

Camilla Sloth Andersen

**Udpegning af risikolokaliteter
på det tosporede vejnet i åbent
land baseret på data om vejens
karakteristika**

Revideret udgave

Ph.d.-afhandling forsvaret offentligt på Aalborg Universitet,
Institut for Byggeri og Anlæg



River Publishers

**Udpegning af risikolokaliteter
på det tosporede vejnet
i åbent land baseret på data
om vejens karakteristika**

Udpegning af risikolokaliteter på det tosporede vejnet i åbent land baseret på data om vejens karakteristika

*Identification of Hazardous Road Locations
on Secondary Rural Roads in Denmark
Based on the Characteristics of the Road*

Revideret udgave

**Ph.d.-afhandling forsvaret
offentligt på Aalborg Universitet
20 november 2014**

Camilla Sloth Andersen

*Aalborg Universitet,
Institut for Byggeri og Anlæg,
Trafikforskningsgruppen*



River Publishers

ISBN 978-87-93237-48-3 (Ebook)

Published, sold and distributed by:

River Publishers
Niels Jernes Vej 10
9220 Aalborg Ø
Denmark

Tel.: +45369953197
www.riverpublishers.com

Copyright for this work belongs to the author, River Publishers have the sole right to distribute this work commercially.

All rights reserved © 2014 Camilla Sloth Andersen.

No part of this work may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, microfilming, recording or otherwise, without prior written permission from the Publisher.

Videnskabelige publikationer ved Institut for Byggeri og Anlæg

Technical Reports anvendes til endelig afrapportering af forskningsresultater og videnskabeligt arbejde udført ved Institut for Byggeri og Anlæg på Aalborg Universitet. Serien giver mulighed for at fremlægge teori, forsøgsbeskrivelser og resultater i fuldstændig og uforkortet form, hvilket ofte ikke tillades i videnskabelige tidsskrifter.

Technical Memoranda udarbejdes til præliminær udgivelse af videnskabeligt arbejde udført af ansatte ved Institut for Byggeri og Anlæg, hvor det skønnes passende. Dokumenter af denne type kan være ufuldstændige, midlertidige versioner eller dele af et større arbejde. Dette skal holdes in mente, når publikationer i serien refereres.

Contract Reports benyttes til afrapportering af rekvireret videnskabeligt arbejde. Denne type publikationer rummer fortroligt materiale, som kun vil være tilgængeligt for rekvirenten og Institut for Byggeri og Anlæg. Derfor vil Contract Reports sædvanligvis ikke blive udgivet offentligt.

Lecture Notes indeholder undervisningsmateriale udarbejdet af undervisere ansat ved Institut for Byggeri og Anlæg. Dette kan være kursusnoter, lærebøger, opgavekompendier, forsøgsmanualer eller vejledninger til computerprogrammer udviklet ved Institut for Byggeri og Anlæg.

Theses er monografier eller artikelsamlinger publiceret til afrapportering af videnskabeligt arbejde udført ved Institut for Byggeri og Anlæg som led i opnåelsen af en ph.d.- eller doktorgrad. Afhandlingerne er offentligt tilgængelige efter succesfuldt forsvar af den akademiske grad.

Latest News rummer nyheder om det videnskabelige arbejde udført ved Institut for Byggeri og Anlæg med henblik på at skabe dialog, information og kontakt om igangværende forskning. Dette inkluderer status af forskningsprojekter, udvikling i laboratorier, information om samarbejde og nyeste forskningsresultater.

Udgivet 2014 af
Aalborg Universitet
Institut for Byggeri og Anlæg
Sofiendalsvej 11,
DK-9200 Aalborg, Danmark

Trykt i Aalborg på Aalborg Universitet

ISSN 1901-7294
DCE Thesis No. 69

Forord

Denne afhandling er et resultat af et treårigt Ph.d. projekt i perioden september 2011 til september 2014. Projektet er gennemført på Aalborg Universitet ved institut for Byggeri og Anlæg i Trafikforskningsgruppen. Projektet er finansieret af Aalborg Universitet og seks danske kommuner: Hjørring, Aalborg, Viborg, Ringkøbing-Skjern, Haderslev og Vordingborg.

Projektets produkt er udformet som en monografi. Foreløbige resultater er løbende gennem projektperioden blevet formidlet ved konferencer og i artikler. Problemerne i det danske stedbestede trafikikkerhedsarbejde samt to forskningsprojekter, der søger at løse problemerne, er præsenteret i en artikel i et dansk tidsskrift til praktikere (Andersen og Agerholm, 2012). Foreløbige resultater fra de statistiske analyser er præsenteret på henholdsvis Trafikdage 2013 og 26th ICTCT workshop i Maribor i 2013 (Andersen m. fl., 2013; Andersen m. fl., 2014).

I forbindelse med projektperioden har jeg været på et kortere ophold ved DTU Transport i april 2013 ved gruppen for trafikmodellering og planlægning. Opholdet gav mulighed for givtige diskussioner af resultaterne med trafikikkerhedsforskere med en statistisk baggrund. En særlig tak til Tove Hels, tidligere seniorforsker ved Danmarks Tekniske Universitet, for at gøre dette ophold muligt.

Mange har hjulpet mig igennem forløbet de sidste tre år. Først og fremmest vil jeg gerne takke min vejleder Lektor Lars Bolet fra Trafikforskningsgruppen ved Aalborg Universitet. Tak for faglig sparring, for den megen feedback samt for finurlige sproglige diskussioner.

Tak til deltagerne i projektets følgegruppe med repræsentanter fra de seks involverede kommuner. I løbet af projektperioden har følgende deltaget i følgegruppen: Lotte Astorp Nissum og Asger Rahbek Hansen fra Hjørring Kommune, Henrik Jess Jensen, Winnie Thomsen og Charlotte Krogh fra Aalborg Kommune, John Allan Pedersen, Kaj Jensen, Thorkild Vestergaard og Leif Sønderby fra Viborg Kommune, Heidi Vang Grosman fra Ringkøbing-Skjern Kommune, Julie Grønlund-Nielsen og Sonja Svendsen fra Haderslev Kommune samt Bo Kuno Christensen fra Vordingborg Kommune.

En stor tak til de seks kommuner for at bidrage økonomisk til projektet og en stor tak til følgegruppen for at bidrage til diskussioner af projektet i relation til den praktiske anvendelse. Tak til Aalborg Kommune for at lægge vejnet til analyser. Tak til Hjørring og Viborg Kommuner for at deltage i test af den udviklede metode.

En stor tak til mine kollegaer i Trafikforskningsgruppen på Aalborg Universitet for faglige diskussioner projektspecifikke samt generelt om trafik og trafikikkerhed. Tak for generel opbakning og for et godt arbejdsklima. Tak til Adjunkt Anne Vingaard Olesen for diskussioner om projektets statistiske analyser og resultaterne herfra.

Sidst vil jeg gerne takke min skønne familie. Min dejlige mand Michael, for hans opbakning og interesse igennem hele forløbet, og mine fantastiske piger Katrine og Marie fordi en knuser fra jer hjælper på det meste.

September 2014
Camilla Sloth Andersen

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning	9
Summary	13
1. Indledning	17
1.1. Baggrund	17
1.2. Hvorfor sker der trafikuheld?	21
1.3. Stedbundne og ikke-stedbundne trafikuheld	25
1.4. Det stedbestede trafikikkerhedsarbejde i Danmark	26
1.5. Trafikkerhed i det åbne land	30
1.6. Formål med afhandlingen.....	30
2. Forskningsdesign	33
2.1. Generelt om forskningsdesign.....	33
2.2. Valg af forskningsdesign	34
2.3. Undersøgelses proces og metoder	34
2.4. Praktisk anvendelighed	38
2.5. Definition af risikolokalitet	40
2.6. Opbygning af afhandlingen	42
3. Eksisterende udpegningsmetoder	45
3.1. 1976. "Overvågning"	45
3.2. 2002. "Road Safety Index"	46
3.3. 2003. "Promising sites"	46
3.4. 2008. "Road Safety Index"	47
3.5. 2009. "Star Rating for Safety – The EuroRAP methodology"	48
3.6. 2011. "Ranking of Hazardous Road Locations"	49
3.7. Opsamling	49
4. Sammenhæng mellem vejkarakteristika og uheldsforekomst	51
4.1. Vejens design.....	52
4.2. Vejens sidearealer.....	53
4.3. Adgang til vejen.....	54
4.4. Eksponering.....	54
4.5. Analysemetoder i litteraturen	55
4.6. Opsamling	56
5. Analysevejnet	57
5.1. Kriterier til analysevejnet	57
5.2. Valg af analysevejnet og strækningsoptdeling.....	59
5.3. Uheldsbilledet på analysevejnet	62
5.4. Personer involveret i uheld på analysevejnet.....	66
5.5. Uheldsbilledet sammenholdt med trafikmængden.....	67
5.6. Opsummering.....	70

6. Valg af variabler til videre analyse	71
6.1. Vejkarakteristika med indflydelse på uheldsrisiko.....	72
6.2. Registrering af data	72
6.3. Endogenitet.....	75
6.4. Hypoteser for valgte variabler.....	76
7. Datakilder.....	77
7.1. Administrative data.....	77
7.2. Trafiktal	77
7.3. Vejkarakteristika	78
7.4. Uheld.....	81
8. Variablernes funktionelle form	83
8.1. Metode.....	83
8.2. Resultater.....	85
9. Uheldsmodel på baggrund af analysevejnettet.....	89
9.1. Teoretisk baggrund: Poisson og negativ binomial fordeling.....	89
9.2. Metodemæssige overvejelser.....	89
9.3. Data.....	96
9.4. Resultater.....	98
9.5. Foreløbig uheldsmodel til test af udpegningsmetode.....	103
9.6. Gyldighedsområde	103
10. Uheldsmodel på baggrund af udvidet datasæt.....	107
10.1. Metodemæssige overvejelser	107
10.2. Data	112
10.3. Resultater	113
10.4. Vurdering af prædiktionssevne	116
10.5. Endelig uheldsmodel	118
10.6. Gyldighedsområde.....	118
11. Udpegningsmetode.....	119
11.1. Udvikling af udpegningsmetode.....	119
11.2. Praktisk test af udpegningsmetoden.....	123
11.3. Efter udpegning af risikolokaliteter.....	129
11.4. Opsamling.....	131
12. Konklusion og perspektivering	133
12.1. Behov for nye udpegningsmetoder.....	133
12.2. Sammenhæng mellem vejkarakteristika og uheldsforekomst	133
12.3. Metode til udpegning af risikolokaliteter	135
12.4. Praktisk anvendelig metode.....	135
12.5. Data om vejkarakteristika	136
12.6. Fremtidig forskning	136
13. Referencer	141

Bilag A.....	147
Bilag B.....	149
Bilag C.....	169
Bilag D.....	185
Bilag E.....	195
Bilag F.....	201
Bilag G.....	209
Bilag H.....	217
Bilag I.....	219
Bilag j.....	<u>http://goo.gl/rHVTmw</u>

Sammenfatning

Antallet af trafikdræbte i Danmark har været stødt faldende, siden det toppede i 1971 med godt 1.200 dræbte. I 2013 omkom 191 personer i trafikken i Danmark. Sideløbende er der sket et fald i antal tilskadekomne i trafikken, om end dette ikke har været helt så stort. I modsætning til antal dræbte, er det vanskeligt at opgøre fald i antal tilskadekomne præcist. Ikke alle tilskadekomne registreres i det officielle register, der er baseret på politiets registreringer. Politiets registreringsgrad af tilskadekomne i trafikken er faldende. Registreringsgraden var i 2001 18,5% mens den i 2012 var 9,4% set i forhold til det antal tilskadekomne fra trafikuheld, der registreres i landspatientregistret på landets skadestuer og sygehuse.

Uagtet at antallet af dræbte og tilskadekomne er faldet, er der til stadighed en interesse i at begrænse denne konsekvens af trafikken. Færdselssikkerhedskommissionens mål er en reduktion i antal dræbte og tilskadekomne på godt 50% i perioden 2010-2020. For at nå målet må der sættes ind på flere områder indenfor trafiksikkerhedsarbejdet, herunder det stedbestede arbejde.

Det stedbestede trafiksikkerhedsarbejde i Danmark er imidlertid udfordret. De eksisterende metoder i det stedbestede arbejde er afhængige af, at uheld registreres og stedfæstes. Der bliver færre stedfæstede uheld af primært to årsager. For det første er antallet af trafikuheld faldet i Danmark på grund af effektive fysiske trafiksikkerhedsforanstaltninger, adfærdændringer som følge af indførelsen af for eksempel hastighedsbegrænsninger og selepåbud og på grund af øget sikkerhed i køretøjer. For det andet er antallet af uheld, der ligger til grund for det stedbestede trafiksikkerhedsarbejde, faldet pga. politiets faldende registreringsgrad.

Det betyder, at det stedbestede trafiksikkerhedsarbejde baseres på et stadig mindre antal uheld. Derfor er der behov for udvikling af metoder, der er uheldsuafhængige, så vejmyndighederne også fremadrettet kan prioritere deres indsats i det stedbestede arbejde.

Formål

Afhandlingens formål er netop at udvikle en sådan uheldsuafhængig metode. Projektet er delvist finansieret af seks kommuner – Hjørring, Aalborg, Viborg, Ringkøbing-Skjern, Haderslev og Vordingborg. Kommunerne har gennem projektforløbet deltaget i en følgegruppe, med to årlige møder i perioden september 2011 til september 2014. I følgegruppen er definitionen af praktisk anvendelighed i forhold til en udpegningsmetode blandt andet blevet diskuteret.

Målet er opnå en metode der er praktisk anvendelig for vejmyndighederne til udpegnings af risikokaliteter på tosporede strækninger i åbent land. Metoden skal tage udgangspunkt i vejens karakteristika, og den skal være rettet mod det kommunale vejnet, med fokus på gennemfarts- og fordelingsveje.

Undersøgelser

Tre undersøgelser ligger til grund for udviklingen af en ny udpegningsmetode. 1) Litteraturstudie af allerede eksisterende udpegningsmetoder der er baseret på vejkarakteristika. 2) Litteraturstudie af sammenhængen mellem forekomsten af vejkarakteristika og antallet af uheld. 3) Analyse af sammenhængen mellem en række vejkarakteristika og antallet af registrerede uheld på et dansk kommunalt vejnet i åbent land.

Det første litteraturstudie viser, at der er udviklet et antal metoder, men at alle er relativt omkostningstunge at benytte. Metoderne kræver mange data, der ikke umiddelbart er tilgængelige, og som i nogle tilfælde skal indsamles af særligt uddannede observatører. En metode skiller sig ud ved at tage udgangspunkt i det generelt forventede antal uheld bestemt ved hjælp af uheldsmodeller. Denne metode kræver dog en analyse og opstilling af løsningsforslag for hele vejnettet, hvilket vurderes som værende en urealistisk arbejdsbelastning for en dansk vejmyndighed. Ideen om at arbejde med det generelt forventede uheldsniveau vurderes til at være interessant, og afhandlingen arbejder videre med denne tanke i udviklingen af en ny udpegningsmetode.

En række undersøgelser af sammenhængen mellem vejkarakteristika og uheldsforekomst indgår i det andet litteraturstudie. Studiet danner grundlag for hvilke variabler, der bør indgå i analysen af sammenhængen mellem en række vejkarakteristika og antal registrerede uheld på et dansk kommunalt vejnet i åbent land.

Der er indsamlet data om vejkarakteristika og uheld for et vejnet i Aalborg Kommune til analysen af sammengæng mellem vejkarakteristika og uheldsforekomst. Hvilke vejkarakteristika der indgår i er bestemt ud fra resultater fra undersøgelser i det andet litteraturstudie samt kravet om praktiske anvendelighed. Ud fra karakteristika og registrerede uheld på 179 km vej er en foreløbig uheldsmodel med en Poisson regression blevet modelleret. Resultatet af analysen er en foreløbig uheldsmodel, hvor årsdøgnstrafik, krydstæthed, tæthed af adgangsveje, kørebanebredde og omfanget af længdemarkering indgår som uafhængige variabler. Den foreløbige uheldsmodel indgår i en foreløbig udpegningsmetode, der er testet i Hjørring og Viborg kommuner. Herved er datagrundlaget udvidet, hvilket har givet mulighed for at formulere en endelig uheldsmodel. Den endelige model er modelleret ud fra en negativ binomial regression af data fra 408 km vej. Resultatet fra regressionsanalysen er en endelig uheldsmodel med blot to uafhængige variabler – årsdøgnstrafik og krydstæthed, hvilket øger den praktiske anvendelighed i forhold til den foreløbige model.

Udpegningsmetode

Afhandlingens udpegningsmetode er formuleret som en tæthedsmetode, hvor tæthed henviser til generelt forventet antal uheld. Metoden består af fem trin:

1. Vejnettet der ønskes analyseret, inddeles i strækninger.
2. Årsdøgnstrafik og antal kryds registreres for hver strækning.
3. Generel forventet uheldstæthed bestemmes for hver strækning vha. uheldsmodellen.
4. Strækninger rangordnes efter faldende forventet uheldstæthed.
5. Indsatslokaliteter udpeges ud fra den rangordnede liste. Alternativt kan listen benyttes til at indeksere hele det analyserede vejnet.

Udpegningsmetoden er beskrevet i en vejledning tiltænkt medarbejdere ved de kommunale vejmyndigheder og konsulenter. Metoden er sat op i et regneark, der kan fungere som arbejdsredskab i udpegningsprocessen.

Metoden er testet for den praktiske anvendelighed i to kommuner. Medarbejdere udpegede risikolokaliteter på dele af vejnettet i den respektive kommune ud fra en foreløbig vejledning og med den foreløbige uheldsmodel. Konklusionen på testen var, at metoden er praktisk anvendelig i deres respektive forvaltninger.

Konklusion

Afhandlingen præsenterer en udpegningsmetode, der umiddelbart kan benyttes af de kommunale vejmyndigheder. Metoden er begrænset til at gælde på strækninger på tosporede gennemfarts- og fordelingsveje i åbent land med en maksimal årsdøgntrafik på 6.000 køretøjer.

Metoden kræver, at vejmyndigheden opdeler vejnettet i strækninger ud fra nærmere specificerede opdelingspunkter, og at myndigheden indsamler oplysninger om årsdøgntrafik og krydstæthed på disse strækninger. Metoden kræver ingen særligt uddannede observatører og kræver blot adgang til et gængs regnearksprogram, som for eksempel Excel.

Ovenstående gør, at testdeltagere vurderede metoden som praktisk anvendelig. Metoden giver kommunale vejmyndigheder en mulighed for at prioritere trafiksikkerhedsindsatsen i åbent land her og nu. Vejmyndighederne står med det paradoks, at en overvejende del af de trafikdræbte omkommer i forbindelse med trafikuheld i åbent land, men samtidig har kommunerne problemer med at kunne udpege sorte pletter eller risikolokaliteter i åbent land. Dette paradoks kan afhandlingens metode være med til at løse noget af, idet den muliggør udpegningsmetode af risikofyldte strækninger. Metoden skal ses som et supplement til de eksisterende udpegningsmetoder, der fortsat kan benyttes for at identificere lokaliteter hvor lokale uheldsfaktorer er et problem.

Metodens udfordringer er, at uheldsmodellen er modelleret over et relativt set lille datasæt. Uheldsmodellen bør valideres yderligere fremadrettet og gerne på et større datasæt. Der kan ligge flere muligheder for at udvide datasættet, enten med flere strækninger eller med flere uheld. Ved at inddrage flere kommuner i udviklingsarbejdet vil det være muligt at udvide antallet af strækninger og dermed datagrundlaget for uheldsmodellen. På Fyn er der derudover mulighed for at inddrage uheld registreret og stedfæstet på Odense Universitetshospital. Trygfonden og to fynske kommuner finansierer fra efteråret 2014 netop en undersøgelse af mulighederne for at inddrage skadestuedata i modelleringen af en uheldsmodel til brug i en udpegningsmetode. Projektet er knyttet til Aalborg Universitet med forfatteren som projektleder.

Generelt bør der i den fremtidige forskning indenfor området stedbestedt trafiksikkerhed være fokus på praktisk anvendelig, således at der fremadrettet sikres et bindeled mellem forskning og implementering af forskningsresultater.

Summary

Since 1971 the number of traffic accident fatalities in Denmark has dropped from around 1,200 a year to 191 fatalities in 2013. The number of injured road users has declined simultaneously, all though not to the same extent as fatalities. Contrary to the number of fatalities it is difficult to establish the exact the number of injured in traffic accidents. The official accident database contains injured people from accidents registered by the police. However the police does not register all accidents and therefore not all injured road users. Police registration rate for traffic injuries has declined from 18.5% in 2001 to 9.4% in 2012 compared to the number of injured road users registered by hospitals in Denmark.

Despite the decline in the number of fatalities and injured road users, there is continued interest in limiting this number. The Danish commission for traffic safety has an aim of a 50% decline in the number of fatalities and injured over the period 2010-2020. To achieve this aim, an action must be made on different fields of traffic safety work, including site-specific safety work.

The site-specific traffic safety work in Denmark is challenged. Existing methods depend upon accidents being registered and localized on the road network. The number of localized accidents is decreasing mainly for two reasons. One the number of accidents is decreasing due to effective traffic safety measures, changed behaviour amongst other things because of the introduction of speed limits and seat belt use and due to a higher level of safety in vehicles. Two, the police registration rate - the accidents being localized on the road network - is declining.

This means the site-specific traffic safety work is based on a decreasing proportion of the actual number of accidents. There is a call for development of methods not depended on localized accidents. This way road authorities can continue to prioritize their effort concerning site-specific work.

Objective

The objective of the thesis is to develop such an accident-independent method. The project is partly funded by six Danish municipalities: Hjørring, Aalborg, Viborg, Ringkøbing-Skjern, Haderslev og Vordingborg. Employees from the municipalities have participated in a working group with meetings twice a year during the period September 2011 to September 2014. Among other things, the working group discussed a definition of workability concerning methods to identify hazardous road locations.

The aim is to develop a workable non-accident based method to identify hazardous road sections in the rural road network. The method is to be targeted two-lane municipal roads and based on road characteristics.

Studies

The development of the new method for identification of hazardous road locations is based on three main studies. 1) A literature study of already existing identification methods based on road characteristics. 2) A literature study of the correlation between road characteristics and the number of accidents in rural roads. 3) Analysis of the correlation between road characteristics and the number of accidents in Danish rural municipal roads.

The first literature study found a number of methods based upon road characteristics. All the methods are relatively costly to use. There is a need for a lot of data that is not easy accessible, and in some cases the data has to be collected by a trained observer. One method differed in the sense, that it was based on plugging a set of road traits into an accident model to obtain an estimate of the expected number of accident. This method, however, was further based on analysis of all locations in order to propose measures for all locations. The idea of using expected number of accidents is proceeded in the thesis. However, the concept of analyzing all locations and proposing measures is seen as fare to time-consuming for a Danish municipality.

A number of studies of the correlation between road characteristics and the number of accidents are examined in a second literature study. The study is the basis for the choice of variables for the analysis of the correlation between a number of road characteristics and the number of accidents on a Danish municipal road network.

Data about road characteristics and accidents is gathered for a road network in the municipality of Aalborg. The data is to be used for an analysis of the correlation between road characteristics and accidents. The choice of what type of road characteristics is included in the analysis is based on knowledge from the second literature study. Besides results from the literature study, the criterion for workability played a role in the choice of variables.

Based on data from 179 km of road an accident model is modelled with Poisson regression. The result is an initial accident model, where annual average daily traffic, density of intersections, density of road access, carriageway width and the extent of road markings are independent variables. The initial accident model is part of an initial method, which is tested by the municipality of Hjørring and the municipality of Viborg. During the test period the data is increased making it possible to model a final accident model. The final model is modelled with negative binomial regression of data for 414 km of road. In the final accident model, there are only two independent variables: annual average daily traffic and density of intersections. A model with only two variables increases the workability of the model.

Method to identify hazardous road locations

The thesis identification method is a method to rank accident density, meaning the expected accident density estimated by the accident model. The method consists of five steps:

1. The road network is split into sections.
2. Annual average daily traffic and density of intersections are registered for every section.
3. For every section expected, the accident density is estimated by the accident model.

4. Sections are ranked by expected accident density.
5. Hazardous road locations are identified at the top of the ranking. Alternatively the entire road network is indexed by the expected accident density.

The method is described in a guide for practitioners at municipalities and consulting companies. Along with the guide, there is a spreadsheet meant for data collection and estimation of expected accident density. The spreadsheet is a tool meant to be used in the identification process.

The method is tested for workability by employees in two municipalities. The employees identified hazardous road locations on part of their road network by using the initial guide and the initial accident model. The conclusion of the test was that the method is workable at least in those two administrations.

Conclusion

The thesis presents a method that can be implemented immediately in the site specific traffic safety work in the municipalities. The span of used is limited to sections on two-lane rural roads with a maximum of 6,000 vehicles in annual average daily traffic.

The method requires the municipality to split the road network into sections by defines splitting points. Furthermore the municipality must collect information on annual average daily traffic and density of intersections connected to those sections. The method does not require specially trained observes or access to special software. The only software used is spreadsheet, as for example Excel.

The above requirements mean that participants in the test considered the method workable. The method provides municipalities with the opportunity to prioritize their traffic safety work in rural roads here and now. Roads authorities stand before a paradox: a predominant part of the fatalities in traffic are killed in accidents on rural roads, yet the authorities have problems identifying hazardous road locations on rural roads. The presented method can to some extent help road authorities solve this paradox, since the method enables identification of hazardous road locations. The method is seen as a supplement to existing identification methods. The existing methods should still be used to identify locations where local accident factors are problematic, if possible.

The challenge with the method is the fact that the accident model is modelled over a relatively small sample of road sections. The model ought to be validated further in the future, preferably in a larger data set. There are different possibilities for expanding the data set either by collecting data for more road sections or by achieving additional accident data. By involving more municipalities in the development of an accident model, it will be possible to expand the number of road sections and thereby the data set. On Funen, it is possible to add the Odense University Hospital's registered accident data on injured road users. Trygfonden (Danish foundation) and two municipalities located on Funen (Svendborg and Assens) are financing a study on the possibility of including this data in the modelling of an accident model to an identification method. The project is affiliated with Aalborg University with the author as a project manager.

In general, future research in the field of site-specific traffic safety work should focus on workability. It is important to secure a link between research and practice in the field.

1. Indledning

Denne afhandling omhandler det stedbundne trafiksikkerhedsarbejde med fokus på strækninger i åbent land. Formålet er specifikt at udvikle en praktisk anvendelig metode til udpeging af risikolokaliteter i åbent land. I dette kapitel vil baggrunden for afhandlingens emne blive beskrevet, hvorefter formål og afgrænsninger vil blive uddybet.

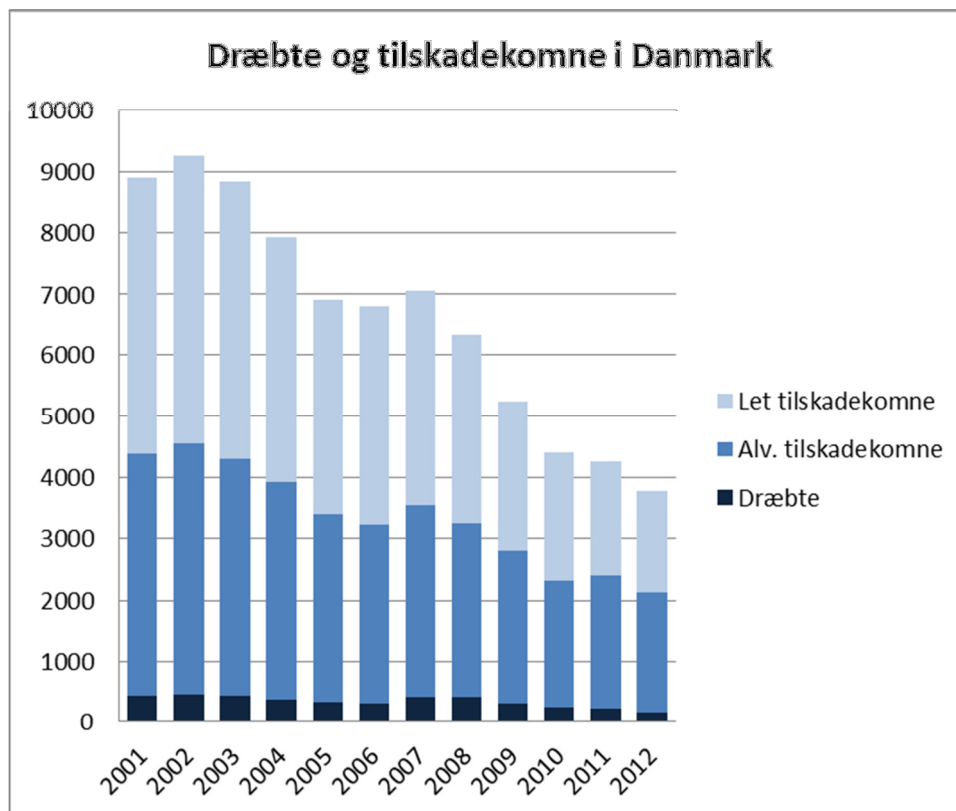
1.1. Baggrund

Ifølge World Health Organization (WHO) dræbes der hvert år omkring 1,24 millioner mennesker i trafikuheld på verdensplan. Dette tal forventes at stige til 1,9 millioner, med mindre der sættes ind med trafiksikkerhedsfremmende foranstaltninger i alle lande. Det er i særlig grad lande i mellemindkomstgruppen, der har et stigende antal trafikdræbte, mens der i højdindkomstlande, som Danmark, generelt har været et fald i antal af trafikdræbte i en årrække. Ud over at dræbte og tilskadekomne i trafikken medfører personlige tragedier, er det også en stor økonomisk belastning for samfundet. 60% af de trafikdræbte findes i aldersgruppen 15-44 år. Det falder sammen med den gruppe der skal oppebære økonomien i et land, særligt i lav- og mellemindkomstlande. (World Health Organization, 2013).

Derfor er der al mulig grund til at arbejde på at reducere antallet af dræbte og tilskadekomne i trafikken. FN vedtog i 2010 en resolution, der proklamerede, at 2011 – 2020 skulle være trafiksikkerhedens årti. Målet med trafiksikkerhedens årti er at stabilisere og gerne reducere antal trafikdræbte. I 2020 er målet maksimalt årligt 0,9 millioner trafikdræbte på verdensplan. Dette er ambitiøst og kræver, at der sættes ind overfor de store risikofaktorer såsom hastighed, spritkørsel, manglende brug af hjelm og af sele for både voksne og børn i alle lande (World Health Organization, 2013).

I Danmark toppede antallet af dræbte i trafikken med godt 1.200 dræbte om året i 1971. Indtil da havde antallet af dræbte været stigende i takt med den økonomiske vækst og det stigende bilejerskab. Herefter er antallet af trafikdræbte faldet drastisk til 191 registrerede trafikdræbte i 2013 (Hemdorff, 2014), selvom bilejerskabet fortsat er steget i Danmark. Faldet i antallet af dræbte skyldes en lang række foranstaltninger, såsom indførsel af hastighedsbegrænsninger, påbud om selebrug og en systematisk indsats indenfor det stedbestede trafiksikkerhedsarbejde.

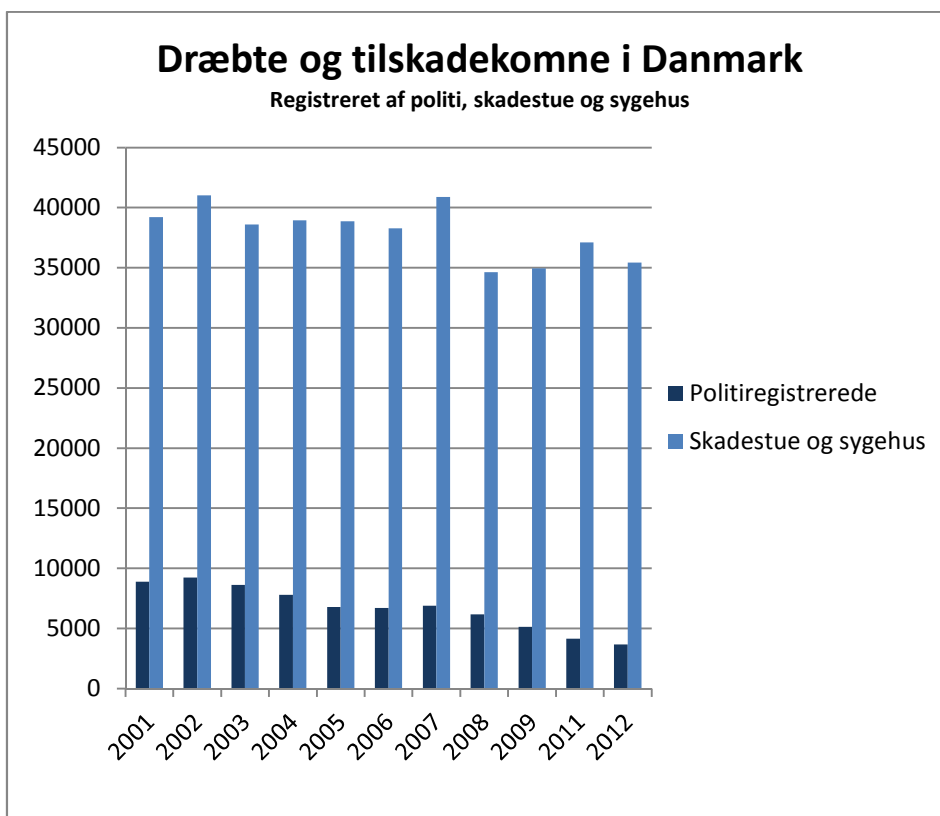
Udviklingen siden 2001 i Danmark kan ses i figur 1.1. Antallet af dræbte, er faldet med 61%. Antallet af alvorligt tilskadekomne er faldet med 51% og antallet af lette tilskadekomne er faldet med 63%. Samlet set er antal dræbte og tilskadekomne fra trafikuheld faldet med 58% i perioden 2001 - 2012. På figuren ses udelukkende de dræbte og tilskadekomne, der er registreret af politiet, og som derfor optræder i den officielle uheldsstatistik.



Figur 1.1: Dræbte og tilskadekomne registreret af politiet i Danmark i perioden 2001 – 2012. (baseret på tal fra den officielle uhedsstatistik (Vejdirektoratet, 2014b))

Den meget positive udvikling, der ses i den officielle statistik i Danmark, skal ses i relation til politiets registreringsgrad af tilskadekomne i forhold til antal tilskadekomne i trafikuheld registreret i landspatientregistret på landets skadestuer og sygehuse. Politiets registreringsgrad er faldet markant fra 18,5% i 2001 til 9,4% i 2012 (Danmarks Statistik, 2013). Dette betyder, at mørketallet i personskadestatistikken fra trafikuheld nu er på over 90%.

Ses på det faktiske fald i antal tilskadekomne registreret i samme periode på landets skadestuer og sygehuse, er disse faldet med 10%. Det står i kontrast til et fald på 58% i samme periode i dræbte og tilskadekomne registreret af politiet. Udviklingen i antallet af tilskadekomne registreret af politiet sammenholdt med antallet registreret ved skadestuer og sygehuse kan ses i figur 1.2.



Figur 1.2: Dræbte og tilskadekomne i trafikken i Danmark registreret i perioden 2001 – 2012. Antallet er fordelt på antal tilskadekomne registreret af politiet samt antal yderligere tilskadekomne registreret på enten skadestue eller sygehus. (Baseret på tal fra Danmarks Statistiks statistikbank (Danmarks Statistik, 2013))

Graden af underreportering i politiets registreringer er blandt andet afhængigt af personskealvorligheden samt typen af transportmiddel. Således registreres 100% af de dræbte af politiet, hvorefter registreringsgraden er faldende i takt med alvorligheden. Ligeledes er der forskel på registreringsgraden for cyklister, billister og fodgængere, hvor registreringsgraden var hhv. 4,7%, 12,4% og 31,9% i 2012 (Danmarks Statistik, 2013).

Politiets lave registreringsgrad har flere årsager, bl.a. at politiet ikke får kendskab til alle trafikuheld og at de ikke er forpligtiget til at registrere alle trafikuheld. I Danmark defineres et trafikuheld således:

”Pludselig og uforudset hændelse indtruffet under trafikal benyttelse af sti, plads eller vej, omfattende mindst ét køretøj i bevægelse, og resulterende i en påviselig skade på personer, køretøjer eller øvrigt materiel. Der anvendes generelt følgende betegnelser for trafikuheld:

- *personskealuheld, hvori mennesker dræbes eller påføres skader, der kræver lægelig behandling eller evt. observation*
- *materielskealuheld, udelukkende med materielle skader.”* (Vejdirektoratet - Vejreglerådet, 2004)

De uheld der registreres af politiet og dermed optræder i den officielle uhedsstatistik er:

- *rapportpligtige trafikuheld, som betegner personskadeuheld og materielskadeuheld, der registreres af politiet og desuden gøres til genstand for en egentlig politimæssig efterforskning og rapportskrivning (rapport-optagelse)*
- *ekstrauheld, som betegner materielskadeuheld, der registreres af politiet, men ikke gøres til genstand for egentlig politimæssig efterforskning og rapportskrivning. (Vejdirektoratet - Vejregelrådet, 2004)*

Som det ses af definitionen defineres et uheld på vej, sti eller plads kun som et trafikuheld hvis mindst et køretøj er involveret, dvs. at for eksempel eneuheld med forgængere ikke defineres som et trafikuheld. Eneuheld på cykel er derimod et trafikuheld, men denne gruppe er voldsomt underrepræsenteret i den officielle uhedsstatistik - som tidligere angivet registreres 4,7% af alle tilskadekomne cyklister af politiet, mens dette tal kun er 0,4%, hvis der er tale om eneuheld med cyklister.

Politiets registreringsgrad vurderes ud fra sammenligning med landspatientregistret, hvor alle tilskadekomne, der behandles på en skadestue eller et sygehus registreres. Tallene i landspatientregistret er dog heller ikke den endegyldige sandhed. Et problempunkt er at en patient registreres som tilskadekommen i et trafikuheld, hvis ulykken har involveret et transportmiddel (Statens Serum Institut, 2014). Der skelnes imidlertid ikke mellem om ulykken er sket på en vej, sti eller plads eller om den er sket i for eksempel skolegården.

Personskaderne i landspatientregistret stedfæstes ikke på vejnettet, så der er ingen viden om hvor de uheld der har resulteret i personskaden er indtruffet. Det betyder, at uheldene ikke kan bruges i det stedbestede trafikikkerhedsarbejde. Ydermere betyder den manglende stedfæstelse, at det ikke er muligt at opgøre hvor stor en andel af personskaderne der reelt er konsekvensen af uheld sket på offentlig vej og sti og hvor stor en andel der er indtruffet andet steds.

Ses der på faldet i antal tilskadekomne i perioden 2001 – 2012 er dette 58% i den officielle uhedsstatistik, mens det er 10% i landspatientregistret. Det reelle fald i antal tilskadekomne i trafikken ligger sandsynligvis et sted derimellem, taget kritikpunkterne af de to forskellige registre i mente.

Uanset hvad det reelle antal tilskadekomne i trafikken er, og hvor meget dette tal er faldet over årene, er der dog fortsat en interesse i at få bragt antallet længere ned. Færdselssikkerhedskommissionen offentliggjorde i 2014 en ny national handlingsplan for Danmark. Færdselssikkerhedskommissionens mål for 2020 i Danmark er maksimalt 120 dræbte, 1.000 alvorligt tilskadekomne og 1.000 lettere tilskadekomne i trafikken (Færdselssikkerhedskommissionen, 2013b). Målsætningen tager udelukkende udgangspunkt i den officielle uhedsstatistik baseret på politiets registreringer.

1.2. Hvorfor sker der trafikuheld?

Hvorfor der sker uheld generelt og herunder også trafikuheld har optaget mennesker i lang tid, og forskning inden for området startede omkring år 1900. Det er ikke et spørgsmål der let lader sig besvare og gennem de sidste godt 100 år har der været flere fremherskende teorier om uhelds opståen.

Den norske trafikikkerhedshåndbog sammenfatter et litteraturstudie på uheldsteoriene gennem tiden (Elvik m. fl., 2009). Koncentreret gengivet er der tale om, at den første uheldsteori fra omkring 1900 beskrev uheld som rent tilfældige hændelser, der var udenfor menneskelig påvirkning. Herefter fulgte en uheldsteori, der beskrev nogle mennesker som værende mere tilbøjelige til at være involveret i uheld end andre. Denne overbevisning var den fremherskende fra 1920 til ca. 1950. Omkring 1940 opstod endnu en uheldsteori, hvor ideen var at kun ved at finde den egentlige årsag til uheld kunne man forhindre fremtidige uheld. Dog viste den efterfølgende forskning indenfor teorien, at uheld sjældent har en enkelt årsag, men ofte flere faktorer, der er afgørende for at uheldet indtræffer, og at disse faktorer ofte er menneskelige fejl, som kan være vanskelige at forhindre fremadrettet. En ny teori – systemteori – opstod i 1950'erne, hvor uheld ses som et resultat af fejltilpasning i systemet bestående af trafikanten, vejen og dens omgivelser samt køretøjet. Systemteorien går på, at uheld sker fordi der stilles for høje krav af systemet i forhold til hvad den menneskelige hjerne kan kapere, altså kan uheld forhindres ved at nedbringe systemets krav, hvilket resulterede i stor fokus på det fysiske vejsystem og forbedringer af dette. Den seneste uheldsteori opstod for ca. 20 år siden og har fokus på den menneskelige adfærd og hvordan denne påvirkes af det trafikale system. Alle teorierne indeholder en del af forklaringen og ingen forklarer til fulde hvorfor uheld opstår, men særligt systemteorien og den adfærdsbaserede teori benyttes fortsat i dag.

Generelt kan antallet af dræbte og tilskadekomne i trafikken ses som et resultat af eksponering, uheldsrisiko og skadesrisiko (Elvik m. fl., 2009). Antallet af tilskadekomne kan derfor principielt reduceres ved at reducere en af disse tre variabler.

$$\text{Antal dræbte og tilskadekomne} = \text{Uheldsrisiko} \cdot \text{Skadesrisiko} \cdot \text{Eksponering}$$

Eksponering angives ofte som antal køretøjer i et punkt eller som transportarbejdet i et område eller over en strækning. Eksponeringen kan dog også detaljeres, og man taler om eksponeringen af hver enkelt trafikantart, eller eksponeringen ved en særlig manøvre. Uheldsrisikoen er antal uheld angivet per eksponeringsenhed, for eksempel antal uheld pr. kørt km. Skadesrisikoen angiver risikoen for, hvor galt det går per eksponering, for eksempel antal dræbte pr. kørt km.

Eksponeringen kan for eksempel reduceres ved at mindske behovet for at flytte sig fra A til B. Eksponeringen af en trafikantart, for eksempel knallert, kan mindskes ved at flytte transportbehovet til en anden trafikantart med en lavere uheldsrisiko, for eksempel bus, hvorved antallet af tilskadekomne teoretisk set burde falde. Yderligere kan eksponeringen på eksempelvis en landevej reduceres ved at flytte transport til en anden vej, med en lavere uheldsrisiko. Teoretisk set vil dette medfører en reduktion i antal tilskadekomne i trafikken. Ændring i eksponering som et led i reduktionen af antal dræbte og tilskadekomne i trafikken vil ikke blive behandlet yderligere i nærværende afhandling.

Uheds- og skadesrisiko

Uhedsrisikoen beskriver den risiko der er for at et uheld indtræffer på et givet sted og et givet tidspunkt. Skadesrisikoen beskriver risikoen for at personer involveret i et uheld bliver dræbt eller kommer til skade.

Uheds- og skadesrisiko søges typisk kvantificeret ved hjælp af den statistiske uheldsteori. Her udnyttes, at uheld er delvist stokastiske og delvist systematiske varierende. Den systematiske variation søges forklaret med uheldsmodeller. Uheldsmodeller kan opstilles ud fra statistiske analyser af sammenhængen mellem uhedsforekomsten eller skadesforekomst på den ene side og karakteristika ved vejmiljøet, transportmidlerne eller trafikanterne på den anden side. I den statistiske uheldsteori arbejdes der derfor med store mængder af data for at kunne analysere eventuelle sammenhænge statistisk.

Hvilke faktorer der har indflydelse på, om der indtræffer uheld, og på omfanget af skader forårsaget af uheld kan undersøges såvel ved hjælp af statistisk uheldsteori som med adfærdsbaseret uheldsteori. I den statistiske uheldsteori er der fokus på at identificere disse faktorer ved hjælp af statistiske analyser. Målet er at bestemme de faktorer der bør indgå i en uheldsmodel, og derefter kunne estimere et forventet antal uheld eller tilskadekomster. I den adfærdsbaserede uheldsteori er der fokus på at identificere uheds- og skadesfaktorer ved hjælp af dybdeanalyser af et mindre antal uheld. Målet er at forklare, hvorfor uheldene opstod og hvorfor uheldene fik de givne konsekvenser, med henblik på at forstå hændelsesforløb i trafikuheld.

Uheds- og skadesfaktorer

Uhedsfaktorer defineres af den danske havarikommission for vejtrafikulykker som:

"et uønsket forhold, uden hvilket ulykken ikke var sket. Der vil ofte være flere ulykkesfaktorer knyttet til en ulykke. Hvis blot én af disse faktorer ikke var til stede, ville ulykken ikke være sket." (Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, 2009)

Sideløbende defineres en skadesfaktor af havarikommissionen som:

"et forhold, som har forværret personskadernes omfang, men ikke har betydning for, at ulykken skete" (Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, 2009)

Uheds- og skadesfaktorer kan tilskrives de tre parter i et trafikuheld: trafikanten, køretøjet og/eller vejen og dens omgivelser. Samtidig kan uheds- og skadesfaktorer ses som hørende til en af de tre faser i et uheld beskrevet af Haddon: Precrash, crash og postcrash (Haddon Jr, 1972). I precrash fasen findes uhedsfaktorer, dvs. de faktorer der er afgørende for om uheldet indtræffer. I crash og postcrash faserne findes skadesfaktorer, der er afgørende for hvor store konsekvenserne af det indtrufne uheld bliver.

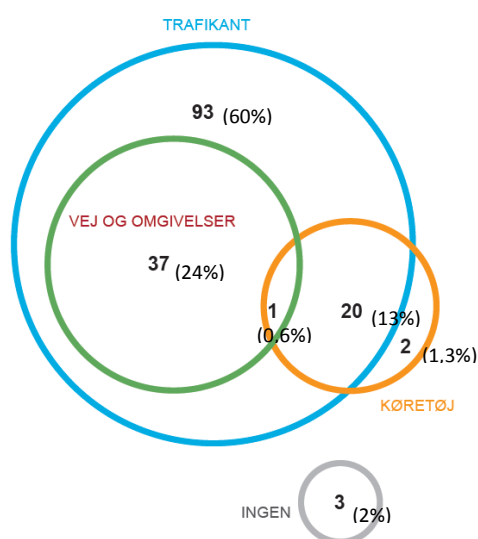
Nogle faktorer er både uheds- og skadesfaktorer andre udelukkende det ene. Sideløbende kan nogle faktorer tilskrives én af parterne trafikant, køretøj samt vejen og dens omgivelser, mens andre faktorer kan tilskrives to eller alle tre parter. Som eksempel kan tages bremsesvigt, der i et uheld såvel kan være determinerende for at uheldet indtræffer, og dermed være en uhedsfaktor, som være determinerende for skadens omfang og dermed være en skadefaktor. Bremsesvigt kan

imidlertid udelukkende tilskrives køretøjet, da hverken trafikanten eller vejen har indflydelse på dette, forudsat der ikke er tale om et særligt misligholdt køretøj.

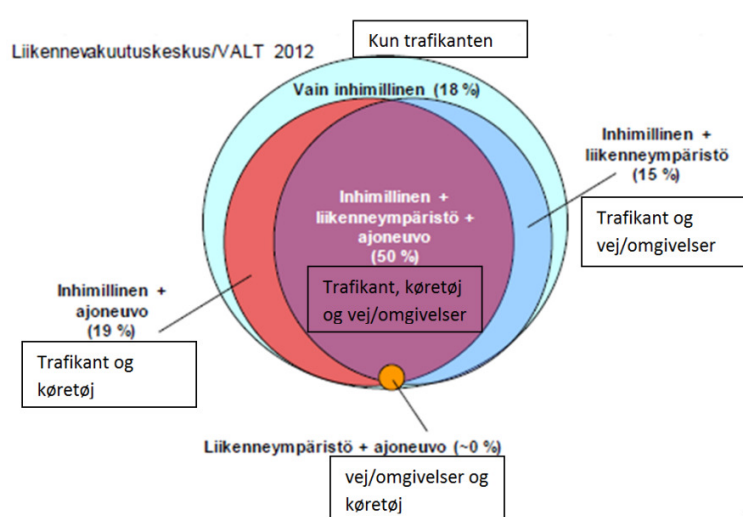
Dybdeanalyse af trafikuheld

I dybdeanalyser af uheld er der stor fokus på identificering af uhelds- og skadesfaktorer. I flere lande er der særlige analyseteams, der har til formål at undersøge for eksempel alle dødsulykker, med henblik på at kortlægge uhelds- og skadesfaktorer. Identificering af uhelds- og skadesfaktorer er imidlertid en omfattende opgave, og hvilke faktorer der identificeres vil alt andet lige afhænge af, hvad der ledes efter. Resultaterne bør derfor tolkes med visse forbehold.

Resultater fra dybdeanalyse af dødsulykker i hhv. Danmark og Finland ses i figur 1.3 og figur 1.4, hvor fordelingen af uheldsfaktorer på de tre parter i hhv. danske og finske dødsulykker ses. De to figurer er relativt forskellige, bl.a. er der forskel på i hvor stort et omfang af uheldene, hvor der udelukkende er identificeret uheldsfaktorer, der hidrører trafikanten. I de danske uheld er der i 60% af uheldene udelukkende vurderet at være uheldsfaktorer, der kan tilskrives trafikanten, mens dette gælder i 18% af de finske uheld. I de finske dødsulykker er det vurderet, at der er uheldsfaktorer, der hidrører fra alle tre parter i 50% af uheldene. Det tilsvarende tal i Danmark er 0,6%. Der er altså stor forskel på fordelingen af uheldsfaktorer. Dette kan have flere årsager. En kunne være, at der rent faktisk er meget stor forskel på uheldenes karakter de to lande imellem. Der er givetvis forskel på trafikkultur mellem Danmark og Finland, men forskellen er næppe så stor som figurerne indikerer. En anden årsag kunne være de benyttede analysemetoder, og i hvor høj grad de teams, der analyserer uheldene, leder efter uheldsfaktorer, der hidrører fra enten trafikant, køretøj eller vejen og dens omgivelser. Sammenligningen af disse to figurer viser, at konklusioner draget ud fra en enkelt figur, bør tages med et vist forbehold.



Figur 1.3: Fordelingen af uheldsfaktorer på trafikant, køretøj og vejen og dens omgivelser for dødsulykker i Danmark i 2012 (Vejdirektoratet 2014a).

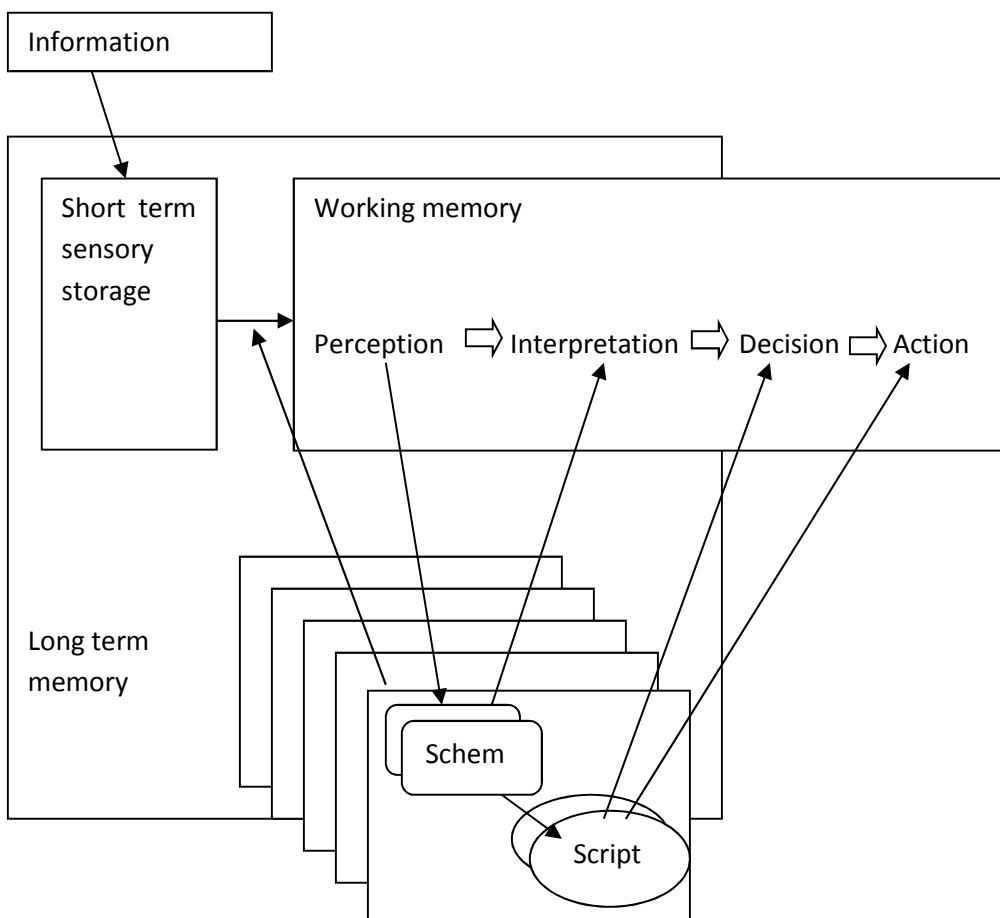


Figur 1.4: Fordelingen af uheldsfaktorer på trafikant, køretøj og vejen og dens omgivelser for dødsulykker i Finland i 2011 (Vakuutusyhtiöiden liikenneturvallisuustoimikunta VALT, 2012).

I Danmark tilskrives trafikanten generelt mange uheldsfaktorer, både når der er tale om Vejdirektoratets analyse af dødsulykker, figur 1.3, og når Havarikommissionen for Vejtrafikulykker analyserer en gruppe af uheld (Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, 2009; Vejdirektoratet, 2014aa). Det kan derfor være besnærende at allokere en stor del af trafik sikkerhedsbudgettet til at ændre trafikanternes adfærd og dermed minimere deres fejl. Imidlertid kan trafikantens adfærd også være påvirket af både vejen og dens omgivelser samt af køretøjets beskaffenhed.

Trafikanternes evne til at opfatte vejen og dens omgivelser

Trafikantens opfattelse af vejen og dens omgivelser kan anskues ud fra en informationsbearbejdningsmodel som for eksempel Endsleys "situation awereness" model (Endsley, 1995). Mekanismerne der, ifølge Endsley, er involveret i informations bearbejdning er illustreret i figur 1.5.



Figur 1.5: Mekanismerne i informations bearbejdning ifølge Endsleys "situation awereness" model. Inspireret fra (Endsley, 1995).

Trafikanten får information og input fra omgivelserne i forbindelse med, at vedkommende bevæger sig rundt i trafiksystemet. Informationen sorteres i "short term sensory storage" i hjernen. I "short term sensory storage" bliver informationen fra omverdenen sorteret som enten ikke vigtigt, og derfor heller ikke opfattet af trafikantens bevidsthed, eller som vigtigt nok til at blive opfattet i "working memory". I "working memory" opfattes informationen, og den fortolkes på baggrund af

tidligere erfaringer. I langtidshukommelsen opbevares information om tidligere situationer i "schems" med associerede "scripts", hvor handling til den givne situation er beskrevet. Dette udgør tilsammen trafikantens erfaring. Efter at have opfattet og fortolket informationen foretager trafikanten et valg om hvad vedkommende skal gøre i den aktuelle situation på baggrund af "scripts" for tidligere handlinger og endelig føres beslutningen ud i livet. Det vil sige, at både trafikantens ubevidste opfattelse af om noget er vigtigt, samt tolkning af vigtig information om omgivelserne afhænger af vedkommendes erfaringer fra tidligere.

Kunne man så ikke klare trafikikkerhedsproblematikken med informationskampagner og undervisning, så trafikanterne opnår en forståelse/erfaring for hvad der er risikofyldt i trafikken? Nej, problemet er, at ud over at den menneskelige hjerne sorterer noget information fra som ikke vigtig inden informationen egentlig opfattes i "working memory", så er der også en begrænsning af hvor meget information hjernen kan bearbejde samtidig. Studier har vist, at jo mere optaget hjernen er, jo mindre opfattes af det perifere vejmiljø (Stinchcombe og Gagnon, 2010). Det er problematisk, da det perifere vejmiljø netop kan indeholde en del risici både for at der sker uheld og for at konsekvenserne af uheldene forværres.

Høj hastighed er ofte en ulykkesfaktor, der tilskrives trafikanten, da dette er et valg trafikanten foretager. Vejen og dens omgivelser har imidlertid betydning for hastighedsvalg, omend kun en mindre andel af vejens karakteristika spiller en rolle i trafikantens valg. Havarikommissionen for vejtrafikulykker undersøgte i 2011 en række uheld med grove hastighedsovertrædelser og fandt, at trafikanterne brugte vejens bredde samt den horisontale og vertikale linjeføring til at vurdere en passende hastighed ud fra, mens karakteristika knyttet til vejsiden ikke blev brugt (Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, 2011a).

Trafikanternes fokus på linjeføring i forbindelse med valg af hastighed understøttes af internationale undersøgelser, der viser at vejens linjeføring er vigtig for opfattelsen af risiko (Kanellaidis m. fl., 2000) og at en inkonsekvent linjeføring påvirker trafikanternes opfattelse af vejens risikoniveau (Zervas m. fl., 1998). Trafikanterne bruger information om en begrænset del af vejmiljøet til at vælge en passende hastighed, hvilket betyder at hastighedsvalget ikke altid er passende ud fra det reelle risikoniveau på den givne vej. Trafikanterne i havarikommissionens undersøgelse af uheld med hastighedsovertrædelser mente selv at have valgt en passende hastighed ud fra en vurdering af vejen og vejret, selvom dette i de fleste tilfælde ikke var tilfældet (Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, 2011a).

Det er derfor vigtigt, at bibeholde fokus både på at forbedre vejen og dens omgivelser og på at informere trafikanterne, så de træffer valg på et bedre grundlag. Målet må være et trafiksystem hvor trafikanten kan vurdere et risikoniveau, der kommer så tæt som muligt på det reelle risikoniveau på stedet.

1.3. Stedbundne og ikke-stedbundne trafikuheld

Ud over at betragte trafikuheld ud fra et statistisk og et adfærdsmæssigt perspektiv kan uheld også opdeles i ikke-stedbundne og stedbundne uheld. Nogle uheld er ikke-stedbundne, dvs. at de kan ske hvor som helst og ikke har nogen lokal tilknytning. Det kan for eksempel være et uheld der skyldes et

pludseligt svigt i køretøjet. Omvendt er nogle uheld stedbundne, dvs. at faktorer i uheldet er knyttet til stedet hvor uheldet sker. Det kan for eksempel være et uheld hvor en billist kører af vejen i ydersiden af en skarp kurve, dette uheld ville ikke være sket, hvis ikke der var en skarp kurve på vejen, og uheldet er dermed stedbunden. (Jørgensen, 1994).

Forebyggelsen af stedbundne og ikke-stedbundne trafikuheld og konsekvenserne heraf sker med stedbestemte henholdsvis med ikke-stedbestemte indsatser. De stedbestemte indsatser er begrænset til at virke på netop den lokalitet, hvor de implementeres. Det kan for eksempel være ombygning af et 4-benet kryds i åbent land til en rundkørsel, hvilket vil mindske risikoen for alvorlige uheld i netop dette kryds. De ikke-stedbestemte indsatser er generelle tiltag, der virker på hele vejnettet eller en større del heraf. En ikke-stedbunden aktivitet kan for eksempel være en landsdækkende informationskampagne om risikoen ved at køre bil med alkohol i blodet, hvor målet er at mindske antallet af alkoholrelaterede uheld generelt i hele landet.

1.4. Det stedbestemte trafiksikkerhedsarbejde i Danmark

Det stedbestemte trafiksikkerhedsarbejde er som beskrevet begrænset til at have en påvirkning på uhedsrisikoen på en enkelt lokalitet, hvor en trafiksikkerhedsforanstaltning implementeres. Foranstaltningen kan være et enkeltstående projekt i et kryds eller på en strækning. Et enkeltstående projekt kan for eksempel være på en strækning, der er særligt belastet af mødeuheld, hvor der etableres overhalingsforbud. Dette er det typiske sortpletarbejde, der har en helbredende karakter, hvor der søges at løse et problem, der allerede har udløst uheld på det givne sted.

Stedbestemt trafiksikkerhedsarbejde kan også være en indsats på flere lokaliteter, hvilket ofte betegnes for massetiltag, eksempelvis hvor der fjernes faste genstande i sikkerhedszonen på en del af hele vejmyndighedens vejnet. Indsats med massetiltag har en forebyggende karakter, idet der sættes ind med en foranstaltning på lokaliteter, hvor der muligvis ikke er registreret uheld, men hvor den risikofaktor, der ønskes fjernet, er til stede. På den måde forsøges det at undgå fremtidige uheld.

En af udfordringerne i det stedbestemte arbejde er at lokalisere hvor indsatsen skal implementeres – på hvilken strækning vil der opnås størst effekt af at indføre overhalingsforbud, eller hvor vil vejmyndigheden få mest trafiksikkerhed for pengene ved at fjerne faste genstande?

Dette spørgsmål kan screeningsmetoder til udpegning af risikolokaliteter hjælpe vejmyndighederne med at besvare. I screeningsmetoderne udpeges dele af vejnettet til grundigere analyse med henblik på at identificere de mest omkostningseffektive trafiksikkerhedsforanstaltninger (Hauer m. fl., 2002). I Danmark har disse metoder primært bestået af udpegning af sorte pletter, hvor antallet af registrerede uheld er højt, eller grå strækninger, hvor antallet af uheld ligeledes er højt, men ikke så højt som ved sorte pletter.

Det stedbestemte trafiksikkerhedsarbejde udføres af de ansvarlige vejmyndigheder, hvilket i Danmark vil sige Vejdirektoratet på statens veje og den enkelte kommune på de kommunale veje.

Sortpletarbejdet i Danmark

I det stedbestemte trafiksikkerhedsarbejde i Danmark har udpegning, analyse og udbedring af sorte pletter, på baggrund af de registrerede trafikuheld, været en af de primære aktiviteter siden

1970'erne. Lokaliteter med et unormalt højt niveau af registrerede uheld er blevet udpeget som sorte pletter, idet det unormalt høje uheldsniveau er blevet benyttet som en valid indikator for, at der er stedbestede risikofaktorer til stede på den givne lokalitet. Udbedringen af de sorte pletter sker ved at identificere de lokale risikofaktorer og herefter fjerne eller afbøde dem for på den måde at sænke det fremtidige uheldsniveau til normalen. (Madsen, 2005)

Den uheldsbaserede metode til udpegnings af sorte pletter, z-værdi metoden, der benyttes i dag på statsveje er oprindeligt udviklet i 1960'erne af Ole Thorson (Thorson, 1970; Thorson, 1967). Metoden er baseret på, at der opstilles uheldsmodeller for en række stræknings- og krydstyper. I forbindelse med udviklingen af metoden definerede Thorson sorte pletter, eller mere generelt risikolokaliteter, som lokaliteter, hvor der er lokale risikofaktorer relateret til vejen og dens omgivelser eller trafikreguleringen, og som bevirker at uheldsrisikoen på den aktuelle lokalitet ligger over det normale niveau.

Ifølge Thorson (Thorson, 1970) ville en sikker udpegnings af sådanne lokaliteter kræve, at hele vejnettet blev inspiceret og analyseret. På daværende tidspunkt blev en sådan fremgangsmåde opfattet som værende for omfattende og dermed også for omkostningsfuld til at være realistisk i praksis. I stedet argumenterede Thorson for at identificere risikolokaliteter ud fra konsekvensen af tilstedeværelsen af lokale risikofaktorer – altså ud fra unormalt høje uheldstal. Derfor udviklede Thorson de uheldsbaserede udpegningsmetoder, hvor unormale høje uheldstal blev brugt som indikator for tilstedeværelsen af lokale risikofaktorer.

Der har været en løbende opdatering af uheldsmodellerne til z-værdi metoden, de seneste uheldsmodeller for stats- og tidligere amtsveje er tilgængelige i (Hemdorff, 2012). Modellerne er søgt forbedret både i 2002, hvor Vistisen forbedrede metodernes beskrivelse af den tilfældige variation (Vistisen, 2002), og i 2005, hvor Overgaard Madsen søgte at inddrage ulykkernes alvorlighed i modellerne (Madsen, 2005). Også internationalt er der arbejdet på at indføre en alvorlighedsgrad i uheldsmodeller, for eksempel i en artikel fra 2014, hvor alle uheld omregnes til materielskadeækvivalente uheld, således at uheld med dræbte vægter langt tungere end uheld med lettere tilskadekomne og endnu tungere end materielskadeuheld (Washington m. fl., 2014). Ingen af modellerne er dog efterfølgende blevet implementeret i praksis i Danmark.

Der har ikke været opstillet generelle uheldsmodeller for kommuneveje i Danmark, og de kommunale vejmyndigheder har derfor benyttet mere simple udpegningsmetoder end z-værdi metoden såsom tæthedsmetoden, frekvensmetoden eller tætheds-/frekvensmetoden. I tæthedsmetoden sammenlignes antal registrerede uheld med længden af en given strækning eller blot pr. kryds, efterfølgende rangeres strækninger og kryds efter højeste tæthed. I frekvensmetoden sammenlignes antal registrerede uheld med trafikarbejdet på en strækning eller med antal indkørende køretøjer i et kryds, herefter rangeres strækninger og kryds efter højeste uheldsfrekvens. I tætheds-/frekvens metoden rangeres strækninger hhv. kryds først efter uheldstæthed og herefter de strækninger og kryds med den højeste tæthed efter uheldsfrekvens. (Greibe og Hemdorff, 2001)

Imidlertid er sortpletarbejdet, i de lande der har arbejdet systematisk med udpegnings og udbedring af sorte pletter i en årrække, blevet vanskeligere da de mest markante sorte pletter er identificeret og afhjulpet, de resterende sorte pletter er mindre markante og effekten af foranstaltninger mindre

(SWOV, 2010). I Danmark kompliceres sortpletarbejde yderligere af at arbejdet er baseret på en stadig mindre del af det reelle antal trafikulykker. Mørketallet er som nævnt steget, og registreringsgraden er faldet fra 18,5% af de tilskadekomne i 2001 til 9,4% i 2012 (Danmarks Statistik, 2013). Dette har blandt andet betydet, at uheldsbilledet baseret på den officielle statistik er meget spredt på vejene i åbent land.

Sørensen fremlagde i 2006 i en PhD afhandling en uheldsbaseret metode til udpegning af grå strækninger på amtsveje i åbent land, som reaktion på problemerne med at udpege reelle sorte pletter i det åbne land. Metoden blev afprøvet på vejnettet i to daværende amter. De udpegede vejstrækninger blev analyseret og mulige trafiksikkerhedsforanstaltninger identificeret for hver enkelt strækning. Sørensen konkluderede i et efterskrift til afhandlingen, at metoden næppe er vejen frem. Dette skyldes, at det kan drages i tvivl hvorvidt ved om de registrerede uheld, der resulterer i udpegning som grå strækning, reelt indikerer, at strækningen har en højere uheldsrisiko end gennemsnittet og dermed er omkostningseffektiv at forbedre, eller det blot er et udslag af tilfældigheder. Konklusionen begrundes med, at de identificerede trafiksikkerhedsforanstaltninger på de udpegede strækninger i højere grad er et resultat af generelle sikkerhedsbetragtninger på strækningerne end resultatet af uheldsanalyse af de registrerede uheld. De registrerede uheld var få og forskelligartede til at indikere egentlige lokale risikofaktorer på den enkelte strækning. (Sørensen, 2006)

Sørensen (2006) anbefaler i efterskriftet, at det stedbestede trafiksikkerhedsarbejde fremadrettet enten baseres på et væsentligt forbedret uheldsgrundlag eller gøres uheldsuafhængigt. Det uheldsuafhængige tænkes udført som massetiltag. Vejnettet skal da rangeres for at afgøre, hvor massetiltagene skal sættes ind. Sørensen påpeger, at der er et behov for udvikling på dette punkt. Det er blandt andet denne tankegang der arbejdes videre med i denne afhandling.

Konsekvensen af problemerne med at identificere sorte pletter både med z-værdimetoden og med tætheds- frekvensmetoden er, at mange vejmyndigheder står overfor et paradoks. Det er ikke muligt at udpege sorte pletter på vejene i åbent land. Dette er selvsagt ikke noget problem, hvis årsagen er at der ingen trafikuheld sker i åbent land, men mere end 2/3 af de trafikdræbte i Danmark dræbes i forbindelse med uheld i åbent land. Det vil sige at for at nå Færdselssikkerhedskommissionens mål i 2020, så må der reduceres i antal dræbte og tilskadekomne både i åbent land og i byen.

Fremtidsperspektivet for det stedbestede trafiksikkerhedsarbejde

Der er derfor brug for ny viden om, hvordan vejmyndighederne skal gribe det stedbestede trafiksikkerhedsarbejde an. I det stedbestede arbejde er der brug for metoder til det udpege lokaliteter, hvor der først skal sættes ind med tiltag. Det kan være udpegning af sorte pletter, men kan også være udpegning af risikolokaliteter mere generelt.

Der kan være flere reaktioner på vejmyndighedernes problem med ikke at kunne udpege reelle sorte pletter og mere generelt risikolokaliteter med de nuværende metoder: 1) Udpegning og udbedring af sorte pletter eller risikolokaliteter indstilles, 2) Det eksisterende datagrundlag udvides med data om trafikulykker fra for eksempel landets skadestuer eller 3) Andre typer af data benyttes som grundlag for udpegning af risikolokaliteter.

Ad 1) Som tidligere beskrevet er det vigtigt at holde fokus på at forbedre trafikikkerhedsniveauet ved vejen og dens omgivelser. Opgives praksis med at udpege sorte pletter eller risikolokaliteter, skal der sættes noget andet i stedet, ellers har vejmyndighederne ingen rettesnor for, hvor de mest fordelagtigt kan sætte ind med fysiske trafikikkerhedsforanstaltninger. At stoppe udpegning eller screening af vejnettet helt er derfor mere en principiel end en praktisk mulighed.

Ad 2) Det eksisterende uheldsregister kunne suppleres med oplysninger om alle de trafikuheld politiet ikke får kendskab til. For eksempel fra landets skadestuer, hvorfra der kan suppleres med personskadeuheld, eller fra forsikringsselskaber, hvorfra der kan suppleres med oplysninger om person- og materielskadeuheld. Det er imidlertid ikke nogen let opgave at inddrage disse data.

Siden 1995 har alle skadestuer være forpligtiget til at registrere tilskadekomne i landspatientregistret, hvor personlige fakta om patienten registreres, samt hvorledes vedkommende er kommet til skade – for eksempel i et trafikuheld. Oplysningerne kan imidlertid ikke direkte benyttes i det stedbestede trafikikkerhedsarbejde, da der ikke er krav om stedfæstelse af uheldene. Der er blevet arbejdet på at inddrage uheldsdata fra landets skadestuer i det stedbestede trafikikkerhedsarbejde i mange år, og på Odense Universitetshospital har de siden 1980 stedfæstet de trafikuheld, der resulterede i patienter på skadestuen (Lauritsen m. fl., 2002). Ligeledes har der været projekter på et eller flere år i nogle af de tidligere amter, men alle projekter, på nær registreringen i Odense, er stoppet igen.

En analyse af sortpletudpegning på baggrund af skadestuedata, indsamlet på skadestuen i Esbjerg i perioden 2000 – 2003, kombineret med politiregistrerede uheldsdata viste, at udpegningen gav anledning til at hidtil ukendte sorte pletter så dagens lys (Andersen og Sørensen, 2004). Der må derfor formodes at ligge et uudnyttet potentiale i disse data.

I 2014 foretages der på foranledning af Århus Kommune en udvidet registrering og stedfæstelse på skadestuen i Århus og et projekt i Region Nordjylland er på vej. Det vil være yderst gavnligt for det stedbestede trafikikkerhedsarbejde, hvis uheldsgrundlaget kunne udvides, og en bedre skadesturegistrering er med som tiltag i flere af Færdselssikkerhedskommissionens fokusområder i den seneste handlingsplan (Færdselssikkerhedskommissionen, 2013a).

Ad 3) En tredje mulighed er at udvikle nye metoder til screening af vejnettet eller udpegning af risikolokaliteter. Det kunne for eksempel være at benytte alternative datatyper fremfor registrerede uheld, således at det stedbestede trafikikkerhedsarbejde gøres uafhængigt af de registrerede trafikuheld og kvaliteten af denne registrering. Én mulighed er at arbejde med udpegning ud fra vejens karakteristika, hvilket ifølge Thorsons (1967) ville være det ideelle grundlag for at identificere lokaliteter med lokale risikofaktorer og dermed øget uheldsrisiko. Vejkarakteristika kunne også danne grundlag for en screening af vejnettet for at lokalisere vejsegmenter med generelle risikofaktorer og/eller forhøjet uheldsrisiko, hvilket er fokus i nærværende afhandling.

Andre datatyper kan ligeledes danne grundlag for en udpegning af risikolokaliteter. Der er lavet studier med udpegning af risikolokaliteter på baggrund af ryk (meget hårde opbremsninger eller retningsændringer), registreret ved hjælp af GPS data, som en indikation på risikoen for uheld (Agerholm og Larhmann, 2012; Bagdadi og Várhelyi, 2011). Denne fremgangsmåde er inspireret af

den svenske konfliktteknik oprindeligt introduceret af Hydén (1987). I Kina arbejdes med at udvikle en metode baseret på data om trafikforseelser som indikator for høj uheldsrisiko (Jiaxing m. fl., 2010). Metoden kræver, at oplysninger om trafikforseelser indsamles systematisk på hele vejnettet. Fremgangsmåden bygger dog endnu ikke på en dokumenteret sammenhæng mellem uheld og trafikforseelser.

1.5. Trafiksikkerhed i det åbne land

I det åbne land sker flertallet af de alvorlige trafikuheld, der resulterer i dræbte i Danmark. Tal fra den officielle uheldsstatistik viser at i årene 2010 – 2013 blev 68% af de trafikdræbte dræbt i forbindelse med et trafikuheld i åbent land. Dette skyldes blandt andet at hastigheden er højere i det åbne land, og konsekvenserne af uheldene er derfor alvorligere end i byerne. Det er derfor væsentligt, at vejmyndighederne har metoder til at forebygge uheld i det åbne land. Det kan i nogle tilfælde være som supplement til de nuværende metoder, hvis det for eksempel fortsat er muligt at udpege reelle sorte pletter ud fra uheldsregistreringer. Ellers kan det være til erstatning af de traditionelle metoder.

Ses udelukkende på danske kommuneveje er 67% af de trafikdræbte dræbt i et uheld på en kommunevej, heraf er 61% sket i det åbne land, hvilket giver omtrent samme fordeling som for dødsulykker på landsplan.

Også en stor andel af alvorligt tilskadekomne trafikanter kommer galt afsted på veje i det åbne land. I den officielle statistik er 35% af de alvorligt tilskadekomne på kommuneveje kommet til skade i et uheld i det åbne land, mens dette tal er 44% for hele vejnettet i Danmark.

Der er derfor god grund til, at en del af det stedbestede trafiksikkerhedsarbejde lægges i det åbne land. Her har sortpletudpegningen i mange år været et godt udgangspunkt, men som tidligere beskrevet er det nu vanskeligt, særligt for de kommunale vejmyndigheder, at udpege reelle sorte pletter. Problemet er, at det nu kan være vanskeligt, for vejmyndighederne at vide, hvor de skal sætte ind på vejnettet i åbent land. Nye praktisk anvendelige metoder til hjælp i prioriteringen mellem trafiksikkerhedsforanstaltninger på strækninger i det åbne land er påkrævede.

1.6. Formål med afhandlingen

Arbejdet i nærværende afhandling er afgrænset til at omhandle påvirkningen fra vejen og dens omgivelser på risikoniveauet for uheld. Arbejdet er dermed fokuseret på det stedbestede trafiksikkerhedsarbejde, som vejmyndighederne i Danmark udfører. Afhandlingen afgrænses fra at behandle den adfærdsmæssige side af uheldsteori.

Mere specifikt afgrænses afhandlingen til at omhandle veje i åbent land. Yderligere vil der blive fokuseret på tosporede kommunale veje, idet disse udgør langt størstedelen af vejnettet i det åbne land, og på kommunalt niveau ligeledes transporterer størstedelen af trafikken i åbent land.

Det overordnede formål er at udvikle en praktisk anvendelig vejkarakteristikbaseret metode til udpegnings af risikolokaliteter på det tosporede kommunale vejnet i åbent land.

I afhandlingen vil følgende søges besvaret:

- Er der et behov for nye metoder til udpegning af risikolokaliteter?
- Er der en påviselig sammenhæng mellem vejkarakteristika og uheldsrisiko på det tosporede vejnet i åbent land i Danmark? I givet fald, hvilke karakteristika?
- Er det muligt at formulere en videnskabeligt underbygget metode til udpegning af risikolokaliteter baseret på data om vejens karakteristika?
- Er det muligt at formulere en sådan metode, så den er praktisk anvendelig for vejmyndighederne?

Afhandlingen er baseret på et forskningsprojekt, der er finansieret dels af seks danske kommuner: Hjørring, Aalborg, Viborg, Ringkøbing-Skjern, Haderslev og Vordingborg, dels af Aalborg Universitet. Dette giver nogle geografiske rammevilkår for afhandlingen, kommunerne ses på figur 1.6. Ud over finansiell støtte har kommunerne bidraget med tid fra en række medarbejdere fra de respektive vejafdelinger i forvaltningen. Medarbejderne har deltaget i to årlige følgegruppemøder, hvor det stedbestemte trafiksikkerhedsarbejde er diskuteret generelt, herunder også hvad der karakteriserer en praktisk anvendelig metode.

2. Forskningsdesign

Målet med projektet fordrer forskellige input til formulering af en praktisk anvendelig metode til på grundlag af vejkarakteristika at udpege lokaliteter, hvor der er forøget risiko for uheld:

- Hvordan er eksisterende metoder, der tager udgangspunkt i vejkarakteristika, bygget op?
- Hvilken viden eksisterer om sammenhængen mellem tilstedeværelsen af forskellige vejkarakteristika og uheldsforekomst internationalt og i Danmark med særlig fokus på det sekundære vejnet?
- Hvad karakteriserer en praktisk anvendelig metode?

Dette leder frem til flere undersøgelser baseret på forskellige metoder. Nærværende kapitel gennemgår forskningsdesign generelt og beskriver det valgte forskningsdesign for denne afhandling. Herefter gennemgås undersøgelsens proces og metoder. Dernæst defineres praktisk anvendelighed samt risikolokalitet, som det benyttes i denne afhandling. Sidst i kapitlet findes en oversigt over afhandlingens opbygning.

2.1. Generelt om forskningsdesign

Indholdet og udførelsen af en undersøgelse kan betegnes som forskningsdesign. Der eksisterer flere referencerammer for forskningsdesign. En referenceramme skelner mellem fire typer af forskningsdesigns for en undersøgelse: Eksperiment, casestudie, kvantitativ-survey og aktionsforskning. (Harboe, 2013)

Eksperiment design benyttes i effektundersøgelser i kontrollerbare rammer, hvor en forsøgsgruppe udsættes for en påvirkning og sammenlignes med en sammenlignelig kontrolgruppe (Harboe, 2013). I trafikikkerhedsstudier vil dette design for eksempel kunne benyttes til at evaluere effekten af implementerede trafikikkerhedstiltag. Det er dog vanskeligt at sikre kontrollerbare rammer ved effektvurdering af trafikikkerhedstiltag, da disse implementeres i den "virkelige verden", hvor der vil ske uforudsigelige hændelser. Ved eksperimentelle design indenfor trafikikkerhed er det derfor vigtigt at overveje, hvordan der kan kontrolleres for flest mulige udefrakommende forstyrrelser, eventuelt ved at både forsøgsgruppe og kontrolgruppe udsættes for samme forstyrrelser.

Et **casestudie** karakteriseres ved, at et større eller mindre afgrænset udsnit af en population undersøges dybdegående. Et casestudie kan ifølge Harboe bygges op enten som et enestående casestudie, et eksemplarisk casestudie eller et multiple casestudie. Opbygningen har betydning for empirien i undersøgelsen. Enestående casestudie er studier, hvor en enkelt case undersøges dybt for at beskrive denne tilbundsgående uden i øvrigt at generalisere ud fra resultaterne. Eksemplariske casestudier er undersøgelser, hvor en del af en population undersøges med henblik på at kunne sige noget om hele populationen. I et multiple casedesign undersøges to eller flere cases for at sikre, at der ikke foretages generelle konklusioner ud fra en enkelt case's specielle karakteristika. I casestudier er der fokus på at finde relevante populationer. (Harboe, 2013). I forhold til trafikikkerhed, benyttes casestudier bl.a. af Havarikommissionen for vejtrafikulykker. Havarikommissionen benytter et

eksemplarisk casestudiedesign, når de for eksempel undersøger alle alvorlige uheld på landeveje i en kortere tidsperiode, og ud fra dette generaliserer (Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, 2011b).

Til at kortlægge større sammenhænge og give overblik over et område benyttes **kvantitative surveys**. Her benyttes repræsentative populationer eller hele populationer i undersøgelsen. I survey designs benyttes ofte kvantitative metoder til indsamling af empiri, og data behandles ofte med statistiske metoder. (Harboe, 2013). Kvantitative surveys benyttes i udstrakt grad indenfor trafikikkerhedsforskning, både ved litteraturstudier og i den statistiske uheldsteori.

Aktionsforskning omfatter undersøgelser med henblik på at ændre adfærd eller holdninger. Dette er en undersøgelsesform, hvor forskeren engagerer sig i den population der undersøges. Forskningsformen er relativ ny og findes indenfor undersøgelser som for eksempel minoritetsgruppers møde med dansk kultur eller projekter omkring vold og kriminalitet. (Harboe, 2013). Denne forskningstype er, så vidt vides, ikke benyttet indenfor trafikikkerhedsområdet.

2.2. Valg af forskningsdesign

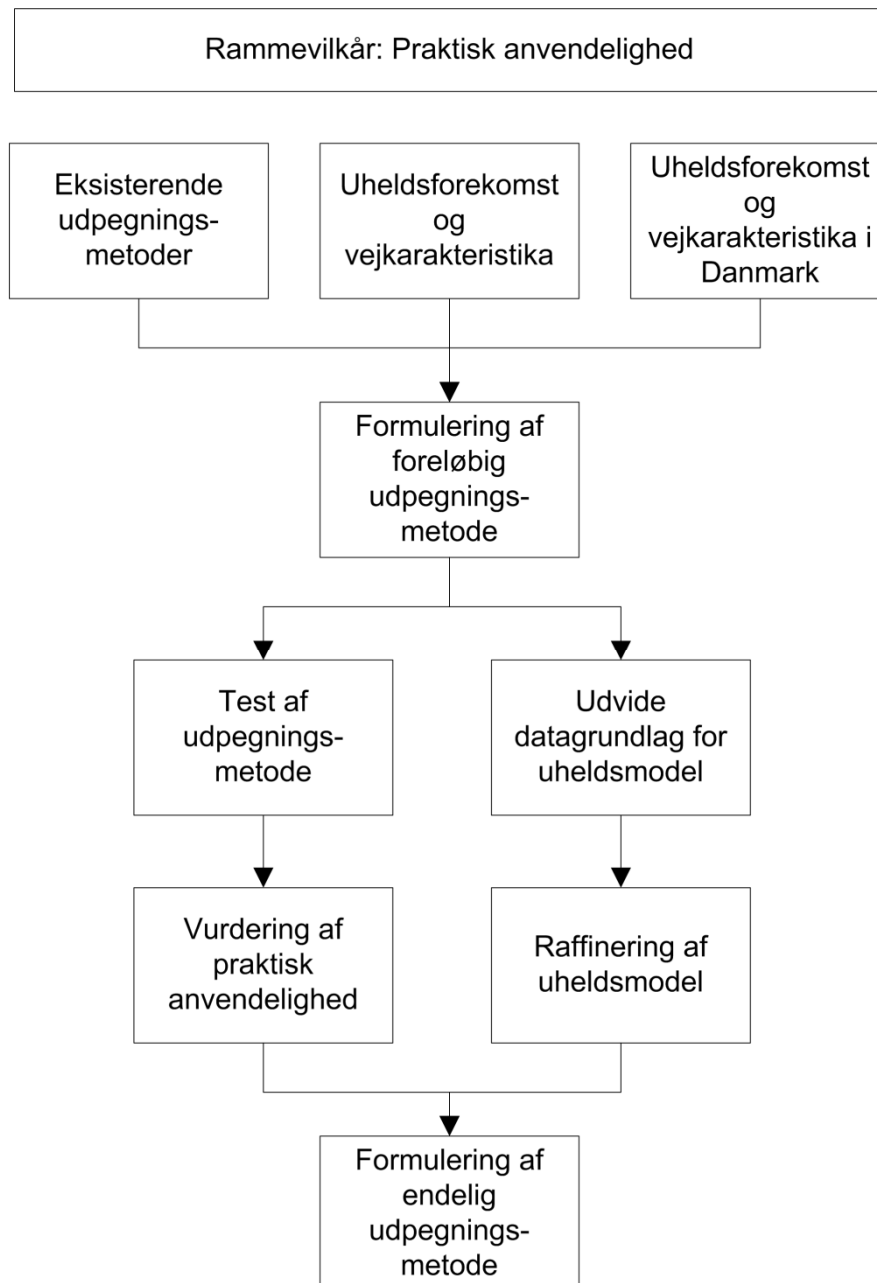
I nærværende projekt benyttes såvel kvantitativ survey som casestudie. For at undersøge kendt viden benyttes kvantitativ survey i form af litteraturstudie. Undersøgelsen af sammenhængen mellem vejkarakteristika og uheldsforekomst på det sekundære vejnet i Danmark foretages som en kombination af et kvantitativ survey og et eksemplarisk casestudie. I forbindelse med undersøgelse af hvad der karakteriserer en praktisk anvendelig metode og en vurdering af om den udviklede metode er praktisk anvendelig, benyttes multiple casestudier. Der kan ikke skelnes skarpt imellem de to designs i projektet, da undersøgelsen er en iterativ proces med interaktion imellem de forskellige forskningsdesigns.

2.3. Undersøgelsens proces og metoder

Undersøgelsens proces er skitseret i figur 2.1. Et overordnet rammevilkår for undersøgelsen er at målet med den endelige udpegningsmetode er praktisk anvendelig. Input til formulering af første udkast til en udpegningsmetode er viden om henholdsvis eksisterende udpegningsmetoder baseret på vejkarakteristika, allerede dokumenterede sammenhænge mellem uheldsforekomst og vejkarakteristika, samt en statistisk analyse af sammenhængen mellem vejkarakteristika og uheldstæthed på det sekundære vejnet i Danmark.

Med baggrund i denne viden formuleres en foreløbig udpegningsmetode. Den foreløbige udpegningsmetode testes i to cases for at vurdere dens praktiske anvendelighed. I forbindelse med testen indsamles data på dele af vejnettet i de to cases. Disse data benyttes til at forbedre den uheldsmodel, der er indbygget i udpegningsmetoden. Uheldsmodellen i den foreløbige metode er baseret på regressionsanalyse af en del forskellige uafhængige variable, men med et relativt lille antal strækninger og uheld. Formålet er at identificere de mest sandsynlige, forklarende variable. Herefter udvides datagrundlaget med flere strækninger, men til gengæld med færre forklarende variable (identificeret i den første analyse) med henblik på at formulere en mere robust uheldsmodel.

Endelig benyttes den forbedrede uheldsmodel samt vurdering af den praktiske anvendelighed til at formulere en endelig udpegningsmetode. I det følgende vil metoder benyttet i de enkelte step i processen, figur 2.1.



Figur 2.1. Procesdiagram for udvikling af ny udpegningsmetode til identificering af risikolokaliteter baseret på vejkarakteristika.

Rammevilkår: Praktisk anvendelighed

Hvad der karakteriserer en praktisk anvendelig metode afdækkes i samarbejde med de involverede kommuner. Dette foregår ved hjælp af en workshop. Workshopformen er valgt for at opnå en så

åben diskussion som muligt af, hvad der karakteriserer en praktisk anvendelig metode. De medarbejdere, der har deltaget i følgegruppen fra de involverede kommuner, har forskellige faglige profiler, og der har deltaget medarbejdere både fra driftsafdelingen og fra den administrative del af de kommunale vejforvaltninger. Det betyder, at deltagernes indgangsvinkel var forskellig. På en workshop er der mulighed for at diskutere eventuelle forskelle, og opnå en konsensus om karakteristika for en praktisk anvendelig metode.

Praktisk anvendelighed kunne i princippet også afdækkes i et kvantitativt surveydesign ved for eksempel at rundsende spørgeskema til alle landets kommuner om brugervenlighed og anvendelighed ved eksisterende metoder. Spørgeskema udelukker imidlertid workshoppens fordele med mulighed for en åben diskussion, idet spørgeskema typisk vil arbejde med prædefinerede valgmuligheder af karakteristika for praktisk anvendelighed.

Workshoppen kunne være efterfulgt af et spørgeskema, der kunne sendes rundt til alle landets kommuner, for at forsøge at opnå en bredere definition af en praktisk anvendelig metode. Dette tillod tidsrammen imidlertid ikke.

Eksisterende udpegningsmetoder

Eksisterende udpegningsmetoder der er baseret på input om vejens karakteristika, er undersøgt gennem litteraturstudie. Litteratursøgningen er foretaget både systematisk og fleksibelt. Til den systematiske litteratursøgning er tre databaser benyttet: Web of Science, Springer og Google Scholar med følgende søgeord: "Hazardous road locations", "black spots", "high risk locations", "promising sites", "grey spots", "sites with promise". Den fleksible litteratursøgning er foretaget ved at gennemgå referencelister i litteraturen fundet i den systematiske søgning. Dertil kommer litteratur, der er erhvervet gennem fagligt netværk.

Uheldsforekomst og vejkarakteristika

Allerede dokumenterede sammenhænge mellem uheldsforekomst og vejkarakteristika er undersøgt igennem litteraturstudie. Litteratursøgningen er ligeledes foretaget både systematisk og fleksibelt. Til den systematiske litteratursøgning er tre databaser benyttet: Web of Science, Springer og Google Scholar med følgende søgeord: "Road characteristics", "road inventory", "road design", "road cross-section", "road geometry". For at udvide søgningen er referencelister i den indsamlede litteratur gennemgået, og yderligere litteratur er erhvervet ad denne vej.

Generel kendskab til trafiksikkerhedsområdet i Danmark er benyttet som udgangspunkt i søgningen af danske kilder. Herefter er referencelister gennemgået for at identificere flere mulige kilder. Dertil kommer henvisninger til litteratur modtaget gennem fagligt netværk.

Uheldsforekomst og vejkarakteristika i Danmark

Hvordan sammenhængen er mellem uheldsforekomst og vejkarakteristika på det sekundære vejnet i Danmark undersøges ved hjælp af regressionsanalyse. Regressionsanalysen foretages på et vejnet i Aalborg Kommune, udgangspunktet er at resultater fra analyse af vejnettet i Aalborg Kommune kan generaliseres til det sekundære vejnet i åbent land i hele Danmark. Fremgangsmåden kan derfor betegnes som et eksemplarisk casestudie. Ud fra regressionsanalysen opstilles en uheldsmodel for uheldsforekomst på det sekundære vejnet i Danmark.

I forbindelse med modellering af uheldsdata er det interessant at modellere uheldsforekomsten over en periode på en given vejstrækning. Vejstrækningerne kan være defineret som lige lange strækninger eller som strækninger med varierende længde men med et homogent design. I uheldsmodellering er der gennem tiden benyttet forskellige typer af statistiske metoder. Blandt disse er regression med udgangspunkt i Poisson fordeling og negativ binomial fordeling eller varianter heraf de mest fremherskende.

Statistisk software gør det muligt at benytte avancerede statistiske regressioner til at formulere uheldsmodeller. Lord, Washington og Ivan (2005) viste imidlertid hvordan jagten på det perfekte statistiske fit kan give resultater, der ikke logisk giver mening ved for eksempel at benytte "zero-inflated" regressionsmodeller. I tråd med dette viser nyere amerikansk forskning, at mere avancerede uheldsmodeller ikke resulterer i mere effektivt stedbestedt trafikikkerhedsarbejde (Lan m. fl., 2009; Persaud m. fl., 2010).

Det er væsentligt at holde fokus på at god modellering af et datasæt er en kombination af statistisk metode, videnskab og sund fornuft (Hosmer m. fl., 2013). Det vil sige, at det ikke blot er vigtigt at modellere ud fra at sikre det bedste statistiske fit til datasættet, resultatet skal også kunne forklares og understøttes af tidligere resultater. Samtidig skal både den statistiske metode og variabelernes betydning være logisk.

Uheldsforekomst på vejstrækninger set over en periode kan ikke være andet end hele, ikke-negative tal. Dermed er sandsynlighedsfordelinger som Poisson og negative binomial oplagte, hvilket også er udgangspunktet i dette projekt.

Variablerne til regressionsanalysen vælges ud fra en samlet vurdering af dels hvilke karakteristika, der kan forventes at have en indflydelse på risikoniveauet, dels hvilke karakteristika, der kan indgå i en praktisk anvendelig metode. Hvilke karakteristika, der kan forventes at have en indflydelse, bestemmes ud fra litteraturstudiet om sammenhængen mellem uheldsforekomst og vejkarakteristika. Hvorvidt en variabel er praktisk anvendelig, vurderes ud fra hvor tilgængelig data om variabelen er.

Formulering af foreløbig udpegningsmetode

Til formulering af den foreløbige udpegningsmetode benyttes input fra gennemgangen af eksisterende metoder baseret på vejkarakteristika, de opstillede krav til en praktisk anvendelig metode samt den foreløbige uheldsmodel.

Udpegningsmetoden beskrives i en vejledning, hvor målgruppen er medarbejdere i vejmyndighedernes forvaltning samt konsulenter.

Test af udpegningsmetode

Testen af udpegningsmetoden koncentrerer sig om hvorvidt metoden er praktisk anvendelig. Derfor testes metoden ved at lade medarbejdere i to kommuner benytte metoden, som var det en reel udpegning, kommunen ville foretage. Efterfølgende benyttes respons fra testdeltagerne til at vurdere, om metoden er praktisk anvendelig.

Vurdering af praktisk anvendelighed

Vurdering af metodens praktiske anvendelighed foretages igennem en test beskrevet i ovennævnte. Testdeltagernes tilbagemeldinger samt de opstillede karakteristika for en praktisk anvendelig metode, ligger til grund for en vurdering af, hvorvidt den udviklede metode er praktisk anvendelig.

Udvide datagrundlag for uheldsmodel

Sideløbende med at testdeltagere udfører testen, og dermed gennemgår en del af kommunes vejnet, indsamles data om dette vejnet. De indsamlede data benyttes til at udvide det datagrundlag, der ligger til grund for den uheldsmodel, som er en del af udpegningsmetoden.

Datagrundlaget udvides af to årsager:

- Der kan formuleres en mere statistisk robust uheldsmodel, der med større sandsynlighed kan generaliseres til at gælde for hele Danmark.
- Det vil være muligt at foretage en vurdering af modellens prædiktionssevne, når datagrundlaget er større, end det er tilfældet for analysevejnettet.

Raffinering af uheldsmodel

Efter udvidelse af datagrundlaget foretages en ny regressionsanalyse, og en opdateret uheldsmodel formuleres. Som ved den foreløbige uheldsmodel er udgangspunktet Poisson og negativ binomial regression, afhængigt af hvorvidt data er overspredte.

Estimering af forventede uheldstal med uheldsmodeller giver egentlig en historisk forklaring af, hvad der kunne forventes af uheld i den tidsperiode, uheldsmodellen er modelleret over. Dette er bedste bud på fremtiden, men er ikke en egentlig forudsigelse. Dette er væsentligt at have in mente, når modellens prædiktive evne vurderes. Vurderingen kan blandt andet foretages på følgende to måder. Man kan bruge modellen til at estimere det forventede uheldstal for fremtiden og herefter følge den faktiske udvikling og se, hvorvidt denne stemmer overens med estimatet. Alternativt kan prædiktionssevnen vurderes ved at dele det bagvedliggende datasæt op i to. Ud fra den ene del bestemmes en uheldsmodel, og denne benyttes til at forudsige antal uheld i den anden del af datasættet. (Reurings m. fl., 2005).

Uheldsmodellen skulle gerne bruges så snart den er udviklet. Derfor vælges det at vurdere den prædiktive evne ved at formulere en uheldsmodel på et delvist datasæt og estimere uheld for den resterende del af datasættet med denne model.

Formulering af endelig udpegningsmetode

Sidst kan en endelig udpegningsmetode formuleres. Uheldsmodellen udskiftes med den nye mere robuste model, og vejledningen justeres som følge af resultaterne fra test af den praktiske anvendelighed.

2.4. Praktisk anvendelighed

En forudsætning for at en metode benyttes, er at det at bruge metoden kan lade sig gøre, det vil sige, at metoden er praktisk anvendelig. I udviklingen af metoder vil der derfor altid være en afvejning af praktisk anvendelighed kontra præcision i metoden. De to hensyn vil ofte være modsatrettede.

Indeholder en metode for eksempel mange variabler for at give et meget præcist resultat, kan dette betyde, anvendeligheden er lav, da behovet for store mængder data gør metoden omkostningsfuld at benytte, med mindre alle disse data er let tilgængelig.

Sigtet i dette projekt er at udvikle en metode, der blandt andet er baseret på en uheldsmodel for det sekundære vejnet i åbent land. En sådan uheldsmodel kan nemt indeholde mange variabler for at give det bedste statistiske fit. Nogle variabler vil imidlertid være vanskelige eller omkostningsfulde at erhverve data for. Det bør ikke være datas tilgængelighed alene, der afgør hvilke variabler, der indgår i en uheldsmodel; men det er en faktor, der ubetinget skal med i overvejelsen af variabler. Metoden kan grundet modellens datakrav ellers hurtigt blive for omkostningsfuld at benytte. I EU-projektet Ricord-Iserest, der bl.a. samler op på "state-of-the-art" indenfor uheldsmodellering, anbefales det at målet bør være en balance mellem modellens præcision og antallet af variabler i modellen (Reurings m. fl., 2005). I nærværende afhandling afvejes modellens præcision kontra tilgængeligheden af data til modellen, herunder omkostninger for at fremskaffe data.

I projektet er kvaliteten "praktisk anvendelighed" tilgodeset ved at inddrage de involverede kommuners medarbejdere i definitionen af en praktisk anvendelig metode. Dette er gjort ved at sætte en workshop op, hvor begrebet blev diskuteret i grupper med deltagere fra de 6 kommuner.

Workshop

Workshoppen blev praktisk organiseret som en del af et halvårligt møde i følgegruppen bestående af repræsentanter fra de 6 deltagende kommuner samt den ph.d. studerende og dennes vejleder. På selve workshoppen var 5 kommuner repræsenteret med i alt 8 deltagere. Referat fra workshoppen ses i bilag A.

Forberedelse

Inden workshoppen blev deltagerne bedt om at forberede sig på emnet praktisk anvendelighed. Følgende blev sendt til deltagerne med opfordring til forberedelse:

"Et mål for metoden er, at den skal være praktisk anvendelig. Det er vigtigt at I, som praktikere, er med til at definere hvad praktisk anvendelig er. Jeg vil derfor gerne have jer til at forberede følgende spørgsmål inden mødet d. 18/9:

- a. Hvad karakteriserer en praktisk anvendelig metode for jer?*
- b. Hvordan kan det efterfølgende vurderes, om metoden er praktisk anvendelig?*

Diskutter det meget gerne med jeres kollegaer, jo flere vinkler vi har med i workshoppen des bedre."

Workshoppen

På selve workshoppen blev følgegruppen delt i to mindre grupper og diskuterede herefter ud fra fem igangsættende spørgsmål:

1. Beskriv karakteristika ved en praktisk anvendelig metode
2. Har data (mængden, typen) indflydelse på anvendeligheden?
3. Hvor lang tid må det tage at bruge en praktisk anvendelig metode?
 - a. Indsamle data

- b. Benytte metoden til udpegning
4. Flexibilitet og anvendelighed. Betyder det noget at metoden er fleksibel i forhold til hvilke data, der er nødvendige?
5. Automatik. Hvor manuel må en praktisk anvendelig metode være?

Diskussionen i grupperne viste, at det er vanskeligt på forhånd at definere præcist, hvad der gør en metode anvendelig. Generelt kan siges at metoden helst skal være så automatiseret som muligt, men samtidig også være gennemskuelig så resultaterne kan forklares til politikere og borgere. Metoden skal være fleksibel men ikke kræve for mange datainput. Diskussionerne gav mange input til praktisk anvendelighed, og som afslutning blev gruppernes ønsker og kommentarer diskuteret i plenum.

Karakteristika ved en praktisk anvendelig metode

Efter endt workshop blev diskussionerne samlet i et referat og essensen samlet til en karakteristik af en praktisk anvendelig metode. Dette resulterede i følgende seks karakteristika for en metode i dette projekt:

- Resultatet skal kunne formidles til politikere og borgere, dvs. parametrenes betydning for resultatet skal kunne aflæses for hver enkelt strækning.
- Parametrene i metoden skal som udgangspunkt bestå af eksisterende data suppleret med få yderligere vejkaraktistika.
- Metoden benytter regneark, for eksempel Excel, til beregninger.
- Metoden skal være fleksibel i forhold til hvilket vejnet, der analyseres og hvilke parametre der anvendes.
- Det skal fremgå, hvad der sker med validiteten, når parametre vælges fra.
- Omkostninger ved at benytte metoden må ikke overstige 10% af udgifterne til forbedring af strækningerne.

Karakteristikken er godkendt af følgegruppen. De seks punkter er punkter, der anses for væsentlige, for at en metode vil blive brugt i praksis. Ud over at metoden skal være nem at bruge, så betyder det meget, at både metoden og resultaterne kan forklares til politikere og borgere. Det er vigtigt for de personer, der arbejder hos vejmyndigheden, at der ikke i en metode er en "black box" som hverken praktikere, politikere eller borgere kan forstå.

2.5. Definition af risikolokalitet

Sort plet, grå plet, lovende lokalitet, uheldsbelastet lokalitet og risikolokalitet er alle betegnelser for lokaliteter på vejnettet, hvor et eller flere risikomomenter er til stede. Definitionerne af disse lokalitetstyper varierer, men formålet med identificering, analyse og udbedring af lokaliteterne er den samme – at forbedre det lokale trafiksikkerhedsniveau ved at bruge trafiksikkerhedsmidlerne hvor der er størst potentiale for reduktion i antal uheld og tilskadekomster. Arbejdet med sorte pletter strækker længst tilbage i tiden, de øvrige betegnelser er udløbere heraf, men er opstået som en konsekvens af, at der i flere områder har været problemer med at kunne identificere sande sorte pletter. (Madsen, 2005). Betragtes de sortpletmetoder, der er beskrevet i dansk regi, kan det konstateres, at der benyttes følgende definition af en sort plet:

Madsens definition af en sort plet

"En sort plet er en lokalitet, hvorpå der i et givent tidsrum – den såkaldte udpegningsperiode – er observeret signifikant flere uheld, end hvad der under normale omstændigheder kan forventes at forekomme på lokaliteter af samme type som den betragtede i dette givne tidsrum, og hvor den høje observerede uheldsforekomst ikke blot kan henføres til tilfældig uheldsvariation." (Madsen, 2005, s. 192)

Dette er en såkaldt praktisk definition på en sort plet, hvor der er taget udgangspunkt i konsekvensen, uheldene, af at der er en uhensigtsmæssighed i de fysiske forhold på den givne lokalitet. Som beskrevet tidligere formulerede Ole Thorson oprindeligt, ved introduktionen til det danske sortpletarbejde, en ideel definition på en sort plet. Denne lyder:

Thorsons definition af en sort plet

"En sort plet er et punkt på vejen eller en strækning af vejen, hvor vejudformningen eller trafikreguleringen adskiller sig fra vejens eller reguleringens generelle standard på den pågældende vej eller i det pågældende land, således at uheldsrisikoen forøges, uden at det kan erkendes eller forudses af trafikanten." (Thorson, 1970, s. 9)

Denne definition tager udgangspunkt i vejudformning og trafikregulering, dvs. mulige uheldsfaktorer, i stedet for trafikuheld som den praktiske definition tager udgangspunkt i. Der kan i princippet være tale om alle mulige faktorer, der vedrører vejudformningen og trafikreguleringen, så længe de ikke erkendes af trafikanterne. Definitionen blev oprindeligt tilsidesat som ikke operationel, da det nødvendige datagrundlag ikke var tilstede. I dag findes flere data i vejmyndighedernes systemer, og der findes billeder af en stor del af vejnettet enten i Vejdirektoratets system eller i Google Streetview. Det er imidlertid stadig en omfattende opgave at gå hele vejnettet igennem for at lokalisere uhensigtsmæssigheder. I dette projekt er der derfor valgt at formulere en definition på risikolokaliteter med udgangspunkt i vejudformningen efter inspiration af Thorsons's ideelle definition af en sort plet.

Andersens definition af en risikolokalitet

En risikolokalitet er en lokalitet der i forhold til gennemsnittet af vejnettet har en overrepræsentation af vejkarakteristika, som har en dokumenteret negativ effekt på trafiksikkerheden. Denne overrepræsentation betyder, at uheldsrisikoen forøges set i forhold til den generelle risiko på den givne vejtype.

Ovenstående definition retter sig mod at lokalisere strækninger, hvor der er problemer med nogle generelle vejkarakteristika. Det kunne for eksempel være tætheden af kryds på en strækning. En udpegning, analyse og forbedring af denne type af risikolokaliteter vil være med til at sænke den gennemsnitlige uheldsrisiko på vejnettet. Udpegning ud fra definitionen af en risikolokalitet vil derimod ikke identificere lokaliteter med helt særlige lokale uheldsfaktorer. Eksempler på sådanne lokale uheldsfaktorer kan være manglende oversigt, hvis en oversigtsdeklaration ikke holdes, eller at vejen har en forkert hældning. Begge disse tilfælde kan føre til en ophobning af uheld, og dermed burde lokaliteten blive udpeget i det traditionelle sortpletarbejde.

Arbejdet i dette projekt lægger dermed op til en supplerende udpegningsmetode, der har til hensigt at identificere risikolokaliteter, hvor der på grund af nogle generelle vejkarakteristika kan konstateres

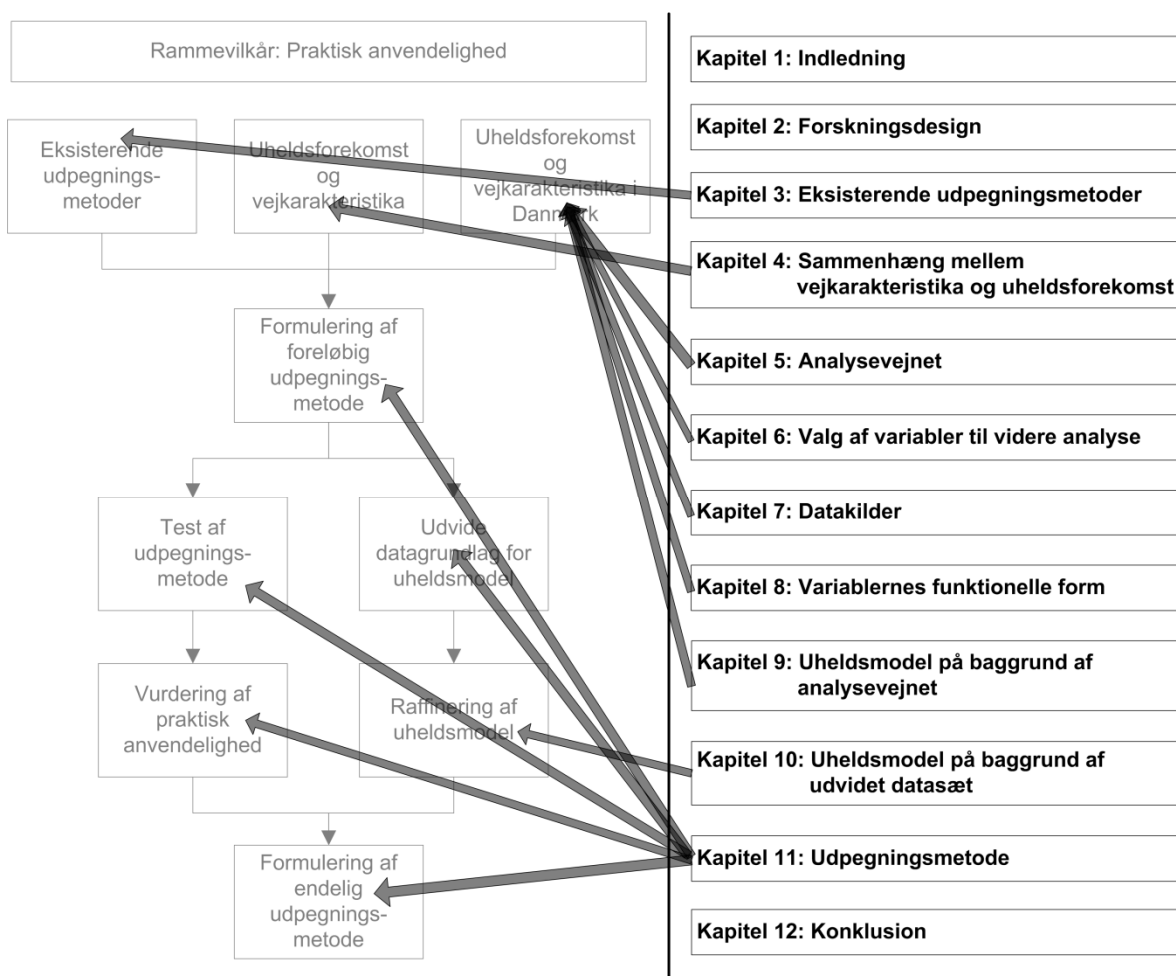
en højere risiko for trafikuheld end på vejnettet generelt. Denne udpegning kan dermed være med til at identificere strækninger, hvor der er størst potentiale for at forbedre det generelle sikkerhedsniveau.

2.6. Opbygning af afhandlingen

Undersøgelsen beskrevet i dette kapitel er afrapporteret i nærværende afhandling. Afhandlingen er bygget op af en hovedrapport med tilhørende bilag. Sammenhæng mellem hovedrapport og procesdiagrammet præsenteret i figur 2.1 er illustreret i figur 2.2. Følgende beskrives hovedrapport og bilagsrapport.

Hovedrapport

Hovedrapporten består af forord, sammenfatning på dansk og engelsk, 12 kapitler og referenceliste. Rapporten indledes med kapitel 1 "Indledning", hvori baggrund for forskningsområdet samt nærværende undersøgelse præsenteres. Sidst i indledningen fremgår formål samt afgrænsning for afhandlingen. I nærværende kapitel, kapitel 2 "Forskningsdesign" præsenteres undersøgelsens procesdiagram og metoder samt denne struktur.



Figur 2.2: Sammenhæng mellem afhandlingens 12 kapitler og procesdiagrammet præsenteret i figur 2.1.

Kapitel 3 og 4

Omfatter litteraturstudie af henholdsvis eksisterende vejkarakteristikabaserede udpegningsmetoder og af sammenhænge mellem vejkarakteristika og uheldsforekomst

Kapitel 5 – 8

Disse fire kapitler indeholder forudsætninger for at kunne formulere en uheldsmodel. Det vil sige, identificering af et analysevejnet, valg af variable til analysen, opsætning af et datasæt ud fra en række datakilder og sidst en analyse af variablerne for at kunne identificere den optimale funktionelle form af den enkelte variabel.

Kapitel 9 og 10

I disse to kapitler præsenteres uheldsmodeller formuleret på baggrund af regressionsanalyse af data fra analysevejnettet henholdsvis af data fra vejnet i tre kommuner.

Kapitel 11

I dette kapitel samles trådene fra kapitel 4 – 10 og en endelige udpegningsmetode præsenteres.

Kapitel 12

Det sidste kapitel indeholder konklusion på projekters formål samt en perspektivering af fremtiden for det stedbestemte trafiksikkerhed. Sidst præsenteres forfatterens syn på fremtidig forskning indenfor området.

Bilagsrapport

I bilagsrapporten findes 10 bilag.

Bilag A

Her findes referat fra workshop vedrørende praktisk anvendelighed. Workshopen blev holdt blandt medarbejdere ved de seks kommuner, der medvirker til projektet.

Bilag B

Bilag til kapitel 8, hvor variabernes funktionelle form præsenteres. I bilag findes analyser af alle variabler, mens de endelige resultater præsenteres i kapitel 8.

Bilag C – F

I disse fire bilag findes korrelationsanalyser foretaget i forbindelse med regressionsanalyserne præsenteret i kapitel 9 og 10. Ligeledes findes alle resultaterne fra regressionsanalyserne i disse.

Bilag G

Dette bilag udgøres af en vejledning i brug af den udviklede udpegningsmetode. Vejledningen er tiltænkt medarbejdere ved vejmyndigheder og konsulentvirksomheder.

Bilag H og I

Her findes referater fra opfølgingsmøder med testdeltagere.

Bilag J

Elektronisk. Regneark til brug af den udviklede uheldsmodel.

3. Eksisterende udpegningsmetoder

Der er igennem årene udarbejdet et antal metoder til at identificere risikolokaliteter på baggrund af data om vejens karakteristika. Ligeledes er der udviklet metoder til at klassificere vejen ud fra dens karakteristika. Igennem litteraturstudie er identificeret seks relevante metoder, der er beskrevet nærmere i det følgende. Metoderne tager alle udgangspunkt i at benytte andet data end uheldsdata til at identificere risikolokaliteter eller klassificere vejnettes sikkerhedsniveau. Baggrunden og formålet med hver metode er kort beskrevet, dernæst hvorledes risikolokalitet er defineret i kilden samt hvorledes identificeringen eller klassificeringen foretages.

3.1. 1976. "Overvågning"

OECD udgav i 1976 rapporten "Hazardous road locations: Identification and counter measures" (OECD. Road Research Group, 1976). I rapporten har arbejdsgruppen samlet de på daværende tidspunkt tilgængelige metoder til at udpege og prioritere risikolokaliteter på vejnettet. Udover udpegningsmetoder beskrives der i rapporten foranstaltninger til at formindske risikoen for uheld på de udpegede lokaliteter. I rapporten beskrives fem udpegningsmetoder, hvoraf den ene "overvågning" er baseret på data om vejens karakteristika, og det vil udelukkende være denne der beskrives nærmere her.

Definition af risikolokalitet

Ifølge OECD arbejdsgruppen kan risikolokalitet på vejnettet ikke defineres kortfattet, fordi begrebet omfatter forskellige facetter som eksempelvis risikotype, uheldenes alvorlighed samt vejtype. I rapporten beskrives i stedet tre typer af risikolokaliteter:

- Lokaliteter med den højeste risiko: Lokaliteter der kan identificeres individuelt ud fra uheldshistorie. Ved koncentration af uheld opstår "sorte pletter", "sorte strækninger" eller "sorte områder".
- Lokaliteter med mellemrisiko: Lokaliteter hvor der er for få uheld til, at dette alene kan bruges som udpegningsgrundlag. Uheldsdata fra lokaliteten kan sammen med data fra lignende lokaliteter og observationer indikere potentielle risikofyldte elementer. Disse lokaliteter kan også benævnes grå pletter, grå strækninger eller grå områder.
- Lokaliteter med en koncentration af en bestemt uheldstype: Lokaliteter hvor der er en høj frekvens af en bestemt type uheld, eller steder hvor der indgår samme karakteristika i hovedparten af de uheld der sker.

(OECD. Road Research Group, 1976)

Metoden

Overvågningsmetoden omfatter en løbende overvågning af vejnettets fysiske karakteristika for at finde fejl og mangler ved vejnettet, der kan udgøre en sikkerhedsrisiko. Overvågningen kan spænde fra simple rutine inspektioner foretaget af vejingeniøren til mere systematiske indsamling af data til behandling i IT systemer. (OECD. Road Research Group, 1976)

I 1976 havde der været gode erfaringer med at benytte overvågning af vejens friktion i våd tilstand. Ideen er at sætte ind med vedligehold inden vejens friktion i våd tilstand bliver så dårlig, at der sker udskridnings uheld. Lignende overvågning kunne foretages af andre karakteristika, hvor der foreligger en dokumenteret sammenhæng mellem uheldsforekomst og den aktuelle vejkarakteristik. (OECD. Road Research Group, 1976)

3.2. 2002. "Road Safety Index"

I 2002 fremlagde Paul de Leur og Tarek Sayed en metode til at sikkerhedsrisikoindeksere vejnettet. Metoden blev udviklet som konsekvens af, at udpegning af sorte pletter i flere distrikter i Canada var problematisk grundet forringede uheldsdata. Metoden tager udgangspunkt i subjektive evalueringer af sikkerheden på strækninger. Samtidig et det tilstræbt at metoden er uafhængig af særlige observatører og at den kan tilpasses enkelte projekter. (Leur og Sayed, 2002)

Definition af risikolokalitet

Risikolokalitet er ikke defineret i artiklen. Metoden er baseret på indeksering, og der er ikke taget stilling til hvor højt indeks skal være før en lokalitet bør analyseres og saneres. Metoden er afprøvet på landeveje i åbent land med gennemkørsel af en del landsbyer. (Leur og Sayed, 2002)

Metoden

Indeksering af vejnettet baseres på gennemkørsel af en række observatører. For hver strækning vurderes en række faktorer: horisontal og vertikal kurver, vejadgange, overhaling, vejside farer, vejoverflade/super-elevation samt vejens ensartethed i design. Observatørerne vurderer sandsynlighed for at der sker uheld pga. hver enkelt faktor på en 4 trins skala. Ud fra trafikmængden og hastigheden vurderes henholdsvis eksponeringen og konsekvensen af/for trafikanterne i forhold til hver enkelt faktor. (Leur og Sayed, 2002)

Metoden er valideret ved at sammenligne observatørernes vurderinger på tværs, samt sammenligne indekseringen med registrerede antal uheld. (Leur og Sayed, 2002)

3.3. 2003. "Promising sites"

På tosporede landeveje i USA er uheldsdata ofte upålidelige og mangelfulde. Derfor præsenterede forskere fra North Carolina i 2003 en metode til identificering af "lovende lokaliteter" på baggrund af data om vejens karakteristika. Metoden tager udgangspunkt i den forventede uheldsfrekvens bestemt ved hjælp af uheldsmodeller formuleret for henholdsvis broer, kurver og ubrudte vejstrækninger.

Definition af risikolokalitet

I stedet for at arbejde med risikolokaliteter arbejder denne metode med lovende lokaliteter. En lovende lokalitet er defineret som en lokalitet, hvor en særlig omkostningseffektiv foranstaltning kan implementeres, og blev oprindeligt introduceret af Ezra Hauer i 1996 med en metode baseret på uheldsdata (Hauer, 1996). En lovende lokalitet er ikke nødvendigvis særlig risikofyldt, den kan stadig være lovende hvis blot omkostningerne ved en afhjælpende foranstaltning er tilsvarende lav.

Metoden er afprøvet på tosporede landeveje med en ÅDT på maksimalt 5000 i North Carolina, USA. (Hummer m. fl., 2003)

Metoden

Identificering af lovende lokaliteter er bygget op i syv step. 1) Vejnettet der ønskes analyseret identificeres. 2) Vejnettet deles op i broer, kurver og generelle vejstrækninger. 3) Ud fra kendte uheldsmodeller bestemmes den forventede uheldsfrekvens for hver lokalitet. 4) Omkostninger for hver mulig foranstaltning på hver lokalitet estimeres. 5) Uheldsbesparselse for hver foranstaltning bestemmes med udgangspunkt i det generelt forventede antal uheld. 6) Omkostningseffektiviteten for hver foranstaltning på hver lokalitet beregnes. 7) De mest lovende lokaliteter i vejnettet identificeres ved at prioritere ud fra omkostningseffektivitet. (Hummer m. fl., 2003)

Metoden er valideret ved at sammenligne med en traditionel uheldsbaseret sortpletudpegningsmetode. De mest sorte og de mest lovende lokaliteter er herefter sendt til en række eksperter, der uden at kende udpegningsgrundlaget for lokaliteterne eller uheldsbilledet på lokaliteterne, vurderer sikkerhedsniveauet på alle lokaliteter. Generelt vurderer eksperterne de sorte pletter som værende mere risikofyldte end de lovende lokaliteter. Omvendt viste det sig lidt mere omkostningseffektivt at udbedre de lovende lokaliteter frem for de sorte pletter. Artiklens forfattere vurderer, at metoden vil være en fordel at benytte på vejnet, hvor kvaliteten og kvantiteten af uheldsdata er lav, men hvor der til gengæld findes data af god kvalitet om vejens karakteristika. (Hummer m. fl., 2003)

3.4. 2008. "Road Safety index"

Et af formålene med EU projektet RANKERS var at udvikle et sikkerhedsindeks til vejnettet. Ideen bag indekset er at være proaktiv, og rette op på risikofyldte elementer eller mangler ved vejen og dens omgivelser inden der sker uheld. Metoden er baseret på data fra flere kilder: vejinspektioner, vejdrift, videooptagelser af vejene, software til at håndtere alle vejbestyrelsens data om vejen samt supplerende data såsom uheldsdata, trafikmængde, trafikantsammensætning og lignende. (Perandones og Ramos, 2008)

Definition af risikolokalitet

Da metoden er baseret på indeksering er risikolokalitet ikke defineret. Metoden er udviklet til tosporede landeveje delt op i strækninger på 1,5 – 2 km. Det er tiltænkt at et helt vejnet eller en gruppe af veje indekseres, men i princippet kan metoden også benyttes på en enkelt vej. (Perandones og Ramos, 2008)

Metode

I RANKERS "road safety index" indgår mange elementer og disse er inddelt i seks overordnede emner 1) vejens linjeføring, 2) vejside – vertikal linjeføring og faste genstande, 3) Kryds inkl. Vejadgange, 4) Belægning og superelevation, 5) Overhaling – oversigtsforhold og mulighed for overhaling og 6) Regelmæssighed i vejens design. For hvert emne er der en række spørgsmål som rangeres fra 1-4, hvor 1 angiver at der er et presserende problem at løse, 2 at der er mangler der bør løses inden for en mellemlang periode, 3 at der ikke er behov for tiltag hvis vedligeholdelse opretholdes og 4 at der ikke er noget problem. Ud fra spørgsmålene beregnes et gennemsnit for hvert emne. Sidst beregnes

et gennemsnit for de seks emner, der så angiver det endelige sikkerhedsindeks for vejstrækningen. (Perandones og Ramos, 2008)

Sikkerhedsindekset blev afprøvet på en spansk landevej. Der blev konstateret nogle udfordringer i forbindelse med afprøvningen, heraf primært adgang til de mange nødvendige data, der i nogle tilfælde slet ikke eksisterede. Fremtidige udviklingsperspektiver er at finde mindre tidskrævende metoder til at registrere data. (Perandones og Ramos, 2008)

3.5. 2009. "Star Rating For Safety - The EuroRAP methodology"

European Road Assessment Programme (EuroRAP) er en non-profit organisation, der arbejder for at forbedre sikkerheden på vejnettet. Ideen med "Star Rating for Safety" er at give vejene stjerner efter sikkerhedsniveau og på den måde tydeliggøre hvor det er mest sikkert at færdes. Metoden er baseret på inspektion af vejnettet. (EuroRAP, 2009)

Definition af risikolokalitet

Da metoden er baseret på indeksering er risikolokalitet ikke defineret. Vejnettet tildeles en stjerne mellem 1 og 5 for hver 100 m. Fem stjerner gives til den mest sikre vej. Metoden er ikke begrænset til en bestemt del af vejnettet. (EuroRAP, 2009)

Metode

Stjerneklassificeringen tager udgangspunkt i besigtigelse af vejen. Besigtigelse kan være både gennemkørsel af vejnettet eller gennem videooptagelser. Til begge dele er udviklet specielt software til hjælp.

Ved gennemkørsel af vejnettet holdes hastigheden på den tilladte eller lige under denne. Bilen skal være udstyret med GPS og kamera. I bilen skal være en fører samt en EuroRAP certificeret observatør. Observatøren benytter en touch skærm og specielt udviklet software til at foretage registreringer. Gennemkørsel benyttes ofte ved veje, der ikke er komplekse. (EuroRAP, 2009)

Video-baserede inspektioner benyttes ved mere komplekse veje med mange registreringer. Vejen gennemkøres med en bil udstyret med GPS og en række kameraer, der tager billeder for hver 5-10 m. De mange kameraer muliggør skabelsen af panoramabilleder. Specialudviklet software muliggør afstandsmåling i disse billeder. Optagelserne fra vejen gennemgås af en certificeret observatør, der foretager registreringerne som hvis vedkommende gennemkørte vejen. (EuroRAP, 2009)

Efter besigtigelsen beregnes "Road Protection Score", der efterfølgende omsættes til stjerneklassificeringen. I beregningen af "road Protection Score" tages udgangspunkt i tre uheldstyper med personbiler: Eneheld hvor der køres af vejen, mødeuheld og krydsuheld. For hver uheldstype bestemmes en "road Protection Score" ud fra sandsynligheden for at denne type uheld sker, alvorligheden af uheldstypen samt en faktor der tager højde for andelen af den givne uheldstype på netop denne type af vej. Til at bestemme sandsynligheden for en bestemt type uheld benyttes de registrerede data om vejen og til bestemmelse af alvorligheden benyttes hastighed på vejen samt data omkring vejsiden. (EuroRAP, 2009)

3.6. 2011. "Ranking of Hazardous Road Locations"

På "Australian Transport Research Forum" i September 2011 fremlagde Meegat Habibian en indekserings metode til at sikkerhedsindeksere vejnettet i Iran. Baggrunden er, at der i Iran er behov for en metode til udpegning af risikolokaliteter i områder, hvor der kun findes uheldsdata af dårlig kvalitet eller slet ikke registreres uheld. (Habibian m. fl., 2011)

Definition af risikolokalitet

Da metoden er baseret på indeksering er risikolokalitet ikke defineret. Vejnettet tildeles sikkerhedsindeks og rangeres ud fra dette. Metoden er begrænset til tosporede veje i det åbne land i Iran. Vejnettet deles op i seks typer af lokaliteter: lige vej, horisontale og vertikale kurver, broer, tunneller, sammenfletninger og kryds samt sideanlæg.

Metode

Metoden baserer sig på ekspertvurderinger af den relative betydning for uheldsrisikoen for en række forskellige faktorer. Der er tilknyttet mellem seks og ni faktorer til hvert af de seks lokalitetstyper. Ud fra eksperternes vurderinger bestemmes en vægt for hver faktor. Eksperterne vurderer ligeledes den relative betydning af de forskellige lokalitetstyper, hvorefter der bestemmes en vægt for hver enkelt type. Vægtene for lokalitetstyper og faktorer samt data fra en given lokalitet benyttes til at beregne et sikkerhedsindeks, der kan sammenlignes lokaliteter på tværs. (Habibian m. fl., 2011)

Det vurderes af artiklens forfattere at metoden er brugbar på tværs af landegrænser, men at det altid kræver en vurdering af lokale eksperter for at beregne vægte der gælder lokalt. Metoden er ikke valideret, og fremtidig forskning bør koncentrere sig om validering af en sådan metode. (Habibian m. fl., 2011)

3.7. Opsamling

Seks metoder er gennemgået, heraf er fire metoder bygget op som en indeksering af hele eller dele af vejnettet i et område. En metode er baseret på overvågning og en på det forventede uheldsniveau bestemt ud fra uheldsmodeller.

Ens for indekseringsmetoderne er, at metoderne er relativt omfattende at benytte. Der kræves store mængder data og i flere tilfælde særligt uddannede observatører eller specialudviklet software. På grund af de mange ressourcer til dataindsamling og behandling vil metoderne i de fleste lande formentlig kun være realistiske på det overordnede vejnet i åbent land. Disse veje er typisk motorveje hvor kompleksiteten er lav, hvilket betyder at dataindsamlingen er lettere end på mindre veje med flere trafikanttyper, krydsende veje samt adgang til privat ejendom. Metoderne er derfor ikke oplagte på det sekundære vejnet i Danmark, da indsamlingen og behandling af data vil komme ud af proportion med budgettet til forbedring af trafiksikkerhedsniveauet i de enkelte kommuner. Skal indekseringsmetoderne benyttes på det sekundære vejnet, skal procedurer omkring indsamling af data lattes, eller metoderne skal justeres således en indeksering kan foretages ud fra en mindre mængde data eller lettere tilgængelige data. Dette blev også påpeget i EU projektet RANKERS, hvorunder indekset "road safety index" blev udviklet. En mere automatiseret dataindsamling kunne også være en tilgang, således det ikke er nødvendigt med observatører enten til inspektion eller til gennemgang af videomateriale, dette kræver dog en del udvikling inden for automatisk billedanalyse.

En metode beskrevet af OECD i 1976 er overvågning af vejens tilstand. Det kunne for eksempel være vejens friktion i våd tilstand eller overvågning af vejafmærkningens refleksionsværdi. Der er i dag større mulighed for overvågning af vejens tilstand end det var tilfældet i 1970'erne da måleteknologi i mange tilfælde er udviklet. Omfanget af overvågning er en prioritering i den enkelte vejbestyrelse. Studier af sammenhænge mellem vejens standard og uheldsrisiko samt en klarlæggelse af hvorvidt der er en sikkerhedsmæssig effekt ved overvågning og udbedring kan underbygge en mere systematisk overvågning af relevante faktorer i fremtiden.

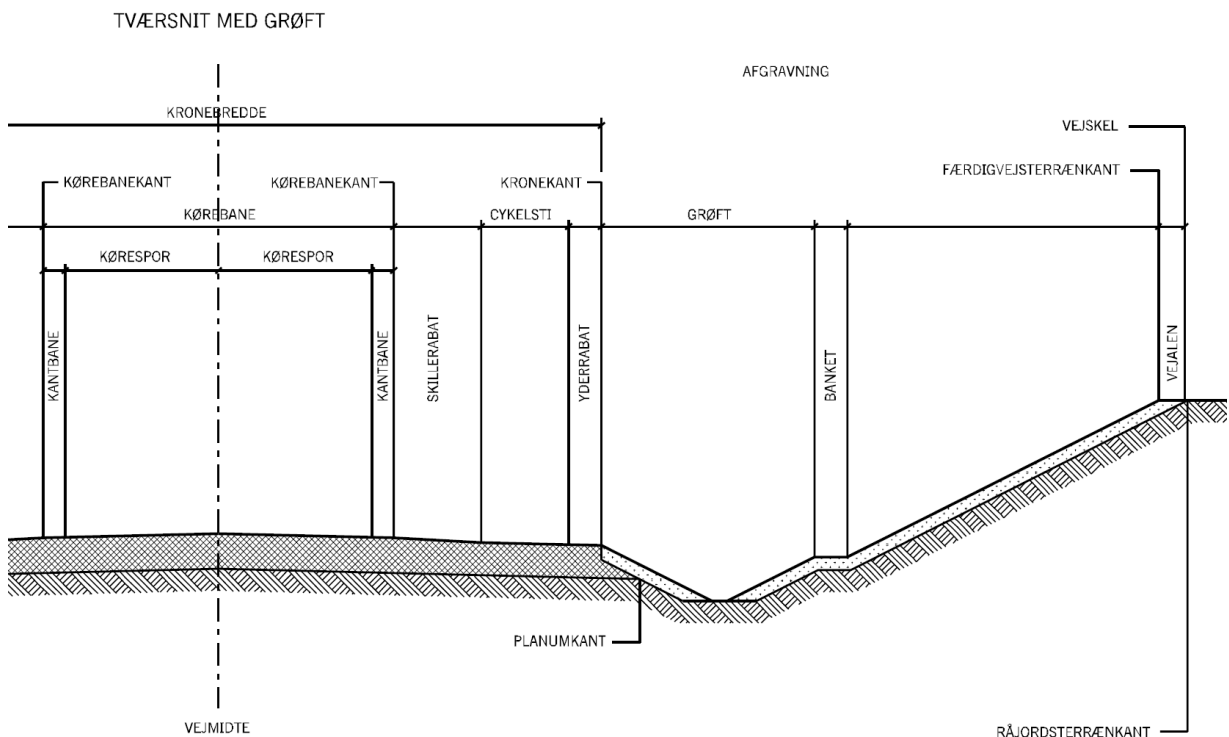
Det generelt forventede uheldsniveau beregnet ved hjælp af uheldsmodeller benyttes i en metode, hvorefter omkostningseffektiviteten bestemmes for et eller flere tiltag på hver lokalitet. Metoden er særdeles omfattende at benytte, i det der skal formuleres tiltag for alle lokaliteter på vejnettet og herefter bestemmes omkostningseffektivitet. En modifikation af metoden, hvor der formuleres en nedre grænse for det forventede uheldsniveau, hvorefter der udelukkende arbejdes videre med lokaliteter over dette niveau, kunne overvejes til nærmere studier. I nærværende afhandling arbejdes videre med ideen om at tage udgangspunkt i det generelt forventede uheldsniveau.

4. Sammenhæng mellem vejkarakteristika og uheldsforekomst

Sammenhængen mellem vejkarakteristika og uheldsforekomst er undersøgt i flere internationale studier. Studierne har forskellig karakter i form af undersøgte vejtyper, omfanget af vejkarakteristika samt analysemetoder. Samlet giver litteraturen dog et overblik over hvilke sammenhænge der kan forventes også på danske veje, og er dermed en del af grundlaget for hvilke vejkarakteristika der medtages i analyse af sammenhæng mellem vejkarakteristika på analysevejnettet og antallet af uheld i kapitel 9.

I nærværende kapitel gennemgås en række vejkarakteristika ud fra international og national litteratur. Kapitlet er delt op i fire emner – vejens design, vejens sidearealer, adgang til vejen samt eksponering. I forbindelse med hvert emne er en række vejkarakteristikas betydning for uheldsniveauet beskrevet ud fra litteraturen. Herefter beskrives kort hvilke metoder der er anvendt i litteraturen.

En stor del af de beskrevne karakteristika i "vejens design" og "vejens sidearealer" vedrører vejens tværsnit. I figur 4.1 præsenteres derfor en principskitse af vejens tværsnit fra vej- og trafikteknisk ordbog udgivet af vejreglerådet i Danmark.



Figur 4.1: Principskitse af tværsnit for en tosporet vej med grøft, kun sideareal på vejens højre side er medtaget i tværsnittet. Principskitsen stammer fra vej- og trafikteknisk ordbog udgivet af vejreglerådet. (Vejdirektoratet - Vejreglerådet, 2004)

Det asfalterede areal udgør kørebanen, der er delt i et antal kørespor samt eventuelt en kantbane. Ved siden af kørebanen er vejens sideareal, der består af en rabat, der kan deles op som på figuren i skillerabat, cykelsti og yderrabat, eller blot være en samlet rabat hvis der ikke er anlagt cykelsti. Dernæst kan der være en grøft som på principskitsen eller der kan være etableret trug til vandafledning eller vandet fra vejens kan blot ledes ud på nærliggende mark eller skov. Ved siden af grøft/trug kan der yderligere være et vejareal, der typisk vil ligge hen som græs beklædt rabat, enten som fladt areal eller som skråningsanlæg i forbindelse med afgravning eller påfyldning.

4.1. Vejens design

Vejens design påvirker trafikanternes kørsel, og det er derfor oplagt, at faktorer om vejens design er undersøgt for sammenhængen med uheldsforekomst. Vejens design omfatter både tværsnit og længdeprofil for vejen.

Kørebanebredde og køresporsbredde er et udtryk for bredden af det areal trafikanten har til rådighed under normale trafikale forhold. Der kan være en forventning om, at jo bredere arealet er des mere sikkert er det at færdes, idet det giver den enkelte trafikant et manøvrerum i tilfælde af mistet kontrol. De fleste studier viser da også at antallet af uheld falder des bredere kørebanen eller køresporet er (Hadi m. fl., 1995; Karlaftis og Golias, 2002; Nielsen og Nielsen, 1998; Polus m. fl., 2005; Zegeer og Council, 1995). Der er dog også studier der finder andre mønstre i sammenhængen mellem bredde af vejen og uheldsforekomst. I studier i Sverige henholdsvis USA findes at antallet af uheld stiger i takt med at bredden af kørespor stiger til 3,5 m og kørebanebredden stiger til 5,8 m (Milton og Mannering, 1998; Othman m. fl., 2009). Ved bredere kørespor end 3,5 m ses i det ene studie ingen yderligere sammenhæng, idet antallet af uheld er konstant på trods af køresporsbredden øges (Milton og Mannering, 1998). I det andet studie ses at antallet af uheld falder i takt med at kørebanebredden er bredere end 5,8 m (Othman m. fl., 2009).

Mulighed for at rette køretøjet op eller bremse ned i tilfælde af mistet kontrol kan eksistere i form af en kantbane langs vejen. Betydningen af bredden eller tilstedeværelsen af kantbane for uheldsforekomsten er undersøgt i flere studier. Fem studier finder en sammenhæng, hvor en bredere kantbane er ensbetydende med en lavere uheldsforekomst (Hadi m. fl., 1995; Lee og Mannering, 2002; Milton og Mannering, 1998; Polus m. fl., 2005; Zegeer og Council, 1995). I undersøgelsen foretaget af Hadi, Aruldas, Chow og Wattleworth (1995) er den samlede bredde af kantbane og rabat analyseret. En enkelt undersøgelse finder, at antallet af ulykker stiger ved en øget kantbanebredde, resultatet er ikke forventet og kan ikke forklares nærmere af artiklens forfattere (Ivan m. fl., 2000).

Horisontale kurver påvirker køretøjet med kræfter, der kan være svære at styre, hvis hastigheden ikke er tilpasset kurvens forløb. Et studie i Sverige fandt, at uheldsfrekvensen stiger, jo mindre radius i de horisontale kurver er (Othman m. fl., 2009). Et studie fra USA finder en lidt mere kompleks sammenhæng. Overordnet set findes en sammenhæng mellem kurveradius og uheldsfrekvens, men analyseres på kurver med en radius under 868 m ses en lavere uheldsfrekvens end ved større kurver, hvis afstanden mellem flere skarpe kurver er kort (Milton og Mannering, 1998). Sagt med andre ord er en strækning med flere skarpe kurver efter hinanden mindre risikofyldt end en strækning med én kurve, selvom radius på denne er større end på de skarpe kurver.

Længdemarkeringen på vejen er tiltænkt at guide trafikanterne. Det er imidlertid svingende, i hvilket omfang der er længdemarkering på det sekundære vejnet i Danmark. På nogle veje findes ingen længdemarkering, nogle steder en midterstribe og på nogle strækninger er der også lavet kantlinjer. Omfanget af længdemarkering er bl.a. bestemt af vejens bredde og de eksisterende oversigtsforhold. Undersøgelser af hvorvidt længdemarkeringen påvirker uheldsforekomsten er for hovedpartens vedkommende af ældre dato, og er ikke inkluderet i nogle af kilderne i nærværende litteraturstudie. Det er imidlertid en interessant faktor, siden niveauet af længdemarkeringen er meget svingede netop på det sekundære vejnet. I Trafiksikkerhedshåndbogen fra Transportøkonomisk Institut i Norge er der foretaget en metaanalyse af studier af længdemarkering, analysen viser at man kan forvente et beskedent fald i uheldsforekomsten ved indførelsen af midterlinjer eller kantlinjer, hvor disse ikke tidligere var til stede (Elvik m. fl., 2009). Nyere undersøgelser af om længdemarkering har en påvirkning på uheldsniveauet er særligt koncentreret om rumleriller eller rumlestriber i forskellige udformninger set i forhold til almindelige striber. Imidlertid findes denne type af afmærkning kun i meget begrænset omfang på det sekundære kommunale vejnet, hvorfor datagrundlaget i nærværende projekt vil være for spinkelt til at kunne foretage statistiske analyser af disse afmærkningstyper.

4.2. Vejens sidearealer

Vejens sidearealer giver mulighed for at rette op på et køretøj hvis dette er kommet ud af kontrol. Hvor god muligheden er, afhænger imidlertid af hvordan sidearealet er anlagt og benyttes, er der skråningsanlæg kan disse for eksempel være mere eller mindre stejle hvilket rent fysisk har betydning for muligheden for styring af et køretøj.

I et litteraturstudie fra 1995 har Zegeer og Council (1995) samlet op på en række undersøgelser omkring sammenhængen mellem vejkarakteristik og uheldsforekomst. De fandt, at jo bredere rabat desto mindre er risikoen for uheld. I undersøgelsen er bredden af græsrabat og kantbane analyseret samlet, det er således ikke muligt ud fra undersøgelsen entydigt at sige noget om betydningen af græsrabattens bredde. Samme gengiver, at antallet af uheld stiger jo stejlere et skråningsanlæg langs vejen er (Zegeer og Council, 1995). Lee og Mannering (2002) har undersøgt betydningen af tilstedeværelse af skråningsanlæg i modsætning til fladt terræn. De fandt, at tilstedeværelsen af skråningsanlæg øgede risikoen for uheld. I en undersøgelse fra 2005 er betydningen af skråningsanlæg undersøgt indirekte. Her indgår anlæg for skråningsanlæg i en vurdering af sidearealets sikkerhedsniveau, sammen med faktorer som afstand til faste genstande, bredde af kantbane, højde af asfaltkant og andel af strækning beskyttet med autoværn. Undersøgelsen viste, at jo mindre sikker sidearealet blev vurderet (og dermed jo stejlere skråningsanlægget var) jo højere var risikoen for forekomsten af uheld (Polus m. fl., 2005).

For at fjerne bløde trafikanter fra kørebanen i åbent land anlægges på nogle strækninger cykelsti med skillerabat mellem kørebane og cykelsti. Cykeltrafikken i åbent land er ofte sparsom set i forhold til cykeltrafikken i byområder og de fleste undersøgelser omkring cykelstiers effekt på uheldsforekomsten er da også foretaget i byområder. Dette skyldes blandt andet, at datamateriale til at undersøge, om der er en positiv eller negativ effekt på trafiksikkerheden ved at anlægge en cykelsti, i højere grad er til stede i byerne grundet den større eksponering af cyklister. I

trafiksikkerhedshåndbogen fra Transportøkonomisk Institut i Norge er en række undersøgelser af effekten af at anlægge cykelsti samlet i en metaanalyse. Analysen viser, at anlægges cykelsti kan der forventes et fald i antal cyklistuheld på strækninger, mens der må forventes en stigning i antal uheld med cyklister i kryds (Elvik m. fl., 2009). Metaanalysen er primært foretaget på cykelstier i byer og kan dermed ikke direkte sammenlignes med veje i åbent land. Det skal samtidig bemærkes, at der i de fleste undersøgelser ikke er taget højde for en eventuel ændring i cykeltrafikken på stedet.

På vejens sidearealer findes ligeledes faste genstande, disse har en indflydelse på uheldenes alvorlighed men i princippet ikke i på antallet af uheld. Står de faste genstande så tæt på kørebanekanten, at det ikke er muligt for en trafikant at rette bilen op, kan den faste genstand være en uheldsfaktor, men som hovedregel vil faste genstande i højere grad indgå i en analyse som potentiel skadesfaktor. Faste genstande som uheldsfaktor bekræftes dog i et litteraturstudie fra 1995, hvor det gengives at en udvidelse af sikkerhedszonen reducerer antallet af uheld (Zegeer og Council, 1995). Samme situation gør sig gældende for grøfter og eventuelle lodrette frontmure i grøfterne. Disse bør som udgangspunkt ikke være udslagsgivende for, om et uheld indtræffer med snarere for alvorligheden af uheldet, når den er sket.

4.3. Adgang til vejen

Der er potentiale for konflikter og uheld så snart der er adgang til en vej, idet krydsende trafikstrømme mødes. Des flere adgange, der er langs en vej, des flere muligheder er der for potentielle konflikter og uheld. Adgang til vejen kan være i form af kryds, eller det kan være vejadgange fra marker eller private ejendomme. Nogle undersøgelser skelner mellem kryds og vejadgange, mens andre ser disse som en samlet variabel i analysen. Fælles for resultatet er, at jo tættere kryds og vejadgange er placeret langs en strækning, des højere er antallet af uheld (Hadi m. fl., 1995; Karlaftis og Golias, 2002; Polus m. fl., 2005).

I en enkelt analyse skelnes yderligere mellem typen af adgangsveje, så der skelnes mellem kryds, adgang til tankstationer, adgang til beboelse, adgang til erhvervs, adgang til industri og øvrige adgange. Alle typer af adgange øger risikoen for flerpartsuheld, mens adgang til tankstation og beboelse reducerer risikoen for eneuheld, hvilket måske kan tilskrives en øget belysning ved denne type af adgange, hvilket øger bilisternes bevågenhed og dermed reducerer kendte uheldsfaktorer i eneuheld som dødsghed og træthed. Datagrundlaget er i undersøgelsen beskrevet som begrænset og resultaterne skal derfor fortolkes varsomt inden de er bekræftet i større mængder data, ikke desto mindre er resultaterne interessante. (Ivan m. fl., 2000)

4.4. Eksponering

Årsdøgntrafikken er et udtryk for den eksponering, der er på en given strækning. Jo flere køretøjer på en strækning desto større er risikoen for konflikter mellem køretøjerne og dermed også for sandsynligheden, for at der sker et uheld. Årsdøgntrafikken må derfor forventes at have en betydning for uheldsforekomsten. Eneuheld kan afvige fra dette mønster, idet der selvsagt ikke er konflikt med andre trafikanter i eneuheld. Samtidig kan en lav eksponering være med til at øge trafikanternes dødsghed og dermed øge risikoen for eneuheld.

Nogle internationale undersøgelser forudsætter en lineær sammenhængen mellem årstdøgnstrafikken og forekomsten af uheld, og uheldsfrekvensen anvendes som den afhængige variabel i den givne analyse (Lee og Mannering, 2002; Othman m. fl., 2009; Polus m. fl., 2005). Andre undersøgelser forudsætter en ikke-lineær sammenhæng mellem årstdøgnstrafikken og uheldsforekomsten. Disse undersøgelser finder alle, at højere trafikmængder fører til højere uheldsforekomst (Hadi m. fl., 1995; Karlaftis og Golias, 2002; Milton og Mannering, 1998). Samlet set er billedet dermed, at jo flere trafikanter desto større er risikoen for trafikuheld.

4.5. Analysemetoder i litteraturen

Der er generelt to hovedtyper af analyser i litteraturen – Statistiske analyser og mere generel uheldsanalyse. Regressionsanalyse er den mest anvendte metode i blandt kilderne og benyttes af fem kilder, men i forskellige modeller. Der benyttes poisson regression (Ivan m. fl., 2000), Negativ binomial regression (Milton og Mannering, 1998), en kombination af poisson og negativ binomial regression (Hadi m. fl., 1995), zero-inflated negativ binomial regression (Lee og Mannering, 2002) og "hierarchical tree-based regression" (Karlaftis og Golias, 2002). Kun "hierarchical tree-based regression" afviger væsentligt fra de øvrige, der alle er variationer af negativ binomial regression, hvor valget af regressionsmodel er et spørgsmål om hvorvidt data er overspredte eller om antallet af 0-strækninger overstiger det antal en generel Poisson eller negativ binomial regression kan håndtere.

Længde af uheldsperioder varierer i regressionsanalyserne fra to til seks år. Længden af uheldsperiode er i analyserne valgt ud fra at få tilstrækkeligt med antal registreringer til at kunne producere statistisk signifikante resultater. Til regressionsanalyserne benyttes enten lige lange vejstrækninger eller homogene strækninger. I to artikler er valgt strækninger med ens længde (Ivan m. fl., 2000; Lee og Mannering, 2002), mens der er benyttet homogene strækninger med varierende længde i to andre (Hadi m. fl., 1995; Milton og Mannering, 1998). I artiklen, hvor der benyttes "hierarchical tree-based regression" er det ikke specificeret hvorvidt strækningerne varierer i længde eller ikke.

En sjette artikel benytter den statistiske metode "smallest-space" analyse til at analysere ligheder mellem vejstrækninger (Polus m. fl., 2005). Ideen er at identificere ligheder mellem strækninger hvor der er registreret uheld, for på den måde at identificere hvilke karakteristika der ser ud til at øge risikoen for uheld. I analysen arbejdes der med strækninger af varierende længde og en uheldsperiode på fem år.

To kilder benytter mere generel uheldsanalyse, hvor en række karakteristika sammenlignes med uheldsfrekvensen for at undersøge om der er en sammenhæng (Nielsen og Nielsen, 1998; Othman m. fl., 2009). I den ene rapport analyseres også på tværs af karakteristika, ved at dele data op i intervaller af for eksempel køresporsbredde, kantbanebredde og årstdøgnstrafik. Herefter ses på for eksempel uheldsfrekvens i forskellige kantbanebredde-intervaller udelukkende på veje i et bestemt køresporsbreddeinterval (Nielsen og Nielsen, 1998). Othman, Thomsen og Lanner (2009) bruger strækninger af varierende længde og en uheldsperiode på seks år. I rapporten af Nielsen og Nielsen (1998) benyttes uheldsdata fra en 5 årig periode. I rapporten ses ikke på specifikke vejstrækninger, men på den del af hele det overordnede vejnet i Danmark der ønskes analyseret. For eksempel alle tosporede veje med en køresporsbredde på 2,9 – 3,1 m.

Som opsamling på studier foretaget tidligere end 1995 er benyttet et litteraturstudie foretaget af Zegeer og Council (1995). Litteraturstudiet samler analyser foretaget af sammenhængen mellem tværsnitselementer og uhelds- og skadesrisiko på veje i åbent land. I studier af nyere dato af sammenhængen mellem vejkarakteristika og uheldsrisiko har der ikke været analyseret cykelstiers eller længdemarkeringens betydning for uheldsrisiko. Disse karakteristika er imidlertid interessante i en dansk kontekst, da der eksisterer en del cykelstier i åbent land og da der er relativ stor forskel på omfanget af længdemarkering på det sekundære vejnet. Betydningen af længdemarkeringen er ikke studeret i Danmark, og betydningen af cykelstier er primært analyseret i bymæssig bebyggelse. Som baggrundsviden for disse karakteristika er taget udgangspunkt i metaanalyser foretaget i Trafiksikkerhedshåndbogen (Elvik m. fl., 2009).

4.6. Opsamling

Af den studerede litteratur fremgår det, at en række karakteristika har indflydelse på vejens uheldsrisiko. De aktuelle karakteristika er samlet i tabel 4.1.

Tabel 4.1: Vejkarakteristika der påvirker forekomsten af trafikuheld på strækninger.

Vejens design Kørebane- og køresporsbredde Kantbane Horisontalkurver Længdemarkering	Vejens sidearealer Rabatbredde Skråningsanlæg Cykelfaciliteter
Adgang til vejen Kryds Vejadgange	Eksponering Årsdøgnstrafikken

En række vedligeholdelses faktorer påvirker ligeledes uheldsrisikoen på vejnettet. En analyse af sammenhængen mellem uheldsforekomst og vedligeholdelsesniveau kræver imidlertid at en registreret uheld kobles sammen med data om vejens vedligeholdelsesstand på det tidspunkt uheldet sker. Dette kunne for eksempel tilnærmelsesvis sikres ved at analysere uheld registreret i 1 år og sammenligne med vedligeholdelsesdata fra dette år. Dette vil imidlertid kræve et langt større analysevejnet, end det er muligt at sikre data fra i nærværende projekt. Derfor er vedligeholdelseskarakteristika ikke nærmere beskrevet her.

5. Analysevejnet

I nærværende kapitel beskrives kriterier bag valget af det analysevejnet, der skal danne grundlag for en statistisk analyse af sammenhængen mellem uheldsrisiko og en række vejkarakteristika. Dernæst beskrives det valgte analysevejnet og hvordan dette er opdelt i strækninger. Karakteristika ved uheldsbilledet på vejnettet sættes i forhold til uheldsbilledet på kommuneveje i åbent land i Danmark generelt. Sidst analyseres uheldsbilledet i forhold til involverede personer og trafikmængde på analysevejnettet.

5.1. Kriterier til analysevejnettet

Kriterierne til analysevejnettet kan deles op i tre grupper. Der er kriterier, som er knyttet til generelle krav omkring datatilgængelighed og datakvalitet. Dertil kommer en række kriterier, der er knyttet til analysens formål om at belyse sammenhængen mellem uheldstæthed og en række vejkarakteristika, såsom for kørebanebredde, rabatbredde og omfanget af længdemarkering på strækningerne. Sidst er der kriterier til opdelingen af vejnettet i strækninger. Disse kriterier er ikke afgørende i forhold til valg af analysevejnet, men er afgørende i forhold til hvordan den videre analyse gennemføres.

Generelle kriterier

For at kunne gennemføre en analyse af sammenhængen mellem uheldstæthed og en række vejkarakteristika er det nødvendigt med troværdige data for analysevejnettet. Jo flere data, der allerede findes i vejregistre af en rimelig kvalitet, des flere ressourcer vil der være til at analysere et større netværk af veje. Derfor stilles som et generelt kriterie, at omfanget og kvaliteten af vejdata, skal være så høj som muligt i den kommune hvor analysevejnettet findes. Dertil tilstræbes, at den givne kommune er villig til at være behjælpelig med at fremskaffe data, der ikke umiddelbart er tilgængelig i vejregistre eller ved besigtigelse.

Kriterier knyttet til analysens formål

Det er analysens formål at kigge på tosporede kommunale veje i det åbne land. Ud fra dette formål vælges at fokusere på gennemfarts- og fordelingsveje, som de er defineret i håndbogen for planlægning af veje og stier i åbent land (Vejregelrådet: Vejregelgruppen Veje og stier i åbent land, 2012), i åbent land. På disse veje findes størstedelen af trafikken på det kommunale vejnet i åbent land. Alternativt kunne vejene vælges ud fra trafikmængde. Det ønskes dog at undersøge et bredt spektrum af trafikmængder for analysevejnettet, for at undersøge om det er muligt efterfølgende at formulere en samlet uheldsmodel netop for denne type veje, der dækker et bredt spektrum af trafikmængder.

Hastigheden har betydning for uheldsrisikoen på en strækning, dette fremgår blandt andet af Nilssons power model hvor sammenhængen mellem hastighed og uheld er modelleret (Nilsson, 1981) og senere af Elviks introduktion af en eksponentielmodel til at beskrive forholdet mellem uheldsforekomst og hastighed (Elvik, 2012). Systematisk indsamlet hastighedsmålinger på det kommunale vejnet er imidlertid sparsomme, det er derfor ikke muligt at inddrage hastigheden i en analyse af et større vejnet i Danmark. På sigt kan der være en mulighed for at inddrage

hastighedsdata fra GPS målinger. Der er lavet forsøg med at etablere et hastighedskort ud fra GPS data, men er endnu ikke etableret landsdækkende (Andersen m. fl., 2011). Kan der etableres et landsdækkende hastighedskort med et validt billede af middelhastigheden vil dette kunne inddrages i en reformulering af uheldsmodellen. Imidlertid eksisterer dette kort ikke i dag, og det vil derfor ikke være praktisk anvendeligt at inddrage i metoden. For at tage højde for hastigheden til en hvis grad analyseres udelukkende veje, hvor den generelle hastighedsgrænse på 80 km/t er gældende. Alternativt kunne den skilte hastighed være benyttet, men karakteren af strækninger med lokal hastighedsbegrænsning på 70 eller 60 km/t afviger ofte meget fra de generelle strækninger i åbent land. Det vil derfor kræve en betragtelig andel af disse strækninger, i analysevejnettet, for at kunne foretage en statistisk analyse. I realiteten udgør strækninger med lokale hastighedsbegrænsninger en meget lille andel af vejnettet. Den skilte hastighed vil derudover kunne betragtes som en endogen variabel, da lokale hastighedsbegrænsninger i åbent land i nogle tilfælde etableres på strækninger, hvor der er observeret en unormal høj uheldsforekomst. Eventuel endogenitet i datasættet behandles nærmere i kapitel 6.

Summeret op betyder dette, at analysevejnettet skal bestå af tosporede gennemfarts- og fordelingsveje i åbent land, hvor den generelle hastighedsgrænse på 80 km/t er gældende. I alle seks medvirkende kommuner findes en stort vejnet af netop denne type.

Kriterier til strækningsopdeling

Vejnettet, der skal analyseres, skal deles op i en række strækninger. I den forbindelse skal der tages stilling til om disse strækninger skal have en fast eller varierende længde. Valget afhænger blandt andet af hvor højt homogenitet på strækningerne vægtes. Fast længde af strækningerne har den fordel, at strækningslængden ikke skal indgå i de statistiske analyser. Omvendt kan det være vanskeligt at sikre homogenitet indenfor alle analysens variable ved strækninger med fast længde, med mindre disse holdes meget korte. Kan der ikke sikres et minimum af homogenitet ved en given strækningslængde, må strækningen kasseres og datamængden kan derfor risikere at mindskes betragteligt. (Elvik og Sørensen, 2012). Fordelen ved varierende længde, er at der netop kan sikres homogenitet af variableerne i analysen på hvert strækningsstykke, og at det derfor ikke er nødvendigt at kassere så store datamængder, som når en fast strækningslængde benyttes. Ulempen er, at strækningslængden må indgå i de statistiske analyser, hvilket dog ikke er et problem i statistisk software.

Det har i nogle tilfælde vist sig, at overspredningsparameteren ikke er uafhængig af strækningslængden (Hauer, 2001), hvilket er et problem hvis der anvendes en fast overspredningsparameter i analysen. Vurderes uheldsrisikoen at være uafhængig af strækningslængden, bør det dog ikke være et problem, men hvorvidt uheldsrisikoen er uafhængig eller tilnærmelsesvis uafhængig, bør vurderes i forbindelse med en statistisk analyse. Homogeniteten er vigtig i nærværende undersøgelse, da ønsket er at inddrage så mange vejkarakteristika i analysen som muligt. For at sikre, at den enkelte strækning er homogen i forhold til de karakteristika, der inddrages i analysen, vurderes homogene strækninger af varierende længde som værende det bedste alternativ for undersøgelsen.

Efter valg af strækninger med varierende længde er det væsentligt at vurdere minimumslængden for strækningerne og en eventuel maksimumslængde. I USA anbefales en minimumslængde på 65-100 m i "Highway Safety manual" (AASHTO Joint Task Force on the Highway Safety Manual, 2010), mens det

i et forprojekt vedrørende uheldsmøllering i åbent land i Danmark vurderes rimeligt med en minimumslængde på 200 m for veje med et til to kørespor, grundet den lavere registrerede uheldstæthed på vejnettet i Danmark sammenlignet med USA (Jensen, 2011). Et andet aspekt vedrørende minimumslængde er præcisionen af stedfæstelsen af trafikuheld, hvilket betyder at strækningerne ikke bør være kortere end den præcision, hvormed uheldene bliver stedfæstet (Hauer, 2004). I Danmark foretages stedfæstelsen af vejmyndighederne, og det må formodes at denne stedfæstelse er korrekt indenfor 100 m. Som udgangspunkt vælges derfor en minimumslængde på 100 m i nærværende undersøgelse. Dette er valgt for at undgå at skulle eliminere en række kortere strækninger fra datagrundlaget. Risikoen ved at inddrage korte strækninger, kombineret med en lav registreret uheldstæthed, er at antallet af strækninger uden registrerede uheld overstiger den andel af 0-observationer, der kan håndteres i gængse statistiske modeller. Dette forhold bør derfor vurderes i forbindelse med de statistiske undersøgelser, når der vælges en minimumslængde på 100 m. Der er intet der taler for at indføre en maksimumslængde på strækninger, hvis homogeniteten sikres på lange strækninger, da det blot giver en mindre usikkerhed på uheldstætheden med lange strækninger, forudsat at de er homogene (Jensen, 2011).

Opdelingen af vejnettet i strækninger skal sikre, at der analyseres på homogene enheder. Samtidig skal det sikre, at der udelukkende analyseres på strækninger, så større kryds ikke indgår i analysen. Overordnet er der derfor to kriterier til strækningsopdelingen:

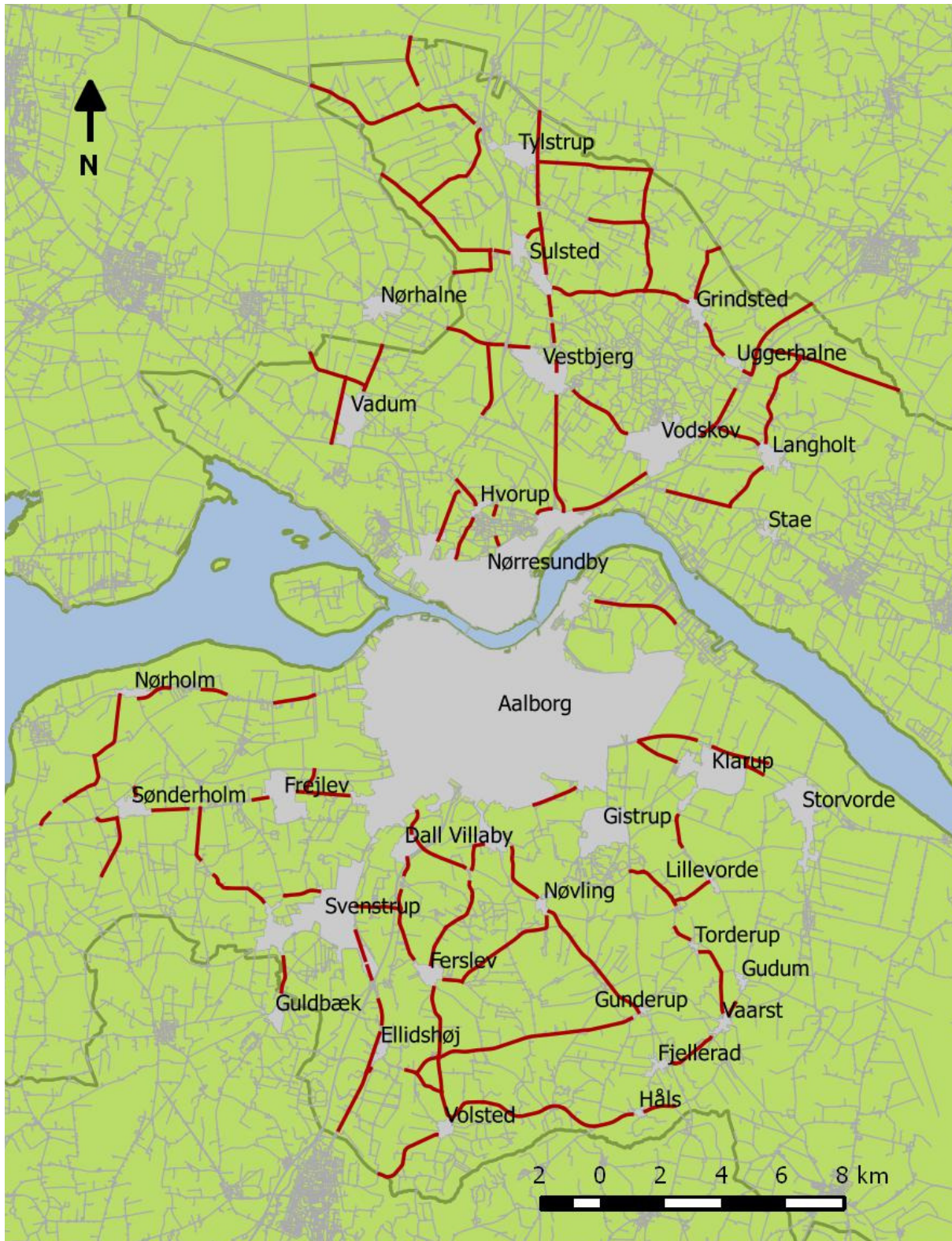
- Større kryds skal ikke indgå i strækningerne
- Strækningerne skal være homogene

5.2. Valg af analysevejnet og strækningsopdeling

Ved valg af analysevejnet i projektet har det været naturligt at lægge dette i en af de seks medfinansierende kommuner: Vordingborg, Haderslev, Ringkøbing-Skjern, Viborg, Aalborg samt Hjørring. Valget i dette projekt er dermed begrænset geografisk, og altså ikke helt frit. Projektet sigter mod at udvikle en metode til brug på det tosporede sekundære vejnet i åbent land. I forbindelse med finansiering af projektet, er det derfor sikret, at alle de medfinansierende kommuner bl.a. består af store arealer, og dermed også mange kilometer vej i åbent land. Dette giver et relativt stort vejnet at vælge indenfor, trods den geografiske begrænsning.

Kommunerne var villige til at være behjælpelige med at fremskaffe data, der ikke var umiddelbart tilgængelige i vejregistre eller ved besigtigelse. Det kan for eksempel være vurdering af trafikmængden på strækninger, hvor der ikke forefinder en trafikmåling. Efter en diskussion i projektets følgegruppe, bestående af fagpersoner fra de medvirkende kommuner, var der enighed om, at data i en del af Aalborg Kommune efter al sandsynlighed var de mest opdaterede og formodentlig havde den bedste kvalitet blandt de seks kommuner.

Valget faldt derfor på tosporede gennemfarts- og fordelingsveje i den del af Aalborg Kommune, hvor vejdata var senest opdateret. I figur 5.1 ses et oversigtskort af analysevejnettet.



Figur 5.1: Oversigtskort for analysevejnet. Nettet består af fordelings- og gennemfartsveje i det åbne land i den del af Aalborg Kommune, der hed Aalborg Kommune inden den kommunale strukturreform i 2007, hvor yderligere tre kommuner blev en del af Aalborg Kommune. Analysevejnettet er markeret med rødt. (Grundkortet indeholder data fra Geodatastyrelsen og Danske Kommuner, FOT-data, juli 2014)

Analysevejnettet blev opdelt i strækninger ved først at benytte en række punktbaserede delepunkter:

- Kryds med gennemfarts- eller fordelingsvej
- Kanaliserede kryds
- Byzone
- Lokal hastighedsbegrænsning

Det betyder, at vejnettet deles i de punkter hvor vejene krydser indbyrdes. Derudover deles i to strækninger ved alle kanaliserede kryds, da disse kryds ofte har en sidevejstrafik af en rimelig størrelse. Hele kanaliseringens udbredelse fjernes fra data. Sidst fjernes strækninger i mindre byer samt strækninger med lokale hastighedsbegrænsninger på hhv. 60, 70 og 90 km/t.

For at sikre homogenitet deles strækningerne yderligere op, hvis der er ændring i et af følgende karakteristika:

- Trafikmængde
- Vejbredden
- Cykelfaciliteter
- Længdemarkering
- Randbebyggelse
- Bevoksning/skovstrækning

Trafikmængden vil som oftest ikke ændres væsentligt ud over i større kryds, som allerede er benyttet som punktbaserede delepunkter, men er inkluderet i listen under alle omstændigheder. Vejbredden, cykelfaciliteter og længdemarkering skifter oftest også i kryds eller i forbindelse med mindre byer, dog var der enkelte eksempler med skift i vejbredden i andre tilfælde. Skift i randbebyggelse, hvor der ikke også er byzone eller nedsat hastighed, sker ved landsbyer med blå stedtavle eller ved mindre samlinger af gårde der ligger ud til vejen. Ændring i bevoksning er udelukkende registreret i tilfælde, hvor der er tale om høj bevoksning (træer, læhegn, skov) på begge sider af vejen og hvor dette giver trafikanten en oplevelse af at færdes på en skovstrækning. Dette er nærmere defineret som en strækning med høj bevoksning på begge sider af vejen og hvor bevoksningen strækker sig så langt, at det ikke er muligt at se afslutningen når trafikanten kører ind på strækningen.

Sidst blev strækninger under 100 m fjernet fra data. Resultatet blev 145 strækninger fordelt på knap 179 km. Fakta for analysevejnettet ses i tabel 5.1.

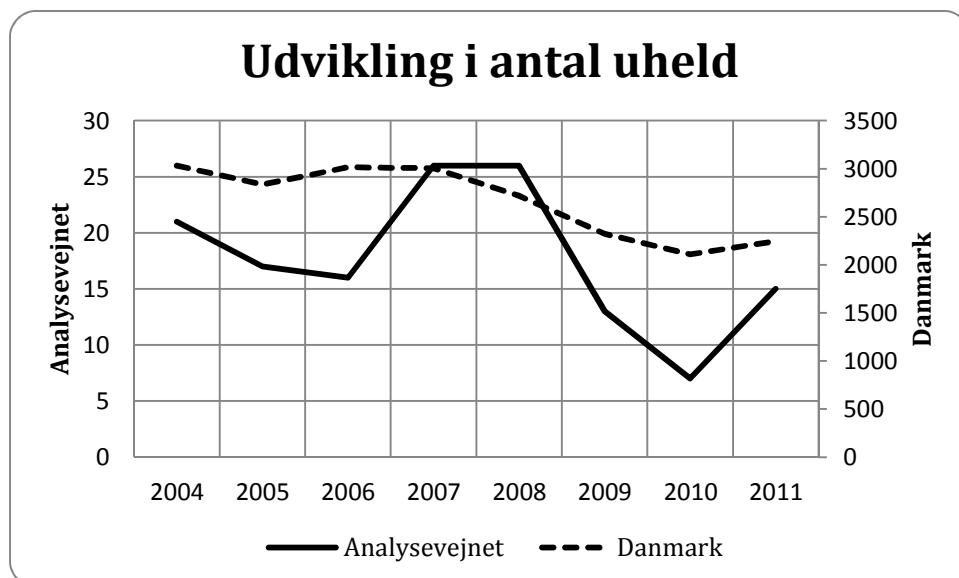
Tabel 5.1: Beskrivelse af analysevejnettet og de 145 strækninger ud fra fakta.

Fakta om analysevejnet		Fakta om strækningerne	
Antal strækninger	145	Min. antal uheld	0
Samlet længde (m)	178.783	Maks. antal uheld	12
Min. strækningsslængde (m)	112	Min. ÅDT (kjt/døgn)	96
Maks. strækningsslængde (m)	6.548	Maks. ÅDT (kjt/døgn)	10.361
Samlet antal uheld	141		

5.3. Uhedsbilledet på analysevejnettet

Uheld sket i perioden 2004 – 2011 på analysevejnettet er analyseret og sammenlignet med uheld på kommuneveje i åbent land i hele Danmark. Alle informationer om uheldene er hentet fra den koordinerede uhedsstatistik tilgængelig via programmet vejman.dk (Vejdirektoratet, 2014b). Løbende sammenlignes uhedsbilledet med uheld på landsplan, og det vurderes at uheldene registreret på analysevejnettet er repræsentative for uheld på kommuneveje i åbent land generelt.

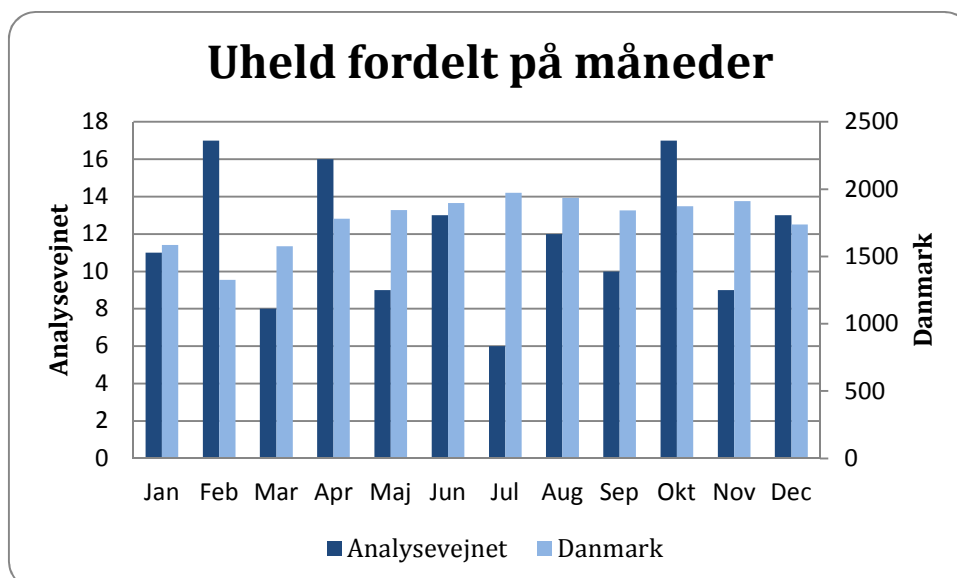
I perioden 2004 – 2011 er der registreret 141 person- og materielskadeuheld på analysevejnettet. I figur 5.2 ses udviklingen i antal uheld over perioden både på analysevejnettet og på alle kommuneveje i åbent land i Danmark. Generelt i Danmark er der i perioden en faldende tendens i antallet af registrerede uheld på kommuneveje i åbent land. Udviklingen på analysevejnettet har større udsving henover perioden, hvilket sandsynligvis skyldes tilfældige variationer, da antallet er under 1% i forhold til det samlede antal i Danmark. Alligevel ses generelt en faldende tendens over perioden dog med en stigning i 2011, hvor der også ses en svag stigning i tallene på landsplan.



Figur 5.2: Udviklingen i antal af uheld for analysevejnettet samt for kommuneveje i åbent land i Danmark. Figuren er udarbejdet på baggrund af data fra den koordinerede uhedsstatistik (Vejdirektoratet, 2014b).

Uheld fordelt på året, ugen og dagen

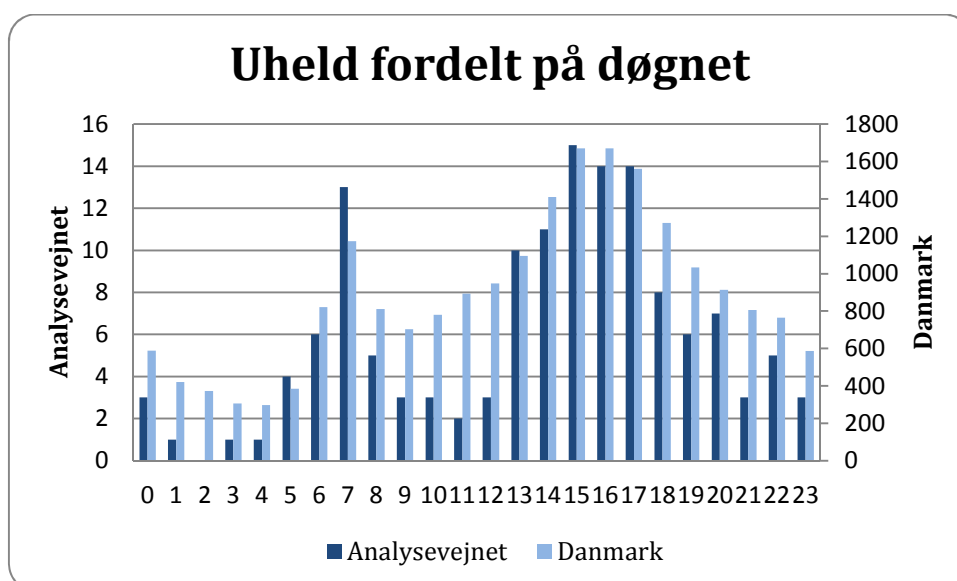
Fordelingen af uheld hen over året på landsplan er lavest i årets første tre måneder og herefter ret stabilt. På analysevejnettet er fordelingen svingende hen over årets måneder, hvilket til dels må tilskrives tilfældig variation. Der ses ingen klar tendens til flere uheld ved specifikke årstider. Fordelingerne ses i figur 5.3.



Figur 5.3: Månedlig fordeling af uheld på henholdsvis analysevejnettet og kommuneveje i åbent land i Danmark. Figuren er udarbejdet på baggrund af data fra den koordinerede uheldsstatistik (Vejdirektoratet, 2014b).

Ses der på fordelingen af uheld på ugens syv dage, er der på landsplan en tendens til flere uheld torsdag, fredag og lørdag, med flest uheld fredag. Uheldsdata fra analysevejnettet viser ligeledes flest uheld fredag, dernæst ses mange uheld på tirsdage, mens uheld på ugens resterende dage er nogenlunde jævnt fordelt.

Hen over døgnet er der på analysevejnettet en stærk tendens til, at der registreres uheld i morgentimen mellem kl. 7-8 samt i eftermiddagstimerne mellem kl. 13-18, hvilket tyder på at analysevejnettet benyttes til pendlertrafik, se figur 5.4.



Figur 5.4: Døgnfordeling af uheld på henholdsvis analysevejnettet og på kommuneveje i åbent land i Danmark. Figuren er udarbejdet på baggrund af data fra den koordinerede uheldsstatistik (Vejdirektoratet, 2014b).

Den samme tendens ses på landsplan, dog er den her mere fladet ud hen over morgen og formiddagstimerne. Forskellen skyldes sandsynligvis, at data fra alle kommuneveje i åbent land i Danmark også indeholder veje der ikke har udpræget pendlertrafik. Dertil kommer regionale forskelle i mødetider om morgenen.

Uheldstyper

38% af uheldene på analysevejnettet er materielskadeuheld og 62% personskadeuheld. På landsplan er disse tal 51% og 49% for henholdsvis materiel- og personskadeuheld. Dette indikerer, at de registrerede uheld på analysevejnettet er mere alvorlige end uheldene generelt i Danmark. Dette kan skyldes, at uheldene er mere alvorlige på dette vejnet, eller det kan skyldes en forskel i registreringsgraden af enten person- eller materielskadeuheld i de forskellige politikredse. I analysevejnettet er strækninger med lokal hastighedsbegrænsning sorteret fra. Dette er ikke tilfældet for sammenligningsgrundlaget – uheld på kommuneveje i åbent land i Danmark – og det formodes derfor, at gennemsnitshastigheden er højere på analysevejnettet. Dette kan være medvirkende til, at der sker en større andel personskadeuheld i dette vejnet, fordi konsekvensen, når der sker en uheld, er mere alvorlig end ved lavere hastigheder.

På analysevejnettet udgør eneuheld den største gruppe med 34% af uheldene og med 33% af de dræbte og tilskadekomne, se tabel 5.2. Derudover er uheldssituation 1 (ligeudkørende med samme kurs) og 2 (mødeuheld) også hyppigt forekommende situationer. Mødeuheld udgør 15% af det samlede antal uheld og 21% kommer til skade i mødeuheld, hvilket viser at denne type uheld har mere alvorlige konsekvenser end for eksempel eneuheld. Billedet svarer omtrent til fordelingen på kommuneveje i åbent land i hele Danmark, hvor andelen af mødeuheld er 13% hvori 18% af de tilskadekomne er kommet til skade.

Andelen af mødeuheld på landsplan er dermed en lille smule mindre end på analysevejnettet, og samtidig er andelen af krydsuheld lidt højere. Dette er forventeligt, da en del kryds og dermed også de uheld, der måtte være sket i krydsene, er blevet sorteret fra i analysevejnettet i forbindelse med strækningsopdelingen.

Tabel 5.2: Uheld fra analysevejnettet samt dræbte og tilskadekomne i perioden 2004-2011 fordelt på hovedsituation. Tabellen er udarbejdet på baggrund af data fra den koordinerede uheldsstatistik (Vejdirektoratet, 2014b).

Hovedsituation	Uheld	Procent (%)	Dræbte og tilskadekomne	Procent (%)
0 Eneuheld	48	34	44	33
1 Ligeudkørende med samme kurs	17	12	22	16
2 Mødeuheld	21	15	28	21
3 Kørende i samme kurs med svingning	11	8	7	5
4 Kørende med modsat kurs og svingning	4	3	4	3
5 Krydsende køretøjer uden svingning	10	7	8	6
6 Krydsende køretøjer med svingning	12	9	6	4
7 Påkørsel af parkeret køretøj	4	3	3	2
8 Fodgængeruheld	8	6	10	7
9 Uheld med dyr eller genstande	6	4	3	2

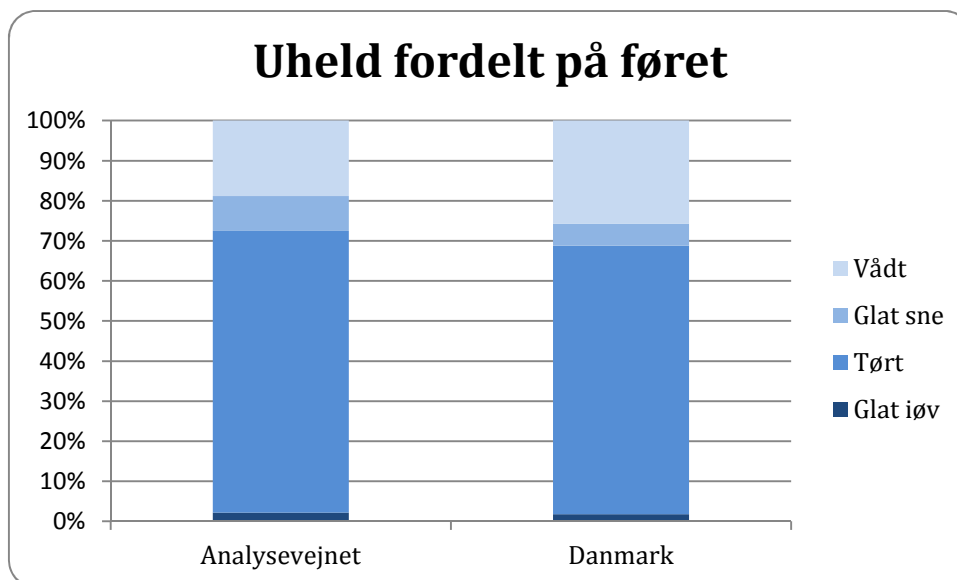
Uheld og vejudformning

I den koordinerede uhedsstatistik registrerer politiet vejudformningen på stedet. Fordeles uheldene i analysevejnettet efter den registrerede vejudformning, ses at 49% er strækningssuheld på lige vej, 22% er strækningssuheld i kurver, 25% er krydsuheld og 4% sker ved øvrige vejudformninger. Ses på kommuneveje i åbent land udgør strækningssuheld på lige vej 42% og strækningssuheld i kurver 18%. Tallene er dog ikke helt sammenlignelige, da en del krydsuheld som tidligere nævnt er sorteret fra i analysevejnettet.

Ses på antallet af dræbte og tilskadekomne i analysevejnettet, findes at 61% er blevet dræbt eller kommet til skade i strækningssuheld på lige vej, 17% er kommet til skade i strækningssuheld i kurver, 20% i krydsuheld og 2% i uheld på øvrige vejudformninger. Det vil sige, at 61% af de tilskadekomne er kommet til skade i 49% af uheldene, som sker på lige vej. Det ser dermed ud til at de alvorligste uheld i analysevejnettet sker på lige vej. Dette billede afviger fra det landsdækkende billede, hvor alvorligheden i strækningssuheld på lige vej ikke afviger fra uheld på de øvrige vejudformninger.

Uheld set i forhold til føret og lysforhold

Generelt sker der langt flere uheld på tør vej end på våd eller glat vej. Dette gælder både for uheld på analysevejnettet og for det kommunale vejnet i åbent land, se figur 5.5. På landsplan sker en større andel af uheldene i "vådt føre" end på analysevejnettet, mens der i analysevejnettet er en større andel af uheld i "glat sne" end på landsplan. Ses samlet på "glat i øvrigt", "vådt" og "glat sne" er andelen på analysevejnettet og på landsplan tilnærmelsesvis ens. Ses på lysforhold sker langt hovedparten af uheldene i dagslys, 67%, mens 30% sker i mørke, hvilket ikke adskiller sig fra uheldsbilledet for hele Danmark.



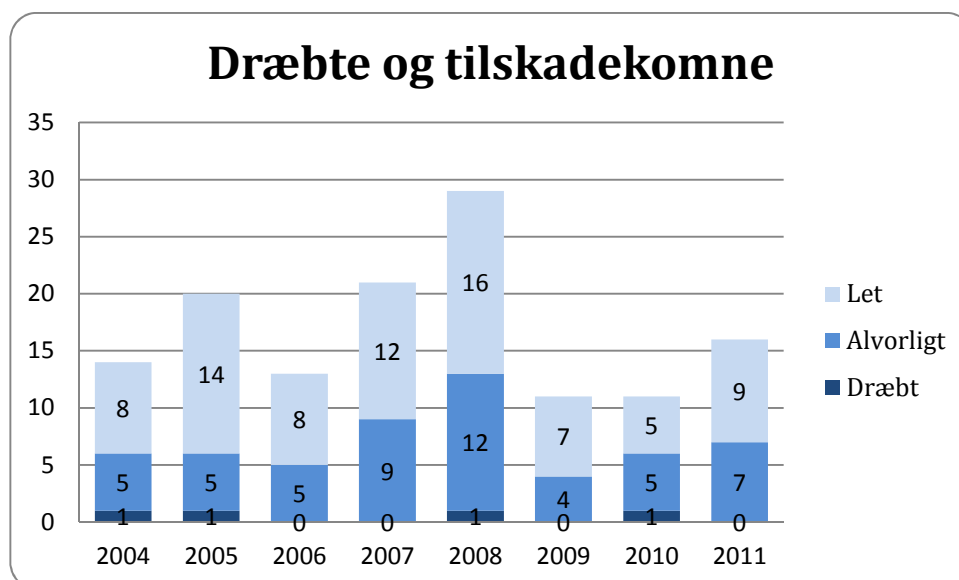
Figur 5.5: Fordeling af uheld på vejens føre for analysevejnettet samt for kommunale veje i åbent land i Danmark. Figuren er udarbejdet på baggrund af data fra den koordinerede uhedsstatistik (Vejdirektoratet, 2014b).

Sprituheld

I 16% af uheldene på analysevejnettet var der spiritus indblandet, og mindst en af førerne af et motorkøretøj var spirituspåvirket. I disse uheld kom 14% af de dræbte og tilskadekomne til skade. Dette stemmer overens med den generelle registrering af spiritusuheld i Danmark, hvor der i 16% af de registrerede person- og materielskadeuheld i 2011 var en spirituspåvirket fører indblandet (Vejdirektoratet, 2012).

5.4. Personer involveret i uheld på analysevejnettet

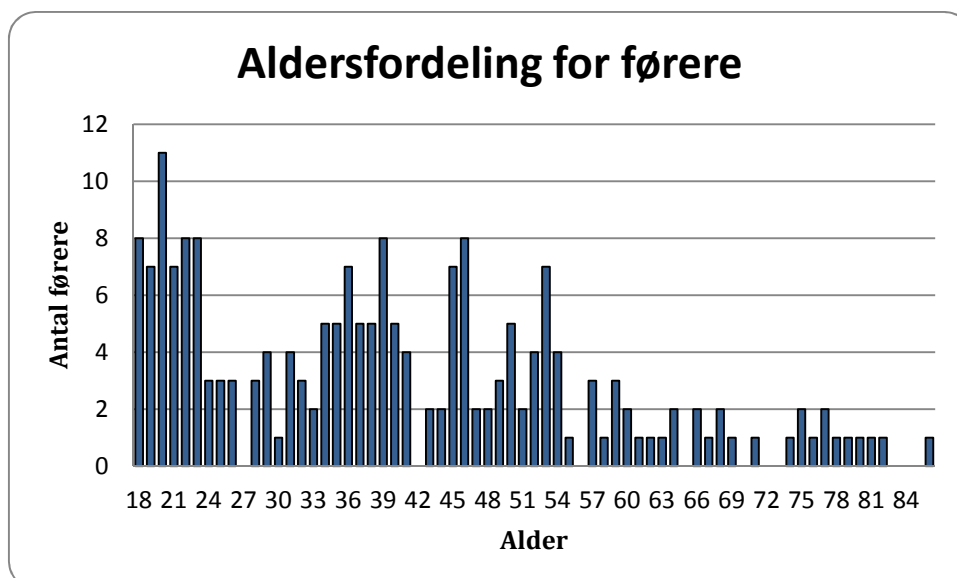
I alt 268 personer var involveret i uheldene, af disse kom 135 personer til skade heraf 4 dræbte. Udviklingen af dræbte og tilskadekomne samt fordelingen på skadesgrad kan ses i figur 5.6. Af de dræbte og tilskadekomne blev 3% dræbt, 38,5% kom alvorligt til skade og 58,5% kom lettere til skade. Alle de involverede personer var enten fører af eller passager i et motorkøretøj. På landsplan er der sket et fald i antallet af dræbte og tilskadekomne på kommuneveje i åbent land i perioden 2004 – 2011. Dette fald kan ikke genfindes på analysevejnettet, hvor udviklingen er mere springende i samme periode. Dog er der relativt få dræbte og tilskadekomne i 2009 og 2010, se figur 5.6.



Figur 5.6: Dræbte og tilskadekomne i uheld på analysevejnettet i perioden 2004 - 2011. Figuren er udarbejdet på baggrund af data fra den koordinerede uheldsstatistik (Vejdirektoratet, 2014b).

Af de 135 tilskadekomne personer var 36% kvinder og 64% mænd. Hvis der udelukkende ses på førere af motorkøretøjer er 78 af dem kommet til skade, heraf 31% kvinder og 69% mænd.

I forhold til aldersfordelingen af involverede førere, ses af figur 5.7, at hovedparten ligger i aldersgruppen 18-23 år, 24%, samt i aldersgruppen 36-53 år, 39%. Dette afspejler den generelle højrisikogruppe af unge førere, samt at analysevejnettet er et pendlervejnet og derfor benyttes af mange i den erhvervsaktive alder.



Figur 5.7: Aldersfordeling for førere af motorkøretøjer i uheld på analysevejnettet i perioden 2004 – 2011. Figuren er udarbejdet på baggrund af data fra den koordinerede uheldsstatistik (Vejdirektoratet, 2014b).

Der er forskel på hvilke typer af uheld hhv. de unge førere på 18-23 år og de midaldrende på 36-53 år er involveret i. 31% af de unge førere er involveret i eneuheld, men dette gælder for 24% af de 36-53 årige. 27% af de unge er involveret i mødeuheld, dette tal er 18% for de midaldrende. Omvendt er 35% af de 36-53 årige involveret i krydsuheld, hvor dette gælder 24% af de unge. Der ser dermed ud til at være en forskel i typen af uheld førerne involveres i afhængigt af deres alder, således at unge i højere grad involveres i ene- og mødeuheld, og de midaldrende i højere grad involveres i krydsuheld. At unge førere i højere grad er involveret i ene- og mødeuheld end øvrige førere gælder generelt for Danmark (Vejdirektoratet, 2011) og i resten af Europa (OECD/ECMT, 2006).

5.5. Uheldsbilledet sammenholdt med trafikmængden

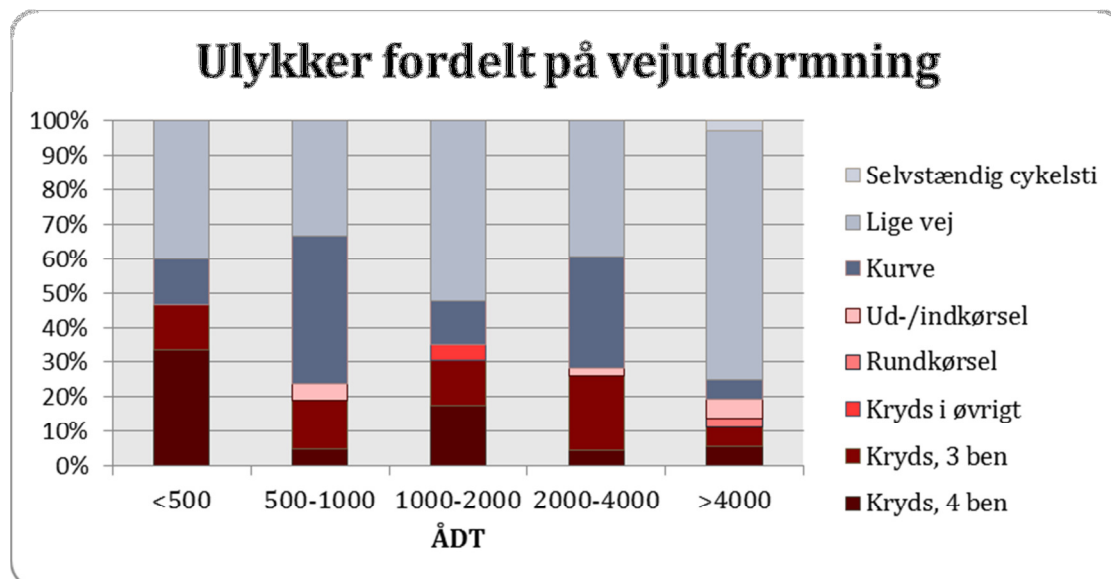
Strækningerne inddeles i fem grupper ud fra ÅDT, således der er en gruppe af strækninger med en ÅDT på under 500, en gruppe med ÅDT: 500 – 1.000, en gruppe med ÅDT: 1.000 – 2.000, en gruppe med ÅDT: 2.000 – 4.000 og en gruppe med ÅDT på 4.000 køretøjer i døgnet eller mere. I tabel 5.3 ses en række fakta for de fem grupper. Uheldstætheden stiger generelt med årsdøgnstrafikken, mens uheldsfrekvensen er størst for gruppen af strækninger med en årsdøgnstrafik mellem 500 og 1.000 og næststørst for de mindst trafikerede veje. Ses på antallet af dræbte og tilskadekomne pr. uheld som et mål for uheldenes alvorlighed, er dette størst for de mest trafikerede strækninger.

Tabel 5.3: Fakta for fem grupper inddelt på baggrund af årsdøgntrafikken på analysevejnettet.

Kriterium årsdøgntrafik	< 500	500 – 1.000	1.000 – 2.000	2.000 – 4.000	>4.000
Antal strækninger	50	28	18	29	20
Længde (km)	62	29	31	35	21
Gennemsnitlig kørebanebredde (m)	5,6	5,9	6,6	6,8	8,6
Gennemsnitlig ÅDT	338	672	1.462	2.864	6.510
Antal uheld	15	21	23	46	36
Antal dræbte og tilskadekomne	13	16	19	39	48
Antal tilskadekomne pr. uheld	0,87	0,76	0,83	0,85	1,33
Uheldstæthed (uheld/år/km)	0,03	0,09	0,09	0,16	0,21
Uheldsfrekvens (uheld/år/trafkarbejde)	0,25	0,36	0,17	0,16	0,09
Krydstæthed	0,40	0,76	0,65	0,68	0,71

Vejudformning

På figur 5.8 ses uheld i analysevejnettet fordelt på vejudformning for de fem ÅDT grupper. For strækninger med en årsdøgntrafik på under 500 er der registreret forholdsvis mange uheld i 4-benede kryds, dette på trods af, at der i denne gruppe er den laveste krydstæthed, se tabel 5.3. I alle grupperne er der tale om mindre 4-benede kryds, da de større kryds allerede er sorteret fra i forbindelse med strækningsopdelingen af analysevejnettet.



Figur 5.8: Uheld fordelt på vejudformning for uheld registreret på analysevejnettet. Analysevejnettet er her delt i fem grupper på baggrund af årsdøgntrafikken. Figuren er udarbejdet på baggrund af data fra den koordinerede uhedsstatistik (Vejdirektoratet, 2014b).

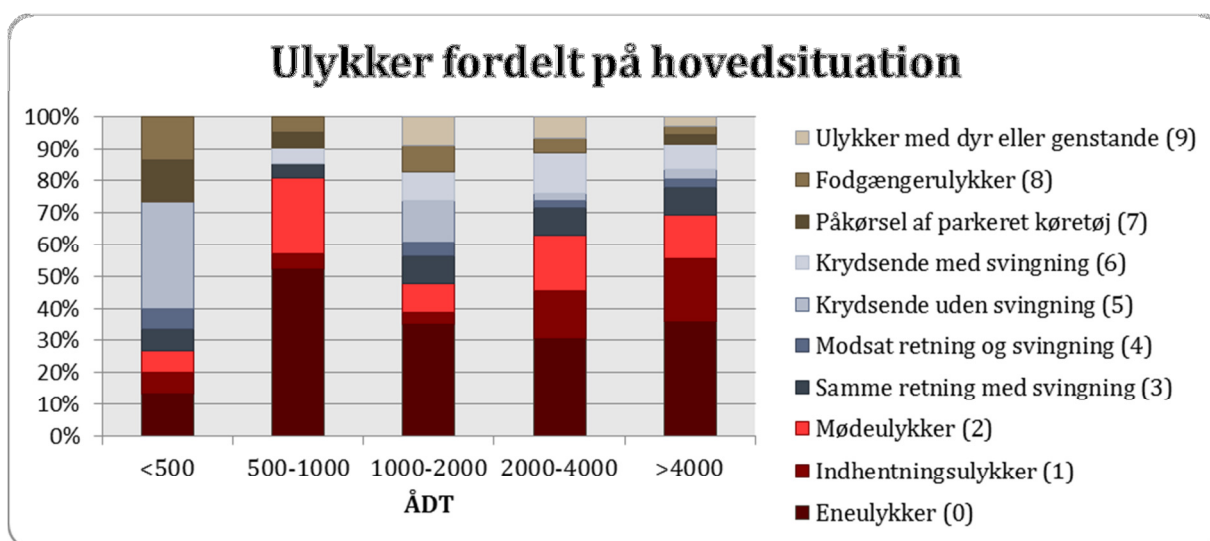
Størst forholdsvis andel af kurveuheld er registreret på veje med en ÅDT på 500 op til 1.000, men også på veje med ÅDT 2.000 – 4.000 er der registreret forholdsvis mange kurveuheld. På strækninger med en ÅDT på mellem 1.000 og 2.000 er godt halvdelen af uheldene registreret på lige vej. På veje med ÅDT fra 2.000 – 4.000 er andelen af uheld i 3-benede kryds forholdsvis stor set i

forhold til de øvrige ÅDT grupper. På vejene med den største trafikmængde, ÅDT > 4.000, er godt 70% af uheldene registreret på lige vej, hvilket er langt mere end på de øvrige grupper.

Ud fra figur 5.8 ser det dermed ud til, at problemet med uheld i 4-benede kryds i høj grad findes på de helt små veje med en årsdøgntrafik på under 500 køretøjer i døgnet, mens 3-benede kryds generelt udgør et problem på strækningerne med ÅDT under 4.000. Kurver ser ud til at udgøre et problem på strækninger med en ÅDT mellem 500 og 4.000.

Hovedsituation

På figur 5.9 ses uheldene i de fem ÅDT grupper fordelt på hovedsituation. Gruppen med strækninger, hvor årsdøgntrafikken er under 500, skiller sig ud fra de øvrige grupper, idet en større andel af uheldene er krydsningsuheld – krydsende uden svingning, modsat retning og svingning samt samme retning med svingning. Dette hænger sammen med den større andel af uheld i 4-benede kryds omtalt i forrige afsnit. I gruppen med ÅDT mellem 500 og 1.000 er registreret forholdsvis mange eneuheld. Disse er næsten alle sket i en kurve, hvilket også stemmer overens med den store andel af kurveuheld omtalt i forrige afsnit i denne gruppe. I de to grupper af strækninger der dækker ÅDT mellem 1.000 og 4.000 er der registreret godt 30% eneuheld, af disse er ca. 2/3 sket i en kurve og den resterende del på lige vej. På strækninger med ÅDT > 4.000 er de registrerede eneuheld overvejende sket på lige vej. I denne gruppe er der også registreret en større andel uheld mellem køretøjer i samme retning og mødeuheld; disse er alle sket på lige vej.



Figur 5.9: Uheld fordelt på hovedsituation for de fire grupper af strækninger på analysevejnettet inddelt efter ÅDT. Figuren er udarbejdet på baggrund af data fra den koordinerede uhedsstatistik (Vejdirektoratet, 2014b).

Ud fra fordelingen af hovedsituation i de forskellige grupper forstærkes indtrykket af, at der på de små veje med en ÅDT på under 500 er et problem med 4-benede kryds og krydsningsuheld, mens der på veje med en ÅDT på 500 – 4.000 er et problem med eneuheld i kurver. På veje med en ÅDT på mere end 4.000 er der et problem med ene- og mødeuheld på lige strækninger.

5.6. Opsummering

Analysevejnettet er udpeget blandt de veje, som Aalborg Kommune er vejmyndighed for, som er beliggende i det åbne land, som er tosporede, som er klassificeret som gennemfarts- eller fordelingsveje, og hvor den generelle hastighedsgrænse på 80 km/t er gældende. Resultatet er 145 strækninger fordelt på knap 179 km vej.

Ud fra den generelle sammenligning af uheldene registreret langs analysevejnettet med uheld på alle kommuneveje i åbent land vurderes det, at uheldene på analysevejnettet kan anses for repræsentative, da der ikke er større afvigelser fra normalen.

63% af de involverede personer i uheldene på analysevejnettet findes i aldersgrupperne 18-23 årige samt 36-53 årige førere af et motorkøretøj. Der er forskel på fordelingen af uheldstyper for de to aldersgrupper, de unge er hovedsagligt involveret i strækningssuheld i form af eneuheld og mødeuheld. Disse uheldstyper udgør ligeledes en stor andel af uheldene blandt de 36-53 årige, men samtidig er 35% af de 36-53 årige involveret i krydsuheld i modsætning til 24% af de unge. Af de 268 involverede personer kom 135 til skade, heraf 64% mænd og 36% kvinder.

Analysevejnettet består af veje med årsdøgnstrafik der varierer fra 100 køretøjer i døgnet til mere end 10.000 køretøjer i døgnet. For at analysere eventuelle forskelle mellem uheldene på veje med forskelligt niveau af ÅDT er uheldene på analysevejnettet delt op i fem grupper efter årsdøgnstrafikken. Eneuheld i kurver ser ud til at udgøre et problem på veje med en ÅDT på mellem 500 – 4.000. For veje med en årsdøgnstrafik på mere end 4.000 fylder uheld på lige vej langt mere end i de øvrige kategorier, disse omfatter både eneuheld og uheld med med- eller modkørende på samme vej.

6. Valg af variabler til videre analyse

Variabler til analyse og opstilling af en uheldsmodel burde omfatte alle tænkelige faktorer der kan påvirke uheldsrisikoen, dette er dog ikke realistisk (Fridstrøm m. fl., 1995). Ofte er det tilgængeligheden af data, der er afgørende for hvilke variabler, der inddrages i uheldsmodellering, men valg af variable bør baseres på andet end blot tilgængelighed (Hauer, 2004). I dette kapitel præsenteres hvorledes variabler til analyse med henblik på at formulere en uheldsmodel er udvalgt. Valget er sket ved at overveje tidligere studier af sammenhængen mellem uheldsforekomst og vejkarakteristika, datatilgængelighed samt endogenitet.

Overordnet set skal to typer af variabler være inkluderet i en uheldsmodel. Det er variabler der beskriver trafikanternes eksponering for uheldsrisiko, samt variabler der har indflydelse på uheldsrisikoen størrelse (Reurings m. fl., 2005).

De mest anvendte variabler i uheldsmodellering kan overordnet beskrives som:

- Variabel eller variabler der beskriver eksponeringen, oftest anvendes trafikmængde eller transportarbejde for motoriserede køretøjer
- Variabel der beskriver funktionel vejklassificering – for eksempel gennemfartsvej, fordelingsvej og lokalvej
- Variabler relateret til vejens tværsnit
- Variabler der beskriver trafikreguleringen – for eksempel hastighedsbegrænsning eller reguleringsform i kryds

(Reurings m. fl., 2005)

Derimod benyttes variabler for eksponeringen af bløde trafikanter, variabler der beskriver trafikantadfærd samt variabler for vejens linjeføring sjældnere i uheldsmodelleringen, når målet er at kunne estimere fremtidige antal uheld. Fravalg af disse variabler skyldes ofte, at datatilgængeligheden er dårlig på netop disse punkter. (Reurings m. fl., 2005)

I nærværende afhandling er valgt udelukkende at arbejde med tosporede gennemfarts- og fordelingsveje i åbent land. Kørespor og vejklasse er dermed implicit givne i analysen, og variabler der beskriver disse to forhold vil derfor ikke indgå. Samtidig analyseres udelukkende veje med den generelle hastighedsbegrænsning på 80 km/t, som beskrevet i kapitel 5. For at undgå at datatilgængelighed er eneste afgørende faktor for hvilke variabler der inddrages i uheldsmodelleringen, bør det sikres, at analysen inkluderer variabler:

- der i andre studier har vist sig at have indflydelse på uheldsforekomsten
- der kan registreres og måles på en pålidelig måde
- der ikke er endogene

(Elvik, 2007)

I dette kapitel samles op på hvilke vejkarakteristika, der ifølge litteraturstudiet i kapitel 4, har indflydelse på uheldsrisikoen, om disse kan måles på en pålidelig måde, og om der forventes

problemer med endogenitet. Sidst præsenteres hypoteser over påvirkningen på uheldstæthed for de variabler, der de statistiske analyser i afhandlingen.

6.1. Vejkarakteristika med indflydelse på uheldsrisiko

I tabel 6.1 ses de vejkarakteristika, som de gennemgåede studier i kapitel 4, fandt påvirkede uheldsforekomsten langs strækninger i åbent land. Karakteristika i tabellen udgør en bruttoliste for de variabler, der arbejdes videre med.

Tabel 6.1: Vejkarakteristika der, ifølge litteraturstudie, påvirker forekomsten af trafikuheld på strækninger.

Vejens design Kørebane- og køresporsbredde Kantbane Horisontalkurver Længdemarkering	Vejens sidearealer Rabatbredde Skråningsanlæg Cykelfaciliteter
Adgang til vejen Kryds Vejadgange	Eksponering Årsdøgnstrafikken

De fleste karakteristika beskriver vejens tværsnit, mens horisontalkurver er en del af linjeføringen og længdemarkering en del af vejens regulering. For eksponering er i alle de studier, der indgik i litteraturstudiet anvendt årsdøgnstrafikken for motorkøretøjer.

6.2. Registrering af data

Hvad gælder registrering af data om de mulige variabler, er situationen, at der om nogle variabler findes oplysninger i eksisterende registre, mens det for andre vil være nødvendigt at foretage registreringer i marken, på elektroniske kort eller ved hjælp af billedmateriale. Dertil kommer en vurdering af, om målinger eller registreringer vil være pålidelige. Vurdering af dette for de ti variabler i tabel 6.1 er præsenteret i tabel 6.2.

Eksisterende vejregistre er vejman.dk (Vejdirektoratet, 2014d) og RoSy (Grontmij, 2014). Begge systemer er vejforvaltningssystemer med mulighed for omfattende registrering af vejdata. Systemerne administreres af henholdsvis Vejdirektorat og Grontmij. Dertil eksisterer et system til registrering af trafik- og hastighedsmålinger – Mastra (Vejdirektoratet, 2014c). Dette register administreres af Vejdirektoratet.

Generelt kan alle karakteristika måles eller registreres pålideligt, men for nogle af variablerne er det en omkostningstung affære. For variabler såsom kørebane- og køresporsbredde, kantbane, længdemarkering, omfanget af kryds og vejadgange, rabatbredde og cykelfaciliteter vurderes det at være muligt at opnå en god kvalitet af opmålinger/registreringer med en forholdsmæssig rimelig indsats. Disse variabler kan derfor indgå i en praktisk anvendelig metode.

Tabel 6.2: Vurdering af pålideligheden ved måling og registrering af ti forskellige vejkaraktistika. (-) angiver, at der ikke er kommentarer vedrørende variabelen.

Variabel	Findes i register	Kommentar til register	Alternativ målemetode	Kommentar til målemetode	Kan måles og registreres pålideligt
Kørebane- og køresporsbredde	Ja, vejregister: Vejman.dk eller Rosy	Kvalitet af registreringer bør undersøges	Måle ifm. besigtigelse. Måle på målfaste foto.	-	Ja
Kantbane	Nogle gange i vejregister: Vejman.dk eller Rosy	Kvaliteten af registreringer bør undersøges	Måle ifm. besigtigelse. Måle på målfaste foto	-	Ja
Horisontal-kurver	Nej	Der findes data i vejregistre for enkelte tidligere amtsveje	Bestemmes ud fra vejens geometri	Omfattende metode	Ja, men meget omkostnings-tungt
Længde-markering	Sjældent		Måle ifm besigtigelse	Vedligeholdelsesniveau kan variere meget.	Ja
Kryds	I vejregistre findes mulighed for krydsregister	Ikke alle vejmyndigheder benytter muligheden	Registrere på kort eller på luftfoto	-	Ja
Vejadgange	Sjældent	-	Registrere ifm. besigtigelse eller på luftfoto	Det kan være vanskeligt at afgøre om adgangen er i brug	Ja
Rabatbredde	Sjældent	-	Måle ifm. besigtigelse	Skifter ofte, hyppigt forskellig i de to vejsider	Ja
Skrånninger	Nej	-	Anlæg for skrånninger kan måles ved besigtigelse. Afstand til kørebane kant ligeså.	Ofte forskellig i de to vejsider	(Ja). Omkostnings-tungt hvis præcist
Cykelfaciliteter	Nogle gange i vejregister: Vejman.dk eller Rosy	-	Registrere ifm. besigtigelse eller fra billedmateriale	-	Ja
Årsdøgnstrafik	Mastra, hvis vejmyndigheden har adgang til denne	Både nyere tællinger og flere år gamle. Både systematiske tællinger og enkeltstående tællinger.	Registrere ved ny tælling. Vurdere ud fra lignende strækninger.	Mange udgifter forbundet med at foretage systematiske tællinger på hele vejnettet.	(Ja). Omkostnings-tungt hvis præcist

Det er helt afgørende at have en variabel for eksponeringen med i en analyse, der skal lede frem til en uheldsmodel. Det mest tilgængelige er årsdøgnstrafikken for motorkøretøjer, og det er også denne der indgår i langt de fleste modeller, selvom en mere differentieret variabel for eksponeringen i de fleste tilfælde var at foretrække. Imidlertid er langt hovedparten af trafikken i åbent land motorkøretøjer såvel som langt hovedparten af de tilskadedekomne i åbent land kører galt i et motorkøretøj, så årsdøgnstrafikken vurderes som en rimelig variabel for eksponeringen i denne analyse. Kvaliteten af årsdøgnstrafikken kan imidlertid være varierende, og de tilgængelige tal kan stamme fra meget forskellige målinger. Vejmyndighederne har som regel nogle permanente eller semipermanente tællestationer på en række større veje, mens tællinger på lidt mindre veje ofte foretages med slangetællinger efter behov. Det betyder at:

- der ikke vil være tilgængelige tællinger på alle strækninger.
- der vil være stor forskel på målingens længde, varierende fra nogle timer til 365 dage, men med de fleste tællinger varende 1-2 uger.
- Der vil være stor forskel på hvornår der sidst er foretaget en tælling.

Derfor vil det være nødvendigt at foretage et skøn for ÅDT på nogle strækninger ud fra tællinger på tilstødende strækninger eller strækninger med et lignende trafikmønster. Samtidig skal tællinger harmoniseres til samme tælleår, ved frem- eller tilbageskrivning. Alternativt kunne foretages nye målinger på alle strækninger der ønskes analyseret, men dette vurderes som urealistisk i en praktisk anvendelig metode. Til nærværende analyse tages derfor udgangspunkt i eksisterende trafikmålinger.

Det efterlader to vejkarakteristika som viser sig mere problematiske, nemlig horisontalkurver og skråninger i vejens sidearealer. Horisontalkurver vurderes at være den mest omkostningstunge variabel at indsamle data om, hvis der ønskes en radius for horisontalkurver langs en strækning. Der findes ikke digitale tegninger af alle de typer veje der arbejdes med i nærværende projekt. Indsamling af disse data vil derfor være med til at hæve metodens omkostninger betragteligt. Der kan i stedet benyttes mindre præcise mål for vejens horisontalkurver, for eksempel ved en subjektiv vurdering af vejens grad af kurvethed på en defineret skala, om end en sådan vurdering vil variere fra observatør til observatør. Af andre tænkelige metoder til at opnå et mål for vejens kurvethed kunne være registrering af retningsændringer i floating car data eller digital analyse af kortdata. Sådanne metoder er dog ikke umiddelbart tilgængeligt og udvikling af disse ligger langt fra formålet i nærværende afhandling. I dette projekt er kurver som variabel fravalgt, da et mål med den endelige metode er, at metoden skal være praktisk anvendelig. Indsamling af data til metoden må derfor ikke være for omkostningstung.

Skråninger i vejsidearealet kan indgå i en undersøgelse på flere niveauer. Variablen kan indgå som anlæg for skråningen eventuelt i kombination med afstanden fra skråningsfod/top til kørebanen. Dette vil være en relativ præcis variabel for skråninger. Problemet med denne kombination er at skråninger ofte varierer meget, og dermed vil vejnettet blive opdelt i meget korte strækninger for at opnå homogenitet. Samtidig er skråninger ofte forskellige i højre og venstre side, hvilket betyder, at der enten vil skulle bruges et gennemsnit eller to variabler, én for hver vejside.

En anden måde at inddrage skråninger på er at lade anlæg for skråninger indgå i en sikkerhedsvurdering af vejens sidearealer, hvor for eksempel også antal faste genstande, højden af asfaltkant og bredden af kantbanen indgår i vurderingen. Sikkerhedsvurdering af vejens sidearealer forkastes, da der i en praktisk anvendelig metode ønskes dataindsamling, der ikke kræver et særligt kursus som observatør, hvilket kan være nødvendigt for at sikre en ensartethed i sikkerhedsvurderingerne.

I nærværende projekt blev skråninger forsøgt inkluderet ud fra målinger af om der var påkørselsfarlige skråninger i sikkerhedszonen på analysevejnettet, som de er defineret i. Påkørselsfarlige skråninger defineres som terrænklasse 3 i håndbogen for tværprofiler i åbent land, det vil sige hvis skråninger stiger ($\text{anlæg} < 2$) eller falder kraftigt ($\text{anlæg} < 3$) (Vejregelrådet: Vejregelgruppen Veje og stier i åbent land, 2013). Dette gav dog også et behov for meget korte strækninger, hvis homogenitet skulle sikres på dette punkt. Samtidig var det en tidskrævende registrering, at registrere hældning og afstand til kørebanen. Variablen blev derfor efterfølgende fravalgt.

6.3. Endogenitet

I uheldsmodeller kan der være problemer med at den afhængige variabel – enten uheld eller tilskadekomne – påvirker de uafhængige variabler (Lord og Mannering, 2010). Som udgangspunkt skal kausaleffekten gå fra de uafhængige variabler til den afhængige variabel i en uheldsmodel. Kausaleffekt er imidlertid ikke envejs, hvis der er endogene variabler i modellen.

En endogen variabel kunne være et trafiksikkerhedstiltag, for eksempel skiltning med advarsel om krydsende dyr. Disse skilte vil typisk være placeret langs strækninger, hvor der enten har været problemer med uheld mellem krydsende dyr og trafikanter, eller hvor det er sandsynligt at dyr vil krydse vejen grundet omgivelserne. Advarselsskiltene vil ganske enkelt være placeret på strækninger med en højere uheldsforekomst relateret til krydsende dyr. Den uafhængige variabel (tilstedeværelse af advarselsskilte) vil derfor være påvirket af den afhængige variabel (uheld), og resultaterne af regressionsanalysen vil derfor være fejlbehæftede.

Det vurderes, at de uafhængige variabler i tabel 6.1 ikke er endogene. Rabatbredden, skråningsanalæg, tilstedeværelse af kantbane og kørebanebredden er som regel fastsat i planlægnings- og projekteringsfasen af en vej ud fra en forventet funktion, trafikmængde og økonomi. Ligeledes er antal kryds og adgange bestemt ud fra funktionsbehov for den givne vej og omgivelserne. Længdemarkeringen på en strækning er som udgangspunkt fastsat ud fra vejreglerne typisk med udgangspunkt i vejens bredde. Tilstedeværelsen af cykelsti kan være anlagt på steder, hvor der er problemer med cyklistuheld, og er derfor den variabel, der kunne optræde som endogen variabel. Imidlertid er cykeltrafikken på det sekundære vejnet i åbent land, som tidligere skrevet, begrænset og registreringen af cyklistuheld meget sparsom. Datagrundlaget for at anlægge cykelsti på strækninger med mange uheld er derfor ikke tilstede på denne type strækninger. Stierne vil i stedet være anlagt ud fra et ønske om at sikre trygge skoleveje, fremme cykeltrafikken på en strækning eller lignende planlægningsmæssige overvejelser. På baggrund af ovenstående vurderes det derfor, at der ikke er problemer med endogene variabler i analysen.

6.4. Hypoteser for valgte variabler

Efter en vurdering af hvilke variabler, der i andre studier har vist sig at have indflydelse på uheldsforekomsten, hvordan variablerne kan registreres og måles på en pålidelig måde og en vurdering af eventuel endogenitet, er otte variabler valgt til videre analyse. Disse variabler er præsenteret med tilhørende hypoteser for påvirkningen på uheldstætheden i tabel 6.3. Hypoteserne er formuleret på baggrund af litteraturstudiet præsenteret i kapitel 4.

Tabel 6.3: Hypotese for hvordan hver enkelt variabel påvirker uheldstætheden.

Variabel	Hypotese
Årsdøgnstrafik	Stigende uheldstæthed ved stigende årsdøgnstrafik
Kørebanebredde	Faldende uheldstæthed jo bredere kørebane
Blød rabat	Faldende uheldstæthed jo bredere blød rabat
Kantbane	Faldende uheldstæthed jo bredere kantbane
Krydstæthed	Stigende uheldstæthed jo højere krydstæthed
Tæthed af vejadgange	Stigende uheldstæthed jo højere tæthed af vejadgange
Cykelsti	Faldende uheldstæthed ved tilstedeværelse af cykelsti
Længdemarkering	Faldende uheldstæthed jo mere længdemarkering

7. Datakilder

Til analysevejnettet knyttes en række data til videre analyse, det gælder en række administrative data, trafikale, vejens karakteristika samt data om uheld på vejnettet. I nærværende kapitel gennemgås de benyttede datakilder og kvaliteten af data vurderes.

7.1. Administrative data

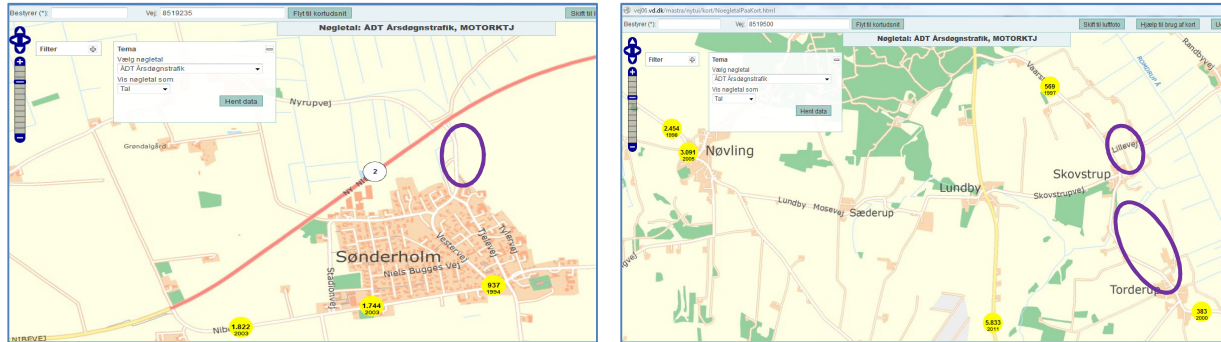
For hver strækning i analysevejnettet er knyttet et administrativt vejnummer samt fra og til stationering. Disse data stammer fra databasen vejman.dk (Vejdirektoratet, 2014d). De administrative data er generelt godt opdateret, da dette er grundstenen i databasen hvortil alle øvrige data er knyttet. Ud over vej nummer og stationering er vejklassen også hentet fra vejman.dk. I Aalborg Kommune er muligheden for at inddatere vejklasse i vejman.dk benyttet og bruges af kommunens administration, så derfor betragtes denne oplysning som værende opdateret og af en god kvalitet. Vejene i Aalborg Kommune er klassificeret som gennemfartsveje, fordelingsvej og lokalveje, efter principperne beskrevet i håndbogen for planlægning af veje og stier i åbent land (Vejregelrådet: Vejregelgruppen Veje og stier i åbent land, 2012). I projektet er der udelukkende arbejdet med gennemfarts- og fordelingsveje.

7.2. Trafiktal

Trafikmængden for hver strækning opgøres som årsdøgnstrafikken (ÅDT) i år 2009. ÅDT hentes i Mastra nøgletalsdatabase (Vejdirektoratet, 2014c). Databasen indeholder trafiktal for en lang række lokaliteter i Danmark, og vedligeholdes af de respektive vejmyndigheder. Tal fra databasen samt vurderinger fra den trafikmålingsansvarlige i Aalborg Kommune har dannet grundlag for ÅDT i projektets datasæt. På 42 ud af 145 strækninger var det muligt at finde en trafikmåling på den givne strækning. På de resterende strækninger er ÅDT vurderet ud fra målinger på tilstødende strækninger. På enkelte strækninger findes ingen måling på selve strækningen eller på nærliggende strækninger, ÅDT på disse er vurderet i samarbejde med den trafikmålingsansvarlige ved Aalborg Kommune. På figur 7.1 ses tre lokaliteter, hvor ÅDT er vurderet i samarbejde med Aalborg Kommune med baggrund i lokalkendskab ved den ansvarlige for trafikmålinger.

Hvor der ikke findes trafikmålinger fra 2009 omregnes disse med en fremskrivningsfaktor på 1,5%, på nær to strækninger hvor Aalborg Kommune har vurderet, at en fremskrivningsfaktor på 1% er passende.

Årsdøgnstrafik fra Mastras nøgletalsdatabase er baseret på tællinger, der kan være alt fra permanente- eller semipermanentetællinger til enkelttællinger. Tællingerne er herefter opregnet til ÅDT. Output fra Mastras nøgletalsbase vurderes at være af en god kvalitet, men selvsagt vil kvaliteten af ÅDT afhænge af hvilken type tælling denne er opregnet fra. Vurderingerne af ÅDT baseret på lokalkendskab vil være mindre præcise end målinger, men alligevel giver vurderingerne et billede af trafikniveauet på den givne strækning.



Figur 7.1: Eksempler (markeret med lilla) på lokaliteter hvor ÅDT er vurderet i samarbejde med Aalborg Kommune grundet manglende tællinger på strækningen eller tilstødende strækninger. Første eksempel er en frakørsel til oplandsbyen Sønderholm fra en gennemfartsvej. Andet eksempel er en fordelingsvej ved landsbyerne Skovstrup og Tønderup. Kort fra Mastra Nøgletalsdatabase (Vejdirektoratet, 2014c)

I projektet medtages udelukkende årsdøgns trafikken for motoriserede køretøjer. Mængden af cykeltrafik samt forgængere er ikke med. Ideelt set skulle disse parametre med i estimeringen af en uheldsmodel (Jensen, 2011; Reurings m. fl., 2005). Disse data er sjældent til rådighed på veje i åbent land, og således heller ikke i dette projekt. Cykeltrafikken er dog sparsom på det analyserede vejnet, og det vurderes derfor som en mindre usikkerhed at disse data ikke er med.

7.3. Vejkarakteristika

De registrerede vejkarakteristika stammer fra vejman.dk og fra registreringer i marken i forbindelse med gennemkørsel af nettet. Følgende karakteristika er registreret:

- Kørebanebredde
- Bredden af kantbane
- Bredden af blød rabat
- Krydstæthed
- Tæthed af vejadgange
- Tilstedeværelse af cykelsti
- Omfanget af længdemarkering

Kørebanebredde

Kørebanebredde defineres i vejteknisk ordbog som den del af vejen, der er bestemt for de kørende, dog ikke cykelsti og cykelbane (Vejdirektoratet - Vejreglerådet, 2004). Denne definition benyttes i nærværende projekt med en lille ændring: Kørebanebredde defineres som den del af vejen, der er bestemt for den kørende trafik inklusiv cykelbane men eksklusiv cykelsti. Dette er valgt, da metoden sigter mod tosporede veje i åbent land, på disse veje er cykeltrafikken beskeden. Det vurderes derfor, at den enkelte trafikants indtryk af vejen, og dermed også trafikantens kørestil, på denne type vej vil være uafhængig af om kantbanen er markeret som cykelbane eller ikke er.

Data om kørebanebredde er hentet fra vejman.dk, men kvaliteten af disse data er ikke tilstrækkelig god. Der opstod to problemer med kørebanebreddedata fra vejman.dk; 1) Det varierer om kantbanen er inkluderet i kørebanebredden i vejman.dk eller er registreret separat og 2) Den registrerede bredde er ikke altid i overensstemmelse med virkeligheden.

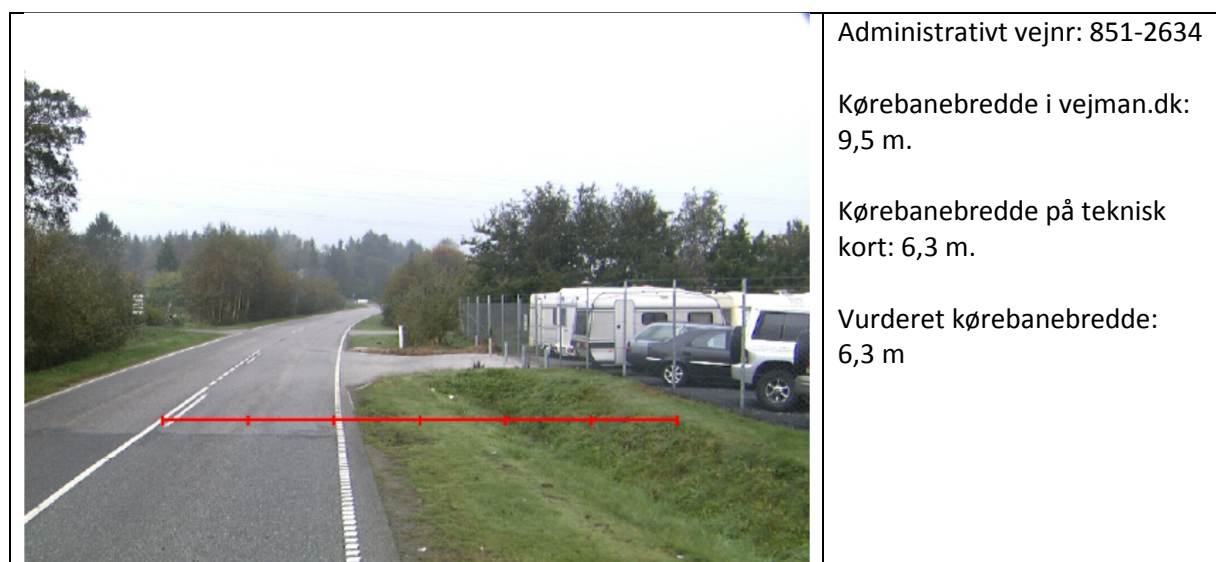
Alle strækninger er derfor målt på tekniske kort og 10% af strækningerne er kontrolmålt i forbindelse med gennemkørsel af vejnettet. Kvaliteten af tekniske kort kan også diskuteres, mens fysisk opmåling af den reelle vej bør være en sikker metode. Som en kontrol af de tekniske kort er 10% af strækningerne målt fysisk, og her stemte bredden på de tekniske kort indenfor 30 cm.

Følgende kriterier for valg af kørebanebredde blev derfor sat:

1. Er der mere end 1 m forskel på kørebanebredde i vejman.dk og på de tekniske kort skal bredden vurderes ud fra oplysningerne, billeder fra vejen, viden om standard tværsnitsmål og evt. fysisk opmåling, hvis strækningen var en del af de 10% der blev målt op fysisk.
2. Er der mindre end 1 m forskel på kørebanebredde i vejman.dk og på de tekniske kort benyttes oplysninger fra vejman.dk

I 22 ud af 145 strækninger er kørebanebredden vurderet, det svarer til ca. 15%. Dette dækker både over deciderede fejlregistreringer i vejman.dk og tilfælde hvor kantbanen ikke er registreret som en del af kørebanen. Hvorvidt kantbanen registreres som en del af kørebanen er ikke et egentligt problem, hvis det blot registreres konsekvent enten som en del af kørebanen eller som sin egen parameter i databasen. Det bliver et problem, fordi registreringen ikke er konsekvent enten med eller ikke med.

Deciderede fejlindtastninger vil altid forekomme, men bør selvfølgelig efterstræbes ikke at eksistere. I figur 7.2 ses et eksempel på fejlregistrering af vejbredde, hvor vejen er registreret til en kørebanebredde på 9,5 m, men vurderes til 6,3 m ud fra tekniske kort samt det sandsynlige for en vejbredde på denne vej.



Figur 7.2: Eksempel på fejlregistrering i database vejman.dk. Billede fra vejen i billeder (Vejdirektoratet, 2007).

I forhold til den fremtidige systematiske brug af data fra vejman.dk til for eksempel en udpegningsmetode baseret på vejkaraktistika, er det betænkeligt, at 15% af strækninger i dette projekt er ændret i forhold til de data kommunen umiddelbart har nem adgang til. Fremadrettet bør hver enkelt kommune overveje datakvaliteten, så denne er i overensstemmelse med hvad man ønsker at bruge data til både nu og i nærmeste fremtid.

Bredden af kantbane

Bredden af kantbanen er registreret i marken. Data vurderes derfor til at have en god kvalitet. I analysevejnettet findes en enkelt strækning med cykelbane, denne er 1,2 m bred og generelt svinger kantbanen fra at der ikke er nogen til at være 1,2 m bred. Som beskrevet under kørebanebredde indgår cykelbane i dette projekt i den samlede kørebanebredde grundet den beskedne cykeltrafik.

Informationer omkring kantbanebredde findes også i databasen vejman.dk, men som det var tilfældet med kørebanebredde er data mangelfulde. På nogle strækninger er kantbanen registreret særskilt og bredden kan aflæses, på andre strækninger er den ikke registreret særskilt. Et andet problem er, som ved kørebanebredde, at der kan være fejlindtastninger eller andre menneskelige fejl.

Bredden af blød rabat

Bredden er registreret i marken, og vurderes derfor generelt som værende af god kvalitet. Den bløde rabat er som udgangspunkt græsrabat ud til start af mark, skov, grøft, skråning eller faste genstande. På 1/5 af strækningerne er der cykelsti langs vejen adskilt med en græsrabat. Cykelstien er i disse tilfælde medregnet bredden af blød rabat. Dette er gjort, idet den bredde der i et trafiksikkerhedsmæssigt perspektiv er vigtigt, er bredden af det areal trafikanten har til rådighed til at bringe et køretøj til standsning uden at kolliderer med faste genstande eller rulle rundt. I tilfælde hvor cykelstien er placeret på den anden side af en grøft i forhold til vejmidten tæller cykelstien ikke med i den bløde rabat.

Krydstæthed

Antal kryds på hver strækning er registreret i forbindelse med gennemkørsel. Kryds er kryds med andre offentlige veje. I praksis vil der være tale om kryds med lokalveje. Dette skyldes at veje, med samme klasse som de der indgår i testvejnettet, benyttes som dele punkter mellem strækninger. Kryds med offentlige veje er nemme at se ved en gennemkørsel og data vurderes derfor til at være af god kvalitet. Kryds kunne også registreres via luftfoto eller gennem vejmyndighedens krydsregister, hvis dette er opdateret. 3- og 4-benede kryds registreres ens.

Tæthed af vejadgange

I forbindelse med gennemkørsel af analysevejnettet er antal adgangsveje på strækningerne registreret. Med vejadgange menes alle tilslutninger til vejen ud over kryds. Det vil sige, markadgange, adgang til skov, adgang til privat ejendom samt adgange til diverse installationer. Der er tale om adgange tiltænkt motoriserede køretøjer.

Selv ved gennemkørsel af vejnettet kan det være vanskeligt at se alle vejadgange, hvis en markadgang for eksempel ikke er blevet brugt det seneste år. I et forsøg på at imødegå dette, er analysevejnettet gennemkørt i juli måned, hvor der typisk er aktivitet på de fleste marker. Imidlertid må kvaliteten af disse data være lavere end de øvrige registreringer i marken, da vejadgange lettere kan overses end for eksempel et kryds.

Cykelsti

Hvorvidt der er cykelsti langs en strækning er registreret i forbindelse med gennemkørsel af analysevejnettet. Dette er nemt at registrere og data vurderes derfor at være af god kvalitet. På alle

strækninger med cykelsti er stien adskilt fra kørebanen med en græsribat eller en græsribat og grøft.

Længdemarkering

Længdemarkeringen er registreret i forbindelse med gennemkørsel. Det registreres hvorvidt der ingen striber er på vejen, om der er midterlinje eller om der er både midterlinje og kantlinjer. Der er tale om den tiltænkte type af afstribning og ikke om den er slidt eller ej. Dvs. hvis der er midterlinje, så er det uanset om midterlinjen er slidt næsten helt af eller lige er lavet. Dette skyldes, at data om vejens karakteristika analyseres sammen med trafikuheld fra en 8 års periode. Det formodes at den tiltænkte afstribning i hovedparten af disse år har været synlig. En analyse af betydning af vedligeholdelsesniveauet skulle i stedet tilknyttes det enkelte uheld, således vedligeholdelsesniveauet på lige netop uheldsdagen er kendt. Data om længdeafmærkningen vurderes at være af god kvalitet, da det elle steder var muligt på hele eller dele af strækningen at se hvilken type afstribning der var intentionen.

Blot som indikation af vedligeholdelsestilstanden er det registreret om afstribningen var intakt, lidt skallet i kanten, halvt væk eller næsten helt væk. På 95 strækninger var der ingen afstribning. På 90 strækninger var der enten midterstribe eller midterstribe kombineret med kantlinjer, heraf var 11% intakte, 42% lidt skallet i kanten, 38% halvt væk og 9% næsten helt væk.

7.4. Uheld

Uheldsdata i projektet stammer fra den koordinerede uheldsstatistik. Her findes data om de trafikuheld politiet registrerer, hvorefter de stedfæstes på vejnettet af den lokale vejmyndighed. Data er tilgængelig for oprettede brugere i databasen vejman.dk (Vejdirektoratet, 2014b) og udgør den officielle uheldsstatistik i Danmark. Uheldsdata i den officielle statistik udgør kun en delmængde af de samlede antal uheld der sker på vejnettet.

Registreringsgraden af de tilskadekomne i uheldsstatistikken sammenlignet med landspatientregistret er løbende fladet og således var i 2001 18,5% men 10% i 2011 (Danmarks Statistik, 2012). Registreringsgraden af materielskadeuheld er formentlig mindre. Grunden til, at disse data alligevel benyttes som grundlag i projektet er, at dette er de eneste tilgængelige landsdækkende data om uheld, som er stedfæstet rimeligt præcist på vejnettet. En præcis stedfæstelse er nødvendig i analysen, da uheldene skal tilknyttes de strækninger, der indgår i analysen. Samtidig forventes politiets registreringsgrad at være højere i åbent land, idet uheldene ofte er mere alvorlige grundet høj hastighed, hvilket gør at politiet oftere involveres. Dertil er transportmiddels sammensætningen på landet således, at langt størstedelen er motoriserede køretøjer fremfor bløde trafikanter. Generelt er registreringsgraden af tilskadekomne i motorkøretøjer højere end for bløde trafikanter. Sammenlignes registreringsgraden for personbiler og cyklister i 2011 er den 14% for tilskadekomne i personbiler og kun 4,6% for tilskadekomne på cykel (Danmarks Statistik, 2012).

I analysen anvendes person- og materielskadeuheld fra perioden 2004 – 2011. Der er hovedsagligt to modsatrettede hensyn at tage, når længden af uheldsperioden vælges til et studie hvor sammenhængen mellem uheldsforekomst og vejkarakteristika undersøges. Perioden skal være så

lang, at indflydelsen af den tilfældige variation minimeres. Samtidig skal perioden ikke være for lang, da ændringer i infrastrukturen eller trafikreguleringen da kan spille en rolle for uheldsforekomsten. Den forholdsvis lange uheldsperiode er valgt i dette projekt fordi uheldsbilledet i åbent land er meget spredt, den lange uheldsperiode skal dermed imødegå noget af problematikken omkring tilfældig variation i uheldene. Omvendt er det analyserede vejnet, et vejnet hvor der ikke er sket større ændringer hverken i selve vejanlæggene eller i reguleringen. Det vurderes derfor, at en længere uheldsperiode er at foretrække i dette projekt.

I perioden er der sket 141 person- og materielskadeuheld med i alt 135 dræbte og tilskadekomne på analysevejnettet. Uheldene er fordelt på 65 strækninger, hvorfor der er 80 strækninger uden registrerede uheld.

8. Variablenes funktionelle form

Valg af uafhængige variabler, valg af statistisk fordeling, valg af modellens funktionsudtryk har alle betydning for resultatet. Ligeledes er det væsentligt hvilken form for sammenhæng mellem de uafhængige og den afhængige variabel der forudsættes. Forudsættes denne lineær vil modellens udtryk selvsagt kun være brugbart hvis sammenhængen i realiteten er lineær. Det er derfor vigtigt, at analysere de variabler der indgår i den statistiske analyse. Behovet for at undersøge karakteren af sammenhængen mellem uheldsforekomsten og den uafhængige variabel er beskrevet flere steder bl.a. af (Hauer og Bamfo, 1997; Hauer, 2004; Reurings m. fl., 2005).

I dette kapitel analyseres variablerne, der ønskes inddraget i en regressionsanalyse, med henblik på at formulere en uheldsmodel. Variablerne analyseres for at finde den funktionelle form, der bedst beskriver sammenhængen mellem den uafhængige variabel og uheldsforekomsten. Benyttes variablerne udelukkende i den oprindelige form, antages en lineær sammenhæng mellem variablen og den naturlige logaritme til uheldsforekomsten, når der foretages Poisson eller negativ binomial regression. Dette er ikke altid er det mest beskrivende for en eventuel sammenhæng.

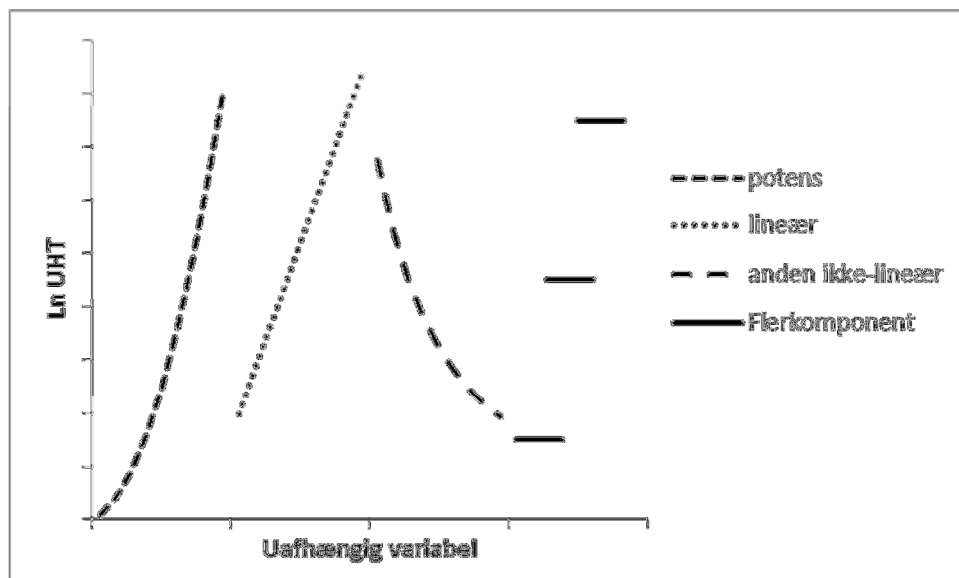
Derfor undersøges følgende tre punkter for hver variabel:

1. Kan der formodes at være en sammenhæng mellem forekomst af variablen og forekomsten af uheld?
2. Hvilken funktionel form beskriver bedst en eventuel sammenhæng?
3. Skal variablen indgå som en kontinuerlig variabel eller som en kategorivariabel?

8.1. Metode

Analysen af variablerne er undersøgende i den forstand at udgangspunktet er at analysere variablerne efter samme metode, men i realiteten gør variablenes forskelligartede karakter, at analyserne udarter sig lidt forskelligt. Metoden til analyse af variablerne er inspireret af metoder beskrevet til logistisk regression i (Harrell, 2001) og (Hosmer m. fl., 2013), som overføres til Poisson og negativ binomial regression, der er i tæt familie med logistisk regression.

Ideen er at finde sammenhængen mellem variablen og den naturlige logaritme til uheldsforekomsten igennem en undersøgende dataanalyse. Uheldsforekomsten i dette tilfælde er uheldstæthed, da strækningerne er af varierende længde, og antal uheld derfor ikke kan sammenlignes direkte. Grundet naturen i Poisson og negativ binomial fordeling sammenlignes sammenhængen mellem variablen med den naturlige logaritme til uheldstæthed. Forskellige funktionelle former af variablen undersøges for at finde det funktionelle udtryk, der giver den bedste lineære sammengæng med den naturlige logaritme til uheldstæthed. I figur 8.1 er angivet en principiel figur for denne analyse, hvor der er angivet eksempler på fire mulige funktionelle former af den uafhængige variabel.



Figur 8.1: Eksempler på forskellige funktionelle sammenhænge mellem en uafhængig variabel og den naturlige logaritme til uheldstætheden. Inspireret af (Hosmer m. fl., 2013).

Ved at plotte de enkelte variabler mod den naturlige logaritme til uheldstætheden fås en række plots, hvor sammenhængen umiddelbart kan være vanskelig at aflæse. Uheldsdata er som oftest sparsom, fyldt med støj og kompleks (Hauer og Bamfo, 1997). Hauer og Bamfo foreslog i 1997 en metode "Integrate-Differentiate (ID) method" som hjælp til at vurdere hvilken funktionel form de uafhængige variabler bør tage når et plot af den uafhængige variabel mod den afhængige variabel former en udefinerbar form af punkter. Ideen bag metoden er at akkumulere et konstrueret areal over den uafhængige variabel. Arealet konstrueres ved at tage halvdelen af afstanden mellem værdien umiddelbart før og efter den aktuelle værdi af den uafhængige variabel. Denne afstand multipliceres med antal af den afhængige variabel (antal uheld) i punktet, findes flere punkter med samme værdi af den uafhængige variabel benyttes gennemsnittet af den afhængige variabel (uheld) som den ene side i arealet (Hauer og Bamfo, 1997).

En anden, mere enkel, metode til at klarlægge sammenhænge i data, hvor sammenhængen ikke umiddelbart er klar i et plot af den uafhængige og afhængige variabel, er data aggregering, hvor data aggregeres i homogene grupper set i forhold til den uafhængige variabel (Elvik, 2012). Ens for begge metoder, er at de ikke kan automatiseres og kræver separat analyse af hver enkelt variabel. Ved dataaggregering forsøges at tage højde for uheldenes stokastiske natur, der betyder at hvert enkelt punkt er relativt upræcist. Ved at aggregere punkterne gøres data så at sige klar til analyse. I Bamfo og Hauers metode fra 1997 får arealer baseret på et enkelt punkt samt arealer baseret på flere punkter tillagt samme værdi, selvom der vil være større usikkerhed forbundet med arealet bestemt på baggrund af et enkelt punkt. Det vurderes derfor, at den mere enkle dataaggregering i højere grad tager højde for at uheldene har en stokastisk natur end det er tilfældet med "integrate-Differentiate" metoden, og i denne analyse benyttes dataaggregering i forbindelse med bestemmelsen af variablernes funktionelle form.

I dette projekt aggregeres data, der er homogene i forhold til den aktuelle variabel, og uheldstætheden for de aggregerede data bestemmes. Data deles i grupper, det kan være kvintiler

eller centiler i data, eller det kan være logiske grupper. Med logiske grupper menes grupper, der er inddelt efter logiske værdier. Det kan for eksempel være variabelen krydstæthed, hvor der er en større gruppe strækninger med værdien 0 kryds/km, disse strækninger ville da udgøre én gruppe, og de resterende strækninger inddeles i for eksempel fire lige store grupper efter stigende krydstæthed.

Efter data aggregering plottes variabelen igen mod den naturlige logaritme til uheldstætheden. Plottet analyseres med henblik på at vurdere hvilke funktionelle former sammenhængen kan have. På figur 8.1 ses eksempler på flere forskellige funktionelle former der kan vurderes ud fra plottet. Herefter prøves variabelen i flere af de forskellige funktionelle former for at finde den form, der resulterer i bedste lineære fit mod den naturlige logaritme til uheldstætheden, hvilket vurderes ud fra R^2 værdier.

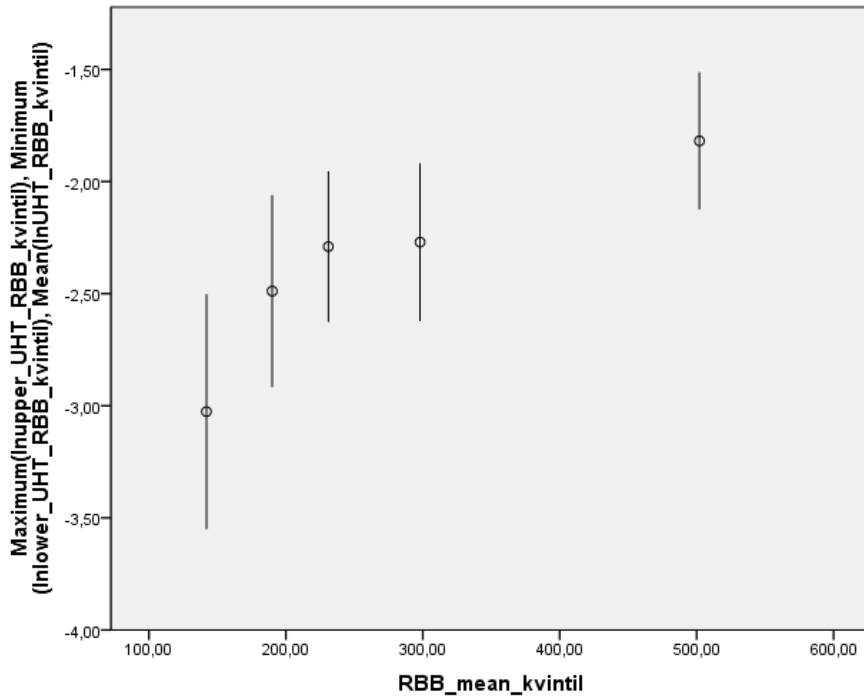
8.2. Resultater

Det samlede resultat af analysen af variablernes funktionelle sammenhæng med uheldstætheden ses i tabel 8.1. Analyse af hver enkelt variabel kan ses i bilag B.

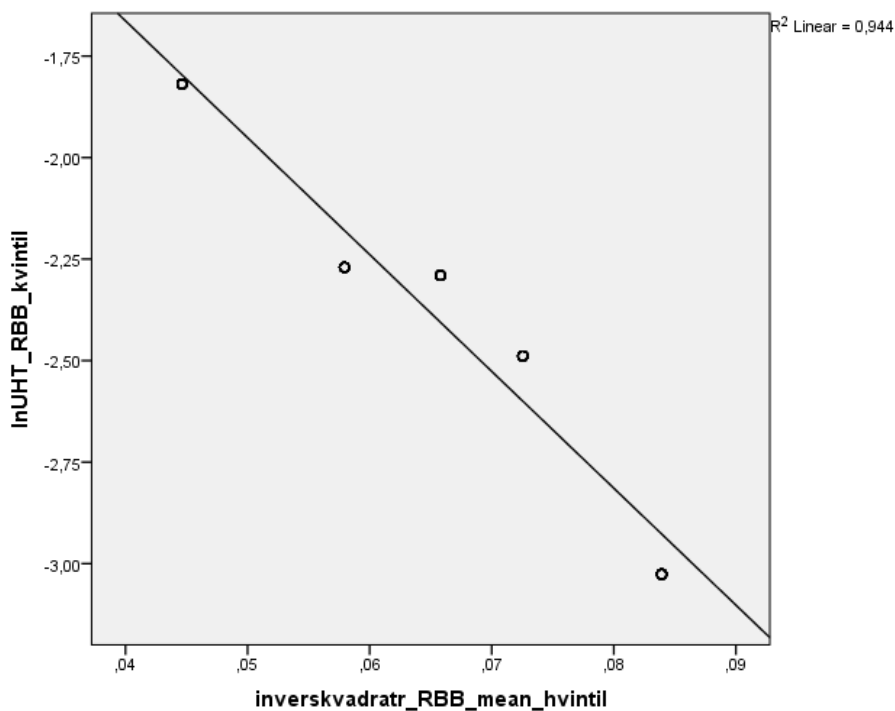
Tabel 8.1: Oversigt over variabler og med hvilken funktionel form de indgår i regressionsanalysen.

Variabel	Beskrivelse
Antal uheld	Afhængig variabel angivet i antal uheld over en periode på 8 år.
Årsdøgnstrafik	Uafhængig kontinuerlig variabel. Indgår som $\ln \text{ÅDT}$.
Kørebanebredde	Uafhængig kategori variabel, 0/1, hvor 0 er strækninger med en kørebanebredde på under 6,5 m og 1 er strækninger med en kørebanebredde på 6,5 m eller derover.
Blød rabat	Bredden af den bløde rabat. Uafhængig kontinuerlig variabel. Indgår som $\frac{1}{\sqrt{\text{blød rabatbredde}}}$
Kantbane	Uafhængig kategori variabel, 0/1, uden/med kantbane.
Krydstæthed	Antal kryds pr. km. Uafhængig kontinuerlig variabel. Indgår som $\sqrt{\text{Krydstæthed}}$
Adgangstæthed	Antal vejadgange pr. km. Uafhængig kontinuerlig variabel. Indgår som Adgangstæthed.
Cykelsti	Uafhængig kategori variabel, 0/1, uden/med cykelsti
Længdemarkering	Uafhængig kategori variabel, 0/1/2, 0 er strækninger uden længdemarkering, 1 er strækninger med midterstriber, 2 er strækninger med både midterstriber samt kantstriber.

Som eksempel på analysen ses i figur 8.2 og figur 8.3 plot af variabelen blød rabat, der repræsenterer bredden af den bløde rabat langs en strækning. Datagrundlaget inddeles i kvintiler efter bredden af den bløde rabat og afbilledes i figur 8.2 mod den naturlige logaritme til uheldstætheden og 95% konfidensinterval for hver kvintil. Det kan ses med det blotte øje at sammenhængen ikke er lineær. I stedet er den inverse kvadratrods af bredden af blød rabat plottet mod $\ln \text{UHT}$ i figur 8.3, hvor der kan indlægges en ret linje med en R^2 værdi på 0,944, hvilket gav det bedste fit af de funktionelle former der blev afprøvet for bredden af den bløde rabat.



Figur 8.2: Bredden af blød rabat (RBB) inddelt i kvintiler og plottet mod den naturlige logaritme til middelhældstæthed for hver kvintil med tilhørende 95% konfidensinterval.



Figur 8.3: Den inverse kvadratrodd af bredden af blød rabat inddelt i kvintiler plottet mod den naturlige logaritme til middelværdien for uheldstætheden i hver kvintil. Der er indlagt en ret linje med $R^2=0,944$.

Princippet om bedste lineære fit vurderet ud fra R^2 er fraveget ved variabelen $\dot{A}DT$, da en mere udbredt funktionel form fittede omtrent lige så godt. Den funktionelle form der havde den bedste tilpasningsgrad for $\dot{A}DT$ var den inverse kvadratrods af årsdøgnstrafikken, $1/\sqrt{\dot{A}DT}$, (R^2 : 0,976). Imidlertid gav $\ln\dot{A}DT$ et næsten lige så godt fit (R^2 : 0,962). $\ln\dot{A}DT$ har stor udbredelse som funktionel form af $\dot{A}DT$ i statistisk uheldsanalyse i litteraturen, eksempelvis (Fridstrøm m. fl., 1995; Geedipally m. fl., 2012; Hadi m. fl., 1995; Ivan m. fl., 2000; Venkataraman m. fl., 2011).

For at teste betydningen af at vælge $\ln\dot{A}DT$ frem for $1/\sqrt{\dot{A}DT}$ er der foretaget regressionsanalyse med begge former. Efterfølgende er der foretaget prædiktioner af uheldstæthed ved forskellige niveauer af $\dot{A}DT$ med øvrige variabler holdt på en middelværdi. Dette viste, at kun ved værdier i den høje ende af $\dot{A}DT$ spektret i dette projekt (8-10.000) er der forskel på prædiktionen af UHT afhængigt af om der benyttes $1/\sqrt{\dot{A}DT}$ eller $\ln\dot{A}DT$. Modellerne fremkommet af regressionsanalysen beskrevet i kapitel 11, vurderes gyldig for strækninger med en $\dot{A}DT$ op til omkring 6.000. Det betyder, at en forskel i prædiktion af UHT ved $\dot{A}DT$ på 8-10.000 ikke har en praktisk betydning. Derfor vælges at benytte den mere gængse funktionelle form for $\dot{A}DT$ - $\ln\dot{A}DT$.

Ved analysen af kørebanebredden viste data, at der er et spring i uheldstætheden omkring en kørebanebredde på 6,5 m, der indikerer at kørebanebredden bør indgå som en kategorivariabel. Dette spring var ikke umiddelbart ventet, da størstedelen af litteraturen, som beskrevet i kapitel 4, viser en mere kontinuerlig sammenhæng. Dog viste to undersøgelser et lignende spring i analyse af smalle veje (Milton og Mannering, 1998; Othman m. fl., 2009). For at undersøge variabelen grundigt blev data aggregeret efter flere forskellige principper, både for at klarlægge at der var tale om en ikke kontinuerlig sammenhæng og dernæst for at kunne vurdere kategoriinddelingen bedst. Dette resulterede i en kategorivariabel for kørebanebredden med to kategorier på henholdsvis under 6,5 m og på 6,5 m eller derover. For yderligere detaljer om analysen af kørebanebredden henvises til bilag B.

9. Uheldsmodel på baggrund af analysevejnettet

Sammenhængen mellem tilstedeværelsen af en række vejkarakteristika og forekomsten af trafikuheld er analyseret på et vejnet i åbent land ved hjælp af regressionsanalyse. Som beskrevet i kapitel 2 foretages analysen med udgangspunkt i Poisson og negativ binomial regressions modeller. Regressionsanalysen foretages med det formål, at opnå viden om hvilke karakteristika der påvirker risikoen for uheld, samt at opstille en foreløbig uheldsmodel der kan indgå i en udpegningsmetode til test.

9.1. Teoretisk baggrund: Poisson og negativ binomial fordeling

Poisson modellen er defineret som (Hilbe, 2011):

$$P(n_i) = \frac{e^{-\lambda_i} \cdot (\lambda_i)^{n_i}}{n_i!} \quad (9.1)$$

hvor, $P(n_i)$ er sandsynligheden for at n uheld indtræffer på strækning i , og λ_i er det forventede antal uheld på strækning i . λ er defineret som:

$$\lambda_i = e^{(\beta X_i)} \quad (9.2)$$

Hvor X_i er en vektor af forklarende variabler for strækning i , og β er en vektor af koefficienter, der kan estimeres ved hjælp af standard maksimum likelihood metoder. Poisson regression kan benyttes til at estimere β , så længe variansen i data er lig middelværdien for uheldstæthed. Er variansen større end middelværdien kan i stedet benyttes negativ binomial regression. I dette tilfælde er λ givet ved:

$$\lambda_i = e^{(\beta X_i + \varepsilon_i)} \quad (9.3)$$

Her er der tilføjet et fejlded, ε_i , der er gammafordelt med en middelværdi på 1 og en varians α . Er α lig 0 reduceres en negativ binomial fordeling til en Poisson fordeling. Poissonmodellen er altså et specialtilfælde af den negative binomialmodel, hvor α er lig med 0.

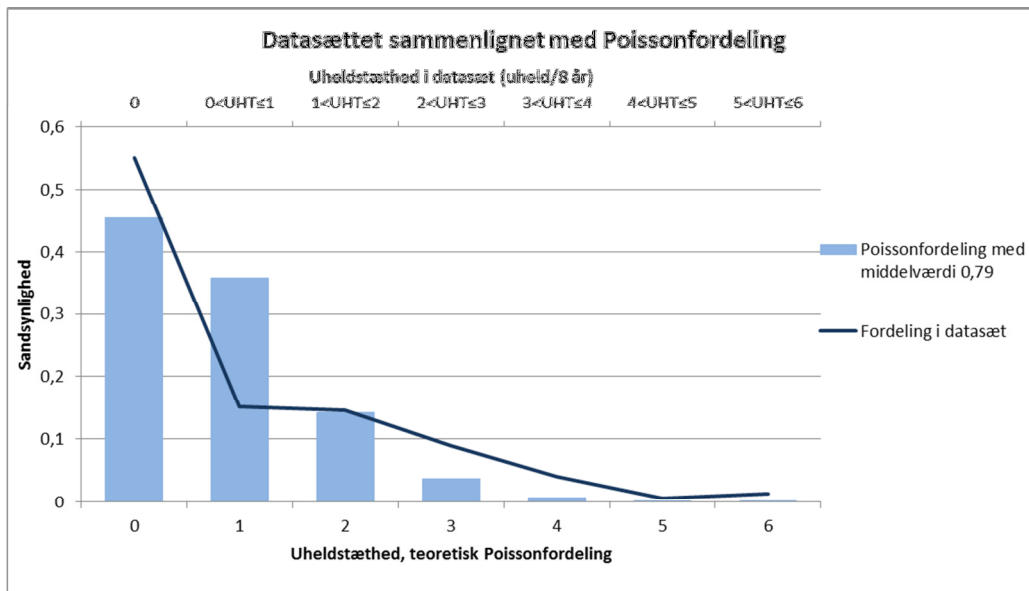
9.2. Metodemæssige overvejelser

I dette afsnit redegøres for overvejelser vedrørende data inden regressionsanalysen foretages.

Sandsynlighedsfordeling af uheld i datasæt

Uheldstallene i datasættet er knyttet til strækninger med varierende længde og kan dermed ikke direkte sammenlignes i et histogram. I stedet sammenlignes fordelingen af uheldstæthed med en ren Poissonfordeling med en middelværdi der svarer til middelværdien for uheldstæthed i data. Denne sammenligning ses i figur 9.1, hvor en Poissonfordeling med en middelværdi på 0,79 er afbilledet som søjler, og fordelingen i datasættet er afbilledet med en lys blå graf. Som det ses lægger

fordelingen af uheldstæthed sig ikke helt op ad Poissonfordelingen, men afviger heller ikke voldsomt. Som udgangspunkt antages data derfor Poissonfordelte, men omfanget af 0-observationer og overspredning vurderes. Dette er nærmere beskrevet i de efterfølgende afsnit "Overspredning" og "Overrepræsentation af observationer med 0 uheld".



Figur 9.1: Sammenligning af fordelingen af uheldstæthed i datasættet med en Poissonfordeling med middelværdien 0,79, hvilket svarer til middelværdien for uheldstæthed i datasættet.

Overspredning

Hvis variansen i den afhængige variabel er større end middelværdien, findes overspredning i variationen. Der siges at være overspredning i data, hvis der er en større grad af variabilitet i data end hvad der kan forventes i en given statistisk fordeling – for eksempel Poisson fordeling. I langt størstedelen af Poisson fordelte data fra virkeligheden vil der være mere eller mindre overspredning, da virkeligheden sjældent er 100% tilfældig og dermed følger en Poisson fordeling.

Det væsentlige at undersøge i data, er om overspredningen er så stor, at det er nødvendigt at håndtere data med en anden model end Poisson. Derfor testes det i analysen, om data kan antages at være Poisson fordelte, svarende til at variansen er lig middelværdien. Dette gøres ved at teste nulhypotesen $\alpha = 0$, hvor $\alpha =$ overspredningsparameteren, med den såkaldte "boundry likelihood ratio test" (Hilbe, 2011). Findes overspredning i data kan en negativ binomial model i stedet benyttes til regressionsanalyse. Variansen i data er større end middelværdien for uheldstæthed, se afsnit 9.3, så der er en grad af overspredning i data, boundry likelihood ratio testen benyttes til at undersøge om overspredningen er så stor, at data ikke kan behandles med en Poisson regressionsmodel. I resultaterne fra regressionsanalysen i afsnit 9.4 er resultaterne fra "boundry likelihood ratio test" gengivet, og i alle tilfælde viser den, at overspredningsparameteren ikke er statistisk signifikant forskellig fra 0, og en Poisson regressionsmodel kan derfor benyttes.

Underspredning

Underspredning opstår når variansen i den afhængige variabel er mindre end middelværdien (Hilbe, 2011). Underspredte data forekommer sjældent i uheldsdata og som regel kun, når de fleste observationer er 0 uheld, få observationer er på 1 uheld og ingen observationer omfatter flere end 1 uheld. Dette kan for eksempel være tilfældet med dødsuheld eller uheld ved sikrede jernbaneoverskæringer (Jensen, 2011). Datagrundlaget for denne analyse omfatter flere strækninger, hvor der er registreret mere end 1 uheld, hvilket bl.a. skyldes en forholdsvis lang uheldsperiode på 8 år. Variansen i data er større end middelværdien, se afsnit 9.3, hvorfor der ikke er underspredning i data.

Overrepræsentation af observationer med 0 uheld

Uheldsdata fordelt på et antal strækninger vil indeholde en række strækninger uden uheld, såkaldte 0-strækninger. Andelen af 0-strækninger kan blive så stor, at dette ikke statistisk kan håndteres af en generel Poisson eller negativ binomial regression. Det kan i stedet være nødvendigt at bruge dual-state modeller såsom zero-inflated Poisson eller zero-inflated negativ binomial regression (Hilbe, 2011). Det kan imidlertid diskuteres, om det giver logisk mening, at benytte en zero-inflated model til at modellere uheldsdata, da et forventet uheldstal på 0 for en strækning eller kryds ikke er realistisk, idet der teoretisk set ikke eksisterer en sikker tilstand for en lokalitet på vejnettet (Jensen, 2011; Lord m. fl., 2007; Reurings m. fl., 2005). Ifølge Lord, Washington og Ivan (2007) skyldes en stor andel af 0-observationer i data i højere grad en eller flere af følgende årsager:

1. De analyserede lokaliteter er karakteriseret af en kombination af lav eksponering, høj forskelligartethed og højrisiko lokaliteter.
2. Data omfatter en kort tidsperiode eller et mindre geografisk område.
3. Uheldsdata på lokaliteterne er genstand for relative høje mørketal.
4. Væsentlige variabler er udeladt fra uheldsmodelleringen.

Data i nærværende analyse vil kunne kritiseres for flere af disse punkter. Bl.a. er rapporteringsgraden i den officielle danske uheldsstatistik lav, og dermed er mørketallet højt. Det kan ikke argumenteres at data fra analysevejnettet ikke er genstand for et eller flere af ovenstående punkter, og dermed kunne siges at indeholde strækninger der er i sikker tilstand. Brugen af zero-inflated modeller frarådes da også i OECD rapporten "Sharing Road Safety" fra 2012 (OECD, 2012). Nyere forskning finder desuden, at en variation af negativ binomial modellen: "negative binomial-Lindley generalized linear model" bedre beskriver overspredte uheldsdata med en stor andel af 0-strækninger end "zero-inflated" negativ binomial modeller (Geedipally m. fl., 2012).

I datasættet findes 57% 0-strækninger. I en Poisson fordeling med en middelværdi svarende til data fra analysenettet forventes 45% 0-strækninger, se figur 9.1. Andelen af 0-strækninger i datasættet er dermed 12 procentpoint højere end forventet for i en Poisson fordeling, med tilsvarende middelværdi. Dette vurderes ikke at udgøre et problem for håndtering i Poisson regression, men vil være med i overvejelserne når resultaterne af regressionsanalysen vurderes.

Korrelation mellem uafhængige variabler

Korrelation er ofte et problem i faktormodeller, da flere uafhængige variabler indgår i modsætning til basismodeller (Jensen, 2011). Variabler, der vedrører vejens design og brug, er dog sjældent

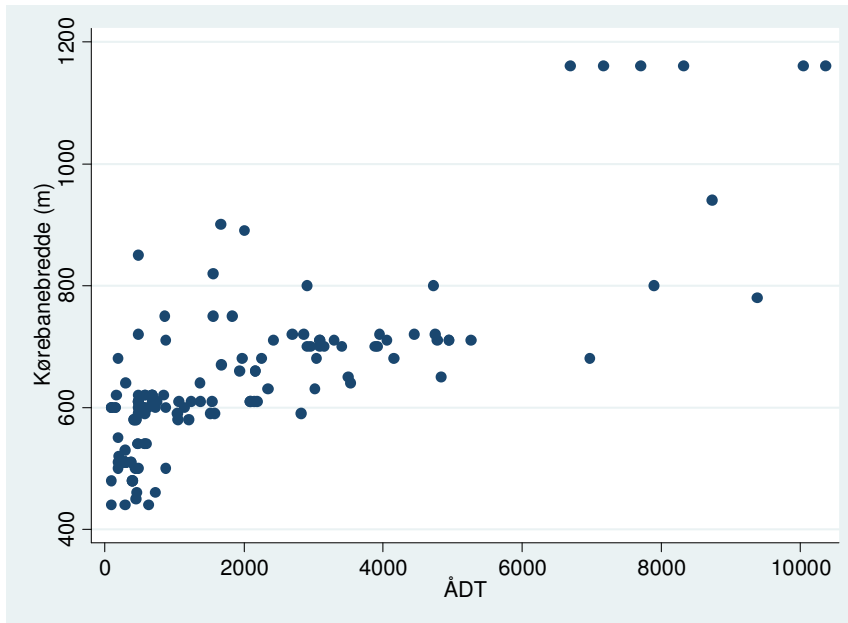
fuldstændig uafhængige af hinanden. Dette hænger sammen med, at for eksempel vejens bredde i projekteringsfasen fastlægges ud fra bl.a. den forventede trafik på en fremtidig vej, og derfor vil disse to variabler naturligt være korrelerede. Det er derfor væsentligt at overveje om der er korrelation mellem de uafhængige variabler i en model og vurdere om denne korrelation er stærk.

I bilag C er alle variabelers indbyrdes korrelation vurderet. Korrelationen er vurderet ud fra en visuel vurdering af mønstre i plots samt lineær regression mellem variablerne. I figur 9.2 og figur 9.3 ses eksempler på plot af variabler, i bilag C findes plots af alle kombinationsmuligheder mellem modellens 8 uafhængige variabler. I figur 9.2 er kørebanebredde plottet sammen med ÅDT. På plottet ses en forholdsvis klar sammenhæng mellem stigende ÅDT og stigende kørebanebredde, og de to variabler er som forventet korrelerede. På figur 9.3 er tæthed af vejadgange plottet sammen med krydstæthed. Der kan ikke ses noget mønster i plottet, og de to variabler vurderes derfor uafhængige af hinanden.

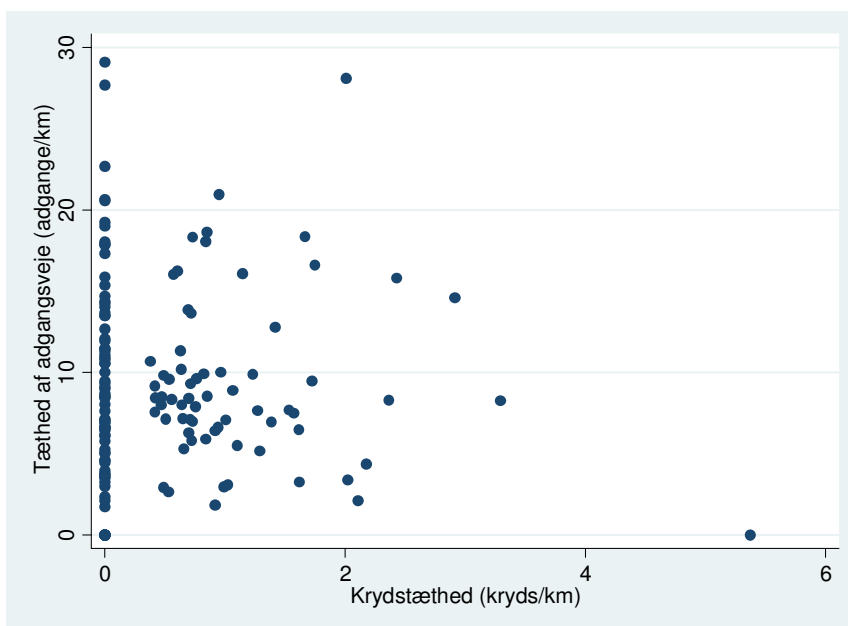
I tabel 9.1 findes en samlet oversigt over korrelation mellem de uafhængige variabler. ÅDT er korreleret med 4 ud af 7 uafhængige variabler. Dette er forventeligt, i det mange af vejens karakteristika afhænger af den forventede trafik, når vejen projekteres. Omvendt er en variabel som tæthed af vejadgange ikke korreleret med de øvrige 7 variabler. Der kunne være en forventning om, at tætheden af vejadgange var korreleret med for eksempel kørebanebredde, idet adgangsveje søges begrænset på det primære vejnet. Det faktum, at denne korrelation ikke eksisterer i data, skyldes måske at det analyserede vejnet er det sekundære vejnet i åbent land, hvor nedlæggelse af eksisterende vejadgange sandsynligvis ikke har været prioriteret.

Tabel 9.1: Oversigt over korrelation mellem variabler i analysen. Graden af korrelation mellem kontinuerte variabler er vurderet som Nej ($R^2 < 0,2$), Moderat ($0,2 < R^2 < 0,5$) og stærk ($R^2 > 0,5$). Korrelation med en kategorivariabel (Cykelsti og længdemarkering) er vurderet visuelt til ja/nej ud fra plot.

	Køre- bane- bredde	Blød rabat	Kantbane	Kryds- tæthed	Adgangs- tæthed	Cykelsti	Længde- marke- ring
ÅDT	Stærk	Moderat	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja
Kørebanebredde		Moderat	Moderat	Nej	Nej	Ja	Ja
Blød rabat			Nej	Nej	Nej	Ja	Ja
Kantbane				Nej	Nej	Nej	Ja
Krydstæthed					Nej	Nej	Nej
Adgangstæthed						Nej	Nej
Cykelsti							Ja



Figur 9.2: Plot af ÅDT og kørebanebredde. Der ses et mønster hvor større trafikmængde følges af bredere kørebane, hvorfor de to variabler vurderes at være korrelerede.



Figur 9.3: Plot af Krydstæthed og tæthed af vejadgange. Der ses ikke umiddelbart noget mønster i plottet, hvorfor de to variabler vurderes uafhængige af hinanden.

Korrelation mellem variablerne kan være et problem i modelleringen af uheld, da det kan påvirke estimer fra regressionsanalyser. Korrelation behøver imidlertid ikke at være et problem, hvis regressionsanalysen producerer veldefinerede estimer med lave standardafvigelser (Washington m. fl., 2004). Opstår der problemer i modelleringen grundet korrelation, kan en mulighed være at fjerne variabler fra modellen. Så vidt muligt bør dette være variabler, der ikke indeholder direkte kausaleffekt, men under alle omstændigheder vil det at fjerne variabler også fjerne en eventuel unik

påvirkning fra denne variabel (Jensen, 2011; Washington m. fl., 2004). Problemet med korrelerede variabler håndteres i denne analyse ved at vurdere estimater og standard afvigelser i resultater fra regressionsanalyser og evt. udelade nogle variabler fra den endelige model.

Systematisk fejl på grund af udeladte variabler

Jo færre variabler, der inddrages i uheldsmodellen, desto større er risikoen for at udelade betydende variabler (Lord og Mannering, 2010). Systematisk fejl grundet udeladte variabler opstår, når en variabel, der påvirker både den afhængige samt en eller flere af de uafhængige variabler, udelades (Sønderskov og Stubager, 2011). Eksisterer der systematisk fejl på grund af udeladte variabler, kan fortolkninger af de enkelte variablers betydning for udfaldet af den uafhængige variabel være fejlagtige, og i værste fald kan udeladte variabler betyde, at modellen giver et skævt billede af det der forsøges modelleret (Lord og Mannering, 2010; Reurings m. fl., 2005; Sønderskov og Stubager, 2011). I praksis er det ikke muligt at inkludere alle betydende variabler i uheldsmodellering, og det bør derfor altid overvejes, om der er udeladt variabler, der sandsynligvis ville have en betydning for udfaldet af den afhængige variabel og samtidig påvirke en eller flere af de uafhængige variabler. Udeladelsen af variabler, der påvirker risikoen for uheld, men ikke påvirker de variabler, der er inkluderet i analysen, vil betyde at en andel af den systematiske variation ikke kan forklares med modellen. Altså vil modellens forklaringsgrad være mindre, hvis betydende variabler udelades.

Cykel og fodgænger trafik indgår ikke i analysen, hvilket er en typisk årsag til fejlbehæftede estimater i uheldsmodellering. Nærværende analyse foretages imidlertid på det sekundære tosporede vejnet i åbent land, hvor denne trafik vurderes at være beskednen. Det vurderes derfor ikke at give problemer i forhold til estimering af modellens koefficienter, at det udelukkende er motortrafik der er med i analysen.

Karakteristika fra vejens geometri, der ikke er inddraget i analysen, kan muligvis have en påvirkning på antallet af uheld, det gælder for eksempel vejens tværfald. Imidlertid påvirker vejens tværfald og lignende karakteristika ikke nogle af de øvrige variabler. Dermed bør udeladelsen af disse variabler ikke påvirke resultatet af de estimerede koefficienter for de øvrige variabler, men udelukkende betyde at en del af den systematiske variation står uforklaret.

Andre variabler fra vejens geometri kan påvirke både uheldsforekomsten og en eller flere af de uafhængige variabler. Det kan for eksempel være vejens horisontale kurvatur. Som omtalt i kapitel 4 "Sammenhæng mellem vejkarakteristika og uheldsforekomst" har undersøgelser vist, at enten radius i horisontale kurver eller tætheden af skarpe kurver har en påvirkning på uheldsforekomsten. Det kan diskuteres, om antal kurver eller kurvernes radius direkte påvirker ÅDT, men de to variabler vil være korrelerede idet veje designet med blødere kurver, når de projekteres til større trafikmængder. Afhængigt af styrken i en eventuel påvirkning fra kurvatur til ÅDT vil dette kunne påvirke estimater fra regressionsanalysen.

Vurdering af modellen

Ved formulering af uheldsmodeller er det selvsagt interessant om disse giver et retvisende billede af data. Dette er interessant i modelleringsprocessen, hvor forskellige modeller sammenlignes med henblik på at vælge den bedste, og det er interessant at kunne angive, hvilken forklaringsgrad den endelige model har.

Vurdering med information criterions

Akaike's Information Criterion (AIC) og Bayesian Information Criterion (BIC) vil blive benyttet til at sammenligne modellerne fremkommet ved regressionsanalyse. AIC og BIC kan bruges til at sammenligne en given model med en justeret model, hvor der inddrages en yderligere forklarende variabel. Værdien af AIC og BIC er ikke i sig selv informativ, det er forskellen i AIC og BIC værdier mellem to modeller (med samme antal observationer), der er interessant. Den forskel i værdi kan benyttes til at prioritere mellem de to modeller.

De mest anvendte former af AIC er (Hilbe, 2011):

$$AIC = -\frac{2\mathcal{L} + 2k}{n} \quad (9.4)$$

$$AIC = -2\mathcal{L} + 2k \quad (9.5)$$

Hvor \mathcal{L} er modellens log-likelihood, k er antal uafhængige variabler plus konstanten og n er antal observationer. Forskellen ligger i hvorvidt der divideres med antal observationer. Jo mindre AIC er jo bedre er modellen. For at kriteriet er troværdigt kræves at der er signifikant statistisk forskel på de to AIC værdier. For at vurdere om der er en signifikant forskel på to AIC værdier, kan tabel 9.2 benyttes. Denne tabel henviser til AIC regnet efter udtrykket i (9.5) (Hilbe, 2011). I nærværende analyse er der 145 strækninger, og dermed skal forskellen på AIC værdierne på to modeller være større end seks, før AIC værdierne kan benyttes til at vurdere hvilken model der bør foretrækkes.

Tabel 9.2: Vejledning til valg af model ud fra forskelle i AIC for model A og B. n er antal observationer. (Hilbe, 2011)

Valg af model ud fra forskel i AIC	
Forskelle mellem AIC værdi for model A og B	Resultat hvis A < B
<0 og ≤2,5	Ingen forskel i modeller
<2,5 og ≤6,0	Foretræk A hvis $n > 256$
<6,0 og ≤9,0	Foretræk A hvis $n > 64$
10+	Foretræk A

BIC kan, som AIC, beregnes på flere forskellige måder. I statistisk software er følgende definition af BIC den mest anvendte (Hilbe, 2011):

$$BIC = -2\mathcal{L} + k \ln(n) \quad (9.6)$$

Benyttes (9.6) til beregning af BIC kan værdierne sammenlignes direkte, og modellen med den laveste værdi af BIC vil altid være at foretrække (Hilbe, 2011).

Vurdering af Goodness-of-fit

Forklaringsgraden af en uheldsmodel skal altid ses i forhold til, hvor stor en del af variationen i data, modellen rent faktisk har mulighed for at forklare (Fridstrøm m. fl., 1995). Det er den systematiske variation der søges forklaret med en model, ren tilfældig variation er ikke muligt at forklare. Det er derfor væsentligt at anføre hvor stor en del af den samlede variation i data, der er systematisk variation. Mængden af tilfældig og systematisk variation bestemmes ved hjælp af varians og middelværdi for data, som angivet i udtrykkene i (9.7) og (9.8) (Reurings m. fl., 2005).

$$\text{Systematisk variation} = \frac{\text{var}_{data} - \lambda_{data}}{\text{var}_{data}} \quad (9.7)$$

$$\text{Tilfældig variation} = \frac{\lambda_{data}}{\text{var}_{data}} \quad (9.8)$$

Fridstrøm et. al. gennemgik i 1995 (Fridstrøm m. fl., 1995) fem metoder til evaluering af goodness-of-fit for Poisson og negativ binomial modeller. Heraf anbefaler de tre metoder til fremadrettet brug; Freeman-Tukeys, R_{FT}^2 , Elviks index, R_{PE}^2 , og log-likelihood, R_{PD}^2 , hvoraf de to sidstnævnte er målrettet negativ binomial modeller. Fridstrøm et. al. angiver at log-likelihood R_{PD}^2 er vanskelig at bestemme, og at Elviks index er et godt alternativ hertil. En fjerde metode er den mere traditionelle R_p^2 , hvor der blot tages højde for, at kun den systematiske variation kan forklares af modellen (Fridstrøm m. fl., 1995). Denne metode har dog en tendens til at underdrive forklaringsgraden, hvilket skal med i vurderinger af denne R^2 værdi (Fridstrøm m. fl., 1995). En sidste metode, vægтет R_{PW}^2 , gennemgås også men brug af denne frarådes (Fridstrøm m. fl., 1995). I denne analyse anvendes R_p^2 , som angivet i ligning (9.9) efter (Fridstrøm m. fl., 1995). Dertil er Freeman-Tukeys R_{FT}^2 forsøgt bestemt for regressionsanalyserne, disse giver imidlertid ikke logisk mening når der sammenlignes med R_p^2 eller mere gængse R^2 værdier, hvor der ikke er taget hensyn til mængden af systematisk variation. Dette tilskrives at datasættet i nærvende analyse er langt mindre end de datasæt Fridstrøm et al. afprøvede de forskellige goodness-of-fit værdier på.

$$R_p^2 = \frac{\sum_i (y_i - \lambda_{data})^2 - \sum_i \hat{\varepsilon}_i^2}{\sum_i (y_i - \lambda_{data})^2 - \sum_i \hat{y}_i} \quad (9.9)$$

Hvor, y_i : den observerede uheldstæthed, λ_{data} : middelværdien af uheldstætheden i data, ε_i : Residual, \hat{y}_i : estimeret uheldstæthed.

For yderligere sammenligning oplyses McFaddens pseudo R^2 , der ikke tager højde for mængden af systematisk variation, for hver af modellerne. Denne værdi kan dog udelukkende bruges til at sammenligne modellerne, der kan ikke direkte aflæses en forklaringsgrad for modellerne.

9.3. Data

I tabel 9.3 ses en beskrivelse af de data der indgår i regressionsanalysen. Det fremgår ikke af tabellen hvor mange strækninger uheldene er fordelt på. Der er registreret uheld på 65 strækninger, hvilket svarer til 45%, mens der ingen uheld er registreret på de øvrige 80 strækninger. Fordelingen af strækninger med og uden cykelsti er således, at der er registreret cykelsti på 17% af strækningerne. Fordelingen af strækninger på de tre kategorier af længdemarkering – uden, med midtlinje samt med midt- og kantlinje er således at 37% af strækningerne ikke har nogen længdemarkering, 32% har midterlinje og 31% har både midt- og kantlinje.

Fordelingen af systematisk og tilfældig variation i data er interessant, da det kun er den systematiske variation det er muligt at forklare med en model. Indsættes middelværdi og varians for uheldstætheden i datasættet i ligningerne (9.7) og (9.8) fås at 43% af variationen i data er

systematisk og 57% af variationen er tilfældig. Det betyder, at det maksimalt er 43% af variationen det er muligt at beskrive med en uheldsmodel.

Som beskrevet nærmere i kapitel 8 indgår variablerne med de funktionelle former, der giver en lineær sammenhæng med den naturlige logaritme til uheldstætheden. I tabel 9.4 findes en oversigt over de variabler, der indgår i analysen samt en beskrivelse af deres funktionelle form og om det er en kontinuert variabel eller en kategori variabel.

Tabel 9.3: Beskrivelse af data der indgår i analysen af de 145 strækninger i analysevejnettet. Vejnettets samlede længde er 179 km og i alt 141 trafikuheld er registreret op vejnettet i perioden 2004-2011.

	Minimum	Maximum	Middelværdi	Standard afvigelse	Varians
Længde (m)	112	6.548	1.233	976	951.945
Årsdøgnstrafik	96	10.361	1.899	2.227	4.960.279
Kørebanebredde (m)	4,4	11,6	6,4	1,4	2,0
Blød rabat (m)	1	6,7	2,7	1,3	1,8
Kantbane (m)	0	1,2	0,01	0,02	0,06
Kryds (antal/km)	0	5,4	0,5	0,8	0,6
Vejadgange (antal/km)	0	29,1	9,2	5,9	34,6
Cykelsti	Ingen cykelsti	Cykelsti	-	-	-
Længdemarkering	Ingen markering	Midter- og kantstribe	-	-	-
Uheld (antal/strækning) i perioden 2004-2011	0	12	0,97	1,67	2,8
Uheldstæthed (uheld/km) i perioden 2004-2011	0	5,38	0,79	1,18	1,38
Uheldsfrekvens (uheld/år/trafkarbejde)	0	7,70	0,15	0,95	0,91

Tabel 9.4: Beskrivelse af variabler der indgår i regressionsanalysen

Variabel	Forkort.	Beskrivelse
Antal uheld		Afhængig variabel angivet i antal uheld over en periode på 8 år.
Årsdøgnstrafik	ÅDT	Uafhængig kontinuert variabel. Indgår som $\ln \text{ÅDT}$.
Kørebanebredde	KB	Uafhængig kategori variabel, 0/1, hvor 0 er strækninger med en kørebanebredde på under 6,5 m og 1 er strækninger med en kørebanebredde på 6,5 m eller derover.
Blød rabat	Blød	Bredden af den bløde rabat. Uafhængig kontinuert variabel. Indgår som $\frac{1}{\sqrt{\text{blød rabatbredde}}}$
Kantbane	Kant	Uafhængig kategori variabel, 0/1, uden/med kantbane.
Krydstæthed	Kryds	Antal kryds pr. km. Uafhængig kontinuert variabel. Indgår som $\sqrt{\text{Krydstæthed}}$
Adgangstæthed	Adgang	Antal vejadgange pr. km. Uafhængig kontinuert variabel. Indgår som Adgangstæthed.
Cykelsti	Cykel	Uafhængig kategori variabel, 0/1, uden/med cykelsti
Længdemarkering	Strib	Uafhængig kategori variabel, 0/1/2, 0 er strækninger uden længdemarkering, 1 er strækninger med midterstriber, 2 er strækninger med både midterstriber samt kantstriber.

9.4. Resultater

Variablerne er medtaget stepvis i regressionsanalysen, hvilket har resulteret i 9 forskellige modeller afhængigt af antal variabler og sammensætningen af variabler. Modellerne er gengivet i tabel 9.5 - tabel 9.7 og yderligere detaljer kan findes i bilag D. Alle modeller er etableret ved hjælp af Poisson regression, da spredningsparameteren i alle tilfælde viste sig ikke at være statistisk signifikant forskellig fra 0. Regressionsanalysen er foretaget i Stata version 12 med funktionen Poisson regression.

Variablerne er medtaget i rækkefølge efter forventet betydning. Viser estimatet for en variabel sig at være langt fra signifikant eller er standardafvigelsen så stor, at resultatet ikke er brugbart, fjernes den aktuelle variabel fra analysen før en ny variabel medtages. Sidst er der foretaget en regressionsanalyse, hvor alle variabler er medtaget (model 9) for også at vurdere dette resultat.

Model 1 inkluderer udelukkende ÅDT som uafhængig variabel. Estimatet på 0,589 for $\ln \text{ÅDT}$ med en standard afvigelse på 0,079 er statistisk signifikant. Som forventet i hypoteserne, der blev præsenteret i kapitel 6 øges den forventede uheldstæthed ved stigende trafikmængde, og som forventet er resultatet statistisk signifikant. Modellen forklarer knap 40%, ifølge R_p^2 , af den systematiske variation, hvilket er relativt lavt i forhold til de øvrige modeller. Dette indikerer, at der bør inddrages yderligere variabler for at forklare en større del af den systematiske variation.

Tabel 9.5: Resultater fra regressionsanalyse med antal uheld som afhængig variabel, strækingslængde som offset variabel og med uafhængige variabler som angivet i første kolonne. Regressionsanalysen er foretaget i Stata version 12 med funktionen Poisson regression. Estimat for den uafhængige variabel angives med tilknyttet standard afvigelse og p-værdi. Herefter angives en række goodness-of-fit parametre. *p-værdi for boundry likelihood ratio test. "–" i celle angiver at denne variabel ikke indgår i den aktuelle model.

	Model 1			Model 2			Model 3		
	Estimat	Std. afv.	p-værdi	Estimat	Std. afv.	p-værdi	Estimat	Std. afv.	p-værdi
Konstant	-11,43	0,613	0,000	-11,62	0,619	0,000	-12,51	0,693	0,000
ÅDT	0,589	0,079	0,000	0,549	0,081	0,000	0,602	0,083	0,000
Kryds		-		0,678	0,185	0,000	0,676	0,184	0,000
Adgang		-			-		0,052	0,016	0,002
KB		-			-			-	
Strib, 1		-			-			-	
Strib, 2		-			-			-	
Cykel		-			-			-	
Kant		-			-			-	
Blød		-			-			-	
Lik.ratio test*		0,063			0,185			0,500	
AIC		321,6			309,7			302,5	
BIC		327,5			318,6			314,4	
McFadden sR^2		0,157			0,194			0,218	
R_p^2		0,382			0,551			0,550	

Model 2 inkluderer udover ÅDT også tætheden af kryds på strækninger i regressionsanalysen. Herved hæves forklaringsgraden af den systematiske variation fra knap 40% til ca. 55%. Resultatet er statistisk signifikant med et estimat for kvadratroden af krydstætheden på 0,678 og en standard afvigelse på 0,185. Inddragelse af krydstætheden ændrer ikke voldsomt ved estimatet for ÅDT, hvilket indikerer, at de to variabler er uafhængige. Resultatet viser, som forventet i hypotesen for variabelen, at risikoen for uheld stiger i takt med, at tætheden af kryds stiger på en strækning. Standard afvigelsen er knap 4 gange mindre end estimatet, og denne variabel vurderes ud fra resultaterne at være en stabil parameter i en uheldsmodel.

Næste variabel der medtages i regressionsanalysen er tætheden af adgangsveje. Resultaterne ses i model 3. Estimatet for adgangstætheden er 0,052 med en standardafvigelse på 0,016 og en p-værdi på 0,002. Det betyder, at den forventede uheldstæthed øges med stigende tæthed af adgangsveje, hvilket stemmer overens med hypotesen opsat i kapitel 6. Forklaringsgraden forbedres ikke ved at inddrage tætheden af adgange, men både AIC og BIC falder, hvilket tyder på at denne model bør foretrækkes frem for model 2. Estimerne for ÅDT og krydstæthed ændres ikke væsentligt ved at medtage tæthed af adgangsveje, hvilket tyder på fornuftige estimater.

I model 4 inddrages kørebanebredden som kategorivariabel, hvor 0 er lig med en kørebanebredde under 6,5 m og 1 er 6,5 m eller derover. Estimatet er 0,449, hvilket betyder, at uheldsrisikoen er højere på brede fremfor smalle veje. Dette er i modstrid med den hypotese, der er opstillet i kapitel 9. De fleste tidligere undersøgelser finder at uheldsrisikoen stiger, des bredere kørebanebredden er (Hadi m. fl., 1995; Karlaftis og Golias, 2002; Nielsen og Nielsen, 1998; Polus m. fl., 2005; Zegeer og Council, 1995), og derfor er hypotesen formuleret ud fra dette. Imidlertid findes en anden sammenhæng her, hvilket også blev konstateret i analysen af variabelernes funktionelle form i kapitel 8, hvor den laveste uheldsrisiko er at finde på de smalle strækninger og større på de brede strækninger. Resultatet bekræfter resultater i to undersøgelser fra henholdsvis Sverige og USA, hvor uheldsforekomsten stiger op til en køresporsbredde på ca. 3,5 m eller en kørebanebredde på omkring 5,8 m, hvorefter den enten flader ud eller falder som følge af bredere kørebane eller kørespor (Milton og Mannering, 1998; Othman m. fl., 2009). Estimatet for koefficienten til kørebanebredde er statistisk signifikant ved signifikansniveau på 0,1 og model 4 har en forklaringsgrad på omkring 60%. Dog ændres estimatet på ÅDT, når kørebanebredde medtages i analysen, hvilket bekræfter den tidligere formodning om, at der er en korrelation imellem de to variabler.

I model 5 er variabelen længdemarkering (strib) tilføjet som en kategorivariabel med værdien 0 for ingen længdemarkering på strækningen, 1 for midterlinje på strækningen og 2 for både midter- og kantlinje på strækningen. Estimerne er på hhv. -0,268 og -0,415 for kategori 1 og 2, imidlertid er standardafvigelserne ca. af samme størrelse og estimerne er ikke statistisk signifikante, og variabelen bliver derfor ikke inkluderet i de øvrige analyser, ud over model 9 hvor alle variabler inkluderes. Forklaringsgraden for denne model er knap 64%. Estimerne for ÅDT, krydstæthed samt adgangstæthed ændres ikke voldsomt ved at medtage variabelen omkring længdemarkering. Estimatet for kørebanebredde ændres til gengæld, hvilket bekræfter at kørebanebredde og længdemarkering er korrelerede i en eller anden grad, som beskrevet tidligere.

Tabel 9.6: Resultater fra regressionsanalyse med antal uheld som afhængig variabel, strækningsslængde som offset variabel og med uafhængige variabler som angivet i første kolonne. Regressionsanalysen er foretaget i Stata version 12 med funktionen Poisson regression. Estimat for den uafhængige variabel angives med tilknyttet standard afvigelse og p-værdi. Herefter angives en række goodness-of-fit parametre. *p-værdi for boundry likelihood ratio test. "–" i celle angiver at denne variabel ikke indgår i den aktuelle model.

	Model 4			Model 5			Model 6		
	Estimat	Std. afv.	p-værdi	Estimat	Std. afv.	p-værdi	Estimat	Std. afv.	p-værdi
Konstant	-11,62	0,845	0,000	-11,84	0,878	0,000	-11,72	0,859	0,000
ÅDT	0,453	0,117	0,000	0,502	0,128	0,000	0,470	0,121	0,000
Kryds	0,647	0,184	0,000	0,689	0,192	0,000	0,642	0,185	0,001
Adgang	0,052	0,017	0,002	0,053	0,017	0,001	0,051	0,017	0,003
KB	0,449	0,255	0,078	0,614	0,379	0,105	0,463	0,255	0,069
Strib, 1		-		-0,268	0,297	0,366		-	
Strib, 2		-		-0,415	0,454	0,360		-	
Cykel		-			-		-0,128	0,217	0,555
Kant		-			-			-	
Blød		-			-			-	
Lik.ratio test*		1,000			0,500			0,500	
AIC		301,4			304,3			303,0	
BIC		316,2			325,2			320,9	
McFadden sR²		0,227			0,229			0,228	
R_p²		0,602			0,636			0,607	

I model 6 medtages kategorivariablen cykel, som er uden (0) eller med (1) separat cykelsti langs vejen. Resultatet er et estimat på -0,128 hvilket tyder på et fald i antal uheld ved tilstedeværelsen af cykelsti og dermed en bekræftelse af hypotesen opstillet i kapitel 6. Imidlertid er resultatet langt fra signifikant og standardafvigelsen er næsten dobbelt så stor som estimatet. 95% konfidensintervallet går fra -0,55 – 0,30, dvs. estimatet svinger omkring 0. Der kan dermed ikke konkluderes noget ud fra resultaterne, og variabelen fjernes fra analysen, inden næste variabel inddrages.

Tilstedeværelse af kantbane inddrages som kategorivariabel i model 7, 0 for strækninger uden kantbane og 1 for strækninger med kantbane (kant). Som det ses i tabel 9.7 er standard afvigelsen næsten 10 gange så stor som estimatet og p-værdien 0,913. Dette resultat er ikke brugbart i det videre arbejde, ligesom resultatet ikke kan bruges til hverken af be- eller afkræfte en hypotese.

Den reciproke kvadratrod af bredden af den bløde rabat (blød) medtages i regressionsanalysen til model 8. Estimatet for bredden af den bløde rabat er 1,679 med en 4 gange så stor standard afvigelse og en p-værdi på 0,820. Dvs. resultatet er langt fra statistisk signifikant og både standardafvigelse og konfidensinterval (-12,8 – 16,1) tyder på, at resultatet ikke er brugbart.

Tabel 9.7: Resultater fra regressionsanalyse med antal uheld som afhængig variabel, strækningens længde som offset variabel og med uafhængige variable som angivet i første kolonne. Regressionsanalysen er foretaget i Stata version 12 med funktionen Poisson regression. Estimat for den uafhængige variabel angives med tilknyttet standard afvigelse og p-værdi. Herefter angives en række goodness-of-fit parametre. *p-værdi for boundry likelihood ratio test. "–" i celle angiver at denne variabel ikke indgår i den aktuelle model.

	Model 7			Model 8			Model 9		
	Estimat	Std. afv.	p-værdi	Estimat	Std. afv.	p-værdi	Estimat	Std. afv.	p-værdi
Konstant	-11,60	0,866	0,000	-11,78	1,085	0,000	-11,61	1,192	0,000
ÅDT	0,450	0,120	0,000	0,459	0,121	0,000	0,507	0,133	0,000
Kryds	0,643	0,188	0,001	0,648	0,184	0,000	0,678	0,195	0,000
Adgang	0,052	0,017	0,002	0,052	0,017	0,002	0,051	0,017	0,003
KB	0,419	0,377	0,267	0,460	0,259	0,075	0,552	0,401	0,169
Strib, 1	-	-	-	-	-	-	-0,253	0,300	0,399
Strib, 2	-	-	-	-	-	-	-0,846	0,784	0,280
Cykel	-	-	-	-	-	-	-0,209	0,311	0,501
Kant	0,039	0,357	0,913	-	-	-	0,530	0,741	0,475
Blød	-	-	-	1,679	7,362	0,820	-3,216	10,653	0,763
Lik.ratio test*		0,500			1,000			0,500	
AIC		303,3			303,3			309,3	
BIC		321,2			321,2			339,1	
Mcfadden		0,227			0,227			0,232	
sR ²									
R _p ²		0,596			0,606			0,624	

I model 9 inddrages alle variable. Dette giver en forklaringsgrad på 62%, hvilket er den næsthøjeste forklaringsgrad efter model 5. Imidlertid er der problemer med flere af estimaterne, der er langt fra signifikante og har meget høje standardafvigelser. Det gælder bredden af blød rabat, der også skifter fortegn i forhold til model 8, hvilket kunne tyde på at bredden af den bløde rabat er stærkt korreleret med en af de øvrige variable, så estimaterne bliver upålidelige. Tilstedeværelse af cykelsti samt kantbane har p-værdier på omkring 0,5 og standard afvigelser i samme størrelsesorden som estimaterne. Mht. længdemarkeringen ændres estimatet for srib 2 til det dobbelte i denne model i forhold til model 5, og begge p-værdier for længdemarkering er høje (0,399 og 0,260). Estimatet for kørebanebredden ændres fra at ligge på 0,419-0,463 i model 4,6,7 og 8 til 0,552 i model 9 og påvirkes tilsyneladende af variabelen for længdemarkeringen ligesom det var tilfældet i model 5. Samtidig stiger p-værdien for estimatet til kørebanebredden til 0,169 og er dermed langt fra signifikant. Estimerne for ÅDT, tæthed af hhv. kryds og adgange ser derimod ud til at være robuste estimater, der ikke ændres væsentligt, selvom øvrige variable tilføjes. Alle 3 variable har relativt små standardafvigelser og har høj grad af statistisk signifikans med p-værdier på 0,000 - 0,003. Selvom model 9 giver den største forklaringsgrad bør denne forkastes, da der er problemer med validiteten af estimaterne for flere af variable.

Set samlet på tværs af modellerne har model 5 den højeste forklaringsgrad af den systematiske variation, 64%, men inkluderer en variabel, længdemarkering, der ikke er signifikant, samt en variabel, kørebanebredde, som kun er statistisk signifikant ved et signifikansniveau på 0,1. I model 1,2 og 3 er alle variable statistisk signifikante ved et signifikansniveau på 0,05, men

forklaringsgraden ligger på 55% eller lavere. I model 4 opnås en forklaringsgrad på 60% men med en variabel, kørebanebredde, der kun er signifikant ved et signifikansniveau på 0,1. Model 6,7,8 og 9 kan ikke benyttes pga. de beskrevne problemer med nogle af estimaterne.

Sammenlignes AIC værdierne på tværs af modellerne, se tabel 9.8, ses at modellerne 3,4 og 6 vurderes mest fordelagtige i 3 tilfælde, mens model 1 ikke vurderes mest fordelagtig i nogen tilfælde. I alt er der foretaget 36 sammenligninger. Generelt ligger AIC værdierne tæt, med undtagelse af model 1, og det er derfor vanskeligt at vurdere en foretrukken model mellem de 9 på baggrund af AIC.

BIC værdierne for modellerne er sammenlignet i tabel 9.9. Her ses, at modellerne 3 og 4 vurderes at være foretrukken ud fra BIC i flest tilfælde. Model 1 og 9 vurderes som de mindst fordelagtige, hvilket også var tilfældet i sammenligningen af AIC værdier.

Tabel 9.8: Sammenligning af modellerne 1-9 med hensyn til AIC værdi. I tabellen angives den foretrukne model, hvis dette udelukkende vurderes ud fra AIC. – angiver situationer, hvor forskellen i AIC er så lille, at det ikke ud fra AIC er muligt at vurdere hvilken model, der bør foretrækkes.

AIC	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2		3	4	-	6	7	8	-
3			-	-	-	-	-	3
4				-	-	-	-	4
5					-	-	-	-
6						-	-	6
7							-	-
8								-

Tabel 9.9: Sammenligning af modellerne 1-9 med hensyn til BIC værdi. I tabellen angives den foretrukne model, hvis dette udelukkende vurderes ud fra BIC værdien.

BIC	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	1
2		3	4	2	2	2	2	2
3			3	3	3	3	3	3
4				4	4	4	4	4
5					6	7	8	5
6						6	6	6
7							-	7
8								8

9.5. Foreløbig uheldsmodel til test af udpegningsmetode

Skulle en foreløbig uheldsmodel til test udelukkende vælges på baggrund af resultaterne i forrige afsnit må model 3 eller 4 være de bedste kandidater. Imidlertid er der flere formål med testen. Test af udpegningsmetode er nærmere beskrevet i kapitel 11, men de tre overordnede formål er:

- Undersøge om metoden er praktisk anvendelig
- Undersøge om vejledningen er forståelig og anvendelig
- Udvide datagrundlaget med de mest sandsynlige variabler, så en mere robust uheldsmodel kan formuleres

I uheldsmodellen til testen er der dermed to modstridende ønsker – ønsket om en stor mængde data med forskellige variabler og et ønske om at anvendeligheden i metoden afspejler anvendeligheden i en endelig metode, så testen af dette bliver realistisk. Ud fra resultaterne præsenteret i afsnit 9.4 vælges model 5 til at indgå som uheldsmodel i test af udpegningsmetoden. Det betyder, at datasættet udvides for variablerne ÅDT, krydstæthed, adgangstæthed, kørebanebredde samt længdemarkering. De tre stabile variabler – ÅDT, krydstæthed og adgangstæthed bør under alle omstændigheder indgå i modellen. Variablen kørebanebredde, der er statistisk signifikant ved et signifikansniveau på 0,1, ser ligeledes lovende ud og bør undersøges i et større datagrundlag, om end den har et relativt bredt konfidensinterval, der går hen over 0. Variablen for længdemarkering er med i uheldsmodellen til testen, selvom denne ikke er signifikant og har konfidensintervaller hen over 0. Der vælges at gå videre med længdemarkering fremfor cykelsti, kantbane eller bredden af blød rabat, da længdemarkering giver de mest lovende resultater af de fire.

Model 5 sat op som uheldsmodel til beregning af forventet uheldstæthed ses i ligning (9.10).

$$UHT = \frac{1000}{8} \cdot \exp(-11,84 + 0,50 \cdot \ln \text{ÅDT} + 0,69 \sqrt{\text{Kryds}} + 0,05 \cdot \text{Adgange} + \begin{cases} 0 & \text{hvis KB} = 0 \\ 0,61 & \text{hvis KB} = 1 \end{cases} + \begin{cases} 0 & \text{hvis STR} = 0 \\ -0,27 & \text{hvis STR} = 1 \\ -0,42 & \text{hvis STR} = 2 \end{cases}) \quad (9.10)$$

Hvor,

$UHT =$ uheld pr. år pr. km

$\text{ÅDT} =$ Årsdøgnstrafik = antal motorkøretøjer pr. døgn

$\text{Kryds} =$ Krydstæthed = antal kryds pr. km

$\text{Adgange} =$ Adgangstæthed = antal vejadgange pr. km

$\text{KB} =$ Kørebanebredde = 0: kørebanen er smallere end 6,5 m

$\text{KB} =$ Kørebanebredde = 1: kørebanen er 6,5 m eller bredere

$\text{STR} =$ Længdemarkering = 0: Der findes ingen længdemarkering på strækningen

$\text{STR} =$ Længdemarkering = 1: Der er midterlinje på strækningen

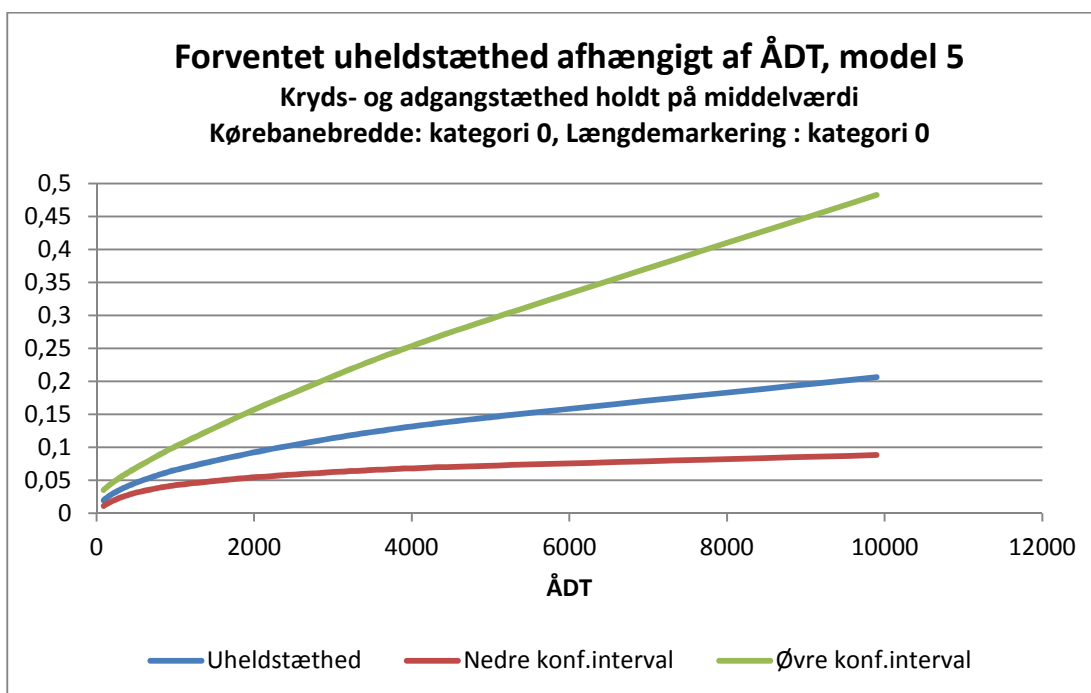
$\text{STR} =$ Længdemarkering = 2: Der er midter – og kantlinje på strækningen

9.6. Gyldighedsområde

Modellen er som udgangspunkt kun gyldig på samme type vejnet som de grundlæggende data er indsamlet på. Dvs. på strækninger på det kommunale vejnet i det åbne land med hastighedsgrænse

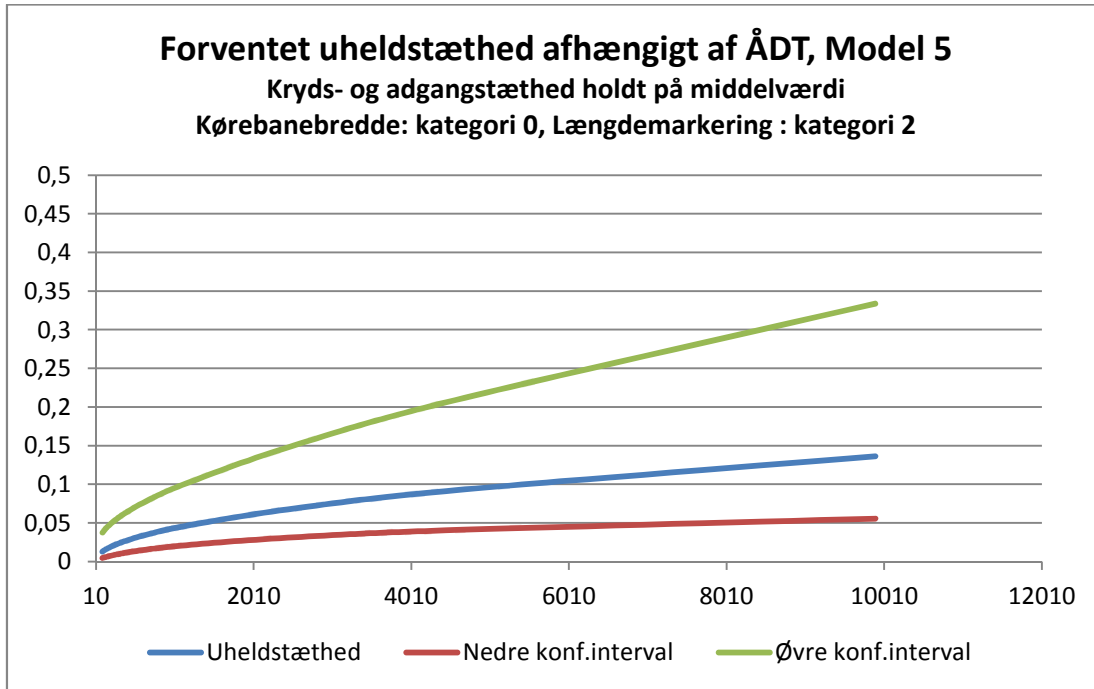
på 80 km/t. I datagrundlaget er der en overvægt af strækninger med forholdsvis lav trafikmængde, og kun en mindre andel af strækninger med en ÅDT omkring 10.000 køretøjer/døgn. Fordelingen af data vil have betydning for hvilket gyldighedsområde uheldsmodellen har. Derfor baseres en vurdering af modellens gyldighedsområde på en række prædiktioner ved varierende årsdøgnstrafik. Der foretages en række prædiktioner med 95% konfidensinterval af forventet uheldstæthed i forhold til forskellige niveauer af årsdøgnstrafikken. Prædiktionerne er foretaget ud fra forudsætninger om fastholdelse af de øvrige variabler på en konstant værdi.

I figur 9.4 ses en prædiktion af forventet uheldstæthed ved varierende ÅDT når kryds- og adgangstæthed holdes konstant på middelværdi, kørebanebredden sættes til kategori 0, under 6,5 m, og længdemarkeringen holdes på kategori 0, hvilket svarer til, at der ingen længdemarkering er. Det ses at konfidensintervallet er relativt lille ved lave ÅDT-værdier, mens det er relativt stort ved høje ÅDT værdier. Dette hænger sammen med, at en kombination af høj ÅDT med en smal vej uden længdemarkering er relativ usandsynlig i virkeligheden og derfor heller ikke er stærkt repræsenteret i det oprindelige data som modellen er baseret på. Derfor vil prædiktionen af uheldstæthed ved høje værdier af årsdøgnstrafik under disse forhold være usikker. Dette anses dog ikke for et problem, da en sådan vej ikke er sandsynlig at finde i virkeligheden. Prædiktionen for lave værdier af ÅDT er derimod relativt sikker med et lille konfidensinterval, hvilket er positivt i det det netop er på strækninger med lav ÅDT, at vi finder lokaliteter uden længdemarkering og med smal kørebane.



Figur 9.4: Grafisk fremstilling af den forventede uheldstæthed afhængigt af ÅDT inklusiv øvre og nedre 95% konfidensinterval. I grafen er tætheden af adgange og kryds holdt på middelværdien, kørebanebredden er holdt på under 6,5 m og længdemarkering er holdt på kategori 0: ingen længdemarkering.

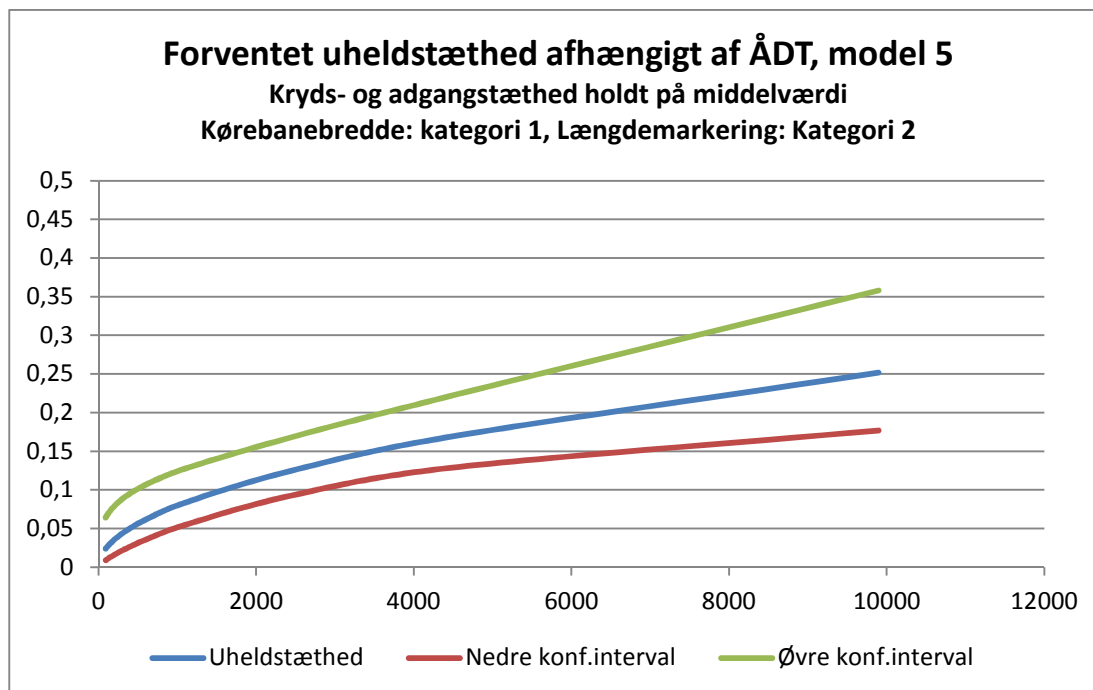
En prædiktion af den forventede uheldstæthed afhængigt af ÅDT, når der på strækningen er både midter- og kantlinje, kørebanen er under 6,5 m bred, og når kryds- og adgangstæthed svarer til middelværdien, er gengivet i figur 9.5. I forhold til figur 9.4 ses, at konfidensintervallet er mindre for de store ÅDT-værdier, men til gengæld er forholdsvis større for de mindre værdier af ÅDT. Der er dog stadig størst sikkerhed ved prædiktion af forventet uheldstæthed ved lave værdier af ÅDT.



Figur 9.5: Grafisk fremstilling af den forventede uheldstæthed afhængigt af ÅDT inklusiv øvre og nedre 95% konfidensinterval. I grafen er tætheden af adgange og kryds holdt på middelværdien, kørebanebredden er holdt på under 6,5 m og længdemarkering er holdt på kategori 2: midter- og kantlinjer.

På figur 9.6 ses det forholdsvis mindste konfidensinterval for de høje værdier af ÅDT. Dette hænger sammen med, at kørebanebredden i denne prædiktion er holdt konstant på kategori 1, dvs. at kørebanen er 6,5 m eller bredere, og dermed er datagrundlaget for strækninger med høj ÅDT udvidet i forhold til figur 9.4 og figur 9.5. Til gengæld er konfidensintervallet betragteligt større for de mindre værdier af ÅDT end det er tilfældet i de foregående figurer.

En samlet vurdering af modellens gyldighedsområde ud fra prædiktioner med tilhørende konfidensinterval må være, at modellen performer bedst ved lave værdier af ÅDT, bedst under en ÅDT på 2000 og acceptabelt ved en ÅDT op til 4-6000. Derudfra konkluderes, at modellens gyldighedsområde er på kommunale veje i det åbne land med en årsdøgntrafik på op til 6000.



Figur 9.6: Grafisk fremstilling af den forventede uheldstæthed afhængigt af ÅDT inklusiv øvre og nedre 95% konfidensinterval. I grafen er tætheden af adgange og kryds holdt på middelværdien, kørebanebredden er holdt på 6,5 meters bredde eller mere og længdemarkering er holdt på kategori 2: midter- og kantlinje.

10. Uheldsmodel på baggrund af udvidet datasæt

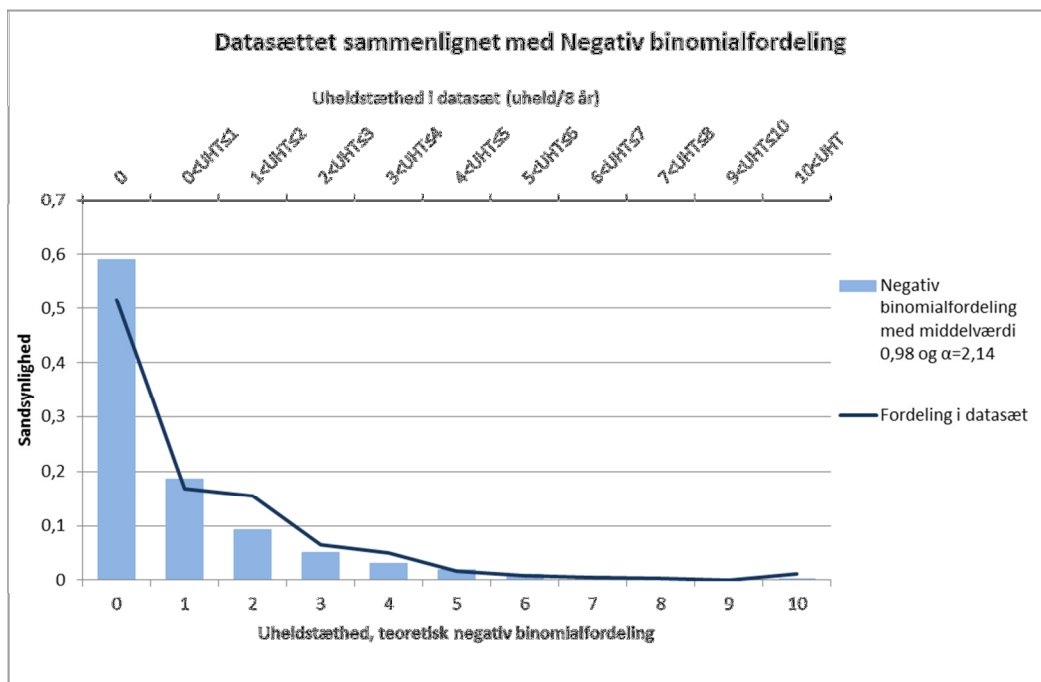
I forbindelse med at udpegningsmetoden testes udvides datasættet samtidigt. Det udvidede datasæt omfatter data for strækninger på veje i de to testkommuner (Viborg og Hjørring Kommuner) og data fra analysevejnettet i Aalborg Kommune. I dette kapitel analyseres data fra de tre kommuner, og en endelig uheldsmodel til udpegningsmetoden præsenteres.

10.1. Metodemæssige overvejelser

I dette afsnit redegøres for overvejelser vedrørende data inden regressionsanalysen foretages. Teori bag de metodemæssige overvejelser, der er beskrevet i kapitel 9 afsnit 9.2, vil ikke blive yderligere beskrevet her, blot præciseres resultaterne for det udvidede datasæt.

Sandsynlighedsfordeling af uheld i datasæt

Uheldstallene i datasættet er knyttet til strækninger med varierende længde, og kan dermed ikke direkte sammenlignes med en sandsynlighedsfordeling i et histogram. I stedet sammenlignes fordelingen af uheldstæthed med en negativ binomialfordeling med en middelværdi der svarer til middelværdien for uheldstætheden i data, samt en overspredningsparameter der svarer til datasættet. Denne sammenligning ses i figur 10.1, hvor en negativ binomialfordeling med en middelværdi på 0,98 og overspredningsparameter på 2,14 er afbilledet som søjler, og fordelingen i datasættet er afbilledet med en mørk blå graf. I afsnit 10.2 "Data" er middelværdi og overspredningsparameter for uheldstæthed i datasættet angivet.



Figur 10.1: Sammenligning af fordelingen af uheldstæthed i det udvidede datasæt med en negativ binomialfordeling med middelværdien 0,98 og overspredningsparameter på 2,14, hvilket svarer til middelværdien for uheldstæthed i datasættet samt den beregnede spredningsparameter for datasættet.

Som det ses på figur 10.1, falder fordelingen af uheldstætheden i data tilnærmelsesvis sammen med den negative binomialfordeling. Som udgangspunkt antages data derfor negativ binomialt fordelte, men omfanget af 0-observationer og overspredning vurderes. Dette er nærmere beskrevet i de efterfølgende afsnit "Overspredning" og "Overrepræsentation af observationer med 0 uheld".

Outliers

Det udvidede datasæt gennemgås for outliers. Der kigges på outliers i forhold til ÅDT, krydstæthed og adgangstæthed. Outliers i forhold til ÅDT vurderes, fordi der er nogle enkelte strækninger i analysevejnettet med relativt høje ÅDT værdier. Krydstæthed vurderes fordi standardafvigelse og varians er steget i det udvidede datasæt i forhold til datasættet for analysevejnettet. Adgangstæthed vurderes fordi, der er en enkelt værdi, der er flere gange større end de øvrige strækninger. I tabel 10.1 ses en beskrivelse af det udvidede datasæt, inden der er fjernet outliers.

Tabel 10.1: Beskrivelse af data i det udvidede datasæt inden outliers er fjernet. Der er i alt 364 strækninger i datasættet. Vejnettets samlede længde er 414 km og i alt 343 trafikuheld er registreret op vejnettet i perioden 2004-2011.

	Minimum	Maximum	Middelværdi	Standard afvigelse	Varians
Længde (m)	105	6.548	1.137	860	740.657
Årsdøgnstrafik	96	10.361	2.333	1.915	3.668.751
Kørebanebredde (m)	4,4	11,6	6,7	1,2	1,5
Kryds (antal/km)	0	15,7	0,6	1,6	2,5
Vejadgange (antal/km)	0	48,9	9,3	5,9	35,2
Længdemarkering	Ingen markering	Midter- og kantstribes	-	-	-
Uheld (antal/strækning)	0	12	0,94	1,43	2,0
Uheldstæthed (uheld/km) i perioden 2004-2011	0	15,38	1,04	1,90	3,6078

I datasættet findes 5 strækninger med en årsdøgnstrafik på mere end 8.000. Disse strækninger stammer alle fra analysevejnettet. Analysen af den foreløbige uheldsmodels gyldighedsområde (kapitel 9 afsnit 9.6) viste, at modellen ikke var særlig sikker at benytte ved en ÅDT på over 6.000, hvilket giver grund til at overveje datagrundlaget i det udvidede datasæt. Strækninger fra Viborg og Hjørring ligger alle med ÅDT værdier på under 7.000 køretøjer i døgnet, dvs. at datagrundlaget for de mest trafikerede strækninger ikke er udvidet, og dermed vil en ny uheldsmodel heller ikke være sikker for disse ÅDT niveauer. De 5 strækninger med ÅDT på mere end 8.000 sorteres fra som outliers.

Standardafvigelsen er steget fra 0,8 til 1,6 for variabelen krydstæthed i det udvidede datasæt sammenlignet med datasættet for analysevejnettet. Datasættet er udvidet med to strækninger, hvor krydstætheden er over 15 kryds/km, hvor det maksimale tidligere var 5,9 kryds/km. Fjernes disse to strækninger fra datasættet er standardafvigelsen 1,1 for variabelen krydstæthed, de givne strækninger fjernes dermed som outliers.

Maksimum værdien for tætheden af vejadgange er steget fra 29,1 adgange/km til 48,9 adgange/km. Dette er udelukkende grundet en strækning med en adgangstæthed på 48,9, alle øvrige strækninger

har en adgangstæthed på 29,1 adgange/km eller derunder. Derfor fjernes denne strækning som outlier.

Det udvidede datasæt uden outliers præsenteres afsnit 0.

Overspredning

Boundry likelihood ratio testen viser for alle modeller, at overspredningsparameteren er statistisk signifikant forskellig fra 0, se i tabel 10.5 - tabel 10.7, og derfor foretages negativ binomial regression fremfor Poisson.

Underspredning

Variansen i data er større end middelværdien, se afsnit 0, hvorfor der ikke er underspredning i data.

Overrepræsentation af observationer med 0 uheld

I datasættet findes 52% strækninger uden observation af uheld. I en teoretisk negativ binomial fordeling med middelværdi på 0,98 og en overspredningsparameter på 2,14 (se afsnit 0) giver en fordeling med 59% 0 observationer, se figur 10.1. Der burde dermed ikke være problemer med en overrepræsentation af 0-observationer i datasættet.

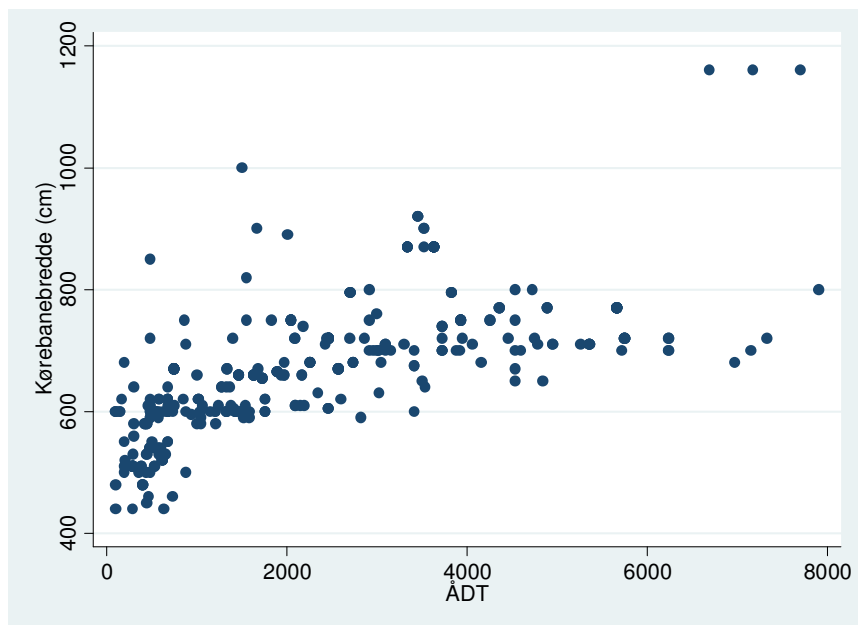
Korrelation mellem uafhængige variabler

I bilag E er alle variabelers indbyrdes korrelation vurderet. Korrelationen er vurderet ud fra en visuel vurdering af mønstre i plots samt lineær regression mellem variablerne. I figur 10.2 og figur 10.3 ses eksempler på plot af variabler. I bilag E findes plots af alle kombinationsmuligheder mellem modellens 5 uafhængige variabler. I figur 10.2 er kørebanebredde plottet sammen med ÅDT. På plottet ses en forholdsvis klar sammenhæng mellem stigende ÅDT og stigende kørebanebredde, og de to variabler er som forventet korrelerede. På figur 10.3 er tæthed af vejadgange plottet sammen med ÅDT. Der kan ikke ses noget mønster i plottet, og de to variabler vurderes derfor uafhængige af hinanden.

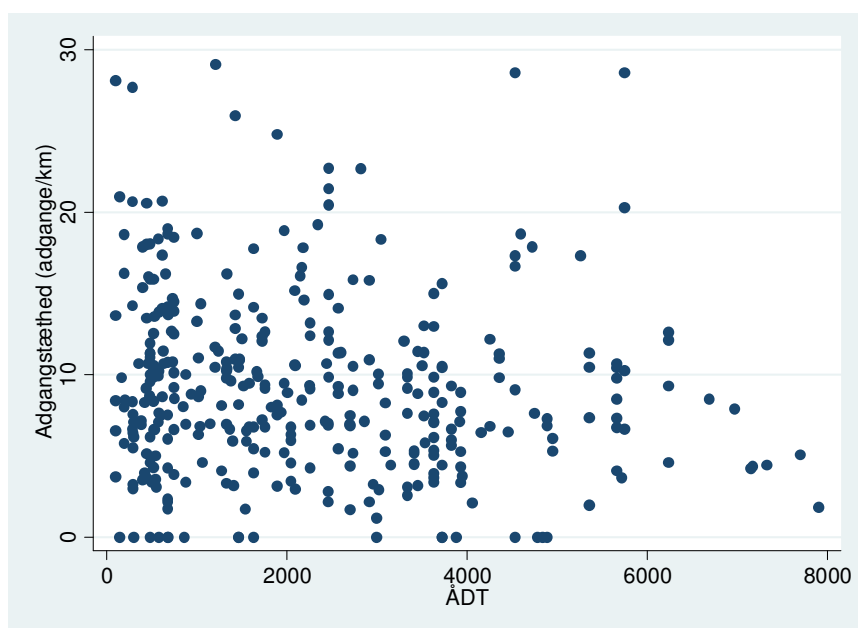
I tabel 10.2 findes en samlet oversigt over korrelation mellem de uafhængige variabler. ÅDT er korreleret med 2 ud af 4 uafhængige variabler. Dette er forventeligt, i det mange af vejens karakteristika afhænger af den forventede trafik, når vejen projekteres. Omvendt er variabler som tæthed af vejadgange og krydstæthed ikke korreleret med de øvrige variabler. Problemet med korrelerede variabler håndteres i denne analyse ved at vurdere estimer og standard afvigelser i resultater fra regressionsanalyser og evt. udelade nogle variabler fra den endelige model.

Tabel 10.2: Oversigt over korrelation mellem variabler i analysen. Graden af korrelation mellem kontinuerte variabler er vurderet som Nej ($R^2 < 0,2$), Moderat ($0,2 < R^2 < 0,5$) og stærk ($R^2 > 0,5$). Korrelation med kategorivariablen længdemarkering er vurderet visuelt til ja/nej ud fra plot.

	Kørebane- bredde	Kryds- tæthed	Adgangs- tæthed	Længde- markering
ÅDT	Moderat	Nej	Nej	Ja
Kørebanebredde		Nej	Nej	Ja
Krydstæthed			Nej	Nej
Adgangstæthed				Nej



Figur 10.2: Plot af ÅDT og kørebanebredde. Der set et mønster hvor større trafikmængde følges af bredere kørebane, hvorfor de to variabler vurderes at være korrelerede.



Figur 10.3: Plot af ÅDT og tæthed af vejadgange. Der ses ikke umiddelbart noget mønster i plottet, hvorfor de to variabler vurderes uafhængige af hinanden.

Endogene variabler

Det vurderes, at de uafhængige variabler i denne analyse ikke er endogene. Kørebanebredden er som regel fastsat i planlægnings- og projekteringsfasen af en vej ud fra en forventet funktion, trafikmængde og økonomi. Ligeledes er antal kryds og adgange bestemt ud fra funktionsbehov for den givne vej. Længdemarkeringen på en strækning er som udgangspunkt fastsat ud fra vejreglerne

typisk med udgangspunkt i vejens bredde. På baggrund af ovenstående vurderes det derfor, at der ikke er problemer med endogene variabler i analysen.

Systematisk fejl på grund af udeladte variabler

Overvejelser omkring systematisk fejl på grund af udeladte variabler findes i kapitel 9.

Vurdering af modellen

Ved formulering af uheldsmodeller er det selvsagt interessant om disse giver et retvisende billede af data. Dette er interessant i modelleringsprocessen, hvor forskellige modeller sammenlignes med henblik på at vælge den bedste, og det er interessant at kunne angive, hvilken forklaringsgrad den endelige model har.

Vurdering med information criterions

Akaikes Information Criterion (AIC) og Bayesian Information Criterion (BIC) vil blive benyttet til at sammenligne modellerne fremkommet ved regressionsanalyse. AIC og BIC er nærmere beskrevet i kapitel 9. I analysen af det udvidede datasæt er der 356 strækninger, og dermed er en forskel på mere end 2,5 i AIC værdier tilstrækkelig til at kunne benytte AIC værdierne til at vurdere hvilken model der bør foretrækkes. BIC værdierne kan sammenlignes direkte, således den model med den laveste BIC værdi altid bør foretrækkes, hvis der vurderes ud fra denne parameter

Vurdering af Goodness-of-fit

Forklaringsgraden af en uheldsmodel skal altid ses i forhold til, hvor stor en del af variationen i data, modellen rent faktisk har mulighed for at forklare (Fridstrøm m. fl., 1995). Det er den systematiske variation der søges forklaret med en model, ren tilfældig variation er ikke muligt at forklare. Det er derfor væsentligt at anføre hvor stor en del af den samlede variation i data, der er systematisk variation. Mængden af tilfældig og systematisk variation bestemmes ved hjælp af varians og middelværdi for data, som angivet i udtrykkene i (10.1) og (10.2) (Reurings m. fl., 2005).

$$\text{Systematisk variation} = \frac{\text{var}_{data} - \lambda_{data}}{\text{var}_{data}} \quad (10.1)$$

$$\text{Tilfældig variation} = \frac{\lambda_{data}}{\text{var}_{data}} \quad (10.2)$$

Fridstrøm et. al. gennemgik i 1995 (Fridstrøm m. fl., 1995) fem metoder til evaluering af goodness-of-fit for Poisson og negativ binomial modeller. Heraf anbefaler de to metoder til fremadrettet brug ved evaluering af modeller fremkommet ved negative binomial regression; Elviks index, R_{PE}^2 , og log-likelihood, R_{PD}^2 . Fridstrøm et. al. angiver, at log-likelihood R_{PD}^2 er vanskelig at bestemme, og at Elviks index er et godt alternativ hertil. I denne analyse angives Elviks indeks bestemt ved ligning (10.3) efter (Elvik m. fl., 2013), hvor overspredningsparameteren, μ , for data er bestemt ved ligning (10.4) hvori variansen og middelværdi for datasættet indgår (Elvik m. fl., 2013).

$$R_{PE}^2 = 1 - \frac{\mu_{model}}{\mu_{data}} \quad (10.3)$$

$$\mu_{data} = \frac{\frac{var_{data}}{\lambda_{data}} - 1}{\lambda_{data}} \quad (10.4)$$

Vurdering af prædiktionssevne

For at vurdere modellens prædiktionssevne opstilles en model på baggrund af 2/3 af datasættet. Denne model sammenlignes med modellen opstillet på baggrund af hele datasættet for at vurdere estimaterne. Modellen vurderes mere sikker des mere ens estimaterne er i de to modeller. Modellen baseret på 2/3 af datasættet benyttes derudover til at prædikere det forventede uheldsniveau i den resterende 1/3 af datasættet. Jo nærmere denne estimering er det registrerede antal uheld, des bedre vurderes modellen.

Disse metoder til at vurdere modellens prædikative evner anbefales ofte som test (Jensen, 2011; Reurings m. fl., 2005).

10.2. Data

I tabel 10.3 ses en beskrivelse af data på de 356 strækninger i det udvidede datasæt efter at outliers er elimineret fra datasættet. Det fremgår ikke af tabellen hvor mange strækninger uheldene er fordelt på. Der er registreret uheld på 172 strækninger, hvilket svarer til 48%, mens der ingen uheld er registreret på de øvrige 184 strækninger. Fordelingen af strækninger på de tre kategorier af længdemarkering – uden, med midtlinje samt med midt- og kantlinje er således at 24% af strækningerne ikke har nogen længdemarkering, 19% har midterlinje og 57% har både midt- og kantlinje.

Den systematiske variation i data bestemmes, da det er denne variation det er muligt at forklare med en uheldsmodel. Varians og middelværdi for uheldstæthed indsættes i ligning (10.1) hvorved andelen af systematisk variation bestemmes til 68%. Overspredningsparameteren i data bestemmes ved at indsatte varians og middelværdi for uheldstæthed i ligning (10.4), herved fås en overspredningsparameter i datasættet på 2,14.

Tabel 10.3: Beskrivelse af data der indgår i analysen af de 356 strækninger i det udvidede datasæt. Vejnettets samlede længde er 408 km og i alt 327 trafikuheld er registreret på vejnettet i perioden 2004-2011.

	Minimum	Maximum	Middelværdi	Standard afvigelse	Varians
Længde (m)	105	6.548	1.146	861	740.777
Årsdøgntrafik	96	7902	2.228	1.741	3.029.465
Kørebanebredde (m)	4,4	11,6	6,7	1,1	1,3
Kryds (antal/km)	0	12,3	0,51	1,1	1,3
Vejadgange (antal/km)	0	29,1	9,2	5,5	30,8
Længdemarkering	Ingen markering	Midter- og kantstribes	-	-	-
Uheld (antal/strækning)	0	12	0,92	1,39	1,9
Uheldstæthed (uheld/km) i perioden 2004-2011	0	13,76	0,98	1,74	3,0

I tabel 10.4 findes en oversigt over de variabler, der indgår i analysen samt en beskrivelse af deres funktionelle form og om det er en kontinuert variabel eller en kategori variabel.

Tabel 10.4: Beskrivelse af variabler der indgår i regressionsanalysen

Variabel	Forkort.	Beskrivelse
Antal uheld		Afhængig variabel angivet i antal uheld over en periode på 8 år.
Årsdøgnstrafik	ÅDT	Uafhængig kontinuert variabel. Indgår som $\ln \text{ÅDT}$.
Kørebanebredde	KB	Uafhængig kategori variabel, 0/1, hvor 0 er strækninger med en kørebanebredde på under 6,5 m og 1 er strækninger med en kørebanebredde på 6,5 m eller derover.
Krydstæthed	Kryds	Antal kryds pr. km. Uafhængig kontinuert variabel. Indgår som $\sqrt{\text{Krydstæthed}}$
Adgangstæthed	Adgang	Antal vejadgange pr. km. Uafhængig kontinuert variabel. Indgår som Adgangstæthed.
Længdemarkering	Strib	Uafhængig kategori variabel, 0/1/2, 0 er strækninger uden længdemarkering, 1 er strækninger med midterstriber, 2 er strækninger med både midterstriber samt kantstriber.

10.3. Resultater

Variablerne er medtaget stepvis i regressionsanalysen, hvilket har resulteret i 7 forskellige modeller (A – G) afhængigt af antal variabler og sammensætningen af variabler. Modellerne er gengivet i tabel 10.5 - tabel 10.7 og yderligere detaljer kan findes i bilag F. Alle modeller er etableret ved hjælp af negativ binomial regression, da spredningsparameteren i alle tilfælde viste sig at være statistisk signifikant forskellig fra 0. Regressionsanalysen er foretaget i Stata version 12 med funktionen negativ binomialregression.

Variablerne er medtaget i rækkefølge efter forventet betydning. Viser estimatet for en variabel sig at være langt fra signifikant eller er standardafvigelsen så stor, at resultatet ikke er brugbart, fjernes den aktuelle variabel fra analysen før en ny variabel medtages. Sidst er der foretaget en regressionsanalyse, hvor alle variabler er medtaget (model G) for også at vurdere dette resultat.

I model A er ÅDT medtaget som eneste forklarende variabel. Denne model forklarer ifølge Elviks indeks 80,7% af den systematiske variation i data. Estimatet for ÅDT er statistisk signifikant ($p=0,000$) og har en lav standardafvigelse. I model B er krydstætheden inddraget som forklarende variabel ud over ÅDT, estimatet for krydstæthed er ligeledes statistisk signifikant ($P=0,000$) og har en lav standardafvigelse. Ved at inddrage krydstætheden i modellen øges forklaringsgraden til 85,7% ifølge Elviks indeks. Sammenlignes de to modeller med hensyn til AIC og BIC værdier bør model B foretrækkes over model A, se tabel 10.8 og tabel 10.9.

I model C inddrages yderligere en forklarende variabel – tætheden af adgangsveje. Denne variabel er ikke statistisk signifikant ($p=0,293$) og har en standardafvigelse på størrelse med estimatet. Elviks indeks for modellen stiger i forhold til model B, men ud fra BIC bør model B foretrækkes, mens det ikke er muligt at foretage et valg mellem modellerne ud fra forskellen i AIC. Af modellerne A, B og C bør model B foretrækkes.

Tabel 10.5: Resultater fra regressionsanalyse med antal uheld som afhængig variabel, strækningens længde som offset variabel og med uafhængige variabler som angivet i første kolonne. Regressionsanalysen er foretaget i Stata version 12 med funktionen negativ nominal regression. Estimat for den uafhængige variabel angives med tilknyttet standardafvigelse og p-værdi. Herefter angives AIC, BIC og Elviks indeks. *p-værdi for boundry likelihood ratio test. "–" angiver at denne variabel ikke indgår i den aktuelle model.

	Model A			Model B			Model C		
	Estimat	Std. afv.	p-værdi	Estimat	Std. afv.	p-værdi	Estimat	Std. afv.	p-værdi
Konstant	-11,49	0,633	0,000	-11,68	0,615	0,000	-11,90	0,647	0,000
ÅDT	0,585	0,083	0,000	0,570	0,080	0,000	0,581	0,080	0,000
Kryds		-		0,554	0,111	0,000	0,553	0,110	0,000
Adgang		-			-		0,014	0,013	0,293
KB		-			-			-	
Strib, 1		-			-			-	
Strib, 2		-			-			-	
Lik.ratio test*		0,000			0,000			0,000	
AIC		864,4			843,1			844,1	
BIC		876,0			858,6			863,4	
Elviks indeks		0,807			0,857			0,863	

I model D inddrages variabelen kørebanebredde (KB), mens adgangstæthed ikke er med. Estimatet for kørebanebredden er statistisk signifikant ved et signifikansniveau på 0,1 ($p=0,082$). Forklaringsgraden af den systematiske variation for modellen er 86,1% ifølge Elviks indeks. Dette er lidt mere end model B, men sammenlignes BIC værdier bør model B foretrækkes fremfor D. Forskellen i AIC er så lille, at denne ikke kan benyttes i en vurdering af hvilken model, der bør foretrækkes.

Tabel 10.6: Resultater fra regressionsanalyse med antal uheld som afhængig variabel, strækningens længde som offset variabel og med uafhængige variabler som angivet i første kolonne. Regressionsanalysen er foretaget i Stata version 12 med funktionen negativ nominal regression. Estimat for den uafhængige variabel angives med tilknyttet standardafvigelse og p-værdi. Herefter angives AIC, BIC og Elviks indeks. *p-værdi for boundry likelihood ratio test. "–" angiver at denne variabel ikke indgår i den aktuelle model.

	Model D			Model E			Model F		
	Estimat	Std. afv.	p-værdi	Estimat	Std. afv.	p-værdi	Estimat	Std. afv.	p-værdi
Konstant	-10,88	0,754	0,000	-10,81	0,773	0,000	-11,11	0,783	0,000
ÅDT	0,433	0,110	0,000	0,409	0,119	0,000	0,447	0,111	0,000
Kryds	0,562	0,110	0,000	0,560	0,110	0,000	0,561	0,109	0,000
Adgang		-			-		0,013	0,014	0,320
KB	0,355	0,205	0,082	0,306	0,283	0,279	0,346	0,203	0,088
Strib, 1		-		0,140	0,264	0,596		-	
Strib, 2		-		0,163	0,352	0,643		-	
Lik.ratio test*		0,000			0,000			0,000	
AIC		842,1			845,8			843,1	
BIC		861,5			872,9			866,4	
Elviks indeks		0,861			0,861			0,867	

I model E inddrages omfanget af længdemarkering i modellen. Estimerne for kategorivariablen er langt fra statistisk signifikant ($p=0,596$ og $p=0,643$). Samtidig er standardafvigelse på estimerne for srib1 og srib2 omtrent det dobbelte af estimerne. Estimatet og p-værdien for kørebanebredde påvirkes af, at længdemarkeringen inddrages i analysen, således at denne variabel ikke længere er statistisk signifikant ($p=0,279$). Variabel for længdemarkering bør ikke indgå i modellen, da den er langt fra signifikant og samtidig påvirker en af de øvrige forklarende variabler.

I model F er årsdøgnstrafikken, krydstæthed, adgangstæthed og kørebanebredden inddraget i regressionsanalysen. Denne kombination er afprøvet for at undersøge om variabelen adgangstæthed opfører sig andelede end i model C. Dette er ikke tilfældet, estimat og standardafvigelse er tilnærmelsesvis det samme og resultatet er stadig ikke statistisk signifikant. Model F bør derfor ikke foretrækkes som endelig uheldsmodel, selvom denne har en lav AIC og BIC værdi sammenlignet med de øvrige modeller, se tabel 10.8 og tabel 10.9, og har den højeste værdi af Elviks indeks blandt de syv modeller.

I model G er alle variabler medtaget i en regressionsanalyse. Dette resulterer i en høj forklaringsgrad ifølge Elviks indeks (86,6%), men omvendt i meget høje AIC og BIC værdier. Samtidig indeholder modellen tre variabler, der ikke er statistisk signifikante. Denne model bør derfor ikke arbejdes videre med. Ud fra resultaterne vurderes model B og D at være de mest fordelagtige. Det er derfor for disse to modeller prædiktionssevner vurderes.

Tabel 10.7: Resultater fra regressionsanalyse med antal uheld som afhængig variabel, strækningens længde som offset variabel og med uafhængige variabler som angivet i første kolonne. Regressionsanalysen er foretaget i Stata version 12 med funktionen negativ nominal regression. Estimat for den uafhængige variabel angives med tilknyttet standardafvigelse og p-værdi. Herefter angives AIC, BIC og Elviks indeks. *p-værdi for boundry likelihood ratio test.

	Model G		
	Estimat	Std.afv.	p-værdi
Konstant	-11,04	0,805	0,000
ÅDT	0,426	0,119	0,000
Kryds	0,559	0,110	0,000
Adgang	0,013	0,014	0,336
KB	0,303	0,282	0,282
Strib, 1	0,124	0,262	0,638
Strib, 2	0,145	0,350	0,678
Lik.ratio test*		0,000	
AIC		846,9	
BIC		877,9	
Elviks indeks		0,866	

Tabel 10.8: Sammenligning af modellerne A-G med hensyn til AIC værdi. I tabellen angives den foretrukne model, hvis dette udelukkende vurderes ud fra AIC. – angiver situationer, hvor forskellen i AIC er så lille, at det ikke ud fra AIC er muligt at vurdere hvilken model, der bør foretrækkes.

AIC	B	C	D	E	F	G
A	B	C	D	E	F	G
B		-	-	B	-	B
C			-	-	-	C
D				D	-	D
E					F	-
F						F

Tabel 10.9: Sammenligning af modellerne A-G med hensyn til BIC værdi. I tabellen angives den foretrukne model, hvis dette udelukkende vurderes ud fra BIC værdien.

BIC	B	C	D	E	F	G
A	B	C	D	E	F	A
B		B	B	B	B	B
C			D	C	C	C
D				D	D	D
E					F	E
F						F

10.4. Vurdering af prædiktionssevne

Ud fra 2/3 af det udvidede datasæt formuleres to modeller; model B-a og D-a. Disse modeller svarer til model B og D, blot formuleret på 2/3 af datasættet i stedet for det hele. Resultatet ses i tabel 10.10. Model B-a afviger ikke meget i estimerne fra model B, mens der er lidt større forskel på estimerne i model D-a og model D. Dette kunne tyde på at model B er mest stabil.

Tabel 10.10: Resultater fra regressionsanalyse af 2/3 af det udvidede datasæt med antal uheld som afhængig variabel, strækningslængde som offset variabel og med uafhængige variable som angivet i første kolonne. Regressionsanalysen er foretaget i Stata version 12 med funktionen negativ log likelihood regression. Estimat for den uafhængige variabel angives med tilknyttet standardafvigelse og p-værdi. Herefter angives AIC, BIC og Elviks indeks. *p-værdi for boundry likelihood ratio test. "–" angiver at denne variabel ikke indgår i den aktuelle model.

	Model B-a			Model D-a		
	Estimat	Std.afv.	p-værdi	Estimat	Std.afv.	p-værdi
Konstant	-11,28	0,717	0,000	-10,34	0,863	0,000
ÅDT	0,512	0,092	0,000	0,349	0,126	0,006
Kryds	0,598	0,136	0,000	0,614	0,134	0,000
KB		-		0,420	0,233	0,071
Lik.ratio test*		0,007			0,010	
AIC		551,5			550,3	
BIC		565,4			567,6	
Elviks indeks		0,806			0,819	

Ud fra model B-a og D-a estimeres forventede antal uheld i en 8 årig periode for den resterende 1/3 af datasættet. Resultatet af dette ses i tabel 10.11. Begge modeller estimerer lidt flere uheld i perioden end der reelt er registreret; henholdsvis 106 (model B-a) og 107 (model D-a) uheld, mens der er registreret 103 uheld i perioden. Registreringerne ligger henholdsvis 3% og 4% over det registrerede antal uheld, og begge ligger pænt indenfor konfidensintervallet for det registrerede antal uheld.

Tabel 10.11: Resultater fra prædiktion med model B-a og model D-a sammenlignet med registreret antal uheld i den 1/3 af datasættet der ikke indgår i formuleringen af modellen.

	1/3 datasæt		Model B-a	Model D-a
	Registreret	KI	Forventet	Forventet
Uheld 8 år	103	83-123	106	107

Som en yderligere sammenligning af model B-a og model D-a ses på hvordan strækningerne rangeres efter estimeret uheldstæthed. Vurderes top 20% af strækningernes uheldstæthed udpeges 23 ud af 24 strækninger med begge modeller. Begrænses til at kigge på top 10% af strækningernes uheldstæthed er 9 ud af 12 strækninger de samme.

Ved at inddrage kørebanebredden i modellen opnås ikke en bedre prædiktionssevne i forhold til modellen, hvor udelukkende ÅDT og krydstætheden indgår. Det vurderes derfor, at kørebanebredde er en unødvendig parameter i modellen og den endelige model, der arbejdes videre med i udpegningsmetoden, er model B estimeret på baggrund af det fulde datasæt.

Modellen kontra udpegningsmetoden udelukkende på baggrund af ÅDT

En væsentlig overvejelse er hvorvidt modellen giver et andet billede end blot at udpege strækninger med mest trafik, og dermed størst eksponering, som de mest risikofyldte. Spørgsmålet er, hvor stor betydning har det, at der inddrages yderligere en parameter - krydstæthed. Det giver en væsentlig anden udpegningsmetode, hvis der udelukkende kigges på trafikmængde. Ses på 20% af strækningerne udpeget med højeste UHT bestemt med model B-a, inkluderer disse 8 af strækningerne, der ville udpeges med højeste ÅDT. Det vil sige, at der er et sammenfald i de to udpegninger på 8 ud af 24 strækninger. Ses udelukkende på 10% af strækningerne med højest forventet UHT, ville 4 af de 12 strækninger også blive udpeget, hvis der udelukkende blev udpeget på baggrund af ÅDT. Det vil sige, at det giver to væsentlig forskellige udpegninger, og modellen giver dermed et løft til prioriteringen af stedbestede trafikikkerhedsindsatser.

Længden af strækninger der estimeres til højest UHT

I forbindelse med test af metoden, konstaterer begge testkommuner at det i høj grad var korte strækninger der blev udpeget med de højeste uheldstætheder, med den foreløbige uheldsmodel. Ses på strækningerne med de højeste estimater af UHT med model B-a er dette ikke tilfældet. Ses på de 20% af strækningerne med højest UHT ligger strækningslængderne mellem 536 m og 3.124 m med en middelværdi på 2.174 m. Ses på de 10% af strækningerne med højest estimeret UHT ligger disse i samme interval, 536m til 3.214 m men med en lidt lavere middelværdi, 1.880 m.

10.5. Endelig uheldsmodel

Model B sat op som uheldsmodel til beregning af forventet uheldstæthed ses i ligning (10.5).

$$UHT = \frac{1000}{8} \cdot \exp(-11,68 + 0,570 \cdot \ln \text{ÅDT} + 0,554 \sqrt{\text{Kryds}}) \quad (10.5)$$

Hvor,

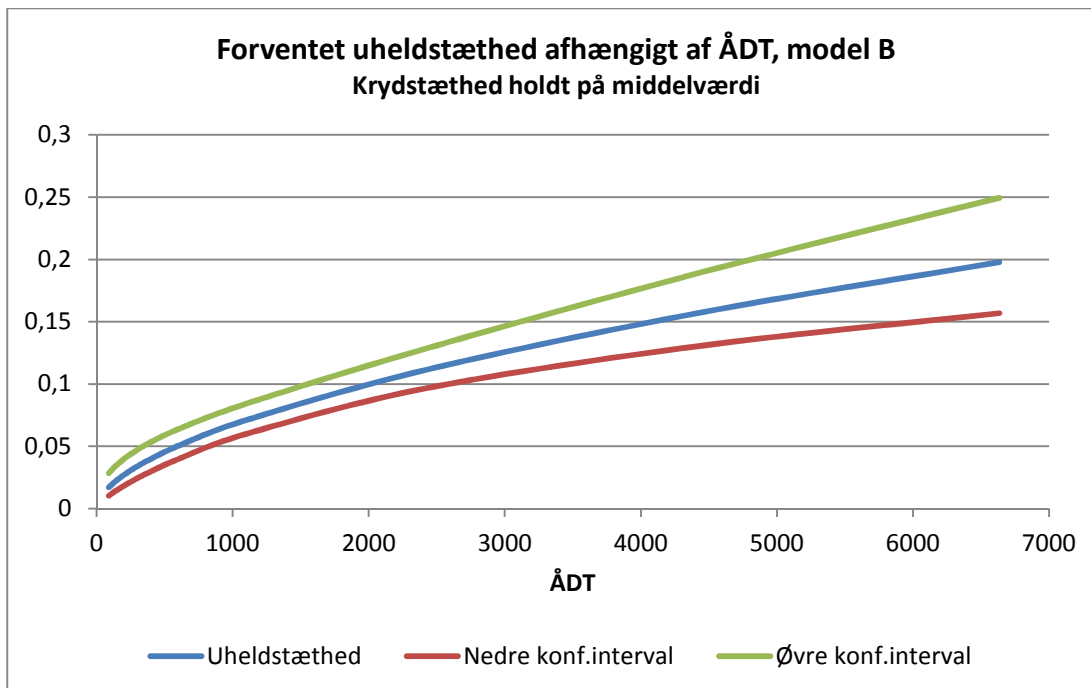
$UHT =$ uheld pr. år pr. km

$\text{ÅDT} =$ Årsdøgnstrafik = antal motorkøretøjer pr. døgn

$\text{Kryds} =$ Krydstæthed = antal kryds pr. km

10.6. Gyldighedsområde

Modellen er som udgangspunkt kun gyldig på samme type vejnet som de grundlæggende data er indsamlet på. Dvs. på strækninger på det kommunale vejnet i det åbne land med hastighedsgrænse på 80 km/t. Som det var tilfældet med den foreløbige uheldsmodel i kapitel 11, vurderes gyldighedsområdet for modellen afhængigt af ÅDT niveau. I figur 10.4 ses en graf med forventet uheldstæthed afhængigt af ÅDT når krydstætheden holdes på middelværdien. Som det var tilfældet i model 5, der er baseret på analysevejnettet, er konfidensintervallet mindst ved lave ÅDT værdier og bliver bredere jo højere ÅDT er. Dette skyldes det større datagrundlag. Bredden af konfidensintervallet er dog generelt mindre i model B end det var tilfældet i model 5. Dette skyldes det større datagrundlag, der sikrer en mere robust model. Ud fra en visuel vurdering af figur 10.4 fastholdes anbefalingen af et gyldighedsområde for modellen som værende kommunale veje i åbent land med en hastighedsbegrænsning på 80 km/t og med en årsdøgnstrafik på op til 6.000 motorkøretøjer i døgnnet.



Figur 10.4: Grafisk fremstilling af den forventede uheldstæthed afhængigt af ÅDT inklusiv øvre og nedre 95% konfidensinterval for model B. I grafen er tætheden af kryds holdt på middelværdien.

11. Udpegningsmetode

Formålet med denne afhandling er i sidste ende at udvikle en metode til udpegning af risikolokaliteter i åbent land. I kapitel 9 og 10 findes de statistiske analyser der ligger bag uheldsmodellen, som er en del af denne udpegningsmetode. I dette kapitel præsenteres udpegningsmetoden og de valg, der er foretaget i forbindelse med udviklingen af metoden. Dertil gennemgås test af metoden, særligt den del af testen der har fokus på at vurdere metodens praktiske anvendelighed. Efter at have brugt metoden står en vejmyndighed med en udpegning af risikolokaliteter eller en indeksering af deres veje i åbent land. Muligheder for hvordan vejmyndigheden kan bruge resultatet i praksis, præsenteres sidst i dette kapitel.

11.1. Udvikling af udpegningsmetode

Gennem årene er der udviklet flere metoder til at vurdere risikoen på vejnettet i åbent land, flere af disse er beskrevet i kapitel 3. Generelt spænder disse metoder over tre forskellige tilgange:

- Indeksering af vejnettet ud fra en lang række karakteristika for vejen
- Vurdering af omkostningseffektiviteten ved implementering af trafikikkerhedstiltag på lokaliteterne, bestemt ud fra generelt forventet antal uheld og mulige tiltag på den enkelte lokalitet.
- Overvågning af en eller flere parametre på vejen.

Erfaringer fra disse tidligere udviklede metoder har haft indflydelse på hvordan afhandlingens metode er udviklet. Ligeledes har ønsket om at udvikle en praktisk anvendelig metode samt egne analyser af sammenhængen mellem vejkarakteristika og risikoen for uheld haft indflydelse på metodens udvikling. Disse forhold er kombineret i dette kapitel med henblik på at formulere en metode til at udpege risikolokaliteter på det tosporede vejnet i åbent land. Først præsenteres den endelige metode, herefter diskuteres de valg, der ligger til grund for metodens udformning.

Præsentation af udpegningsmetode

Udpegningsmetoden er formuleret som en tæthedsmetode bygget op i fem trin. Til forskel fra den traditionelle tæthedsmetode, der benyttes i den uheldsbaserede sortpletudpegning, benyttes uheldstæthed for det generelt forventede antal uheld i stedet for tæthed for det registrerede antal uheld. Metoden er begrænset til uheldsmodellens gyldighedsområde, hvilket er strækninger på tosporede gennemfarts- og fordelingsveje i åbent land med en årsdøgnstrafik på op til 6.000 køretøjer. Modellen er gyldig på strækninger hvor den generelle hastighedsgrænse på 80 km/t er gældende.

De fem trin i metoden er som følger:

1. Vejnettet, der ønskes analyseret, inddeles i strækninger.
2. ÅDT og antal kryds registreres for hver strækning.
3. Generel forventet uheldstæthed bestemmes for hver strækning vha. uheldsmodellen.
4. Strækninger rangordnes efter faldende forventet uheldstæthed.
5. Indsatslokaliteter udpeges ud fra den rangordnede liste. Alternativt kan listen benyttes til at indeksere hele det analyserede vejnet.

Vejnettet deles op i homogene strækninger med en minimumslængde på 100 m. Strækningerne skal være homogene set i forhold til kørebanebredde, kørespor, længdemarkering, randbebyggelse, bevoksningstæthed langs vejen samt cykelfaciliteter. Derudover deles strækninger ved større kryds, det vil sige kryds med veje af samme klassificering som vejene der analyseres eller kryds med kanaliseringsanlæg på den givne vej.

Herefter registreres ÅDT for strækningen og antal kryds med øvrige offentlige veje langs strækningen. For hver strækning bestemmes den generelt forventede uheldstæthed (UHT) ved at benytte uheldsmodellen præsenteret i kapitel 10, og strækningerne rangeres efter faldende UHT.

Sidst udpeges det antal strækninger vejmyndigheden efterfølgende har kapacitet til at analysere med henblik på myndighedens stillingtagen til, hvilke strækninger, som i sidste ende skal forbedres inden for de midler, man har til rådighed. Det betyder, at brugeren kan benytte metoden til at indeksere hele det tosporede vejnet af gennemfarts- og fordelingsveje i åbent land ud fra forventet UHT, hvis dette ønskes. Brugeren kan også benytte metoden til at udpege en mindre andel strækninger, som tages ud til nærmere analyse.

I bilag G findes en vejledning til brug af metoden.

Inspiration fra eksisterende udpegningsmetoder

Af de eksisterende metoder, der er undersøgt gennem litteraturstudie i kapitel 3, var fire bygget op om indeksering af vejnettet (EuroRAP, 2009; Habibian m. fl., 2011; Leur og Sayed, 2002; Perandones og Ramos, 2008). De fire metoder kræver alle en stor dataindsamling, hvilket gør metoderne relativt dyre at anvende set i forhold til budgettet til trafikikkerhed i en dansk kommune. Metoderne er samtidig afhængigt af, at man råder over en observatør med et godt kendskab til trafikikkerhedsmæssige konsekvenser af forskellige vejkarakteristika og til den forholdsmæssige betydning, som disse karakteristika har for trafikikkerheden. Én af metoderne baseres dog på en række eksperteres generelle vurdering af en række vejkarakteristika og deres relative betydning på risikoen for trafikuheld (Habibian m. fl., 2011), hvilket gør, at brugeren i denne metode ikke er afhængig af specielt uddannede observatører. Dette må ses som en fordel, hvis metoden skal benyttes i et større omfang. Ingen af metoderne har vundet udbredelse i Danmark, og det vurderes at en indeksering skal rumme færre eller i alle fald lettere tilgængelige input data, hvis dette skal være realistisk som redskab i en dansk kommune.

En femte metode omhandler overvågning af udvalgte karakteristika ved vejen eller vejens vedligeholdelsesstand. Denne metode er beskrevet af OECD i 1976 (OECD. Road Research Group, 1976). De elektroniske muligheder for automatisk at registrere data og for at analysere dem var

dengang langt ringere end i 2014, og mulighederne vil formentlig blive endnu bedre i fremtiden. I dag vil det efter al sandsynlighed være muligt, men dog hverken let eller billigt, at overvåge vejens tilstand eller en række vejkarakteristika. Skal fremgangsmåden give praktisk mening rent trafiksikkerhedsmæssigt, skal registreringsmulighederne forbedres yderligere, så der kan ske en overvågning af tilstande med en kendt sammenhæng mellem tilstand eller karakteristika og uheldsrisiko. En mulighed for en fremtidig udvikling af metoden kunne derfor være at undersøge sammenhængen mellem uheldsrisiko og for eksempel en række vedligeholdelsestilstande på vejen. Herefter overvåges de vedligeholdelsestilstande med størst indvirkning på uheldsrisikoen. Skal sammenhængen mellem vedligeholdelsestilstand og uheldsrisiko analyseres, er det nødvendigt med data om de vedligeholdelsestilstande, der ønskes analyseret, på netop den dag, hvor et uheld er indtruffet. Disse data er ikke tilgængelige i dag, men i fremtiden kunne denne indsamling af data overvejes for at have muligheden for en sådan analyse i fremtiden. Forudsætningerne for at arbejde videre med denne metode i afhandlingen var dermed ikke til stede.

Den sidste metode, der er fundet i litteraturstudiet, er en metode, hvor der anvendes uheldsmodeller til at bestemme det generelt forventede uheldsniveau på vejsegmenter i et vejnet der ønskes analyseret. Herefter analyseres alle vejsegmenter og mulige løsningsforslag på lokaliteten identificeres. Omkostningseffektiviteten ved at forbedre en given lokalitet bestemmes ved hver enkelt lokalitet ud fra det generelt forventede uheldsniveau, forventet uheldsbesparelse samt en liste over et eller flere mulige tiltag på hver enkelt lokalitet. (Hummer m. fl., 2002). Ved at benytte uheldsmodeller sikres en objektiv tilgang til udpegningsmetoden. Til gengæld er det meget omfattende for en vejmyndighed at analysere alle lokaliteter og beregne omkostningseffektivitet på sikkerhedsforbedrende tiltag på alle lokaliteter.

Det vurderes, at det kunne give god mening at arbejde videre med tanken om at tage udgangspunkt i de generelt forventede antal uheld bestemt ved hjælp af en uheldsmodel, men at der skal arbejdes på at få skåret ned i antallet af lokaliteter, der efterfølgende skal analyseres. Inputtet fra litteraturstudiet til udviklingen af metoden er, at metoden skal tage udgangspunkt i generelt forventede antal uheld bestemt ved en uheldsmodel og at metoden skal kunne benyttes med et beskedent omfang af data, da metoden ellers ikke vil blive benyttet.

Praktisk anvendelighed

Et mål med udpegningsmetoden er, at den skal være praktisk anvendelig. Karakteristika for en praktisk anvendelig udpegningsmetode blev defineret i samarbejde med de seks involverede kommuner, og er nærmere beskrevet i kapitel 2. For udviklingen af metoden betød det, at der er en række krav, der udspringer af ønsket om at sikre praktisk anvendelighed:

- Metoden skal kunne omfatte både dele af eller hele det kommunale vejnet i åbent land.
- I metoden benyttes input i form af eksisterende data eller data der er lettilgængelig.
- Metoden skal tage udgangspunkt i regneark, som for eksempel Excel, som benyttes i langt de fleste danske kommuner og virksomheder.
- I brug overstiger metoden ikke 10% af udgifterne til forbedring af de udpegede strækninger efterfølgende.
- Resultaterne fra metoden skal kunne formidles til borgere og politikere.

- Anvendelsesområdet for metode skal fremgå af en vejledning hertil og samtidig skal det fremgå hvad der sker med validiteten, hvis parametre i metoden udelades

Kravet om praktisk anvendelighed har spillet en rolle i flere faser af projektet. Kravet har haft indflydelse på valget af variabler. En variabel, der beskriver horisontalkurver på strækningerne, blev valgt fra, da det blev vurderet at indsamling af data om dette ville være for omkostningsfuldt for brugere af metoden. Ligeledes blev en variabel, der beskriver tilstedeværelsen af påkørselsfarlige skråninger, i sidste ende fravalgt på grund af problemer med at afgrænse de pågældende forekomster præcist og entydigt.

Ved formulering af vejledning, findes i bilag G, og medfølgende regneark, findes i bilag J, til brug af metoden, har det været vigtigt at vejledningen er nem at gå til, og er let forståelig for brugeren. Blandt andet skulle vejledningen kunne benyttes som opslagsværk, ligesom den skulle kunne læses fra start til slut for de der er interesserede i at kende alle detaljer.

I forbindelse med test af metoden har den praktiske anvendelighed spillet en større rolle. Metoden er testet af to kommuner, og medarbejderne der sad med testen er efterfølgende blevet interviewet med henblik på at afdække, hvorvidt de har oplevet, at metoden er praktisk anvendelig.

Sammenhæng mellem vejkarakteristika og risiko for uheld

Det er selvsagt væsentligt for udpegningsmetoden, hvilke vejkarakteristika der skal benyttes som grundlag for en udpegnings af risikolokaliteter. Derfor er tidligere undersøgelser af sammenhængen mellem uheldsrisiko og vejkarakteristika gennemgået. Efterfølgende er der foretaget en statistisk analyse af sammenhængen mellem en række vejkarakteristika og uheldstæthed på tosporede veje i åbent land i Danmark.

Resultater fra tidligere undersøgelser har haft betydning for hvilke variabler, der indgår i den statistiske analyse i nærværende afhandling. Derudover har vilkåret om praktisk anvendelighed haft indflydelse på valg af variable, som beskrevet i førnævnte. Den statistiske analyse munder ud i den uheldsmodel, der anvendes i udpegningsmetoden.

Generelt forventet antal uheld fremfor registreret antal uheld

Ideen om at benytte forventede uheld fremfor registrerede uheld er ikke ny og benyttes bl.a. af Hummer m.fl. i (2002). Hummer m.fl. benytter uheldsmodeller til at bestemme forventet antal uheld på lokaliteter, hvor der ikke eksisterer registreringer af uheld. Ideen i nærværende afhandling er at overføre ideen til vejnet, hvor antal registrerede uheld er lav. Koncentrationer af uheld på enkeltlokaliteter på disse vejnet bliver dermed små, og uheldenes tilfældige variation får en uforholdsmæssig stor betydning, hvis der udpeges risikolokaliteter ud fra det registrerede antal uheld.

Ved at tage udgangspunkt i antal forventede uheld fremfor antal registrerede uheld, ændres fokus imidlertid. Ved udpegnings på baggrund af registrerede antal uheld er fokus at identificere lokale risikofaktorer og sænke den lokale uheldsrisiko til det normale for vejtypen. Ved en udpegnings af risikofaktorer på baggrund af forventede antal uheld, vil fokus være på at udbedre generelle risikofaktorer og nedbringe den generelle uheldsrisiko for vejtypen. Det betyder, at indsatsen får karakter af forebyggelse fremfor helbredelse.

Uheldsmodel

For at kunne give et estimat på et forventet antal uheld på en given strækning, er det nødvendigt at benytte en uheldsmodel. Der eksisterer ikke modeller for kommuneveje i åbent land i Danmark, altså er det nødvendigt at formulere en sådan ud fra eksisterende data.

Et alternativ til at bruge en uheldsmodel er at gå væk fra tanken om at estimere det generelt forventede antal uheld, og i stedet estimere det forventede antal konflikter, hårde opbremsninger eller en anden surrogatvariabel. I forbindelse med udformningen af modellen er uheld imidlertid den direkte konsekvens, der ønskes beskrevet. Derfor er der taget udgangspunkt i uheld for at undersøge, om det kan lade sig gøre at estimere et forventet antal.

Tæthedsmetode

Tæthedsmetoden ud fra registrerede antal trafikuheld er en kendt metode i Danmark, og denne eller tætheds-/frekvensmetoden benyttes i dag af mange kommunale vejmyndigheder. For at lette en fremtidig brug tages der udgangspunkt i denne kendte metode. I stedet for det registrerede antal uheld benyttes blot det forventede antal uheld bestemt ved hjælp af en uheldsmodel.

I og med at det forventede antal uheld benyttes, i stedet for det registrerede antal uheld, elimineres en række af de ulemper, der normalt er forbundet med tæthedsmetoden. En af ulemperne ved den traditionelle tæthedsmetode er, at tilfældigheder kan spille en stor rolle, da der ikke kontrolleres for den tilfældige variation. Ved at benytte det generelt forventede antal uheld beregnet ved hjælp af en uheldsmodel, skulle der i højere grad være taget højde for den tilfældige variation.

Et andet problem ved at bruge det registrerede antal uheld er, at en udpegningsmetode af en lokalitet blot kan skyldes meget trafik, større eksponering, og dermed en højere uheldsrisiko. Grunden til at dette er et problem i tæthedsmetoden er, at det i sortpletudpegningsmetoden er et mål at udpege lokaliteter med lokale risikofaktorer, som efterfølgende kan udbedres. Dette er ikke målet i metoden præsenteret i denne afhandling. Her er målet netop at udpege de lokaliteter med størst generel uheldsrisiko.

11.2. Praktisk test af udpegningsmetoden

For at vurdere, om den opstillede udpegningsmetode er praktisk anvendelig testes metoden af de tiltænkte brugere, og der er foretaget justeringer på baggrund af feedback fra disse brugere.

Formål med testen

Formålet med testen er tosidet. På den ene side ønskes det testet, om metoden er praktisk anvendelig og om vejledningen er forståelig og anvendelig. På den anden side ønskes datagrundlaget for den bagvedliggende uheldsmodel udvidet. Derfor testes metoden med den foreløbige uheldsmodel præsenteret i kapitel 9, ligning 9.10. På baggrund af testen ønskes det at besvare følgende:

- Er metoden praktisk anvendelig?
- Er vejledningen forståelig og anvendelig?

Beskrivelse af test

Testen ønskes foretaget i flest mulige af de deltagende kommuner. Kommunerne skulle finde ressourcer til at gennemføre testen og efterfølgende afsætte tid til et møde, hvor brugen af vejledningen til metoden og det medfølgende regneark blev diskuteret. To kommuner gennemførte testen i løbet af efterår/vinter 2013/2014.

Ideen med testen var, at den skulle gennemføres, som om det var en udpegning med en endelig uheldsmodel, og således at indsamling af ekstra data blot fungerede som en sidegevinst. Testen blev gennemført ved, at medarbejderen fra kommunens forvaltning fik skriftlig vejledning og regneark tilsendt. Herefter var det op til medarbejderen selv at gennemføre testen. Ved tvivlsspørgsmål kontaktede medarbejderne afhandlingens forfatter, og de rejste spørgsmål blev efterfølgende brugt i forbindelse med forbedring af vejledningen. Den endelige vejledning kan ses i bilag G.

Efter testen var gennemført, blev der holdt et møde ved hver af de to kommuner. Formålet var en diskussion mellem de deltagende medarbejdere og forfatteren om testen, og hvordan arbejdet med materialet havde fungeret. Referater fra disse møder findes i bilag H og bilag I.

Testvejnet

Testen blev foretaget i Viborg og Hjørring Kommune. Kravet til testvejnettet i de to kommuner var at det skulle omfatte både gennemfarts- og fordelingsveje og at årsdøgnstrafikken ikke er meget højere end 6.000 kjt/døgn. Vejene skulle ligge i åbent land, være to-sporede og have en hastighedsbegrænsning på 80 km/t.

Testvejnettet i Hjørring Kommune ses på figur 11.1, og en række specifikationer for vejnettet ses i tabel 11.1. Vejnettet spænder bredt i ÅDT og kørebanebredde, og indeholder samme type veje som analysevejnettet. Der er en enkelt strækning i Hjørring kommune med ÅDT over 6.000 kjt/døgn, men da det blot drejer sig om en enkelt strækning accepteres dette.

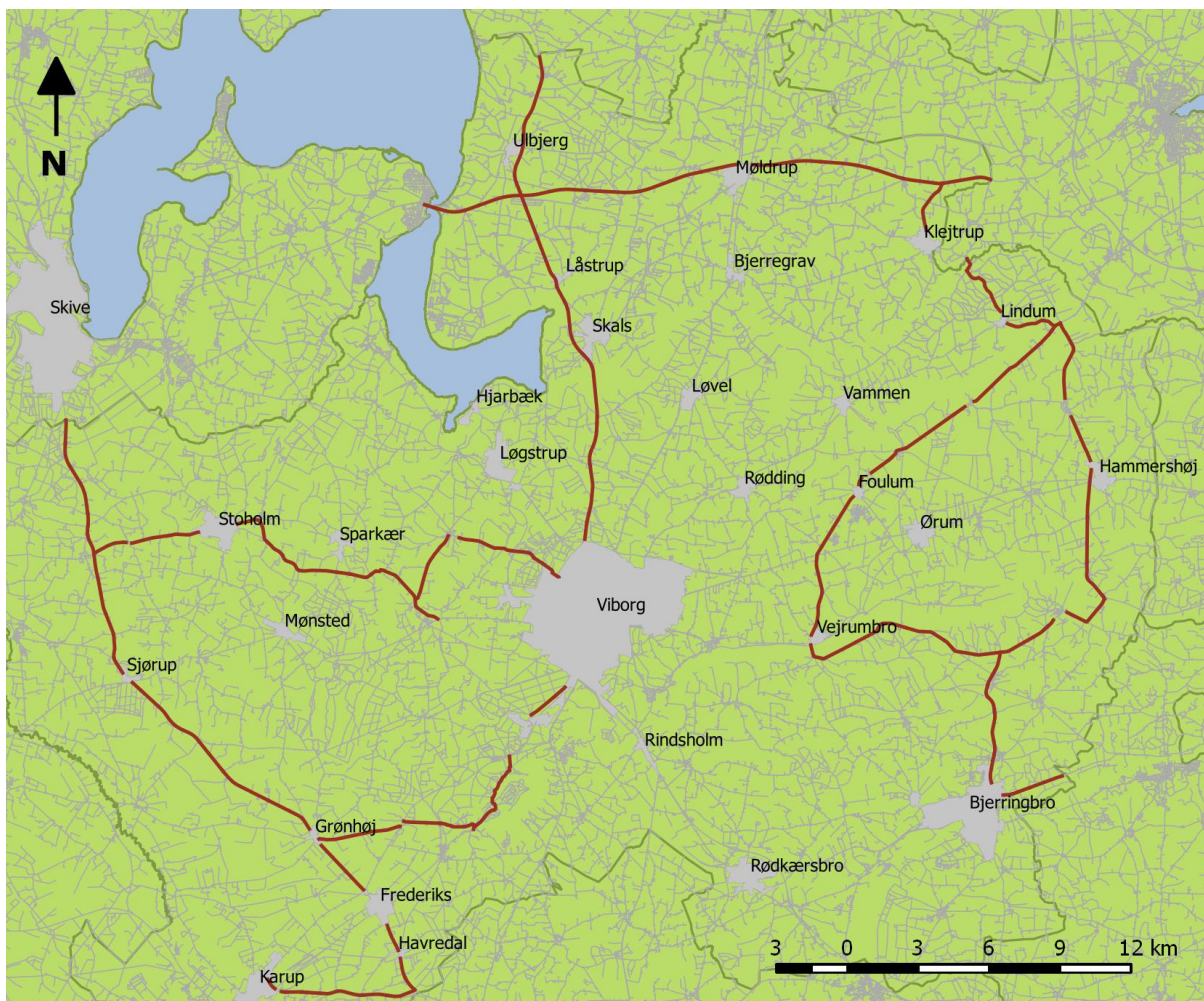
Testvejnettet i Viborg Kommune ses i figur 11.2 og en række specifikationer for nettet i tabel 11.2. Vejnettet rummer, som det også var tilfældet i Hjørring, et bredt spænd af ÅDT og kørebanebredde, og indeholder både de mindre fordelingsveje og de større gennemfartsveje.



Figur 11.1: Testvejnet i Hjørring Kommune bestående af 65 km fordelt på 62 strækninger. (Grundkortet indeholder data fra Geodatastyrelsen og Danske Kommuner, FOT-data, juli 2014)

Tabel 11.1: Beskrivelse af data om testvejnettet i Hjørring Kommune. I alt 62 strækninger fordelt på 65 km vej. Der er registreret 73 uheld på vejnettet i perioden 2004-2011.

	Minimum	Maximum	Middelværdi	Standard afvigelse	Varians
Længde (m)	105	2.772	1.042	796	633.547
Årsdøgnstrafik	300	7.329	2.932	1990	3.961.393
Kørebanebredde (m)	5,5	10,0	6,7	0,8	0,6
Kryds (antal/km)	0	15,7	1,4	3,2	10,5
Vejadgange (antal/km)	0	48,9	9,1	8,1	66,0
Længdemarkering	Ingen markering	Midter- og kantstribe			
Ulykker (antal/strækning)	0	8	1,2	1,6	2,5
Uheldstæthed (uheld/km) i perioden 2004-2011	0	15,3	1,8	3,3	11,0



Figur 11.2: Testvejnet i Viborg Kommune bestående af 170 km fordelt på 157 strækninger. (Grundkortet indeholder data fra Geodatastyrelsen og Danske Kommuner, FOT-data, juli 2014)

Tabel 11.2: Beskrivelse af data om testvejnettet i Viborg Kommune. I alt 157 strækninger fordelt på 170 km vej. Der er registreret 129 uheld på vejnettet i perioden 2004-2011.

	Minimum	Maximum	Middelværdi	Standard afvigelse	Varians
Længde (m)	123	3.595	1.085	763	582.158
Årsdøgntrafik	354	5.662	2.498	1.467	2.063.986
Kørebanebredde (m)	5,0	9,2	7,0	1,1	1,1
Kryds (antal/km)	0	8,1	0,3	0,9	0,9
Vejadgange (antal/km)	0	25,9	9,3	4,9	24,2
Længdemarkering	Ingen markering	Midter- og kantstribes			
Ulykker (antal/strækning)	0	5	0,8	1,1	1,1
Uheldstæthed (uheld/km) i perioden 2004-2011	0	11,8	1,0	1,6	2,5

Testresultat

I Hjørring Kommune brugte to medarbejdere i alt fire arbejdsdage på både at inddele vejnettet i strækninger og indsamle data om dette vejnet. Cirka to arbejdsdage blev brugt på at inddele vejnettet, og de resterende to dage blev brugt på selve dataindsamlingen og indtastning af 65 km vej. I Viborg Kommune har én medarbejder brugt i alt fem arbejdsdage på at inddele 170 km vej i strækninger og på at indtaste data om strækningerne i regnearket. Omtrent to dage er brugt på at inddele vejnettet i strækninger, og tre dage er brugt på dataindsamling.

Strækningsopdeling

Forskellen de to kommuner imellem hvad angår strækningsopdelingen, er, at medarbejderne i Hjørring Kommune havde mulighed for at sidde med opgaven i hele og halve dage ad gange, mens medarbejderen i Viborg har brugt kortere tidsrum mellem øvrige opgaver til at udføre opgaverne knyttet til testen. De afbrudte tidsforløb betød, at der sneg sig flere ind i strækningsopdelingen, for eksempel ved at nogle byzoner og kanaliseringsanlæg ikke var sorteret fra i første omgang. Anbefalingen er, at der bør afsættes samlede tidsforløb af nogle timers varighed, hvor medarbejderen kan koncentrere sig om opgaven med strækningsopdelingen.

I forhold til den oprindelige vejledning er beskrivelsen specificeret for de delepunkter, som medarbejderne påpegede kunne være svære at forstå. For yderligere at tydeliggøre delepunkter er disse sat op i en tabel, og det samme gør sig gældende for strækninger der efterfølgende skal sorteres fra, for eksempel byzoner og lokale hastighedsbegrænsninger. Begge dele for at lette brugen af vejledningen som opslagsværk.

Indsamling af data for strækningerne

Begge kommuner har foretaget hele registreringer fra skrivebordet ved at benytte kort, luftfoto samt egne databaser. Vejadgange var den parameter, der oftest gav årsag til tvivlstilfælde, idet det i nogle tilfælde var vanskeligt at afgøre, om der er en vejadgang, og efterfølgende om den er i brug. Denne parameter er ikke en del af den endelige uheldsmodel, hvorfor der ikke er gjort mere ud af at specificere den i vejledningen.

Det mest tidskrævende var indsamling af data om årsdøgnstrafikken. Dette skyldes, at det i nogle tilfælde er nødvendigt at vurdere ÅDT, når der ikke findes en tælling på den givne strækning. ÅDT vurderes da ud fra nærliggende målinger eller i yderste konsekvens ud fra lokalkendskab. Dette problem kan kun løses ved, at vejmyndigheden foretager systematiske trafikmålinger i højere grad, end det er tilfældet i dag. Ellers vil tilvejebringelsen af data om årsdøgnstrafik fortsat være det mest tidskrævende.

Tilbagemeldingen fra testdeltagerne var, at indtastning i regnearket fungerer tilfredsstillende. Automatisk hentning af data vil være optimal, men det vil ikke være muligt i dag. Oplysningerne findes i flere forskellige registre, og kvaliteten af disse oplysninger er i nogle tilfælde så lav, at det hele skal gennemgås manuelt under alle omstændigheder. Derfor er manuel indtastning i regneark en pragmatisk løsning, der kan fungere ind til noget mere automatisk og pålideligt er muligt.

I regnearket er der på baggrund af feedback fra testen tilføjet et løbnummer til hver strækning, mens den resterende struktur er bibeholdt.

Anvendelighed

Ifølge testdeltagerne er metoden, som den er bygget op omkring en vejledning og et regneark i Excel, praktisk anvendelig. Vejledningen er forståelig, særligt efter nogle mindre ændringer der er implementeret efter testen.

Vurderes metoden i forhold til den karakteristik, der er præsenteret i kapitel 2 for en praktisk anvendelig metode er resultatet, at metoden er brugbar.

Et krav til en praktisk anvendelig metode er, at resultatet skal kunne formidles til politikere og borgere. Selve regnearket og resultaterne heri mener testdeltagerne ikke at kunne forklare til udeforstående, imidlertid mener de, at dette ikke er væsentligt. Det er derimod væsentligt at kunne forklare hvad resultatet skal bruges til. Det er derfor vigtigt, at der i vejledningen tilføjes et afsnit om hvordan udpegningen kan bruges i praksis, og om hvad vejmyndigheden kan gøre ved de strækninger, der udpeges som mest risikofyldte.

Den endelige uheldsmodel i metoden indeholder to uafhængige variabler – kørebanebredde og årsdøgnstrafikken, hvilket begge er informationer vejmyndighederne er i besiddelse af. Kvaliteten af data om kørebanebredden viste sig at være for lav i vejregistre hos begge kommuner, og dette var også tilfældet på analysevejnettet i Aalborg Kommune. Dette kan der rettes op på over en årrække, hvis dette prioriteres i vejforvaltningen. Alternativt må bredden registreres ved hjælp af målfaste foto, som det var tilfældet i testen, eller ved opmåling i forbindelse med en besigtigelse.

Et krav vedrørende variabler, ud over at data skal være lettilgængelige, er, at metoden skal være fleksibel i forhold til, hvilke parametre der inddrages. Dette krav er opstillet inden de endelige statistiske analyser viste, at der kun er belæg for at uheldsmodellen benytter to variabler. Det vurderes, at være unødvendigt at lave en alternativ model udelukkende med den ene variabel. Det vurderes også, at modellen med kun to uafhængige variabler er praktisk anvendelig i dens fulde form.

En anden fleksibilitet, der eftersøges, er, at metoden skal være fleksibel i forhold til hvilket vejnet, der skal foretages udpegning på. Dette lever metoden til fulde op til. Det er helt op til vejmyndigheden om det komplette vejnet af fordelings- og gennemfartsveje ønskes gennemgået eller udelukkende et område eller nogle bestemte veje. Udgangspunktet er, at hele vejmyndighedens vejnet indgår i udpegningen, men det er muligt at udtage for eksempel et delområde, hvis der ikke er ressourcer til at gennemgå det hele. Benyttes en del af vejmyndighedens vejnet, vil der imidlertid efter al sandsynlighed være uopdagede risikolokaliteter på den del af vejnettet, som ikke er medtaget.

Et sidste krav til en praktisk anvendelig metode er, at omkostningerne ved at benytte metoden ikke må overstige 10% af udgifterne, der efterfølgende benyttes til forbedring af de udpegede strækninger. Dette krav kan ikke direkte besvares ud fra den gennemførte test. Skulle dette testes, vil det kræve at testdeltagerne ligeledes opstiller forbedringsforslag og derudfra kan bestemme et omkostningsforhold.

Alt i alt vurderes det dog, at testen viser, at metoden kan bruges i praksis.

11.3. Efter udpegning af risikolokaliteter

Metoden skal ses som et prioriterings værktøj i forebyggelsen af trafikuheld. Med udpegningsmetoden er det muligt for en vejmyndighed at kortlægge risikoniveauet på strækninger i åbent land. Vejmyndigheden kan vælge at gøre to ting:

1. Indeksere hele vejnettet, der indgår i udpegningen ud fra forventet uheldstæthed
2. Udpege den andel med højest generelt forventet uheldstæthed som risikolokaliteter

Strækningerne i det udfyldte regneark kan geokodes og dermed visualiseres på et kort og på den måde kreere et risikokort for åbent land i en given kommune. Risikokortet kan indeholde de udpegede strækninger eller indeholde hele det screenede vejnet.

Herefter kan vejmyndigheden benytte resultatet på flere måder, herunder:

- Analyse og udbedring af udpegede risikolokaliteter
- Prioritering af massetiltag
- Prioritering i forbindelse med trafiksikkerhedsinspektion
- Samarbejde med driften
- Borgerhenvendelser/Samarbejde med politi og skoleforvaltning

I det efterfølgende beskrives mulighederne nærmere.

Analyse og udbedring af udpegede risikolokaliteter

Med inspiration fra det traditionelle sortpletarbejde kan vejmyndigheden analysere hver enkelt risikolokalitet og opstille løsningsforslag. Fokus i det traditionelle sortpletarbejde er lokale risikofaktorer, hvor fokus i arbejdet med risikolokaliteter i stedet er generelle risikofaktorer. Målet er, at mindske risikoen for uheld og/eller konsekvensminimere for de uheld, der indtræffer.

I det traditionelle sortpletarbejde foretages blandt andet en uheldsanalyse af lokaliteten. Dette vil være anderledes på risikolokaliteterne, idet der kan være udpeget lokaliteter, hvor der ikke er registreret uheld. Risikolokaliteterne skal i stedet analyseres med henblik på at lokalisere generelle risiko- og skadesfaktorer, der efterfølgende kan udbedres.

Generelle uhelds- og skadesfaktorer på tosporede veje i åbent land er talrige. Hvilke der har størst betydning hos en given vejmyndighed må bero på en generel uheldsanalyse af veje i åbent land i for eksempel en kommune eller en region. Resultatet kan sammenholdes med en analyse af tal på landsplan for at identificere særlige problemer i den givne vejmyndigheds område.

Analyse af risikolokaliteterne vil derefter kunne foretages som en trafiksikkerhedsgennemgang af strækningerne med særlig fokus på netop de vejrelaterede uhelds- og skadesfaktorer, der er problematiske i vejmyndigheds område.

Prioritering af massetiltag

Et risikokort over vejmyndighedens strækninger i åbent land kan benyttes til at prioritere, når der sættes ind med massetiltag. Massetiltag kan for eksempel være at fjerne eller sikre faste genstande i

sikkerhedszonen. Kortet vil kunne benyttes til at beslutte, hvor massetiltaget skal implementeres, med mindre der er budget til at sikre alle vejmyndighedens veje, hvilket sjældent er tilfældet.

Prioritering i forbindelse med trafiksikkerhedsinspektion

I foråret 2014 fremsatte Vejreglerådet en ny håndbog i trafiksikkerhedsinspektion i høring. Heri er beskrevet en række udvælgelseskriterier til hvordan vejmyndigheden kan udvælge lokaliteter, hvorpå der skal udføres trafiksikkerhedsinspektion:

- Registrerede ulykker (Politi og hospital)
 - Borgerhenvendelser og lokale inputs
 - Registreringer af ulykker og skader på vejudstyr fra eksempelvis vejtilsyn, forsikringsager og T.I.C. (Vejdirektoratets TrafikInformationsCenter)
 - Ved slidlagsarbejder eller andre anlægs- og vedligeholdelsesarbejder
 - Skoleveje
 - Temainspektioner af for eksempel signalanlæg, belysningsanlæg, cykelstier, bestemt vejklasse eller kurver
 - Tidsmæssig cyklus for inspektion af samme vej
- (Vejreglerådet: Vejregelgruppen Trafiksikkerhed, 2014)

Et alternativt kriterium i udvælgelsen kunne være at benytte udpegningsmetoden fremlagt i denne afhandling. Ved at udføre trafiksikkerhedsinspektioner på de udpegede risikolokaliteter sikres, at steder med den højeste uheldsrisiko inspiceres og forbedres.

Samarbejde med driften

Mange driftsmæssige tiltag er til gavn for trafiksikkerheden i form af konsekvensminimering når uheldet indtræffer. Derfor vil det være oplagt at prioritere disse driftsmæssige tiltag ud fra hvor der er udpeget risikolokaliteter, om ikke andet så som input til driftens prioriteringer.

Et samarbejde mellem trafiksikkerhedsafdelingen hos en vejmyndighed og driftsafdelingen i samme kunne for eksempel omfatte flere forbedringer. Det kan være, at driften hvert år udskifter et antal meter betonautoværn med nyt påkørselsvenligt autoværn. Hvor denne udskiftning skal ske først, kan prioriteres ud fra, hvor der er udpeget strækninger med høj uheldsrisiko. På den måde kan vejmyndigheden opnå en sikkerhedsmæssig forbedring med midler afsat i driftsbudgettet. Samme prioritering ud fra vejmyndighedens udpegnings af risikolokaliteter kan foretages ved andre driftsmæssige tiltag, hvor der kan forventes en sikkerhedsmæssig effekt.

Borgerhenvendelser/Samarbejde med politi og skoleforvaltning

Et risikokort over kommunens tosporede veje i åbent land kunne også benyttes aktivt i forbindelse med sagsbehandlingen af borgerhenvendelser, samarbejdet med politiet samt samarbejdet med skoleforvaltningen ved vurdering af skoleveje.

Hvorvidt en strækning er udpeget som risikolokalitet kan være et input i sagsbehandlingen. I dag inddrages flere steder registrerede uheld i sagsbehandlingen. I og med tid og sted for det enkelte uheld i høj grad er tilfældigt, vil en overvejelse på grundlag af risikoniveauet baseret på en generelt

forventet uheldstæthed på stedet give et bedre billede af, om lokaliteten reelt er risikofyldt eller ikke.

Ideen bag metoden er generelt at kvalificere arbejdet med at nedbringe de generelle uhelds- og skadesfaktorer knyttet til vejen og dens omgivelser.

11.4. Opsamling

Der er udviklet en metode til at udpege risikolokaliteter på det tosporede vejnet i åbent land. Metoden er i princippet en tæthedsmetode, hvor der arbejdes med de forventede antal uheld i stedet for det registrerede antal uheld. Uheldsmodellen i metoden er baseret på statistisk analyse af sammenhængen mellem uheldstæthed og tilstedeværelse af en række vejkaraktistika på et dansk tosporet vejnet i åbent land.

Medarbejdere i to kommuner har testet metoden med henblik på at vurdere dens praktiske anvendelighed. Det vil sige, at de har opdelt et vejnet i strækninger og efterfølgende samlet data ind om disse strækninger. Konklusionen på testen er, at metoden er praktisk anvendelig.

Udpegning af risikolokaliteter skal generelt ses som et prioriteringsværktøj i forhold til trafiksikkerhedsindsatser, men kan også bruges som et prioriteringsværktøj i vejmyndighedens driftsafdeling og i forbindelse med sagsbehandling.

12. Konklusion og perspektivering

Nærværende afhandling omhandler det stedbestede trafikikkerhedsarbejde med fokus på strækninger i det åbne land. Konkret er det formålet at udvikle en praktisk anvendelig metode til udpegning af risikolokaliteter på det tosporede kommunale vejnet i åbent land. I forbindelse med udvikling af metoden søges følgende spørgsmål besvaret:

- Er der et behov for nye metoder til udpegning af risikolokaliteter?
- Er der en påviselig sammenhæng mellem vejkarakteristika og uheldsrisiko på det tosporede vejnet i åbent land i Danmark? I givet fald, hvilke karakteristika?
- Er det muligt at formulere en videnskabeligt underbygget metode til udpegning af risikolokaliteter baseret på data om vejens karakteristika?
- Er det muligt at formulere en sådan metode, så den er praktisk anvendelig for vejmyndighederne?

I dette kapitel sammenfattes svarene på ovenstående spørgsmål. Datagrundlaget for det stedbestede trafikikkerhedsarbejde diskuteres og det drøftes hvorvidt den udviklede metode kan være med til at forbedre trafikikkerhedsarbejdet i landets kommuner i fremtiden. Sidst diskuteres behovet for forskning og udvikling indenfor det stedbestede trafikikkerhedsarbejde i åbent land på det kommunale vejnet blandt andet med henblik på at videreudvikle den metode afhandlingen beskriver.

12.1. Behov for nye udpegningsmetoder

De kommunale vejmyndigheder står med det paradoks, at en overvejende del af de trafikdræbte omkommer i forbindelse med trafikuheld i åbent land, men samtidig har kommunerne problemer med at kunne udpege sorte pletter eller risikolokaliteter i åbent land. Det vanskeliggør vejmyndighedens mulighed for at målrette deres trafikikkerhedsindsats mod de lokaliteter, hvor der er størst uheldsrisiko og dermed en forventning om at kunne forebygge flest mulige uheld, for de penge som er til rådighed i budgettet.

Alt i alt betyder dette, at der er behov for udvikling af det stedbestede trafikikkerhedsarbejde, så vejmyndighederne er mulighed for at prioritere trafikikkerhedsindsatsen på et mere kvalificeret grundlag. Et led i denne udvikling kan være nye udpegningsmetoder, herunder metoden præsenteret i denne afhandling.

12.2. Sammenhæng mellem vejkarakteristika og uheldsforekomst

Det er muligt at finde en sammenhæng mellem vejkarakteristika og uheldsforekomst på det analyserede vejnet. For 179 km vej med generel hastighedsbegrænsning på 80 km/t opdelt i 145 strækninger på tosporede veje i åbent land i Aalborg Kommune er sammenhængen mellem uheldstæthed og årssdøgnstrafik, kørebanebredde, bredden af blød rabat, kantbane, krydstæthed, tæthed af vejadgange, cykelfaciliteter samt omfanget af længdemarkering analyseret med Poisson

regression. På de 145 strækninger er der i en otte årig periode fra 2004 – 2011, registreret 141 trafikuheld af politiet og stedsfæstet af vejmyndigheden. Der er fundet en statistisk signifikant sammenhæng ved 5% niveau mellem uheldstæthed og årsdøgnstrafik, krydstæthed og tæthed af vejadgange. Dertil er der fundet en signifikant sammenhæng ved 10% niveau mellem uheldstæthed og kørebanebredden. For de øvrige vejkarakteristika kunne der ikke påvises en sammenhæng ved analysen. Omfanget af længdemarkering er dog vurderet interessant for videre analyse, som den variabel der er tættest på at være signifikant af de resterende.

På et udvidet vejnet fra Aalborg, Hjørring og Viborg kommuner er sammenhængen mellem uheldstæthed og årsdøgnstrafik, krydstæthed, tæthed af adgangsveje, kørebanebredde og omfanget af længdemarkering analyseret med negativ binomial regression. Dette svarer til de fire karakteristika, der er fundet signifikante i analysen af vejnettet i Aalborg Kommune, samt omfanget af længdemarkering, der er fundet interessant som en eventuel yderligere variabel. Vejnettet omfatter 408 km vej opdelt i 356 strækninger, hvorpå der er registreret 327 trafikuheld i perioden 2004 – 2011. Analysen viser, at der i datasættet er en statistisk signifikant sammenhæng mellem uheldstætheden og årsdøgnstrafikken samt krydstætheden ved et 5% signifikansniveau. Ved et signifikansniveau på 10% er der ligeledes en signifikant sammenhæng mellem uheldstæthed og kørebanebredde. Der kan ikke genfindes en signifikant sammenhæng mellem uheldstæthed og tætheden af vejadgange i dette udvidede vejnet ej heller for omfanget af længdemarkering.

En sammenhæng mellem ÅDT og uheldstæthed er forventet, da antal uheld er et resultat af et udtryk for eksponering, i dette projekt repræsenteret ved ÅDT, og uheldsrisiko. Sammenhængen med krydstæthed er ligeledes forventelig, da antallet af mulige konflikter dette alt andet lige vil stige, når der er kryds på en strækning. Sammenhængen mellem kryds og uheldstæthed genfindes i flere tidligere analyser (Hadi m. fl., 1995; Ivan m. fl., 2000; Karlaftis og Golias, 2002; Polus m. fl., 2005).

Sammenhængen mellem uheldstæthed og kørebanebredde giver i begge analyser det resultat, at veje bredere end 6,5 m, har en højere uheldsrisiko, end de der er smallere. Denne sammenhæng er ikke helt som forventet, da en del tidligere undersøgelser finder, at uheldsrisikoen falder, når kørebanebredden stiger (Hadi m. fl., 1995; Karlaftis og Golias, 2002; Nielsen og Nielsen, 1998; Polus m. fl., 2005; Zegeer og Council, 1995). Misforholdet kan skyldes, at en del af disse undersøgelser er foretaget på et vejnet med relativt brede veje. Vejene analyseret i nærværende afhandling har på det udvidede vejnet en gennemsnitsbredde på 6,7 m, og er dermed relativt smalle veje. I to studier fra henholdsvis USA og Sverige er fundet en sammenhæng, hvor smalle veje har en lav uheldstæthed, mens tætheden stiger i takt med, at kørebanebredden øges op til en bredde på henholdsvis 7 og 5,8 m, hvorefter uheldstætheden flader ud eller falder i takt med, at kørebanebredden stiger (Milton og Mannering, 1998; Othman m. fl., 2009). Dermed falder resultatet i denne afhandling i tråd med disse to undersøgelser.

Ud fra analyser foretaget i denne afhandling kan det dermed konkluderes, at der er en sammenhæng mellem uheldstæthed og vejkarakteristika. De karakteristika, der er fundet signifikante blandt de undersøgte, er årsdøgnstrafik, krydstæthed og kørebanebredde.

12.3. Metode til udpegning af risikolokaliteter

Der er i afhandlingen udviklet en metode til udpegning af risikolokaliteter på det tosporede vejnet, gennemfarts- og fordelingsveje, i åbent land. Metoden tager udgangspunkt i en uheldsmodel. Ved hjælp af uheldsmodellen estimeres den generelt forventede uheldstæthed på strækninger i åbent land. Strækningerne kan herefter rangordnes efter uheldstæthed.

Uheldsmodellen i metoden er formuleret på baggrund af regressionsanalysen foretaget på det udvidede vejnet med gennemfarts- og fordelingsveje fra tre kommuner. I regressionsanalysen findes tre signifikante vejkarakteristika: ÅDT, krydstæthed og kørebanebredde. I forbindelse med opsætning af en uheldsmodel er prædiktionssevnen imidlertid analyseret for både en uheldsmodel med alle tre variabler og en model udelukkende med ÅDT og krydstæthed. Det er vurderet, at modellens prædiktionssevne ikke forbedres væsentligt ved at inddrage kørebanebredden fremfor en model udelukkende med ÅDT og krydstæthed. Derfor vejer det tungere at holde modellen så enkel som mulig fremfor at inddrage en ekstra variabel. Uheldsmodellen i udpegningsmetoden indeholder derfor kun to uafhængige variabler – ÅDT og krydstæthed.

Metoden kræver, at vejmyndigheden opdeler nettet af gennemfarts- og fordelingsveje i åbent land i strækninger ud fra en række specificerede delepunkter. Herefter indsamler vejmyndigheden data om årsdøgntrafik og krydstæthed på alle strækninger og taster disse ind i et regneark. I regnearket er modellen indarbejdet og den generelt forventede uheldstæthed for hver strækning beregnes automatisk.

Metoden er beskrevet i en vejledning, bilag G, og regnearket, som vejmyndigheden indtaster dat i, er vedlagt som bilag J.

12.4. Praktisk anvendelig metode

Den udviklede metode er vurderet praktisk anvendelig på baggrund af en test i to kommuner. Medarbejdere i kommunerne har brugt metoden på en del af gennemfarts- og fordelingsvejnettet i kommunen. Efterfølgende blev testdeltagerne bedt om at vurdere hvordan strækningsinddelingen, indsamling af data for strækningerne samt indtastning af data i regnearket virkede i praksis. Ligeledes blev de bedt om, at forholde sig til den vejledning der var formuleret for metoden og til selve regnearket, hvori data for strækningerne blev indtastet og den forventede uheldstæthed bestemt.

Tilbagemeldingen fra testdeltagerne er, at metoden er anvendelig og at den nødvendige arbejdsindsats er realistisk. På ønskelisten er en mere automatiseret metode, hvor data ikke manuelt skal tages ind i et regneark. Imidlertid stiller det nogle krav til datakvaliteten i de kommunale vejregistre, der ikke er til stede i dag. Det vil sige, at metoden vurderes som praktisk anvendelig i den datasituation, der er i dag. På sigt vil de dele af metoden, der vedrører indtastning af data, kunne automatiseres. Det kræver dog, at der ligger valide data for krydstæthed og for årsdøgntrafik på alle strækninger i vejregistre. Opdelingen af strækningerne, som det er beskrevet i metoden, vil næppe kunne automatiseres fuldt ud. En automatisering af strækningsopdelingen vil kræve, at der ligger valide data for alle opdelingspunkter i vejregistre. Dette er næppe realistisk inden for den nærmeste fremtid.

12.5. Data om vejkarakteristika

Datakvalitet eller mangel på samme i de danske vejadministrations systemer har flere steder i afhandlingen haft væsentlig betydning for de valg, der er truffet. Mangel på data eller data i for ringe en kvalitet har haft betydning for valg af variabler i afhandlingens analyser. Nogle variabler er valgt fra, da data om disse ikke eksisterede og blev vurderet for ressourcekrævende at indsamle både til nærværende projekt og efterfølgende af brugere af udpegningsmetoden. Kvaliteten af eksisterende data har ligeledes haft betydning for omfanget af manuel dataindsamling både til afhandlingens analyser og til den efterfølgende brug af metoden. I den endelige udpegningsmetode er der kun to uafhængige variabler i uheldsmodellen. Det vil lette dataindsamlingen for brugere set i forhold til testdeltagere, da der i den foreløbige uheldsmodel, som var en del af testen, krævedes data for fem uafhængige variabler på hver strækning.

De eksisterende vejadministrationssystemer indeholder muligheder for at registrere data på et meget højt detaljeringsniveau. De mange detaljeringsmuligheder kan imidlertid benyttes forskelligt, hvilket blandt andet er med til at forringe datakvaliteten i nogle af de medvirkende kommuner. Hvis mulighederne benyttes inkonsekvent, så er den store detaljeringsgrad, der er mulig en hæmsko i stedet for en fordel. Vejadministrationssystemerne skal indeholde nødvendige muligheder, men det må være en balancegang i forhold til hvilket detaljeringsniveau, det er realistisk at holde opdateret.

Er det danske trafikikkerhedsarbejde så klar til metoder, der i højere grad tager udgangspunkt i data om vejens karakteristika end uheld? Testdeltagerne mente, det var realistisk på det dataniveau, den udviklede metode benytter på nuværende tidspunkt. Kunne det være bedre? Helt sikkert, men næppe praktisk anvendeligt, som det er i dag. Den beskrevne metode kan forhåbentlig være med til, at flere ser behovet for opdaterede data om vejens karakteristika, da det alt andet lige vil lette arbejdet i forbindelse med inddeling af strækninger og med at finde de nødvendige data frem.

12.6. Fremtidig forskning

De screeningsmetoder der i dag benyttes i Danmark i det stedbestede trafikikkerhedsarbejde, udpegnings af sorte og grå pletter, er ikke længere tilstrækkelige. Sørensen konkluderede i sin PhD afhandling (2006), at det uheldsafhængige stedbestede trafikikkerhedsarbejde i Danmark er problematisk grundet det lave antal stedfæstede uheld. Dette problem er som beskrevet ikke blevet mindre i de efterfølgende år. De kommunale vejmyndigheder har fortsat ikke et alternativ til de traditionelle uheldsbaserede udpegningsmetoder, når det stedbestede trafikikkerhedsarbejde skal prioriteres. Vejmyndighederne står derfor med et problem nu og her.

I indledningen er skitseret tre principielle løsninger på problemet. Den første er alene retorisk: den indebærer, at man opgiver ævred og helt indstiller udpegnings af risikolokaliteter. De to øvrige muligheder er at udvide det eksisterende datagrundlag og efterfølgende benytte de eksisterende metoder, henholdsvis at udvikle nye metoder hvor alternative data til uheldsdata benyttes.

Fremtidig forskning indenfor udpegningsmetoder til det stedbestede trafikikkerhedsarbejde kan, ud fra ovenstående, tage udgangspunkt i enten at bringe mængden af stedfæstede uheldsdata op eller at udvikle uheldsuafhængige metoder.

Øge antallet af stedfæstede uheld

I forhold til at øge mængden af stedfæstet uheldsdata kan kilderne være mange, for eksempel skadestuer, selvrapportering af uheld eller informationer fra forsikringsselskaber. Data fra skadestuerne er nævnt flere gange i den seneste handlingsplan fra Færdselssikkerhedskommissionen. Det kan derfor være oplagt, at tage udgangspunkt i skadestuedata. Imidlertid har indsamling af skadestuedata været i spil, med større eller mindre fokus, siden 1980'erne uden der endnu er opnået enighed om en landsdækkende løsning.

Intentionen i Færdselssikkerhedskommissionens seneste handlingsplan, er at skadestuedata i højere grad skal stedfæstes, så de kan benyttes i det stedbestede arbejde. Lykkedes det et opnå enighed om en landsdækkende løsning frem mod 2020, hvor handlingsplanen udløber, vil der imidlertid gå år før en sådan stedfæstelse er landsdækkende. Der vil gå yderligere en årrække før de stedfæstede skadestuedata har et omfang, så de kan benyttes i de traditionelle udpegningsmetoder.

Fremtidig forskning kunne måske med fordel fokusere på helt nye registreringsmetoder i stedet for skadestuedata. Det kunne for eksempel være metoder, hvor en del af registreringsarbejdet kommer til at ligge ved den enkelte patient eller ved vejmyndigheden. Forskningen kunne have til formål at afdække hvilke registreringsmuligheder der er, for at øge antallet af stedfæstede uheld. Dernæst kunne det være et formål, at vurdere fordele og ulemper ved de forskellige registreringsmuligheder når målet er at uheldene skal kunne bruges i det stedbestede trafikikkerhedsarbejde.

Nye alternative udpegningsmetoder

Et alternativ til at øge antallet af stedfæstede uheld er at udvikle uheldsuafhængige udpegningsmetoder. Metoderne skal sikre, at selv de vejmyndigheder der råder over et begrænset uheldsmateriale får mulighed for at prioritere deres trafikikkerhedsindsats på et kvalificeret grundlag.

Studier viser, at der er mulighed for at identificere risikolokaliteter ud fra ryk. Data om ryk kan indsamles ved hjælp af GPS data fra køretøjer. Indsamles GPS data, vil dette resultere i store datamængder, og skal dette være praktisk anvendeligt må håndteringen af data automatiseres. Der vil formentlig gå år, før en praktisk anvendelig udpegningsmetode baseret på for eksempel ryk er udviklet. Det er vigtigt, at den forskning, der vil muliggøre sådanne udpegningsmetoder på sigt, fortsættes, men ligeledes er det vigtigt, at vejmyndighederne har et redskab i den mellemliggende periode.

Overvågning af vedligeholdelsesparametre er en metode, der godt kan udvikles mere. Her er det især sammenhængen mellem uheldsrisiko og forskellige vedligeholdelsesparametre, der bør undersøges for at identificere netop de parametre der betyder mest for sikkerheden. Ud fra denne viden kan der efterfølgende sættes ind overfor netop de vedligeholdelsesparametre der udgør den største risiko. En analyse af sammenhængen mellem uheldsrisiko og vedligeholdelsesparametre kræver dog, at der tilvejebringes koordineret data med vedligeholdelsesstandard og indtrufne uheld over en årrække. En udvikling af omkostningseffektive alternativer til dataindsamling om vedligeholdelsesparametre er ligeledes nødvendigt, hvis en metode baseret på disse data skal være praktisk anvendelig.

Fokus i udvikling af uheldsuafhængige metoder bør være tosidet. På den ene side skal det sikres at vejmyndighederne har mulighed for at prioritere deres trafikikkerhedsarbejde i den nærmeste

fremtid. På den anden side er det ligeledes vigtigt at undersøge muligheder for metoder, der kan have et potentiale længere ude i fremtiden.

Udpegningsmetoden præsenteret i afhandlingen

Metoden i denne afhandling kan umiddelbart tages i brug, med de data, vejmyndigheden har til rådighed. Metoden tilbyder derfor i dag vejmyndighederne et prioriteringsværktøj, der giver mulighed for at sætte ind der, hvor uheldsrisikoen er størst. Det forbedrer vejmyndighedernes situation i forhold til i dag, hvor lokaliteter til massetiltag i stedet udpeges udelukkende ud fra trafikmængden.

Metoden er ikke løsningen på alle problemerne for det stedbestede trafikikkerhedsarbejde, blandt andet er kryds og vejnettet i byen ikke en del af metoden. Der er derfor fortsat potentiale for at udvikle denne metode, så der fremadrettet kan etableres uheldsmodeller for flere vejtyper, der efterfølgende kan indgå i udpegningsmetoden.

Dertil kommer, at uheldsmodellen i metoden er baseret på det underrapporterede uheldsgrundlag fra den officielle statistik. Det betyder, at det stedbestede arbejde med metoden ikke bliver helt uheldsafhængig. Dog vil der, i og med at en uheldsmodel benyttes, være taget højde for den tilfældige variation, som i dag giver stor usikkerhed ved en udpegnings af lokaliteter, der foretages direkte på baggrund af de registrerede uheld. Uheldsmodellen i metoden bør løbende valideres og ligeledes udvikles i takt med, at flere data om vejkarakteristika bliver lettere tilgængelige.

Fyn som modelværksted

Afhandlingens forfatter starter i efteråret 2014 et projekt finansieret af Trygfonden og to kommuner – Assens og Svendborg. I projektet søges uheldsmodellen i afhandlingens udpegningsmetode videreudviklet ved at tage udgangspunkt i et vejnet på Fyn. Her er det muligt at formulere en uheldsmodel på baggrund af en analyse af et større uheldsgrundlag, end det har været tilfældet i denne afhandling. Dette skyldes, at patienter, der kommer til skade i et trafikuheld, siden 1980 er registreret og stedfæstet af UlykkesAnalyseGruppen på Odense Universitets Hospital, som også deltager i omtalte projekt.

Ud over at kunne formulere en mere robust uheldsmodel, giver et sådant studie på Fyn samtidig en mulighed for at sammenligne en uheldsmodel formuleret på baggrund af både politi- og skadestuerregistrerede uheld med en model udelukkende formuleret på baggrund af politidata. En sammenligning vil kunne give en indikation på, hvor omfattende forskellene er, og hvorvidt inddragelse af skadestuedata vil give en væsentligt anden prioritering i det stedbestede trafikikkerhedsarbejde.

Samtidig vil det være muligt at sammenligne uheldsmodeller baseret på politiregistrerede data på Fyn med uheldsmodellerne i denne afhandling. Formålet med dette er at undersøge muligheden for at bruge Fyn som et modelværksted for uheldsmodeller. Er uheldsmodellerne baseret på politiregistrerede data for kommuneveje i Jylland tilnærmelsesvis enslydende med modeller for kommuneveje på Fyn, kan det antages at modeller formuleret over veje på Fyn kan generaliseres til brug i hele landet. Dermed vil der være mulighed for at formulere uheldsmodeller med data om både politiregistrerede og skadestuerregistrerede uheld på Fyn. Efterfølgende kan modellerne bruges til at

beregne den generelt forventede uheldstæthed på kommuneveje også i de resterende danske kommuner. Dette kunne mindske behovet for at få stedfæstet trafikuheld registreret på landets skadestuer. Den eksisterende registrering i landspatientregistret kunne udvides, så det var muligt at foretage nogle generelle analyser med henblik på at identificere uheldsfaktorer, der efterfølgende søges elimineret gennem massetiltag.

Forskning og virkelighed

Endelig påpeges, at fokus på praktisk anvendelighed bør være et vigtigt aspekt ved fremtidig forskning indenfor det stedbestede trafiksikkerhedsarbejde. Der skal fortsat være fokus på at bryde nyt land inden for trafikikkerheden, og nye teknologiske muligheder bør udforskes, men der mangler lige nu et link mellem forskning og den praktiske virkelighed. Kommunerne står i den situation, at de ikke længere har metoder til hjælp i prioriteringen af trafikikkerhedsindsatsen i åbent land. Det er en mangel som man bør prioritere at afhjælpe. Denne afhandling ses som et bidrag til bindeleddet mellem forskning og implementering i praksis indenfor det stedbestede trafikikkerhedsarbejde. Det skyldes til dels fokus på praktisk anvendelighed i udviklingen og dels at seks kommuner har medvirket i projektet.

Referencer

AASHTO Joint Task Force on the Highway Safety Manual, 2010. Highway Safety Manual, 1st ed. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C.

Agerholm, N., Larhmann, H., 2012. Identification of Hazardous Road Locations on the basis of Floating Car Data: method and first results. In: Road Safety in a Globalised and More Sustainable World - Current Issues and Future Challenges. 25th ICTCT Workshop 2012.

Andersen, C.S., Sørensen, M., 2004. De forkerte sorte pletter: sammenligning af normal sortpletudpegning og udpegning på baggrund af uheldsregistreringer fra skadestuen, Dansk vejtidsskrift 81 (10), s.20-23.

Andersen, C.S., Agerholm, N., 2012. Nye tilgange til udpegning af risikolokaliteter, Trafik og Veje 89 (3), s.14-17.

Andersen, C.S., Olesen, A.V., Bolet, L., 2013. Influence of road characteristics on accident density on secondary rural two-lane roads in Denmark. In: Proceedings from 26th ICTCT Workshop: Sustainable and Safe Road Design from a Human Behaviour Point of View: Challenges for Interdisciplinary Work in Road Safety, Maribor, Slovenia.

Andersen, C.S., Olesen, A.V., Bolet, L., 2014. Vejkarakteristika og ulykkestæthed. In: Selected Proceedings from the Annual Transport Conference at Aalborg University, Aalborg, Denmark.

Andersen, O., Lahrmann, H., Torp, K., 2011. Hastighedskort for Danmark vha. GPS. In: Proceedings from the Annual Transport Conference at Aalborg University, Aalborg, Denmark.

Bagdadi, O., Várhelyi, A., 2011. Jerky driving - An indicator of accident proneness? Accident Analysis & Prevention 43 (4), s.1359-1363.

Danmarks Statistik, 2013. Statistikbanken, tabel:Moerke: Personskader i færdselsuheld af politi, skadestuer og sygehuse efter indberetter, uheldssituation, transportmiddel, køn, alder og skadens type, (hentet 19-08-2013 2013), Tilgængelig på: <http://www.statistikbanken.dk/MOERKE>.

Danmarks Statistik, 2012. Personskader i færdselsuheld indberettet af politi, skadestuer og sygehuse efter tid og indberetter, (hentet 2/13 2012), Tilgængelig på: <http://www.statistikbanken.dk/442>.

Elvik, R., 2007. State-of-the-art approaches to road accident black spot management and safety analysis of road networks. TØI report 883/2007. Transportøkonomisk institutt, Oslo.

Elvik, R., Høy, A., Vaa, T., Sørensen, M., 2009. The handbook of road safety measures, Second ed. Emerald Group Publishing, UK.

Elvik, R., Sørensen, M., 2012. Oppdatering av ulykkesmodeller: En drøftning av ønskelige data og alternative analyseoplegg, TØI-arbeidsdokument 50015 ed. Transportøkonomisk Institutt, Oslo.

Elvik, R., 2012. A re-parameterisation of the Power Model of the relationship between the speed of traffic and the number of accidents and accident victims, Accident Analysis & Prevention 50, s.854-860.

Elvik, R., Fridstrøm, L., Kaminska, J., Meyer, S.F., 2013. Effects on accidents of changes in the use of studded tyres in major cities in Norway: A long-term investigation, Accident Analysis & Prevention 54, s.15-25.

- Endsley, M.R., 1995.** Toward a theory of situation awareness in dynamic systems, *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 37 (1), s.32-64.
- Eriksson, A., 2005.** Faste genstande langs veje i åbent land - metode. Vejdirektoratet, København, Danmark.
- EuroRAP, 2009.** Star Rating Roads For Safety - The EuroRAP methodology. Consultation version 16 September 2009. EuroRAP, Brussels.
- Færdselssikkerhedskommissionen, 2013.** Hver ulykke er én for meget - et fælles ansvar. Færdselssikkerhedskommissionens nationale handlingsplan, 2013-2020. Justitsministeriet, København.
- Fridstrøm, L., Ifver, J., Ingebrigtsen, S., Kulmala, R., Thomsen, L.K., 1995.** Measuring the contribution of randomness, exposure, weather, and daylight to the variation in road accident counts, *Accident Analysis & Prevention* 27 (1), s.1-20.
- Geedipally, S.R., Lord, D., Dhavala, S.S., 2012.** The negative binomial-Lindley generalized linear model: Characteristics and application using crash data, *Accident Analysis & Prevention* 45, s.258-265.
- Greibe, P., Hemdorff, S., 2001.** Håndbog i Trafiksikkerhedsberegninger—Brug af uheldsmodeller og andre vurderinger – Rapport 220. Vejdirektoratet, København.
- Grontmij, 2014.** RoSy, (hentet August 2014), Tilgængelig på: <http://www.rosy.dk/rosy.aspx>.
- Habibian, M., Mesbah, M., Sobhani, A., 2011.** Ranking of hazardous road locations in two-lane two-way rural roads with no crash record. In: Australian Transport Research Forum (ATRF), 34th, 2011, Adelaide, South Australia, Australia.
- Haddon Jr, W., 1972.** A logical framework for categorizing highway safety phenomena and activity, *The Journal of Trauma and Acute Care Surgery* 12 (3), s.193-207.
- Hadi, M.A., Aruldas, J., Chow, L.F., Wattleworth, J.A., 1995.** Estimating safety effects of cross-section design for various highway types using negative binomial regression, *Transportation Research Record* 1500, s.169-177.
- Harboe, T., 2013.** Metode og projektskrivning - en introduktion, 2. udgave, 1. oplag ed. Samfundslitteratur, København.
- Harrell Jr., F.E., 2001.** Regression modeling strategies. With applications to linear models, logistic regression, and survival analysis. Springer, New York.
- Hauer, E., 1996.** Identification of sites with promise, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1542 (1), s.54-60.
- Hauer, E., Bamfo, J., 1997.** Two tools for finding what function links the dependent variable to the explanatory variables. In: Proceedings of the ICTCT 1997 Conference, s. 05.
- Hauer, E., 2001.** Overdispersion in modelling accidents on road sections and in Empirical Bayes estimation, *Accident Analysis & Prevention* 33 (6), s.799-808.
- Hauer, E., Kononov, J., Allery, B., Griffith, M.S., 2002.** Screening the road network for sites with promise, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1784 (1), s.27-32.

- Hauer, E., 2004.** Statistical road safety modeling, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1897 (1), s.81-87.
- Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, 2009.** Hvorfor sker trafikulykkerne? Faktorer i 207 ulykker undersøgt af HVU. Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, København.
- Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, 2011a.** Grove hastighedsovertrædelser. Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, København.
- Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, 2011b.** Ulykker på landeveje. Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, Kbh.
- Hemdorff, S., 2012.** AP-Parametre til uheldsmodeller - Baseret på data for 2007-2011 - med figurer. Vejdirektoratet, København, Danmark.
- Hemdorff, S., 2014.** Uheldsstatistik året 2013. Tabeller og udvikling. Vejdirektoratet, København, Danmark.
- Hilbe, J.M., 2011.** Negative binomial regression. Cambridge University Press, New York, USA.
- Hosmer, D.W., Lemeshow, S., Sturdivant, R.X., 2013.** Applied logistic regression, Third edition ed. Wiley, Hoboken, New Jersey.
- Hummer, J.E., Hultgren, C.A., Khattak, A.J., 2003.** Identification of Promising Sites on Secondary Highways Using Inventory Data. In: 82nd Annual Meeting, Transportation Research Board.
- Hydén, C., 1987.** The development of a method for traffic safety evaluation: the Swedish traffic conflicts technique. Trafikteknik, Tekniska Högskolan i Lund, Lund, Sweden.
- Ivan, J.N., Wang, C., Bernardo, N.R., 2000.** Explaining two-lane highway crash rates using land use and hourly exposure, *Accident Analysis & Prevention* 32 (6), s.787-795.
- Jensen, S.U., 2011.** Uheldsmodeller for veje i åbent land. Trafitec, København, Danmark.
- Jiaxing, H., Yan, C., Zhanquan, S., Wei, L., 2010.** Study on the forecasting method of traffic violation black spot. In: 2nd International Conference on Industrial and Information Systems (IIS), Dalian, China, s. 30-33.
- Jørgensen, N.O., 1994.** Trafiksikkerhed og uheldsbekæmpelse, in: Lahrmann, H., Leleur, S. (Eds.), *Vejtrafik - Trafikteknik og Trafikplanlægning*. Polyteknisk Forlag, Danmark, s. 181-201.
- Kanellaidis, G., Zervas, A., Karagioules, V., 2000.** Drivers' Risk Perception of Road Design Elements, *Transportation Human Factors* 2 (1), s.39-48.
- Karlaftis, M.G., Golias, I., 2002.** Effects of road geometry and traffic volumes on rural roadway accident rates, *Accident Analysis & Prevention* 34 (3), s.357-365.
- Lan, B., Persaud, B., Lyon, C., Bhim, R., 2009.** Validation of a full Bayes methodology for observational before-after road safety studies and application to evaluation of rural signal conversions, *Accident Analysis & Prevention* 41 (3), s.574-580.
- Lauritsen, J.M., Röck, N.D., Mikkelsen, J.B., Jørgensen, T., 2002.** Registrering af trafikskader på skadestuerne til vejvæsenets sortpletbekæmpelse Kan vi opnå tilstrækkelig dækning og præcision? *Ugeskrift for Læger* 44, s.5101-5104.
- Lee, J., Mannering, F., 2002.** Impact of roadside features on the frequency and severity of run-off-roadway accidents: an empirical analysis, *Accident Analysis & Prevention* 34 (2), s.149-161.

- Leur, P., Sayed, T., 2002.** Development of a road safety risk index, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1784 (1), s.33-42.
- Lord, D., Washington, S.P., Ivan, J.N., 2005.** Poisson, Poisson-gamma and zero-inflated regression models of motor vehicle crashes: balancing statistical fit and theory, *Accident Analysis & Prevention* 37 (1), s.35-46.
- Lord, D., Washington, S., Ivan, J.N., 2007.** Further notes on the application of zero-inflated models in highway safety, *Accident Analysis & Prevention* 39 (1), s.53-57.
- Lord, D., Mannering, F., 2010.** The statistical analysis of crash-frequency data: a review and assessment of methodological alternatives, *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 44 (5), s.291-305.
- Madsen, J.C.O., 2005.** Skadesgradsbaseret Udpegning af Sorte Pletter - Fra Crash Prevention til Loss Reduction i de danske vejbestyrelses stedbundne trafikikkerhedsarbejde. Trafikforskningsgruppen, Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet, Aalborg, Danmark.
- Milton, J., Mannering, F., 1998.** The relationship among highway geometrics, traffic-related elements and motor-vehicle accident frequencies, *Transportation* 25 (4), s.395-413.
- Nielsen, M.A., Nielsen, E., 1998.** Uheld på veje i åbent land. Rapport nr. 174. Vejdirektoratet, København, Danmark.
- Nilsson, G., 1981.** The effects of speed limits on traffic accidents in Sweden. In: *Proceedings of the International Symposium on the Effects of Speed Limits on Traffic Accidents and Transport Energy use*, OECD, Dublin, s. 1-8.
- OECD, 2012.** *Sharing Road Safety: Developing an International Framework for Crash Modification Functions*. OECD publishing.
- OECD. Road Research Group, 1976.** *Hazardous Road Locations: Identification and Counter Measures*. Organisation for economic co-operation and development.
- OECD/ECMT, 2006.** *Young Drivers: The Road to Safety*. OECD/ECMT Transport Research Centre, France.
- Othman, S., Thomson, R., Lanner, G., 2009.** Identifying critical road geometry parameters affecting crash rate and crash type. In: *53rd AAAM Annual Conference, Annals of Advances in Automotive Medicine*, s. 155-165.
- Perandones, J.M., Ramos, G., 2008.** Road Safety Index. Ranking for European Road Safety (rankers), Sustainable Surface Transport, Sixth Framework Programme.
- Persaud, B., Lan, B., Lyon, C., Bhim, R., 2010.** Comparison of empirical Bayes and full Bayes approaches for before–after road safety evaluations, *Accident Analysis & Prevention* 42 (1), s.38-43.
- Polus, A., Pollatschek, M.A., Farah, H., 2005.** Impact of infrastructure characteristics on road crashes on two-lane highways, *Traffic Injury Prevention* 6 (3), s.240-247.
- Reurings, M., Janssen, T., Eenink, R., Elvik, R., Cardoso, J., Stafan, C., 2005.** Accident Prediction Models and Road Safety Impact Assessment: a state-of-the-art. RIPCORDER-ISEREST, Sustainable Surface Transport, sixth framework programme.
- Sønderskov, K.M., Stubager, R., 2011.** Forudsætninger for lineær regression og variansanalyse efter mindste kvadraters metode, 5. udgave. Institut for statskundskab, Århus Universitet, Århus.

- Sørensen, M., 2006.** Grå strækninger i det åbne land: udvikling, anvendelse og vurdering af alvorlighedsbaseret metode til udpegning, analyse og udbedring af grå strækninger. Aalborg Universitet, Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg, Danmark.
- Statens Serum Institut, 2014.** Fællesindhold for basisregistrering af sygehuspatienter. Vejledningsdel. 23. udgave af Rapport nr. 6. Statens Serum Institut, København.
- Stinchcombe, A., Gagnon, S., 2010.** Driving in dangerous territory: Complexity and road-characteristics influence attentional demand, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 13 (6), s.388-396.
- SWOV, 2010.** The high risk location approach - SWOV Fact sheet. SWOV - Institut for road safety research, Leidschendam, Netherlands.
- Thorson, O., 1967.** Traffic Accidents and Road Layout: The use of electronic data processing on accident information. The Technical University of Denmark (DTU), København, Danmark.
- Thorson, O., 1970.** Metoder til udpegning af sorte pletter på vejnettet og til prioritering af uheldsbekæmpende foranstaltninger. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, København, Danmark.
- Vakuutusyhtiöiden liikenneturvallisuuostoimikunta VALT, 2012.** VALT-vuosirapotti 2011. Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimat kuolemaan johtaneet tieliikenneonnettomuudet. Liikennevakuutuskeskus, Finland.
- Vejdirektoratet, 2007.** Vejen i billeder, (hentet perioden jan. 2012 - aug. 2014), Tilgængelig på: <http://vej08.vd.dk/vis/vejbildsmk.htm>.
- Vejdirektoratet, 2011.** Ulykker med unge motorførere 2001-2010: temaanalyse. Transportministeriet, Kbh.
- Vejdirektoratet, 2012.** Tabeller og udvikling. Uheldsstatistik året 2011. Transportministeriet, København, Danmark.
- Vejdirektoratet, 2014a.** Årsraport - Dødsulykker 2012. Rapport 466. Vejdirektoratet, København.
- Vejdirektoratet, 2014b.** Den koordinerede uheldsstatistik, (hentet i perioden sep. 2011 - aug. 2014), Tilgængelig på: www.vejman.dk med brugernavn og kode.
- Vejdirektoratet, 2014c.** Mastra Nøgletalsdatabase, (hentet i perioden jan. 2012 - aug. 2014), Tilgængelig på: <http://vej08.vd.dk/mastraudv/nytui/main/noegletal.html> med brugernavn og kode.
- Vejdirektoratet, 2014d.** [vejman.dk](http://www.vejman.dk), (hentet i perioden sep. 2011 - aug. 2012), Tilgængelig på: <http://www.vejman.dk/da/Sider/default.aspx> med brugernavn og kode.
- Vejdirektoratet - Vejreglerådet, 2004.** Vej- og trafikteknisk ordbog. Vejdirektoratet, København, Danmark.
- Vejreglerådet: Vejregelgruppen Trafiksikkerhed, 2014.** Håndbog. Trafiksikkerhedsinspektion. Anlæg og Planlægning, Høringsudgave ed. Vejdirektoratet, Danmark.
- Vejreglerådet: Vejregelgruppen Veje og stier i åbent land, 2013.** Håndbog. Tværprofiler i åbent land. Anlæg og Planlægning. Vejdirektoratet, Danmark.
- Vejreglerådet: Vejregelgruppen Veje og stier i åbent land, 2012.** Håndbog. Planlægning af veje og stier i åbent land. Anlæg og Planlægning. Vejdirektoratet, Danmark.

Venkataraman, N.S., Ulfarsson, G.F., Shankar, V., Oh, J., Park, M., 2011. Model of Relationship Between Interstate Crash Occurrence and Geometrics, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 2236 (1), s.41-48.

Vistisen, D., 2002. Models and methods for hot spot safety work. Institute of Mathematical Modelling, Technical University of Denmark (DTU), København, Danmark.

Washington, S.P., Karlaftis, M.G., Mannering, F.L., 2004. Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis. CRC Press.

Washington, S., Haque, M.M., Oh, J., Lee, D., 2014. Applying quantile regression for modeling equivalent property damage only crashes to identify accident blackspots, Accident Analysis & Prevention 66, s.136-146.

World Health Organization, 2013. WHO global status report on road safety 2013: supporting a decade of action. World Health Organization, Switzerland.

Zegeer, C., Council, F., 1995. Safety relationships associated with cross-sectional roadway elements, Transportation Research Record (1512), s.29-36.

Zervas, A., Polak, J., Kanellaidis, G., 1998. Subjective hazard assesment of geometric disign elements in relation to accident causation, International Association of Traffic and Safety Sciences Research 22, s.86-93.

Bilag A: Workshop om praktisk anvendelighed

Dato for workshop: 18/2 2012

Diskussionsoplæg – udleveret på workshoppen

Nedenstående spørgsmål er ment som igangsættere til en diskussion af, hvad der gør en metode praktisk anvendelig. I den forbindelse skal I tænke på metoden som et værktøj til ingeniøren/planlæggeren.

1. Beskriv karakteristika ved en praktisk anvendelig metode
2. Har data (mængden, typen) indflydelse på anvendeligheden?
3. Hvor lang tid må det tage at bruge en praktisk anvendelig metode?
 - a. Indsamle data
 - b. Benytte metoden til udpegning
4. Flexibilitet og anvendelighed. Betyder det noget at metoden er fleksibel i forhold til hvilke data der er nødvendige?
5. Automatik. Hvor manuel må en praktisk anvendelig metode være?

Referat

Efter vores workshop på møde 2 d. 18/9 2012 har jeg samlet alle ønsker og kommentarer nedenfor. Dernæst har jeg sat en række karakteristika op for en praktisk anvendelig metode, som metoden i sidste ende at projektet skal vurderes på.

Ønsker/kommentarer til en praktisk anvendelig metode

- Den skal være nemt at bruge.
- Resultatet skal kunne forklares til borgere og politikere.
 - Det kræver at parametres betydning (og relative betydning) er gennemskuelig for embedsmændene, både så det kan forklares overfor lægmand og så der indikeres hvilke forhold der skal forbedres på strækningen.
- Beror i høj grad på eksisterende datagrundlag.
- Hvis ekstra data skal indsamles, da skal følgende som udgangspunkt være gældende:
 - Kunne foretages af driften, gerne ifm. den løbende drift.
 - Data skal kunne inddateres i vejman.dk.
 - Der skal foreligge manual med billeder.
- Mængden af acceptabelt data beror i høj grad af hvor godt et resultat der kommer ud af modellen.
- Metoden er en del af vejman.dk, således der blot køres et program i vejman.dk, der selv henter nødvendige data fra vejman.dk databasen.
 - I forbindelse med dette projekt er det dog ikke muligt hverken tidsmæssigt eller økonomisk. "Second best" er Excel hvor data indlæses og beregninger er sat op.

- Kommunerne vil hellere bruge tid på besigtigelse end på at samle data ind. Der skal findes en balance hvor antallet af parametre i modellen er stort nok til at ikke alt for mange falske strækninger udpeges, men samtidig accepteres en del falske strækninger hvis blot antallet af parametre holdes på et minimum.
- At metoden er fleksibel, så man kan vælge:
 - Hvilket vejnet der skal analyseres.
 - Hvilke parametre der skal indgå ud fra x-antal mulige.
- Det må maksimalt koste 5-10% af budgettet til forbedringer at udpege strækninger.
- Resultat fra metoden må gerne samtidig give bud på løsningsforslag for hver enkelt strækning.

Karakteristika for en praktisk anvendelig metode til udpegning af risikolokaliteter

- Resultatet skal kunne formidles til politikere og borgere, dvs. parametrenes betydning for resultatet skal kunne aflæses for hver enkelt strækning.
- Parametrene i metoden skal som udgangspunkt bestå af eksisterende data suppleret med få yderligere vejkarakteristika.
- Metoden benytter regneark, for eksempel Excel, til beregninger.
- Metoden skal være fleksibel i forhold til hvilket vejnet analyseres og hvilke parametre anvendes.
- Det skal fremgå, hvad der sker med validiteten når parametre vælges fra.
- Omkostninger ved at benytte metoden må ikke overstige 10% af udgifterne til forbedring af strækningerne.

Bilag B: Variablernes funktionelle form

I nærværende bilag gennemgås alle variabler for deres sammenhæng med den uafhængige variabel – uheldstæthed. Formålet er at bestemme hvilken form den uafhængige variabel skal indgå med i analysen. I tabel B.1 ses minimum, maksimum, middelværdi og standardafvigelse for datagrundlaget for de 145 strækninger på analysevejnettet i Aalborg Kommune.

Tabel B.1: Beskrivelse af data der indgår i analysen af de 145 strækninger i analysevejnettet.

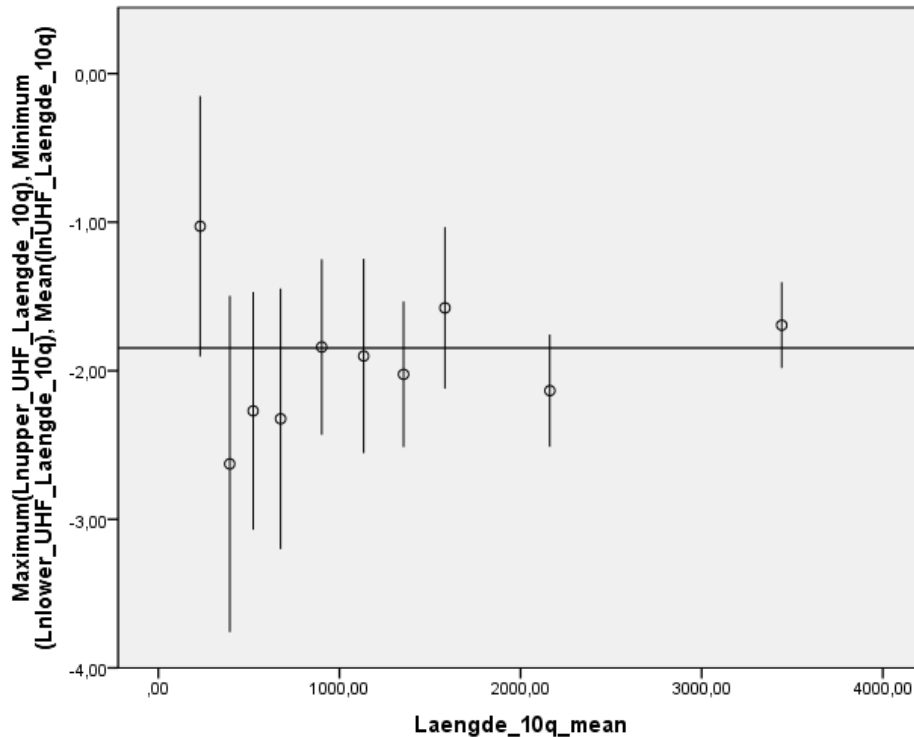
	Minimu m	Maximu m	Middel- værdi	Standard afvigelse	Varians	Sum
Længde (m)	112	6.548	1.233	976	951.945	178.783
Årsdøgnstrafik	96	10.361	1.899	2.227	4.960.279	
Kørebanebredde (m)	4,4	11,6	6,4	1,4	2,0	
Blød rabat (m)	1	6,7	2,7	1,3	1,8	
Kantbane (m)	0	1,2	0,01	0,02	0,06	
Kryds (antal/km)	0	5,4	0,5	0,8	0,6	
Vejadgange (antal/km)	0	29,1	9,2	5,9	34,6	
Cykelsti	Ingen cykelsti	Cykelsti				
Længdemarkering	Ingen	Midt og kant				
Uheld (antal/strækning)	0	12	0,97	1,67	2,8	141
Uheldstæthed (uheld/km) i perioden 2004-2011	0	5,38	0,79	1,18	1,38	
Uhedsfrekvens (uheld/år/trafikarbejde)	0	7,70	0,15	0,95	0,91	

I det efterfølgende gennemgås først de uafhængige variabler enkeltvis.

Længde

Det undersøges hvorvidt strækningernes længde har en indflydelse på uheldstæthed. Dette har betydning for om længden af strækninger skal indgå i analysen som en uafhængig variabel eller udelukkende som offset variabel i regressionen.

Data inddeles i centiler ud fra længde, således at der er 14-15 strækninger i hver centil. Hertil knyttes en middelværdi for længden i den enkelte centil samt en middelværdi for UHT med tilhørende 95% konfidensintervaller. Dette er afbilledet i figur B.1, hvor der også er lagt en vandret linje ind. Linjen går gennem alle konfidensintervallerne, og der vurderes, derfor ikke at være en sammenhæng mellem længden af strækningerne og uheldstæthed.

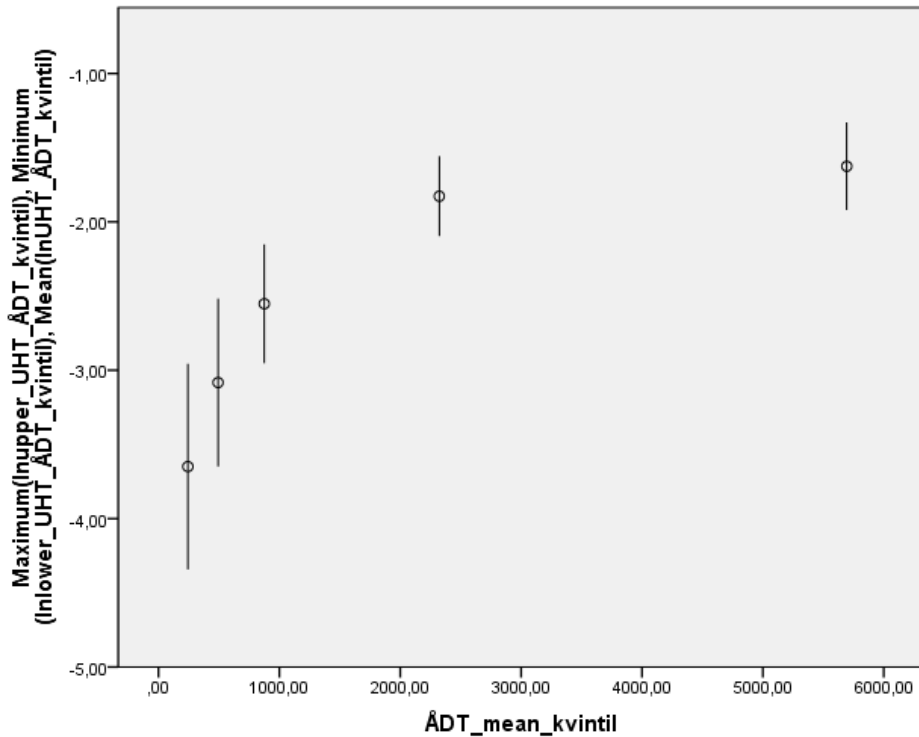


Figur B.1: Længde inddelt i centiler plottet mod den naturlige logaritme til middelværdig for UHT med 95% kofidensinterval. Der kan lægges en vandret linje gennem alle kofidensintervaller.

Længden vil i regressionsanalysen med antal uheld som afhængig variabel indgå som offset variabel, da strækningerne varierer i længde. De øvrige variabler vil derfor blive analyseret for sammenhængen med den naturlige logaritme til uheldstæthed for at finde frem til den bedst egnede funktionelle form af variabelen til analysen.

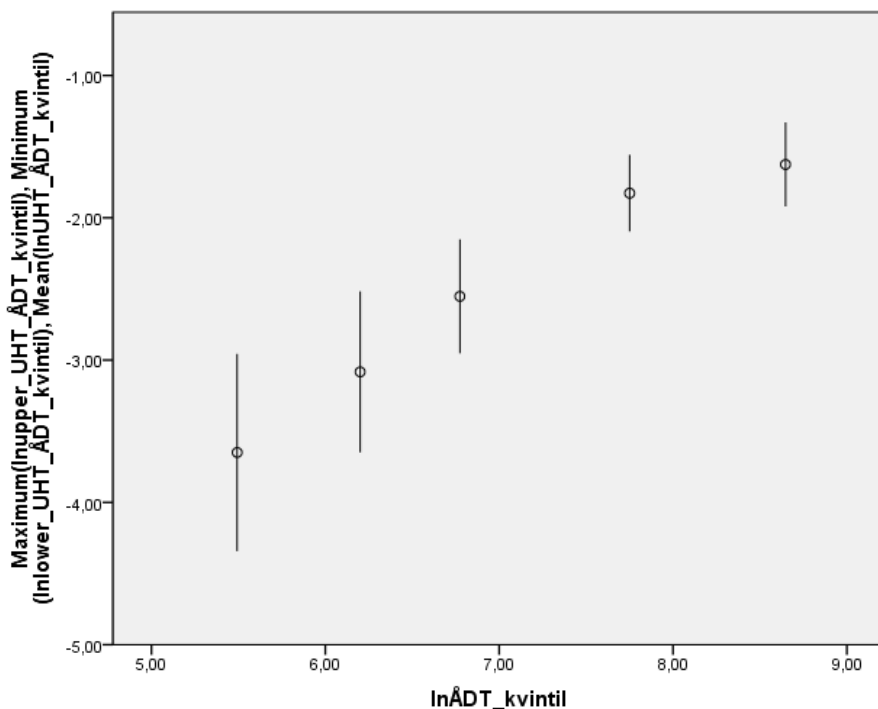
Årsdøgnstrafikken (ÅDT)

Det undersøges hvilket forhold der er mellem ÅDT og uheldstæthed. Dette gøres rent praktisk ved at undersøge hvilken form af ÅDT, der giver den bedste rette linje med den naturlige logaritme til uheldstæthed. Årsdøgnstrafikken deles i kvintiler, således der er 29-30 strækninger i hver kvartil. Middelværdien af ÅDT i kvintilerne bestemmes samt middelværdi og 95% kofidensinterval for uheldstæthed bestemmes. I figur B.2 ses resultatet, hvor årsdøgnstrafikken delt i kvintiler er plottet mod den naturlige logaritme til middelværdien for uheldstæthed i kvintilerne samt 95% kofidensintervaller hertil. Som det ses, er det ikke muligt at indlægge en ret linje og en transformation af variabelen er nødvendig.

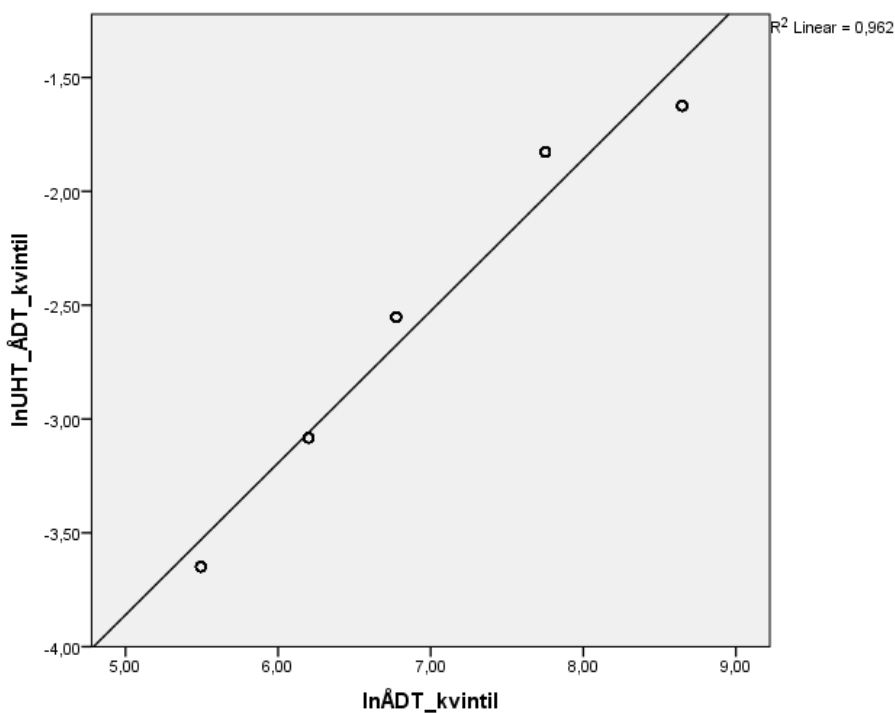


Figur B.2: ÅDT inddelt i kvintiler plottet mod den naturlige logaritme til middelværdien af uheldstæthed i kvintillerne og dertil hørende 95% konfidensinterval.

Benyttes $\ln \text{ÅDT}$ for kvintilerne fås grafen som ses i figur B.3, hvilket ser ud til at kunne give en lineær sammenhæng. I Figur B.4 ses plottet med en indlagt ret linje, linjen har en R^2 værdi på 0,962. Ud fra dette vurderes det, at årstdøgns trafikken bør indgå som $\ln \text{ÅDT}$ i regressionsanalysen.

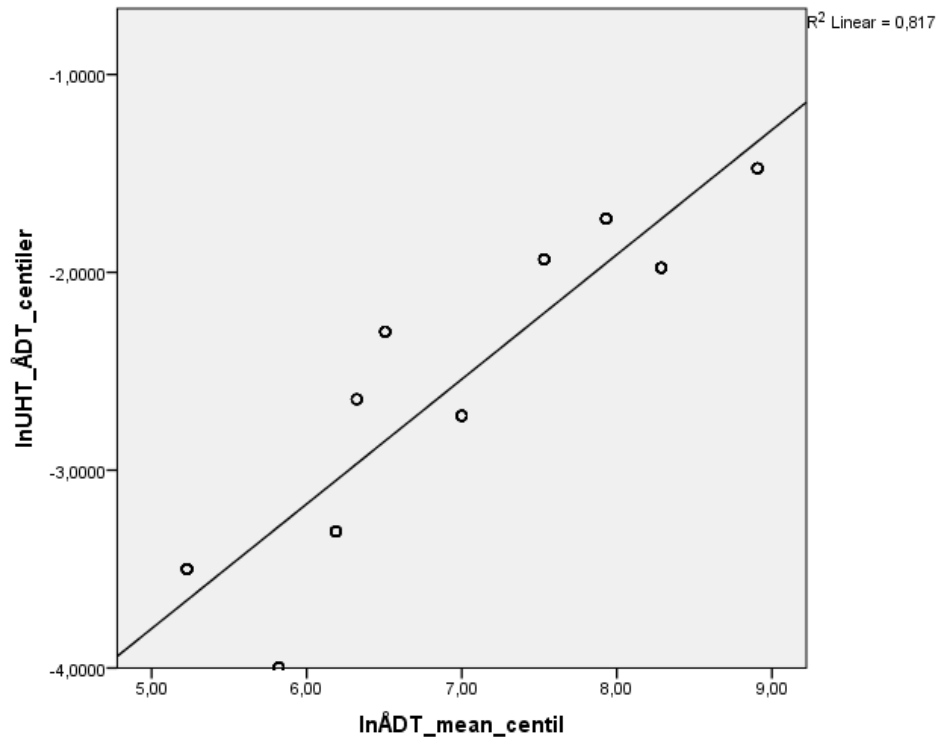


Figur B.3: lnÅDT for kvintilerne plottet mod den naturlige logaritme til middelværdien af UHT i kvintilerne inklusiv 95% konfidensinterval.



Figur B.4: lnÅDT for kvintilerne plottet mod den naturlige logaritme til middelværdien af UHT for kvintilerne. Der er indlagt en ret linje, der har en R^2 værdi på 0,962.

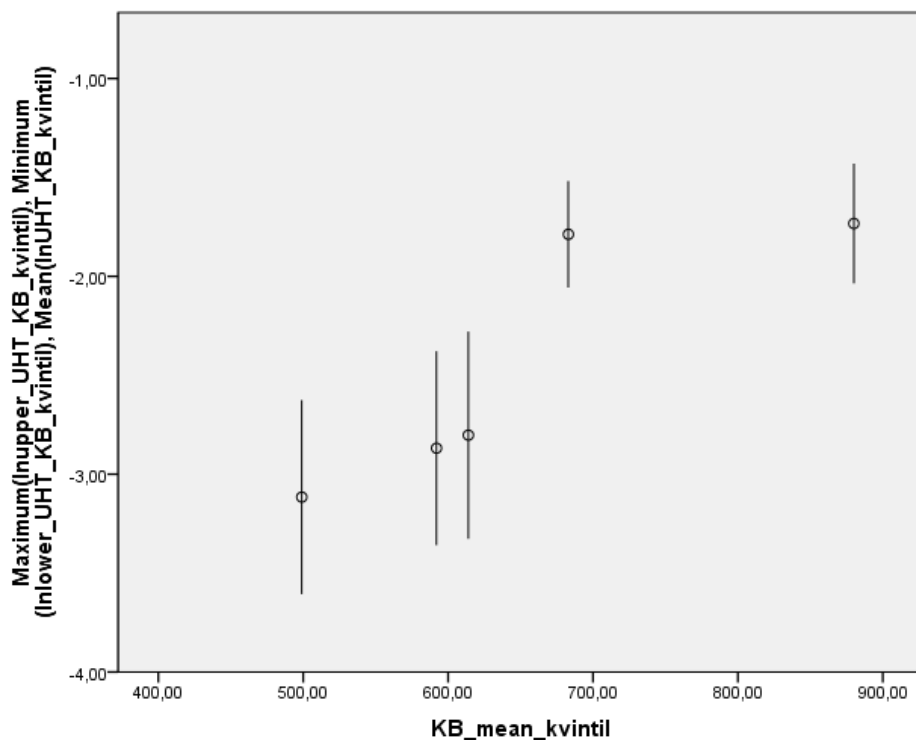
Inddeles data i centiler ud fra ÅDT fås stadig en stærk sammenhæng mellem lnÅDT og uheldstætheden med en R^2 værdi på 0,817, se figur B.5. Det vurderes derfor, at ÅDT skal transformeres til lnÅDT i analysen, hvilket også er en gængs funktionel form for ÅDT i uheldsmodellering.



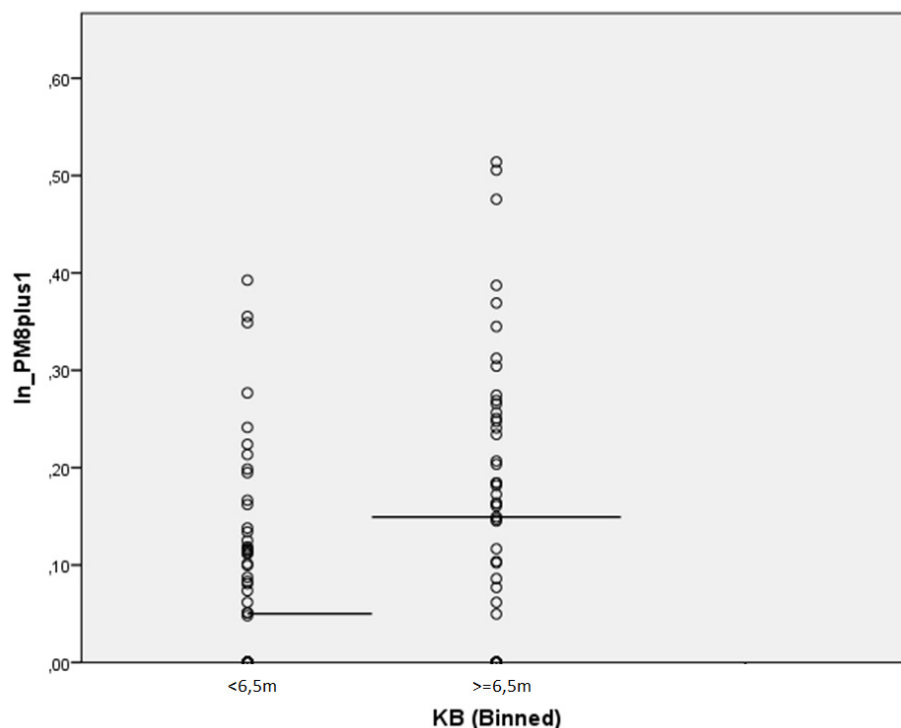
Figur B.5: LnÅDT for centilerne plottet mod den naturlige logaritme til middelværdien af UHT for centilerne. Der er indlagt en ret linje, der har en R^2 værdi på 0,863.

Kørebanebredde (KB)

Data inddeles i kvintiler efter kørebanebredde. Hertil bestemmes middel kørebanebredde for hver kvintil og den tilsvarende middel uheldstæthed med 95% konfidensintervaller. Resultatet er plottet i figur B.6. Af plottet ses, at der tilsyneladende er et spring i data omkring en kørebanebredde på 6,5 m. For at undersøge dette nærmere opdeles data i to kategorier: En med kørebanebredde under 6,5 m og en med kørebanebredde på 6,5 m eller derover. Et grafisk repræsentation af dette med indikering af middelværdi for uheldstætheden ses i figur B.7. Dette spring var ikke umiddelbart ventet, og derfor undersøges variabelen nærmere.



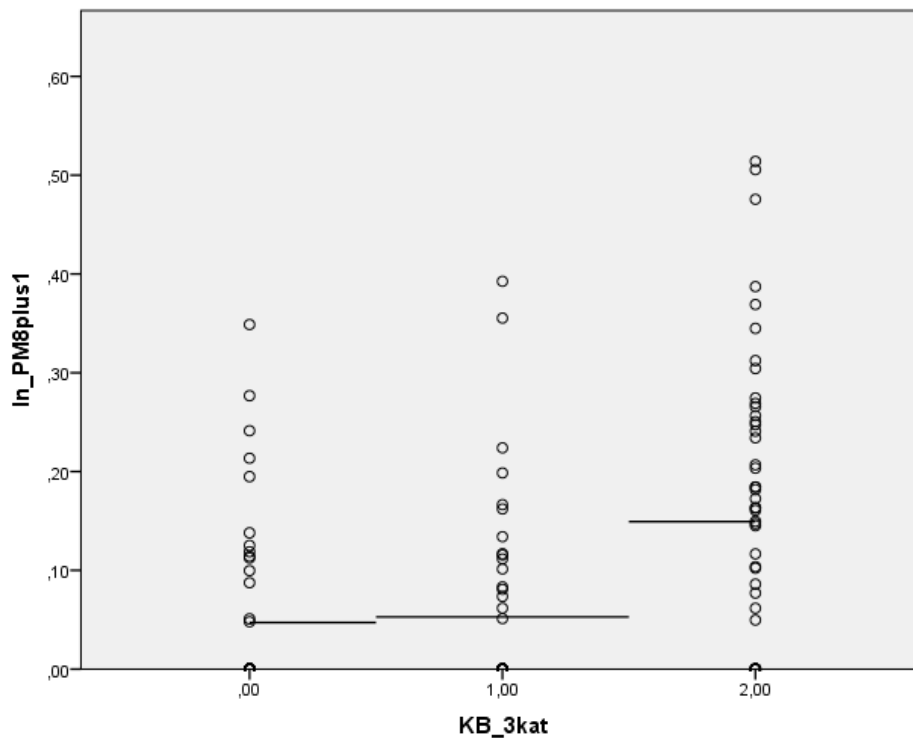
Figur B.6: Kørebanebredde (KB) inddelt i kvintiler og plottet mod den naturlige logaritme til middelhødhedstæthed for kvintilerne med tilhørende 95% intervaller.



Figur B.7: Data delt i to efter kørebanebredde under 6,5 m eller 6,5 m og derover. Vandrette streger angiver middelværdi for ln til uheldstæthed + 1.

Data deles op i flere grupper, henholdsvis tre, fem og seks. De tre situationer er grafisk præsenteret i figur B.8, figur B.9 og figur B.10. På figur B.8, hvor data er delt op i tre grupper, ses ligeledes et spring

i uheldstætheden fra en kørebanebredde på over eller under 6,5 m, men ingen forskel fra kørebanebredde over eller under 6,0 m.

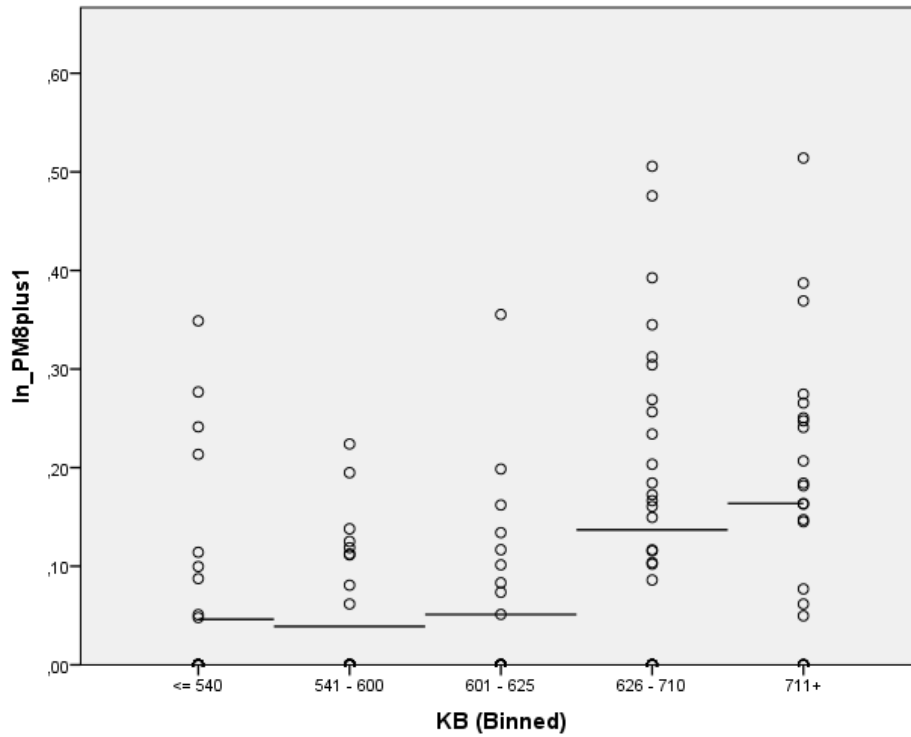


Figur B.8: Data delt i tre grupper ud fra kørebanebredde (KB). Kategori 0: KB < 6,0 m ; 1: 6,0 m <= KB < 6,5 m; 2: KB >= 6,5 m. Vandrette streger angiver middelværdi af ln til uheldstætheden +1.

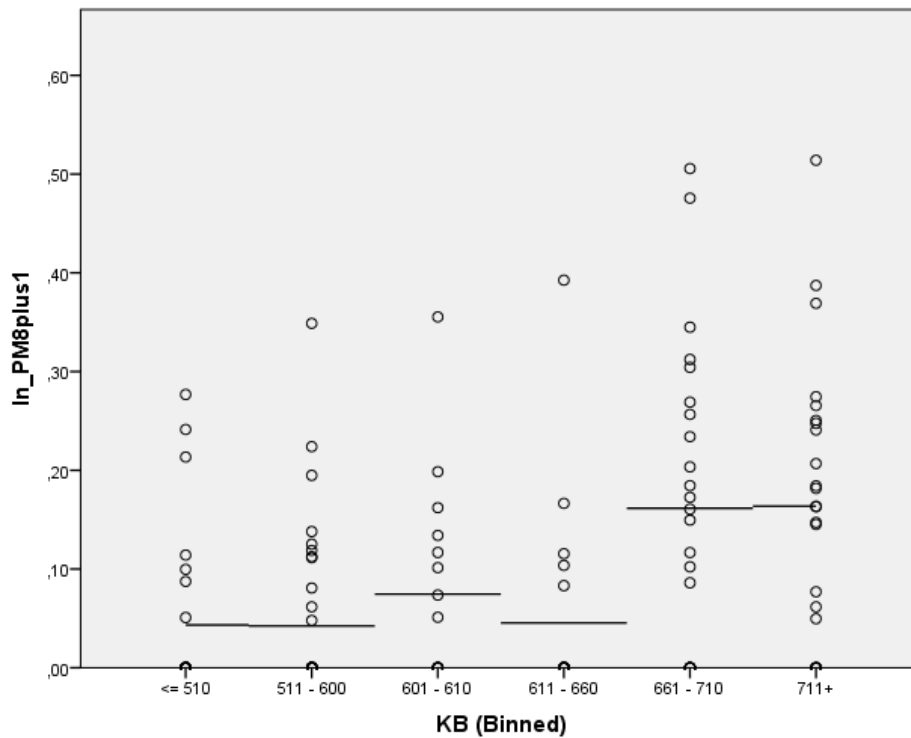
Inddeles i fem grupper som vist på figur B.9 ses et spring i uheldstætheden ved en kørebanebredde på 6,25 m, mens der ikke er den store forskel på de tre grupper under 6,25 m eller de to grupper over 6,25 m.

Inddeles data i seks grupper, figur B.10, ses et spring i uheldstætheden ved 6,6 m, mens uheldstætheden er omtrent konstant over og under denne værdi.

Ingen af figurerne viser tegn på, at kørebanebredden skulle have en kontinuerlig sammenhæng med uheldstætheden. Kørebanebredden indgår derfor som en kategorivariabel i regressionsanalysen med to kategorier; under 6,5 m og lig med eller over 6,5 m.



Figur B.9: Data delt i fem grupper ud fra kørebanebredde (KB). Vandrette streger angiver middelværdi af ln til uheldstæthed + 1.



Figur B.10: Data delt i seks grupper ud fra kørebanebredde (KB). Vandrette streger angiver middelværdi af ln til uheldstæthed + 1.

Uhedsbilledet sammenholdt med kørebanebredden i analysevejnettet

Der er foretaget en analyse af uhedsbilledet når uheldene deles op på smalle og brede veje i analysevejnettet for at identificere eventuelle forskelle. I tabel B.2 er angivet en række fakta omkring de smalle og brede veje i analysevejnettet. Størstedelen af strækningerne er på veje der er under 6,5 m brede, mens hovedparten af uheldene og tilskadekomne er sket på de brede veje, der fremgår derfor også at uheldstæthed er størst på de brede veje, men tages der højde for trafikarbejde ved at sammenligne uhedsfrekvens er denne størst på de smalle veje.

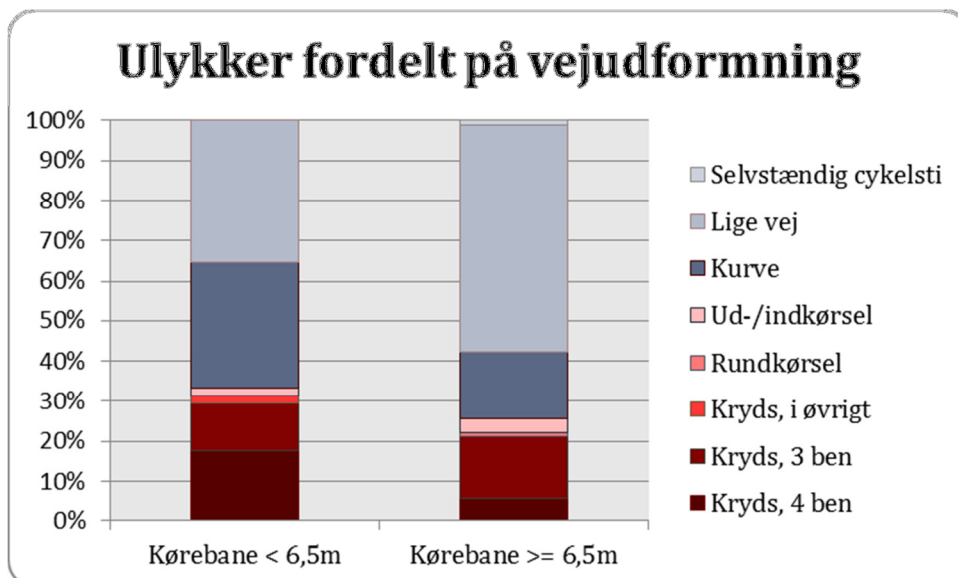
Tabel B.2: Fakta for smalle og brede vejstrækninger. Analysevejnettet delt i smalle veje med en kørebanebredde på under 6,5 m og brede veje med en kørebanebredde på 6,5 m eller derover.

	Kørebanebredde < 6,5 m	Kørebanebredde >= 6,5 m
Antal strækninger	92	53
Længde (km)	117	62
Gennemsnitlig ÅDT	730	3.927
Antal uheld	51	90
Antal dræbte og tilskadekomne	40	95
Uheldstæthed (uheld/år/km)	0,05	0,18
Uhedsfrekvens (uheld/år/trafikarbejde)	0,20	0,13
Krydstæthed	0,52	0,73

Vejudformning

På Figur B.11 ses uheld fordelt på vejudformning for veje under 6,5 m brede og veje med en bredde på 6,5 m eller der over. Det ses, at andelen af uheld i 4-benede kryds er langt større på de smalle veje fremfor på de brede. Generelt er andelen af krydsuheld større på de smalle veje, dette står i kontrast til det faktum at krydstætheden er størst på de brede veje, hvor der er 0,73 kryds/km mens der er 0,52 kryds/km på de smalle veje. Dette kunne tyde på, at krydsene på de smalle veje udgør en større risiko end krydsene udgør på de brede veje.

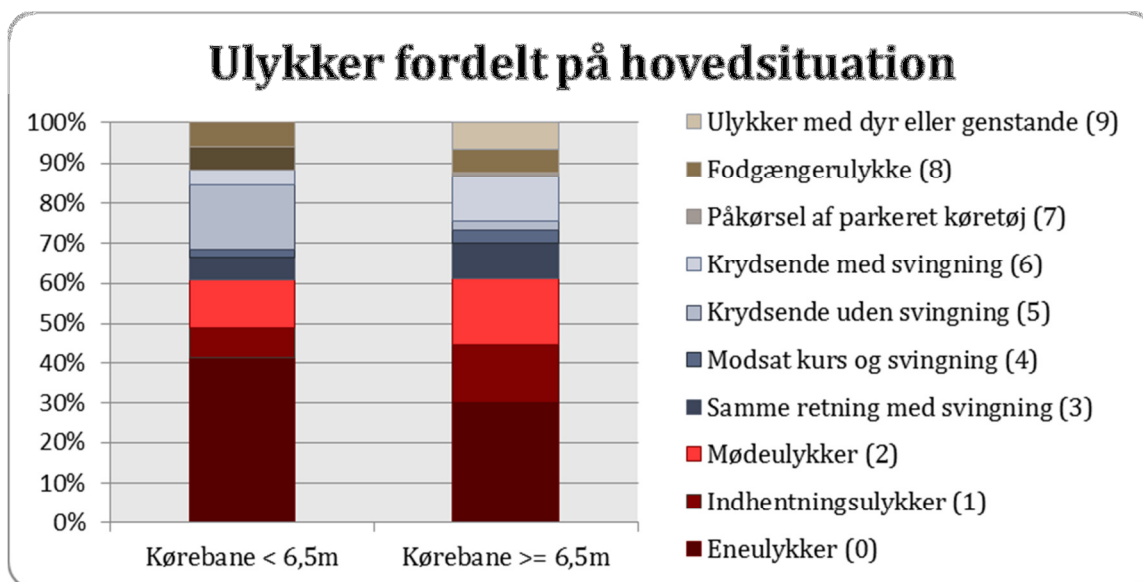
Yderligere forskelle blandt de smalle og brede veje er andelen af uheld i kurver og på lige vej. På de smalle veje er der en højere andel af kurveuheld og en mindre andel af uheld på lige vej end på de brede veje. Dette skyldes sandsynligvis en generel forskel i vejenes tracé



Figur B.11: Uheld fordelt på vejudformning for hhv. veje med kørebanebredde op til 6,5 m og for veje med en kørebanebredde på 6,5 m eller mere.

Hovedsituation

Ses på forskelle i uheldssituation grupperet i hovedsituation kan noteres en forskel i andelen af eneuheld, se Figur B.12. Disse udgør godt 40 % af uheldene på de smalle veje, men kun 30 % på de brede veje. Omvendt ses en større andel af mødeuheld og uheld kørende i samme retning på de brede veje. Dette kan hænge sammen med, at trafikken generelt er større på de brede veje, og dermed er der større risiko for at ende i en konflikt med en anden trafikant, hvis føreren mister kontrollen over sit køretøj.



Figur B.12: Uheld fordelt på hovedsituation for hhv. veje med kørebanebredde op til 6,5 m og for veje med en kørebanebredde på 6,5 m eller derover

En anden tydelig forskel imellem de smalle og brede veje er, at der på de smalle veje er en langt større andel af uheld mellem krydsende køretøjer uden svingning, dvs. typisk uheld i et kryds. Dette stemmer overens med den større andel af uheld registreret i 4-benede kryds på de smalle veje, som

fremgår af Figur B.11. Igen tyder dette på, at der kunne være et potentiale i at forbedre 4-benede kryds på de smalle veje.

Føret, Lys og vejrforhold

Der er ingen forskel i uheldsfordelingen på vejrforhold eller føret på hhv. de smalle og brede veje. Det betyder, at eventuelle forskelle i snerydning eller friktionsevne ikke kan genfindes i uheldsbilledet. I forhold til lysforholdene sker der forholdsmæssigt flere uheld i mørke på strækningerne med en bredde på 6,5 m eller mere, her er 33% af uheld registreret i mørke, mens dette gælder for 24% på de smalle veje.

Faste genstande og skråninger langs vejen

Faste genstande og stejle skråninger øger ikke uheldsrisikoen, men det øger skadesrisikoen og dermed øges sandsynligheden for at uheldet registreres af politiet. Derfor er der kigger på om der er forskelle på vejene smallere hhv. bredere end 6,5 m i forhold til faste genstande og stejle skråninger.

Der er stor forskel på tætheden af faste genstande¹ indenfor en sikkerhedszone på 6 m fra asfaltkant på hhv. de smalle og brede veje. På de smalle veje er der i gennemsnit registreret 117 faste genstande pr. km strækning, hvis der ses bort fra de registrerede skovstrækninger, der alle er registreret langs de smalle veje. Langs de brede veje er der i gennemsnit 47 faste genstande pr. km. Dette afspejles i antallet af uheld, hvor en fast genstand er registreret eller beskrevet i uheldsrapporten. På de smalle veje er der registreret en fast genstand i 25% af uheldene, mens dette gælder for 9% på de brede veje.

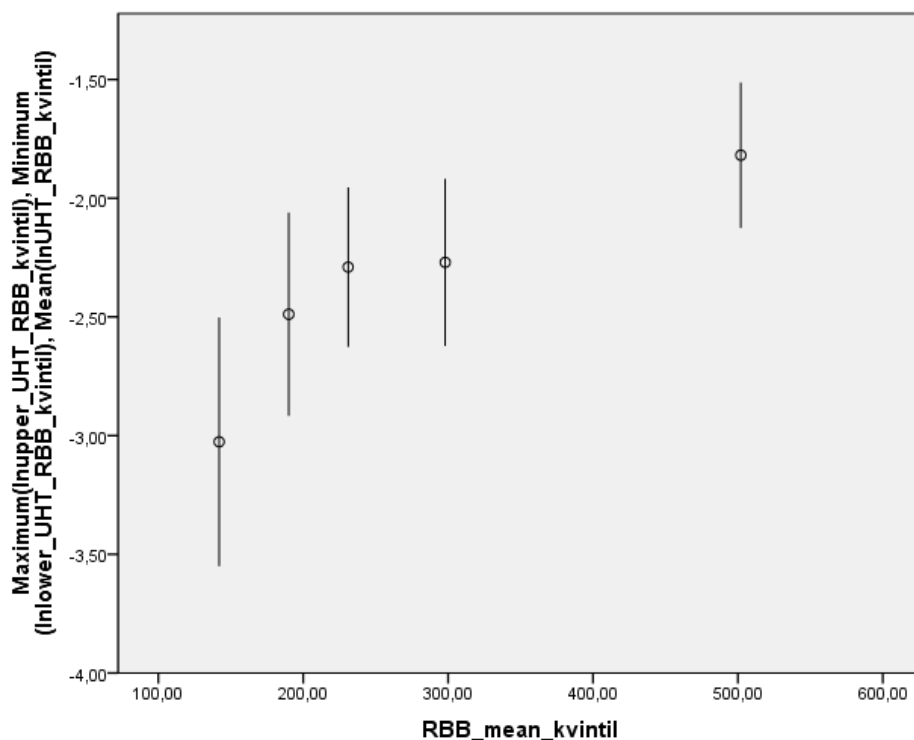
Ud over faste genstande er der langs analysevejnettet registreret skråninger, hvor disse er så stejle at de kan karakteriseres som påkørselsfarlige². På strækningerne med kørebanebredde på under 6,5 m er der registreret denne type af skråninger på 11% af vejnettet, mens dette gælder for 7% af vejnettet på veje med en kørebanebredde på 6,5 m eller derover. I forhold til skråninger er der ikke så stor forskel på strækningerne, som det var tilfældet med antallet af faste genstande, dog kan det tyde på, at der også i forhold til skråninger er et større problem på de smalle veje end de brede.

¹ Faste genstande er her defineret som træer og træmaster med diameter > 10 cm målt 40 cm over terræn; frontmure og lodrette grøfteafslutninger; fundamenter, sten, brønde og lodrette spring højere end 20 cm; Rørstandere med diameter x godstykkelse > 7,6 cm * 4,4 mm, Brosøjler, stengærder og støttemure og fastfunderede teknikskabe. Definitionen er hentet fra håndbog fra Vejdirektoratets håndbog omkring faste genstande langs veje i åbent land (Eriksson 2005).

² Påkørselsfarlige skråningsanlæg defineres her som afgravningsskråninger med anlæg < 2 og påfyldningsskråninger med anlæg < 3. Definitionen er hentet fra Vejdirektoratets håndbog for tværprofiler i åbent land (Vejregelrådet: Vejregelgruppen Veje og stier i åbent land 2013).

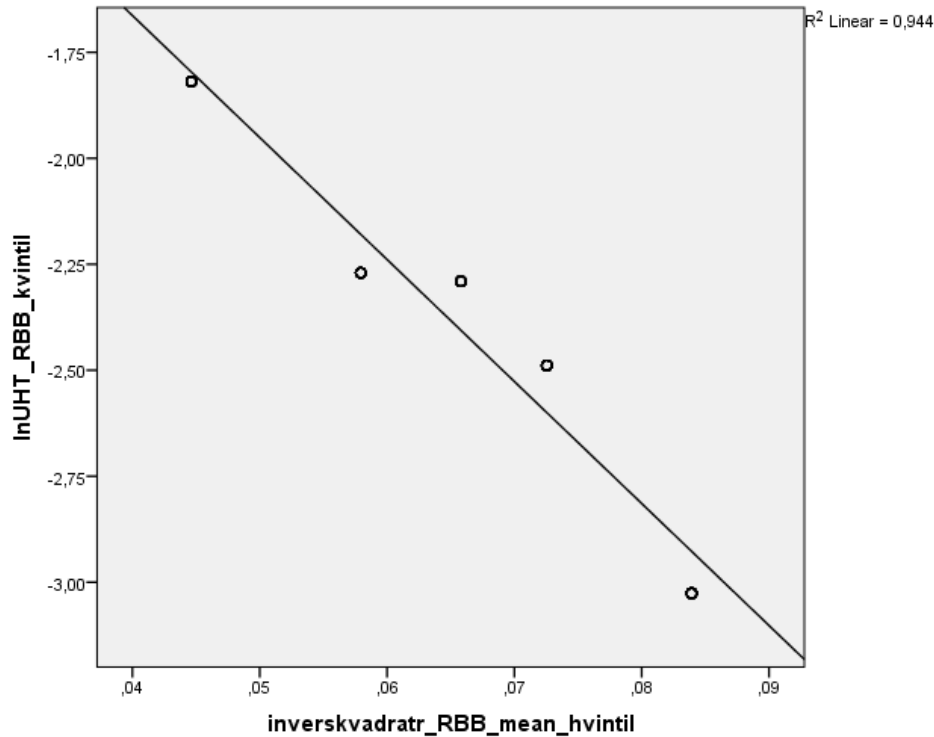
Bredden af blød rabat (RBB)

Data inddeles i kvintiler efter rabatbredde. Hertil bestemmes middel kørebanebredde for hver kvintil og den tilsvarende middel uheldstæthed med 95% konfidensintervaller. Resultatet er plottet i figur B.13. Der ser ud til at være en kontinuerlig sammenhæng mellem rabatbredde og den naturlige logaritme til uheldstætheden om end ikke en lineær sammenhæng.



Figur B.13: Bredden af blød rabat (RBB) inddelt i kvintiler og plottet mod den naturlige logaritme til middelhældstæthed for hver kvintil med tilhørende 95% konfidensinterval.

Plottes i stedet den inverse kvadratrod af rabatbredden op mod den naturlige logaritme af uheldstætheden fås en tilnærmelsesvis lineær sammengæng ($R^2 = 0,944$), se figur B.14. Det vurderes derfor, at bredden af blød rabat skal indgå som den inverse kvadratrod i analysen.



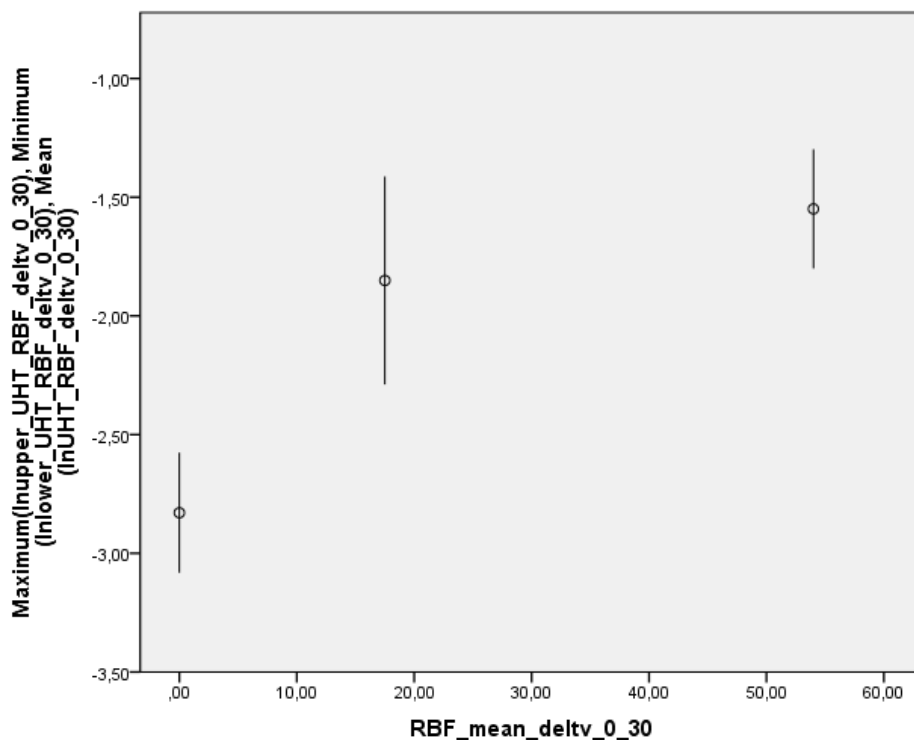
Figur B.14: Den inverse kvadratrod af bredden af blød rabat inddelt i kvintiler plottet mod den naturlige logaritme til middelværdien for uheldstæthed i hver kvintil. Der er indlagt en ret linje med $R^2=0,944$.

Bredden af kantbane (RBF)

Der er registreret kantbane på 42 af de 145 strækninger, heraf har de 41 strækninger en kørebanebredde på 6,5 m eller mere. Strækninger med kantbane falder dermed næsten alle indenfor samme kategori i variabelen kørebanebredde. Bredden af kantbane på de 42 strækninger varierer fra 10 cm til 1,2 m. Egentlig var tanken at undersøge betydningen af bredden af kantbane som en kontinuert variabel. Datamængden er dog lille (42 strækninger) til at dække et stort spænd fra 10 cm til 120 cm, så variabelen undersøges i stedet som en kategorivariabel.

Først deles data i tre grupper, en gruppe med strækninger uden kantbane samt to grupper med kantbane henholdsvis under og over 30 cm. Resultatet ses i figur B.15. Grupperne med kantbane er dog relativt små med henholdsvis 14 og 28 strækninger, i forhold til gruppen uden kantbane, med 103 strækninger. Af figuren ses et spring i uheldstæthed fra strækninger uden kantbane til de to grupper med kantbane. Der kan imidlertid indlægges en vandret linje gemme de to grupper med kantbane og der ser dermed ikke ud til at der i data er grundlag for at lave to kategorier af kantbaner afhængigt af bredden.

Variablen indgår i analysen som en kategorivariabel med to kategorier henholdsvis med og uden kantbane.



Figur B.15: Bredden af kantbane delt i tre grupper plottet mod den naturlige logaritme til middelværdien af uheldstæthed samt dertilhørende konfidensintervaller.

Krydstæthed (Kryds)

Data om krydstæthed deles i fire grupper, der inddeles efter krydstæthed. Dette giver fire grupper:

- Strækninger uden kryds, i alt 78 strækninger
- Strækninger med en krydstæthed over 0 og mindre en 1 kryds/km,
- Strækninger med en krydstæthed på 1 kryds/km eller mere op til 2 kryds/km
- Strækninger med en krydstæthed på 2 kryds/km eller mere.

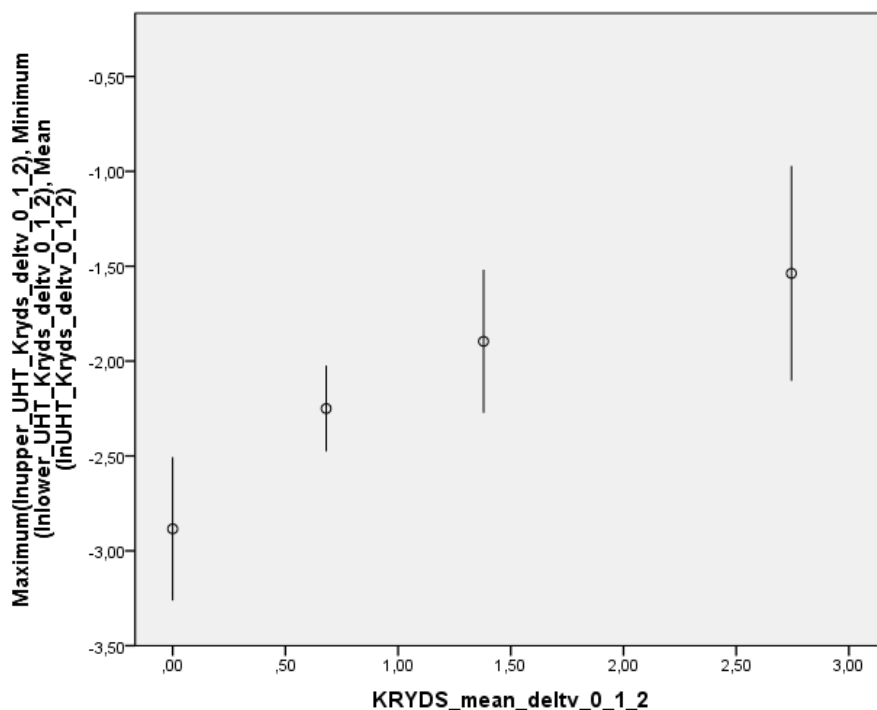
For hver gruppe bestemmes middel krydstæthed og den tilsvarende middel uheldstæthed med 95% konfidensintervaller. Resultatet er plottet i figur B.16.

Som alternativ inddeling deles data i fire grupper ligeledes efter krydstæthed. Resultatet af denne opdeling ses i figur B.17. De fire grupper er delt som følgende:

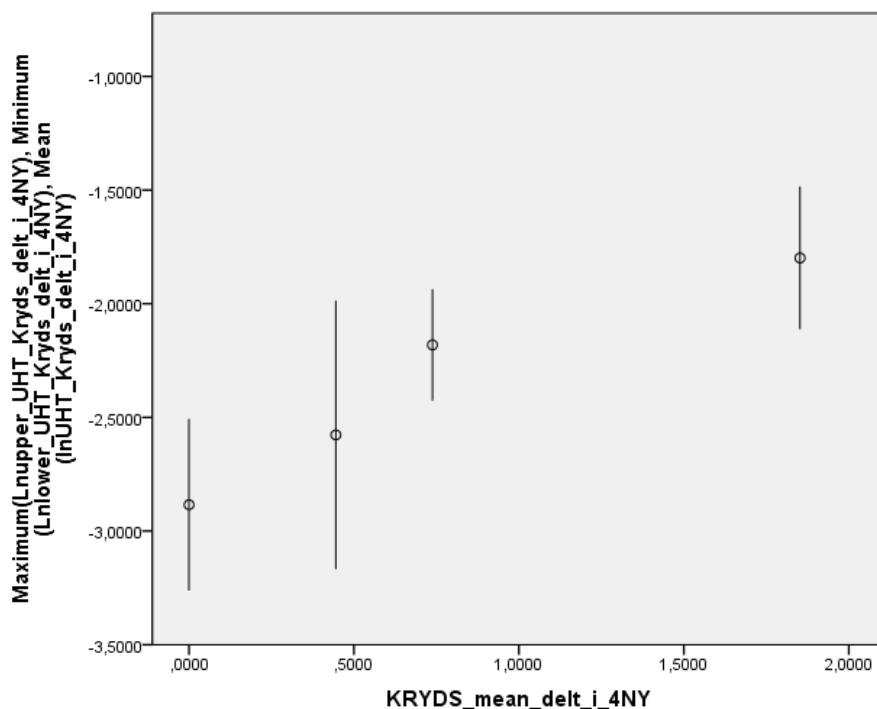
- Strækninger uden kryds, i alt 78 strækninger
- Strækninger med en krydstæthed på mindre end 0,5 kryds/km
- Strækninger med en krydstæthed fra og med 0,5 kryds/km op til 1 kryds/km
- Strækninger med en krydstæthed på 1 eller derover

Begge plot viser en ikke helt lineær sammenhæng, hvor sammenhængen ser ud til at flade ud ved de højeste værdier for krydstæthed. Derfor prøves at transformere krydstætheden til kvadratroden af krydstætheden, hvilket giver en god lineær sammenhæng i begge de nævnte opdelinger af data efter

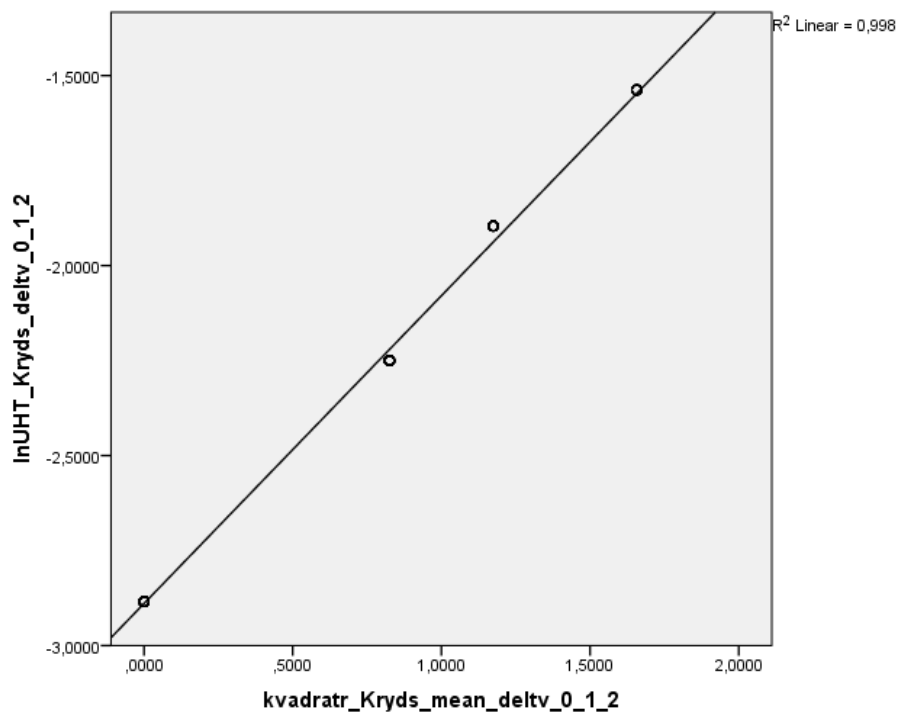
krydstæthed, jf. figur B.18 og figur B.19. Variablen indgår i analysen som kvadratroden af krydstætheden.



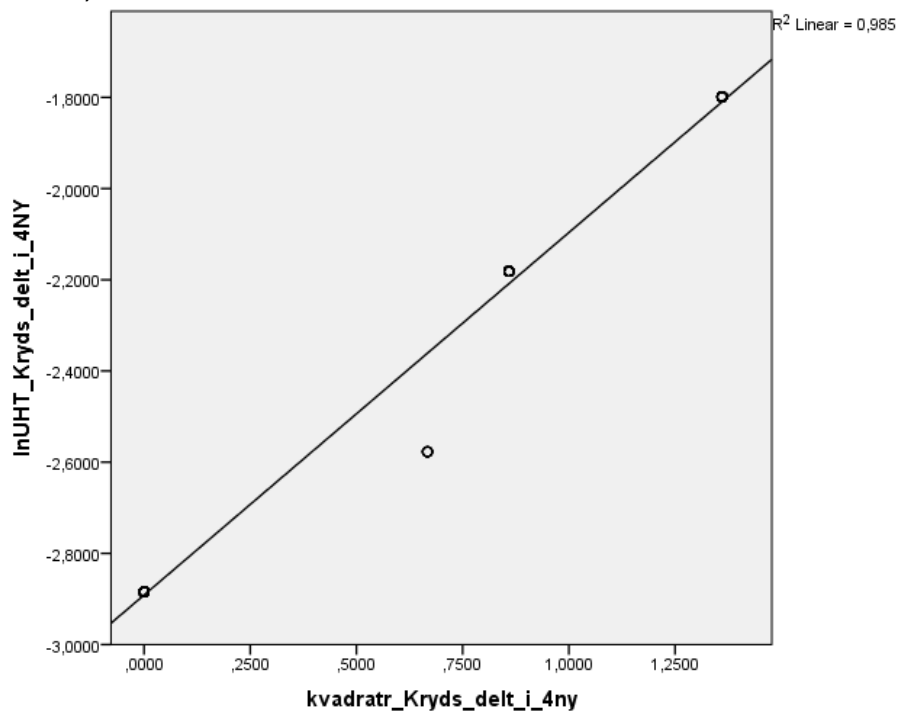
Figur B.16: Krydstætheden (KRYDS) inddelt i fire grupper ($0 < KRYDS < 1$, $1 \leq KRYDS < 2$ og $2 \leq KRYDS$) og plottet mod den naturlige logaritme af middelhældstætheden for hver gruppe med tilhørende 95% konfidensinterval.



Figur B.17: Krydstætheden (KRYDS) inddelt i fire grupper ($0 < KRYDS < 0,5$, $0,5 \leq KRYDS < 1$ og $1 \leq KRYDS$) og plottet mod den naturlige logaritme af middelhældstætheden for hver gruppe med tilhørende 95% konfidensinterval.



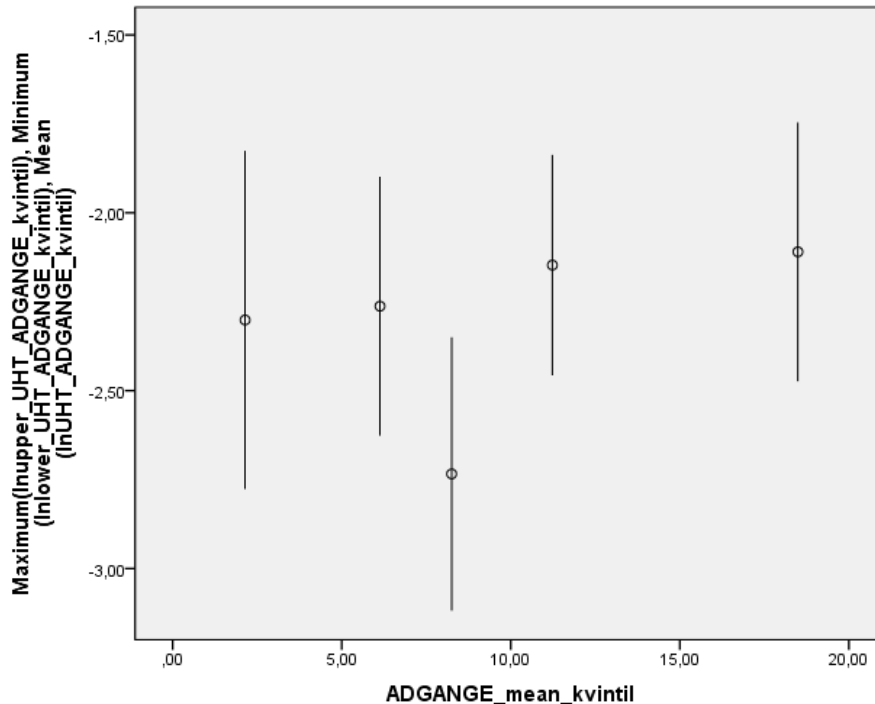
Figur B.18: Kvadratrodnen af krydstætheden inddelt i 4 grupper plottet mod den naturlige logaritme til middelværdien for uheldstætheden i hver gruppe. Der er indlagt en ret linje med $R^2=0,998$.



Figur B.19: Kvadratrodnen af krydstætheden inddelt i 4 alternative grupper plottet mod den naturlige logaritme til middelværdien for uheldstætheden i hver gruppe. Der er indlagt en ret linje med $R^2=0,985$.

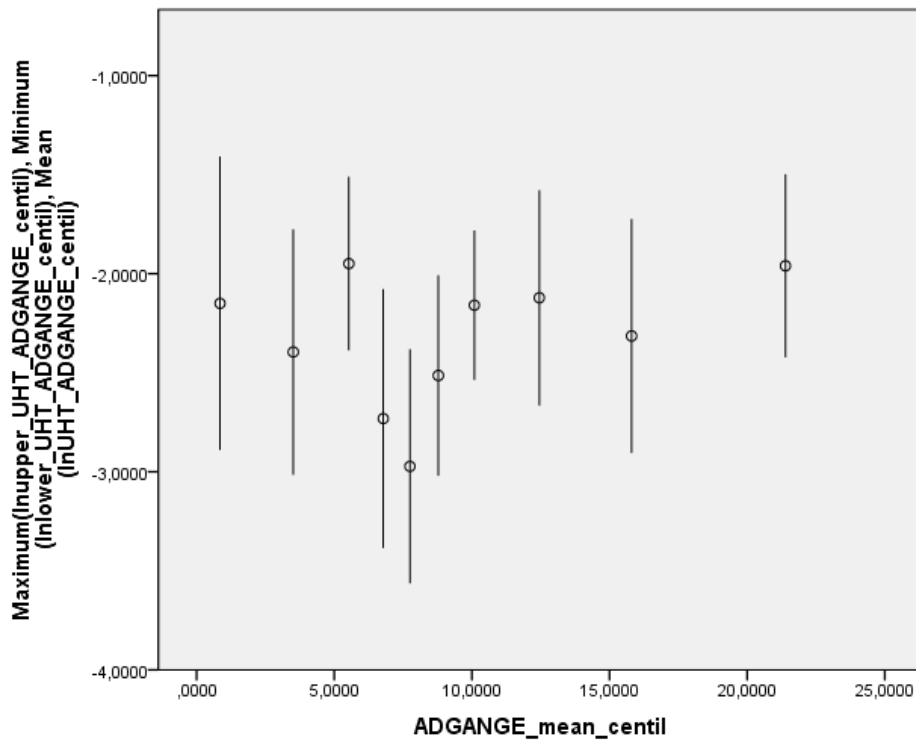
Adgangstæthed (Adgange)

Kun på ni strækninger er der ikke registreret adgange. Det betyder, at der ikke er en stor gruppe strækninger uden adgangsveje og data deles i kvintiler efter adgangstæthed, uden specielt hensyntagen til en gruppe udelukkende bestående af strækninger uden adgange. Hertil bestemmes middel adgangstæthed for hver kvartil og den tilsvarende middel uheldstæthed med 95% konfidensintervaller. Resultatet er plottet i figur B.20.

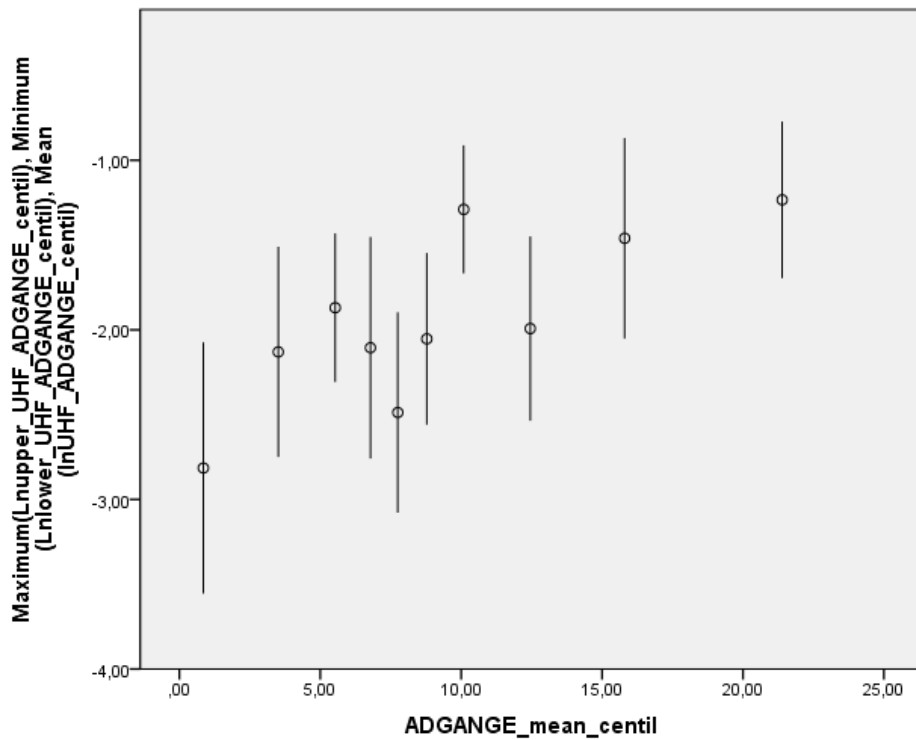


Figur B.20: Adgangstæthed inddelt i kvintiler og plottet mod den naturlige logaritme til middelhøjsstæthed for hver kvartil med tilhørende 95% konfidensinterval.

Plottet i figur B.18 viser umiddelbart ingen sammenhæng, da der kan indlægges en vandret linje gennem alle konfidensintervaller. For at undersøge variabelen nærmere indeles data i centiler på baggrund af adgangstæthed. Igen bestemmes hertil middel adgangstæthed for hver centil og den tilsvarende middel uheldstæthed med 95% konfidensintervaller. Resultatet er plottet i figur B.21. Der ses imidlertid fortsat ingen sammenhæng mellem adgangstæthed og uheldstæthed. I stedet for umiddelbart at udelukke variabelen fra analysen undersøges sammenhænge med uheldsfrekvensen. For data inddelt i centiler efter adgangstæthed bestemmes en middelhøjsfrekvens for hver centil samt tilhørende 95% konfidensinterval, resultatet er plottet i figur B.22. Her ses sammenhæng mellem stigende uheldsfrekvens ved stigende adgangstæthed. Indlægges en interpoleret ret linje fås en R^2 værdi på 0,615. Dette er ikke en voldsom høj R^2 værdi, men der ser ikke ud til at være et mønster, der kan indikere at en transformation af variabelen kunne give en stærkere sammenhæng. Variabelen indgår derfor som kontinuerlig variabel uden transformation.



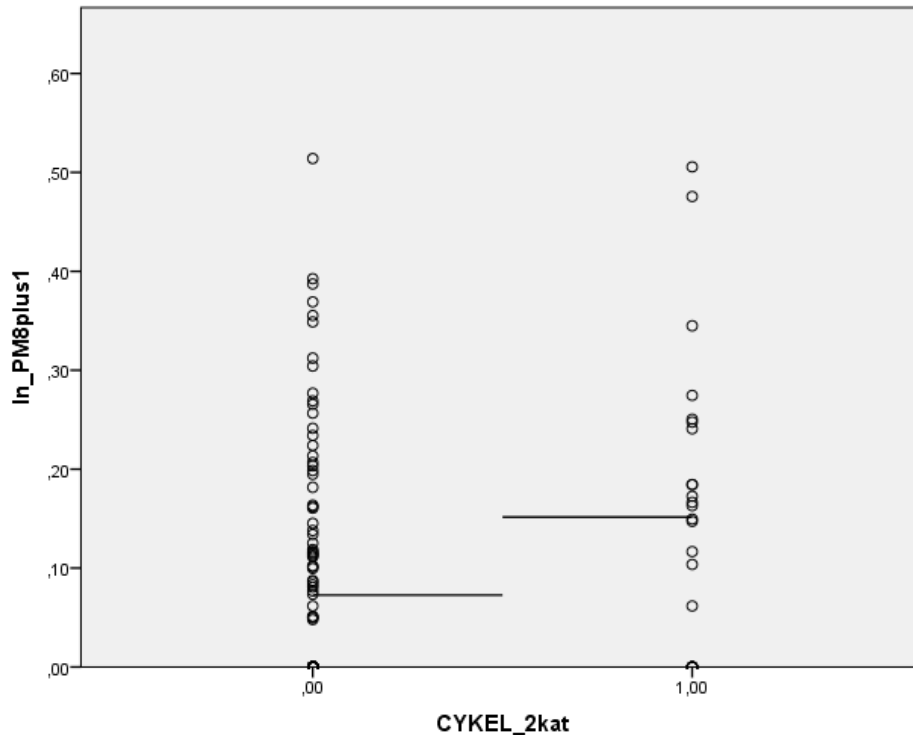
Figur B.21: Adgangstæthed inddelt i centiler og plottet mod den naturlige logaritme til middelhøldstæthed for hver centil med tilhørende 95% konfidensinterval.



Figur B.22: Adgangstæthed inddelt i centiler og plottet mod den naturlige logaritme til middelhøldsfrekvens for hver centil med tilhørende 95% konfidensinterval.

Tilstedeværelse af cykelsti (Cykel)

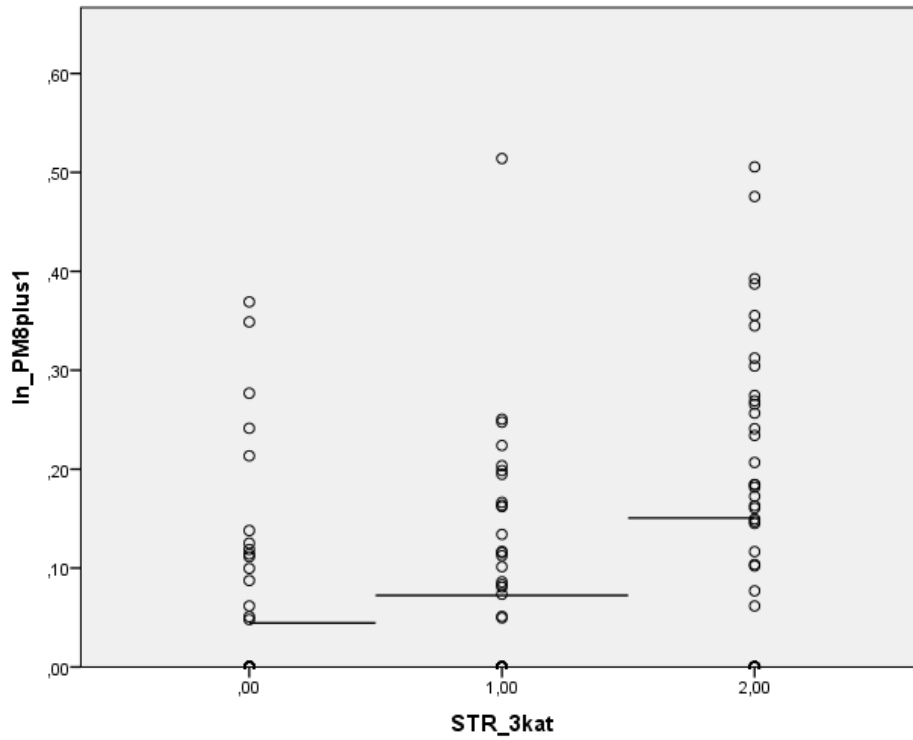
Tilstedeværelsen af cykelsti er i datasættet registreret som en kategorivariabel – uden eller med. På figur B.23 ses variabelen afbilledet med en vandret streg igennem middelværdien for uheldstætheden i kategorien. Der ser ud til at være en sammenhæng mellem tilstedeværelse af cykelsti og uheldstæthed. Variablen indgår derfor i analysen som kategorivariabel med to kategorier – uden og med cykelsti.



Figur B.23: Tilstedeværelse af cykelsti med to kategorier, 0 for uden og 1 for med. Vandret streg indikerer middelværdi af den naturlige logaritme til uheldstætheden.

Tilstedeværelse af længdemarkering (STR)

Omfanget af længdemarkering er i datasættet registreret som en kategorivariabel med tre kategorier – uden længdemarkering, med midterlinje samt med midter- og kantlinje. På figur B.24 ses variabelen afbilledet med en vandret streg igennem middelværdien for uheldstætheden i kategorierne. Der ser ud til at være en sammenhæng mellem uheldstætheden og omfanget af længdemarkering. Variablen indgår derfor i analysen med tre kategorier.



Figur B.24: Omfanget af længdemarkering med tre kategorier, 0 for ingen længdemarkering, 1 for midterlinjer, 2 for midter- og kantlinjer. Vandret streg indikerer middelværdien af den naturlige logaritme til uheldstæthed i kategorien.

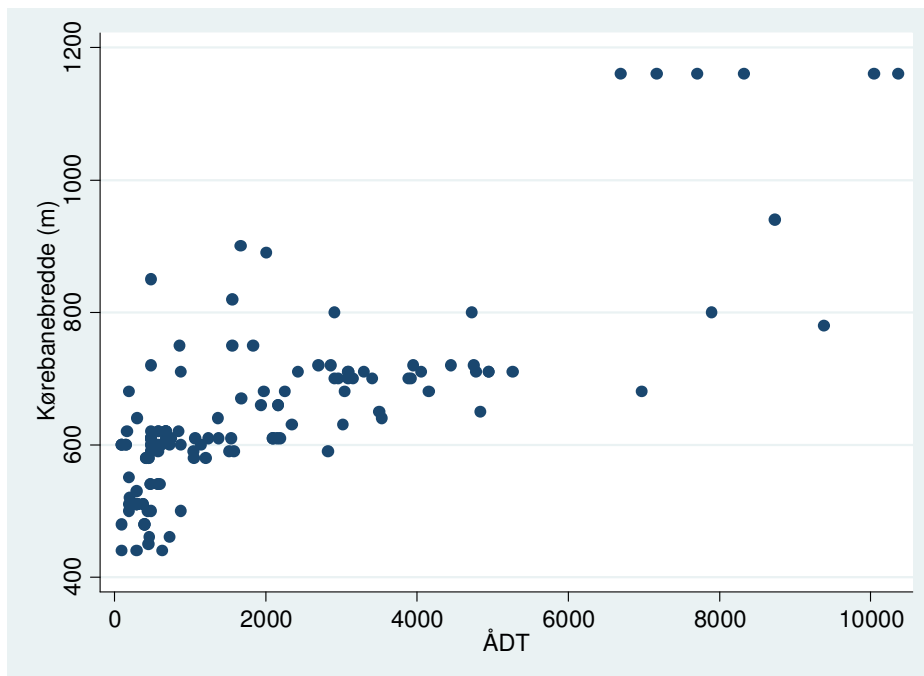
Bilag C: Vurdering af korrelation mellem variabler

Tabel C.1: Oversigt over korrelation mellem variable i analysen af data fra vejnet i Aalborg Kommune. Graden af korrelation mellem kontinuerte variabler er vurderet som Nej ($R^2 < 0,2$), Moderat ($0,2 < R^2 < 0,5$) og stærk ($R^2 > 0,5$). Korrelation med en kategorivariabel (Cykelsti og længdemarkering) er vurderet visuelt til ja/nej ud fra plot.

	Kørebane-bredde	Blød rabat	Kantbane	Krydstæthed	Adgangs-tæthed	Cykelsti	Længde-markering
ÅDT	Stærk	Moderat	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja
Kørebane-bredde		Moderat	Moderat	Nej	Nej	Ja	Ja
Blød rabat			Nej	Nej	Nej	Ja	Ja
Kantbane				Nej	Nej	Nej	Ja
Krydstæthed					Nej	Nej	Nej
Adgangs-tæthed						Nej	Nej
Cykelsti							Ja

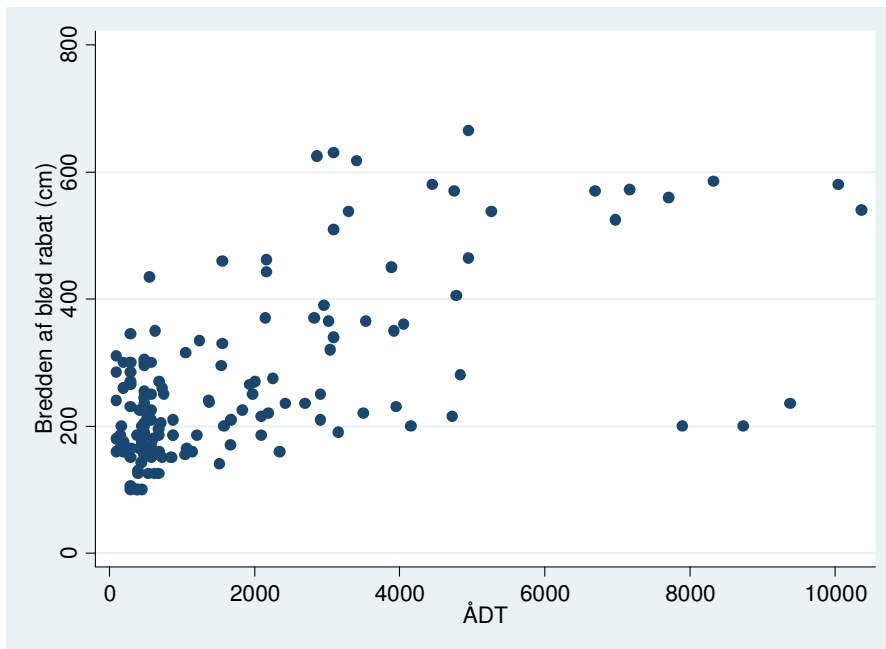
ÅDT plottet mod kørebanebredde

Der ses et mønster hvor kørebanebredden stiger i takt med årstdøgnstrafikken. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,628 og korrelationen vurderes derfor som stærk.



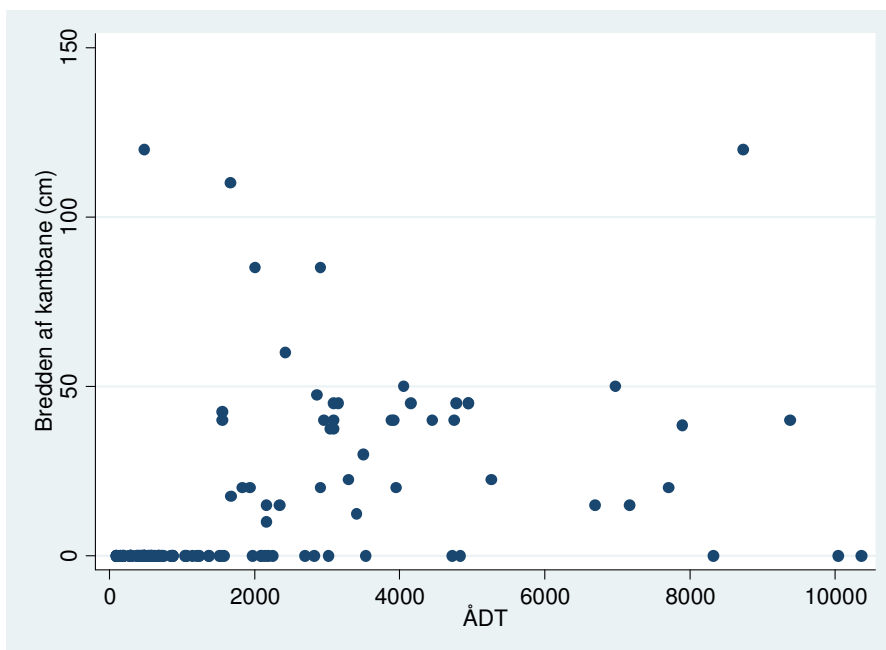
ÅDT plottet mod bredden af blød rabat

Der ses et mønster hvor stiger svagt med mængden af trafik. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,374 og korrelationen vurderes derfor som moderat.



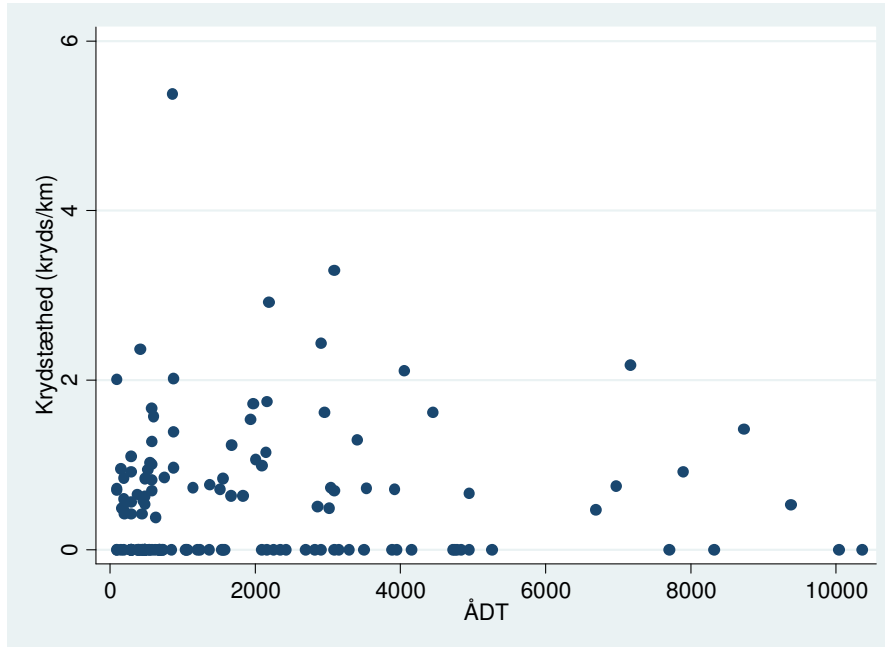
ÅDT plottet mod kantbanebredden

Der er ikke noget mønster i plottet. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,192 og der vurderes derfor ikke at være en korrelation.



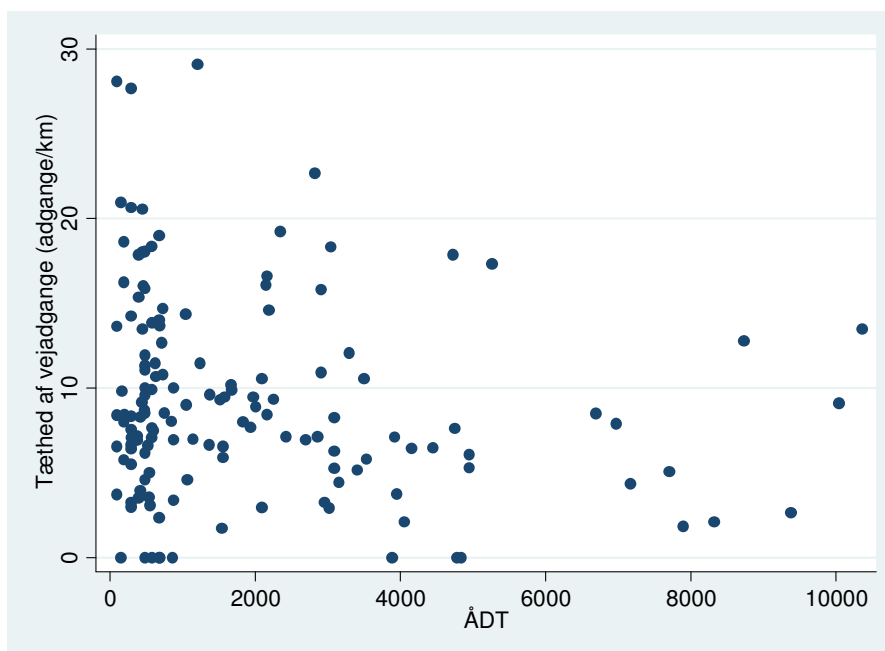
ÅDT plottet mod krydstætheden

Der er ikke et klart mønster i plottet. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,003 og der vurderes derfor ikke at være en korrelation.



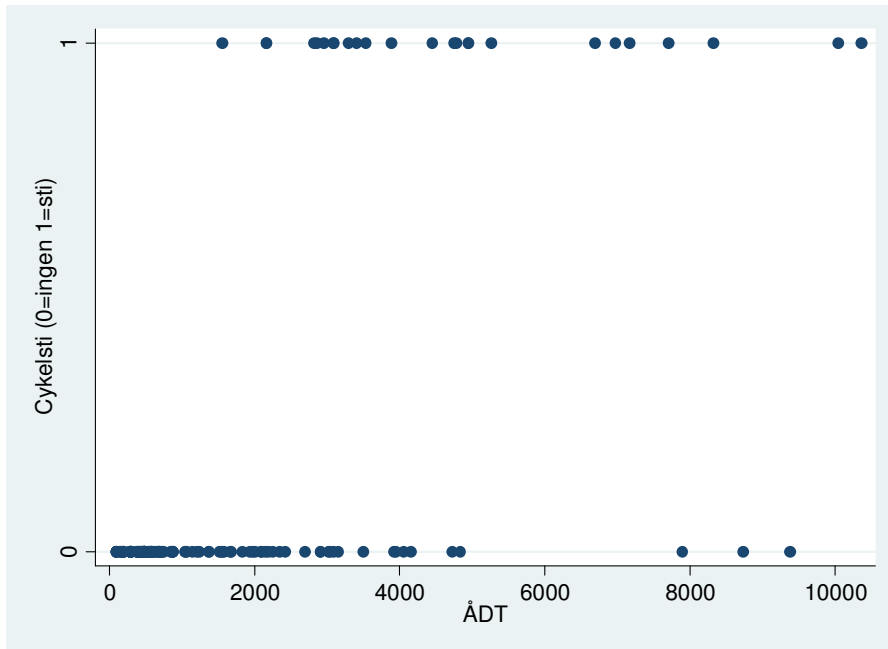
ÅDT plottet mod tætheden af vejadgange

Visuelt kunne plottet se ud til at vise en mindre tendens til, at tætheden af vejadgange mindskes, jo mere trafik der er på strækningen. Foretages lineær regression fås imidlertid en R^2 værdi på 0,029 og der vurderes derfor ikke at være en korrelation.



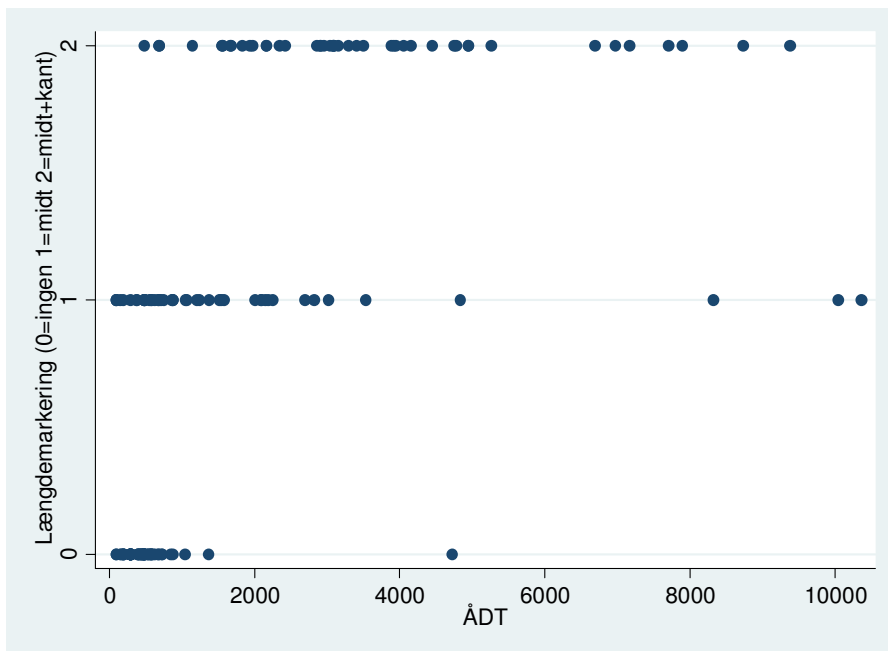
ÅDT plottet mod tilstedeværelsen af cykelsti

Af plottet kan ses, at på strækninger med meget lidt trafik er der ikke cykelsti. Det vurderer derfor ud fra plottet at der er en korrelation mellem de to variable.



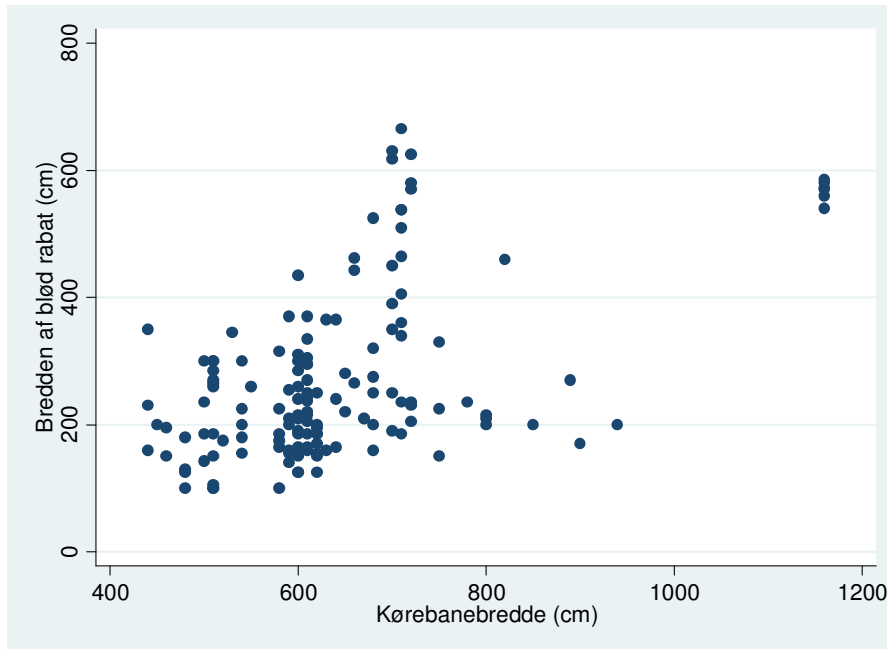
ÅDT plottet mod typen af længdemarkering

Der ses af plottet et mønster, hvor mængden af længdemarkering stiger med trafikken, og der vurderer derfor at være en korrelation mellem ÅDT og omfanget af længdemarkering.



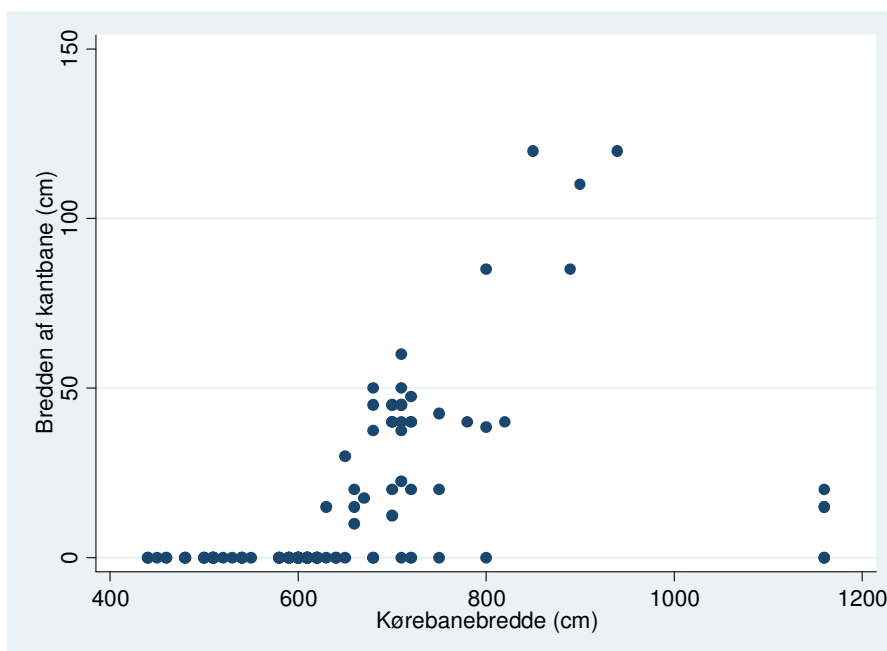
Kørebanebredde plottet mod bredden af den bløde rabat

På plottet ses, at der er en tendens til stigende rabatbredde med stigende kørebanebredde. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,296 og korrelationen vurderes derfor som moderat.



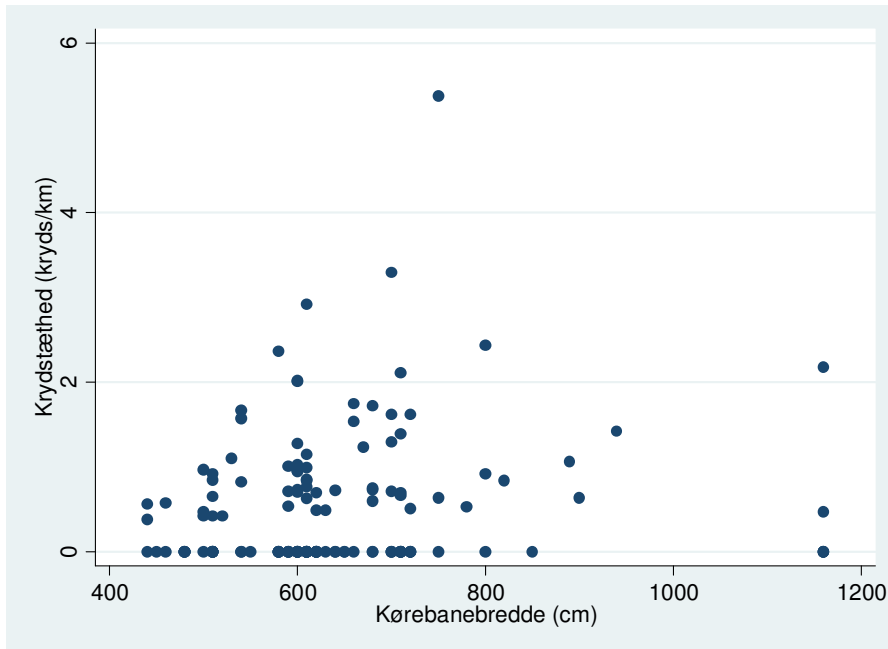
Kørebanebredde plottet mod kantbanebredde

Med udtagelse af nogle få strækninger med meget brede kantbaner ser det ud til at jo bredere kørebane desto bredere kantbane er der på strækningen. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,218 og korrelationen vurderes derfor som moderat.



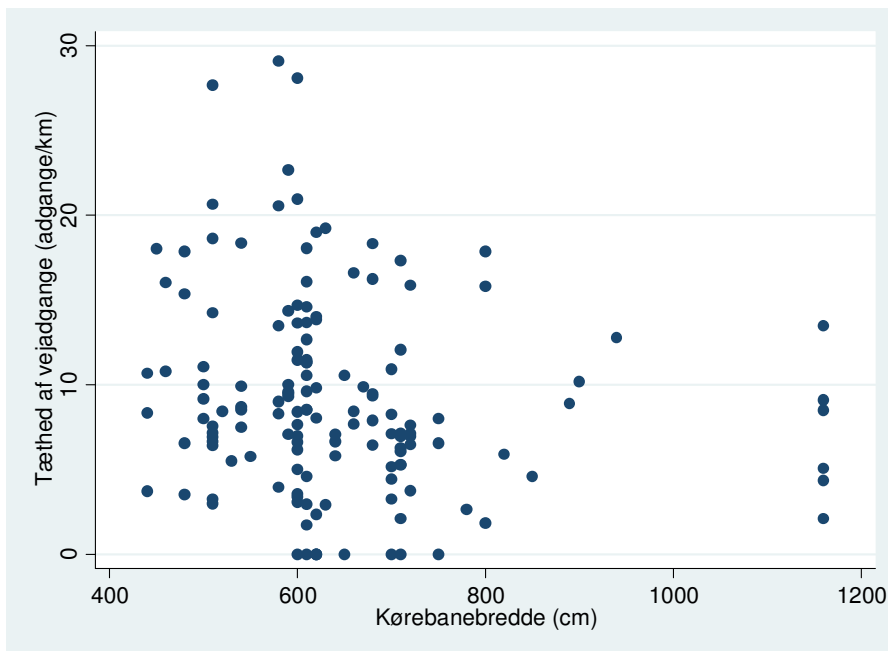
Kørebanebredde plottet mod krydstætheden

Plottet viser ikke noget entydigt billede. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,016 og der vurderes derfor ikke at være korrelation.



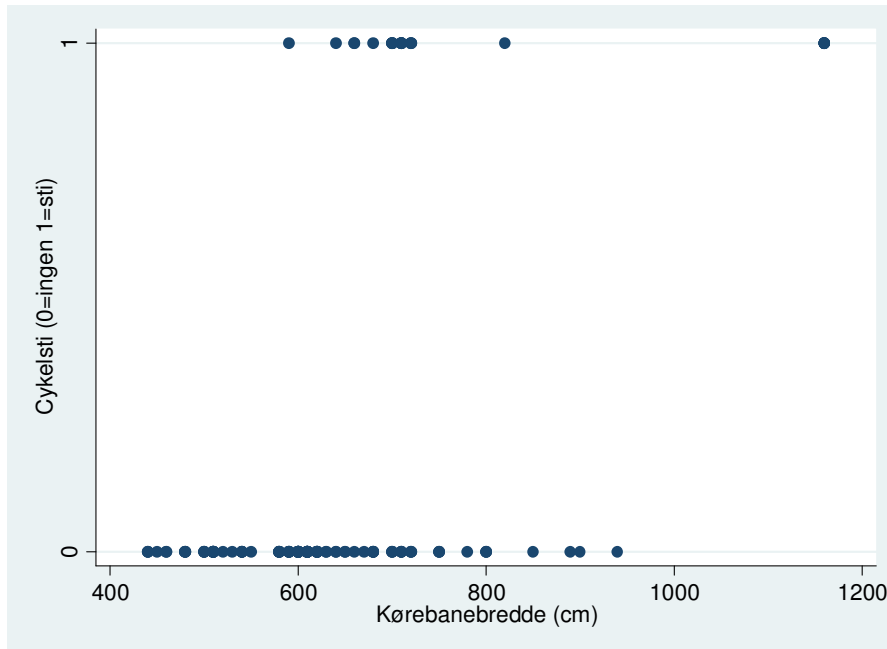
Kørebanebredde plottet mod tæthed af vejadgange

Der ses ikke et specielt mønster af plottet. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,028 og der vurderes derfor ikke at være korrelation.



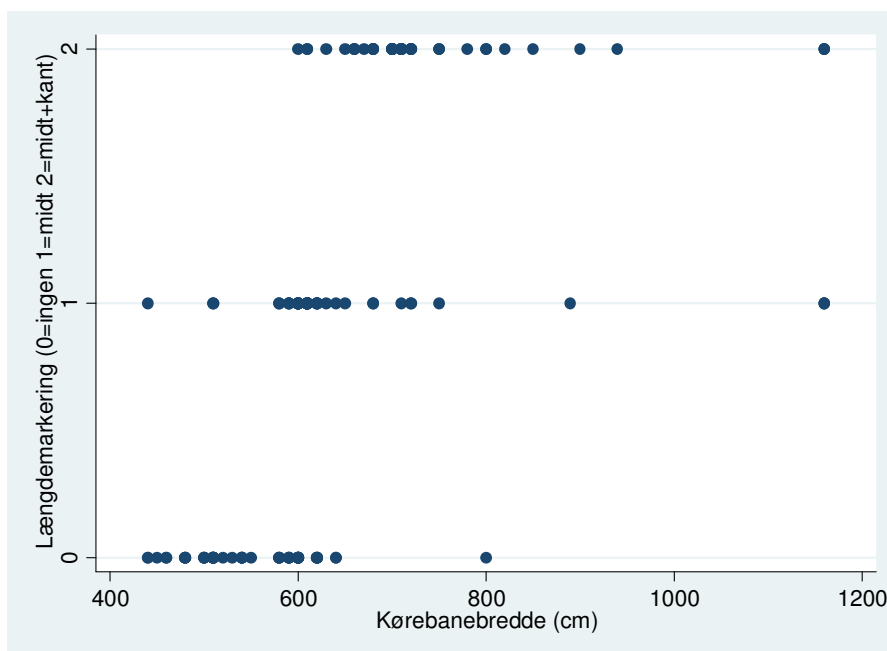
Kørebanebredden plottet mod tilstedeværelse af cykelsti

Af plottet ses, at der ikke er cykelstier på nogle af de helt smalle veje, og dermed er der et mønster at se. Der vurderes at være korrelation mellem kørebanebredde og tilstedeværelsen af cykelsti.



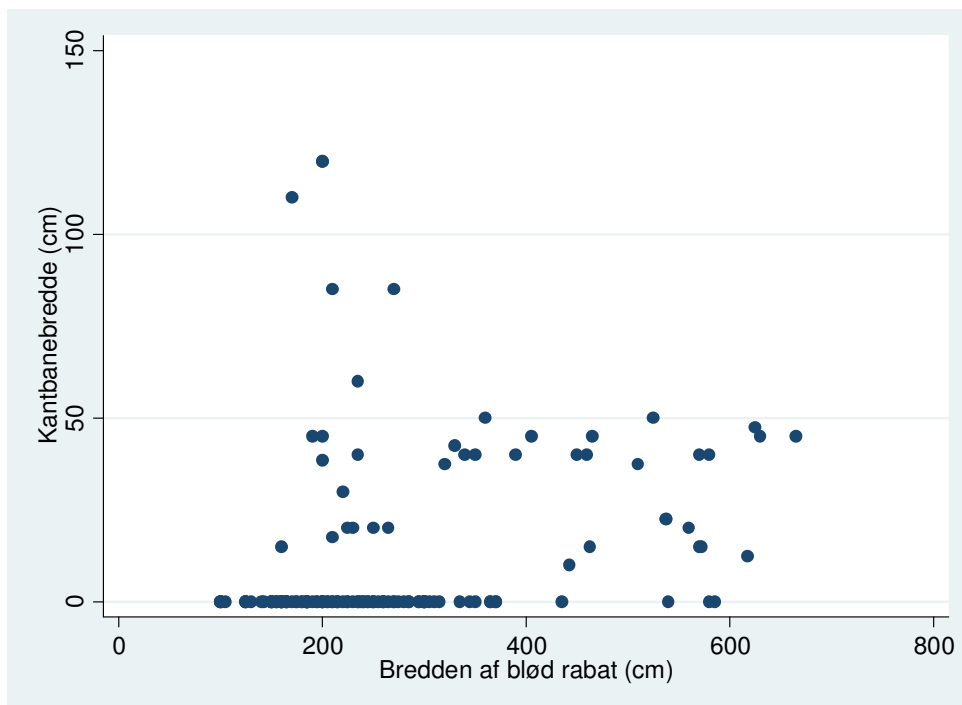
Kørebanebredde plottet mod mængden af længdemarkering

Der er en tendens til mere længdemarkering i takt med at kørebanebredden stiger. Dette er forventeligt, da muligheden for mængden af afstriking bl.a. afhænger af hvor bred vejen er. Der vurderes at være korrelation.



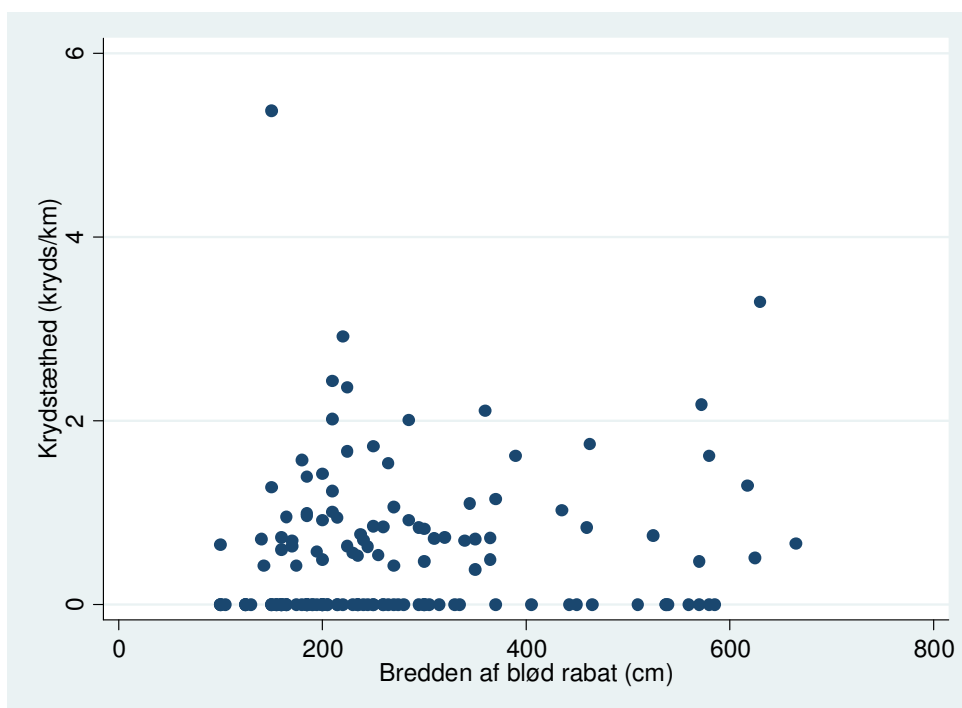
Bredden af blød rabat plottet mod kantbanebredden

Der er ikke noget klart mønster i plottet. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,077 og derfor vurderes der ikke at være korrelation mellem variablerne.



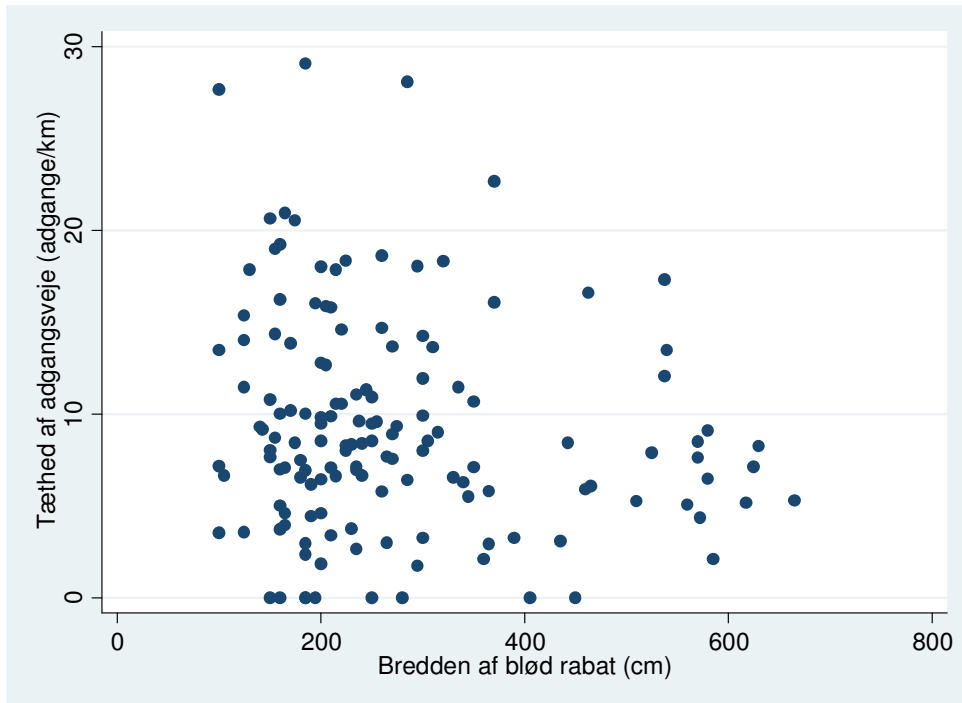
Bredden af blød rabat plottet mod krydstætheden

Der er ikke noget klart mønster i plottet. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,017 og det vurderes derfor, at der ikke at være korrelation mellem variablerne.



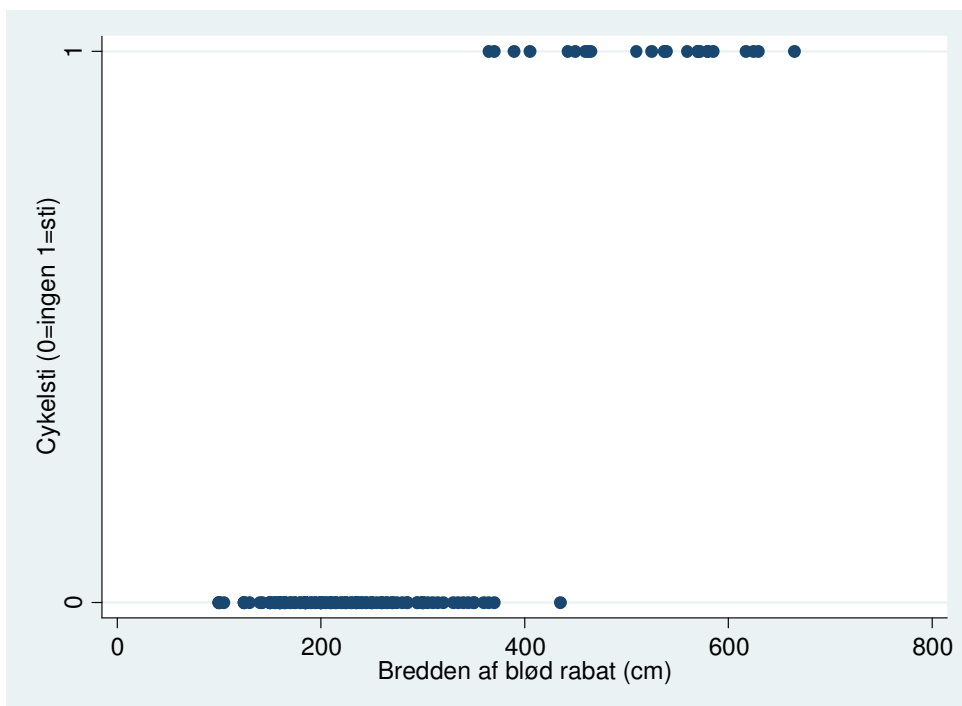
Bredden af blød rabat plottet mod tætheden af vejadgange

Der er ikke noget klart mønster i plottet. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,023 og det vurderes derfor, at der ikke at være korrelation mellem variablerne.



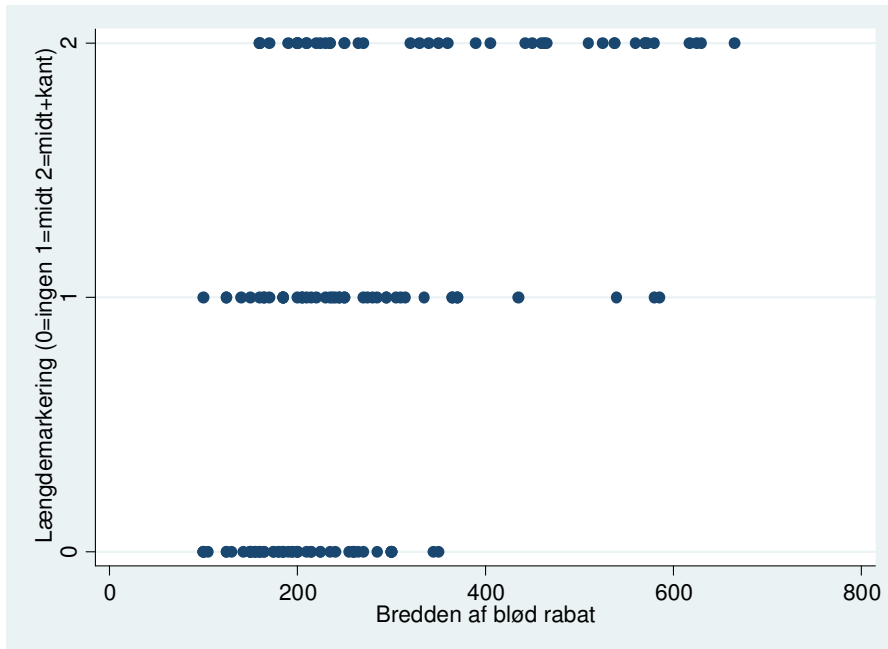
Bredden af blød rabat plottet mod tilstedeværelsen af cykelsti

Der er korrelation imellem variablerne. Dette er forventeligt, da bredden af cykelstien i denne analyse som tidligere beskrevet indgår i bredden af blød rabat.



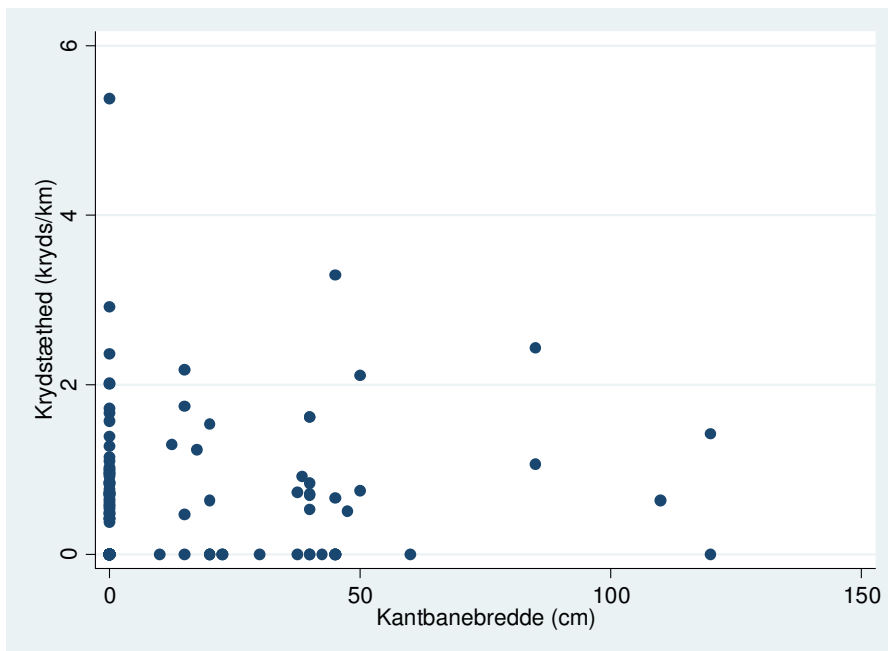
Bredden af blød rabat plottet mod omfanget af længdemarkering

Der er en tendens til mere længdemarkering jo bredere den bløde rabat er, og der vurderes derfor at være korrelation mellem variablerne.



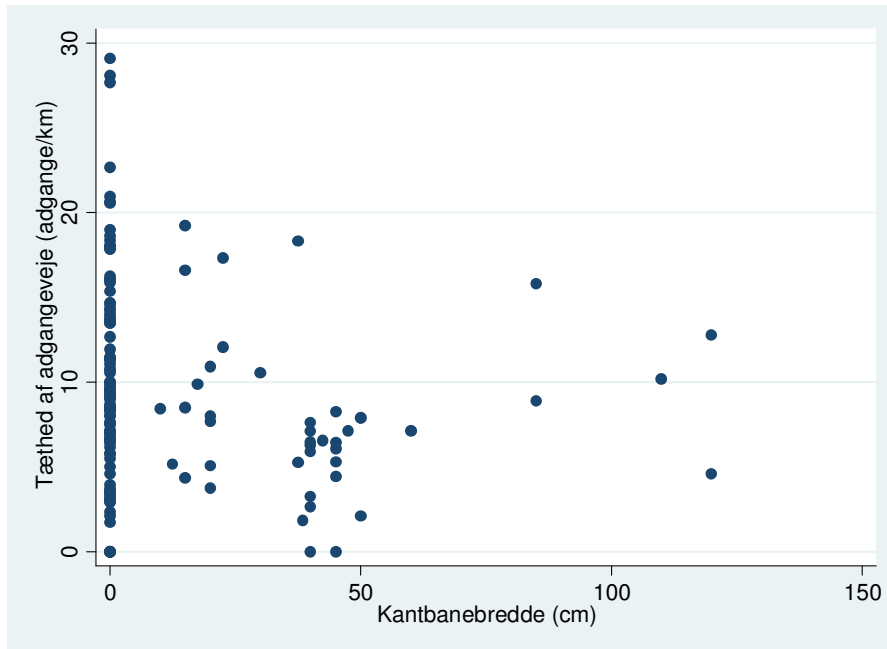
Kantbanebredden plottet mod krydstætheden

Der ses ikke et klart mønster af plottet. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,024 og det vurderes derfor, at der ikke at være korrelation mellem variablerne.



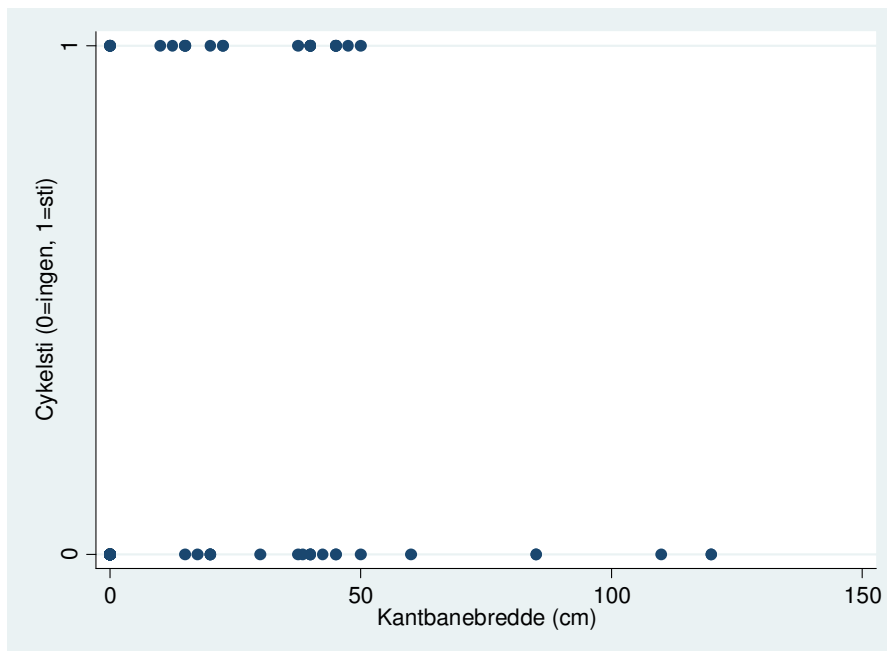
Kantbanebredden plottet mod tætheden af vejadgange

Der er ikke noget klart mønster i plottet. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,018 og det vurderes derfor, at der ikke at være korrelation mellem variablerne.



Kantbanebredden plottet mod tilstedeværelsen af cykelsti

Der ses ingen tendens i plottet, ud over at der ingen cykelsti er på de strækninger med meget brede kantbaner. Der vurderes ikke at være korrelation mellem variablerne.

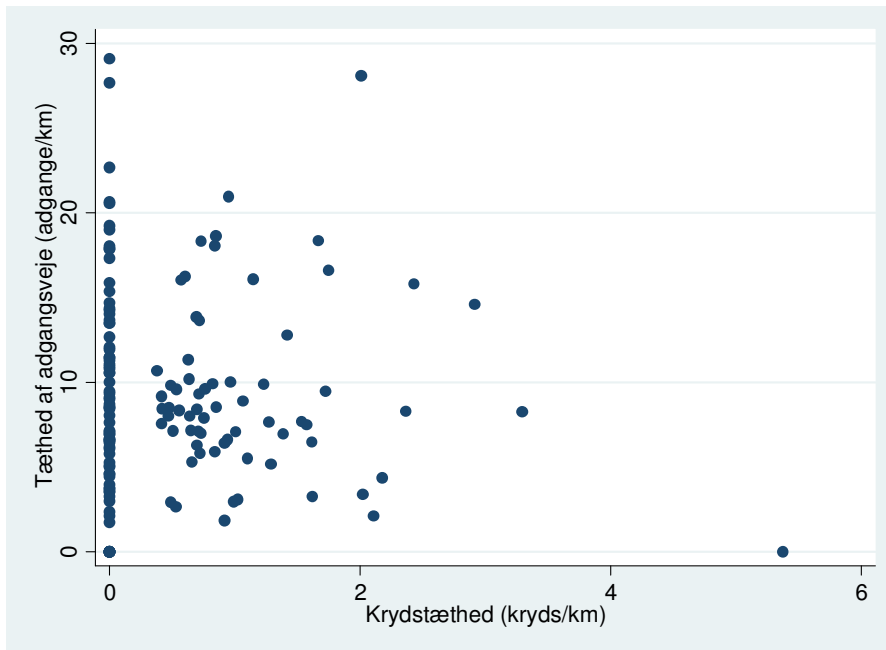


Kantbanebredden og omfanget af længdemarkering

Vil altid være både midt og kantlinjer når der er kantbane, altså vil der være korrelation blandt disse to variable.

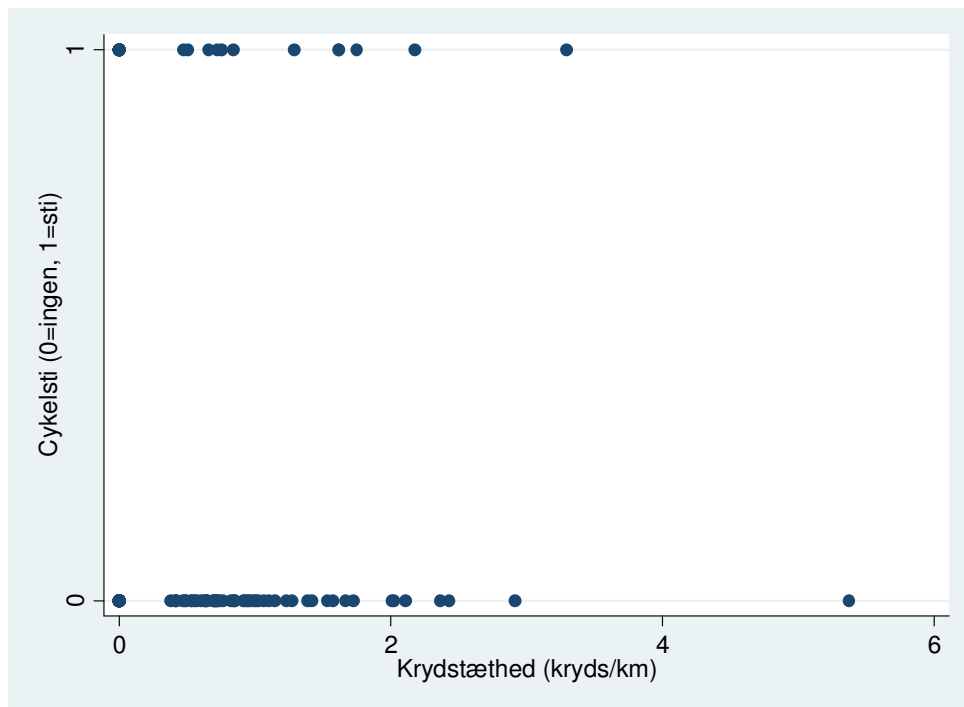
Krydstæthed plottet mod tætheden af vejadgange

Der ses intet tydeligt mønster i plottet. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,071 og det vurderes derfor, at der ikke at være korrelation mellem variablerne.



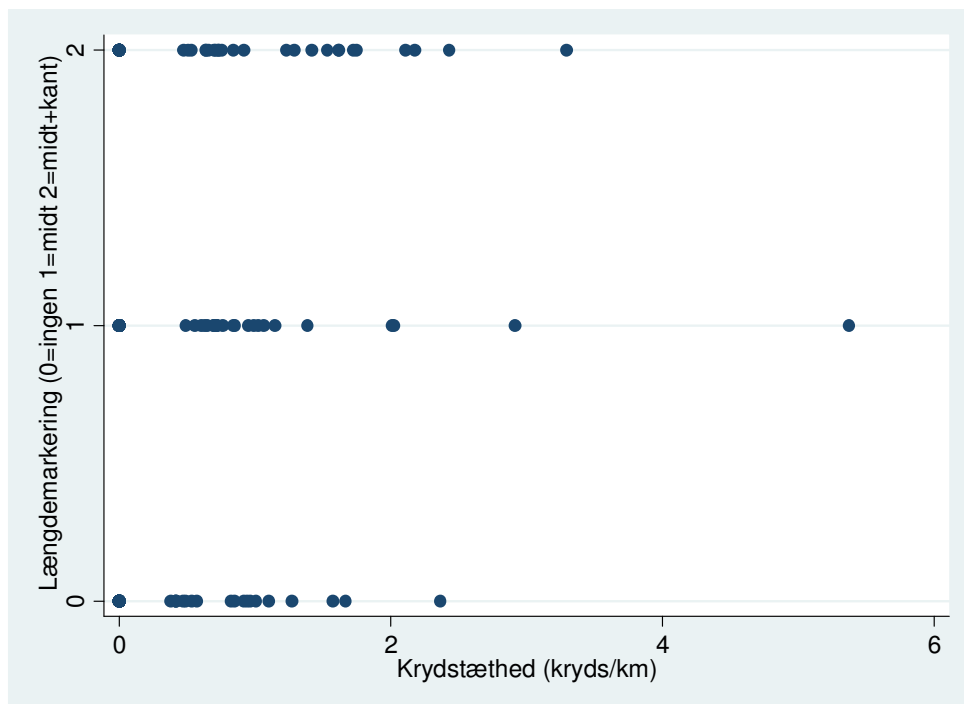
Krydstæthed plottet mod tilstedeværelsen af cykelsti

Der ses intet mønster i plottet. Der vurderes ikke at være korrelation mellem de to variabler.



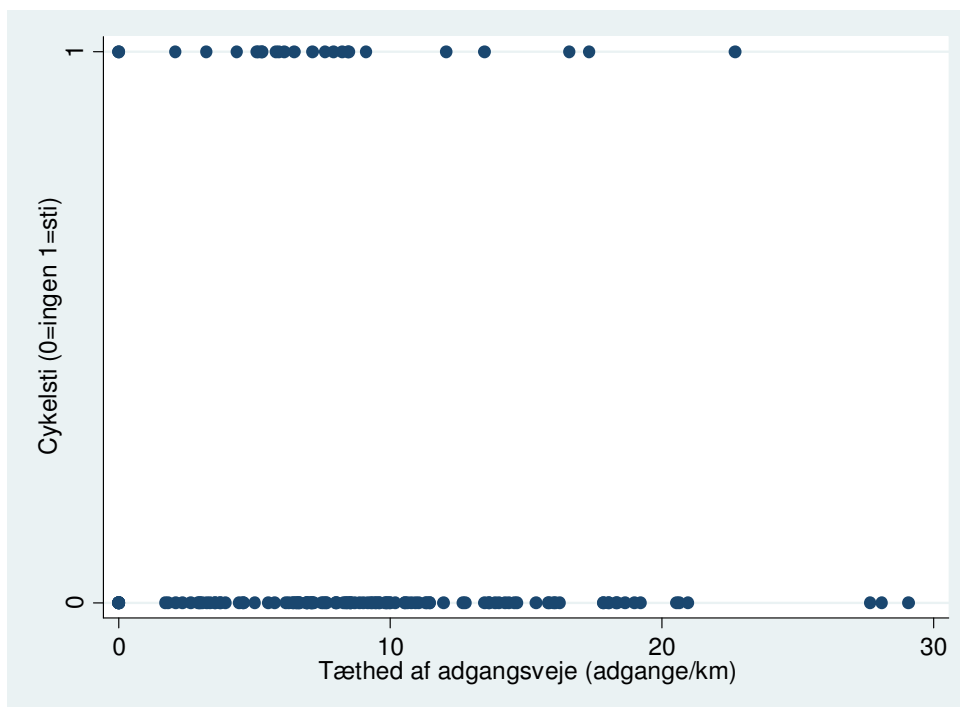
Krydstæthed plottet mod omfanget af længdemarkering

Der ses ingen klar tendens i plottet. Der vurderes ikke at være korrelation mellem de to variabler.



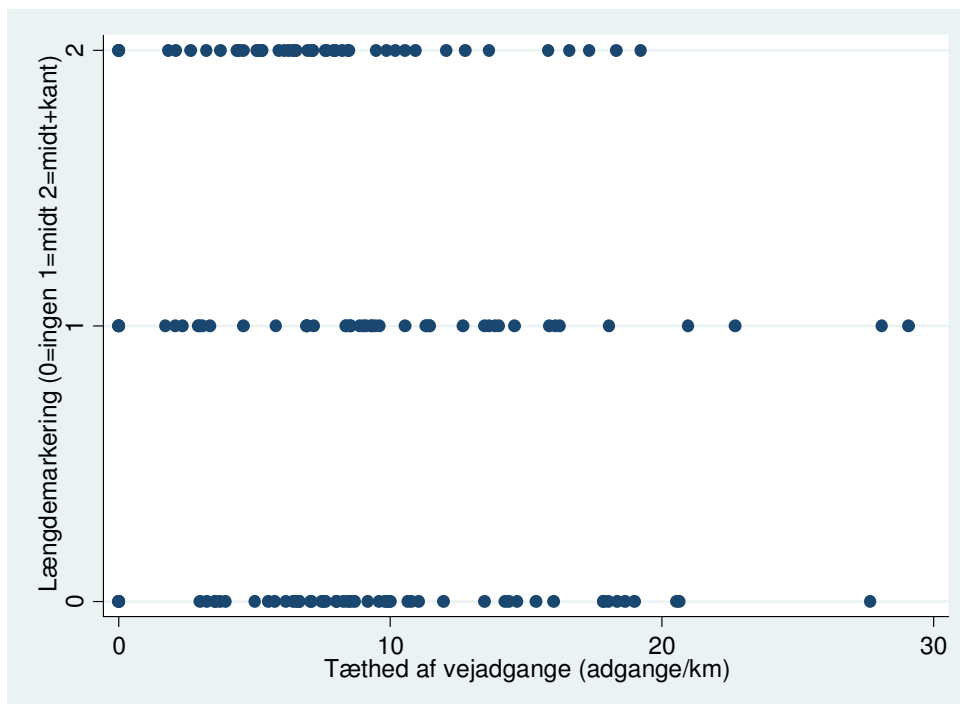
Tæthed af vejadgange plottet mod tilstedeværelsen af cykelsti

Der ses ingen klar tendens i plottet. Der vurderes ikke at være korrelation mellem de to variabler.



Tæthed af vejadgange plottet mod omfanget af længdemarkering

Der ses intet mønster i plottet, og der vurderes derfor ikke at være en korrelation imellem variablerne.



Tilstedeværelsen af cykelsti og omfanget af længdemarkering

De to kategorivariabler er sammenlignet i nedenstående skema i stedet for i et plot. Der ses en sammenhæng, hvor cykelsti i højere grad eksisterende langs veje med midt- og kantlinje end på veje med kun midterstribe eller veje med slet ingen længdemarkering. De to variable er dermed korrelerede.

	Ingen striber	Midterstribe	Midt + kantlinje
Cykelsti	0	5	20
Ingen cykelsti	54	41	25

Bilag D: Resultater fra regressionsanalyse, analysevejnet

En samlet oversigt over resultaterne findes i kapitel 9. I nærværende bilag findes alle resultaterne fra regressionsanalysen af data fra analysevejnettet. Resultaterne præsenteres for model 1 – 9. Regressionsanalyserne er foretaget i STATA version 12.

Model 1

Afhængig variabel	Antal uheld
Offset variabel	længde
Uafhængige variabler	ÅDT
Regressions model	Poisson
Boundary likelihood ratio test af $\alpha = 0$	p=0,063

```
Poisson regression                                Number of obs   =       145
                                                    LR chi2(1)      =       59.18
                                                    Prob > chi2     =       0.0000
Log likelihood = -158.79027                       Pseudo R2      =       0.1571
```

APM8	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnAADT	.5885696	.0794745	7.41	0.000	.4328025	.7443367
_cons	-11.42923	.6126281	-18.66	0.000	-12.62996	-10.22851
ln (LAENGDE)	1	(exposure)				

Information Criterion

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	145	-188.3783	-158.7903	2	321.5805	327.534

Goodness-of-fit værdier

R_p^2	0,382
---------	-------

Model 2

Afhængig variabel	Antal uheld
Offset variabel	længde
Uafhængige variable	ÅDT, Kryds
Regressions model	Poisson
Boundry likelihood ratio test af $\alpha = 0$	$p=0,185$

```
Poisson regression                               Number of obs   =       145
                                                LR chi2(2)      =       73.07
                                                Prob > chi2     =       0.0000
Log likelihood = -151.8451                    Pseudo R2      =       0.1939
```

APM8	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnAADT	.5490768	.080628	6.81	0.000	.3910488	.7071047
Kryds_kvadratrod	.6775652	.1851472	3.66	0.000	.3146833	1.040447
_cons	-11.61902	.6192119	-18.76	0.000	-12.83265	-10.40538
ln(LAENGDE)	1	(exposure)				

Information Criterion

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	145	-188.3783	-151.8451	3	309.6902	318.6204

Goodness-of-fit værdier

R_p^2	0,551
---------	-------

Model 3

Afhængig variabel	Antal uheld
Offset variabel	længde
Uafhængige variable	ÅDT, Kryds, Adgang
Regressions model	Poisson
Boundry likelihood ratio test af $\alpha = 0$	0,500

```

Poisson regression                               Number of obs   =       145
                                                LR chi2(3)      =       82.25
                                                Prob > chi2     =       0.0000
Log likelihood = -147.25425                    Pseudo R2       =       0.2183

```

APM8	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnAADT	.6018816	.0832596	7.23	0.000	.4386957	.7650675
Kryds_kvadratrod	.676112	.1838177	3.68	0.000	.3158359	1.036388
ADGANGE	.051776	.0164568	3.15	0.002	.0195213	.0840307
_cons	-12.50921	.6925791	-18.06	0.000	-13.86664	-11.15178
ln(LAENGDE)	1	(exposure)				

Information Criterion

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	145	-188.3783	-147.2542	4	302.5085	314.4154

Goodness-of-fit værdier

R_p^2	0,550
---------	-------

Model 4

Afhængig variabel	Antal uheld
Offset variabel	længde
Uafhængige variabler	ÅDT, Kryds, Adgang, KB
Regressions model	Poisson
Boundry likelihood ratio test af $\alpha = 0$	1,000

```

Poisson regression                               Number of obs   =       145
                                                LR chi2(4)      =       85.40
                                                Prob > chi2     =       0.0000
Log likelihood = -145.67695                    Pseudo R2      =       0.2267

```

APM8	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnAADT	.4527478	.1172428	3.86	0.000	.2229562	.6825394
Kryds_kvadratrod	.6469602	.1839195	3.52	0.000	.2864846	1.007436
ADGANGE	.0519814	.0166111	3.13	0.002	.0194241	.0845386
KB_2_kat	.4493534	.254579	1.77	0.078	-.0496122	.948319
_cons	-11.62497	.8447142	-13.76	0.000	-13.28058	-9.969362
ln(LAENGDE)	1	(exposure)				

Information Criterion

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	145	-188.3783	-145.6769	5	301.3539	316.2376

Goodness-of-fit værdier

R_p^2	0,602
---------	--------------

Model 5

Afhængig variabel	Antal uheld
Offset variabel	længde
Uafhængige variable	ÅDT, Kryds, Adgang, KB, Strib
Regressions model	Poisson
Boundry likelihood ratio test af $\alpha = 0$	0,500

```

Poisson regression                               Number of obs   =       145
                                                LR chi2(6)      =       86.41
                                                Prob > chi2     =       0.0000
Log likelihood = -145.1736                    Pseudo R2      =       0.2294

```

APM8	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnAADT	.5022029	.1280361	3.92	0.000	.2512568	.7531491
Kryds_kvadratrod	.68862	.1923131	3.58	0.000	.3116933	1.065547
ADGANGE	.0534441	.0167275	3.19	0.001	.0206587	.0862294
KB_2_kat	.6143227	.378606	1.62	0.105	-.1277314	1.356377
STR_3kat						
1	-.2680153	.2965464	-0.90	0.366	-.8492355	.3132049
2	-.4154686	.4538081	-0.92	0.360	-1.304916	.473979
_cons	-11.84496	.877794	-13.49	0.000	-13.56541	-10.12452
ln(LAENGDE)	1	(exposure)				

Information Criterion

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	145	-188.3783	-145.1736	7	304.3472	325.1843

Goodness-of-fit værdier

R_p^2	0,636
---------	--------------

Model 6

Afhængig variabel	Antal uheld
Offset variabel	længde
Uafhængige variable	ÅDT, Kryds, Adgang, KB, Cykel
Regressions model	Poisson
Boundry likelihood ratio test af $\alpha = 0$	0,500

```

Poisson regression                               Number of obs   =       145
                                                LR chi2(5)      =       85.75
                                                Prob > chi2     =       0.0000
Log likelihood = -145.5012                    Pseudo R2      =       0.2276

```

APM8	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnAADT	.4704346	.1211399	3.88	0.000	.2330049	.7078644
Kryds_kvadratrod	.641536	.1846844	3.47	0.001	.2795612	1.003511
ADGANGE	.0505621	.0167961	3.01	0.003	.0176423	.0834818
KB_2_kat	.4634495	.2552838	1.82	0.069	-.0368975	.9637964
CYKEL_2kat	-.1280595	.2170388	-0.59	0.555	-.5534476	.2973287
_cons	-11.71647	.8587447	-13.64	0.000	-13.39958	-10.03336
ln(LAENGDE)	1	(exposure)				

Information Criterion

Model	Obs	ll(null)	ll(model)	df	AIC	BIC
.	145	-188.3783	-145.5012	6	303.0024	320.8628

Goodness-of-fit værdier

R_p^2	0,607
---------	--------------

Model 7

Afhængig variabel	Antal uheld
Offset variabel	længde
Uafhængige variable	ÅDT, Kryds, Adgang, KB, Kant
Regressions model	Poisson
Boundry likelihood ratio test af $\alpha = 0$	0,500

```

Poisson regression                               Number of obs   =       145
                                                LR chi2(5)      =       85.41
                                                Prob > chi2     =       0.0000
Log likelihood = -145.67096                    Pseudo R2      =       0.2267

```

APM8	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnAADT	.4502322	.1196894	3.76	0.000	.2156453	.684819
Kryds_kvadratrod	.6427343	.1881497	3.42	0.001	.2739677	1.011501
ADGANGE	.0518974	.0166256	3.12	0.002	.0193118	.084483
KB_2_kat	.4191643	.3773001	1.11	0.267	-.3203303	1.158659
RBFB_2_kat_meduden	.0389151	.3571306	0.11	0.913	-.661048	.7388782
_cons	-11.60459	.8658355	-13.40	0.000	-13.3016	-9.907585
ln(LAENGDE)	1	(exposure)				

Information Criterion

Model	Obs	ll(null)	ll(model)	df	AIC	BIC
.	145	-188.3783	-145.671	6	303.3419	321.2023

Goodness-of-fit værdier

R_p^2	0,596
---------	-------

Model 8

Afhængig variabel	Antal uheld
Offset variabel	længde
Uafhængige variable	ÅDT, Kryds, Adgang, KB, Blød
Regressions model	Poisson
Boundry likelihood ratio test af $\alpha = 0$	1,000

```

Poisson regression                Number of obs   =       145
                                LR chi2(5)        =       85.45
                                Prob > chi2         =       0.0000
Log likelihood = -145.651        Pseudo R2       =       0.2268
    
```

	APM8	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
	lnAADT	.459258	.1205715	3.81	0.000	.2229422	.6955737
	Kryds_kvadratrod	.6479947	.1839253	3.52	0.000	.2875077	1.008482
	ADGANGE	.051672	.0166667	3.10	0.002	.0190059	.0843381
	KB_2_kat	.4601073	.2586992	1.78	0.075	-.0469338	.9671483
	RBB_inverskvadratrod	1.678545	7.362114	0.23	0.820	-12.75093	16.10802
	_cons	-11.78053	1.085179	-10.86	0.000	-13.90745	-9.653622
	ln(LAENGDE)	1	(exposure)				

Information Criterion

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	145	-188.3783	-145.651	6	303.302	321.1624

Goodness-of-fit værdier

R_p^2	0,606
---------	-------

Model 9

Afhængig variabel	Antal uheld
Offset variabel	længde
Uafhængige variable	ÅDT, Kryds, Adgang, KB, Strib, Cykel, Kant, blød
Regressions model	Poisson
Boundry likelihood ratio test af $\alpha = 0$	0,500

```

Poisson regression                               Number of obs   =       145
                                                LR chi2(9)      =       87.47
                                                Prob > chi2     =       0.0000
Log likelihood = -144.64421                    Pseudo R2      =       0.2322

```

APM8	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnAADT	.5070372	.1325418	3.83	0.000	.2472601	.7668143
Kryds_kvadratrod	.6781317	.1945236	3.49	0.000	.2968724	1.059391
ADGANGE	.0508319	.016968	3.00	0.003	.0175753	.0840885
KB_2_kat	.5518901	.4010849	1.38	0.169	-.2342219	1.338002
STR_3kat						
1	-.2525736	.2997044	-0.84	0.399	-.8399834	.3348362
2	-.8461856	.7836079	-1.08	0.280	-2.382029	.6896577
CYKEL_2kat	-.2091688	.31067	-0.67	0.501	-.818071	.3997333
RBF_2_kat_meduden	.5300518	.741265	0.72	0.475	-.9228009	1.982905
RBB_inverskvadratrod	-3.216074	10.65288	-0.30	0.763	-24.09533	17.66318
_cons	-11.61039	1.191543	-9.74	0.000	-13.94578	-9.275013
ln(LAENGDE)	1	(exposure)				

Information Criterion

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	145	-188.3783	-144.6442	10	309.2884	339.0558

Goodness-of-fit værdier

R_p^2	0,624
---------	-------

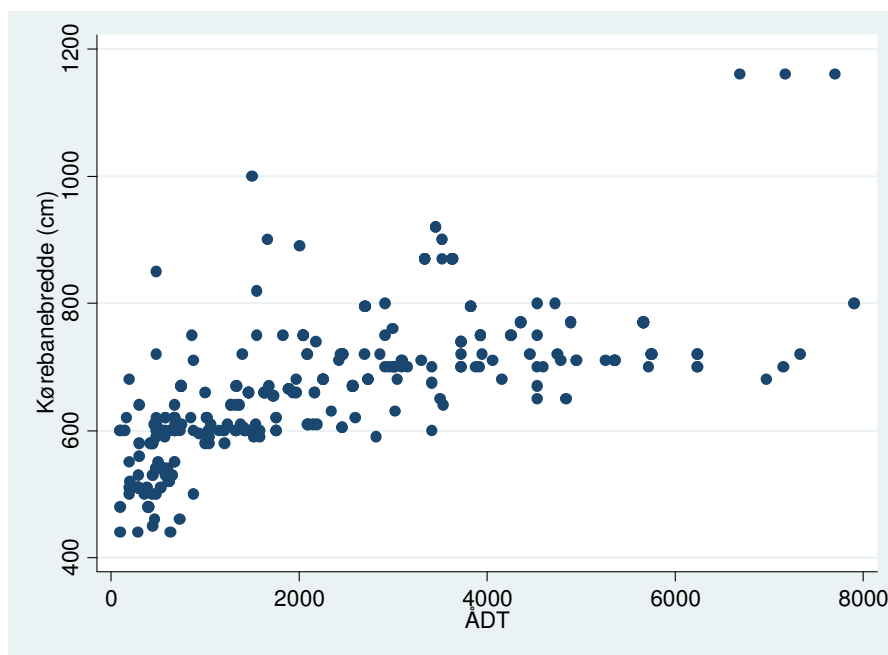
Bilag E: Vurdering af korrelation mellem variabler

Tabel E.1: Oversigt over korrelation mellem variabler i analysen af data fra vejnet i Aalborg Kommune. Graden af korrelation mellem kontinuerte variabler er vurderet som Nej ($R^2 < 0,2$), Moderat ($0,2 < R^2 < 0,5$) og stærk ($R^2 > 0,5$). Korrelation med kategorivariablen længdemarkering er vurderet visuelt til ja/nej ud fra plot.

	Kørebane- bredde	Kryds- tæthed	Adgangs- tæthed	Længde- markering
ÅDT	Moderat	Nej	Nej	Ja
Kørebanebredde		Nej	Nej	Ja
Krydstæthed			Nej	Nej
Adgangstæthed				Nej

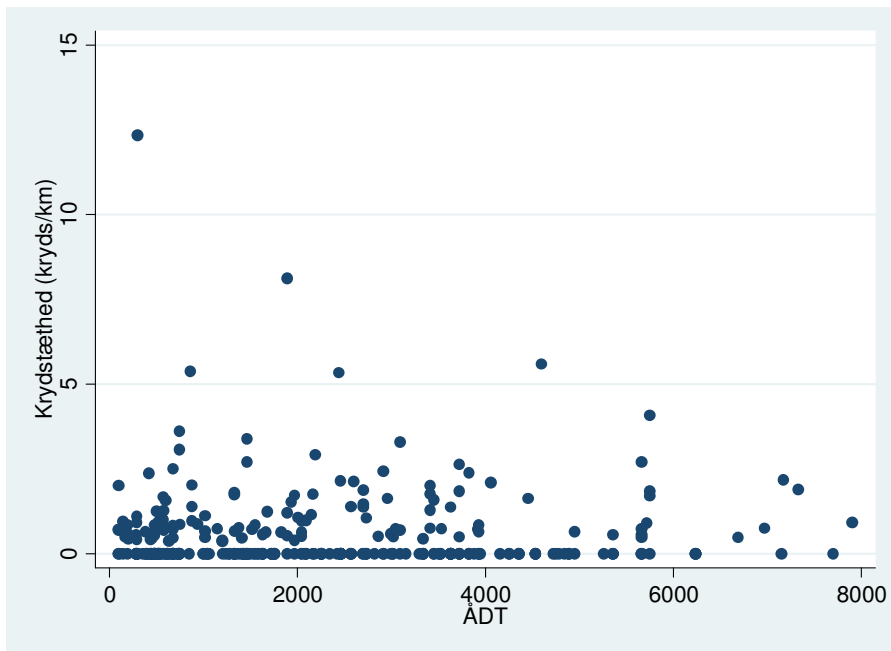
ÅDT plottet mod kørebanebredde

Der ses et mønster hvor kørebanebredden stiger i takt med årsgøgnstrafikken. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,474 og korrelationen vurderes derfor som moderat.



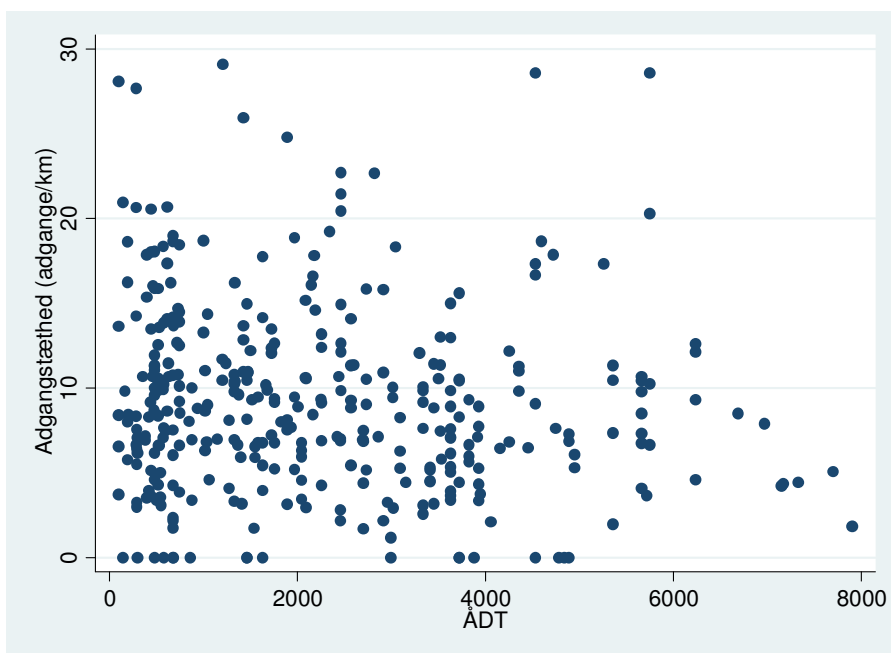
ÅDT plottet mod krydstætheden

Der er ikke et klart mønster i plottet. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,004, og der vurderes derfor ikke at være en korrelation.



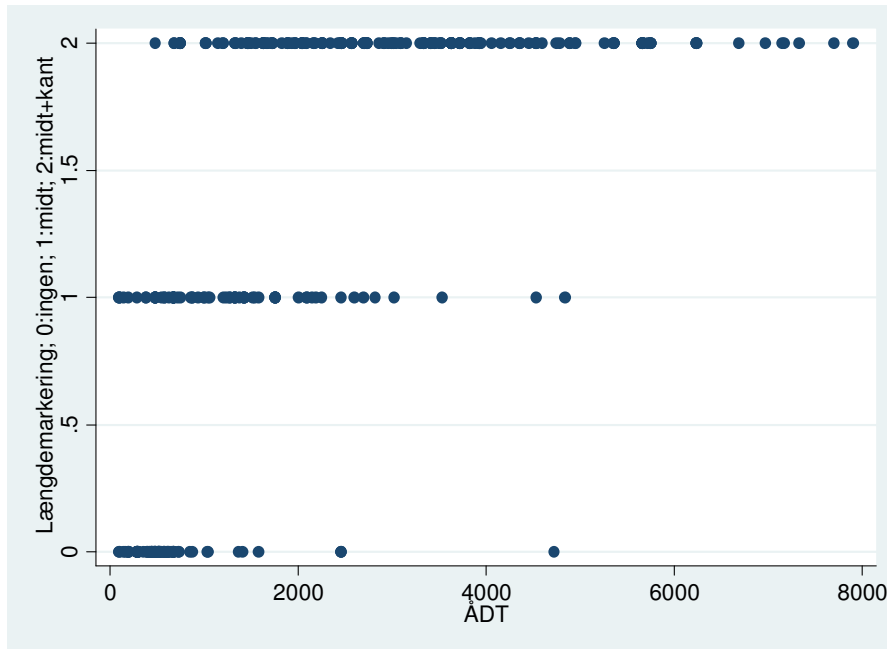
ÅDT plottet mod tætheden af vejadgange

Visuelt kunne plottet se ud til at vise en mindre tendens til, at tætheden af vejadgange mindskes, jo mere trafik der er på strækningen. Foretages lineær regression fås imidlertid en R^2 værdi på 0,016 og der vurderes derfor ikke at være en korrelation.



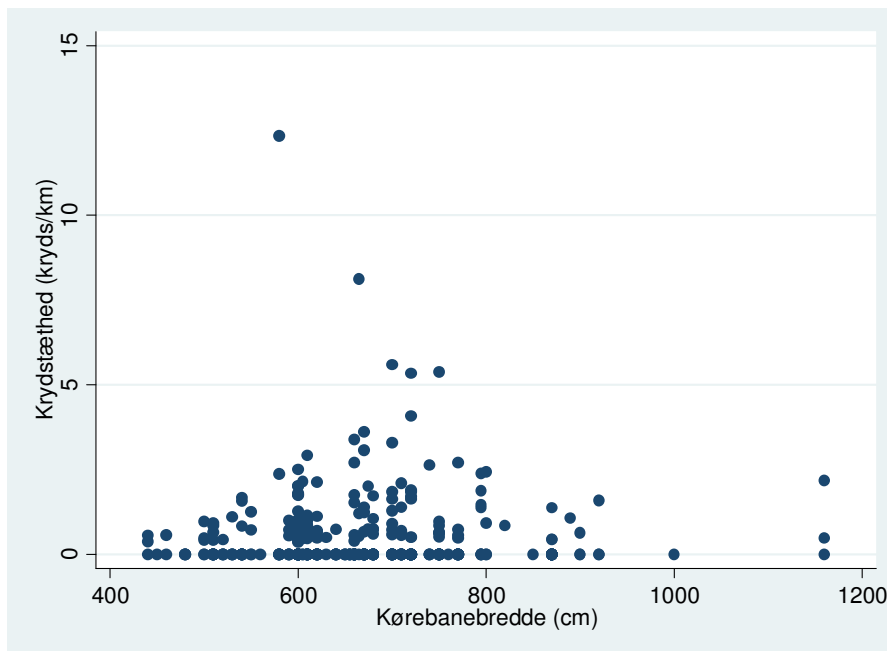
ÅDT plottet mod typen af længdemarkering

Der ses af plottet et mønster, hvor mængden af længdemarkering stiger med trafikken, og der vurderes derfor at være en korrelation mellem ÅDT og omfanget af længdemarkering.



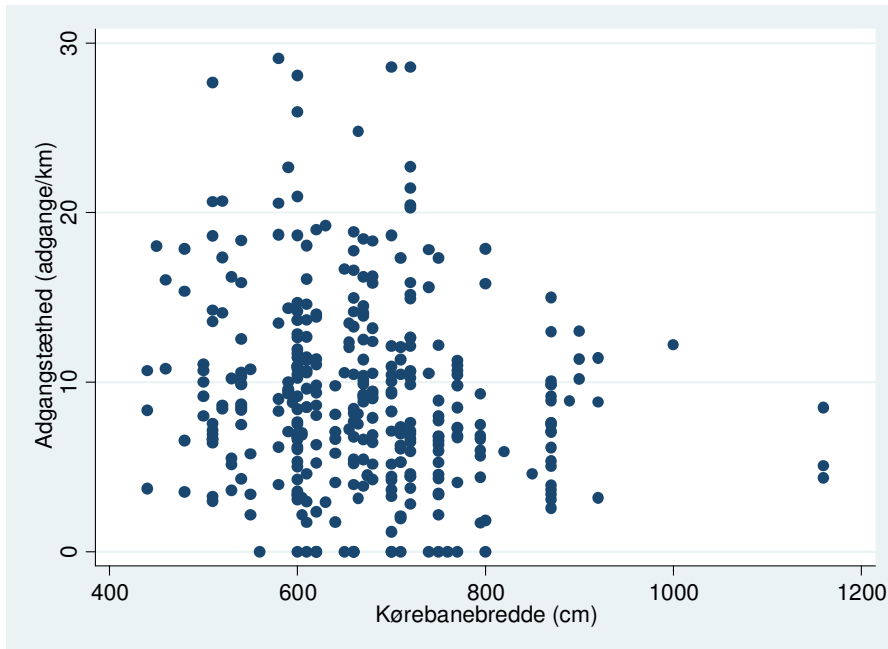
Kørebanebredde plottet mod krydstætheden

Plottet viser ikke noget entydigt billede. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,005 og der vurderes derfor ikke at være korrelation.



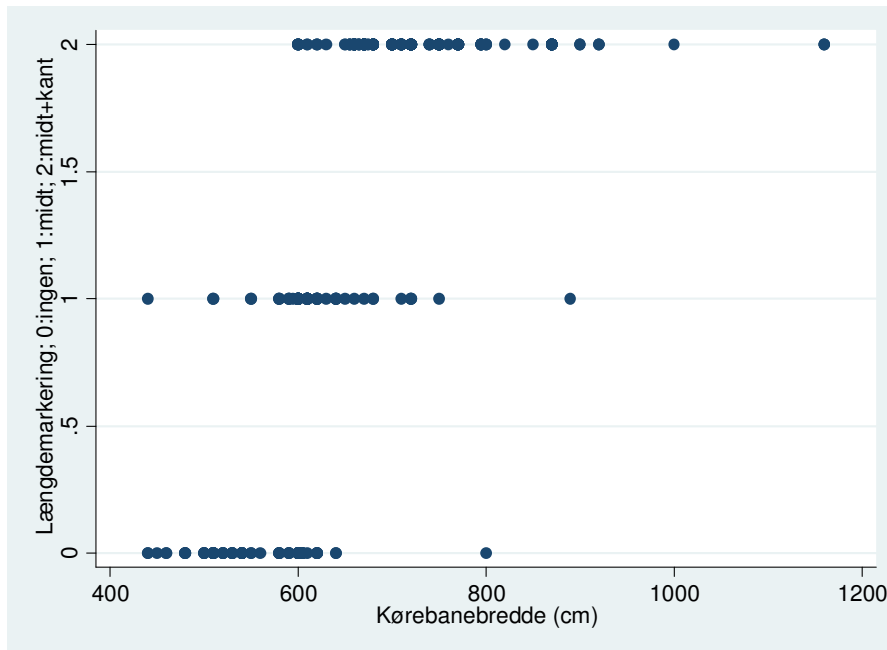
Kørebanebredde plottet mod tæthed af vejadgange

Der ses ikke et specielt mønster af plottet. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,024 og der vurderes derfor ikke at være korrelation.



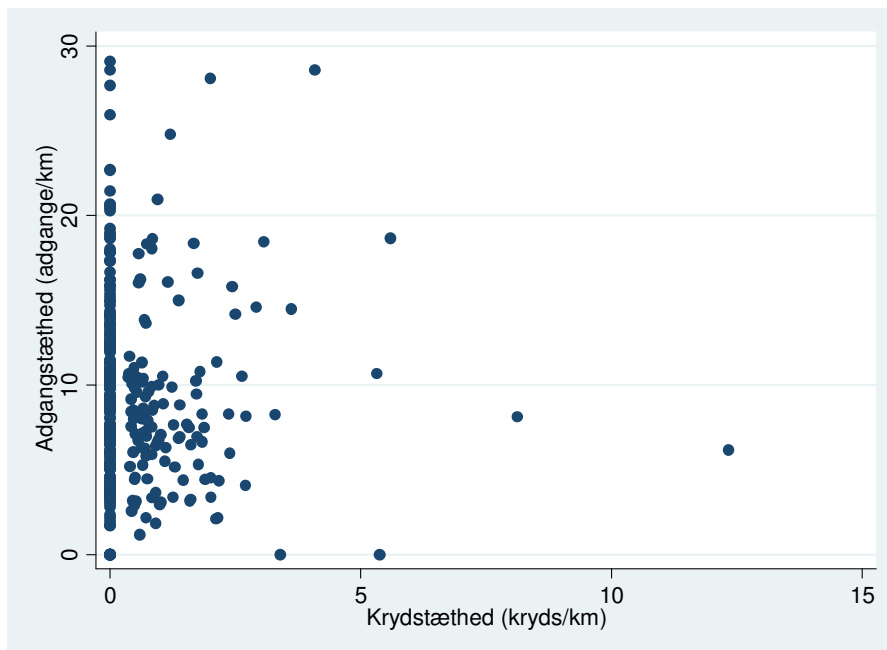
Kørebanebredde plottet mod mængden af længdemarkering

Der er en tendens til mere længdemarkering i takt med at kørebanebredden stiger. Dette er forventeligt, da muligheden for mængden af afstribning bl.a. afhænger af vejens bredde. Der vurderes at være korrelation.



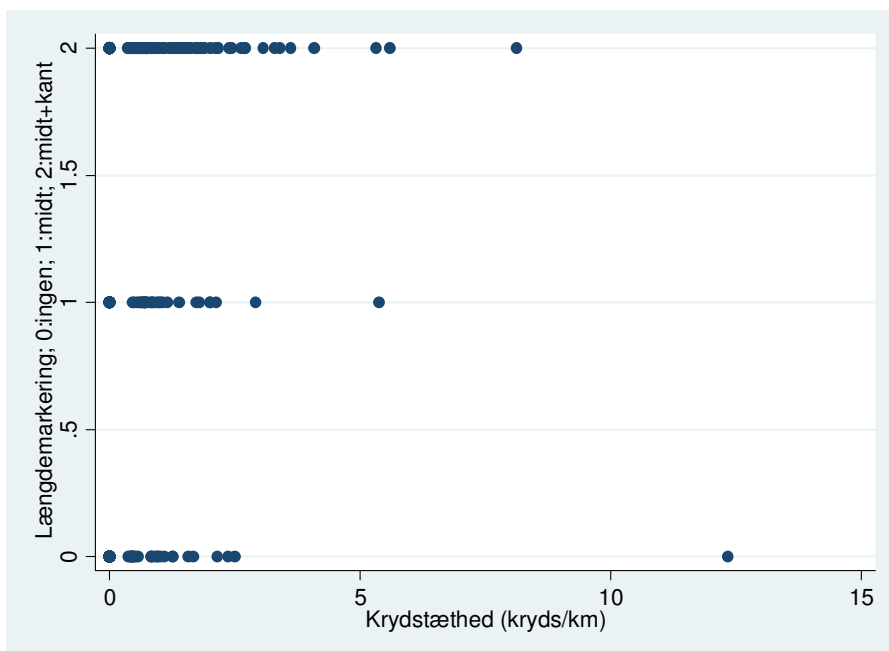
Krydstæthed plottet mod tætheden af vejadgange

Der ses intet tydeligt mønster i plottet. Foretages lineær regression fås en R^2 værdi på 0,000 og der vurderes derfor ikke at være korrelation mellem variablerne.



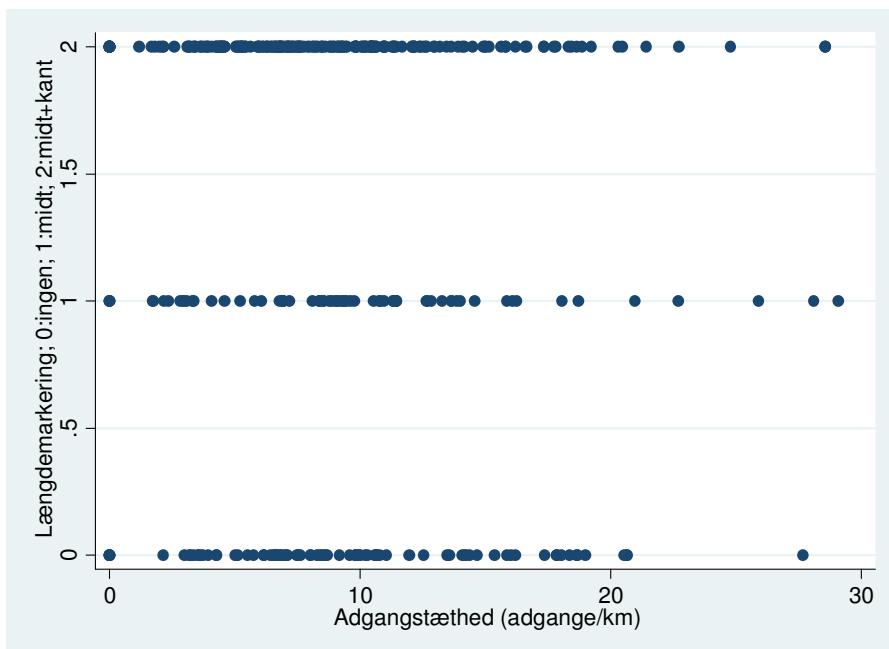
Krydstæthed plottet mod omfanget af længdemarkering

Der ses ingen klar tendens i plottet. Der vurderes ikke at være korrelation mellem de to variabler.



Tæthed af vejadgange plottet mod omfanget af længdemarkering

Der ses intet mønster i plottet, og der vurderes derfor ikke at være en korrelation imellem variablerne.



Bilag F: Resultater fra regressionsanalyse, udvidet datasæt

En samlet oversigt over resultaterne findes i kapitel 10. I nærværende bilag findes alle resultaterne fra regressionsanalyse af det udvidede datasæt. Resultaterne er angivet for model A – G. Regressionsanalyserne er foretaget i STATA version 12.

Overspredningsparameter i data

Overspredningsparameteren for datasættet bestemmes med henblik på at kunne beregne Elviks index for hver enkelt model.

$$\mu_{data} = \frac{\frac{var_{data}}{\lambda_{data}} - 1}{\lambda_{data}} = \frac{\frac{3,015}{0,979} - 1}{0,971} = 2,142$$

Model A

Afhængig variabel	Antal uheld
Offset variabel	længde
Uafhængige variabler	ÅDT
Regressions model	Negativ binomial
Boundry likelihood ratio test af $\alpha = 0$	p=0,000

Negative binomial regression	Number of obs	=	356
	LR chi2(1)	=	51.70
Dispersion = mean	Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = -429.18863	Pseudo R2	=	0.0568

APMS	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
lnAADT	.5854991	.0826023	7.09	0.000	.4236016 .7473967
_cons	-11.49463	.6332334	-18.15	0.000	-12.73575 -10.25352
ln(LAENGDE)	1	(exposure)			
/lnalpha	-.8848852	.2968731			-1.466746 -.3030246
alpha	.4127615	.1225378			.2306749 .7385809

Information Criterion

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	356	-455.041	-429.1886	3	864.3773	876.002

Elviks index

$$\text{Elviks index} = 1 - \frac{\mu_{\text{model}}}{\mu_{\text{data}}} = 1 - \frac{0,413}{2,142} = 0,807$$

I følge Elviks index forklares 80,7% af den systematiske variation med model A.

Model B

Afhængig variabel	Antal uheld
Offset variabel	længde
Uafhængige variable	ÅDT, krydstæthed
Regressions model	Negativ binomial
Boundry likelihood ratio test af $\alpha = 0$	p=0,000

```
Negative binomial regression          Number of obs   =      356
                                         LR chi2(2)      =      74.94
Dispersion   = mean                    Prob > chi2     =      0.0000
Log likelihood = -417.57074             Pseudo R2      =      0.0823
```

APM8	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
lnAADT	.5698424	.079918	7.13	0.000	.413206 .7264787
Kryds_kvadratrod	.5538773	.1109483	4.99	0.000	.3364227 .771332
_cons	-11.68213	.6153489	-18.98	0.000	-12.8882 -10.47607
ln(LAENGDE)	1	(exposure)			
/lnalpha	-1.181216	.3519471			-1.87102 -.4914125
alpha	.3069053	.1080144			.1539666 .6117616

Information Criterion

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	356	-455.041	-417.5707	4	843.1415	858.6412

Elviks index

$$Elviks\ index = 1 - \frac{\mu_{model}}{\mu_{data}} = 1 - \frac{0,307}{2,142} = 0,857$$

Ifølge Elviks index forklarer modellen 85,7% af den systematiske variation.

Model C

Afhængig variabel	Antal uheld
Offset variabel	længde
Uafhængige variabler	ÅDT, krydstæthed, Adgangstæthed
Regressions model	Negativ binomial
Boundry likelihood ratio test af $\alpha = 0$	p=0,000

```
Negative binomial regression                Number of obs   =       356
                                             LR chi2(3)      =       76.03
Dispersion      = mean                    Prob > chi2     =       0.0000
Log likelihood = -417.02796                Pseudo R2      =       0.0835
```

APM8	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnAADT	.5813887	.080242	7.25	0.000	.4241173	.7386601
Kryds_kvadratrod	.5526977	.1101631	5.02	0.000	.3367821	.7686133
ADGANGE	.0142035	.0134934	1.05	0.293	-.012243	.04065
_cons	-11.89891	.64682	-18.40	0.000	-13.16665	-10.63117
ln(LAENGDE)	1	(exposure)				
/lnalpha	-1.224236	.3666419			-1.942841	-.5056311
alpha	.2939822	.1077862			.1432963	.6031248

Information Criterion

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	356	-455.041	-417.028	5	844.0559	863.4306

Elviks index

$$Elviks\ index = 1 - \frac{\mu_{model}}{\mu_{data}} = 1 - \frac{0,294}{2,142} = 0,863$$

Ifølge Elviks index forklarer modellen 86,3% af den systematiske variation.

Model D

Afhængig variabel	Antal uheld
Offset variabel	længde
Uafhængige variable	ÅDT, krydstæthed, kørebanebredde (KB)
Regressions model	Negativ binomial
Boundry likelihood ratio test af $\alpha = 0$	p=0,000

Negative binomial regression	Number of obs	=	356
	LR chi2(3)	=	77.97
Dispersion = mean	Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = -416.05754	Pseudo R2	=	0.0857

APMS	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnAADT	.4326087	.1104646	3.92	0.000	.2161021	.6491154
Kryds_kvadratrod	.5624661	.1101807	5.10	0.000	.3465159	.7784163
KB_2_kat	.3553011	.204516	1.74	0.082	-.0455428	.7561451
_cons	-10.88438	.7537199	-14.44	0.000	-12.36164	-9.407114
ln(LAENGDE)	1	(exposure)				
/lnalpha	-1.211353	.359028			-1.915035	-.5076715
alpha	.297794	.1069164			.1473366	.6018955

Information Criterion

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	356	-455.041	-416.0575	5	842.1151	861.4897

Elviks index

$$Elviks\ index = 1 - \frac{\mu_{model}}{\mu_{data}} = 1 - \frac{0,298}{2,142} = 0,861$$

Ifølge Elviks index forklarer modellen 86,1% af den systematiske variation.

Model E

Afhængig variabel	Antal uheld
Offset variabel	længde
Uafhængige variable	ÅDT, krydstæthed, kørebanebredde (KB), Længdemarkering (STR)
Regressions model	Negativ binomial
Boundry likelihood ratio test af $\alpha = 0$	p=0,000

```

Negative binomial regression          Number of obs   =       356
LR chi2(5)                          =       78.28
Dispersion   = mean                 Prob > chi2     =       0.0000
Log likelihood = -415.90133          Pseudo R2      =       0.0860

```

APM8	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnAADT	.4093718	.1186392	3.45	0.001	.1768431	.6419004
Kryds_kvadratrod	.560339	.1103646	5.08	0.000	.3440284	.7766495
KB_2_kat	.3064719	.2831694	1.08	0.279	-.24853	.8614737
STR						
1	.1397553	.2638207	0.53	0.596	-.3773238	.6568343
2	.1632777	.3517858	0.46	0.643	-.5262098	.8527653
_cons	-10.80969	.773058	-13.98	0.000	-12.32485	-9.29452
ln(LAENGDE)	1	(exposure)				
/lnalpha	-1.211401	.3592764			-1.91557	-.5072322
alpha	.2977798	.1069853			.1472579	.60216

Information Criterion

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	356	-455.041	-415.9013	7	845.8027	872.9272

Elviks index

$$Elviks\ index = 1 - \frac{\mu_{model}}{\mu_{data}} = 1 - \frac{0,298}{2,142} = 0,861$$

Ifølge Elviks index forklarer modellen 86,1% af den systematiske variation.

Model F

Afhængig variabel	Antal uheld
Offset variabel	længde
Uafhængige variable	ÅDT, krydstæthed, kørebanebredde (KB), Adgangstæthed
Regressions model	Negativ binomial
Boundry likelihood ratio test af $\alpha = 0$	p=0,000

```
Negative binomial regression          Number of obs   =       356
                                      LR chi2(4)       =       78.94
Dispersion   = mean                  Prob > chi2      =       0.0000
Log likelihood = -415.572             Pseudo R2       =       0.0867
```

APM8	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnAADT	.4471927	.1106863	4.04	0.000	.2302516	.6641338
Kryds_kvadratrod	.5611337	.1094295	5.13	0.000	.3466557	.7756117
KB_2_kat	.3463677	.2032943	1.70	0.088	-.0520818	.7448172
ADGANGE	.0134538	.0135155	1.00	0.320	-.013036	.0399436
_cons	-11.11123	.7833928	-14.18	0.000	-12.64665	-9.575808
ln(LAENGDE)	1	(exposure)				
/lnalpha	-1.255349	.37458			-1.989512	-.5211853
alpha	.2849765	.1067465			.1367622	.5938163

Information Criterion

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	356	-455.041	-415.572	6	843.144	866.3936

Elviks index

$$Elviks\ index = 1 - \frac{\mu_{model}}{\mu_{data}} = 1 - \frac{0,285}{2,142} = 0,867$$

Ifølge Elviks index forklarer modellen 86,7% af den systematiske variation.

Model G

Afhængig variabel	Antal uheld
Offset variabel	længde
Uafhængige variable	ÅDT, krydstæthed, kørebanebredde (KB), Adgangstæthed, Længdemarkering (STR)
Regressions model	Negativ binomial
Boundry likelihood ratio test af $\alpha = 0$	p=0,000

```

Negative binomial regression                Number of obs   =       356
                                           LR chi2(6)      =       79.19
Dispersion      = mean                    Prob > chi2     =       0.0000
Log likelihood = -415.44812                Pseudo R2      =       0.0870

```

APM8	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnAADT	.4261995	.119131	3.58	0.000	.1927069	.659692
Kryds_kvadratrod	.5592483	.1096373	5.10	0.000	.3443631	.7741335
KB_2_kat	.3032053	.2816041	1.08	0.282	-.2487286	.8551391
ADGANGE	.0130278	.0135528	0.96	0.336	-.0135351	.0395907
STR						
1	.1238718	.2629802	0.47	0.638	-.3915598	.6393034
2	.1451758	.3501821	0.41	0.678	-.5411686	.8315202
_cons	-11.03848	.8047129	-13.72	0.000	-12.61569	-9.461272
ln(LAENGDE)	1	(exposure)				
/lnalpha	-1.252624	.3739268			-1.985507	-.5197412
alpha	.2857539	.106851			.1373109	.5946744

Information Criterion

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	356	-455.041	-415.4481	8	846.8962	877.8957

Elviks index

$$Elviks\ index = 1 - \frac{\mu_{model}}{\mu_{data}} = 1 - \frac{0,286}{2,142} = 0,866$$

Ifølge Elviks index forklarer modellen 86,6% af den systematiske variation.

BILAG G: Udpegning af risikolokaliteter

Vejledning

Dette er en vejledning i brug af metode udviklet til udpegning af risikolokaliteter på tosporede kommuneveje i åbent land. Vejledningen er bygget op først med en introduktion hvor metoden præsenteres inklusiv en vurdering af metodens gyldighedsområde. Dernæst beskrives hvorledes det vejnet der ønskes analyseret deles op i strækninger samt kommentarer til indsamling af data på vejnettet. Sidst beskrives hvorledes det medfølgende regneark benyttes.

Udpegningsmetoden og nærværende vejledning er et resultat fra et PhD arbejde på Aalborg Universitet i årene 2011-2014.

6.1. Introduktion

Metoden gælder alene for tosporede gennemfarts- og fordelingsveje i åbent land med en hastighedsgrænse på 80 km/t og med en årsdøgns trafik på maksimalt 6.000 motorkøretøjer.

Metode

Metoden er bygget op i fem trin:

1. Vejnettet, der ønskes analyseret, inddeles i strækninger.
2. ÅDT og antal kryds registreres for hver strækning.
3. Den generelt forventede uheldstæthed bestemmes for hver strækning ved hjælp af uheldsmodellen.
4. Strækninger rangordnes efter faldende generel forventet uheldstæthed.
5. Indsatslokaliteter udpeges ud fra den rangordnede liste. Alternativt kan listen benyttes til at indekser hele det analyserede vejnet.

Den generelt forventede uheldstæthed for en strækning beregnes ud fra følgende formel:

$$UHT = \frac{1000}{8} \cdot \exp(-11,68 + 0,570 \cdot \ln \text{ÅDT} + 0,554 \cdot \sqrt{\text{Kryds}})$$

hvor,

UHT er generel forventet antal uheld pr. år pr. km

Krydstæthed er antal kryds pr. km

lnÅDT er den naturlige logaritme til årsdøgns trafikken

Der deles med 8 for at få uheldstætheden pr. år i stedet for pr. 8 år. Der multipliceres med 1000 for at få uheldstætheden pr. km i stedet for m.

Ideen er herefter at benytte samme fremgangsmåde som ved den kendte tæthedsmetode beskrevet i Vejdirektoratets håndbog for trafiksikkerhedsberegninger (Greibe, Hemdorff 2001). I stedet for observerede antal uheld benyttes blot det generelt forventede antal uheld.

Herefter er der to muligheder:

- Et antal strækninger udpeges som risikolokaliteter ud fra kriteriet om størst mulig generel forventet uheldstæthed. Hvor mange strækninger der udvælges, må bero på vejforvaltningens mulighed for efterfølgende at analysere lokaliteterne eller på en nedre tolereret grænse for uheldstæthed.
- Hele vejnettet indekseres ud fra generel forventet uheldstæthed, således vejmyndigheden får et risikokort for det samlede vejnet der indgår i metoden.

Databehov

For hver strækning i vejnettet der ønskes analyseret skal følgende data registreres: Administrativt vejnummer, fra-kilometrering, til-kilometrering, længde, årsdøgntrafik på strækningen, kørebanebredde, antal kryds, antal vejadgange, længdeafmærkning.

Fra-/til-kilometrering og længde

For at kunne udpege strækningen er det væsentligt at have start og slut punkt for strækningen. Dette kan være i form af en fra- og til-kilometrering eller stationering. Den reelle længde af strækningen skal ligeledes benyttes. Hvorvidt dette svarer til til-kilometreringen minus fra-kilometreringen eller der er benyttet "fejl-kilometrering" i den enkelte kommune må bero på viden fra den aktuelle kommune.

Årsdøgntrafikken

I modellen skal årsdøgntrafikken indgå for det samme år for alle strækninger. Det betyder, at findes der ikke målinger for alle strækningerne fra det samme år, så må tidligere målinger opregnes til det aktuelle årstal.

Kryds

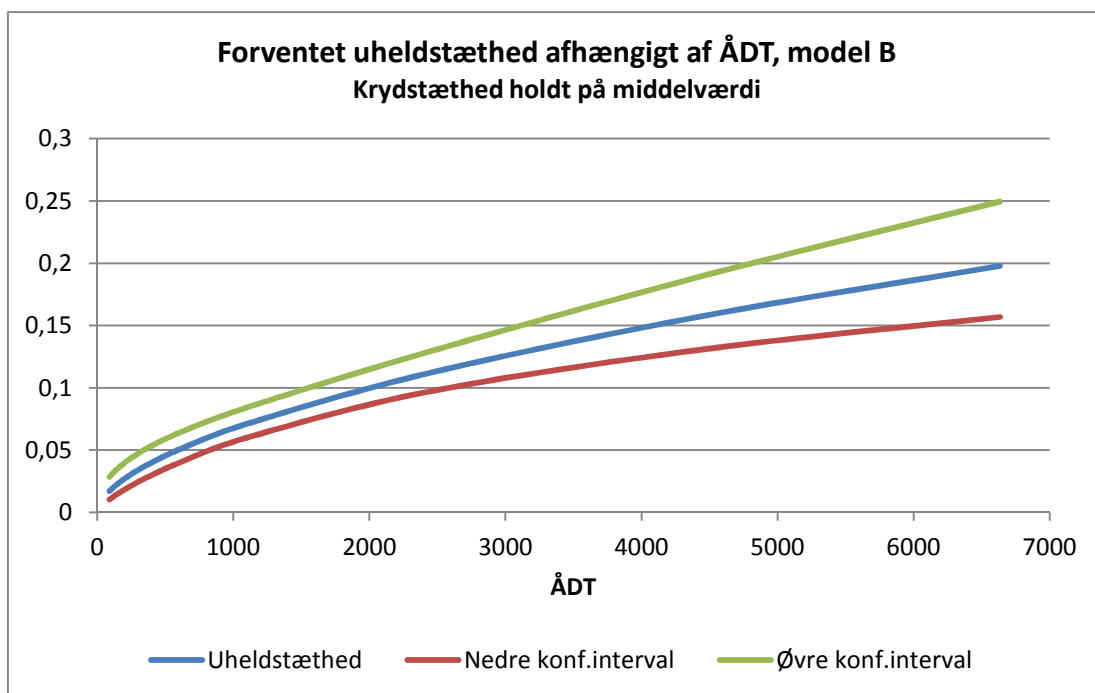
Med kryds menes kryds med andre offentlige veje. I praksis vil der være tale om kryds med mindre veje. Dette skyldes at veje med samme klasse, som de der indgår i testvejnettet, benyttes som dele punkter. 3- og 4-benede kryds registreres ens.

Vurdering af anvendelsesområde

For at vurdere præcisionen i modellen er det valgt at beregne uheldstætheden ved forskellige niveauer af ÅDT, hvor krydstætheden holdes konstant på middelværdien. Samtidig er 95 % konfidensintervallet beregnet, hvorved præcisionen kan vurderes – jo mindre konfidensinterval, des mere præcis estimering af den generelt forventede uheldstæthed.

På figur G.1 ses den generelt forventede uheldstæthed afhængigt af årsdøgntrafikken på strækninger med en gennemsnitlig tæthed af kryds. Konfidensintervallet er relativt lille ved små årsdøgntrafikker, hvilket tyder på at estimering af uheldstæthed er relativt sikker op til ÅDT på omkring 3.000. Til gengæld er konfidensintervallet større ved en ÅDT på 7.000 køretøjer i døgnet.

Modellens anvendelsesområde vurderes til at omfatte strækninger på tosporede kommunale gennemfarts- og fordelingsveje i åbent land på veje med en ÅDT op til 6.000 køretøjer i døgnet.



Figur G.1. Forventet uheldstæthed som funktion af ÅDT. Krydstæthed er holdt konstant på middelværdi.

6.2. Inddeling af vejnet i strækninger

Vejnet, der ønskes analyseret, skal opdeles i en række strækninger, således at den enkelte strækning er homogen. En strækning kan kun have et administrativt vejnummer. En strækning skal være homogen set i forhold til kørebanebredde, længdemarkering, randbebyggelse, bevoksningstæthed langs vejen og cykelfaciliteter. Dette betyder, at der er en række delepunkter, når vejnettet skal deles op i strækninger. Disse kan ses i tabel G.1. I tabel G.2 ses de strækninger der skal sorteres fra efter opdeling.

Table G.1: Delepunkter til opdeling af vejnet i strækninger. Til hvert delepunkt er knyttet en beskrivelse.

Delepunkter	Beskrivelse
Kryds	Kryds med vej af samme klasse som de veje der indgår i vejnettet. Dvs. består testvejnettet af gennemfarts- og fordelingsveje vil kryds mellem disse være delepunkter.
Kanaliseringsanlæg	Kanalisering betragtes som en del af krydset og hele anlæggets udbredelse er derfor en del af krydset og indgår ikke i strækningerne.
Randbebyggelse	Dette vil sige blå byer, hvor hastigheden ikke er nedsat, samt samling af huse og gårde, der minder om en blå by. En strækning med randbebyggelse er en strækning, hvor der minimum er en samling af 3 huse eller gårde.
Bevoksning	Ændring i bevoksning. Her er udelukkende tale om skovstrækninger. Disse er defineret som høj bevoksning på begge sider, hvor bevoksningen er så lang, at trafikanten ikke kan se igennem langs vejen, inden man kører ind i "skoven". Se figur 2 for illustration af skovstrækning.
Vejbredde	Ændring i vejbredde.
Cykelfaciliteter	Skift i cykelfacilitet (ingen, cykelbane, cykelsti, separat cykelsti).
Længdemarkering	Skift i længdemarkering (ingen, midterstribe eller midt- og kantstribe).
Hastighedsgrænse	Ændring i den tilladte hastighed.

Table G.2: Strækninger der skal sorteres fra efter vejnettet er opdelt med delepunkter

Strækninger der sorteres fra	Beskrivelse
Byzone	
Lokal hastighedsbegrænsning	60, 70 og 90 km/t
Strækninger med gadebelysning	
Strækninger med mere end 2 spor	
Kanaliseringsanlæg	Er der kanaliseringsanlæg i et kryds, betragtes dette som en del af krydset og skal derfor ikke indgå i strækningen.
Korte strækninger	Strækninger kortere end 100 m.



Figur G.2: Eksempler på start af skovstrækning.

6.3. Indsamling af data

Hvorledes data indsamles er op til den enkelte kommune, blot skal data stemme overens med virkeligheden for at resultatet bliver validt. Følgende data skal indsamles:

Administrativt vejnr. samt fra- og tilkilometrering

Disse data vil som oftest findes i vejadministrationssystemet i den enkelte kommune. En kombination af kort samt "vejen i billeder" kan blandt andet benyttes til at identificere kilometreringen i delepunkter.

Årsdøgnstrafikken

Tællinger fra for eksempel databasen K-mastra. Når målinger ikke var til stede på den givne strækning er ÅDT vurderet ud fra øvrige målinger på samme vej. Findes der ingen tællinger på en given vej, kan der enten foretages tællinger, ellers må ÅDT vurderes af kvalificerede personale.

Kryds

Information kan hentes fra krydsregister hvis et sådant eksisterer. Alternativt kan kryds identificeres på kort og/eller satellit fotos.

Datakvalitet

Datakvaliteten har stor betydning for resultatet. I forbindelse med udarbejdelsen af metoden viste det sig, at det er vigtigt, at dobbelttjekke informationer fra blandt andet vejman.dk. Data i vejman.dk stemmer ikke altid overens med virkeligheden. Som minimum bør der kastes et kritisk blik på de anvendte data og overveje om de opgivne mål er sandsynlige eller kræver et nærmere tjek. Resultatet bliver ikke bedre end datagrundlaget.

6.4. Brug af regneark

De indsamlede data lægges ind i det medfølgende regneark. Herefter beregnes generel forventet uheldstæthed automatisk. Brugeren kan herefter rangere strækningerne efter faldende uheldstæthed.

Enheder på data er vist i regnearket. Alle kolonner med fed overskrift skal udfyldes, de øvrige beregnes automatisk. Regnearket ses i figur G.3. I regnearket er der mulighed for at registrere, hvorvidt der er randbebyggelse og cykelfaciliteter på strækningen, og om strækningen er en skovstrækning. Denne information benyttes ikke i modellen, men er tænkt som information til brugerne i en efterfølgende analyse af identificerede risikolokaliteter.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Beregning af forventet Uheldstæthed på 2-sporede veje i åbent land														
2	Kolonner med fed overskrift udfyldes af bruger, kolonner uden fed overskrift beregnes														
3															
4	StrækNr.	Adm vej nr	Fra kmt	Til kmt	Længde (m)	Randbebyggelse (1=ja)	Cykelfaciliteter (1=ja)	Skovstrækning (1=ja)	ÅDT	In ÅDT	Antal kryds	Krydstæthed (antal/km)	Uheldstæthed (ulykker/år/km vognkilometer)	Uheldsfrekvens (ulykker/år/10 ⁶ vognkilometer)	
5	1	EKSEMPEL	8079	9891	1812				291	5,67	2	1,10	0,048	0,452	
6	101									#NUM!		#DIV/0!	#NUM!	#NUM!	
7	102									#NUM!		#DIV/0!	#NUM!	#NUM!	
8	103									#NUM!		#DIV/0!	#NUM!	#NUM!	
9	104									#NUM!		#DIV/0!	#NUM!	#NUM!	
10	105									#NUM!		#DIV/0!	#NUM!	#NUM!	
11	106									#NUM!		#DIV/0!	#NUM!	#NUM!	
12	107									#NUM!		#DIV/0!	#NUM!	#NUM!	

Figur G.3. Regnearket til brug for beregning af generel forventet uheldstæthed.

6.5. Efter udpegning

Metoden skal ses som et prioriteringsværktøj i forebyggelsen af trafikuheld. Med udpegningsmetoden er det muligt at kortlægge risikoniveauet på strækninger i åbent land. Man kan vælge at gøre to ting:

1. Udpege den andel af strækninger med de højeste uheldstætheder som risikolokaliteter.
2. Indeksere hele vejnettet der indgår i udpegningen ud fra den generelt forventede uheldstæthed.

De strækninger der udpeges, eller hele vejnettet hvis et risikokort ønskes, i det udfyldte regneark kan geokodes og dermed visualiseres på et kort. På den måde opnås et risikokort for kommunens strækninger i åbent land.

Risikokortet kan benyttes til flere formål, for eksempel:

- Analyse og udbedring af udpegede risikolokaliteter
- Prioritering af massetiltag
- Prioritering i forbindelse med trafiksikkerhedsinspektion
- Samarbejde med driften
- Borgerhenvendelser

I det efterfølgende beskrives mulighederne nærmere.

Analyse og udbedring af udpegede risikolokaliteter

Med inspiration fra det traditionelle sortpletarbejde kan hver enkelt risikolokalitet analyseres og der opstilles løsningsforslag for lokaliteten. Fokus i det traditionelle sortpletarbejde er lokale risikofaktorer, hvor fokus i arbejdet med risikolokaliteter i stedet er generelle risikofaktorer. Målet er, at mindske risikoen for uheld og/eller konsekvensminimere for de uheld der indtræffer.

I det traditionelle sortpletarbejde foretages blandt andet en uheldsanalyse af lokaliteten. Dette vil være anderledes på risikolokaliteterne, da der kan være udpeget lokaliteter, hvor der ikke er registreret uheld. Risikolokaliteterne skal i stedet analyseres med henblik på at lokalisere generelle risiko- og skadesfaktorer, der efterfølgende kan udbedres.

Generelle uheds- og skadesfaktorer på tosporede veje i åbent land er talrige. Hvilke der har størst betydning i en given vejmyndighed må bero på en generel uhedsanalyse af veje i åbent land i for eksempel kommunen eller den region kommunen tilhører. Resultatet kan sammenholdes med en analyse af tal på landsplan for at identificere eventuelt særlige lokale problemstillinger.

Analyse af risikolokaliteterne vil derefter kunne foretages som en trafikikkerhedsgennemgang af strækningerne med særlig fokus på netop de vejrelaterede uheds- og skadesfaktorer, som er problematiske i kommunen.

Prioritering af massetiltag

Et risikokort over vejmyndighedens strækninger i åbent land kan benyttes til at prioritere, når der sættes ind med massetiltag. Massetiltag kan for eksempel være at fjerne eller sikre faste genstande i sikkerhedszonen. Kortet vil kunne benyttes til at beslutte, hvor massetiltaget skal implementeres.

Prioritering i forbindelse med trafikikkerhedsinspektion

I foråret 2014 fremsatte vejreglerådet en ny håndbog i trafikikkerhedsinspektion. Heri er beskrevet en række udvælgelseskriterier til hvordan vejmyndigheden kan udvælge lokaliteter, hvorpå der skal udføres trafikikkerhedsinspektion:

- Registrerede ulykker (Politi og hospital)
 - Borgerhenvendelser og lokale inputs
 - Registreringer af ulykker og skader på vejudstyr fra eksempelvis vejtilsyn, forsikringsager og T.I.C. (Vejdirektoratets TrafikInformationsCenter)
 - Ved slidlagsarbejder eller andre anlægs- og vedligeholdelsesarbejder
 - Skoleveje
 - Temainspektioner af for eksempel signalanlæg, belysningsanlæg, cykelstier, bestemt vejklasse eller kurver
 - Tidsmæssig cyklus for inspektion af samme vej
- (Vejregelrådet: Vejregelgruppen Trafikkerhed, 2014)

Et alternativt kriterium til udvælgelse kunne være at benytte udpegningsmetoden fremlagt i denne afhandling. Ved at udføre trafikikkerhedsinspektioner på de udpegede risikolokaliteter, sikres at steder med den højeste uhedsrisiko inspiceres og forbedres.

Samarbejde med driften

Mange driftsmæssige tiltag er til gavn for trafikikkerheden i form af konsekvensminimering når uheldet indtræffer. Derfor vil det være oplagt, at prioritere disse driftsmæssige tiltag ud fra hvor der er udpeget risikolokaliteter, om ikke andet så som input til driftens prioriteringer.

Et samarbejde mellem trafikikkerhedsafdelingen og driften kunne føre til trafikikkerhedsforbedringer uden dette vil øge budgettet. Et eksempel kan være udskiftning af beton autoværn med nyt påkørselsvenligt autoværn. Hvis driften hvert år udskifter et antal meter, så kan prioriteringen af hvor denne udskiftning skal udføres, tage udgangspunkt i risikokortet. På den måde kan kommunen sikre, at der ud over at optimere driften med driftsmidler, også opnås en sikkerhedsmæssig effekt.

Denne samme prioritering ud fra vejmyndighedens udpegning af risikolokaliteter kan foretages ved andre driftsmæssige tiltag, hvor der kan forventes en sikkerhedsmæssig effekt.

Borgerhenvendelser

Et risikokort over kommunens tosporede veje i åbent land kunne også benyttes aktivt i forbindelse med sagsbehandlingen af borgerhenvendelser. Hvorvidt strækningen, borgerhenvendelsen drejer sig om, er udpeget som risikolokalitet kan da være et input i sagsbehandlingen. I dag inddrages flere steder registrerede uheld i sagsbehandlingen af borgerhenvendelser. I og med tid og sted for det enkelte uheld i høj grad er tilfældigt, vil en overvejelse af niveauet for en forventet uheldstæthed på stedet give et bedre billede af om lokaliteten reelt er risikofyldt eller ikke.

Bilag H: Referat af post-test møde med Viborg Kommune

Fakta

Antal strækninger: 157

Antal km: 170,3 km

Deltagere i interview: Leif Sønderby

Hvem har deltaget i testen: Leif Sønderby

Hvor lang tid er der brugt på arbejdet: 39 timer, fordelt over adskillige dage.

Inddeling af vejnet i strækninger

Vejledningen var let at forstå. Der er dog mange forskellige dele punkter, hvilket gør det nemt at misse nogle hvis der samtidig er travlhed og mange telefonopkald. Vejledningen bliver hurtigt lang pga. mange detaljer, men på den anden side er detaljerne også nødvendige. Det kunne være rart med et skema over hvilke typer af strækninger der skal indgå i metoden og hvilke der ikke skal.

Leif brugte løbende vejledningen til opslag af delepunkter. Det glippede dog at pille nogle byzonestrækninger ud, men skyldes nok mest generelt travlhed. Havde misset at selve kanaliseringens anlægget ved kryds skulle pilles ud af strækningerne. Måske ville en tabel som tidligere nævnt have hjulpet.

Delepunktet "Randbebyggelse" bør specificeres yderligere, så det bliver klart at randbebyggelse også omfatter en samling gårde uagtet de ikke er markeret med blå stedtavle. Gerne flere billeder i vejledningen for at tydeliggøre grænsetilfælde.

Ville være godt med et eksempel, hvor en vej deles op i flere strækninger, hvilke delepunkter benyttes og hvorfor. Kunne for eksempel være et bilag til vejledningen.

Indsamling af data for strækninger

Beskrivelsen i vejledningen om de nødvendige data var ok.

Data er generelt indsamlet ved brug af flere forskellige programmer; Vejen i billeder, Google streetview, luftfoto samt tekniske kort. Det betyder, at der er mange programmer åbent samtidigt og man skal holde tungen lige i munden. Det er dog ok, de er vant til dette fra så mange andre tilfælde i kommunen.

Der, hvor der opstod tvivlstilfælde, var i forbindelse med registrering af antallet af vejadgange. Her kunne der godt bruges en yderligere specificering i vejledningen om hvorvidt det er alle vejadgange eller kun de, der ser ud til at være i brug for eksempel.

Årsdøgnstrafikken stammer fra kommunens egne tællinger. På strækninger, hvor der ikke findes en tælling, er ÅDT vurderet ud fra tilstødende strækninger.

Det vurderes at ca. 40% af tiden er brugt på at inddele vejnettet i strækninger og 60% af tiden er brugt på at indsamle data om disse strækninger.

Indtastning af data

Det fungerede helt ok at indtaste data i regnearket. Selvfølgelig vil det være nemmere, hvis det var automatiseret, men ikke et must.

Skal specificeres hvad der menes med fra og til kilometrering, altså at den mindste kilometrering er fra-kilometreringen. Savnede ikke yderligere information om de forskellige kolonner i selve regnearket.

Resultatet

Kommunen har ikke studeret resultaterne nøjere. Leif har konstateret at de højeste forventede uheldstal er på de meget korte stræk med en del vejadgange eller kryds, hvilket virker logisk nok. Ved ikke rigtigt om det kan forklares for andre.

Det vigtigste er, at der kommer et pres udefra (VD, trafikikkerhedsorganisationer eller lignende) på kommunen for at benytte et nyt redskab, ellers vil der ikke blive sat penge af til det. Der skal være penge til arbejdet, hvis ikke der er penge, er det jo lige meget om det kan forklares til andre.

Erfaringer med indsamling af data om nærved-ulykker

Periode indsamlet: 1/1 2013 – 31/12 2013

På hvilket vejnet er indsamlet data: Testvejnettet – 188 km blandet vej i Viborg Kommune

Hvem har indsamlet data: to vejtilsynsfolk, der begge kører på hver deres del af testvejnettet.

Vejtilsynsfolkene har fulgt den registreringsform der blev meldt ud, hvor tegn på nærved-ulykker blev inddelt i 5 kategorier: glasskår, hjulspor i rabat, påkørt skilt/vejudstyr, påkørt fast genstand eller andet. Tilsynsfolkene blev mindet om at de skulle registre med jævne mellemrum og det er generelt Leifs fornemmelse at næsten alle tegn på uheld blev registreret.

Generelt er der registreret relativt få tegn på uheld, og registreringerne ligger spredt ud over hele vejnettet, kun en enkelt lokalitet er registreret mere end en gang.

På baggrund af registreringerne er der blevet flyttet en stor sten og et enkelt skilt er blevet flyttet. Derudover har tilsynsfolkene fået et større fokus på trafikikkerhed, og er generelt blevet mere opmærksomme på for eksempel store sten der kan være farlige at påkøre.

I Viborg Kommune kan borgerne i dag indrapportere huller i vejen og lignende via internettet. Sammenlignet med denne information vurderer Leif registreringerne fra vejtilsynet som mere objektivt og mere direkte anvendelig. Borgerne har en tendens til at overdrive lidt i forhold til den aktuelle situation.

Bilag I: Referat af post-test møde med Hjørring Kommune

Fakta

Antal strækninger: 62

Antal km: 64,6 km

Deltagere i interview: Lotte Astorp Nisum

Hvem har deltaget i testen: Sonja Hansen og Lotte Astorp Nisum

Hvor lang tid er der brugt på arbejdet: Ca. fire arbejdsdage

Inddeling af vejnet i strækninger

Sonja og Lotte læste vejledningen omkring inddeling af vejnettet i strækninger, og brugte den løbende til at slå op i, for at huske alle delepunkter. Vejledningen var rimelig klart formuleret.

Det var en fordel at kunne diskutere tvivlstilfælde to og to i løbet af testen. Opstod der tvivlstilfælde var det oftest omkring vurdering af hvorvidt en strækning er en skovstrækning eller ikke. I vejledningen ville det være godt med eksempler på grænsetilfælde. Det vil sige eksempler på hvad der som minimum skal til af beplantning for at en strækning karakteriseres som en skovstrækning, og hvor meget beplantning der godt kan være på en strækning uden den karakteriseres som en skovstrækning.

De øvrige delepunkter var der ingen tvivl omkring.

Indsamling af data for strækninger

Beskrivelsen i vejledningen, af de data der skulle indsamles, var let at forstå. Det var en fordel, at Sonja er vant til at tænke på vejene ud fra administrativt vejnummer og kilometrerings, det lettede forståelsen af vejledningen.

Kørebanebredden er målt på luftfoto i stedet for at bruge data fra vejman.dk. Datakvaliteten for kørebanebredde var for ringe i vejman.dk, bredden var registreret på forskellig vis, således at kantbanen nogle gange var inkluderet i kørebanebredde og andre gange ikke inkluderet.

Indsamlingen af data om antal vejadgange er sket ved hjælp af lofftoto. Det kan være vanskeligt i nogle tilfælde at vurdere om der er en vejadgang eller ikke, i disse tilfælde er stedet betragtet på ældre luftfoto, for at se om det her er muligt at afgøre, om der er tale om en vejadgang. Dette har i alle tilfælde være tilstrækkeligt til at afgøre, om der eksisterer en vejadgang eller ikke.

Den mest tidskrævende datatype at indsamle var årsdøgnstrafikken. Dette skyldes bl.a. at målinger skal hentes i et særskilt program – Mastra. Dertil kommer, at mange strækninger skal vurderes ud fra enten relativt gamle tællinger eller fra tællinger på strækninger der støder op til den givne strækning. Herudover kommer, at der for nogle veje slet ikke eksisterede tællinger, og dermed var en vurdering

på baggrund af lokalkendskab nødvendig. På fem strækninger er ÅDT vurderet på baggrund af lokalkendskab, på de resterende 57 strækninger ligger der enten en trafiktælling på strækningen eller på en nærliggende strækning. I Hjørring Kommune er der ikke registreret en fremgang i trafikken de seneste 4-5 år, og tællinger fra denne periode er derfor hverken op- eller nedskrevet. Det der gør, at ÅDT vurderes som den mest tidskrævende datatype, er nødvendigheden af at vurdere hver enkelt stækning, fremfor blot at kunne benytte et tal direkte.

Ingen kommentarer til længdemarkering og antal kryds, dette var begge lettilgængeligt data uden tvivlstilfælde. Begge informationer er registreret ud fra luftfoto.

Det vurderes at halvdelen af arbejdstiden er brugt på at indsamle data og den anden halvdel på at opdele vejene i strækninger.

Indtastning af data

Det fungerede fint med indtastning af data i et excel regneark. Selvfølgelig er det nemmere med systemer, der automatisk kan hente data, men data ligger alligevel ikke tilgængeligt et samlet sted klar til at blive "hentet". Lå alle data tilgængelige, i en tilstrækkelig god kvalitet i for eksempel vejman.dk, ville det jo være fint at hente data direkte der og ind i et program fremfor at skulle taste data ind manuelt i et excel ark. Det er imidlertid ikke tilfældet, så det er helt ok med en manuel indtastning, det er alligevel også tilfældet med andre systemer i kommunen.

Det kunne være en idé med pop-up information i regnearket omkring hver enkelt datatype, så det var unødvendigt at kigge i vejledningen løbende. Dog ikke noget de direkte savnede.

Der skal tilføjes et løbenummer i regnearket.

Resultatet

Kommunen har ikke studeret resultatet nøjere, men kan konstatere, at de strækninger der opnår de højeste forventede uheldstætheder, ofte er meget korte strækninger.

Regnearket og resultaterne heri er ikke umiddelbart til at forklare overfor udeforstående, det være sig teknisk direktør, politikere eller borgere. Lotte ser det dog heller ikke som en nødvendighed, at kunne forklare dette. Det er derimod vigtigt, hvad det så skal bruges til, hvordan kan vi bruge resultaterne aktivt og hvad kan vi gøre på de strækninger hvor risikoen er højest? Godt hvis dette kunne komme med i vejledningen som et selvstændigt afsnit til sidst.

Vigtigt at præcisere i vejledningen at dette er et udpegningsværktøj, og at de data der benyttes som input ikke direkte siger noget om, hvad der så skal gøres på strækningerne efterfølgende. Hvad udpegningen efterfølgende kan bruges til bør være beskrevet i et afsnit i vejledningen.

Hvordan finder vi tilbage til strækningerne bagefter, det er lidt besværligt at gå tilbage via kilometreringen, da det så vil tage noget tid hver gang man skal identificere strækningerne. Det er muligt at få Vejdirektoratet til at geokode strækningerne, på den måde vil det være muligt at gå tilbage til strækningerne via et GIS kort, og dermed også kunne præsentere strækningerne overfor udeforstående.