er i overensstemmelse med vejklassificeringen. Er der ruter som ikke følger vejklassificeringen, kan det undersøges om trafikbelastningen af fra disse giver anledning til, at der foretages tiltag for at forhindre dette.

Det skal hertil tilføjes, at analysen kun kan kortlægge rutvalget for de bilister, der er logget data fra. Der er derfor ikke det samlede rutevalgsbillede, som opnås gennem brug af metoden. Metoden antages alligevel for anvendelig, da data er meget lettere tilgængeligt, end hvis rutevalget skulle undersøges ved andre indsamlingsmetoder, såsom nummerskrivningsanalyser. Er der FCD til rådighed, kan der meget hurtigt og med få ressourcer foretages kvalitative analyser af rutevalget.

For analyserne, der er baseret på den kvalitative tilgang, findes der ganske få begrænsninger og rigtig gode muligheder for på en let og tilgængelig måde at opnå overblik og gennemføre analyser fra skrivebordet.



Resultaterne fra den kvantitative analyse kan præsenteres på flere forskellige måder. Det er her valgt at opdele resultat afsnittet i to overordnede afsnit.

Det første afsnit vil fokusere på resultatet af analysen omkring antallet af skift i vejklasser på de enkelte ture, med formål at kortlægge overensstemmelsen mellem bilisternes rutevalg og vejnettet funktionelle vejklassificering. Denne vil samtidig også kunne anvendes til at identificere i hver høj grad, der bliver foretaget uhensigtsmæssige rutevalg. Det kunne eksempelvis være en lang tur på lokalveje eller ture med mange skift fra trafikvej til lokalvej, da disse kan vise, at der skydes genvej, eller om der bevist sker et fravalg af trafikvejene.

Det efterfølgende afsnit vil tage udgangspunkt i den kortlægning som er foretaget af de enkelte tures origo- og destinationsvejklasser. Dette fortæller noget om, hvorfra turene er gennemført, men kan samtidig også give en indikation om, hvorvidt vejklassificering i Storaalborg er gennemført efter anbefalingerne mht. lokalområder og om hvorvidt trafikveje er anlagt facadeløse.

6.1 Detailmetode

Det er i undersøgelsen valgt at simplificere antallet af vejklasser til trafikveje og lokalveje. Den overordnede inddeling, efter åbent land og byområder samt underinddelingerne i primære, sekundære og tertiære veje, er ikke i første omgang interessante i forhold til rutevalget. Det interessant er om turene gennemføres på en lokalvej eller en trafikvej. Skulle undersøgelsen medtage samtidig inddelinger ville dette gøre det mere tidkrævende og der vil samtidig give rum til flere fejlkilder. Det er derfor valg at simplificere vejklasserne som det fremgår af tabel 4.

Trafikveje	Lokalveje
Byområder – Trafikvej, primær	Byområder – Lokalvej, primær
Åbent land – Trafikvej, fordelingsvej	Byområder – Lokalvej, sekundær
Åbent land – Trafikvej, gennemfartsvej	Byområder – Lokalvej, tertiær
	Åbent land – Lokalvej, primær
	Åbent land – Lokalvej, sekundær
	Åbent land – Lokalvej, tertiær
	Veje uden vejklasse

Tabel 4: Oversigt over simplificeringen af vejklasserne.

Undersøgelsens data giver ikke mulighed for at finde årsagen eller argumenterne, for de enkelte rutevalg, men det giver muligheden for at kortlægge hvordan turenes rutevalg er foretaget og hvordan vejnettets klassificering følges i praksis.

6.2 Overensstemmelsen mellem rutevalg og vejklassificering baseret på skift i vejklasser

Udgangspunktet, med at identificere og kortlægge uhensigtsmæssige rutevalg baseret på skift i vejklasser, har gennem undersøgelsen vist sig mere problematisk end forventet, grundet en række forskellige faktorer med tilknytning til både metoden og datagrundlaget. De konstaterede problematikker har desværre ført til, at der til resultaterne af denne analyse er tilknyttet forholdsvis store fejlkilder, så resultaternes kvalitet er lavere end forventet. Det er konstateret at antallet af skift, bliver overvurderet i forhold til det faktiske. Det er alligevel valgt at medtage en række resultater, for at illustrere hvad resultaterne kunne være anvendt til, såfremt de havde været tilstrækkelig retvisende. I afsnit 6.3 vil der blive gennemgået forslag til, hvordan metoden og kvaliteten af datagrundlaget kan forbedres, så den udviklede metode kan anvendes som tiltænkt.

I tabel 5 ses resultaterne af projektionen af vejklasser attributter og den efterfølgende databehandling i Excel.

Antal skift	Lokalvej - Lokalvej (LL)	Lokalvej-Trafikvej (LT)	Trafikvej - Lokalvej (TL)	Trafikvej - Trafikvej (TT)	Hovedtotal	Fordeling
0	83	2	1	5	91	5 %
1	53	75	79	2	209	12 %
2	637	32	5	15	689	39 %
3	36	59	69	4	168	10 %
4	289	8	10	9	316	18 %
5	19	25	40	3	87	5 %
6	76	3	7	1	87	5 %
7	9	5	13	1	28	2 %
8	26	2	1	1	30	2 %
9	2	2	6		10	1 %
10	10		1		11	1 %
11	2		5	1	8	0 %
12	5	2			7	0 %
13		1	1		2	0 %
15		1			1	0 %
17		1			1	0 %
20	2				2	0 %
21	1				1	0 %
23	1				1	0 %
Hoved-total	1.251	218	238	42	1.749	-
Fordeling	72 %	12 %	14 %	2 %	-	-

Tabel 5: Oversigt over turens skift i vejklasse, samt origo- og destinations vejklasse.

Resultatet af analysen viser, at 39 % af turene er gennemført med to skift i vejklasse. For de ture, hvor turens origo og destination er beliggende på en lokalvej, ca. 637 ture eller 36 %, betyder dette at turene er gennemført, som ønsket efter det teoretiske princip; Lokalvej-Trafikvej-Lokalvej, hvorfor turen antages at være gennemført hensigtsmæssig og i overensstemmelse med vejklassificeringen.

For ture, der har origo eller destination på en trafikvej, vil disse efter teorien kun være hensigtsmæssigt gennemført såfremt der er foretaget et skift i vejklasse. Dette er tilfældet for 8 % af turene (75+79). En anden kombination, som også efter teorien giver et

rutevalg, som er i overensstemmelse med vejklassificeringen, er ture kørt på lokalveje uden nogen skift, hvilket svare til 83 ture eller ca. 4 %. Denne Lokalvej-Lokalvej rutevalgs kombination er dog ikke optimalt, såfremt der fravælges kørsel på tilsigtede trafikveje.

Hvis der ses bort fra metodens tidligere beskrevne fejlkilder, vil resultaterne af analysen vise, at ca. 48 % af de undersøgte turene kørt i Storaalborg er gennemført efter, hvad der i teorien ses som ture med optimale rutevalg, og er derved i fuld overensstemmelse med vejklassificeringen.

For analysens øvrige godt 900 ture udgør de enten ture, som ikke er gennemført i overensstemmelse med vejklassificeringen, eller ture som på grund af de store fejlkilder fejlagtigt er tildelt et for højt antal skift i vejklasser. Fordelingen herimellem er ukendt, og det er derfor valgt ikke at gennemføre flere analyser på resultaterne, men i stedet beskrive hvilke muligheder der eksisterer, og hvad der var tiltænkt som videreanalyser.

For de ture, som metoden identificerer som værende gennemført uden eller med ringe overensstemmelse med vejklassificeringen, var det tiltænkt at disse skulle isoleres og flyttes tilbage i GIS til videre analyse og geografisk stedfæstelse.

Af konkrete metoder vil der være potentiale i at få vist de uhensigtsmæssige vejklasse-skift som punkter, der efterfølgende kan anvendes som udgangspunkt for nogle tæthedsanalyser. Ved brug af tæthedsanalyserne (Point Density/Kernel Density fra ArcInfo's Spatial Analyst Tools) kan vejklasse-skiftene kortlægges geografisk, og der kan identificeres hvor koncentrationen/tætheden af disse er høj, såfremt der skulle gennemføres en prioritering af lokaliteterne.

6.2.1 Kørsel på lokalveje

Kørsel udelukkende på lokalveje kan betyde flere ting. Den mest oplagte er, at turene er korte og at der ikke findes en alternativ trafikvej til turen. Alternativt kan det skyldes uhensigtsmæssige rutevalg, hvor lange ture med alternative trafikveje fravælges til fordel for kørsel i lokalområder på lokalveje.

For at belyse denne situation, er der udtrukket de ture, som er kørt i undersøgelsesområdet mellem to lokale veje og uden skift i vejklasse.

Der blev fundet i alt 83 ture, som var uden skift i vejklasse, og som kun blev kørt på lokaleveje. Turlængderne varierede i et interval fra 0,5 til 5,8 km. Turene havde en gennemsnitlig længde på 1,3 km, hvilket må betegnes som en kort tur, når der sammenlignes med den gennemsnitlige turlængde på 5,2 km for alle turene i analyseområdet. Sammenlignes turlængderne med trafikvejnettets maskevidde på ca. 800 m, indikerer dette at antallet af lange ture som alene er kørt på lokalveje og hvor de tilsigtede trafikveje er fravalgt er lavt. Visualiseret de korte Lokalvej-Lokalvejs ture, se

figur 28, er det også her tydeligt at der ikke er foretaget lange "sive" ture af lokalvejsnettet. De udtrukne ture er kørt af 29 forskellige bilister.

Figur 28: Kort med lokaleture, uden skift i vejklasse.



6.3 Origo- og destinationsvejklasser

Registreringen af de enkelte tures origo- og destinationsvejklasser er en nødvendighed for at kunne gennemføres den kvantitative metode, og anvende resultaterne herfra til at kortlægge overensstemmelsen mellem rutevalgt og vejnettet funktionel klassificering. Kortlægningen af origo- og destinations vejklasser har også andre anvendelses muligheder; eksempelvis som en indikator eller et måleredskab for i hvor høj grad at vejklassificeringens opdeling i lokalområder følger anbefalingerne, og samtidig kan det give en indikation af, i hvor høj grad trafikvejene i undersøgelsesområdet er anlagt fadeløse som teorien anbefaler.

Resultatet af analysen af enkelte tures origo- og destinationsvejklasser er vist i tabel 6

	Lokalvej - Lokalvej (LL)	Lokalvej- Trafikvej (LT)	Trafikvej - Lokalvej (TL)	Trafikvej - Trafikvej (TT)	Hovedto- tal
Antal ture	1251	218	238	42	1749
Fordeling	72 %	12 %	14 %	2 %	100 %

Tabel 6: Oversigt over origo- og destinationsvejklasser for undersøgelsens ture.

Udgangspunktet for vejklassificeringen er anbefalingerne fra vejregler og SAMKOM. Anbefalingerne lyder herfra, at trafikveje som udgangspunkt skal være fadeløse; altså uden butikker eller andre trafikskabende funktioner ud til selve vejen. Samtidig skal der kun ligge få boliger eller andre støjfølsomme funktioner langs disse. Dette er udgangspunktet for den ideelle trafikvej, men samtidig er der i Vejregler skrevet:

"Da det sjældent eller aldrig vil være muligt at udpege trafikveje, der lever op til alle disse krav, må der vælges ud fra en afvejning af kravene."
(Vejregelrådet, 2000)

Med udgangspunkt i resultaterne fra analysen, fremgår det tydeligt, at der også i Storaalborg er forskel på mellem de teoretiske anbefalinger og de praktisk mulige forhold. Hovedparten, eller ca. 72 %, af alle ture har origo og destination på et lokalområde, mens de øvrige 28 %, svarende til 498 ture, har origo eller/og destination på en trafikvej. Resultaterne giver en god indikation af, at hovedparten af vejklassificeringen i Storaalborg er gennemført efter anbefalingerne, og faktisk er andel af ture med origo eller destination i et lokalområde højere end forventet. Såfremt der skal konkluderes mere på dette, ville der med fordel kunne gennemføres tilsvarende analyse for en række referencebyer, for derved at kunne sammenligne, hvorvidt vejklassificeringen i Aalborg forholder sig i forhold til lignende byer.

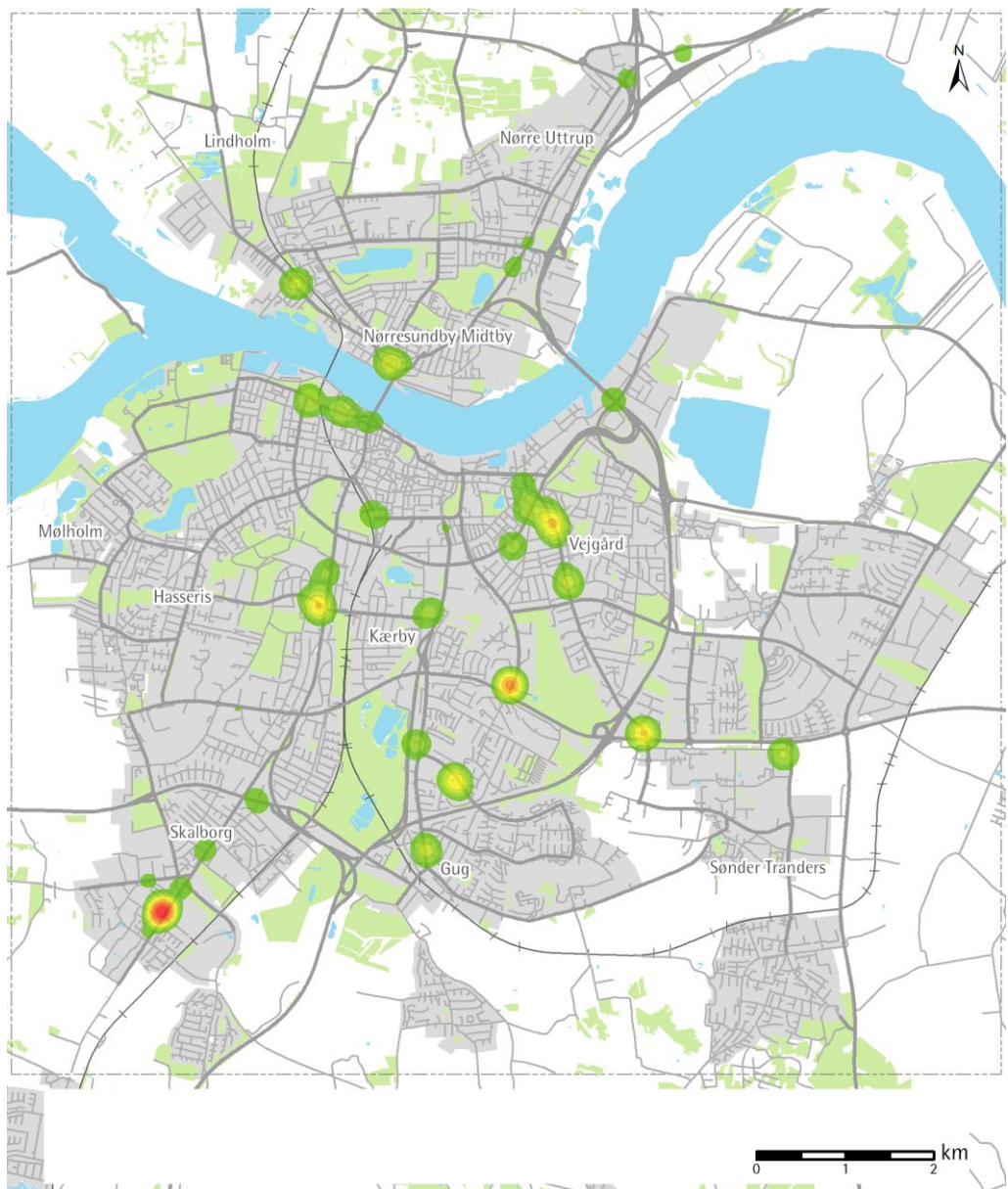
De 28 % af turene, som ikke havde origo eller destination i et lokalområde, underbygger at der også i Storaalborg ikke kan gennemføres vejklassificeringen, så der følges

anbefalingerne 100 %. Disse ture viser, at der findes trafikveje, som ikke er facadeløse og derfor giver anledning til, at bilisterne har ærinde direkte herpå.

Der er gennemført en yderligere analyse, som gør det muligt at stedfæste de trafikveje, der ikke er facadeløse og samtidig identificere beliggenheden de funktioner som turene har ærinde ved, se figur 29. Dette kan eventuelt krydsrefereres med et uheldsudtræk eller lignende og anvendes i forbindelse med forbedring af vejnettet funktionelle vejklassificering eller trafiksikkerhedsarbejdet.

Mulighederne er mange og skal del ses som en demonstration af nogle af de muligheder denne type analyse kan give vejbestyrererne.

Figur 29:
Oversigt over
de lokaliteter
og trafikveje,
hvor der har
været en høj
andel af tures
origo eller
destination.



6.4 Diskussion og metodekritik

Som beskrevet indledningsvis har fremgangsmåden til identifikation og kortlægning af uhensigtsmæssige rutevalg været mere problemfyldt end forventet. Gennem den iterative proces, som metodeudviklingen har været, er der løbende blevet konstateret uhensigtsmæssigheder i metoden samt forskellige fejlkilder.

For hver fejlkilde, som ikke har været acceptabel, er det blevet undersøgt, hvad årsagen er, og metoden er efterfølgende blev justeret og tilpasset til at tage højde for hver af de fundne fejlkilder.

Som processen er fremskredet er der fundet en række forskellige fejlkilder, som ikke har været muligt at løse ved en metodetilpasning. Samtidig er der fundet flere modstridende fejlkilder, hvor det ikke har været muligt at justere metoden, så den tog højde for den ene uden at det forstærkede effekten af en anden fejlkilde. Det overordnede problem har været at få et retvisende antal af vejklasse skift uden at dette blev hverken under- eller overvurderet.

Det vil i det efterfølgende blive gennemgået, hvilke uhensigtsmæssigheder som blev fundet, og hvilke løsninger der kan foreslås for at komme disse til livs.

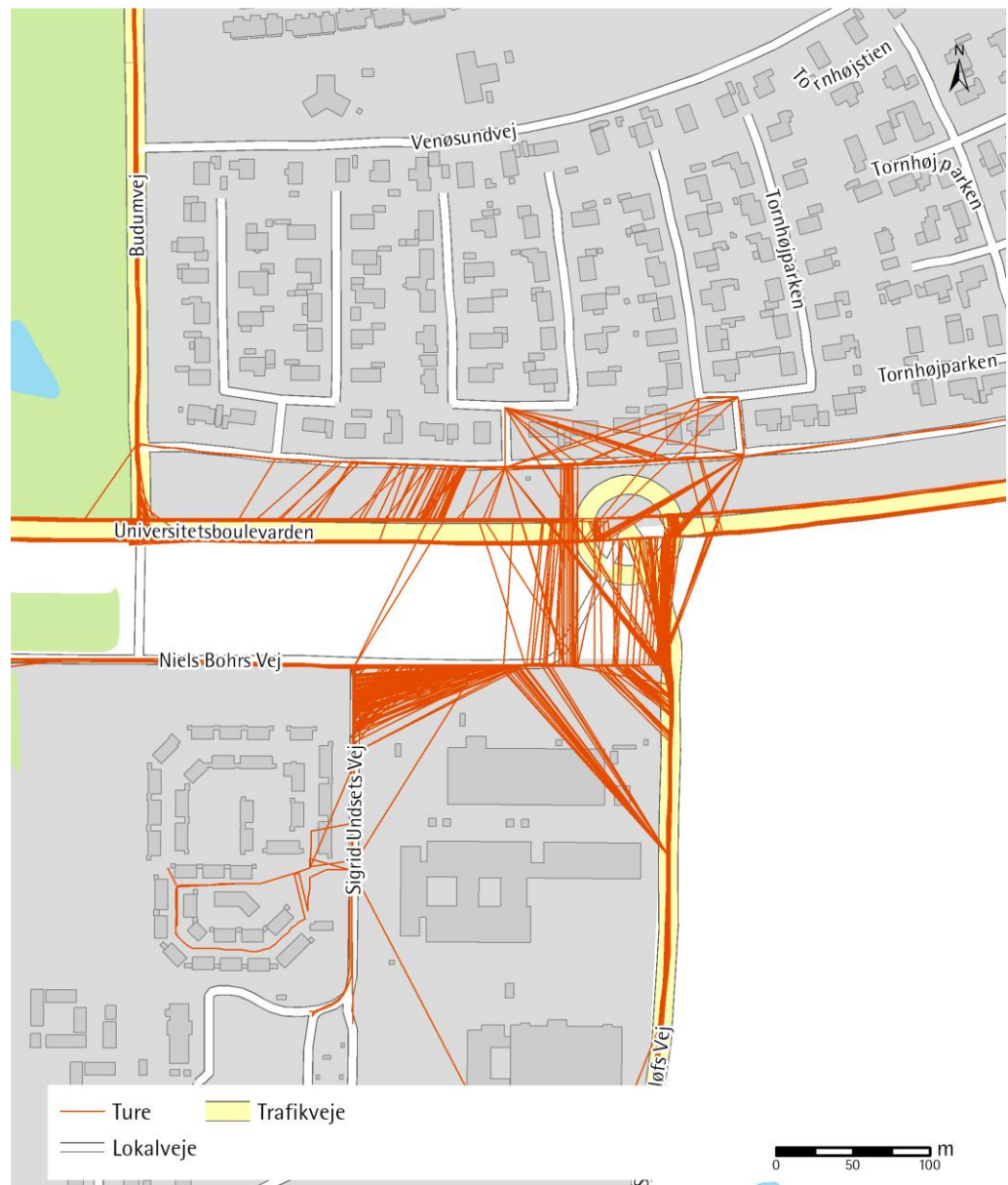
Det var forventet at resultaterne indeholdte enkelte ture med mange skift, da en metode sjældent kan tage højde for alle tænkelige forhold. Samtidig vil der også altid være tursituationer, som gør, at flere skift kan forekomme uden turen kan betragtes som uhensigtsmæssig.

6.4.1 Map matching og GPS unøjagtigheder

I forhold til datagrundlaget blev det fundet, at det valgte udgangspunkt, hvor der fokuseres på antallet af skift i vejklasser, er meget følsomt over for unøjagtigheder i turpunkterne/turlinjernes geografiske positions angivelse. Findes der meget store afvigelser i den geografiske position, eller er dele af turlinjerne MM'et til en forkert vej, betyder det, at der vil forekomme skift i vejklasse som følge af datagrundlagets unøjagtighed og ikke som tilsigtet et uhensigtsmæssigt rutevalg.

Datagrundlaget, som undersøgelsen er baseret på, er online MM i OBU'en, hvilket i teorien burde give en kvalitetsforbedring af datagrundlaget. Der er desværre konstateret, at den offline MM flere steder er fejlbehæftet og i flere tilfælde giver anledning til fejlkilder. De fleste fejl fra MM er konstateret ved parallelt løbende veje, som vist på figur 30. Det antages ikke, at fejlkilderne fra MM skyldes, at algoritmen ikke har været tilstrækkelig effektiv, men det antages, at fejlkilderne skyldes de begrænsninger som findes i online MM sammenlignet med offline MM. Algoritmen blev udviklet direkte til formålet og viste ved en test at være i stand til at matche 95 % af punkterne til de korrekte vej. (Tradisauskas et al., 2007)

Figur 30:
Eksempel på
MM til forker-
te veje. Ud-
snittet af fra
Aalborg Øst.



Kortudsnittet viser et område i Aalborg Øst, hvor der forekommer et stort antal ture med uhensigtsmæssige spring mellem veje som resultat af en utilstrækkelig MM. Det ses tydeligt, at turene springer mellem vejene; Universitetsboulevarden, Tornhøjparken, Niels Bohrs Vej og Selma Lagerlöfs Vej. Hvergang en tur eller dele heraf (tursegment) er MM forkert, giver et utilsigtet skift i vejklasse.

Der er udvalgt en enkelt af de fejlbehæftede ture til nærmere analyse. Turen har tur-ID #71954 og forløber som vist på figur 31. Turen er kørt fra Føtex parkeringsplads på Niels Bohrs Vej til en adresse på Lemvigvej, og er i alt 2,47 km lang og opdelt i 231 mindre tursegmenter. Turen er efter at være analyseret med den kvalitative metode fundet til at have origo på en trafikvej og destination på lokalvej, antallet af skift i

vejklasse blev bestemt til 5. En detaljeret oversigt over turens vejforløb og de tursegmenterne, som turen er opdelt i, er vedlagt i bilag d.

Figur 31:
Oversigt over
d et første
forløb af
turen #71954.



Turens næste 5 segmenter (#153388-153392), ligger omkring rundkørslen, og er rigtigt MM til Universitetsboulevarden (Trafikvej). Turen bliver igen efter rundkørslen forladt ved segment (#153392) MM til Tornhøjparken (Lokalvej), hvilket ikke er den korrekte vej. Dette giver igen et utilsigtet skift i vejklasse.

Turen forsætter 180 meter, ad Tornhøjparken, inden det lykkes algoritmen at MM turen til det rigtige vej; Universitetsboulevarden ved segment (#153407). Turen forsætter ad Universitetsboulevarden, indtil der drejes nordpå ad Budumvej (#153435). Foruden de allerede beskrevne utilsigtede skift i vejklasse, sker der et enkelt hop, hvor

turen ved segment (#153545) bliver MM til Sjørupstien (#153545-153549) indtil turen forsættes ad Lemvigvej, som også er turens destinationsvej.

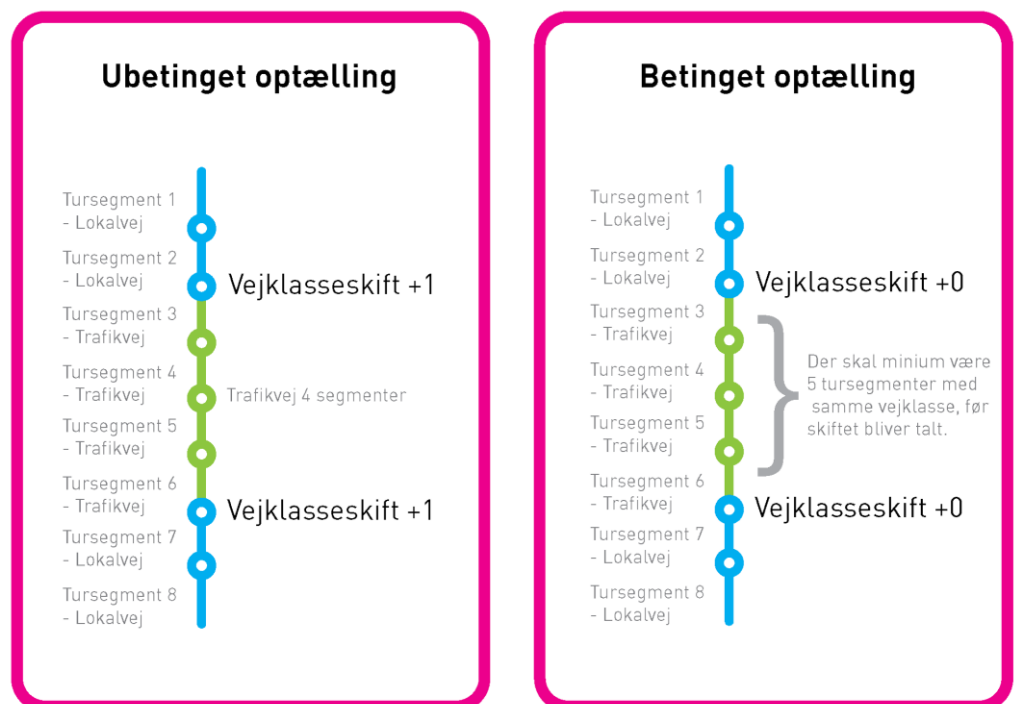
Summeres der op, er der konstateret følgende fejl:

- Turens start segment er MM forkert, hvilket giver en fejl i origo/destinations vejklasse identifikation
- Turen er MM forkert i alt til 4 tilfælde.
- Analysen af turen med den kvalitative metode viser 5 skift, men der er kun 2 reele skift.

Turen #71954 er et eksempel på de uhensigtsmæssigheder, som MM har tilført. Da der er kommet bevidsthed omkring disse uhensigtsmæssigheder fra datagrundlaget, er disse forsøgt udbedret.

Der er gennemført forskellige tiltag, for at disse "hop" mellem vejene ikke skulle påvirke analyseresultaterne. Det tiltag, som giver det bedste resultat, er en betinget optælling. Med betinget optælling menes der, at hver gang der er fundet et skift i vejklasse, er der gennemført en optælling på om der er minimum fem på hinanden følgende tursegmenter af samme vejklasse. Er dette ikke tilfældet, registres der ikke et skift, se figur 34. Det er forsøgt at anvende mere end fem segmenter som tællekriterium, men her skal findes en balance, så de reelle skift i vejklasse ikke bliver overset, er det fundet at fem på hinanden følgende segmenter gav det bedste kompromis.

Figur 32:
Forskellen i
den ubetinge-
de og betin-
gede optæl-
ling.



Den betingede optælling blev gennemført med følgende VBA Excel formel:

```
"=HVIS(OG(RC[-2]<>R[-1]C[-2];R[-3]C[-2]=R[-2]C[-2];R[-2]C[-2]=R[-1]C[-2];R[-2]C[-2]=R[-4]C[-2];R[-2]C[-2]=R[-5]C[-2];RC[-2]=R[1]C[-2];RC[-2]=R[2]C[-2];R[1]C[-2]=R[3]C[-2];R[1]C[-2]=R[4]C[-2]);1;"")"
```

Ønskes der at se den konkrete udformning og anvendelse af den betingede formatering, henvises der til regnearket, "res_kvanti_analyse.xlsm", som er vedlagt på Bilag CD'en,

Ved at gennemføre den betingede optælling, faldt fejkilderne for skift i vejklasserne, men det medførte desværre også, at der opstod nye udfordringer.

Når en GPS-loggeren tændes, har den en opvarmningstid, hvilket betyder, at der går et vist tidsrum fra GPS-loggeren tændes til den er parat til at levere den første brugbare position, benævnt; Time To First Fix (TTFF). Der anvendes forskellige teknikker til at minimere TTFF tiden; blandt andet *Hot start/warm start*, hvor GPS-loggeren anvender den sidste gemte position som udgangspunkt. Anvendes der intet system til at minimere TTFF tiden, kaldes dette *Cold Start*. (United States Government, 1996).

I GPS-loggeren fra SPF blev der anvendt *Cold Start*, hvor GPS-loggeren ikke anvendte tidligere positioner som udgangspunkt. Kravene til TTFF var dog skærpet, så den måtte ikke overstige 30 sekunder. Dette betyder i praksis, at turens første 0 – 700 meter ikke nødvendigvis blev logget og derved ikke er tilgængelig i data. Dette betyder samtidigt, at antallet af tursegmenter fra den første vej, hvor på turen er logget, ofte er lavt. Sammenholdes dette med kriterierne fra den betingede formatering er det modstridende.

Der er derfor valgt, ikke at tælle antallet af vejklaseskift med den betingede formatering på turens første fem tursegmenter, men i stedet at anvende den ubetingede optælling, der tæller alle skift i vejklasse, uden yderligere kontrol af sammenhæng eller antal af vejsegmenter. Se regnearket "res_kvanti_analyse.xlsm," som er vedlagt på Bilag CD'en, for mere information.

Trods disse forskellige tiltag samt mange justeringer og tilretninger af den kvantitative analysemetode, var det ikke muligt på tilstrækkelig vis at tage højde for de fejlskift, som forekommer i en stor del af de 1.749 kørte ture.

6.4.2 U hensigtsmæssige turinddeling

Foruden de fejkilder, der er forbundet med unøjagtighederne i logpunkternes positions bestemmelsen, blev det også fundet, at turinddelingen af logpunkterne ikke var tilstrækkelig.

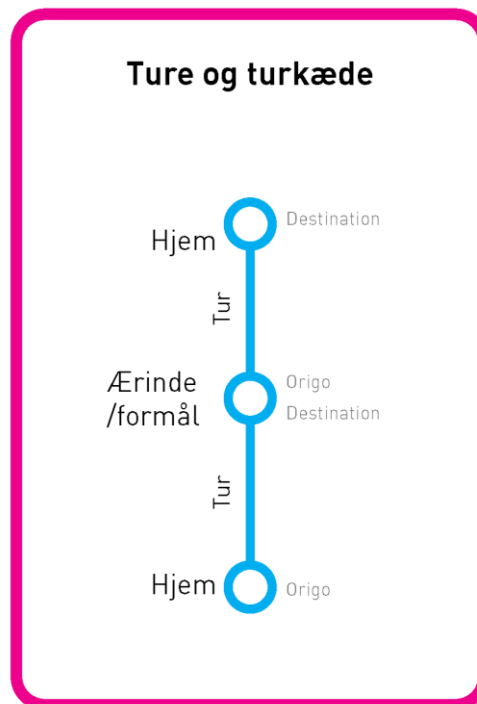
Som beskrevet tidligere, er FCD som udgangspunkt ikke turopdelt men består alene af individuelle logpunkter. For at kunne gennemføre analyserne på bilisternes rutevalg, var det nødvendigt at gennemføre en opdeling af datagrundlaget i enkelte ture. Denne

turopdeling var gennemført i det data, som nærværende undersøgelser tager udgangspunkt i.

Tuopdelingsalgoritmen tog udgangspunkt i en tidsfaktor, det betød, at hvis der var et "hul" mellem to på hinanden følgende sekundlogninger på 2 minutter eller derover blev det defineret som en ny tur (Spar På Farten 2007). Det vil i praksis sige, at tuopdelingen er gennemført, når OBU'en slukket (ingen tænding på køretøjet) eller ikke modtog GPS positioner i minimum 2 minutter.

Det er fundet, at denne tuopdelingsalgoritme ikke i tilstrækkelig grad har formået at opdele turene som ønsket. Et stort antal af undersøgelsens ture viser ved visualisering og analyse nærmere at være turkæder med to med flere ærinder eller formål, og ikke enkelte ture, som var ønsket, se figur 33.

Figur 33:
Principskitse
af en turkæ-
de, bestående
af to ture.



Den uhensigtsmæssige turopdeling betyder, at det teoretiske grundlag for den kvantitative metode ikke er gyldigt, hvis turene indeholder mere end et ærinde eller formål. De kvantitative analysemetoder er opbygget omkring en antagelse, om hvordan det optimale rutevalg forløber; Lokalvej-Trafikvej-Lokalveje og med 2 skift i vejklasse.

Denne antagelse bygger på, at der til hver tur kun er et formål og, at formålet er beliggende ved turenes destination. Udfordringerne opstår i det turene ikke er enkelte ture med turkæder med flere formål. Antages en tur at have to formål, ville turen med stor sandsynlighed forløbe således: Lokalvej – Trafikvej – Lokalvej – Trafikvej – Lokalvej.

Turen er som sådan gennemført korrekt jævnfør teorien, men det er ikke i den kvantitative analyse muligt at identificere om turene har et, to eller flere formål og derved, hvilke antal skift de besidder som stadigvæk er foretaget efter teorien. Da antallet af ærinder ikke kan identificeres, kræver metoden at alle ture opdeles som ture med et formål/ærinde.

Det er altså en nødvendighed at turopdelingen kan opdele turen i enkelt ture og ikke længere sammenhængende turkæder, som er tilfældet med den anvendte turopdelingsalgoritme. På figur 34 ses tre eksempler fra undersøgelsen, hvor algoritmen ikke er tilstrækkelig.

Figur 34:
Oversigt over
tre eksempler
på uhensigts-
mæssige
turopdelinger.



Tages der udgangspunkt i den først tur #51261 (den røde) forløber denne fra origo i Aalborg SØ, via Aalborg Centrum/havnefront til destinationen i Aalborg SV. Turen forløb ind omkring midtbyen, skyldes med stor sandsynlighed et formål eller ærinde.

Hvad angår tur #208474 og #71931 er disse gennemført som rundture, hvor origo og destinationen er sammenfaldende. Dette indikeret at turen ikke er opdelt efter turens formål eller ærinde.

For turen #71931 (den gule) ser ærindet ud til at have været i Gug. Men for det sidste eksempel tur #208474 (den grønne) ligner det at der har været to ærinder; et i Aalborg Vestby og et igen i Nørresundby.

De tre eksempel ture, kan være af den type tur, hvor turen i sig selv er formålet, turens ærinde kan være forgået mens køretøjet er tændt, eller også har køretøjet været slukket i en kortere periode end 2 minutter. Disse scenarier tages der ikke højde for i turopdelingsalgoritmen, og derfor vil ture af denne type medføre at antallet af skift i vejklasser bliver overestimeret.

6.5 Løsningsforslag og alternative metoder

For at kunne gennemføre den kvantitative analyse, kræves det, at enten datagrundlægs kvalitet sikres bedre inden analysen påbegyndes, eller at der alternativt anvendes en anden metode til at identificere uhensigtsmæssige rutevalg i byområder.

Et forslag til at forbedre kvaliteten af datagrundlaget vil være at gennemføre en offline MM, med en mere avanceret algoritme end den mere simple online MM.

Den anvendte online MM er gennemført i realtid i OBU'en i samme sekund som denne modtager GPS-positionen. Den valgte MM tager udgangspunkt i otte faktorer, som indbyrdes er vægtet. Den højeste vægtede og derved den faktor, som er tillagt den største indflydelse, er retningen, mens også; afstanden til nærmeste vejsegment, skift i hastighed og skift i vej-ID, har alle haft en høj vægtning.

En af de primære fordele ved at gennemføre en offline MM og ikke en online MM er, at de efterfølgende punkter kan tages med i algoritmen. Samtidig er der ikke samme krav til hastigheden for algoritmen, når den ikke skal gennemføres i realtid (Tradisauskas et al., 2007).

Der har været meget fokus på at udvikle og forbedre kvaliteten af MM-algoritmer til FCD, og det antages, at det er muligt at forbedre kvaliteten væsentligt gennem eksempelvis at anvende offline MM algoritmer, som *GEnetic* (Dirik & Yenikaya, 2005), *Marchal* (Marchal et al., 2004) eller *M-GEMMA* (Pereira et al., 2008). M-GEMMA udmærker sig ved at kunne tage højde for ufuldstændigheder i det underliggende digitale vejnet.

Den anden faktor, som skal forbedres, er turopdelingen. Denne er, som beskrevet, foretaget udelukkende på basis af en tidsfaktor på 2 minut, hvor såfremt der var et hul i

datasættet på 2 minut eller derover blev dette karakteriseret som en ny tur. Der er her gode muligheder i at udvikle en bedre og mere avanceret turopdelingsalgoritme.

Der kunne eksempelvis eksperimenteres med en nedsættelse af tidsfaktoren til eksempelvis 1 minut, som det med succes er gjort i en anden FCD undersøgelse (Fafieanie, 2009). Det foreslås endvidere at de geografiske informationer, som er tilknyttet hver logpunkt, anvendes aktivt i opdelingen. Der vil med fordel kunne gennemføres forsøg med en algoritme, som tildeler logpunkterne et nyt tur-ID, såfremt bilen har holdt stille inden for en zone på eksempelvis 5-25 m. i et vist tidsrum. Herved ville turen som foretages med korte eller længere stop men med tænding eksempelvis afsætning/påstigning af personer, hente/bringe mad eller post og lignende, resultere i en opdeling af turkæden til de to ture som det burde være. Der kunne også gennemføres en algoritme som identificerer, hvis origo og destination er sammenfaldende.

Mulighederne er mange, og der skal gennemføres forskellige forsøg, hvor der skal udvikles og testes en bedre turopdelingsalgoritme og gennemføres en offline MM. Såfremt det ikke er muligt at forbedre datakvaliteten i tilstrækkeligt omfang, må metoden revurderes, og der skal med højst sandsynlighed anvendes en anden tilgang end skift i vejklasser. Alternativt kan det også i en sådan situation overvejes om andre datakilder ville kunne levere data af bedre kvalitet.

Udviklingen af bedre turopdelingsalgoritmer og MM vil kunne bidrage positivt til en række andre metoder og undersøgelser, og kunne med fordel gennemføres i forbindelse med det aktuelle projekt; ITS-Platform. (Aalborg Universitet, Inntrasys og GateHouse, 2011)

KAPITEL 7

Den kvalitative metode

Den kvalitative metode

Den anden af undersøgelsens analyser bygger på en mere kvalitativ tilgang til identifikation og kortlægning af uhensigtsmæssige rutevalg og overensstemmelsen med vejklassificeringen. Denne kvalitative tilgang er mere dybdegående og kan anvendes til analyse af rutevalget mellem to udvalgte destinationer eller på resultaterne af den kvantitative analyse. Begrænsningen i denne metode er den mere manuelle tilgang, hvorfor også turantallet eller antallet af rutevalgskombinationer ikke må være for stort.

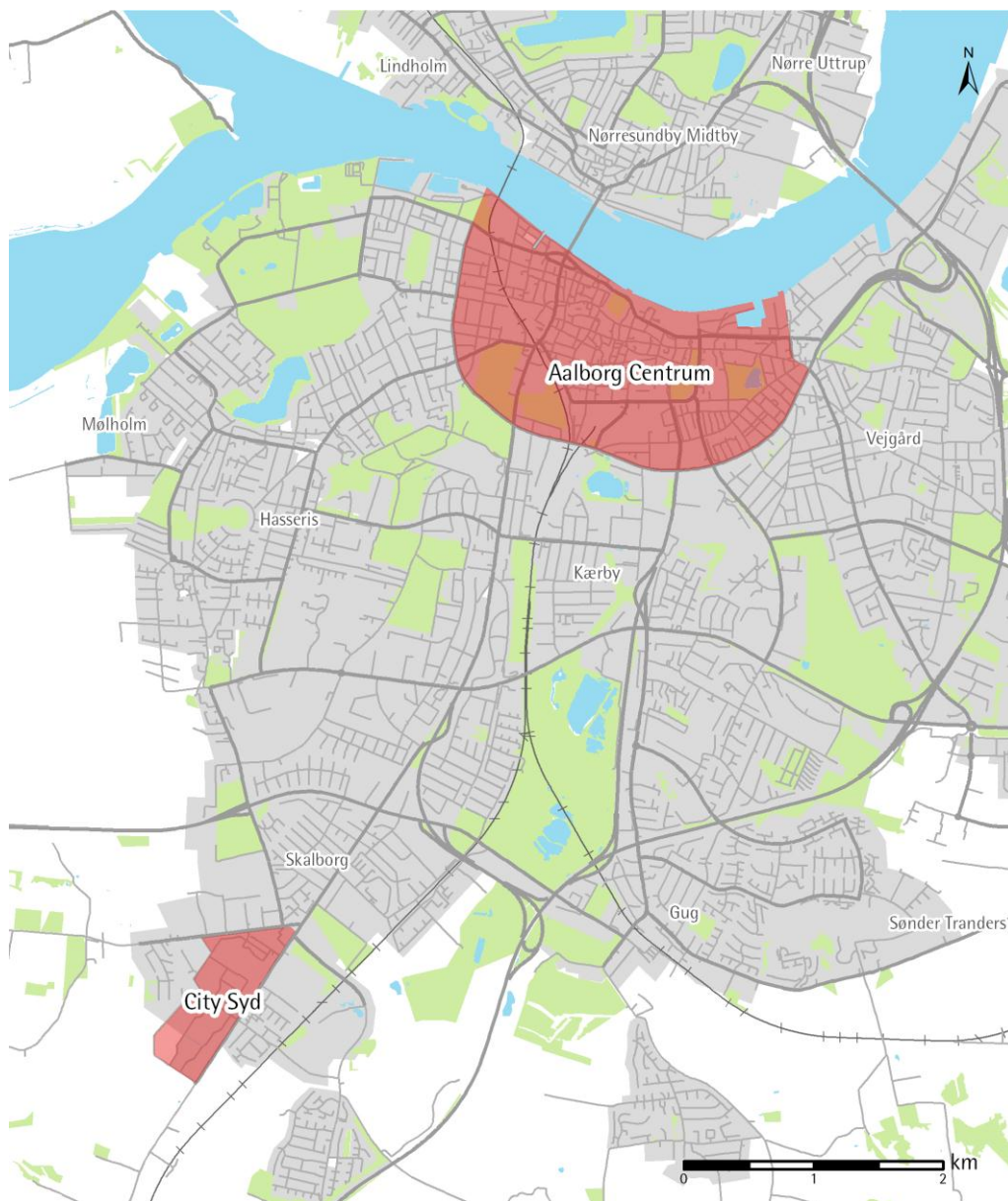
Den kvalitative metode er ikke ramt af de samme udfordringer og fejlkilder som den kvantitative, da denne ikke anvender antallet af skift i vejklasser som indikator for uhensigtsmæssige rutevalg. Den kvalitative analysemetode anvender en visuel overlejring mellem turene og vejklasserne fra det digitale vejnet.

Der er til denne del af undersøgelsen valgt at tage udgangspunkt i en kortlægning af rutevalget mellem Aalborg Centrum til City Syd. Inden resultaterne af analysen præsenteret, vil der blive gennemført en kort præsentation af de valgte områder samt de antagelser, som er forbundet med resultaterne.

7.1 Detailmetode

Det er valgt, at gennemføres den kvalitative analyse på de ture, som forløber fra Aalborg Centrum, og som har mål i City Syd området. Den konkrete afgrænsning af origo- og destinationszonerne er vist på figur 35.

Figur 35:
Oversigt over
de valgte
origo- og
destinations-
zoner, samt
deres af-
grænsning.



Det er valgt kun at analysere på de turlinjer, som ligger mellem de to zoner, idet det ikke er interessant i denne sammenhæng, hvordan rutevalget forløber internt i de to zoner.

Det er valgt at tage udgangspunkt i de ture, som har destination i City Syd, idet området antages at være en stor turattraktion på grund af områdets mange besøgen-

de/handlende samt det store antal arbejdspladser, som også findes i området. Det er derfor interessant at se på, om rutevalget til City Syd, foregår hensigtsmæssigt og på de tilsligende overordnede veje.

City Syd er et aflastningscenter i den sydlige del af Aalborg, i bydelen Skalborg. I området findes mere end 98 udvalgsbutikker med et samlet areal på godt 85.000 m² (2008). City Syd udgør det største udbudspunkt for udvalgsvarer i Nordjylland målt både på omsætningen og bruttoareal, og havde i 2010 omkring 16 millioner besøgende. (Institut for Center-Planlægning, 2010)

City Syd området er i denne forbindelse afgrænset af vejene Hobrovej, Stenbukken, Krebsen, Vandmanden samt Nibevej.

Det er valgt at lade den anden zone være Aalborg Centrum, da denne har et høj bolig-tæthed; der var i 2007 ca. 24.400 beboere, eller ca. 20 % alle indbyggerne i Storaalborg. Det antages på grund af det høje antal boliger, at Aalborg Centrum har en høj turproduktion. Aalborg Centrum er valgt afgrænset mellem Limfjorden og Østre Alle-ningen.

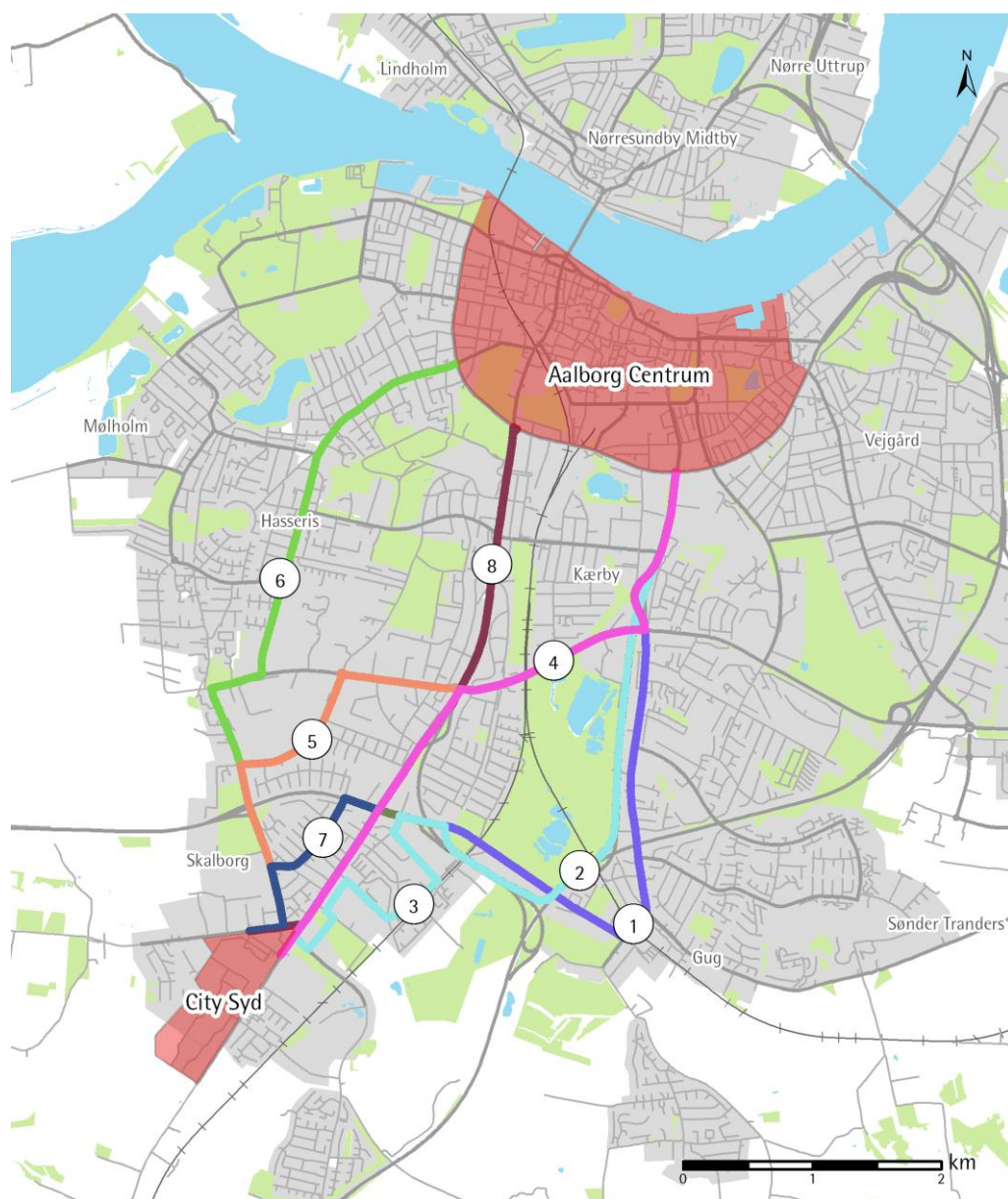
Udvælgelsen af origo- og destinationszonerne er gennemført på baggrund af en vis "tilfældighed", idet destinationszonerne ikke er valgt på baggrund af analyser men ud fra en kvantitativ vurdering. Der kunne være valgt andre origo- eller destinationszoner, eller de kunne være valgt at se på rutevalget i modsat retning; fra City Syd til Aalborg Centrum. Dette antages ikke at have den store effekt, da der stadigvæk er tale om et Proof Of Concept studie.

7.2 Resultater

Det er i perioden 1. - 30. september 2007, kørt i alt 41 ture, eller ca. 2 % procent af det samlede antal ture, fra Aalborg Centrum til City Syd. De 41 ture er kørt af 10 forskellige køretøjer, eller ca. 15 % af køretøjerne som deltog i SPF.

De ti bilisterne har kørt i alt 8 forskellige rute mellem origo- og destinationen. De 8 rutealternativer er vist på figur 36.

Figur 36:
Oversigt over
de 8 ruteal-
ternativer,
som bilisterne
har valgt
mellem Aal-
borg Centrum
og City Syd.



Der er gennemført en mere detaljeret beskrivelse af de enkelte rutealternativer i tabel 7. Der for hver af rutealternativerne beskrevet, hvilke veje de er gennemført på, der er udregnet længderne på de forskellige ruter, og der er også udregnet i hvor stor et omgang de enkelte ruter har kørt på trafik- eller lokalveje.

Rute	Vejstrækning	Længde [km]	Heraf på trafikvej	Heraf på Lokalvej
1	Sønderbro – Gugvej – Indkildevej – Hobrovej – City Syd	7,3	7,34	0
2	Sønderbro – Ådalsmotorvejen – Mariendals Mølle Motorvejen – Indkildevej – Hobrovej – City Syd	6,5	6,55	0
3	Sønderbro – Ådalsmotorvejen – Mariendals Mølle Motorvejen – Indkildevej – K. Christensens Vej – Anker Engelunds Vej – Bisgårdsvej – Dyrskuevej – Dallvej – Hobrovej – City Syd	7,6	5,2	2,4 (32 %)
4	Sønderbro – Over Kæret – Hobrovej – City Syd	5,3	5,34	0
5	Hobrovej – Skelagervej – Sofiendalsvej – Letvadvej – Nibevej – City Syd	5,8	4,7	1,1 (19 %)
6	Hasserisvej – Skelagervej – Bygaden – Letvadvej – Nibevej – City Syd	5,7		0
7	Sønderbro – Over Kæret – Hobrovej – Ny Nibevej – Digtervej – Letvadvej – Nibevej – City Syd	5,9	5,1	0,8 (14 %)
8	Hoborvej – City Syd	4,6	4,6	0

Tabel 7: Oversigt over de 8 rute alternativer som bilisterne har gennemført.

Når der foretages rutevalgsanalyse som denne, findes der to måder, hvorpå trafikken kan opgøres; der kan vælges at tage udgangspunkt i trafikbelastningen (antallet af ture) eller i trafikmængderne (antallet af køretøjer).

Der er i nærværende undersøgelse valgt at tage udgangspunkt i trafikmængderne, når det skal opgøres, hvor stor overensstemmelse der eksisterer mellem de valgte ruter og vejnettet funktionelle vejklassificering. Begrundelsen herfra skal findes i tabel 8, hvor der er samlet en oversigt over, hvordan fordelingen af turene har været mellem de forskellige rutealternativer og de ti køretøjer.

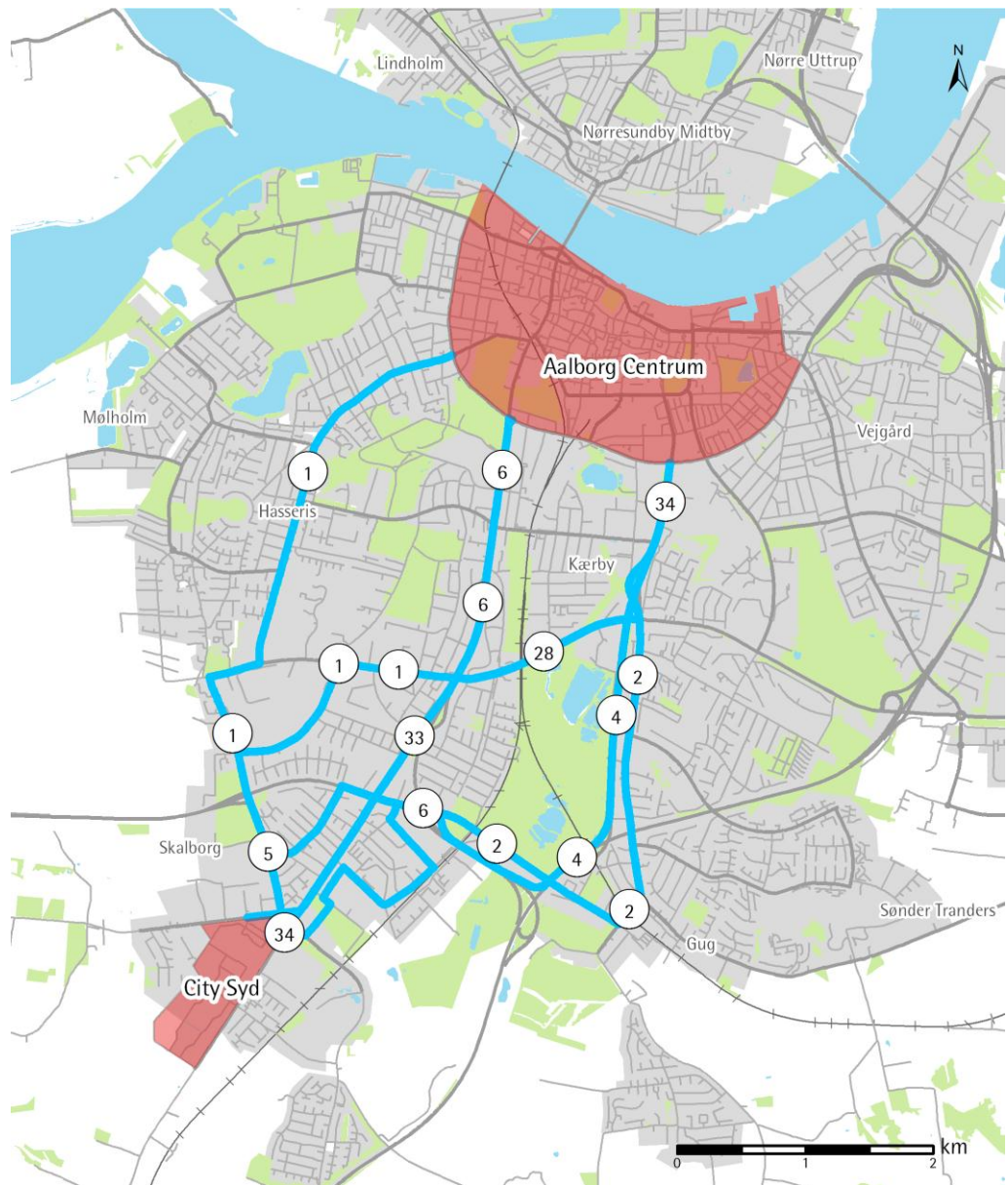
Køretøjs ID	1721	1735	1784	1796	2543	2549	2571	2578	2663	2674	2691	Total
Rute												
1			1				1					2
2		1							1			2
3		2										2
4		1								24		25
5	1											1
6				1								1
7										3		3
8					2	1		1			1	5
Hovedtotal	1	4	1	1	2	1	1	1	1	27	1	41

Tabel 8: Oversigt over hvilke rutealternativer de enkelte bilister har valgt

Som det fremgår af tabellen har et enkelt køretøj kørt 27 af de i alt 41 kørte ture, og tages der ikke højde for dette vil det skabe en forvridding af resultaterne. Den samme forvridding ses på figur 37, hvor det tydeligt fremgår at bilisten med de mange ture hovedsagelig har kørt rute #4.

Vælges der at tage udgangspunkt i antallet af køretøjer, bliver de enkelte ruter mere sammenlignelige.

Figur 37:
Oversigt over
turmængder
på de forskel-
lige vejseg-
menter.



Overordnet er der stor overensstemmelse mellem vejnettets funktionelle vejklasse og bilisternes rutevalg mellem de to valgte zoner. Af de i alt 10 køretøjer, som har kørt mellem de valgte zoner, vælger kun ca. 33 %, svarende til 3 bilister, ruter som ikke er i overensstemmelse med vejklassificeringen, da de er kørt i lokalområder, hvor de ikke har haft ærinde.

Af de ruter, som ikke følger vejklassificeringen, er det kun mellem ca. 14 % og 32 % af den samlede rutelængde, som er kørt uhensigtsmæssigt.

Alt i alt kan der hermed konkluderes at de bilisters, hvis ruter er undersøgt overordnet set, vælger rute i overensstemmelse med den funktionelle vejklassificering. Det antages ikke at være muligt at undgå uhensigtsmæssige ruter helt. Skal der gennemføres tiltag

for at begrænse uhensigtsmæssige ruter, skal generne fra disse overstige generne af de tiltag, som skal gennemføres.

Var der i stedet taget udgangspunkt i trafikbelastningen frem for trafikmængderne, udgjorde de uhensigtsmæssige ruter 6 ud af de 41 kørte ture, svarende til ca. 14 %. Sammenligningsvis udgjorde de uhensigtsmæssige ruter omkring 33 %, når der var valgt trafikmængderne.

De rutevalg, som er gennemført uhensigtsmæssigt, er rute #3, #5 og rute #7. Det er ikke muligt at finde den direkte årsag til at netop disse ruter er valgt, men det kan for specielt rute 3's vedkomne konkluderes, at de fysiske forhold, herunder turlængde og vejklassificering, ikke har vægtet højt i rutevalget, da turen er gennemført på meget små veje, endda på et tidspunkt gennem en parkeringsplads. Hvad angår rutelængden er denne ca. 0,95 km. længere end den korteste rute (#2), som også har udgangspunkt på Sønderbro. I forhold til rute #5 er den valgte rute ca. 5,8 km, svarende til kun ca. 8 % eller 0,5 km. længere end den mest direkte og korteste rute (#4). Hvad angår den sidste uhensigtsmæssige rute (#7) er denne også kun ca. 0,6 km længere end, hvis den mest direkte rute (#4) var valgt.

Baseret på det kendskab, som haves for vejnettet omkring City Syd samt de trafikale og trængselsudfordringer, som findes mellem de valgte zoner, kan det sandsynliggøres, at de uhensigtsmæssige ruter er valgt, idet bilisterne forsøgte at undgå kø fra trængsel eller fra signalanlæggene i den sidste del af Hobrovej.



Udgangspunktet for nærværende undersøgelse var, at undersøge om det var muligt at udvikle en eller flere metoder, baseret på FCD, som kunne anvendes til at kortlægge og analysere på overensstemmelsen mellem bilisters rutevalgt og vejnettets funktionelle vejklassificering. Undersøgelsen er gennemført som et Proof of Concept studie, hvor den primære fokus har været på at udvikle metoderne og i mindre grad på de faktiske resultater.

Incitamentet til at gennemføre denne undersøgelse har været, at vejplanlægning og vejklassificering aldrig har været vigtigere og haft større fokus end i dag, grundet det til stadighed stigende antal køretøjer og stigende transport arbejde på det danske vejnet. Effekterne af vejklassificering afhænger af hvorledes bilisternes respekterer dette i praksis; gør de ikke det, mister denne en stor del af sin effekt.

Undersøgelsen og metodeudviklingen er opbygget omkring FCD fra det nordjyske SPF og den almene teori omkring vejklassificering, turbegrebet og rutevalg. Det er anvendt data fra 1. – 30. september 2007, hvilket gav ca. 1,6 millioner logpunkter, som efterfølgende blev sammenkædet til 1.749 ture. Turene er kørt af i alt 65 køretøjer. Idet datagrundlaget kun består af en lille stikprøve antages undersøgelsens resultater ikke at være repræsentativt. Hvorfor det derfor kun har været muligt at kortlægge og analysere om bilisterne fra SPF, har gennemført ture i overensstemmelse med vejnettets funktionelle klassificering.

Der er til undersøgelsen blevet udarbejdet to analysemetoder: En kvantitativ analysemetode og en kvalitativanalysemetode.

Den kvantitative analyse tager udgangspunkt i at identificere og tælle antallet af skift i vejklasser, for på denne måde at vise overensstemmelsen mellem vejnettets funktionelle klassificering og bilisternes rutevalg. Den kvantitative analysemetode blev udviklet, så den kunne håndtere store datasæt, og identifikationen af skift i vejklasser kunne foretages dynamisk. Der blev konstateret, at antallet af skift i vejklasse blev overestimeret, og det har endvidere ikke været muligt tilrette metoden så den blev tilstrækkelig retvisende. Årsagen til denne overestimering af skiftene i vejklasse, skyldes hovedsaglig at turopdelingen af logpunkter ikke var tilstrækkelig og at den online map matching som er gennem i OBU, har været mangelfuld.

For undersøgelsens anden metoden; den kvalitative analyse, kan der gennemføres mere dybdegående og detaljerede analyser af rutevalget og dennes overensstemmelse med

vejklassificeringen. Den kvalitative analyse gennemføres i GIS og har derfor en naturlig begrænsning i antallet af ture som kan analyseres og overskues under et. Den kvalitative analyse, tager udgangspunkt et OD-zonepar eller ture fra den kvantitative analyse. Den kvalitative analysemetode var ikke på samme måde følsom overfor de fejlkilder som datagrundlaget indeholdte og der kunne derfor gennemføres en egentlig analyse af rutevalget mellem et OD-zonepar. Det blev valgt at analysere rutevalget mellem Aalborg Centrum og City Syd. Mellem de to zoner blev der i undersøgelsesperioden gennemført i alt 41 ture, af i alt 10 forskellige køretøjer. Analyseresultaterne viste, at der blev kørt i alt 7 forskellige rute mellem de to zoner. Af de 7 rutealternativer var 3 af disse, gennemført uhensigtsmæssigt og med manglende overensstemmelse med vejnettet funktionelle klassificering. Alle de uhensigtsmæssige rutevalg blev foretaget gennem lokalområder, hvor ingen af bilisterne havde ærinde. Omfanget af de uhensigtsmæssige rutevalg, udgjorde dog maksimalt ca. 33 % af enkelte tures samlede længde. Med udgangspunkt i resultaterne fra den kvalitative analyse kan det konkluderes at hovedparten af bilisterne fra SPF, mellem OD-zoneparret Aalborg Centrum – City Syd har gennemført rutevalg, som har været i stor overensstemmelse med vejnettet funktionelle vejklassificering.

Den endelige konklusion på undersøgelsen, er at det er muligt at udvikle metoder til kortlægning og analyse af overensstemmelsen mellem bilisters rutevalg og vejnettet funktionelle klassificeringen. Der er gennem undersøgelsen udviklet en kvalitative metode som fungerer og er retvisende, mens det er nødvendigt at forbedre map matchingen og turopdelingsalgoritmen i datagrundlaget, hvis også resultaterne fra den kvantitative analyse skal kunne anvendes med tilstrækkelig sikkerhed.

INTRODUCTION

Bishop, R., 2005. ISBN 1-58053-911-4 *Intelligent Vehicle Technology and Trends*. Norwood, USA: ARTECH HOUSE, INC.

Brandi, M., Madsen, O.R., Nielsen, N.M. & Madsen, J.R., 2001. *INFATI - Test af GPS-nøjagtighed og digitale kort med hastighedsgrænser*. Aalborg: Aalborg Universitet, Trafikforskningsgruppen.

Burchardt, J. & Schønberg, M., 2006. *Lige ud ad landevejen - Med hestevogn og bil på amternes veje 1868 - 2006*. Holbæk: Danmarks Vej- og bromuseum.

Danmarks Statistik, 2011. *Trafikarbejde på veje med danske køretøjer efter transportmiddel og tid*. [Online] På: <http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1920>.

Danmarks Vej- og Bromuseum, 2011. *De danske veje fra Alfarvej til motorvej*. [Online] På: <http://www.vejogbro.dk/veje>.

Dirik, A.E. & Yenikaya, G., 2005. *Genetic based road selection for tracking systems*. Istanbul, Tyrkiet: Istanbul university.

Dueholm, K., Laurentzius, M. & Jensen, A.B.O., 2005. *GPS*. København V: Nyt teknisk forlag.

Fafieanie, M.E., 2009. *Calibrating route set generation by map matching GPS data*. Twente: University of Twente, Omnitrans Internationa.

Fenger, O. & Jansen, C.R., 1991. *Jydske lov 750 år*. Viborg: Udgiverselskabet ved Landsarkivet for Nørrejylland.

Harder, H.H., 2002. *Vejplanlægning, politik og praksis*. Aalborg: Inst. 20 Aalborg Universitet.

Indenrigs- og Sundhedsministeriet, 2009. *Bekendtgørelse af lov om kommunernes styrelse, lovbekendtgørelse nr. 581 af 24. juni 2009*. [Online] På: <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=134505>.

INFATI, 2000. *INFATI Projektet*. [Online] På: <http://infati.dk/projekt.htm>.

Institut for Center-Planlægning, 2010. *Udvidelse af Aalborg Storcenter*. http://www.aalborgkommune.dk/Om_kommunen/Byplanlaegning/Lokalplaner/Documents/3-6-103_Omsaetningsmaessige-konsekvenser.pdf. Rødovre.

Jeanneret-Gris, C.-É., 1933. *CIAM's "The Athens Charter"*. [Online] På: <http://modernistarchitecture.wordpress.com/2010/11/03/ciam%E2%80%99s-%E2%80%99the-athens-charter%E2%80%9D-1933/>.

Jensen, C., 2009. ISSN 1603-9696 *Danskernes transport - hvor meget, hvordan, hvor og hvornår?* Aalborg: Trafikdage 2009.

- Jensen, S.S. et al., 2009. *GIS-baseret national vej- og trafikdatabase 1960-2005*. Faglig rapport. Aarhus Universitet: Danmarks Miljøundersøgelser (DMU).
- Kaufmann, E., 1969. *SIKRERE VEJE - Retningslinier 1968 for byplanlægning med henblik på trafiksikkerhed*. København: STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT.
- Kjemstrup, E., 2003. *Vejmanden og hans virke gennem tiderne*. København: Vester Kopi.
- Lahrmann, H. et al., 2007. *Spar på Farten -et forsøg med Intelligent Farttilpasning baseret på incitament (forsikringsrabat)*. Aalborg: Trafikdage 2007.
- Lahrmann, H. & Leleur, S., 1994. *Vejtrafik - Trafikteknik & Trafikplanlægning*. Lyngby: Polyteknisk Forlag.
- Lahrmann, H., Pedersen, K.S. & Christensen, L.T., 2010. *Bluetooth detektorer som ny cost - effektiv sensor i vejtrafikken*. Aalborg: Trafikdagene 2010.
- Marchal, F., Hackney, J. & Axhausen, K.W., 2004. *Efficient map-matching of large GPS data sets - Tests on a speed monitoring experiment in Zurich*. Zürich: Institut für Verkehrsplanung Institut für Verkehrsplanung.
- Nielsen, O.A., 1996. *Nye modeller for rutevalg*. Aalborg: Trafikdage 1996.
- Olesen, J.H., 2003. *Evaluering af turdagbøger*. Aalborg: Trafikdage 2003.
- Pedersen, F.N. & Kristensen, J.P., 2010. *Registrering af trængsel med bluetooth*. Aalborg: Trafikdagene 2010.
- Pereira, F.C., Costa, H. & Pereira, N.M., 2008. *An off-line map-matching algorithm for incomplete*. Pinhal de Marrocos, Portugal: Universidade de Coimbra.
- Ramhøj, L., 2004. *Matrikulær Sagsudarbejdelse*. Aalborg: Institut for Samfundsudvikling og Planlægning.
- SAMKOM, 2009. *Vejklassificering*. [Online] På: <http://www.vejsektoren.dk/wimpdoc.asp?page=document&tobjno=171589>.
- Spar På Farten, 2007. *Trip Definition*. Internt dokument. Aalborg: Aalborg universitet.
- Sulkjær, P. et al., 2005. *AKTA - Forsøg med kørselsafgifter i København*. København: AKTA.
- TDC Systems, 2011. *Non-intrusive detectors*. [Online] På: <http://www.tdcsystems.co.uk/solutions/bluetooth-journey-time-system/bluetooth-journey-time-system>.
- Thagesen, B., 1998. *Veje og Stier*. Lyngby: Polyteknisk Forlag.
- Thomsen, O. & Studstrup, F., 2000. *Vejklassificering - differentierede vejnet*. Aalborg: Trafikdage 2000.
- Tradisauskas, N., Juhl, J., Lahrmann, H. & Jensen, C.S., 2007. *Map Matching for Intelligent Speed Adaptation*. Aalborg: Aalborg Universitet.

Trafikministeriet, 2003. ISBN: 87-91013-36-4 *Manual for samfundsøkonomisk – anvendt metode og praksis på transportområdet*. København K: Trafikministeriet.

Transportministeriet, 2009. ISBN: 978-87-91511-99-8 *Mobilitet, der skaber værdi – Transportministeriets strategiske grundlag*. København: Transportministeriet.

United States Government, 1996. *Navstar gps user equipment introduction*. Alexandria, VA: U.S. Coast Guard Navigation Center.

Unwin, R., 1911. *Town Planning in Practice*. London: Unwin.

Vaidya, S., 2011. *From video to knowledge*. [Online] På: <https://str.llnl.gov/AprMay11/pdfs/4.11.1.pdf>.

Vejdirektoratet, 1985. *Vejledning i nummerskrivningsanalyser*. København.

Vejdirektoratet, 2011. *Giv input til vejplanlægning i byområder*. [Online] På: <http://www.vejsektoren.dk/vejreglernesarkiv.asp?page=document&tobjno=645349>.

Vejdirektoratet, 2011. *vejman.dk – WMS/WFS dokumentation*. Brugermanual.

Vejfordningen, 1793. *Forordningen om vej-væsenet i Danmark*. København: Kong Christian R.

Vejregelrådet, 2000. *Vejplanlægning i byområder – Hæfte 0*. København: Vejdirektoratet.

Vejregeludvalget, 1980. *Bytrafik*. København: Vejdirektoratet.

Xiong, D., 2000. *A three-stage computational approach to network matching*. USA: Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume 8, Issues 1-6.

Zhou, Y. & Wu, J., 2006. *The research on drivers' route choice behavior in the presence of dynamic traffic informatio*. Toronto, Canada: IEEE Intelligent Transportation Systems Conference.

Aalborg Kommune, Nordjyllands Trafikselskab og Vejdirektoratet, 2009. *Trafikbelastning i Aalborg*. [Online] På: <http://www.trafikken.dk/nordjylland/cardoc.asp?page=document&tobjno=163781>.

Aalborg Kommune, 2007. *Vejklassifikation i Aalborg Kommune*. Diaspræsentation. Aalborg.

Aalborg Kommune, 2010. *Statistisk årbog 2007*. [Online] På: http://www.aalborgkommune.dk/borgerportal/applikationer/statistik/webaarbog/aarbo_g07/struktur/index.html.

Aalborg Universitet, Inntrasys og GateHouse, 2011. *Om ITS Platform*. [Online] På: <http://www.itsplatform.eu/da/om-its-platformen.html>.

Aalborg Universitet, 2007. *Baggrund for projektet*. [Online] På: <http://www.sparpaafarten.dk/baggrund.php>.



Her skal der laves et kort over Storaalborg i A3 med vejnavn på de største i de i vejnet afsnittet nævnte veje.

TRIN 1 TRIN 2 TRIN 3

"Trin 1: Kortlægning af de eksisterende trafikale forhold

- *Trafikmængder*
- *Busbetjente veje*
- *Uheld på veje*
- *Trafikskabende funktioner*
- *Skiltede hastigheder*
- *Eksisterende stier*

Trin 2: Fastlæggelse af net for biltrafik, kollektiv trafik og lette trafikanter

- *Biltrafiknettet fastlægges i byområdet på baggrund af viden om biltrafikkens nuværende og fremtidige færdselsmønstre. Til fastlæggelsen af biltrafiknettet anvendes oversigterne over trafikmængder, busbetjente veje, uheld og de trafikskabende funktioner.*
- *Yderligere anbefalinger:*
- *For at gøre turene i lokalområderne så sikre som muligt, er det vigtigt, at lokalområderne ikke gennemskæres af trafikveje.*
- *Da lokalvejene betjener alle trafikantgrupper, er det også vigtigt, at hastigheden er lav på disse veje.*
- *Lokalvejene kan derfor ikke være alt for lange - ellers vil trafikanterne ikke finde det acceptabelt at køre med den lave hastighed.*

Trin 3: Totalbillede af vejenes funktion

- *Alle de fastlagte trafikvejnet sættes sammen og vurderes i forhold til hinanden. Samlet danner de nemlig et totalbillede af de forskellige trafikantgrupper krav og forventninger til de enkelte vejstrækninger og deres funktion.*
- *Igen kan der kompenseres for eventuelle uforenelige/modstridende krav til de enkelte vejes funktion via den efterfølgende hastighedsklassificering. Hastighedsklassificering kan nemlig medvirke til at skabe overensstemmelse mellem vejens udformning, omgivelserne og trafikantgrupperne og den hastighed biltrafikken kører med.*

- *Samlet skaber den funktionelle vejklassificering og en efterfølgende hastighedsklassificering et vejnet, hvor det til enhver tid er tydeligt for trafikanterne, hvilken type vej de færdes på og dermed også hvilken adfærd, der forventes af dem. En hastighedsklassificering kan f.eks. være med til at sikre, at lokalområder kun benyttes af bilister med ærinde i området"*
(SAMKOM, 2009)

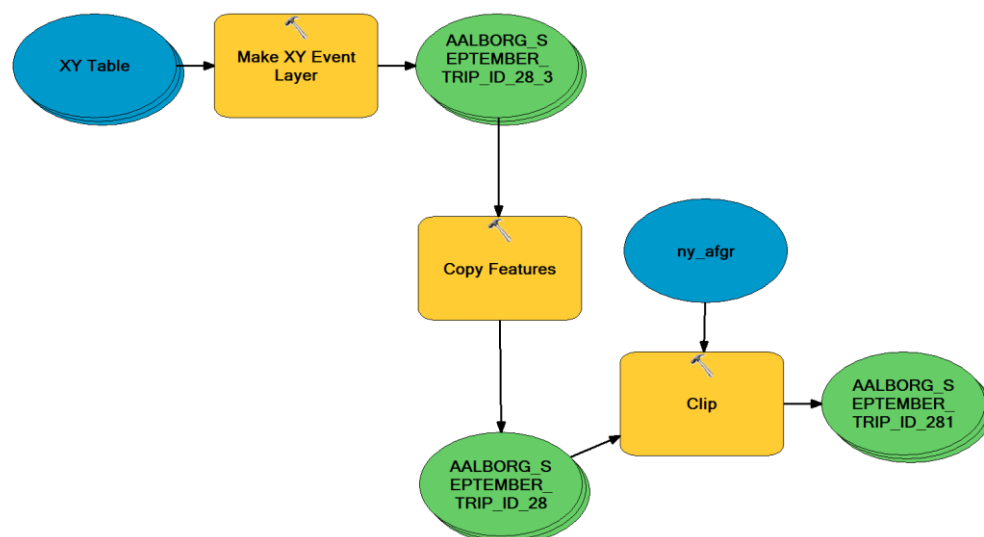
AALBORG TURE

I dette bilag er der samlet en række af de toolset som er anvendt i ArcInfo (GIS), til analyserne og bearbejdningen af FCD. Toolboxen "GIS_kodestumper.tbx" er med de anvendte toolsets vedlagt på Bilags-CD'en i mappen "GIS\ Toolboxes og modelbuilder script fra analyse\"

Trin 1.1: fra rådatat til xy punkter

Toolset: [GIS_kodestumper.tbx]> [ture_import_til_punkter]

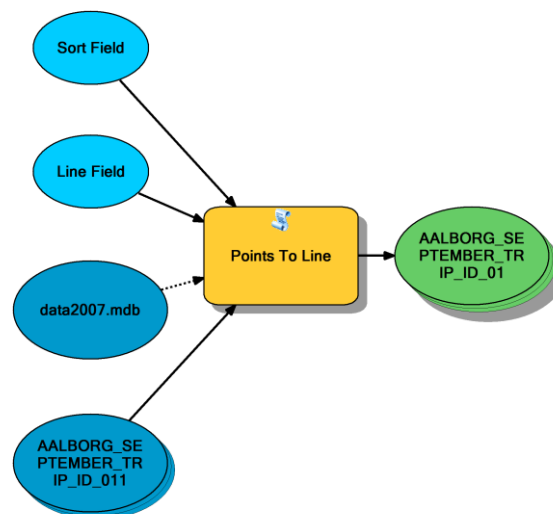
I dette modelbuilder toolset bliver rådata importeret cvs-filer, beskåret og konverteret til xy-punkter.



Trin 1.2 Fra xy punkt til turlinjer

Toolset: [GIS_kodestumper.tbx]> [ture_fra_punkt_til_turlinjer]

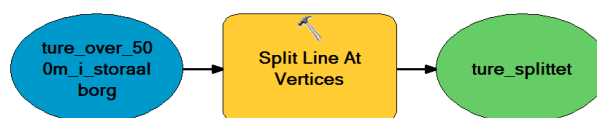
I dette modelbuilder toolset bliver xy-punkterne, sammenkædet og konverteret til linjer, baseret på en sorterings nøgle og tur_id nøgle.



Trin 1.3 Split turelinjer til tursegmenter

Toolset: [GIS_kodestumper.tbx]>[ture_split_til_tursegmenter_vertices]

I dette modelbuilder toolset splittes turlinjerne ved deres vertices.

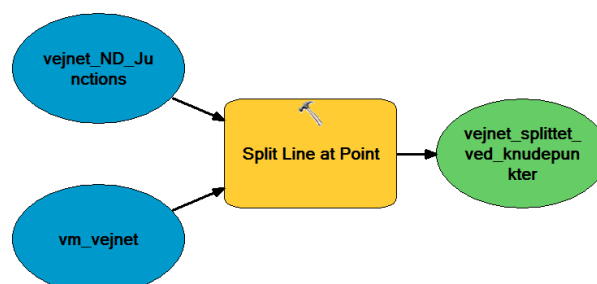


Trin 0: Splitning af vejnet

vejnet_split_ved_knudepunkter

Toolset: [GIS_kodestumper.tbx]>[vejnet_split_ved_knudepunkter]

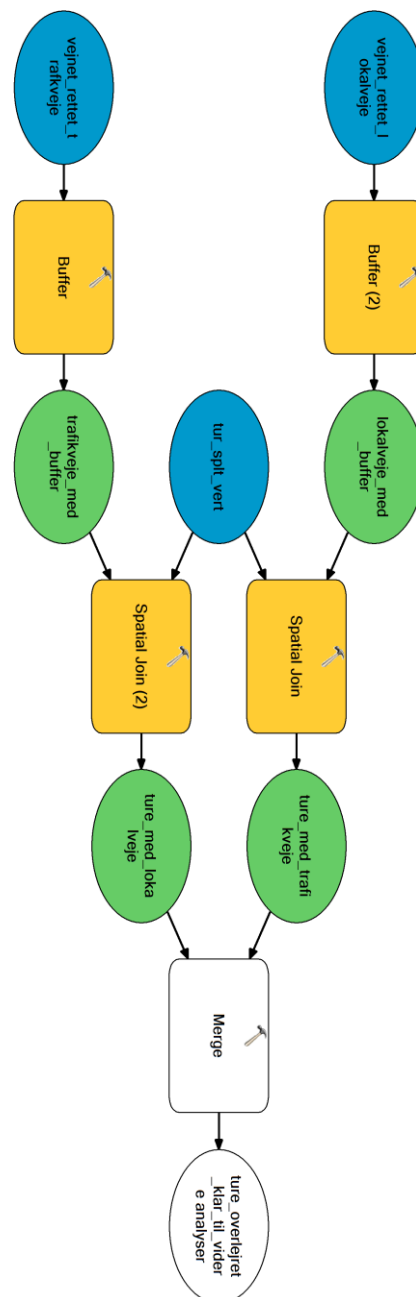
I dette modelbuilder toolset splittes vejnettet, ved den knudepunkter.



Trin 2. Overlejring og projektion af attributter fra vejnettet til turlinjerne

Toolset: [GIS_kodestumper.tbx]>[overlejring_projektion_af_vejklasse_til_linjer]

I dette modelbuild toolset placeres der buffere omkring hvert af vejsegmenterne, her-
efter splittes vejnettet op i to layers, et med lokalveje og et med trafikveje. Disse to
layers overlejres begge med turlinjerne gennem en spatial join, og sammensmeltes
efterfølgende.





TUR ID	Segment ID	Vejdata	Vejklasse	Længde [m]	Skift
71954	153357	11290 Selma Lagerlöfs Vej Byområder – Trafikvej, pri.	t	161,07	1
71954	153358	11383 Niels Bohrs Vej Byområder – Lokalvej, pri.	l	1,00	
71954	153359	11383 Niels Bohrs Vej Byområder – Lokalvej, pri.	l	2,00	
71954	153360	11383 Niels Bohrs Vej Byområder – Lokalvej, pri.	l	2,00	
71954	153361	11383 Niels Bohrs Vej Byområder – Lokalvej, pri.	l	2,00	
71954	153362	11383 Niels Bohrs Vej Byområder – Lokalvej, pri.	l	1,00	
71954	153363	11383 Niels Bohrs Vej Byområder – Lokalvej, pri.	l	1,00	
71954	153364	11383 Niels Bohrs Vej Byområder – Lokalvej, pri.	l	2,24	
71954	153365	11383 Niels Bohrs Vej Byområder – Lokalvej, pri.	l	4,00	
71954	153366	11383 Niels Bohrs Vej Byområder – Lokalvej, pri.	l	5,00	
71954	153367	11383 Niels Bohrs Vej Byområder – Lokalvej, pri.	l	6,00	
71954	153368	11383 Niels Bohrs Vej Byområder – Lokalvej, pri.	l	6,00	
71954	153369	11383 Niels Bohrs Vej Byområder – Lokalvej, pri.	l	7,07	
71954	153370	11383 Niels Bohrs Vej Byområder – Lokalvej, pri.	l	5,10	
71954	153371	11383 Niels Bohrs Vej Byområder – Lokalvej, pri.	l	5,00	
71954	153372	11383 Niels Bohrs Vej Byområder – Lokalvej, pri.	l	5,00	
71954	153373	11383 Niels Bohrs Vej Byområder – Lokalvej, pri.	l	4,00	
71954	153374		l	2,00	
71954	153375		l	2,00	
71954	153376		l	3,00	
71954	153377		l	2,00	
71954	153378		l	3,00	
71954	153379		l	2,00	
71954	153380		l	4,00	
71954	153381		l	2,00	
71954	153382		l	3,00	
71954	153383		l	6,00	
71954	153384		l	6,00	
71954	153385		l	7,00	
71954	153386		l	7,00	
71954	153387	11382 Selma Lagerlöfs Vej Byområder – Trafikvej, pri.	t	83,22	1
71954	153388	11418 Universitetsboulevarden Åbent land – Trafikvej, gen.	t	5,00	
71954	153389	11418 Universitetsboulevarden Åbent land – Trafikvej, gen.	t	4,00	
71954	153390	11418 Universitetsboulevarden Åbent land – Trafikvej, gen.	t	3,61	
71954	153391	11418 Universitetsboulevarden Åbent land – Trafikvej, gen.	t	1,00	
71954	153392	11418 Universitetsboulevarden Åbent land – Trafikvej, gen.	t	66,71	
71954	153393	11495 Tornhøjparken Byområder – Lokalvej, pri.	l	53,08	1
71954	153394	11495 Tornhøjparken Byområder – Lokalvej, pri.	l	7,07	
71954	153395	11495 Tornhøjparken Byområder – Lokalvej, pri.	l	8,00	
71954	153396	11495 Tornhøjparken Byområder – Lokalvej, pri.	l	8,00	

71954	153397	11495 Tornhøjparken Byområder - Lokalvej, pri.	l	9,06	
71954	153398	11495 Tornhøjparken Byområder - Lokalvej, pri.	l	7,00	
71954	153399	11495 Tornhøjparken Byområder - Lokalvej, pri.	l	8,06	
71954	153400	11495 Tornhøjparken Byområder - Lokalvej, pri.	l	9,00	
71954	153401	11495 Tornhøjparken Byområder - Lokalvej, pri.	l	8,06	
71954	153402	11495 Tornhøjparken Byområder - Lokalvej, pri.	l	11,00	
71954	153403	11495 Tornhøjparken Byområder - Lokalvej, pri.	l	13,04	
71954	153404	11489 Tornhøjparken Byområder - Lokalvej, pri.	l	13,00	
71954	153405	11489 Tornhøjparken Byområder - Lokalvej, pri.	l	11,00	
71954	153406	11489 Tornhøjparken Byområder - Lokalvej, pri.	l	15,03	
71954	153407	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	37,58	1
71954	153408	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	15,00	
71954	153409	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	16,00	
71954	153410	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	16,00	
71954	153411	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	16,00	
71954	153412	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	16,00	
71954	153413	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	15,00	
71954	153414	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	14,00	
71954	153415	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	13,00	
71954	153416	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	12,00	
71954	153417	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	10,00	
71954	153418	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	9,00	
71954	153419	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	7,00	
71954	153420	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	7,00	
71954	153421	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	4,00	
71954	153422	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	3,00	
71954	153423	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	3,00	
71954	153424	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	1,00	
71954	153425	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	1,41	
71954	153426	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	1,41	
71954	153427	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	1,00	
71954	153428	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	1,00	
71954	153429	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	1,41	
71954	153430	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	1,41	
71954	153431	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	3,00	
71954	153432	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	4,00	
71954	153433	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	11,05	
71954	153434	11417 Universitetsboulevarden Åbent land - Trafikvej, gen.	t	15,03	
71954	153435	11466 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	6,00	
71954	153436	11466 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	3,16	
71954	153437	11466 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	13,00	
71954	153438	11466 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	9,00	
71954	153439	11507 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	11,00	
71954	153440	11507 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	11,00	
71954	153441	11800 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	11,00	
71954	153442	11800 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	12,00	
71954	153443	11800 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	13,04	

[illegible]

71954	153491	12624 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	15,03
71954	153492	12846 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	16,12
71954	153493	12846 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	15,13
71954	153494	12846 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	16,12
71954	153495	12846 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	14,32
71954	153496	12846 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	14,87
71954	153497	12846 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	15,81
71954	153498	12846 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	14,56
71954	153499	12846 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	15,81
71954	153500	12846 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	15,81
71954	153501	12846 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	15,81
71954	153502	12873 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	15,81
71954	153503	13033 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	17,72
71954	153504	13033 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	15,52
71954	153505	13033 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	14,56
71954	153506	13033 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	16,28
71954	153507	13033 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	14,04
71954	153508	13033 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	15,00
71954	153509	13237 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	13,00
71954	153510	13237 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	26,00
71954	153511	13237 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	10,00
71954	153512	13237 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	10,05
71954	153513	13237 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	8,06
71954	153514	13237 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	7,07
71954	153515	13237 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	11,18
71954	153516	13237 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	3,00
71954	153517	13237 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	1,41
71954	153518	13237 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	2,00
71954	153519	13237 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	2,00
71954	153520	13237 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	3,00
71954	153521	13237 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	14,56
71954	153522	13237 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	8,06
71954	153523	13272 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	9,22
71954	153524	13272 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	11,05
71954	153525	13477 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	12,17
71954	153526	13477 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	13,34
71954	153527	13477 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	11,70
71954	153528	13477 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	13,60
71954	153529	13477 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	14,87
71954	153530	13477 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	14,87
71954	153531	13671 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	15,23
71954	153532	13671 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	15,65
71954	153533	13671 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	14,76
71954	153534	13671 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	16,12
71954	153535	13671 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	15,65
71954	153536	13671 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	16,12
71954	153537	13671 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	15,65

71954	153538	13671 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	15,26	
71954	153539	13671 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	13,42	
71954	153540	13747 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	11,66	
71954	153541	13747 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	10,30	
71954	153542	13747 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	5,00	
71954	153543	13747 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	8,06	
71954	153544	13747 Budumvej Byområder - Trafikvej, pri.	t	14,14	
71954	153545	13784 Sjørupstien sti	l	6,40	1
71954	153546	13784 Sjørupstien sti	l	7,21	
71954	153547	13784 Sjørupstien sti	l	7,21	
71954	153548	13784 Sjørupstien sti	l	5,00	
71954	153549	13788 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	9,43	
71954	153550	13795 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	9,43	
71954	153551	13847 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	8,94	
71954	153552	13847 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	6,32	
71954	153553	13847 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	8,25	
71954	153554	13847 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	9,06	
71954	153555	13847 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	8,25	
71954	153556	13847 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	7,07	
71954	153557	13847 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	7,07	
71954	153558	13847 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	6,08	
71954	153559	13847 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	6,00	
71954	153560	13847 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	6,08	
71954	153561	13853 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	5,00	
71954	153562	13860 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	4,12	
71954	153563	13860 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	4,00	
71954	153564	13860 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	4,12	
71954	153565	13860 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	2,00	
71954	153566	13860 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	2,00	
71954	153567	13860 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	2,00	
71954	153568	13860 Lemvigvej Byområder - Lokalvej, pri.	l	1,00	