

Sortpletudpegning via floating car data

- Hovedrapport



Af:

Robin Jensen

10. semester

Aalborg Universitet

Titelblad



Aalborg Universitet
Institut for Byggeri og Anlæg
Veje og Trafik
Sofiendalsvej 11
9200 Aalborg SV
Telefon 99 40 83 75
<http://www.trafik.aau.dk/>

Titel:

Sortpletudpegnung via floating car data

Tema:

Trafiksikkerhed, ITS

Projektperiode:

feb 01 – jun 10

Periode:

10. semester afgangprojekt

Studerende:

Robin Bjørnlund Jensen

Vejleder:

Niels Agerholm

Oplagsantal:

3

Sidetal:

62

Bilagsantal:

1

Afslutningsdato:

10-06 2015

Synopsis:

Formålet med nærværende projekt er, at undersøge, hvorvidt det er muligt at udpege trafikfarlige lokaliteter via floating car data. Projektet består af tre dele.

Første del, der er litteraturstudiet, finder frem til, at der er nogle problematikker med den eksisterende uheldsbaserede sortpletudpegningsmetode, blandt andet på grund af et stigende mørketal. Derudover indeholder denne del ligeledes studier om, hvordan normal adfærd i forbindelse med farlige situationer er, samt hvad farlige situationer betyder.

Anden del tager udgangspunkt i behandling af data fra projekt ITS Platform. Disse data behandles for at nå frem til et kort over mulige risikolokaliteter. Dette bliver gjort på to forskellige niveauer, et regionalt niveau, hvor Nordjylland behandles, samt et mere lokalt niveau, omhandlende Aalborg Kommune. I begge situationer laves der tre forskellige variation af parametrene for at fastlægge anvendelige parameterstørrelser og kombinationer heraf.

Tredje del, der er at finde i den supplerende bilagsrapport, er en gennemgang af alle de lokaliteter, der blev udpeget ved parametervariationerne i Aalborg Kommune. Denne del fastlægger, hvorvidt de udpegede lokaliteter faktisk er potentielle sorte pletter.

Endeligt afsluttes projektet med konklusionen, at der ikke er fundet den præcise kombination der med sikkerhed bekræfter projektets formål. Imidlertid er der fundet lokaliteter der giver mening, hvorfor det ikke kan afvises, at metoden kan komme til at fungere i praksis.

Forord

Nærværende rapport er afgangsprojektet for Robin Bjørnlund Jensen i forbindelse med uddannelsen Civilingeniør i Vej&Trafik på Byggeri og Anlægsuddannelsen på Aalborg Universitet. Der er således tale om et enmandsprojekt på 10. semester.

Projektet strækker sig over perioden primo februar 2015 til primo juni 2015 og er sat til 30 ECTS.

Semestrets formål er, at give den studerende tid til en selvstændig videnskabelig fordybelse, samt planlægning og gennemførelse af et længerevarende projekt.

Projektet består af tre dele:

- Hovedrapport
- Bilagsrapport
- Bilags CD

Projektets formål er, at undersøge potentialet for brug af floating car data til detektering af risikolokaliteter og derved, at skabe et alternativ til den mere gængse og gammeldags uheldsbaserede sortpletudpegning.

Der rettes en stor tak til vejleder Niels Agerholm for god vejledning igennem projektet, samt med hjælp til fremskaffelse af diverse data og andet, der har været brug for, for at gennemføre projektet.

Læsevejledning

Følgende læsevejledning har til formål, at skabe overblik over, hvad de forskellige dele indeholder og hvordan rapporten som helhed skal forstås.

Generelt

Igennem rapporten vil der henvises til kilder vha. Harvardmetoden. Henvisningen, (Efternavn, år), fører til litteraturlisten, der forefindes bagerst i rapporten.

Kilder til figurer angives i figurteksten, også selvom det kun er dele af figuren fra stammer fra den pågældende kilde. Der angives ingen kilde, hvis figuren er af egen oprindelse.

Figurer og tabeller er nummereret i henhold til kapitelnummereringen i rapporten. Forklarende tekst til figurer og tabeller forefindes under disse.

Bilag forefindes i den tilhørende bilagsrapport. I brødteksten vil der blive henvist til bilagsrapporten.

Indledning

Dette kapitel er lavet som en teaser for rapporten. Heri beskrives nogle af de aktuelle problematikker og udviklinger inden for emnet.

Litteraturstudier

I dette kapitel beskrives først og fremmest noget af den relaterede litteratur, der kan have forbindelse til arbejdet i nærværende projekt. Herunder undersøges relevante spørgsmål som: "hvordan opfører bilister sig normalt?" og "er der forskel på almindelig kørsel og undvigende manøvrer?"

Derudover beskrives de seneste års udvikling i trafikuheld og rapporteringsgrad. I dette afsnit fremgår det, at der er et forbedringspotentiale i forbindelse med dækning og registrering af uheld. Dette stiller derfor spørgsmålet ved den traditionelle udpegningsmetoder der er meget afhængig af et godt datagrundlag - et grundlag som imidlertid synes svagere og svagere. Derfor gennemgås den traditionelle metode ligeledes i dette kapitel. På grund af de problemer der synes at være med den traditionelle metode sammenholdes denne i øvrigt med den mere moderne metode, der arbejdes med i nærværende projekt.

Problemformulering

Dette kapitel er en kort opsummering af de tidligere kapitler og fører derfor frem til det initierende spørgsmål:

Er det på baggrund af floating car data muligt, at udpege risikolokaliteter?

Derudover beskrives den afgrænsning, det har været nødvendig at foretage i forbindelse med nærværende projekt.

Metodebeskrivelse

I dette kapitel beskrives projektets forskellige dele, samt projektets anvendte metoder.

Data

Dette kapitel beskriver det anvendte datagrundlag, der har været anvendt i forbindelse med nærværende projekt.

Dataanalyse

I dette kapitel beskrives de forskellige steps, som har været nødvendige at foretage for at udvælge relevante data, nærmere. Derudover er der i dette kapitel foretaget en makroskopisk sortpletudpegnings for hele Nordjylland med det formål at undersøge, hvorvidt metoden reelt kan komme med relevante resultater.

Sortpletudpegnings i Aalborg Kommune

I dette kapitel bliver en mere præcis og mere lokal sortpletanalyse lavet for Aalborg Kommune. Dette bliver gjort ud fra tre forskellige parametervariationer som bliver sammenlignet for at finde de bedste og mest realistiske kriterier der er nødvendigt for at benytte metoden til sortpletudpegnings.

Konklusion & Diskussion

I disse kapitler diskuteres og opsummeres rapportens resultater, samt perspektiverne og hindringerne, der kan være ved sortpletudpegnings via floating car data. Det har vist sig, at metoden ikke har været i stand til at lave en problemfri udpegnings, hvorfor der fortsat er et forbedringspotentiale. Dette ændrer dog ikke ved det faktum, at metoden faktisk har et stort potentiale.

Bilag

Der er til nærværende rapport ikke nogen bilags bag i rapporten. Der er til gengæld lavet en separat bilagsrapport. I denne bilagsrapport findes alle de dele der var nødvendige for at lave nærværende projekt, men som alligevel ikke var nødvendige at have med i rapporten. Dette betyder, at denne tilhørende rapport indeholder en analyse af forsøg med opbremsnings for at finde ud af, hvilket af disse kriterier, der giver det bedste grundlag for udpegnings ved anvendelse af GPS-data.

I denne bilagsrapport er ligeledes lokalitetsanalyser for samtlige af de lokaliteter der i sidste ende endte med at blive udpeget. Endeligt er en tilhørende bilags-CD med relevante og anvendte GIS-te-maer, excelark mv.

English summary

The following report is the result of the master thesis study of a 10th semester student on Aalborg University.

The main objective with this report has been to determine, whether it is possible to find risky locations using floating car data and thereby locate black spots.

The project is justified and relevant for several reasons. Among these is the fact that the traditional method of detecting black spots is by using accident reports as the basis of finding risky locations. Although this method might make sense, because the risky locations are where accidents occur, there are still some problems with this method. One problem is that it is based on historical data, meaning that accidents in fact has to appear for the method to find them. Another and at least as important issue is that these accident reports are being more and more neglected. There is still a great knowledge of traffic accidents fatalities and serious accidents. However the knowledge of minor accidents is becoming smaller and smaller due to a lower and lower degree of reporting. Statistics shows that we now only know about 10 percent of the occurring accidents. This is a great problem in using accident reports to find risky locations because it raises the question, whether we are finding the most serious conflicts and whether we are finding the locations that are indeed in need of improvements.

GPS and thereby the potential of tracking cars and using floating car data is becoming more common in all devices. This means that there is a great potential in using these data to explore driving behavior. Among these, acceleration and change in acceleration, jerk, can be measured and used to find risky locations. This can be done due to the assumptions, that the greatest jerks or the biggest clusters of jerks are happening where there are problems.

A study of some of the existing literature has shown that the most common reaction at conflicts is braking, which results in a momentarily increase of jerk.

The following study uses data from a previous study, called ITS Platform to develop and calibrate a method with parameters to use jerks to find risky locations.

This is done by selecting data that is happening on the roads, data that is happening at a minimum speed so that there is a potential risk in the situations. The data that is selected is also not occurring at bumps or other unstable surfaces that might result in great jerks. Left is therefore a set of data occurring places where there might be risks as a basis of the detections.

This dataset is afterwards further adjusted by selecting and using data in two different geographic scopes and with three different parameter variations. All these variations are six different tries of using the data to find black spots. The parameter variations that has been used are variations in the size of the jerks and the number of incidents that has to occur on each location to find risky locations. After the parameter variation each location has been investigated using tools such as satellite images and Google Street View to find a reason for the presence of the risks at each location.

Finally after this investigation it is concluded that the parameter variations used in this study did not exclusively find risky locations and it did also probably not find all locations where there might be risks.

There are several reasons for this. One reason could of cause be that using floating car data is not a good way of detecting these black spots. Another and probably a better reason is the fact that only a small dataset has been used in this study. The data that has been used is produced by tracking close to 390 cars for three months. That means that a great part of the road network has not been driven on in the dataset. In addition it is questionable, whether the cars over this period have been in enough serious conflicts for making a sufficient dataset. One of the criteria for finding a risky location was

that there had to be a certain number of detections in each location. If the dataset wasn't sufficiently large for enough occurrences at each location or the criteria to the size of jerks was too small due to the size of the dataset, then the real black spots might not have been detected.

This is probably what has happened in this study. That the used dataset was not extensive enough because even though the locations that were found in this study makes sense they are to a large extent not black spots. The study has however shown that the most important criteria in finding risky locations is the size of the jerk, which has to be rather large. Also the study did not show any indications that finding black spots using floating car data is impossible or unpractical. Because of that this method is still on the verge of getting its breakthrough.

Indholdsfortegnelse

1. Indledning	1
1.1. Problemanalyse	1
2. Litteraturstudier	3
2.1. Uheldsudvikling	3
2.2. Traditionel sortpletudpegning	6
2.2.1. Trin 1-2: Udarbejdelse af koordineret uheldsstatistik	6
2.2.2. Trin 3: Indledende sortpletudpegning	6
2.2.3. Trin 4: Detaljeret dataindsamling og uheldsanalyse	8
2.2.4. Trin 5: Udarbejdelse af alternativt forslag til forbedringer	8
2.2.5. Trin 6-7: Prioritering og udvælgelse af sortpletprojekter	8
2.2.6. Trin 8: Gennemførelse af tiltag	9
2.2.7. Trin 9: Effektstudie af sortpletlokaliteterne	9
2.3. Traditionelt sortpletsarbejdes mangler	10
2.3.1. Sortpletudpegning ved brug af floating car data	11
2.3.2. Traditionelle udpegningsmetoder versus udpegning af sorte pletter ved brug af floating car data	11
2.4. Adfærdsstudier	13
2.4.1. Konfliktstudier	13
2.4.2. Acceleration og deceleration	16
2.5. Lignende studier	19
2.5.1. Martin Splid Svendsen - Udpegning af potentielle sorte pletter via floating car data	19
2.5.2. Christer Hydén - The development of a method for traffic safety evaluation: The Swedish Traffic Conflicts Technique	20
2.5.3. Magnus Nygård - A Method for Analysing Traffic Safety with Help of Speed Profiles	20
2.5.4. Risto Kulmala, Juha Louma & Magnus Nygård - Impact of RDS-TMC receiver use on speed and other driver behavior	20
2.6. Opsummering	21
3. Problemformulering	23
3.1. Afgrænsning	23
4. Metodebeskrivelse	25
4.1. Projektets faser	25
4.2. Projektets metoder	25
5. Data	29
5.1. Baggrund	29
5.2. Præsentation af data	29
5.3. Overordnede hovedtal	31
6. Dataanalyse	33
6.1. Skalering til tre måneder	33
6.2. Frasortering af små værdier for ryk	33
6.3. Beskæring af data til Nordjylland	34
6.4. Fjernelse af data højhastighedsstrækninger og data registreret ved lave hastigheder	34
6.5. Afgrænsning til punkter på vejnettet	35
6.6. Fjernelse af punkter ved bump	36

6.7. Resultat af sorteringerne	36
6.8. Hovedtal efter beskæring	38
6.9. Delkonklusion	39
6.10. Yderligere beskæring af data	39
6.10.1. Scenarie 1	39
6.10.2. Scenarie 2	40
6.10.3. Scenarie 3	42
6.11. Delkonklusion	44
7. Sortpletudpegning i Aalborg Kommune	45
7.1. Gennemgang af lokaliteter	48
7.1.1. Hjørringvej/Forbindelsesvejen/Sundholmen	48
7.1.2. Limfjordsbroen/Østerbrogade/Vesterbrogade	49
7.2. Delkonklusion	49
7.3. Sortpletudpegning med parametervariation	50
7.3.1. Lempelse af krav til ryk med skærpelse af krav til antal detekteringer pr. lokalitet	50
7.3.2. Lempelse af krav til antal detekteringer pr. lokalitet med skærpelse af krav til ryk	51
7.3.3. Sammenligning af parametervariationen	51
7.4. Gennemgang af udpegningerne	53
7.4.1. Opsummering af "Gennemgang af udpegede lokaliteter med ryk mindre end -15m/s^3 og mindst 4 hændelser pr. lokalitet"	53
7.4.2. Opsummering af "Gennemgang af udpegede lokaliteter med ryk svagere end -5m/s^3 og mindst 5 hændelser pr. lokalitet"	53
7.4.3. Opsummering af "Gennemgang af udpegede lokaliteter med ryk svagere end -25m/s^3 og mindst 2 hændelser pr. lokalitet"	53
7.4.4. Samlet vurdering	54
8. Diskussion	55
9. Konklusion	57
10. Litteraturliste	59

1. Indledning

1.1. Problemanalyse

Der har i mange år været fokus på trafiksikkerhed. Dette fokus på trafiksikkerhed har så vidt vides altid været til stede, i hvert fald siden Rådet for Sikker Trafiks dannelse tilbage i 1934. Men fokuset er gradvist blevet skærpet. (Trafik, 2015)

Det er dog først i nyere tid at meget ambitiøse målsætninger blev sat. Eksempelvis med Færdselskommissionens handlingsplan ”Hver ulykke er én for meget”, løbende fra 2001 til 2012, Med denne handlingsplan var målet således, at opnå en reduktion i dræbte og kvæstede på 40 % i 2012, relativt i forhold til basisåret 1998. Dette betød højst 200 trafikdræbte i 2012. (Trafik, 2015) Målsætningen var oprindeligt på 300 trafikdræbte i 2012, men da udviklingen gik over forventning blev målet yderligere skærpet.

Tendensen er en udvikling, der er på rette vej. Således har målet været nået, omend tallet er steget en smule igen. Der er dog tegn på en klar positiv udvikling – på trods af den udvikling der er sket med trafikarbejdet i selvsamme periode.

Med denne udvikling er der altså tegn på en positiv udvikling i sikkerhedsarbejdet. På trods af dette er fokus fra nyheder større end det nogensinde har været. Således bragte TV2 eksempelvis en artikel i slutningen af Januar 2015, der beskriver, at der hver anden dag er en trafikdræbt på de danske veje. Artiklen beskriver den positive udvikling, men transportminister Magnus Heunicke (S) er endnu ikke tilfreds og kræver fortsatte forbedringer i trafiksikkerhedsarbejdet. (Ritzau, 2015)

En del af udviklingen kan forklares ved det kommunale trafiksikkerhedsarbejde. Med til udviklingen hører dog ligeledes en konstant udvikling i politikker, ny teknologi mv. Således bragte Ingeniøren eksempelvis i 2010 en artikel, hvori Københavns Miljø- og Trafikborgmester foreslog en reduktion af byens hastighedsgrænser til i fremtiden at være på 40 km/t. I denne påpegede trafikforsker Harry Lahrman, at en lavere hastighedsgrænse vil resultere i færre uheld på et makroskopisk niveau, hvorfor der på nationalt plan vil kunne forventes færre dræbte, hvorimod det, som Lahrman uddyber, ikke nødvendigvis kan forventes at gøre nogen målbar forskel på et mindre område, som i dette tilfælde København, grundet det i forvejen lave tal skal holdes op imod de usikkerheder der kan være med. (Østergaard, 2010)



Der kan dog være et trafiksikkerhedsmæssigt potentiale i at sænke hastighedsgrænserne for på den måde at hindre ulykker, eller begrænse alvorligheden af eventuelle uheld. Denne idé med sænkning af hastighedsgrænserne er imidlertid ikke populær blandt alle bilister og vil desuden resultere i en dårligere fremkommelighed og mere tid på vejene generelt.

Der er ikke desto mindre tegn på, at denne hastighedsdæmpning vil blive en realitet i fremtiden. Justitsministeriet undersøger netop nu muligheden for, at kommunerne i højere grad kan sænke farten på deres veje uden politiets indblanding – noget der ifølge trafikingeniør Anne Eriksson skal bruges fremadrettet, da det øger sikkerheden og trygheden markant. (ROTHENBORG, 2015)

Udover alle de politiske tiltag og regelændringer der kommer for at øge trafiksikkerheden, er der ligeledes en stor udvikling i den teknologiske del. Af bilagsrapporten fremgår eksempelvis nogle af de nyskabelser, der i den seneste tid er kommet i bilerne og der er endnu mere på vej. I fremtiden vil teknologien formegentlig være medvirkende til at fjerne mange af disse uheld og ikke mindst mindske alvorligheden af, uheld der alligevel vil forekomme.

I mange år har især kommuner udpeget og ombygget sorte pletter for derved så effektivt som muligt, at hindre uheld i at ske igen på grund af de faktorer, der har gjort sig gældende ved de sorte pletter. Der vil derfor i fremtiden efter disse ombygninger antageligvis være færre uheld, grundet sikrere eller mere overskuelige fysiske forhold.

Den nuværende metoden til udpegning af sorte pletter sker på baggrund af historiske data, hvorfor der skal være forekommet uheld for at der kan gøres noget ved de farlige steder, der fortsat findes. Et problem i forbindelse med anvendelse af uheldsdata er i øvrigt, at dataene bliver mere og mere ufuldstændige, da rapporteringsgraden, det såkaldte mørketal, bliver dårligere. Benyttelse af uheldsdata er derfor ikke videre hensigtsmæssigt og er i bedste fald gammeldags, især baseret på alle de teknologier og alle de data, der er fremstillet i løbet af det seneste årti.

Især den store datamængde, der bliver registreret af alle mulige apparater, bør give anledning til bedre udpegningsmetoder af de trafikfarlige lokaliteter, da der med bigdata vides meget mere end blot uheldsforekomster. Der bør derfor være mulighed for på en eller anden måde, at kunne bruge disse data til at finde usikre lokaliteter og udbedre disse, før der ophober sig tilstrækkeligt med uheld til at lokaliteterne alligevel vil blive udpeget. Dette leder derfor frem til spørgsmålet, hvorvidt det er muligt at benytte nogle af disse data til at finde risikolokaliteter og derved se bort fra de gammeldags uheldsdata, der i øvrigt bliver mere og mere unøjagtige.

2. Litteraturstudier

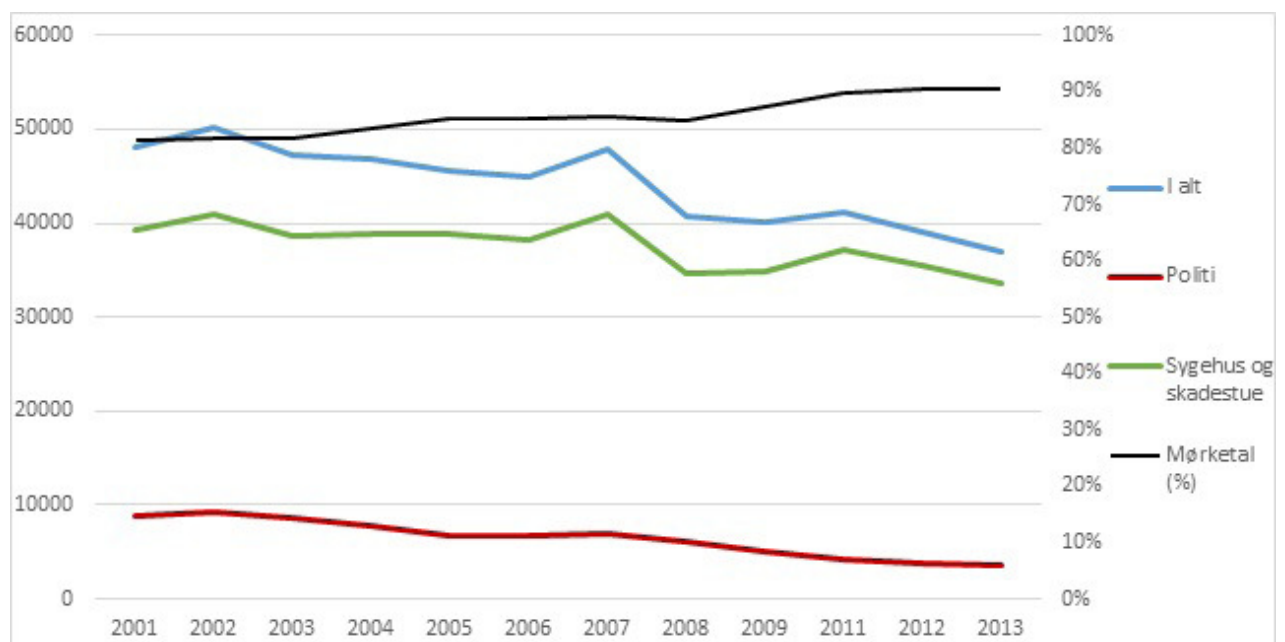
2.1. Uheldsudvikling

Det ser bedre og bedre ud i forhold til antallet af registrerede trafikuheld i Danmark, hvilket må betyde, at det arbejde der bliver lavet i forhold til trafiksikkerhed må gavne. Det er i hvert fald én udlægning af det. En anden grund til, at det ser ud til at gå så godt, kan ligeledes skyldes en lavere registreringsandel af de faktiske uheld. Er denne del årsagen til, at trafikuheld fremgår med en meget positiv udvikling, kan der være et endnu større incitament til at overveje alternative metoder til udpegning af uheld – metoder som vil være mere driftsikre.

Af denne grund er et relevant mål for, hvordan det reelle uheldsbillede ser ud, det såkaldte mørketal, der beskriver sammenhængen mellem de registrerede uheld og de faktiske uheldsforekomster.

Det er politiets opgave at registrere uheld i Danmark og tilføje disse til databasen over uheld, der i øvrigt benyttes til blandt andet sortpletudpegning.

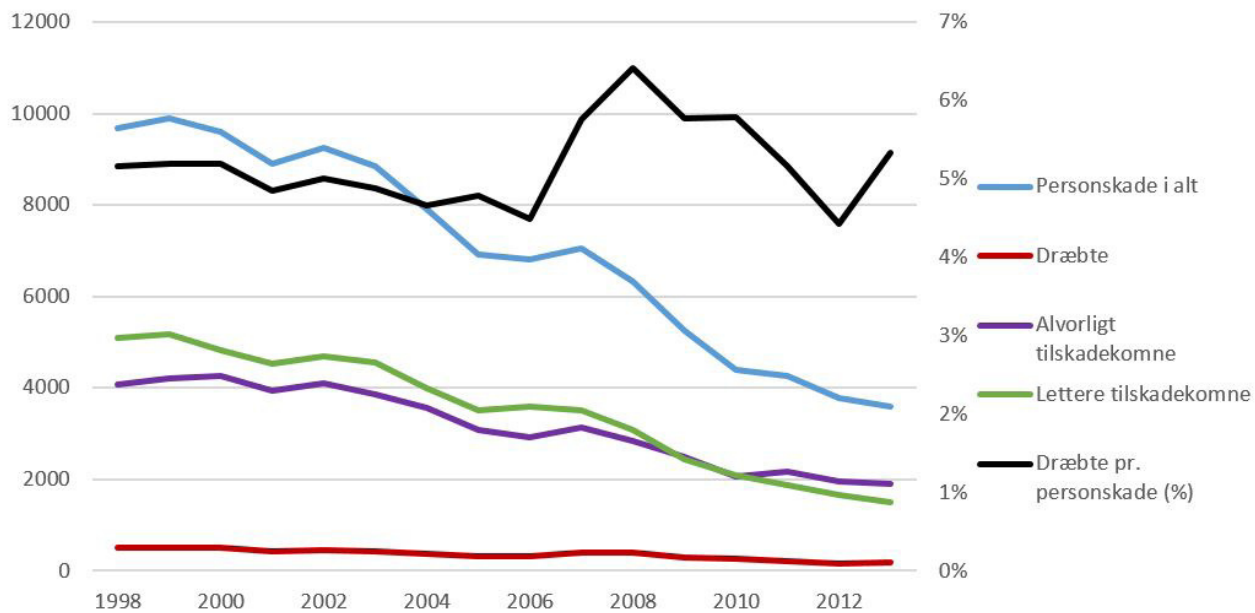
Udtræk fra Danmarks statistik viser jf Figur 2.1 en tendens i, at der rent faktisk er et fald i antallet af uheld. Figuren viser udviklingen i antallet af registrerede uheld på nationalt plan på baggrund af data fra politiet (rød markering), samt på baggrund af både skadestue- (grøn markering) og sygehusdata (lilla markering).



Figur 2.1: Personskadeuheldsregistreringer vist på venstre akse og mørketal vist på højre akse (Statistik, 2015)

Figuren viser dog ligeledes, at kun en meget lille del af samtlige registrerede uheld bliver registreret af politiet. Hvorfor dette er tilfældet, kan der være flere grunde til, herunder en reduceret økonomi, flere arbejdsopgaver eller andet. Det vigtige er imidlertid, at tendensen viser en klar opadgående udvikling i mørketal (sort markering). Figuren viser, at politiet i 2013 kun registrerede cirka 10 % af samtlige uheld, mens de bare 10 år tidligere registrerede op imod cirka 20 % af samtlige registrerede uheld. Tendensen er derfor en svagt aftagende uheldsmængde fra år til år, set over en længere periode, men politidata viser ikke blot tendens til et væsentligt kraftigere fald i uheldstal, det viser i øvrigt også et forkert billede i forholdet til det totale uheldstal, der rent faktisk sker, hvorfor politidata kunne antyde, at der stort set ikke længere sker uheld, hvorfor trafiksikkerhedsarbejdet virker til at have båret frugt i højere grad end det reelle billede og principielt snart vil kunne undværes til fordel for andet arbejde.

Det samlede uheldsbillede viser en ting, men en anden er udviklingen af uheldsfordelingerne. Hvis alvorlighedsgraderne bliver forbedret, uheld bliver mindre alvorlige vil der være en positiv i uheldene på trods af en mere moderat udvikling i uheldsantal. Figur 2.2 viser udviklingen i skadestyperne.



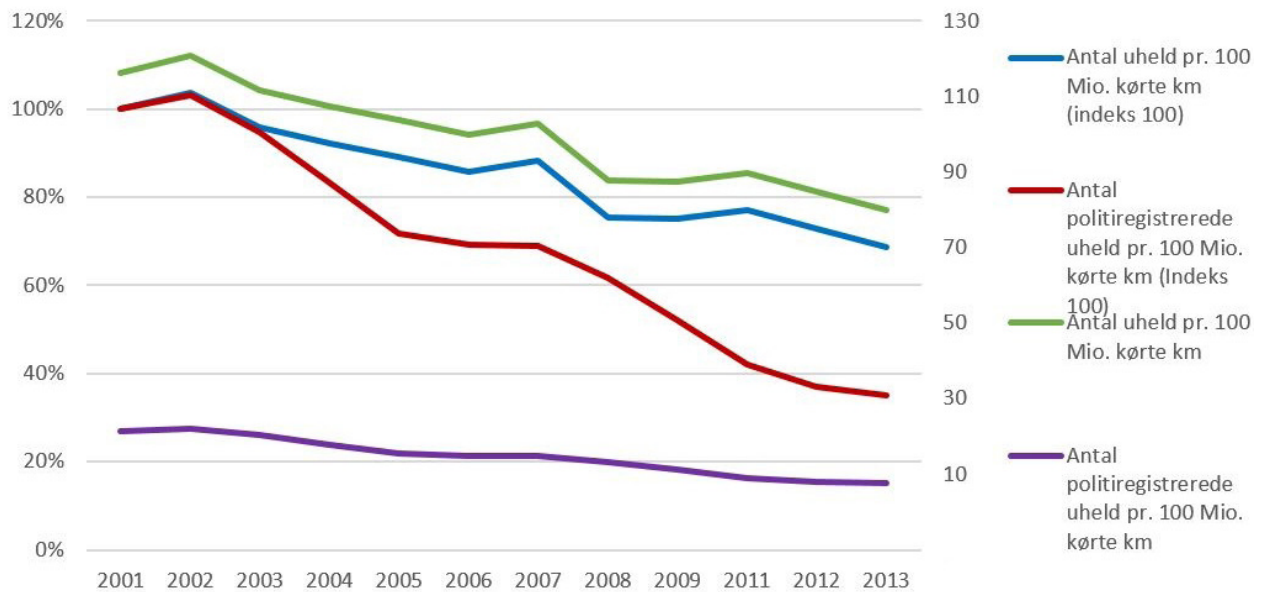
Figur 2.2: Registrerede skadestyper på landsplan (Statistik, 2015)

Der ses en tydelig tendens til et lavere antal personskader i alt, ligesom tendensen også er faldende for såvel lettere som alvorligt tilskadekomne. Det bemærkes imidlertid, at der fra omkring 2010 er registreret flere alvorligt tilskadekomne end lettere tilskadekomne, hvilket ikke umiddelbart hænger sammen med ideen der fremgår af Figur 2.6. Denne viser, at der kan forventes et større antal tilfælde ved en nedadgående alvorlighed. Hvorfor dette derfor er muligt vides ikke med sikkerhed, men skiftet kommer først umiddelbart efter det største væsentlige fald i registreringer (fra 2007 til 2010), hvorfor skiftet ikke umiddelbart bør kunne tilskrives den manglende rapportering. Skiftet kan dog tyde på en ændret registreringspolitik.

Figuren viser ligeledes udviklingen i forholdet mellem dræbte og personskader i alt. Tendensen her synes stillestående, hvorfor der ikke umiddelbart er tegn på en positiv udvikling i andelen af uheld med døden til følge, hvorfor det på den vis ikke nødvendigvis er blevet sikrere at færdes i trafikken. Det skal imidlertid bemærkes, at det totale antal af dødsfald i trafikken er gået ned i nogenlunde samme grad som antallet af personskader i alt.

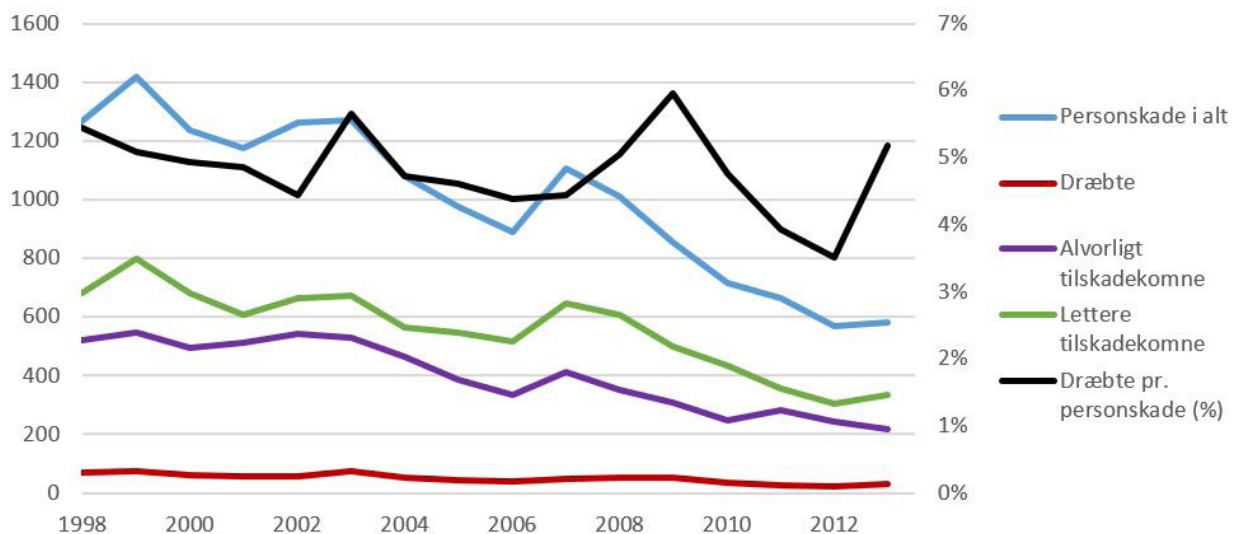
Det samlede transportarbejde er stødt stigende. Figur 2.3 viser udviklingen i antal uheld pr. kørte kilometre og udviklingen i politiregistrerede uheld pr. kørte kilometre.

Tendensen er faldende i begge registreringstyper, med cirka en halvvering i forhold til politiregistrerede uheld. Dette skyldes imidlertid det højere mørketal, der vil fremgå ved at opholde de to kurver mod hinanden. Det positive er imidlertid en reduktion i antallet af registrerede uheld.



Figur 2.3: Sammenhæng mellem vognbanekilometre og antallet af registrerede uheld (Statistik, 2015)

Nærværende projekt tager udgangspunkt i et studie af data, registreret i Nordjylland. Det er ligeledes i dette område en sortpletudpegning vil være med til at validere den i projektet udviklede udpegningsmetode. Derfor vil en relevant faktor være at bemærke den hidtidige uheldsudvikling i Nordjylland. Denne vises på Figur 2.4.



Figur 2.4: Registrerede skadestyper i Nordjylland (Statistik, 2015)

Udviklingen i Nordjylland er meget tilsvarende den generelle udvikling, med en tendenserende af-tagende udvikling i alle kategorier, men med stort set ingen udvikling i andelen af dræbte.

Figurene viser en generelt positiv udvikling i alle kategorier ud over en mere svigtende politiregistrering og derfor et stigende mørketal, men der er tegn på reduktioner i alle skadeskategorier på nationalt plan såvel som i Nordjylland. Der er imidlertid det forbehold, at selvom uheldsudviklingen tilsyneladende går i en positiv retning, så går det bestemt ikke i en positiv retning med mørketallet, der er stigende. Dette betyder, at registreringsgraden på trafikuheld bliver dårligere, hvorfor grundlaget for traditionel uheldsbaseret sortpletudpegning ligeledes bliver dårligere.

2.2. Traditionel sortpletudpegning

Som grundlag for at forstå hvordan nærværende projekt adskiller sig fra normal sortpletudpegning skal traditionel sortpletudpegning først forstås. Det følgende afsnit vil derfor beskrive de forskellige steps der indgår i normal praksis. Følgende afsnit er skrevet ud fra (J. C. O. Madsen, 2005)

En sort plet er en særlig uheldsbelastet lokalitet. Det betyder, at det er et kryds eller en vejstrækning, hvor uheldsforekomsten er væsentligt højere end hvad der normalt ville kunne forventes for den givne lokalitetstype. Den forhøjede uheldsforekomst kan derved ikke blot henføres til tilfældig variation (regressionseffekt).

Hvert år gennemtjekkes det danske statsvejnet for sorte pletter, hvilket sker via en systematisk gennemgang af særligt uheldsbelastede lokaliteter. Denne gennemgang af tidligere uheld på veje og i kryds medvirker derfor til udpegning af sorte pletter, hvortil der derefter kan laves forbedringer eller udbedringer der vil være til gavn for trafiksikkerheden, da forbedringerne har til formål at hindre uheld på den givne lokalitet i fremtiden. Af trafiksikkerhedsmæssige tiltag anvendes ofte redskaber der kan være medvirkende til at sørge for en lavere gennemkørselshastighed eller en bedre adskillelse af trafikken.

Hertil er redskaber som etablering af heller, højre- eller venstresvingsbaner, forbedring af kurver, signalregulering af konventionelle kryds eller anlæg af rundkørsler eller anlæg af bump. Der er adskillige flere redskaber der kan bruges og det er op til den enkelte vejbestyrer (ofte de enkelte kommuner) at beslutte, hvordan de ønsker at administrere de trafiksikkerhedsmæssige aspekter af vejnettet. Der er dog guides til normal brug af trafiksikkerhedsfremmende foranstaltninger, eksempelvis (E. B. Madsen, 2014).

Sortpletudpegning foregår ofte over en proces bestående af 9 trin. Denne proces har i øvrigt været anvendt praksis siden starten af 1970'erne. De 9 trin er som følger.

2.2.1. Trin 1-2: Udarbejdelse af koordineret uheldsstatistik

I de indledende trin indsamles relevante vej- og trafikmæssige data, samt uheldsdata for det givne vejnet. Formålet med dette er at fastlægge den forventede uheldsforekomst, dvs. at der laves en forventning om hvor mange uheld der kan forventes på det givne vejnet. Formålet med disse trin er således, at danne en database med tilstrækkelige data til at kunne screene vejnettet og tage stilling til lokaliteternes tilstand.

2.2.2. Trin 3: Indledende sortpletudpegning

I dette trin udpeges de lokaliteter, der indeholder særlige lokale risikomomenter som kan være skjulte for trafikanten. Denne udpegning primært på baggrund af forskelle i faktiske uheldsforekomster og forventede uheldsforekomster.

Fælles for samtlige af de traditionelle udpegningsmetoder er altså, at de forudsætter et vist kendskab til uheldsforekomster for at metoderne virker. Dette er imidlertid problematisk med et stigende mørketal, hvorfor kendskabet til det reelle uheldsbillede bliver dårligere og dårligere.

I Danmark er de to mest anvendte metoder til udpegning af sorte pletter Modelmetoden og Tætheds- frekvensmetoden. Der er imidlertid andre metoder til udpegning der ligeledes kan benyttes, herunder kvadratnetsmetoden, tæthedsmetoden og frekvensmetoden.

Anvendelse af modelmetoden indbefatter, som navnet angiver, opstilling af en model for vejnettet. Denne model indeholder de forventede uheldsforekomster og er dannet på baggrund af analyse af en

lang række forskellige vej og krydstyper. Ved anvendelse af modellen muliggøres en nærmere vurdering af de faktiske uheldsforekomster i forhold til forventede uheldsforekomster. Modelmetoden er den mest præcise af de traditionelle metoder til udpegning af sorte pletter, men er ligeledes, grundet metodens kompleksitet sammenholdt med den generelt dårlige datakvalitet på kommuneniveau primært anvendt på statsvejnettet og i særdeleshed sjældent i byområder.

Kvadratnetsmetoden fastlægger hvor uheldsbelastede små områder er ved at inddele det givne område i mindre delområder for derved at beregne uheldsmængder pr. areal. Denne metode kan give et hurtigt skøn over, hvor der er største problemer på det givne område, men da der hverken tages højde for trafikmængder eller noget andet er metode ikke særlig præcis, dog god til en screening.

Uheldstæthedsmetoden UHT beskriver den tidsmæssige hyppighed af trafikuheld i et givent kryds eller på en given strækning. Metoden anvender følgende formler til beregning af uheldstætheder:

For strækninger: (Antal uheld pr. år pr. km.)

$$UHT = \frac{\text{Antal_uheld}}{\text{vejstrækning} \cdot \text{Antal_år}}$$

For kryds: (Antal uheld pr. år i krydset)

$$UHT = \frac{\text{Antal_uheld}}{\text{Antal_år}}$$

Tærhedsmetoden anvendes for at give det simpleste billede af potentielle sortpletlokaliteter og tager derfor ikke højde for trafikmængder. Metoden har derfor en tendens til at udpege lokaliteter med store trafikmængder, da det oftest er her der sker uheld, grundet det store trafikarbejde.

Lokaliteter hvor der sker adskillige uheld, men hvor trafikarbejdet er væsentligt mindre udpeges ikke nødvendigvis ved uheldstæthedsmetoden. Derfor kan uheldsfrekvensmetoden i stedet benyttes.

Denne udtrykker antallet af uheld på vejstrækninger eller i kryds i forhold til trafikmængderne og skelner derfor mellem lokaliteter hvor der er megen trafik og lokaliteter hvor der er mindre trafik. Hvis en uheldsfrekvens for en lokalitet er høj kan dette derfor skyldes to ting; Enten sker der mange uheld på lokaliteten, ellers er lokaliteten mindre trafikbelastet, hvorfor udbedringer ikke nødvendigvis vil betyde det store. Uheldsfrekvensen udregnes ved hjælp af følgende formler:

For strækninger: (antal uheld pr. mio. kørte km.)

$$UHF = \frac{\text{Antal_uheld}}{\text{Trafikarbejde_}(Vognabankilometre)} \cdot 10^6$$

For kryds: (Antal uheld pr. mio. indkørende køretøjer i krydset)

$$UHF = \frac{\text{Antal_uheld}}{\text{Antal_indkørende_køretøjer}} \cdot 10^6$$

Frekvensmetoden har en tendens til at udpege lokaliteter hvor der ikke sker en væsentlig mængde

uheld, men hvor trafikarbejdet til gengæld er lavt. Hver af de to sidsnævnte metoder har derfor hver deres svagheder, hvorfor hver af disse muligvis vil udpege forkerte lokaliteter. Af denne grund kombineres disse metoder derfor ofte, hvorved tætheds- frekvensmetoden opstår. Denne metode er således en kombination af de to forrige metoder og bruges ved indledningsvist at udpege lokaliteter efter uheldstætheden, således at lokaliteter hvor der sker mere end et par uheld (typisk omkring fire uheld) udpeges, hvorefter disse lokaliteter opstilles og rangeres efter uheldsfrekvenser. På denne måde udpeges lokaliteter med større uheldsforekomster, samtidig med at lokaliteterne rangeres efter trafikarbejdet – der i højere grad er med til at give et udtryk for, hvorvidt der er tale om særlige risikolokaliteter.

2.2.3. Trin 4: Detaljeret dataindsamling og uheldsanalyse

Efter at de potentielle sorte pletter er fundet, indledes den mere detaljerede dataindsamling. Det skal nemlig fastslås, hvorvidt de registrerede uheld skyldes særlige lokale risikomomenter, eller om der er tale om tilfældigheder i form af sprit eller andre årsager der ikke nødvendigvis har med udformninger af lokaliteterne at gøre og derfor ikke umiddelbart kan udbedres. De i trin 1 fundne data suppleres derfor med meer detaljerede data i form af bla. uheldsrapporter og detaljerede data om de givne lokaliteters udformning. Ved hjælp af disse data er det derved muligt at lave kollisionsdiagrammer, hvorved eventuelle problematikker overskueliggøres. Besigtigelser af lokaliteterne sker ligeledes i dette trin. Dette skyldes, at årsagerne til uheldene skal findes, hvilket ofte lettest gøres ved at tage ud til lokaliteterne. Hvis der ikke findes nogen særlige risikomomenter som årsager til uheldsforekomsterne forkastes lokaliteterne og der arbejdes videre med de lokaliteter hvor der er udbedringspotentiale.

2.2.4. Trin 5: Udarbejdelse af alternativt forslag til forbedringer

Når først der er konstateret årsager til uheldsforekomsterne skal der udarbejdes forslag der efterfølgende vil være medvirkende til at forhindre uheld i fremtiden.

2.2.5. Trin 6-7: Prioritering og udvælgelse af sortpletprojekter

Vejbestyrelserne har ikke ubegrænsede projekter og kan af denne grund ikke udbedre samtlige lokaliteter der bliver udpeget. Af denne grund er der behov for en prioritering af lokaliteterne og forbedringerne for på den måde at kunne udvælge de mest effektive eller mindst omkostningstunge projekter og derved hindre flest mulige fremtidige uheld med et begrænset budget.

Til udvælgelse af de trafiksikkerhedsmæssigt eller økonomisk bedste projekter arbejdes ofte med to forskellige rangeringsmetoder; Førsteårsforrentningsmetoden og Cost Effectiveness metoden.

Førsteårsforrentning udregnes på baggrund af en vurdering af, hvilke uheld det givne tiltag vil kunne hindre på den givne lokalitet. De sparede uheldsomkostninger opholdes derefter mod tiltagets anlægspris for derved at finde nettobesparelsen under forudsætning af, at uheldsforekomster reduceres allerede første år. Til denne metode benyttes følgende formel:

$$\frac{\text{Sparede_materialeskadeuheld} \cdot \text{pris} + \text{Sparede_personskadeuheld} \cdot \text{pris}}{\text{betragtningsperioden} \text{ (antal _ år)}} = \text{besparing / år}$$

$$\frac{\text{besparing / år}}{\text{anlægspris}} = \text{førsteårsforrentning}$$

Denne rangering giver et umiddelbart billede af de enkelte tiltags effektivitet, hvorved udvælgelse af de mest effektive tiltag overskueliggøres. Der er imidlertid de problemer med metoden, at kommunens nettobesparelse ikke findes ved benyttelse af denne rangeringsmetode. Af denne grund kan det

være problematisk at overbevise beslutningstagere om at finansiere tiltaget, da der ikke nødvendigvis genereres et overskud på bundlinjen på trods af en effektivitet der muligvis er på over 100 %. Dette skyldes, at besparelserne ved en reduktion af uheld ikke direkte indgår i en kommunes økonomi.

Derfor kan en rangering ved hjælp af Cost Effectivness i visse tilfælde være bedre. Dette skyldes, at denne metode tager udgangspunkt i kommunens direkte udgifter i forbindelse med uhedsreduktion af et givent tiltag.

Cost Effectiveness bruges til at give en vurdering af, hvor mange af uheldene givne forbedringsforslag vil have en effekt på. Den forventet sparede uheldsmængde findes ved at multiplicere antallet af påvirkede uheld med tiltagets effekt for på den måde at finde frem til antallet af sparede uheld. Dette opholdes imod anlægskostningerne ved følgende formel:

$$CE = \frac{\text{Anlægsomkostninger}}{\text{Sparede_uheld}}$$

En sammeligning af flere forskellige tiltag vil ved brug af denne metode synliggøre hvilke tiltag der er mest effektiv ved at tydeliggøre, hvilket tiltag der økonomisk billigst sparer et uheld. Denne metode medfører derfor et enkelt beslutningsgrundlag for beslutningstagere, da de direkte kan se, hvor meget en reduktion af et uheld vil koste ved de enkelte tiltag.

2.2.6. Trin 8: Gennemførelse af tiltag

I dette trin implementeres og gennemføres de projekter der blev valgt i det forrige trin.

2.2.7. Trin 9: Effektstudie af sortpletlokaliteterne

Dette trin er principielt et af de vigtigste trin, da det er med til at danne et grundlag for fremtidige sortpletudpegninger og effektanalyser.

For at sikre, at projektet havde den ventede effekt, gennemføres et effektstudie af de enkelte projekter der er blevet udført i det forrige trin. Dette gøres ofte et par år efter implementeringen. Formålet hermed er således at undersøge tiltagets reelle effekt, altså om uhedsforekomsten blev reduceret i samme grad som det var forventet af tiltaget, eller om effekten var højere eller lavere.

Dette trin er imidlertid ofte overset af de fleste vejbestyrer, da der ofte ikke bliver fulgt op på færdige projekter. Dette kan ofte henføres til de begrænsede ressourcer der er til stede. En anden problematik som fremstår ved opfølgningen er regressionseffektens forekomst. Uheld er nemlig ofte tilfældige hændelser, hvorfor disse ikke kan forudsiges præcist, ligesom de ikke forekommer med et jævnt interval. Dette er i øvrigt en af grundene til at højresvingsulykker med cyklister af og til er meget fremme i medierne, da der af og til forekommer clusters af disse uheld. Dette er ofte ligeledes medvirkende til at de udpegede lokaliteter udpeges som sorte pletter, da der pludselig forekommer en række uheld på lokaliteter der ikke nødvendigvis har været uhedsbelastet i samme grad i årene forinden.

Der kan imidlertid delvis tages højde for regressionseffekten, hvorved der kan gives et skøn for uheldenes effektivitet.

Regressionseffekten kan beskrives som den naturlige variation i uhedsforekomsten, da der ikke er en decideret sammenhæng mellem uhedsforekomst fra år til år. Undersøgelser har vist, at korrigerende for regressionseffekt kan gøres så simpelt som blot at reducere før uheld med 20-30% i effektundersøgelsen. (Hels, Lyckegaard, & Pilegaard, 2011)

2.3. Traditionelt sortpletsarbejdes mangler

Sortpletarbejde fik sin begyndelse for mere end 40 år siden og har siden da været en meget anvendt metode til trafiksikkerhedsarbejde i landets vejbestyrelser. Dette skyldes, at bekæmpelse af stedbundne sorte pletter anses som værende en af de mest effektive måde at reducere antallet af uheld på.

Sortpletarbejde er kort sagt bekæmpning af uheld ved at finde og udbedre de lokaliteter hvor der over en årrække kontinuært er sket flest uheld. Dette arbejde er ofte en kommunal opgave, da kommuneveje er den overvejende del af landets veje.

Arbejdesmetoden går ud på, at der laves analyser af uheld og deres placeringer ud fra politiregistrerede uheld, hvorved de lokaliteter med flest uheld findes og udvælges. Herefter overgår arbejdet i de mindre kommuner til en rådgivende virksomheder der analyserer uheldene og på baggrund af dette, udarbejder et katalog med udbedringsmetoder med tilhørende pris og forventede uheldsbesparselser. Herved får kommunen en liste at vælge ud fra og kan derved vælge at fokusere deres ressourcer mellem de lokaliteter de mener der skal prioriteres højest.

Der er imidlertid visse problemstillinger relateret til denne arbejdsmetode – problemstillinger som Michael Sørensen i sit paper (Sørensen & Pedersen, 2007) identificerer som:

- De nuværende metoder til udpegning af sorte pletter hviler på et næsten 50 år gammelt uheldsteoretisk grundlag, og ved udpegning af sorte pletter på det kommunale vejnet inddrages hverken betydningen af den generelle vejudformning eller uheldenes tilfældige variation, og i nogle tilfælde inddrages heller ikke trafikmængdens betydning (Sørensen & Pedersen, 2007)
- Der har på både nationalt og internationalt niveau været begrænset fokus på udvikling af nye metoder til sortpletanalyse, og der findes således ikke nye, velbeskrevne og tilfredsstillende metoder til analyse af uheldsdata, herunder identifikation af uhelds- og skadesfaktorer (Sørensen & Pedersen, 2007). Et andet væsentligt problem ved de benyttede analysemetoder er, at de ikke giver grundlag for at foretage en kvalificeret og systematisk vurdering af, hvorvidt de udpegede lokaliteter er sande sorte pletter eller ej. (Sørensen & Pedersen, 2007)
- Efter mange års brug af sortpletmetoden er de værste sorte pletter blevet udbedret samtidig med, at indførelsen af trafiksikkerhedsrevision formentlig vil betyde, at der ikke længere bygges markante nye sorte pletter. Det traditionelle sortpletarbejdes potentiale er derfor begrænset. (Sørensen & Pedersen, 2007)
- Sortpletarbejdets fokus har primært været rettet mod at begrænse antallet af uheld frem for at begrænse deres alvorlighed, og der har således i en årrække været en uoverensstemmelse mellem strategien om at koncentrere indsatsen om de alvorligste uheld og den normalt benyttede sortpletmetode, hvor der udpeges på baggrund af alle uheld. (Sørensen & Pedersen, 2007)
- En anden svaghed med hensyn til sortpletarbejdet er, at dette arbejde er baseret på uheld – og for det meste kun på baggrund af politiregistrerede uheld. Samtidig er det kendt, at politiet ikke får registreret alle uheld. Politiets dækningsgrad for kommunerne er meget forskellige, men i gennemsnit ligger politiregistreringen på ca. 18 % af uheldene. Selvom der er større fokus på skadestuedataene ændrer dette ikke på, at sortpletarbejdet stadig er baseret på tilbagescuende uheldsdata. (Sørensen & Pedersen, 2007) Politiregistreringsgraden er i øvrigt siden faldet yderligere til cirka 10 %.

Med alle disse problematikker er der behov for supplerende metoder til udpegning af sorte pletter i fremtiden. Det er især det tredje punkt med et reduceret potentiale der kan lægge op til en diskussion: Spørgsmålet om, hvorvidt de mest kritiske lokaliteter fanges ved en reduktion af antallet af uheld. Dette skyldes især problematikken i forhold til et stigende mørkelat, samt at en reduktion i antallet af uheld, der skal til for at definitionen på en sort plet i fremtiden forekommer, vil betyde, at mange flere lokaliteter vil blive udpeget – herunder lokaliteter hvor der i virkeligheden i højere grad har været tale om uheldige situationer frem for at selve lokaliteten har været farlig. Hvis dette stadie først nås, vil antallet af sorte pletter stige markant, hvorfor der sandsynligvis skal bruges langt flere ressourcer på at udbedre alle disse, da en prioritering mellem mange lokaliteter kan blive vanskelig, da mange antageligt vil have nogenlunde samme forudsætninger i forhold til forbedringspotentiale og forventet pris. Derfor vil udvikling af en mere nuanceret metode med flere data, der endda kan virke uden uheldsforekomster være et bedre alternativ end den nuværende med dertilhørende mangler.

2.3.1. Sortpletudpegning ved brug af floating car data

Sortpletudpegning ved brug af floating car data laves ved tracking og behandling af af GPS-data for en række køretøjer på et givent vejnet over en given periode. Ved at tracke og logge bilisters kørsel på vejnettet, fås et datasæt, der kan indeholde forskellige attributter som eksempelvis hastigheder, accelerationer og ryk. Ryk regnes som m/s^3 og er altså ændring i acceleration (da/dt). Rykket giver en indikator for kørslen på vejnettet, hvor store (negative) værdier for ryk indikerer pludselige opbremsninger. Ryk kan derfor indikere særlige problemer med lokaliteter, da der på de lokaliteter hvor der er mange kraftige ryk, kan være særlige risikoforhold til grund for denne bremsende handling.

Registrering og behandling af disse data kan derfor resultere i et kort med potentielle risikolokaliteter.

2.3.2. Traditionelle udpegningsmetoder versus udpegning af sorte pletter ved brug af floating car data

Nærværende projekt tager udgangspunkt i alternativer til den traditionelle sortpletudpegning. Dette bliver gjort ud fra GPS-tracking af en bilpark.

Denne metode har til hensigt at erstatte traditionel sortpletudpegning. Af denne grund vil der derfor naturligvis være visse trin der kan forventes at være de samme som ved den traditionelle sortpletudpegning. Forholdet mellem hinanden kan således deles op i to dele.

Det der i særdeleshed adskiller udpegning af sorte pletter ved brug af floating car data fra traditionel sortpletudpegning er trin 1-4 i den traditionelle, disse dele vil blive markant anderledes, mens trin 5 og frem kan forventes at have nogenlunde samme praksis som tilfældet er ved den traditionelle sortpletudpegning.

Motivationen for at bruge floating car data til sortpletudpegning er kort sagt, at undgå at bruge uheldsdata. Tidligere afsnit har vist tendensen, at uheldsdata bliver dårligere og dårligere, hvilket grundlæggende er forårsaget af et stadigt voksende mørketal. Af denne grund må udpegningen af samme grund blive mere og mere mangelfuld. Alvorligheden af de uheld der fortsat bliver registreret må nødvendigvis blive højere, hvorfor de uheld der ligger til grund for uheldsbaseret sortpletudpegning umiddelbart må være de værste uheld og derfor i hvert fald er uheld der gerne skal nedbringes. Når dette alligevel ikke er nok, så er det fordi at lokaliteter hvor der sker mange uheld af mindre alvorlig karakter ikke nødvendigvis bliver fundet. Disse uheld har muligvis en lavere alvorlighed, men til gengæld en væsentlig højere hyppighed. Under alle omstændigheder vil konklusioner draget på et dårligt datagrundlag (i dette tilfælde uheldsbaseret sortpletudpegning på baggrund af en mangelfuld uheldsstatistik) ende som mangelfulde konklusioner. Dette er der ingen der er tjent med, hvorfor en

ny udpegningsmetode der bygger på et andet fundament end det uheldsbaserede må være en bedre løsning i fremtiden.

Årsagen til at denne udpegning i fremtiden vil kunne ske på baggrund af floating car data er dennes fortsatte udvikling og implementering alle steder. Når tilgængeligheden af data derfor bør være til stede kan disse lige så godt blive brugt. Brugen af floating car data vil i øvrigt danne et væsentligt bedre beslutningsgrundlag, grundet den meget større datamængde end uheldsdata. Af denne årsag vil det være nemmere at udpege de lokaliteter hvor der sker mange situationer som ikke nødvendigvis ender som politiregistrerede uheld.

Når lokaliteter først er udpeget og problemerne med dem er fundet, antages det at den resterende del af sortpletudpegningen vil foregå som ved den traditionelle sortpletudpegning fra og med trin 5. Der vil således være behov for at følge samme procedure i forbindelse udarbejdelse af løsninger, implementering af løsninger og effektvurdering. Det vil dog sandsynligvis være tale om en anden prioritering af tiltagene, da det ikke længere vil være muligt at vurdere effekterne på baggrund af sparede uheld, da disse ikke er decideret en del af datagrundlaget. Derfor skal dette trin ligeledes korrigeres. Dette bliver imidlertid ikke en del af nærværende projekt.

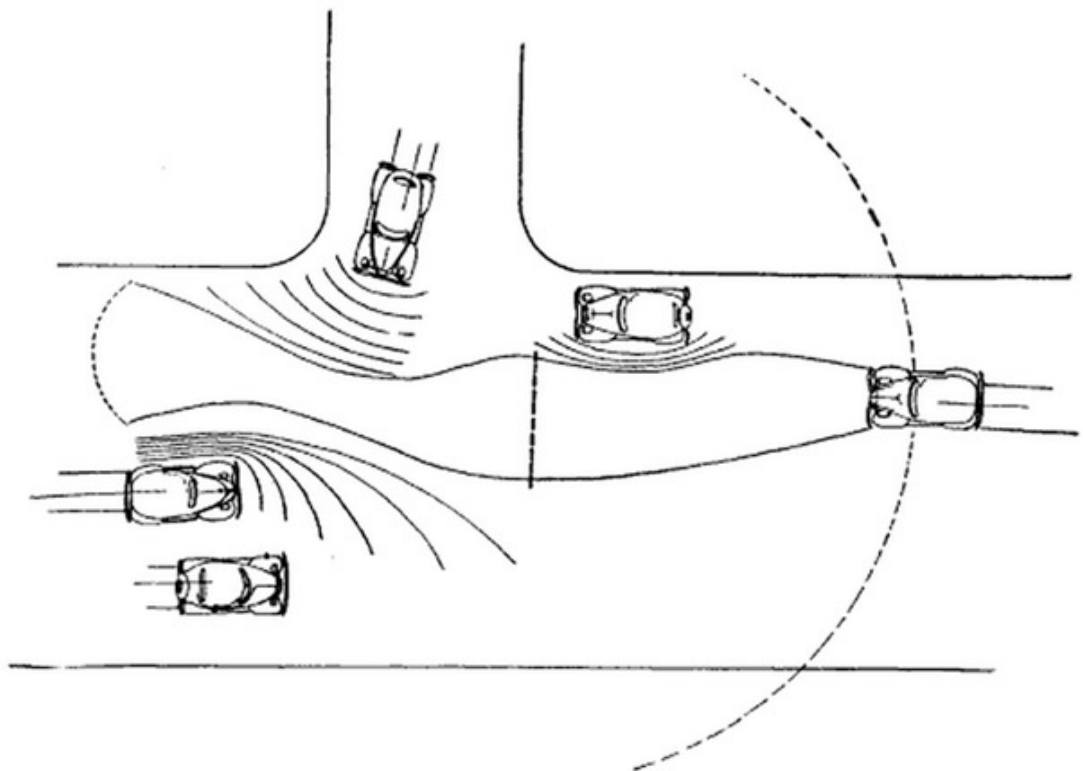
2.4. Adfærdsstudier

Nærværende projekt tager udgangspunkt i alternativer til den traditionelle sortpletudpegning. Dette bliver gjort ud fra GPS-tracking af en bilpark. Af denne grund er det relevant at betragte, hvordan almindelig kørselsadfærd er. Dette beskrives i det følgende kapitel.

I forbindelse med projektet er en stor del af analysen bygget op på baggrund af målinger af accelerationer og ryk, dvs. ændring i hastighed over tid hhv. ændring i acceleration over tid. Disse adfærd kan skyldes mulige uheld eller nærvæd uheld, ligesom accelerationer og ryk ligeledes forekommer under opstart, i kurver og i almindelige opbremsninger. Det er ikke relevant at betragte samtlige tilgængelige data for accelerationer og ryk, da kun de mere ekstreme tilfælde sandsynligvis vil være andet end almindelig kørsel. Det er derfor nødvendigt, at fastlægge normale værdier for almindelig kørsel for at kunne udvælge data fra situationer der muligvis kan være af anden end normal karakter. Det følgende kapitel vil derfor omhandle fastlæggelse af hvad uheld er, samt fastlæggelse af værdier der kan indikere uheld eller nærvæd uheld.

2.4.1. Konfliktstudier

På samme måde som med trafiksikkerhed har der i mange år været fokus på konfliktstudier og definitioner af normal kørsel. Således publicerede Gibson og Crooks i 1938 en artikel omhandlende adfærd under kørsel. Nedenfor på Figur 2.5 ses en af de situationer der blev skitseret. Disse viser nogle situationer der fortsat kan være relevante nutildags.

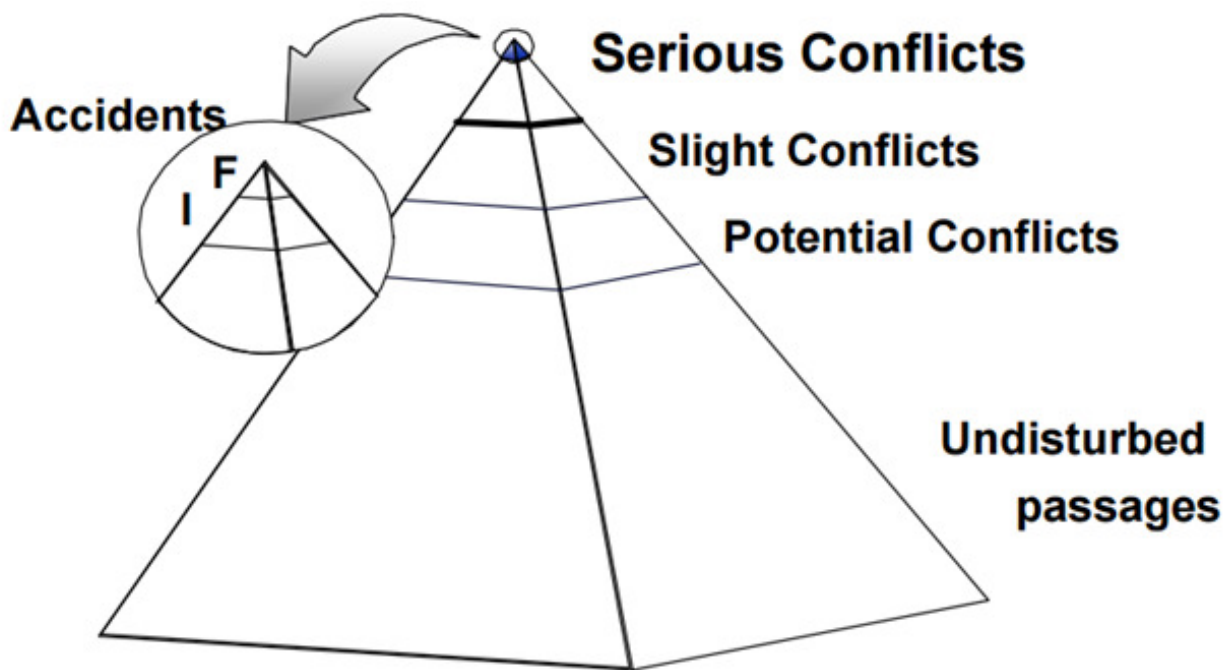


Figur 2.5: Område for sikker kørsel for bilist kørende fra højre mod venstre (Gibson, Crooks, & College, 1938)

Der er kort tidsmæssig afstand mellem alvorlige konflikter og uheld, men forskellen betyder alligevel rigtig meget. I 1987 påviste Christer Hydén i *The Swedish Traffic Conflicts Technique* en sammenhæng mellem alvorlige konflikter og uheld. Han viste, at der er visse lighedstegn mellem alvorlige konflikter og uheld. En af rapportens hovedpointer var betragtningen, at antallet af konflikter kunne bruges som et udtryk for trafiksikkerheden på den givne lokalitet. Han brugte følgende definition om konflikter:

“En trafikkonflikt er en observerbar situation, hvor én eller flere brugere af vejnettet møder hinanden i rum og tid i et sådan omfang, at der vil være risiko for en kollision, hvis deres bevægelser fortsat vil være uændrede.” (Hydén, 1987)

Til rapporten var en manual med vejledninger til observering af trafikken på de givne lokaliteter. Dette var lavet, da sine konfliktstudier byggede på adfærdsobservationer, foretaget på lokaliteterne af trænede observatører. Baggrunden for studiet var en vurdering af antallet af situationer der ville ende med at blive til et uheld, såfremt en af de implicerede ikke ville ændre adfærd og dermed forhindre situationen. Årsagen til at disse nærværdige situationer skulle observeres frem for uheld var antagelsen, at der ville være væsentligt flere situationer der endte uden uheld end reelle uheldssituationer, hvorfor datagrundlaget ville blive væsentligt større. Sammenhængen mellem de forskellige situationer er forsøgt skitseret på Figur 2.6.



Figur 2.6: Skitseret sammenhæng mellem antallet af konflikter og konflikters alvorlighedsgrad (Svensson, 1998).

Figuren skitserer de typer af situationer Hydén forventede kunne ske under passage. Disse situationer, der fremgår af Tabel 2.1 er:

Uforstyret passage (Undisturbed passage)	Trafikanterne passerer hinanden fuldstændig uhindret og der er ingen tegn på nogen former for konflikt i situationen.
Potentiel konflikt (Potential conflict)	Trafikanterne er tættere på hinanden og skal krydse hinandens ruter. Der er en lille og meget tidlig adfærdsændring fra den ene trafikant.

Mindre konflikt (Slight conflict)		En situation, hvor trafikanterne er på kollisionskurs, men hvor den ene eller begge af trafikanterne ændrer adfærd og forhindre kollisionen. Situationen er under kontrol og der er ikke brug for ekstreme handlinger som eksempelvis hårde opbremsninger.
Seriøs konflikt (Serious conflict)		Den nødvendige adfærdsændring sker meget sent og er meget kraftig, eg. en hård opbremsning, der klart hindrer et decideret uheld.
Uheld (accident)		Den nødvendige afvigende handling sker for sent eller slet ikke og der ender med at være et sammenstød mellem trafikanterne. Uheld er i øvrigt opdelt i injuries, I (tidskadekomster) og fatalities, F (dødsfald).

Tabel 2.1: Gennemgang af konflikttyper og alvorlighedsgrader

I Sverige er der i starten af 1990'erne lavet undersøgelser der bakker denne teori op med resultater på, at der var i omegnen af 1000 alvorlige konflikter pr. uheld. Det har ikke været muligt at finde tilsvarende nyere eller danske undersøgelser der bakker disse tal op, men undersøgelsen viste, at Hydén kunne have ret i sin sammenhæng mellem antallet af konflikter og deres alvorlighedsgrad.

Ifølge Hydén er en konflikt bestemt ved, at en eller implicerede trafikanter bliver nødsaget til at foretage en reaktion for at hindre et ellers forekommet uheld. Det forudsættes dog, at en eller flere af de implicerede trafikanter ikke ændrede mærkbart på hverken retning eller hastighed og derved aktivt forsøgte at skabe uheldet.

Konfliktstudier under forskellige forudsætninger har vist, at trafikanter generelt ikke ville involveres i situationer, hvor grænsen til en kollision næsten nås. Svenske studier har fastsat en værdi for hvad der antages som en sikker afstand, en såkaldt TA-værdi (time to accident), til værende 1-1,5 sekunder, denne værdi afhang dog imidlertid af egenskaber som eksempelvis trafikanternes hastigheder. (Hydén, 1987)

En konflikt beskrives derfor som en konflikt, såfremt tiden til en ulykke ikke overstiger denne TA-værdi, hvorfor den tidsmæssige afstand mellem trafikanter krydser hinandens baner skal være mindre end de 1-1,5 sekunder som føles sikre. Er den tidsmæssige afstand mindre end denne tid, vil der derfor ske en kraftig undvigelsesreaktion fra en eller flere implicerede trafikanter for at undgå det potentielle uheld eller som minimum at hindre, at der er tale om en seriøs konflikt. (Hydén, 1987)

Såfremt TA-tiden er så lille at der skal foretages reaktioner, kan dette ske ved fem mulige handlinger:

- En eller flere af trafikanterne bremser
- En eller flere af trafikanterne drejer væk fra konflikten
- En eller flere af trafikanterne accelererer
- En eller flere af trafikanterne bremser og drejer på samme tid
- En eller flere af trafikanterne accelererer og drejer på samme tid

Alle disse handlinger vil resultere i en målbar acceleration og ryk. Der er imidlertid mange forskellige måder at reagere på, herunder kan alle fem handlinger forekomme, ligesom de værdier for ryk der kan måles, vil variere fra person til person og i forhold til de enkelte køretøjer og køretøjstyper. Der skal derfor fastsættes en normal værdi for, hvad der kan forventes at forekomme, således alle målte værdier under denne grænse (værdier for almindelig kørsel) ikke medtages i analysen og udpegning af potentielle sorte pletter.

2.4.2. Acceleration og deceleration

De manøvrer der kan forventes at give de største udsving er de manøvrer der indebærer brugen af bremsen. Det er derfor disse handlinger der fokuseres på i nærværende projekt.

Projektet tager udgangspunkt i en masse målinger for acceleration og ryk, hvorfor der skal findes nogle normale værdier, så datamængden kan frasorteres alle de data der ligger inden for det, der kan betragtes som normal kørsel, da nærveduheld ikke umiddelbart hører under denne kategori.

I (Hydén, 1987) indgik konfliktstudier fra nogle kryds i Malmø og Stockholm. Resultatet heraf fremgår af Tabel 2.2.

Situation		Opbremsning [%]	Antal
Bil/Bil	Alvorlig konflikt	92	401
	Uheld	88	106
Bil/Cykel	Alvorlig konflikt	93	197
	Uheld	83	69
Bil/Fodgænger	Alvorlig konflikt	95	248
	Uheld	93	58
Total	Alvorlig konflikt	93	846
	Uheld	88	223

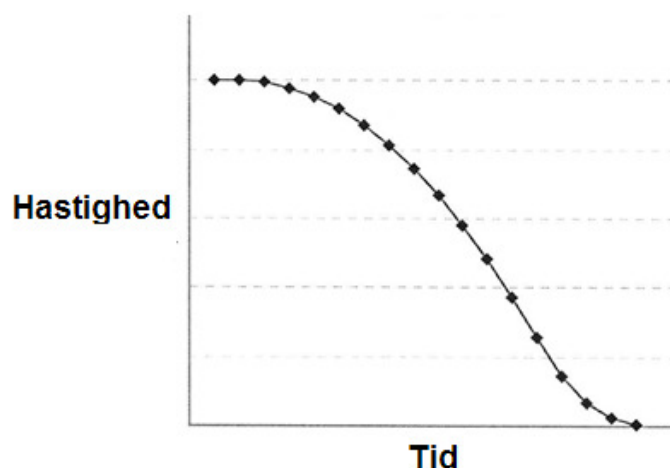
Tabel 2.2: Andel af konflikter og ulykker hvor opbremsning blev anvendt som undvigemanøvre (Nygård, 1999)

Af tabellen fremgår tydeligt, at en meget stor andel af alle ulykker indeholder opbremsning som undvigemanøvren, hvorfor denne manøvre må være den mest anvendte til at hindre ulykker. Det bemærkes i øvrigt, at der generelt er en tendens til at opbremsning er lidt mindre brugt når der reelt sker en ulykke, mens tallet er endnu højere ved alvorlige konflikter.

Denne manøvre er i øvrigt den type manøvre der vil generere de største ryk. Derfor må undersøgelse af bevægelse under opbremsning være den bedste vej til fastlæggelse af farlige situationer.

Opbremsninger

Det er især opbremsninger der genererer større accelerationer og ryk, der er den tidsafledte af acceleration, altså accelerationsændringen.



Figur 2.7: Kurve ved normal opbremsning (Nygård, 1999)

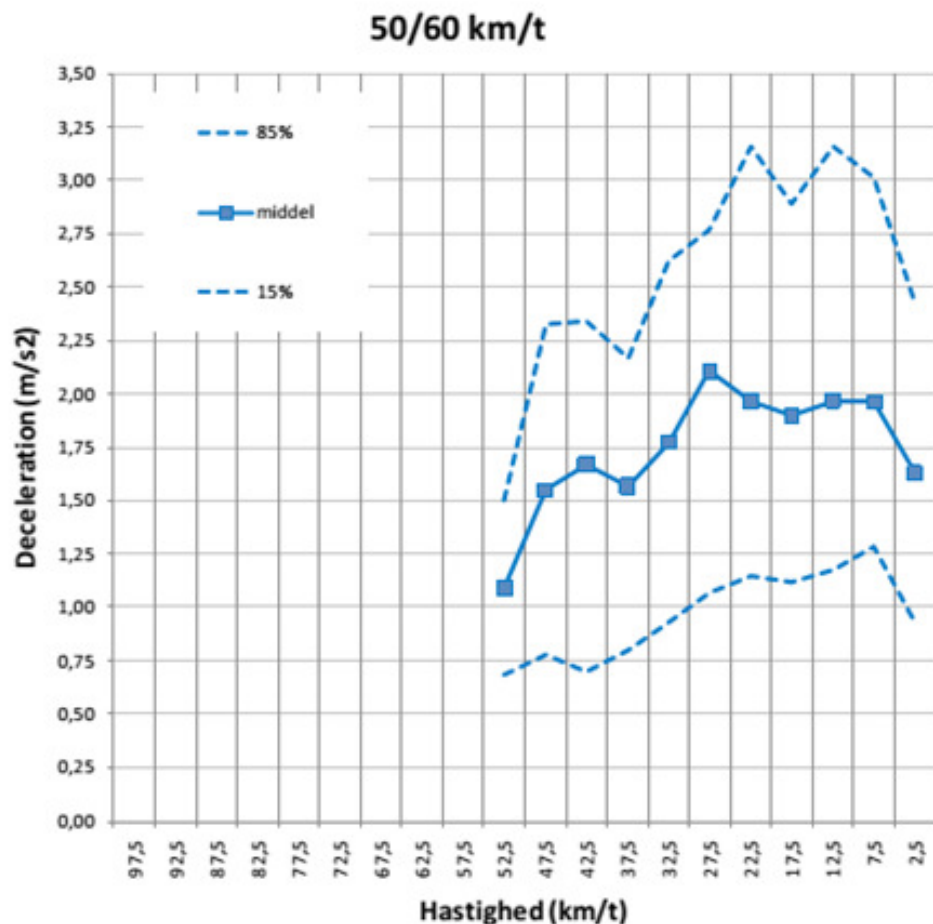
I sin speciale medtog (Nygård, 1999) forsøg for blandt andet at fastlægge normale accelerationer og ryk. Traffitec har ligeledes lavet nyere forsøg for at fastlægge værdier for normale accelerationer.

Af Figur 2.7 fremgår kurven for et normalt decelerationsforløb. Det fremgår ligeledes, at der ikke er påsat værdier, da det kan svinge fra trafikant til trafikant og fra køretøj til køretøj.

Af figuren fremgår det, at en normal opbremsning resulterer i en blød opbremsning indledningsvist med de største decelerationer fra omkring midten af manøvreren, inden decelerationen igen aftager hen imod slutningen manøvreren. Forløbet for en hård opbremsning blev beskrevet med en hårdere start og et mere liniært forsøg indtil standsning.

Nygård henviser til et studie af a.Van der Horst, der fandt frem til, at den maksimale deceleration for normal opbremsning var omkring -4 m/s^2 for 30 km/t , $-4,6 \text{ m/s}^2$ for 50 km/t , og $-5,4 \text{ m/s}^2$ for 70 km/t . Under hårde opbremsninger var den maksimale deceleration på $-6,3 \text{ m/s}^2$ for 30 km/t , -7 m/s^2 for 50 km/t , og $-7,3 \text{ m/s}^2$ for 70 km/t . Horst konkluderede hertil, at den maksimale deceleration var afhængig af hastigheden og var størst ved høje hastigheder. Andre studier fra 1990'erne fandt nogenlunde samme værdier. (Nygård, 1999)

Traffitec har lavet lignende forsøg for normal kørsel målt med frekvenser på 10 Hz , værdierne herfra er imidlertid noget lavere, med den højeste middelværdi på cirka -2 m/s^2 og 85% fraktiler på cirka -3 m/s^2 (se Figur 2.8). Hvad der skyldes disse lavere værdier vides dog ikke.



Figur 2.8: Målte deaccelerationsværdier ved nedbremsninger på hastigheder på 50

Nygård medtog ligeledes nogle forsøg for at kvantificere værdien af hvad der kan forventes under forskellige opbremsningstyper.

Tabel 2.3 viser målte værdier for de 20 største decelerationer i de forsøg Nygård medtog.

	Normal trafiksituationer (n=1400)	Potentiel konflikt (n=6)	Alvorlig konflikt (n=5)
Maksimal deceleration	-6,2	-5,4	-7,2
Middel	-3,2	-3,2	-6,1
Minimal deceleration	-2,1	-1,1	-4,3
99% CI lav	-3,2	-5,9	-8,6
99% CI høj	-3,1	-0,4	-3,5

Tabel 2.3: Decelerationer for normale trafiksituationer, potentielle konflikter og seriøse konflikter (Nygård, 1999)

Af tabellen fremgår værdier der stemmer nogenlunde overens med de værdier Horst havde fundet, samtidig med at eksempelvis midlen ikke ligger så langt fra de resultater der blev bekræftet af (Greibe, 2009). En deceleration der ligger omkring -3 m/s^2 eller højere kan derfor forventes at være en mulig konflikt og vil derfor i første omgang blive medtaget i analysen. Såfremt det viser sig, at der er for mange konflikter der falder inden for denne kategori vil en mere ekstrem værdi blive udgangspunktet.

Ryk

Til registrering af kørsel et er imidlertid ikke decelerationerne, men derimod accelerationsændringen, rykket, der ofte anvendes til udpegning af kritiske situationer.

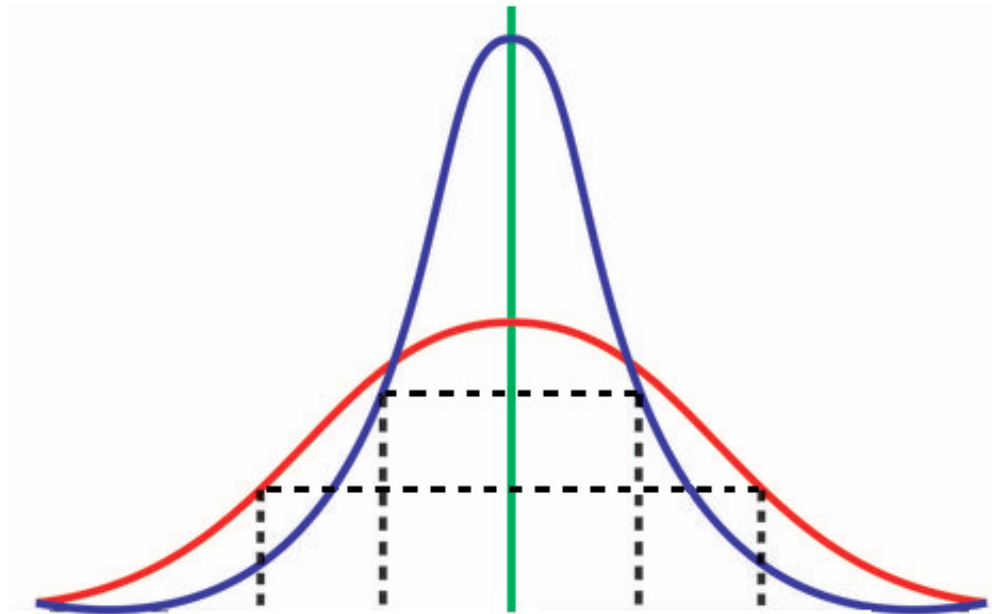
Der er ikke blevet lavet lige så mange studier på denne enhed som på acceleration, men Nygård havde imidlertid en undersøgelse med i sin afhandling, se Tabel 2.4.

	Normal trafik situationer (n=1400)	Potentiel konflikt (n=6)	Alvorlig konflikt (n=5)
Maksimal $da/dt_{\max}$	-8,0	-6,6	-14,7
Middel	-3,6	-4,8	-12,4
Minimal $da/dt_{\max}$	-2,2	-3,1	-9,9
99% CI lav	-3,7	-6,8	-16,1
99% CI høj	-3,5	-2,8	-8,7

Tabel 2.4: da/dt for normale trafiksituationer, potentielle konflikter og seriøse konflikter (Nygård, 1999)

Det er imidlertid svært at fastlægge, på hvilket niveau, rykkene i projektet endelige udpegning vil være. Dette skyldes det faktum, at der på trods af at der er lavet flere undersøgelser til fastlæggelse af værdier for normal kørsel, så er disse værdier ikke videre sammenlignelige med de i rapporten benyttede data. Dette skyldes, at forsøgene i litteraturen har foregået med en væsentligt lavere frekvens end de i projektet benyttede data, hvor frekvensen på målingerne var 10 Hz.

I noget litteratur er frekvensen nede på 1-2 Hz, hvorved frekvensen i de anvendte data er 5-10 gange så høj. Dette betyder ikke noget såfremt rykket er konstant over længere tid under afværgende situationer. Det formodes imidlertid, at peaket vil strække sig over en væsentligt kortere periode end eksempelvis et sekund. Hvis peaket skulle strække sig over en periode på omkring 0,1 sekund og de i rapporten benyttede data derfor har et perfekt peak betyder det, at værdierne vil være væsentligt højere end værdierne fra litteraturen. Figur 2.9 illustrerer forskellen.



Figur 2.9: Illustration af tidsrummets betydning for værdien af ryk.

Figuren viser 2 forskellige normalfordelinger, men det kunne lige så godt have været kurver for opbremsninger. Pointen er, at arealet under kurverne er den samme, hvorfor nedbræmsningerne ligeledes kunne være fra samme hastighed. Det totale “arbejde” er således det samme for begge kurver. Forskellen er imidlertid den, at den største del af arbejdet på den blå kurve strækker sig over halvdelen af tiden som den røde kurve bruger for at opnå samme værdi. Peaket på den blå kurve er derfor langt større end det er tilfældet for den røde kurve. Dette betyder, at værdien for den røde kurve med den lavere frekvens vil være meget lavere end for den blå kurve. Dette ses tydeligt ved at betragte højden på hver af kurverne, hvor den blå kurve er væsentligt højere.

Tilfældet er sandsynligvis det samme for rykkene, hvorfor værdierne der ender med at være i den endelige sortering sandsynligvis vil ligge langt over de tal Nygård beskrev i (Nygård, 1999).

2.5. Lignende studier

I det følgende afsnit gennemgås overordnet forskellige lignende studier eller studier med relevans for dette projekt.

2.5.1. Martin Splid Svendsen - Udpegning af potentielle sorte pletter via floating car data

I lighed med nærværende projekt var formålet i dette projekt at udpege lokaliteter på baggrund af floating car data. Projektet havde til formål at undersøge, om det var muligt at udpege potentielle fremtidige stedbundne sorte pletter på baggrund af floating car data og teori omkring opbremsninger.

Projektet tog afsæt i konfliktstudier, hvor de udpegede lokaliteter blev vurderet på baggrund af tidligere registreringer af uheld. Dette står principielt i kontrast til selve projektets formål som var at finde risikolokaliteter på baggrund af andre data end ved den traditionelle uheldsbaserede sortplettedepgning. Projektet nåede et langt stykke af vejen og lod til at kunne udpege nogle lokaliteter. Der var dog i høj grad tvivl om, hvorvidt disse lokaliteter reelt var sorte pletter. Dette skyldes muligvis en begrænset datamængde eller upræcise data, hvorfor der skulle foretages visse justeringer. Desuden kan årsagen have været, at lokaliteterne i høj grad blev holdt op imod de noget mangelfulde uheldsregistreringer. Projektet viste ikke desto mindre potentiale for udpegning af risikolokaliteter på baggrund af floating car data.

2.5.2. Christer Hydén - The development of a method for traffic safety evaluation: The Swedish Traffic Conflicts Technique

Dette projekt beviste at der er en sammenhæng mellem alvorlige konflikter og uheld - og ligger dermed til grund for nærværende projekt. Med denne indsigt er det derfor muligt at finde risikolokaliteter hvor der sandsynligvis vil ske uheld, på baggrund af data med store accelerationsændringer (kraftige nedbræmsninger).

Projektet viste, at der er visse ligheder mellem processerne i alvorlige konflikter og uheld. Af denne grund kunne argumentet om, at antallet af alvorlige konflikter kan bruges som et udtryk for hvor trafikssikker en given lokalitet er, opstilles.

Projektet tog udgangspunkt i konkrete observationer af konflikter i kryds, hvorfra der blev fundet et mønster for hvornår der var tale om en seriøs konflikt. Ud over observationer blev der taget udgangspunkt i analyser af politiregistrerede uheld på lokaliteterne, hvorudfra det blev konkluderet, at den hyppigste undvigemanøvre er nedbræmsninger.

2.5.3. Magnus Nygård - A Method for Analysing Traffic Safety with Help of Speed Profiles

Formålet med dette projekt var at udvikle en metode til identificering af trafikale konflikter på baggrund af hastighedsprofiler med særligt fokus på at definere typiske karakteristika under opbremsninger.

Der blev således taget udgangspunkt i reelle forsøg for at fastlægge adfærden under nedbremsninger, samt fastlæggelse af hvordan forskellige opbremsninger forløber. Ligeledes blev det undersøgt, i hvor stor en andel af alle konflikter opbremsning var den anvendte handling. Det viste sig i dette tilfælde at være en meget stor andel af samtlige situationer hvor dette var tilfældet, hvorfor det kunne tyde på at det især er opbremsning der er interessant i forbindelse med udpegning af risikolokaliteter på baggrund af floating car data.

Projektet danner derfor en god baggrund for forståelse af hvordan adfærd kan forventes at være i forbindelse med normal kørsel og afværgende handlinger. Projektet viste således at der er forskel på normale opbremsninger og hårde opbremsninger. Grundet usikkerheder og en stor spredning kunne det imidlertid ikke afvises at der ikke altid var forskel på situationerne. Data der blev brugt i dette projekt var i øvrigt registreret med 2 Hz, hvorimod data i nærværende projekt er registreret med 10 Hz, hvorfor de fundne værdier ikke kan bruges direkte.

2.5.4. Risto Kulmala, Juha Louma & Magnus Nygård - Impact of RDS-TMC receiver use on speed and other driver behavior

Formålet med dette projekt var at undersøge, hvorvidt kørselsadfærden bliver anderledes ved brug af navigationsudstyr.

Projektet tog udgangspunkt i et forsøg, hvor en række personer skulle køre en testrute to gange, en gang uden navigationsudstyr og en gang med navigationsudstyr. Til overvågning sad en observatør og registrerede fejl, ligesom hastigheder og hastighedsændringer blev målt for derved bedre at kunne undersøge adfærden.

Ideen med projektet var at fastslå, hvorvidt adfærden ændrer sig markant når man har GPS-udstyr installeret i bilen. Hvis dette er tilfældet vil undersøgelser som eksempelvis nærværende rapport

ikke give den store mening, da data heri er fremkommet på baggrund af installation af GPS-udstyr i bilen. Det viste sig imidlertid at adfærden ikke ændrer sig markant og at der derfor ikke nødvendigvis er noget i vejen for at anvende GPS-udstyr til detektering af adfærd. En anden af konklusionerne i projektet var i øvrigt, at decelerationsændringer - de såkaldte ryk udgør et bedre grundlag for detektering af trafikale problemer end decelerationer i sig selv gør.

Der er ved at være styr på hvordan kørselsadfærd generelt er. Derfor er næste skridt at se på hvordan uheldsudviklingen har været den seneste periode og dermed for det første at finde ud af, hvorvidt der er behov for at se på alternative metoder eller om der er styr på grundlaget for den traditionelle metode.

2.6. Opsummering

Gennem litteraturstudierne har flere ting vist sig. En opsummering af disse fremgår nedenfor af Tabel 2.5.

Uheldsudvikling	Det har vist sig, at der er en positiv udvikling i forhold til dræbte og alvorligt tilskadekommende på det danske vejnet. Der er imidlertid tegn på større og større problemer med registrering af især de mindre ulykker, hvor tendensen klart går imod neglegering af disse uheld.
Traditionel sortpletudpegning	Traditionel uheldsbaseret sortpletudpegning bygger på viden om tidligere uheld, hvor grundlaget bliver dårligere og dårligere. Af denne grund må vurderingsgrundlaget for denne traditionelle sortpletudpegning ligeledes blive dårligere og dårligere. Dette danner derfor basis for at se på nye, alternative udpegningsmetoder.
Trafikal adfærd	Der er lavet flere forskellige adfærdsstudier, nogle af disse er behandlet i litteraturstudiet. Det viser sig, at bilister handler stort set ens i farlige situationer, hvor især opbremsning er den mest brugte afværgende handling. Denne handling kan registreres via forskellige enheder, da både accelerationer og ryk indikerer disse opbremsninger. Ryk har dog vist sig som den bedste indikator for disse opbremsninger, se eventuelt bilagsrapport. Der er lavet forskellige studier for at afdække værdier acceleration og fyk for normal kørsel. Disse værdier afhænger imidlertid af de frekvenser der bliver anvendt til registrering af data, hvorfor de tidligere fundne værdier ikke nødvendigvis kan bruges direkte.

Tabel 2.5: Opsummering af litteraturstudier

3. Problemformulering

Det viser sig altså, at det går udmærket med det danske trafiksikkerhedsarbejde - der er i hvert fald et klart fald i dræbte og alvorligt tilskadekomne i forhold til niveauet for år tilbage. Der er imidlertid fortsat et stort forbedringspotentiale - et potentiale som bliver større med et stadigt dårligere udpegningsgrundlag ved den traditionelle sortpletudpegningsmetode. Dette skyldes det stadigt voksende mørketal og derfor den stadigt voksende usikkerhed i forbindelse med vurdering af det rette uheldsbillede.

Af denne grund er der behov for at se på alternativer til den traditionelle metode. Dette er tidligere blevet gjort gennem forskellige undersøgelser, dog uden at disse undersøgelser har fået et endeligt gennembrud i udvikling af nye metoder. Dette skyldes dog formodentligt i visse tilfælde det tilgængelige datagrundlag, der ikke var så præcist som det nu er muligt.

Dette fører derfor til nærværende projekts initierende problem:

Er det på baggrund af floating car data muligt, at udpege risikolokaliteter?

Nærværende rapport vil således undersøge potentialet i at lave en metode til udpegnings af farlige lokaliteter på baggrund af floating car data (GPS-data), fundet i de store datamængder der i forvejen er registreret. Formålet med dette er, at muliggøre udpegnings af farlige lokaliteter før der sker uheld og dermed, at bruge moderne teknologi til ikke blot at forme trafikken, men ligeledes til at udpege og dermed omforme steder på den fysiske infrastruktur, hvor der er særlige lokale risikoforhold.

3.1. Afgrænsning

I forbindelse med nærværende projekt har det været nødvendigt at lave visse afgrænsninger. Der vil således blive fokuseret på nogle afgrænsninger der har gjort arbejdet med projektet nemmere uden i høj grad at kompromittere resultaterne.

En af de største afgrænsninger, der er lavet i forbindelse med nærværende projekt er, at der arbejdes med en relativt lille datamængde. Selvom der er tale om data fra et storskalaforsøg, så vil det benyttede datagrundlag, herunder antal køretøjer og betragtningsperioden, ikke modsvare hvad der kan forventes at blive anvendt under en reel sortpletudpegnings. Resultaterne kan af denne grund forventes at være simple end tilfældet ville have været ved bearbejdning af en større datamængde, hvor det betragtede vejnet ville blive mere gennemkørt og af flere køretøjer.

I forlængelse af dette er der ligeledes arbejdet med et geografisk begrænset område, nærmere bestemt Nordjylland og Aalborg Kommune.

Grundet den relativt korte projektperiode, er der blevet arbejdet med eksisterende litteratur og med flere forskellige parametre i forbindelse med udpegnings. Der har imidlertid ikke været ressourcer til at lave en nærmere undersøgelse af flere anvendte parametre, samt ej heller til besigtigelse af alle udpegede lokaliteter. Der kan derfor være lokale risikoforhold til stede som ikke er blevet fundet i gennemgangen af lokaliteterne.

Metoden har i øvrigt til hensigt at erstatte den traditionelle sortpletudpegningsmetode. Dette skyldes, at uheldsdata gennem de seneste år er blevet væsentligt mindre pålideligt, hvorfor der ligeledes kan stilles spørgsmålstegn ved resultater af udpegnings, baseret på denne metode. Nærværende metode tager derfor udgangspunkt i et alternativ til denne uheldsbaserede tilgang. Der er imidlertid ikke blevet lavet nogen sammenligninger med eksempelvis en traditionel sortpletudpegnings, der kan være med til at afdække de lokaliteter, der ville være fundet ved den traditionelle udpegningsmetode.

Et andet forhold der kan være væsentligt i forbindelse med resultaterne af analysen er, at der i nærværende projekt ikke skelnes mellem enkelte individer. Således betragtes alle personer på tværs af køn, alder og andre relevante forhold, ens. Dette er ikke tilfældet i virkeligheden, da der vil være forskel på adfærd fra person til person. Ikke desto mindre vurderes det, at adfærden i høj grad vil minde om hinanden, da der særligt bliver arbejdet med kraftige opbremsninger, hvor det antages, at alle mennesker reagerer nogenlunde ens. Denne afgrænsning gør det i øvrigt muligt ligeledes at se bort fra de enkelte køretøjer, der ligeledes kan individuelt.

Som et sidste og ikke uvæsentligt punkt, er der i nærværende projekt blevet arbejdet med datatypen RXMin i stedet for peak-peak. Dette betyder, at der ses på det kraftigste ryk i forbindelse med opbremsning. Der er imidlertid efter opbremsning endnu et ryk med positivt fortegn, da decelerationen aftager. En nærmere beskrivelse af hvad disse typer for ryk dækker over, findes i kapitlet Data. Således kan der være forskel på resultater i forhold til benyttelse af RXMin i forhold til benyttelse af data med peakværdier, der numerisk set er større. Det er imidlertid valgt at arbejde med RXMin, da nærværende projekt tager udgangspunkt i opbremsninger som afværgende handlinger, hvorfor det betragtes som mere ligegyldigt, hvordan den enkelte bilist forholder sig efter opbremsningen.

4. Metodebeskrivelse

Metodebeskrivelsen har til hensigt at skabe overblik over de forskellige metoder og tankegange der er blevet brugt i nærværende projekt for at løse den initierende problemstilling. Metodebeskrivelsen er delt op i to dele – en, der beskriver hvilke faser projektet består af, altså en nærmere beskrivelse af projektets opdeling, og en del der beskriver projektets anvendte metoder – altså hvilke tankegange der ligger bag projektet og hvordan især analysearbejdet er blevet udført.

4.1. Projektets faser

Nærværende projekt er delt op i tre arbejdsfaser:

- Litteraturstudie
- Databehandling
- Resultatbehandling

Videnstilegnelsen dækker over de indledende afsnit som litteraturstudier etc., hvor det bliver fastlagt, hvilke problemer der er og hvilke undersøgelser der tidligere er lavet på området. Denne fase har udelukkende til formål at danne grundlag for arbejdet i de efterfølgende faser.

Databehandling dækker over selve arbejdet med dataene og udarbejdelse af kort over potentielle risikolokaliteter. Denne fase dækker over en meget stor del af arbejdet i nærværende rapport og det er i denne fase alle resultater bliver fundet.

Resultatbehandlingen findes i meget lille udstrækning i rapporten, da denne del især er i bilagsrapporten. Denne fase er dog muligvis den vigtigste fase, da det er arbejdet i denne fase der danner grundlag for at drage konklusioner. I denne fase analyseres samtlige udpegede lokaliteter nærmere, hvorved validering af udpegningen er mulig.

4.2. Projektets metoder

Projektets faser består overordnet af følgende elementer:

- Litteraturstudie
- Evaluering af initierende problemstilling
- Databearbejdning
- Dataanalyse
- Lokalitetsanalyse
- Resultater

Nedenfor beskrives de databearbejdningen, da denne dækker over en række foretagne valg. Resultatet af disse valg fremgår af et senere afsnit i rapporten.

Nærværende projekt tager udgangspunkt i data udtrukket under forsøget ITS Platform, der dækkede over cirka 380 bilers kørsel over en længere periode. Der var derfor behov for at udvælge dele af disse data til videre behandling.

Af denne grund skulle datamængden reduceres kraftigt for at skære alle redundante data fra og derved nå ned til de vigtigste data – de data der kunne indikere situationer hvor der skete uheld. Reducering af data er gjort gennem 5 steps. Disse steps er beskrevet efterfølgende.

Skalering til tre måneder

Første grovsortering der er foretaget bestod i at udvælge tre måneders data fra databasen og udvælge de 1000 data med de mest markante værdier for ryk under opbremsninger (RXMin) for hvert køretøj.

Frasortering af små ryk

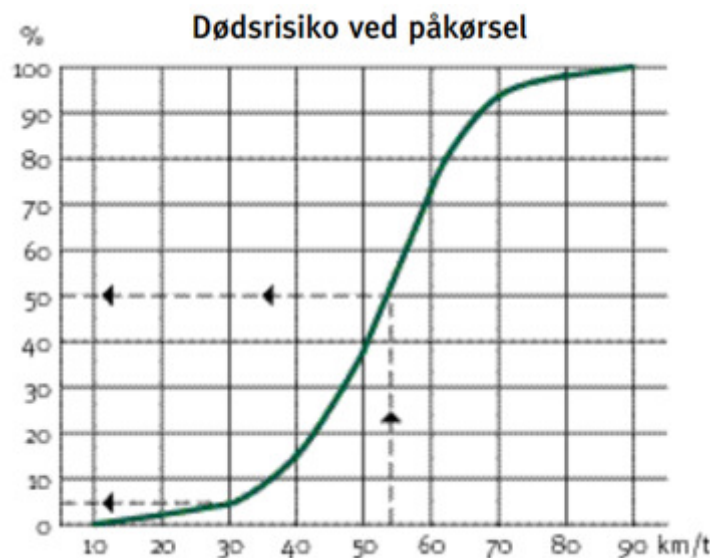
Anden grovsortering handler i særdeleshed om at frasortere data med små ryk. Af denne grund reduceres datamængden kraftigt ved kun at beholde et fåtal af data med de mest markante værdier for RXMin for hvert køretøj. Dette gøres, da en stor del af de tilbageværende ryk fortsat er fuldstændig problemfrie. Dette beskrives nærmere i selve dataanalysen.

Geografisk afgrænsning af data

For at overskueliggøre datamængden og gøre det muligt at inspicere eventuelle lokaliteter afgrænses data, således der arbejdes med et særligt areal i den geografiske nærhed.

Fjernelse af data højhastighedsstrækninger og data registreret ved lave hastigheder

Data der er registreret ved meget lave hastigheder udgør ikke umiddelbart nogen risiko i forbindelse med uheld. Dette skyldes, at alvorligheden af ulykker falder markant ved lavere hastighed. Et eksempel herpå er dådelighed ved påkørsel af fodgængere, se Figur 4.1.



Figur 4.1: Dødelighed ved påkørsel af fodgængere (Færdselssikkerhedskommissionen, 2000)

Der er meget lavere alvorlighed ved lave hastigheder på tværs af alle uheldstyper og ikke blot den angivne. Derudover sikrer registrering af ryk ved lidt højere hastigheder ligeledes mod en stor del af falske positive situationer, der eksempelvis kunne komme ved passage af kantsten etc.

Frasortering af højhastighedsstrækninger skyldes, at der i nærværende projekt arbejdes med kommunale veje. Udslag på motorveje sker ofte, men det er sjældent vejenes udformning der her er problemet, men i højere grad trafik eller uopmærksomhed. Derudover forekommer der rystelser ved høje hastigheder, som ligeledes kan have indflydelse på analysen. Disse forstyrrelser fjernes derfor.

Afgrænsning til punkter på vejnettet

For at sikre at der ikke medtages resultater for parkeringspladser, private grunde etc. fjernes punkter der ikke befinder sig i den umiddelbare nærhed af vejnettet.

Fjernelse af punkter ved bump

Som en sidste grovsortering blev alle data der kunne skyldes bump og hævede flader fjernet.

Ujævnheder i vejene resulterer i store ryk, da disse ofte strækker sig over meget korte strækninger, hvorfor de forskydninger og dertilhørende ryk sker over meget korte tidsintervaller. Derfor vil der ved normal kørsel være store udsving ved disse lokaliteter med bump eller hævede flader, huller i vejbanerne, grusvej etc.

Resultater

I forbindelse med sortpletudpegning handler det om at finde de lokaliteter hvor der er potentielle farer. Af denne grund skal sortpletudpegningen have nogle kriterier der gør at de tilstedeværende problemlokaliteter findes. Det er således bedre at ende ud med en udpegning der finder en række falske positive lokaliteter frem for en udpegning der ender med ikke at finde alle de falske negative lokaliteter. Falsk positiv betyder en lokalitet som bliver udpeget på trods af manglende tilstedeværelse af risikomomenter. Ligeledes betyder falsk negativ lokaliteter som ikke bliver udpeget på trods af tilstedeværelsen af disse risikoforhold.

Det er således bedre at medtage og senere frasortere nogle falske positive lokaliteter frem for at overse nogle lokaliteter som burde have været fundet. Af denne grund skal udpegningskriterier kalibreres således at alle risikolokaliteter medtages, dog uden at medtage så mange falske positive lokaliteter at arbejdsgangen bliver for omfattende.

5. Data

5.1. Baggrund

Nærværende projekt tager udgangspunkt i data registreret under forskningsprojektet ITS Platform.

ITS Platform var et forskningsprojekt, der kørte som et samarbejde mellem Aalborg Universitet og firmaerne Gatehouse og Inntrasys. Formålet med projektet var, at udvikle en ITS-platform der skulle kunne bruges til forskellige GPS-baserede opgave, såsom trafikinformation, parkeringsoverblik, trafikstatistik og lignende. Derudover var målet på sigt, at potentielt bruge denne platform som grundlag for blandt andet roadpricing.

Selve dataindsamlingen foregik via omtrent 390 On Board Units (OBU), der hvert sekund via GPS, registrerede køretøjets position, hastighed, retning. Ti gange hvert sekund blev acceleration registreret, hvorudfra ryk ligeledes blev udledt.

De i rapporten benyttede data stammer fra omtrent 390 forskellige bilers kørsel i 3 måneder, svarende til cirka 2.100.000 kilometers kørsel. (Tøfting, Lahrmann, Agerholm, Jørgensen, & Johannsen, 2014)

Data der behandles er de 1000 største ryk målt over en periode på tre måneder for hver af flådens køretøjer, dog med visse frasorteringer på grund af data der adskilte sig markant fra resten. Dette resulterende i cirka 390.000 datapunkter fordelt over den tre måneders lange periode.

5.2. Præsentation af data

De data der er benyttet i nærværende projekt tager udgangspunkt i data fra projekt ITS Platform. Data er blevet til ved at køretøjer med GPS-loggere installeret har kørt rundt på vejnettet og derved givet de installerede GPS-loggere mulighed for at registrere en lang række informationer. Disse attributter beskrives nedenfor i Tabel 5.1.

SNO	Hver køretøj der medvirkede i forsøget havde sin egen GPS-logger med et unikt serienummer, gående fra 1 til 388, hvorved data kunne knyttes til det enkelte køretøj.
LokalDato	Angiver dato.
LokalTid	Angiver tidspunkt på den enkelte dato.
Hour	Beskriver hele time på dagen i formatet hh-0-23.
Min	Beskriver tidspunkt i hele time i formatet mm-0-59.
Sec	Beskriver tidspunkt i hele minut i formatet ss- 0-59.

Hastighed	Data for hastighedsregistreringer er baseret på GPS-data, der måler hastigheden ved hjælp af afstanden mellem de registrerede GPS-punkter og tiden mellem registreringerne. Hastighederne findes derved via formlen: $v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{\sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}}{(t_{i+1} - t_i)}$ Der er visse usikkerheder forbundet med denne måde at måle hastigheden på, da der i disse data ikke er angivet et z-kordinat (højde), hvorfor der ikke tages højde for hvor langt køretøjerne flytter sig i højden. Da data er registreret med 10 Hz vurderes det imidlertid, at køretøjerne ikke flytter sig langt i den 3. dimension mellem hver måling, hvorfor denne usikkerhed vurderes ubetydelig. Alternativt kunne hastigheden være målt med odometer som den bliver gjort i selve bilen. Denne målingstype måler hastigheden ved at måle direkte på hjulenes bevægelse. Hastighed er angivet i m/sek.
Northing	Angiver hvor data er registreret i forhold til den nord-sydlig akse (y-aksen på et kort). Data er angivet i formatet WGS 84/ UTM zone 32 N.
Easting	Angiver hvor data er registreret i forhold til den øst-vestlig akse (x-aksen på et kort). Data er angivet i formatet WGS 84/ UTM zone 32 N.
AxMin	Angiver den største negative acceleration - dvs. opbremsning. Accelerationsværdier er som tidligere beskrevet, registreret med 10 Hz, mens øvrige attributter kun er registreret med 1 Hz. AxMin dækker derfor over den mest markante værdi af de ti værdier der er målt i det givne sekund. Acceleration beskriver hastighedsændring og er defineret ved formlen: $a = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{h_{i+1} - h_i}{t_{i+1} - t_i}$ Hvor h angiver hastigheden og t angiver tiden. Acceleration angives i m/s².

RxMin	Angiver det største negative ryk – dvs. mest pludselige opbremsning. Ryk beskrives som accelerationsændringen og er derfor den tidsafledede af acceleration. I nærværende data er ryk fundet ved en direkte udledning fra accelerationer og ikke ved målinger. RxMin dækker derfor over den mest markante værdi af de ti værdier der er fundet i det givne sekund. Hvis man under varieret kørsel bliver køresyg er det sandsynligvis på grund af variationer i ryk. Formlen for ryk er: $r = \frac{\Delta a}{\Delta t} = \frac{a_{i+1} - a_i}{t_{i+1} - t_i}$ Hvor a angiver accelerationen og t angiver tiden. Ryk angives i m/s³. I de foreliggende GPS data er værdien ikke målt, men udledt på baggrund af værdierne for acceleration. Det er denne værdi der er den mest interessante i forbindelse med nærværende projekt, da det formodes, at de største udslag dvs. de farligste situationer og afværgende handlinger opstår ved opbremsning, hvilket vil give udslag i et stort negativt ryk.
RxMax	Angiver det største positive ryk – dvs. den mest pludselige acceleration. RxMax dækker over den mest markante værdi af de ti værdier der er fundet i det givne sekund.
Ryk-Peak2peak	Angiver den maksimale forskel mellem to registreringer af ryk, dvs. forskellen på den forrige og den aktuelle registrering af ryk og dækker ligeledes over den mest markante forskel fundet i hvert sekund. Formlen er således: $RykPeak2peak = \Delta r = r_i - r_{i-1} \cdot t_i - t_{i+1} $
PosRapId	Angiver et unikt id, som alle registreringer i ITS Platform har fået.

Tabel 5.1: Beskrivelse af data

Den afgørende værdi der i nærværende projekt arbejdes med er værdien RXMin. Denne værdi dækker over registrerede negative ryk – altså opbremsninger. Det vurderes, at det er de situationer med de største negative ryk der vil være de farligste situationer, da høje (negative) værdier for RXMin vil være registreret under kraftige opbremsninger eller kollisioner, hvor køretøjer bliver bragt til øjeblikkelig standsning.

5.3. Overordnede hovedtal

I analysen er der arbejdet med et større antal køretøjer, strækkende over en periode på 3 måneder. Nedenfor ses nogle af de hovedtal der har været i forbindelse med de 1000 største registreringer af ryk for hver deltager i perioden.

Antal Deltagere	388
Registreret tid	92 dage
Antal punkter total	387962
Antal punkter pr. deltager pr. dag	10,87

Tabel 5.2: Hovedtal for deltagerne

Som det fremgår af Tabel 5.2 har hver deltager haft omtrent 10,87 ryk pr. dag. Nedenfor i Tabel 5.3 er nogle af hovedtallene for deltagernes kørsel registreret.

Gennemsnitlig hastighed	33 km/t
Maksimal hastighed	177 km/t
Mindste hastighed	0,1 km/t
Gennemsnitlig ryk RXMin	-4,15 m/s ³
Største negative ryk RXMin	-211,3 m/s ³
Mindst markante ryk RXMin	0 m/s ³

Tabel 5.3: Hovedtal for deltagernes kørsel

Som det fremgår af tabellerne er der markant forskel på dataene for hastigheder og for ryk. Der var nogle enkelte registreringer med markant højere hastigheder end de øvrige data, dette ses på afvigelsen fra den gennemsnitlige hastighed der er relativt lav. Mange af detekteringerne er således foregået ved meget lav hastighed og ved hastigheder hvor der ikke umiddelbart er den store risiko ved situationerne.

Der fremgår ligeledes en stor spredning på rykkene, hvor der ligeledes er enkelte outliers, mens en stor del af rykkene befinder sig under det samlede gennemsnit. Der er derfor ingen tvivl om at der skal foretages sorteringer i dataene for at nå frem til et mere repræsentativt datasæt. Dette vil blive gjort i det følgende kapitel.

6. Dataanalyse

I dette kapitel gennemgås de steps der har været nødvendige for at reducere data til en passende mængde med relevante attributter. Derudover laves en sortpletudpegning for Nordjylland i dette kapitel ud fra tre forskellige scenarier. Dette gøres for at finde ud af, hvorvidt metoden virker.

6.1. Skalering til tre måneder

De måneder der blev udvalgt var månederne juli-september 2013. Anvendelse data fra vintermåneder med dertilhørende glat føre ville muligvis kunne synliggøre strækninger og især kurver hvor der kunne være problemer med friktion eller lignende scenarier, men det vurderes, at perioden uden ekstremt vejr vil resultere i fund af de mest reelle ryk, da detektering herigennem sandsynligvis ikke vil skyldes eksempelvis dårligt vejr.

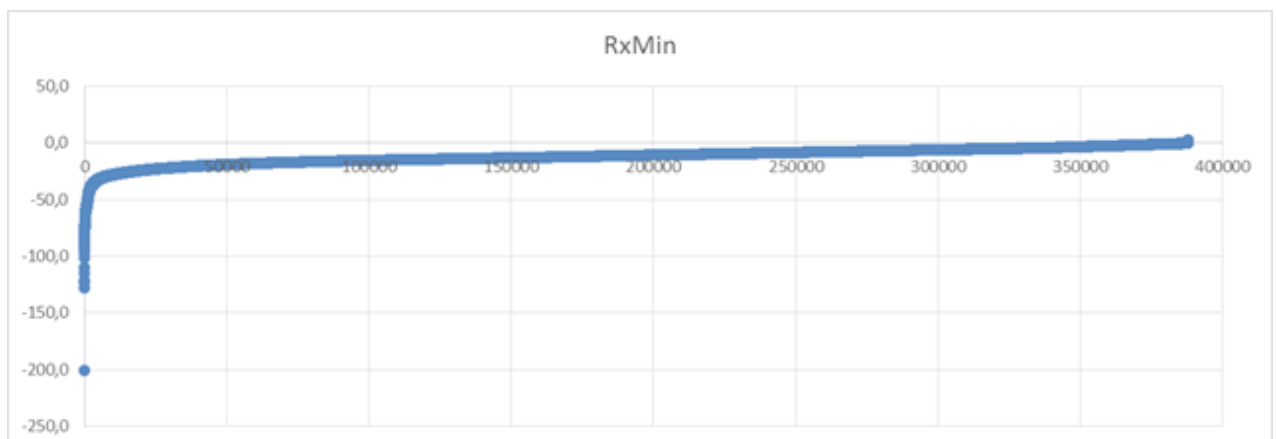
Der er ikke meget der indikerer at de anvendte måneder ikke har været normale. Gennemsnitstemperaturene var stort set de samme som normalen, mens der i juli og august blev registreret mindre nedbør end normalt. September var imidlertid mere regnfuld end normalt, dog ikke anderledes end hvad der kunne forventes registreret i eksempelvis august i stedet, hvorfor denne måned ikke på nogen måder var ekstrem. Solskinstimerne har der ligeledes samlet set været flere af, om end september igen skiller sig ud ved at være lidt uner normalen. DMI har i øvrigt i de anvendte måneder ikke registreret nogen former for ekstremt vejr der kunne være medvirkende til at ændre resultaterne. (Cappelen, 2014)

Efter beskæring af datapunkterne til at fortløbe i tre måneder blev i første omgang de 1000 største værdier for hvert køretøj i den tre måneder lange periode udvalgt. Årsagen til denne skalering var, at data for hvert køretøj blev registreret med 10 HZ – 10 registreringer i sekundet. Dette betød at der fortsat var mange data, hvoraf hovedparten ikke på nogen måde var relevante, da monoton kørsel på lige vej blev registreret på lige fod med kurvekørsel og accelerations og decelerationsforløb. Beskæringen havde derfor til formål, at reducere data til en mere bearbejdningsvenlig mængde, hvor der i øvrigt var potentiale for kritiske situationer, da alle de lavere værdier blev filtreret fra.

6.2. Frasortering af små værdier for ryk

Med den første step blev datamængden begrænset til cirka 380.000 punkter.

Det viste sig imidlertid, at datapunkterne var spredte over hele Nordjylland uden at der tilsyneladende syntes at være særlige koncentrationer. Figur 6.1 viser i kronologisk rækkefølge størrelsen på de 1.000 største ryk for hvert køretøj, startende med det største ryk. X-aksen angiver rykkenes indbyrdes rangering.



Figur 6.1: De 1000 største værdier for RXMin for alle køretøjer

Figuren viser en tydelig tendens til at mange af målingerne kan antages at være det der kan kaldes normal kørsel. Langt over 300.000 af de registrerede punkter befinder sig i et næsten jævnt interval, hvilket betyder at størrelsen på alle disse ryk er stort set ens. Betragtes derimod den første del af kurven ses en klar tendens til at størrelsen på visse af rykkene er væsentligt anderledes end den efterfølgende del.

Derfor blev datamængden væsentligt reduceret ved at gruppere samtlige af dataene fra hvert køretøj, rangere hver gruppe og således udvælge de 50 største data for hvert køretøj. Dette skar derved 95 % af alle data væk og resulterede i at fokus blev flyttet over til kun at omhandle de største ryk, hvorfor stort set alle ryk der befandt sig på det jævne plateau blev fjernet. Det bemærkes i øvrigt, at ikke alle køretøjer nødvendigvis havde ryk i de 50 største målinger der adskilte sig fra det plateauet.

6.3. Beskæring af data til Nordjylland

Køretøjerne under ITS Platform var alle køretøjer der normalvis befandt sig i Nordjylland, men de var ikke geografisk bundet til udlukkende at skulle blive i Nordjylland. Af denne grund var der data uden for dette område.

Der blev imidlertid lavet en geografisk begrænsning til kun at omhandle data registreret i Nordjylland. Data udenfor dette geografiske område var principielt ikke dårligere end de der var inden for området. Der er imidlertid flere grunde til kun at koncentrere sig om dette geografiske område.

På trods af at GPS-trackerne under ITS Platform var sat til kun at registrere data fra Danmark blev der alligevel registreret data fra såvel Norge som Tyskland. Data herfra er lige så gode som de øvrige, men da de ikke burde være forekommet sorteres de fra. Principielt er disse data relevante for projektet, da det omhandler udvikling/ validering af en metode til at finde risikolokaliteter – noget der sagtens kan forekomme uden for landets grænser. Data frasorteres imidlertid, da densiteten af detekteringer er meget lav, da der kun er en enkel bil der har været så langt væk – dette gælder i øvrigt også for data fra det øvrige Danmark. Dette betyder, at selvom der har været situationer der kunne indikere hårde opbremsninger, så er der så få punkter samlet, at der for det første var tale om engangshændelser, dernæst var der ganske enkelt ikke punkter nok til at danne basis for vurderinger af risikolokaliteter, da der skal flere situationer til for at der ikke blot er tale om tilfældigheder.

Beskæringen til kun at omhandle Nordjylland skyldes ligeledes den geografiske nærhed. Visse steder betød udpegning af lokaliteter, at en besigtigelse ville være nødvendig for at finde frem til årsagen for detektering af lokaliteterne. Projektet er udarbejdet i og omkring Aalborg, hvorfor Nordjylland befinder sig inden for en overskuelig afstand herfra. Skulle der derimod foretages besigtigelse på lokaliteter i de øvrige lande og landsdele, hvor der ligeledes blev registreret data, vurderes det, at besigtigelserne ville blive for tids- og ressourcekrævende i forhold til det udbytte der ville komme ud af det.

6.4. Fjernelse af data højhastighedsstrækninger og data registreret ved lave hastigheder

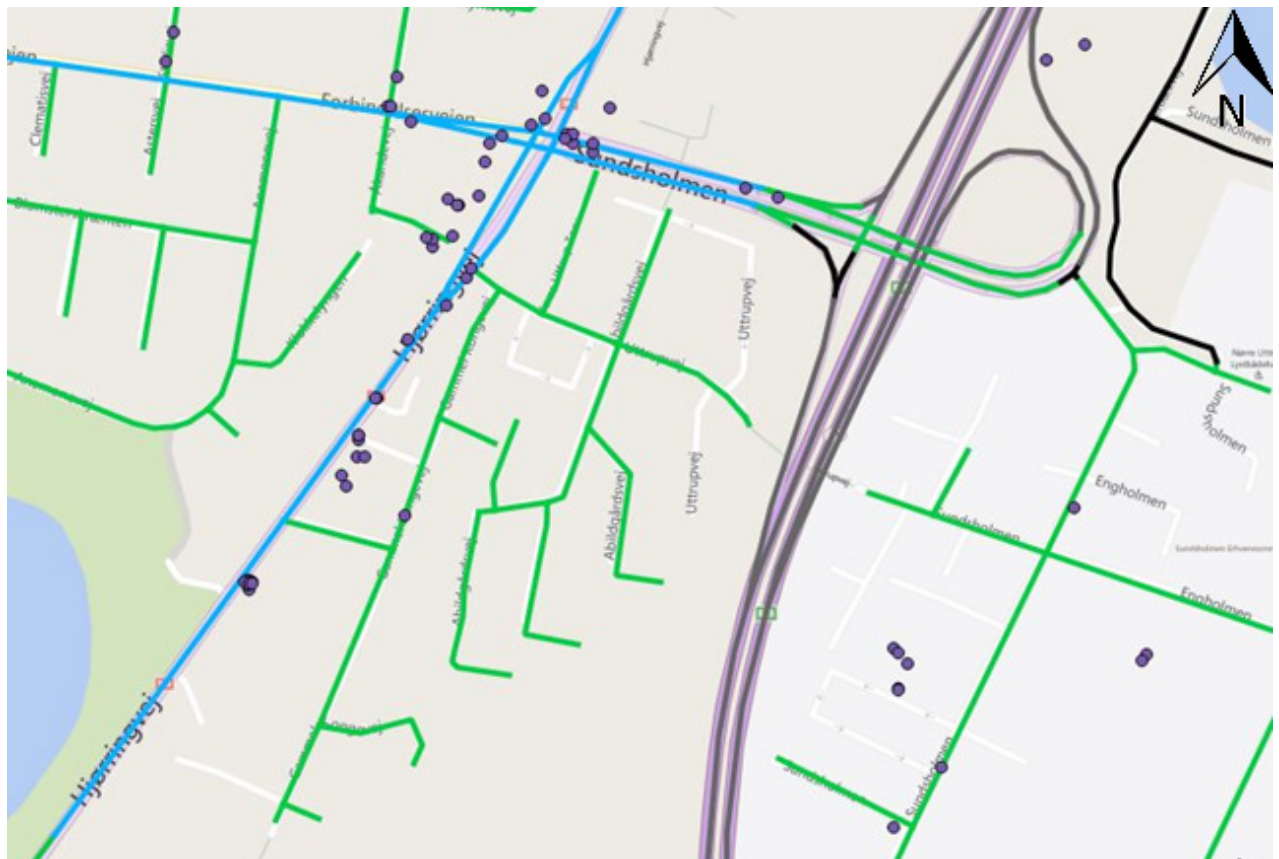
For at fjerne datapunkter fra motorvejsstrækninger blev der lavet en buffer på 25 m omkring motorvejsnettet centerlinjer. Afstanden blev valgt, da der skulle tages højde for motorvejenes fysiske bredde samt usikkerheder ved logging af GPS-data, men bredden skulle ikke være så stor, at data, der ikke befandt sig på motorvejene, blev fjernet.

I den modsatte ende af hastighedsskalaen lå der ligeledes data der kunne fjernes. Derfor blev alle data der er registreret ved en hastighed på 20 km/t eller mindre fjernet. Dette skyldes først og fremmest, at situationer ved så lav hastighed ikke antages som værende særligt alvorlige og at alvorligheden af po-

tentielle skader ved disse lave hastigheder forventes at være lav. Derudover ville denne reduktion af data være med til at fjerne en stor del af de registreringer der eventuelt kunne skyldes passage af overkørsler, kørsel på parkeringspladser og lignende kørsel der ikke befinder sig på vejnettet. Dette er hensigtsmæssigt, da det kun er hændelser sket på vejene der er interessante i dette studie.

6.5. Afgrænsning til punkter på vejnettet

I forlængelse af sorteringen for lave hastigheder har det vist sig, at mange af målingerne fortsat befandt sig et stykke fra vejen. Figur 6.2 viser et eksempel herpå. På billedet ser registreringer for ryk markeret med lilla punkter, mens vejsegmenter er markeret med grøn, blå, sort og lilla, alt afhængig af hastighedsgrænser. Figuren viser tydeligt, at ikke alle ryk befandt sig på vejene.



Figur 6.2: Eksempel på ryk, hvoraf visse af dem befinder sig et stykke fra veje

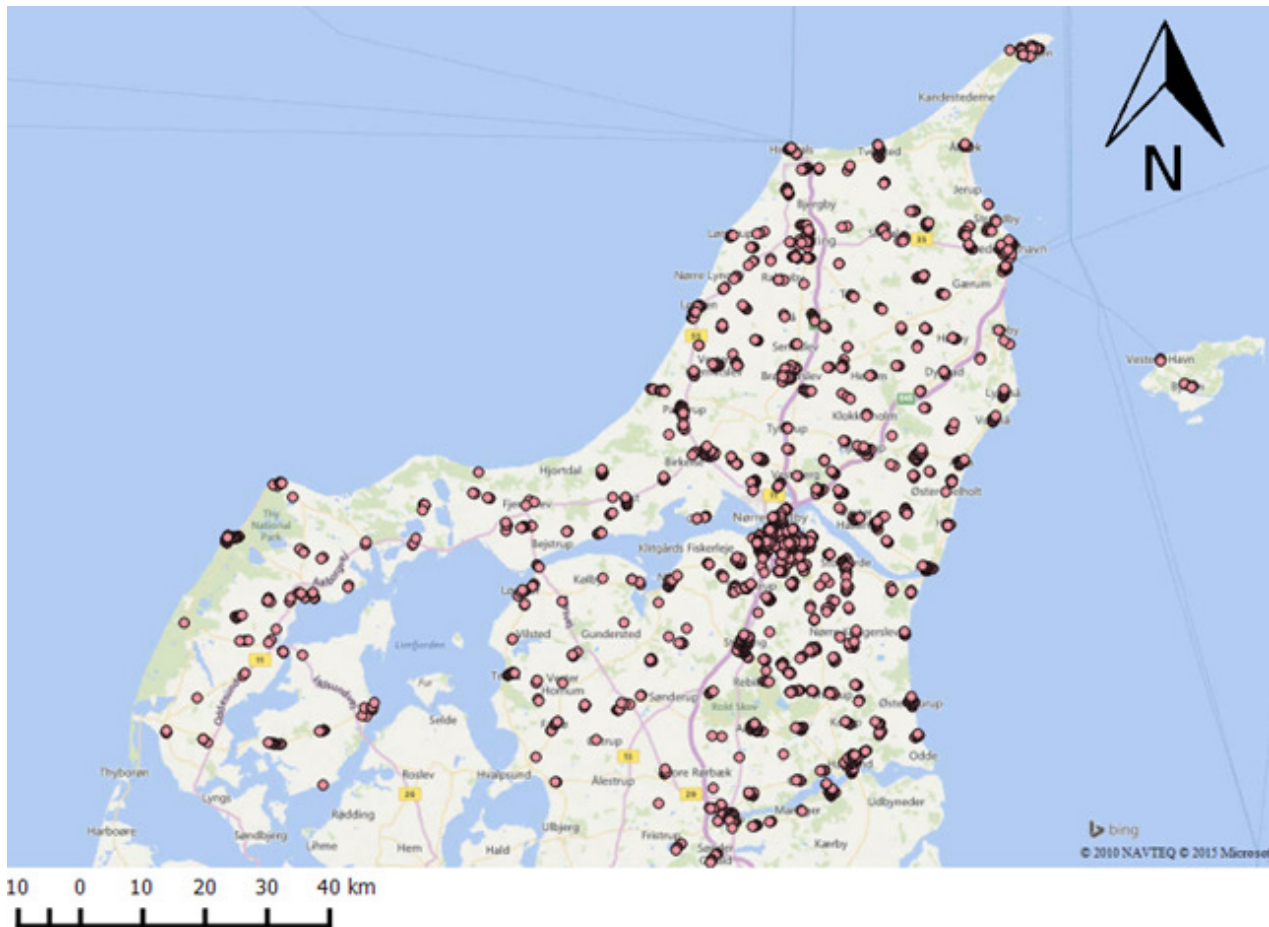
Det skal i øvrigt bemærkes, at vejmarkeringerne er centerlinjer og derfor ikke repræsenterer vejenes reelle bredde, hvorfor punkter der ikke krydser eller berører linjerne alligevel kan være på vejene. Visse af punkterne befinder sig imidlertid så langt fra vejcenterlinjerne, at der ikke blot kan være tale om vejens bredde. Dette kan skyldes flere ting.

For det første kan der være unøjagtigheder på GPS-trackerne der derfor især i bebyggelse kan være i tvivl om hvor målingerne nøjagtigt er foretaget, dernæst kan der være en reel mulighed for at punkter registreret væk fra vejene faktisk er målinger der ikke er foretaget på vejnettet – altså at registreringer er foregået på parkeringspladser, private grunde og andre steder der ikke har noget med vejnettet at gøre.

De punkter der intet har med vejnettet at gøre skal derfor fjernes. Dette blev gjort ved at lave en buffer på 10 m omkring samtlige veje og derefter fjerne alle punkter der var disjunkte med denne buffer.

6.6. Fjernelse af punkter ved bump

Figur 6.3 viser placeringen af samtlige bump og hævede flader i Nordjylland. Kortet er blevet til gennem analyse af ortofoto af hele Nordjylland i forbindelse med et andet projekt af en af de øvrige studerende.



Figur 6.3: Placering af bump i Nordjylland

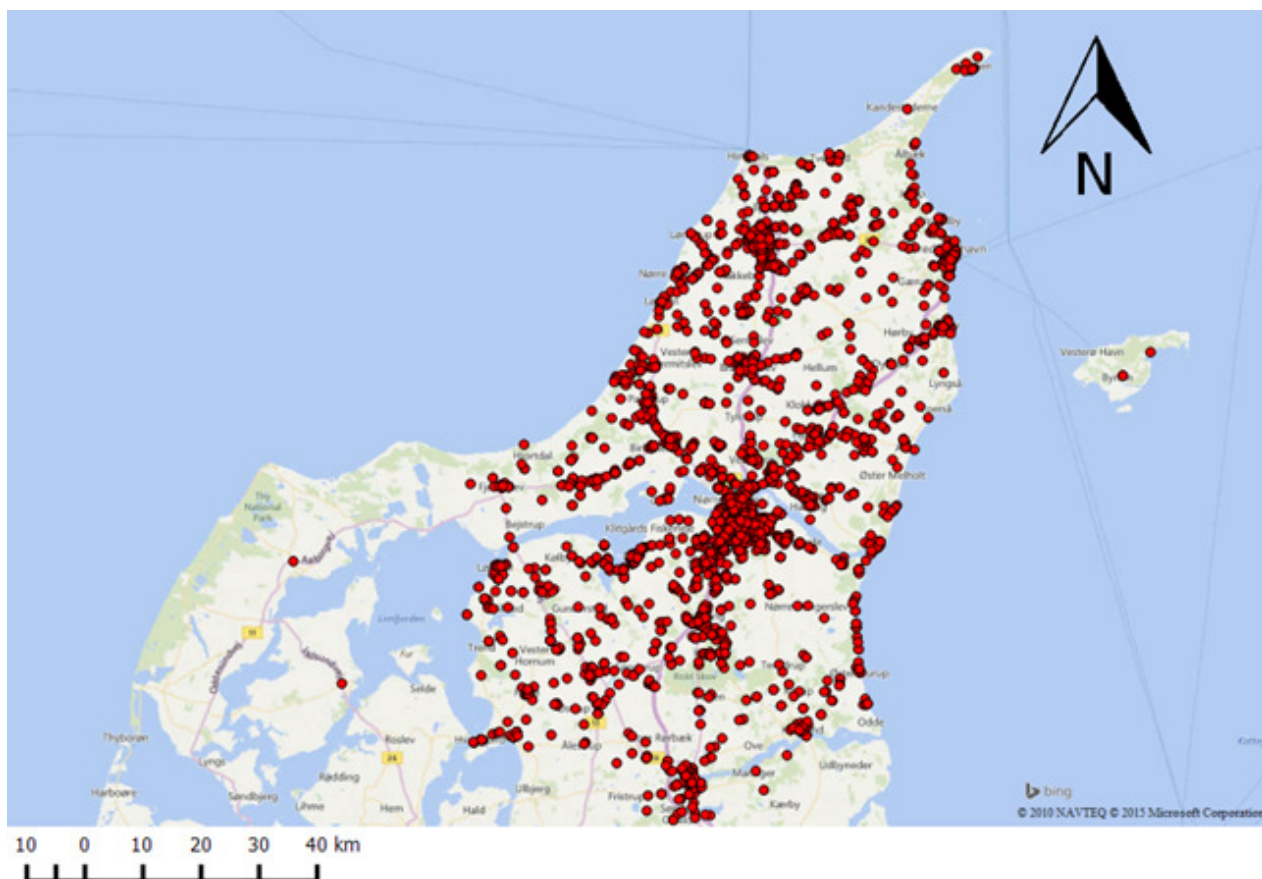
For at fjerne de ryk der befinder sig i en afstand der kan skyldes ujævnhederne, blev der lavet buffere omkring samtlige punkter vist på figuren. Bufferradien blev valgt til 25 m, da det blev vurderet som en passende afstand, da ryk ikke kun vil fremgå nøjagtigt på bumpene, men da der både kan være usikkerheder i nøjagtigheden på GPS, ligesom bilens vuggen umiddelbart efter passage af bump og kraftige sidsteøjeblikke opbremsninger ligeledes kan være medvirkende til at generere ryk i de første meter omkring bumpene.

6.7. Resultat af sorteringerne

Efter de fem steps af sorteringen er foretaget var der et datasæt tilbage på i underkanten af 5.000 punkter.

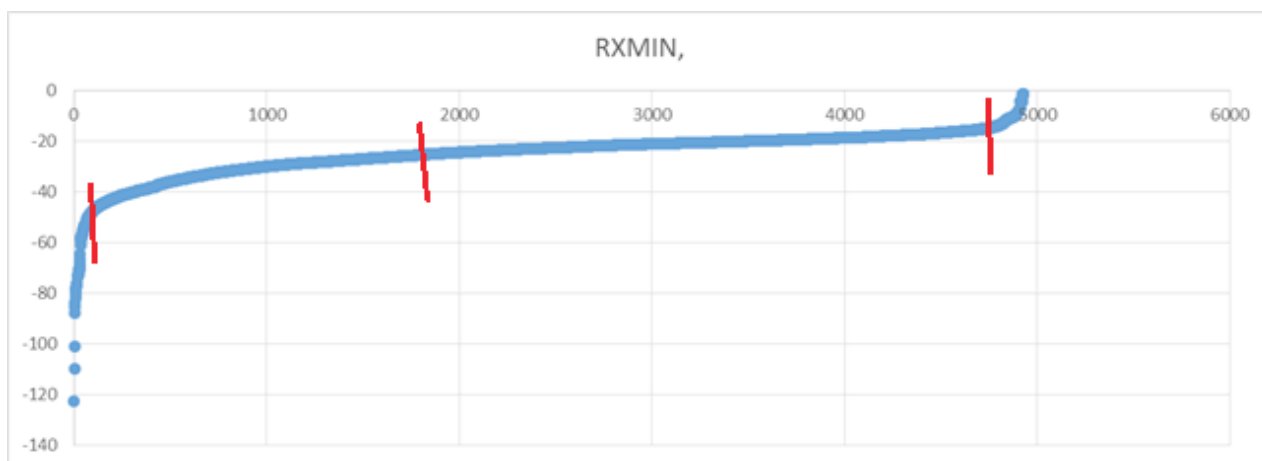
Dette datasæt består derfor af data der befinder sig på Nordjyllands veje, data som ikke skyldes ujævnheder og data som er registreret på hastigheder hvor der kan være en risiko for at registreringerne kan være alvorlige. Tilbage er altså en liste over lokaliteter og hændelser, hvor der reelt kan have været tale om farlige situationer.

Figur 6.4 viser den geografiske fordeling af de tilbageværende punkter der er uden punkter der kunne skyldes andre årsager end farlige situationer.



Figur 6.4: Geografisk fordeling af punkter ved beskæring af data vha. de 5 steps

Figuren viser en klar tendens til at der fortsat er mange punkter bredt fordelt over hele Nordjylland, hvor der dog er en større centrering omkring de større byer med især Aalborg som centrum. Figur 6.5 viser punkternes udslag for negative ryk.



Figur 6.5: Akkumuleret RXMin for de tilbageværende punkter

Der ses den præcis samme tendens som tilfældet var på Figur 6.1 med et fåtal af punkter der skiller sig markant ud fra resten ved at være væsentligt kraftigere end den resterende andel, der har et jævnt forløb. Umiddelbart kan grafen deles ind i 4 dele.

Første del, gående til omkring punkt 100 består af meget kraftige ryk med en klar aftagende tendens, disse punkter kunne meget vel indikere kraftige opbremsninger eller uheld.

Anden del går frem til omkring 1.500-2.000, her er der en fortsat klar aftagende tendens i størrelsen på rykkene, men der er tale om en så jævn fordeling, at der umuligt kan være tale om meget alvorlige hændelser.

Tredje del er en nærmest linær kurvedel, gående frem til cirka 4.800. Denne del bærer præg af ryk der ligger omkring -20 m/s^3 , hvilket jf. litteraturen ville være klar indikation på en farlig konflikt. Der er imidlertid ikke noget der tyder på at dette er tilfældet – det meínder nærmest mest om normal kørsel. Dette skyldes formodentligt dataenes nøjagtighed, med anvendte data der er loggeret med en væsentligt højere frekvens end tilfældet har været i tidligere forsøg. Denne konklusion drages på baggrund af det faktum, at datamængden er så lav, at det synes usandsynligt, at der skulle ske så mange alvorlige situationer blandt det fåtal af køretøjer der har været med i undersøgelsen.

Jf. (Ottosen, 2015) var der i 2014 cirka 2.275.000 registrerede biler i Danmark. Hvis det antages, at de køretøjer der indgik i projekt ITS platform var gennemsnitlige, må antagelsen ligeledes være, at data herfra er repræsentative for den resterende bilpark og derfor, alle biler kører nogenlunde samme måde som tilfældet har været for køretøjerne under ITS Platform. Hvis de 380 biler på tre måneder genererede 4.800 farlige situationer, ville den samlede bilpark på årsbasis generere cirka 115.000.000 farlige situationer. Hvis den svenske antagelse om at der er cirka 1000 alvorlige hændelser for hvert reelt uheld, ville det betyde, at der i Danmark skulle være i omegnen af 115.000 uheld årligt. Dette tal er højere end den registrerede uheldsmængde, hvorfor det må antages, at de svenske studier enten ikke har nogen sammenhæng med den danske virkelighed, eller, at de data der befinder sig på det linære linjestykke i Figur 6.5 ikke umiddelbart er farlige konflikter.

Sidste del af kurven viser data der er endnu mindre med størrelser på ryk gående mod 0.

6.8. Hovedtal efter beskæring

I Tabel 6.1 gennemgås hovedtallene for efter gennemgang af de 5 steps til beskæring af data. Dette gøres først og fremmest for at undersøge, om der er forskel på dataene efter beskæringen.

Gennemsnitlig hastighed	42,5 km/t
Maksimal hastighed	107,6 km/t
Mindste hastighed	20,2 km/t
Gennemsnitlig ryk RXMin	-25 m/s^3
Mest markante ryk RXMin	$-122,5 \text{ m/s}^3$
Mindst markante ryk RXMin	$-1,4 \text{ m/s}^3$

Tabel 6.1: Hovedtal efter beskæring via de 5 steps

Der er altså markant forskel på hovedtallene for kørslen efter beskæringen. Selvom de meget hurtige hastigheder er fjernet, så er gennemsnitshastigheden blevet højere, blandt andet grundet den fastsatte nedre hastighedsgrænse for detekteringerne. Den forhøjede gennemsnitlige hastighed medfører derfor en større alvorlighed ved eventuelle uheld. Dette ses især af den gennemsnitlige ryk der er blevet øget med cirka en faktor 5 i forhold til de oprindege hovedtal. Værdierne for rykkene ligger således markant over de værdier der fremgår af litteraturen. Der er dog fortsat relativ stor spredning på tallene, men der er en klarere tendens til hvad der kan forventes at være et passende udpegningsskriterie.

6.9. Delkonklusion

Det har vist sig muligt at frasortere alle punkter der ikke umiddelbart synes sandsynlige som værende alvorlige hændelser. Der er imidlertid fortsatte problemer med den foreløbige udpegningsmetode:

For det første fremstår Figur 4 ikke umiddelbart ren og ordentlig – der er fortsat så mange punkter, at der ikke umiddelbart er tegn på hverken overskuelighed eller klare problemlokaliteter.

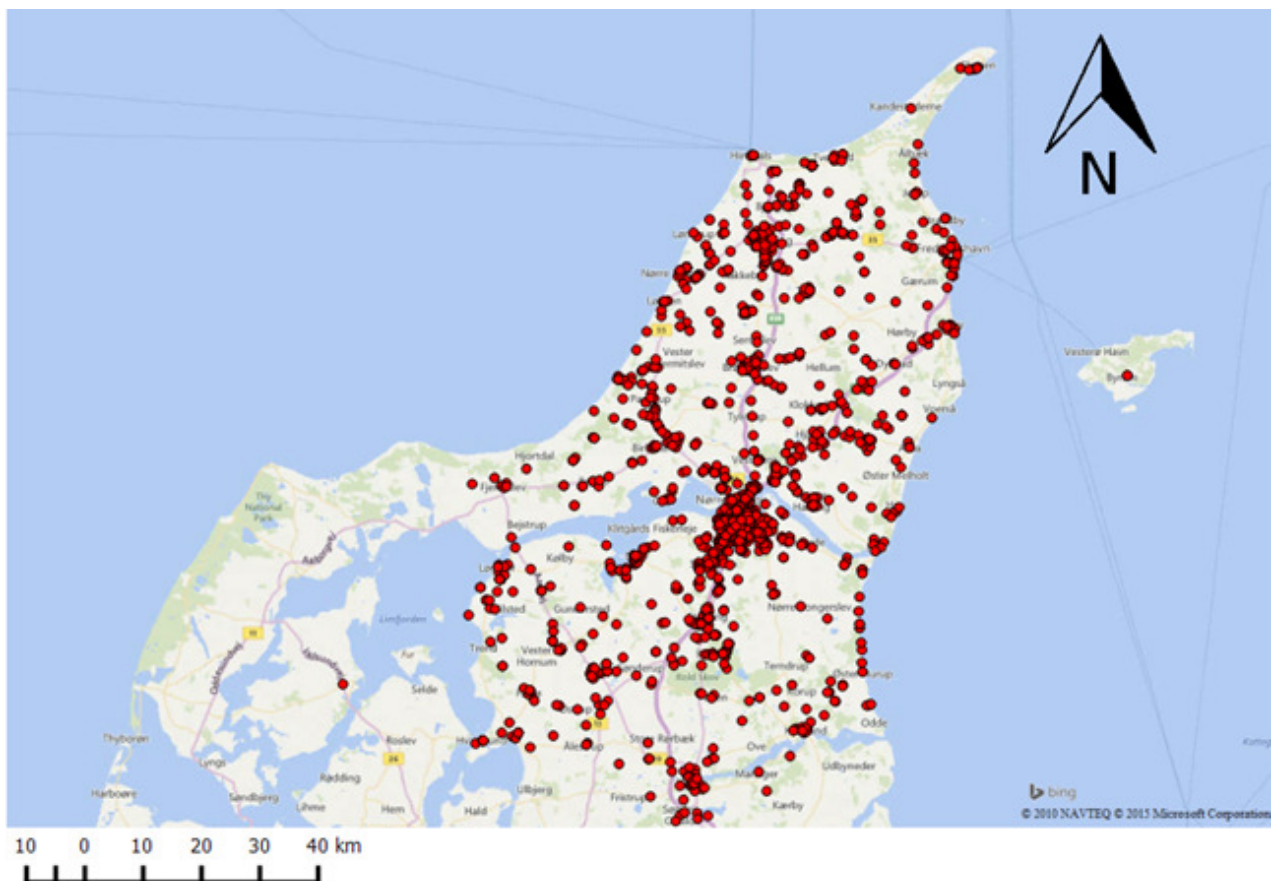
For det andet er der noget der kan tyde på, at der fortsat er mange punkter med i udpegningen som ikke umiddelbart er problematiske – dette findes af Figur 6.5 med det dertilhørende rationale.

Af denne grund anses det for at være nødvendigt at bearbejde dataene i endnu højere grad. Nedenfor er derfor opstillet tre forskellige scenarier der tager udgangspunkt i de præcist samme data som blev fundet ved gennemgang af de 5 steps beskrevet ovenfor. Disse forskellige scenarier for bearbejdning af data skal være medvirkende til at opstille konkrete retningslinjer for beskæring af data.

6.10. Yderligere beskæring af data

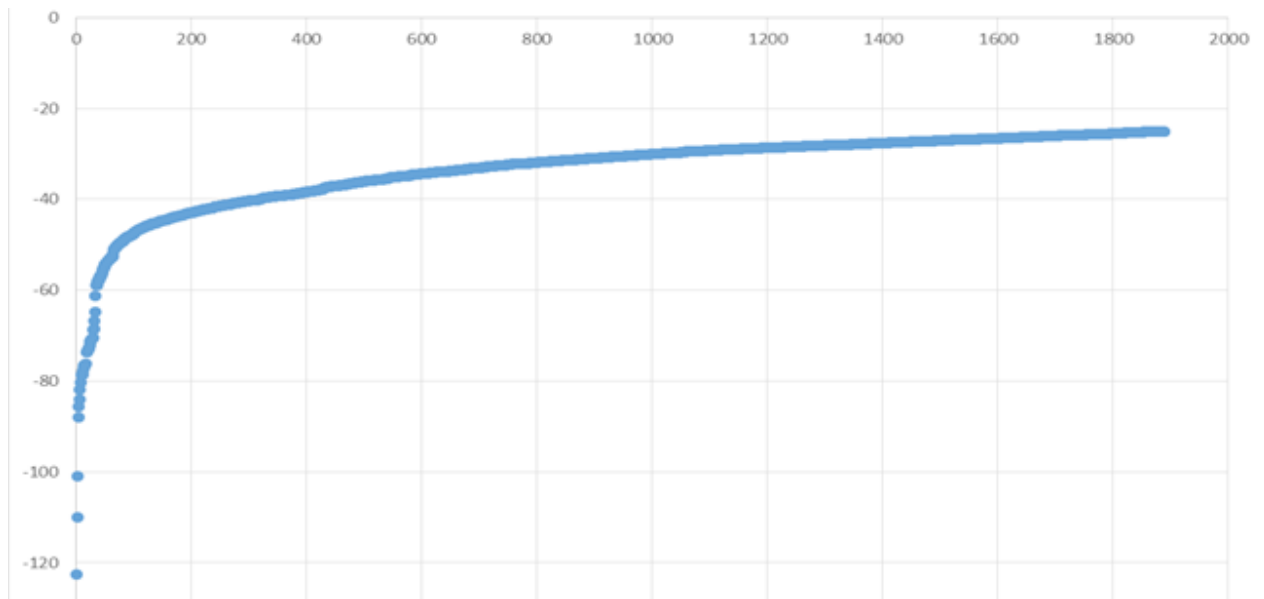
6.10.1. Scenarie 1

I det første scenarie er punkter der indeholder ryk der er mindre end $|-25 \text{ m/s}^3|$ blevet frasorteret. Dette er gjort, da det kunne tyde på, at rykkene skal være relativt store ved logning med 10 Hz for at der er tale om alvorlige hændelser. Størrelsen på rykket er valgt, da dette vil beskære datamængden til cirka 2.000 punkter, hvilket umiddelbart er omtrent det punkt hvor kurven knækker på Figur 6.5. Derudover vil resultatet af en opskalering af 2.000 alvorlige konflikter på cirka 400 biler til en forventet national uheldsmængde ligge i omegnen af 16.000 årlige uheld, hvilket stemmer nogenlunde over ens med de faktiske uheldstal. Resultatet af sorteringen fremgår af Figur 6.6.



Figur 6.6: Geografisk fordeling af punkter ved frasortering af ryk der er svagere end -25 m/s^3

Figuren viser væsentligt færre punkter end tilfældet var på Figur 6.4, men der er fortsat ikke nogen decideret centralisering om enkelte placeringer og punkterne er derfor jævnt fordelt over hele Nordjylland med en tendens til højere densitet omkring de større byer. Figur 6.7 viser punkternes udslag for negative ryk.



Figur 6.7: Akkumuleret RXMin for de tilbageværende punkter fra scenarie 1

Af figuren fremgår den akkumulerede kurve for de tilbageværende ryk. Kurven minder i sin form en del om de forrige, men tallenes størrelse passer væsentligt bedre på hændelser der for datapunkterne fra cirka 0-100 kunne indikere uheldssituationer eller kraftige afværgehandlinger, mens den resterende del kunne indikere alvorlige hændelser.

Umiddelbart virker denne ekstra beskæring lovende og viser på sin vis de situationer der har været potentielt farlige. Der er imidlertid især et vigtigt forhold der ikke er afdækket – et forhold scenarie 2 til gengæld tager højde for.

6.10.2. Scenarie 2

Traditionel sortpletudpegning tager udgangspunkt i steder hvor der sker flere hændelser over en kortere periode. Dette skyldes, at der ved særlige risikolokaliteter ofte er sket mere end en enkel hændelse før lokaliteterne udpeges som risikolokaliteter. Dette skyldes dels, at enkeltstående hændelser kan have været forårsaget af tilfældigheder og at der derfor ikke nødvendigvis er tale om farlige lokaliteter. Dette forhold har været således de sidste mange år og der er ikke umiddelbart tenenser til at dette ændres i fremtiden. Derfor vil det være relevant at frasortere de lokaliteter hvor der er tale om enkeltstående hændelser.

De cirka 5.000 punkter der blev fundet i første omgang indeholdt koordinater i Northing-Easting format, hvorfor hvert punkt derfor er stedbundet med data der knytter dem til et koordinatsystem. Dette faktum kan bruges til at opstille data i en afstandsmatrice.

I nærværende rapport er de anvendte data opstillet i en matrice der måler cirka 5.000*5.000, således hvert eneste punkt bliver holdt op imod samtlige af de øvrige punkter.

Dertil skal afstanden mellem hvert punkt og samtlige af de andre punkter blot regnes, dette gøres ved formlen:

$$|l| = \sqrt{(x_i - x_n)^2 + (y_i - y_n)^2}$$

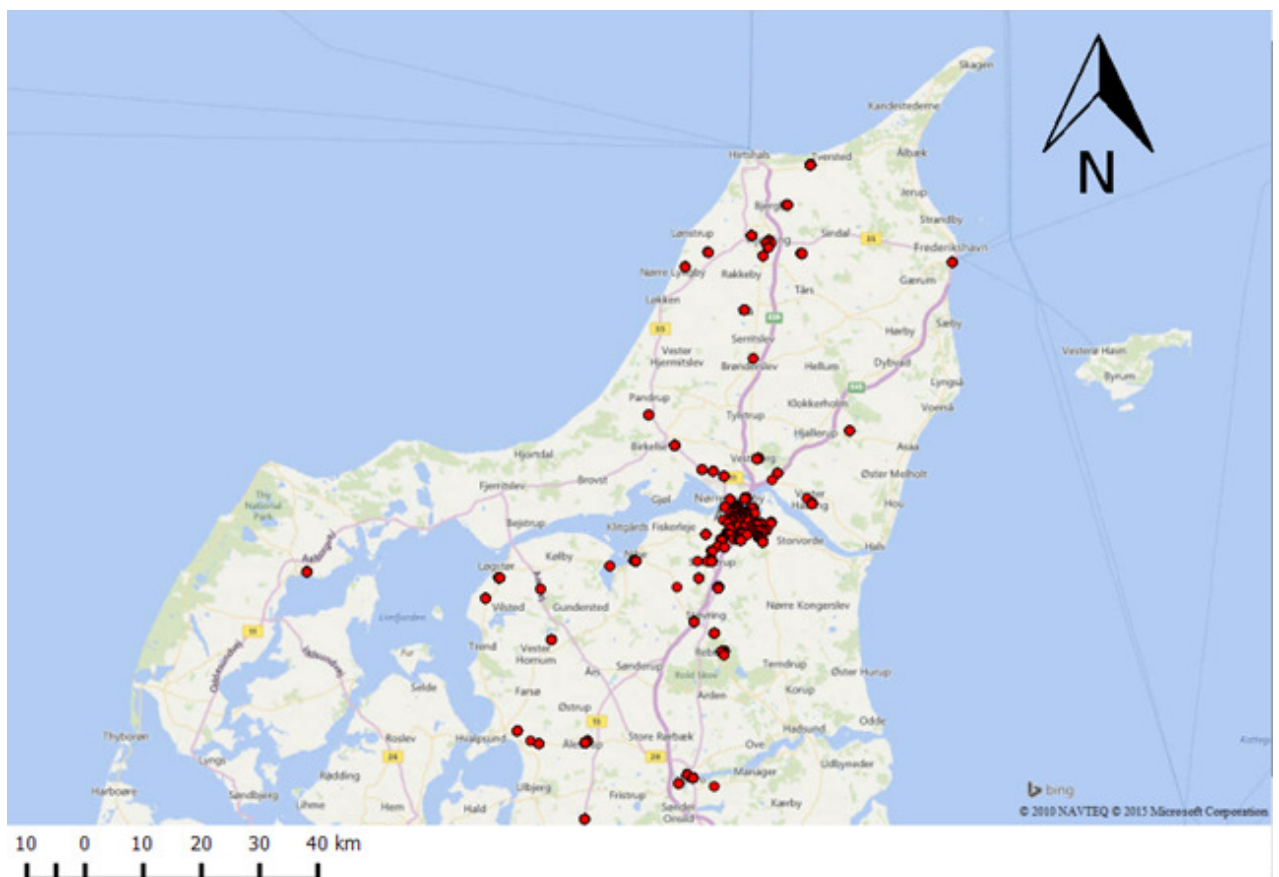
Med indgangene:

$$[x_i, y_i] = \begin{bmatrix} x_1, y_1 & x_2, y_1 & \dots & x_n, y_1 \\ x_1, y_2 & x_2, y_2 & & x_n, y_2 \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ x_1, y_n & x_2, y_n & \dots & x_n, y_n \end{bmatrix}$$

Hvor l er den fysiske afstand i meter, x repræsenterer Easting-koordinat delen, mens y repræsenterer Northing-koordinatdelen. Indeks i beskriver det enkelte koordinat, mens indeks n beskriver hvert af de øvrige.

I nærværende scenarie blev det valgt, at der skulle befinde sig 4 punkter inden for en afstand af 50 m for at disse "clusters" skulle medtages. Afstanden blev valgt, da det synes som værende en passende afstand på problemlokaliteter. Derudover er opgaven at finde frem til risikolokaliteter som eksempelvis vejkryds, hvor der kan ske uheld på begge sider af disse eventuelle kryds. Afstanden skal således være stor nok til at uheld der har med lokaliteterne at gøre medtages, dog så lille, at ryk der intet har med lokaliteten at gøre undlades. Antallet af hændelser er sat til 4, da det cirka afspejler mængden af uheld der skal til under traditionel sortpletudpegning. Det bemærkes i øvrigt, at perioden der her er arbejdet med er væsentligt kortere end tilfældet er for traditionel sortpletudpegning.

I nærværende projekt arbejdes med et makroskopisk niveau, hvorfor hensigten i første omgang er at finde ud af, hvorvidt metoden kan bruges til at finde uheldslokaliteter. Viser det sig at forholde sig således, skal metoden afpasses til et mere lokalt niveau. Resultatet af analysen fremgår af Figur 6.8.



Figur 6.8: Geografisk fordeling af punkter ved frasortering af enkeltstående hændelser

Af figuren fremgår tydeligt, at der ved de andre beskæringer har været mange enkeltstående hændelser. Det ses særligt, at der er en meget stor koncentration af punkter i og omkring Aalborg, mens den øvrige landsdel er mindre udsat. Konklusionen må derfor være, at Aalborg i høj grad er området i Nordjylland, hvor der er forbedringspotentialer. Dette hænger i øvrigt fint sammen med at en stor del af Nordjyllands trafik er i og omkring Aalborg. Resultatet af dette scenarie viser dog, at der i visse kommuner slet ikke eller stort set slet ikke er risikolokaliteter der kan leve op til de fastsatte krav for risikolokaliteter.

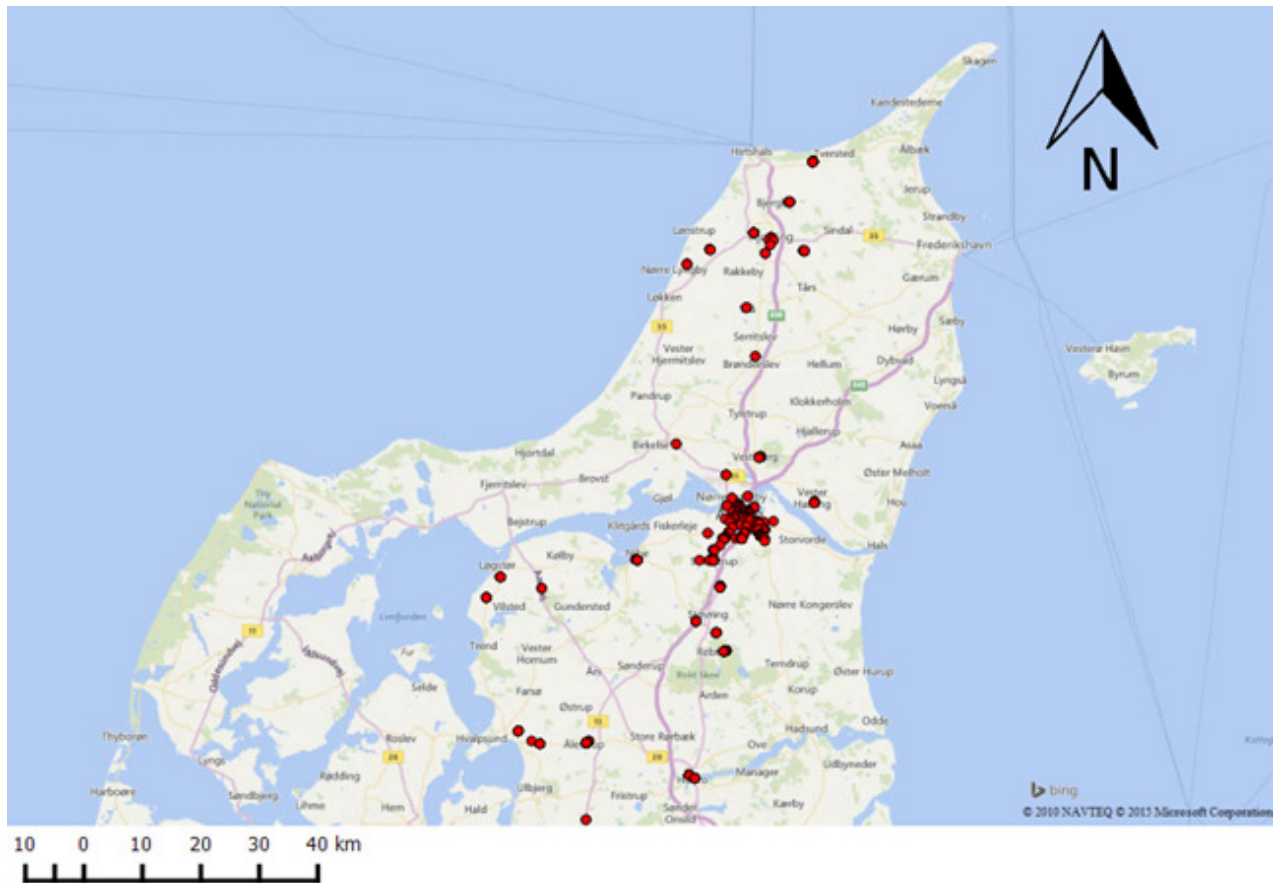
Dette er naturligvis ikke tilfældet i virkeligheden, hvor der vil være forbedringspotentialer i samtlige kommuner. Derfor skal værdierne anvendt ved dette scenarie sandsynligvis lempes og kalibreres, således de passer til hvert enkelt område. Der er imidlertid et forbehold hertil, som kan afklares ved en nærmere undersøgelse af eksempelvis en enkelt kommune. En stor del af trafikken foregår nemlig i Aalborg, hvorfor der naturligvis vil være flest problemlokaliteter i Aalborg. Dette kan, sammen med den relativt lille datamængde der er benyttet under analysen betyde, at større datamængder eller mindre geografiske områder (adskillelse af Aalborg Kommune fra de øvrige kommuner) vil medføre en mere udførlig udpegning i de øvrige kommuner.

6.10.3. Scenarie 3

Dette scenarie er en blanding af scenarie 1 og 2. Scenarie 3 kombinerer således de ekstra tiltag fra de to forrige scenarier, i form af frasortering af ryk der er mindre end -25 m/s^3 og frasortering af punkter der har færre end 4 punkter i en radius af 50 m.

Dette scenarie er, med den begrænsede datamængde in mente, sandsynligvis det scenarie der vil komme tættest på en egentlig anvendelig sortpletudpegningsmetode. Det er i hvert fald dette scenarie der i nærværende projekt vil danne grundlag for en vurdering af, hvorvidt den anvendte metode med dertil hørende anvendte værdier kan bruges til en sortpletudpegning.

Figur 6.9 viser resultatet af scenarie 3.



Figur 6.9: Geografisk fordeling af punkter ved scenarie 3

Af figuren fremgår de lokaliteter, hvor data ikke blot fremstår støvsuget ren for data der ikke befinder sig på Nordjyllands veje, data som ikke skyldes ujævnheder og data som er registreret på hastigheder hvor der kan være en risiko for at registreringerne kan være alvorlige. Af figuren fremstår desuden kun de lokaliteter, hvor der er sket flere alvorlige hændelse, resulterende i større ryk.

6.11. Delkonklusion

Gennemgangen af dataene og de tre scenarier har i høj grad været på et makroskopisk niveau frem for et mere lokalt niveau, hvilket er hvad metoden, såfremt den vurderes tilstrækkelig, forventes at blive brugt til i fremtiden. De værdier der er benyttet synes i denne gennemgang at resultere i et passende antal problemlokaliteter, men dette kan muligvis skyldes den datamængde og de værdier der er valgt. Det skal i øvrigt bemærkes, at det langt fra er tilstrækkeligt at nøjes med en analyse bestående af de fem indledende steps, hvorfor der formodentligt vil være behov for yderligere skærper som minder en del om dem der er præsenteret i scenarie 3. Et eksempel på at analysen skal tilrettes til den enkelte kommune er Frederikshavn Kommune, hvor der ikke er registreret en eneste risikolokalitet i scenarie 3.

Det er kommunernes opgave at foretage trafiksikkerhedsarbejdet. Kommunerne har imidlertid et begrænset budget, hvorfor de ikke kan udbedre samtlige lokaliteter der muligvis udpeges, hvilket ligeledes taler for en lokal tilpasning af værdierne til udpegning. Dette bakkes især op ved at tage et kig på Aalborg Kommune, hvor størstedelen af samtlige udpegninger befinder sig.

En anden ting som denne udpegningsmetode, eller i hvert fald nærværende analyse, ikke tager højde for, er potentialet for grå strækninger. Analysen har i høj grad taget højde for de enkelte lokaliteter og derefter i scenarierne forsøgt at knytte dem sammen til større grupperinger, hvorfor det især har været kryds og punkter på strækninger der er blevet udpeget. Der er imidlertid ikke direkte blevet lavet sammenknytningen med de enkelte vejstrækninger, hvor der ligeledes kan være problemer på. Dette bør imidlertid kunne løses relativt simpelt ved at lave en buffer omkring vejnettet på en passende størrelse – måske 10-20 meter, og derefter registrere hvor mange punkter der er i berøring med de enkelte buffere. Af attributtabellerne kendes strækningernes længder, hvorfor en sammenholdning med antal punkter for derved at finde strækningers uheldsdensitet vil være relativt simpel.

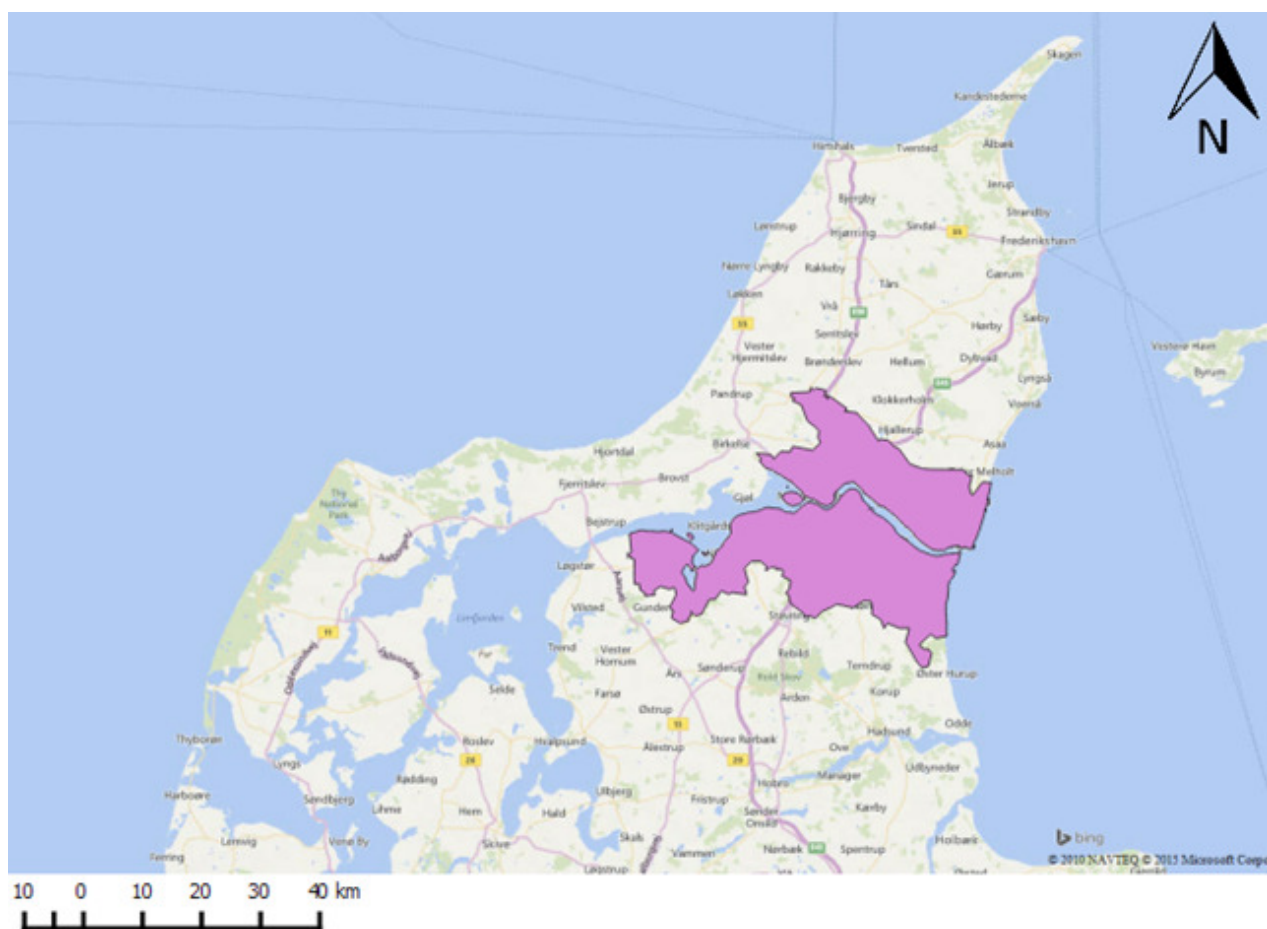
Ovenstående gennemgang har vist et potentiale for en GPS-baseret sortpletudpegning, hvor der er mulighed for at stille på værdierne og derved tilpasse metoden til tilgængelige data og til et geografisk område. Det er påvist, at metoden kan detektere en række lokaliteter der opfylder alle krav for at være risikolokaliteter. Det vides imidlertid endnu ikke, hvorvidt metoden rent faktisk virker efter hensigten. Derfor gennemgås samtlige lokaliteter for at undersøge, hvorvidt der kan findes særlige lokale risikoforhold på lokaliteterne.

7. Sortpletudpegning i Aalborg Kommune

De foregående scenarier gav indtrykket at det er muligt at anvende nærværende metode til at finde et antal af lokaliteter der giver mening. Scenarierne viste imidlertid ikke et umiddelbart et realistisk geografisk niveau, da der blev lavet analyser for et større geografisk areal end hvad metoden fremadrettet kan forventes at være til. Af denne grund vil en nærmere geografisk afgrænsning til et kommunalt niveau medføre en væsentligt mere realistisk test for, hvorvidt metoden har gode perspektiver for fremadrettet at være en kandidat til at erstatte de traditionelle udpegningsmetoder.

For at danne et realistisk scenarie undersøges derfor Aalborg kommune. Gennemgang af denne lokalitet har delvist til hensigt at fastlægge, hvorvidt metoden kan anvendes af en kommune, samt delvist at skabe nogle realistiske værdier som inputs i en fremtidig analyse.

Det markerede areal på Figur 7.1 danner således ramme om analysen.



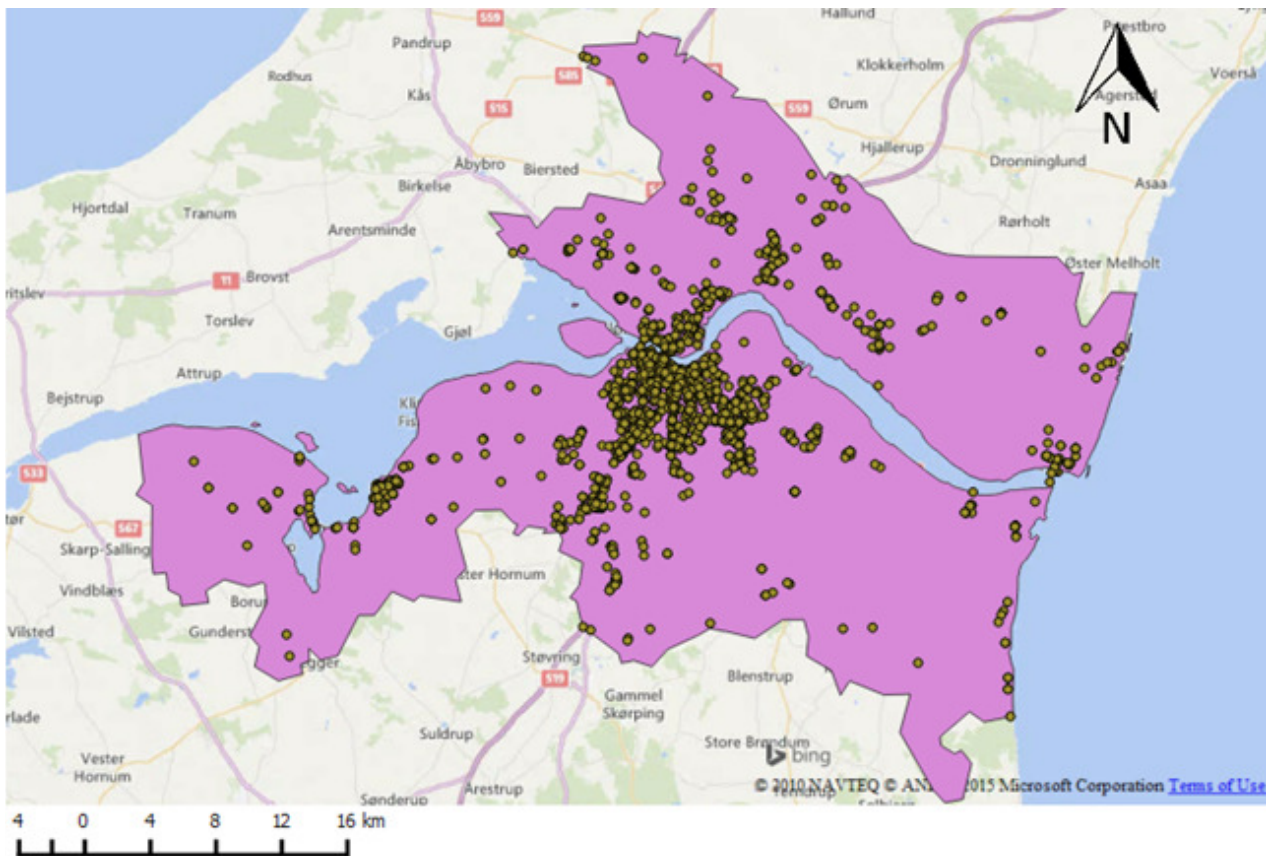
Figur 7.1: Geografisk afgrænsning til Aalborg kommune (lilla markering)

Årsagen til at netop dette areal er relevant for denne analyse er dels, at en stor del af al trafikken i det anvendte datasæt er i og omkring kommunen, hvorfor ligeledes en stor del af alle registrerede ryk i de tre gennemgåede scenarier er registreret i Aalborg Kommune.

Det var oprindeligt meningen at lave en sortpletudpegning for Aalborg Kommune, hvortil en gennemgang af hver af lokaliteterne ville frembringe årsager for de tilstedeværende ryk og derved klarlægge særlige lokale risikoforhold på hver af lokaliteterne – og derved netop bruge floating car data som erstatning for uheldsdata.

En gennemgang af denne udpegning blev gjort ved følgende steps:

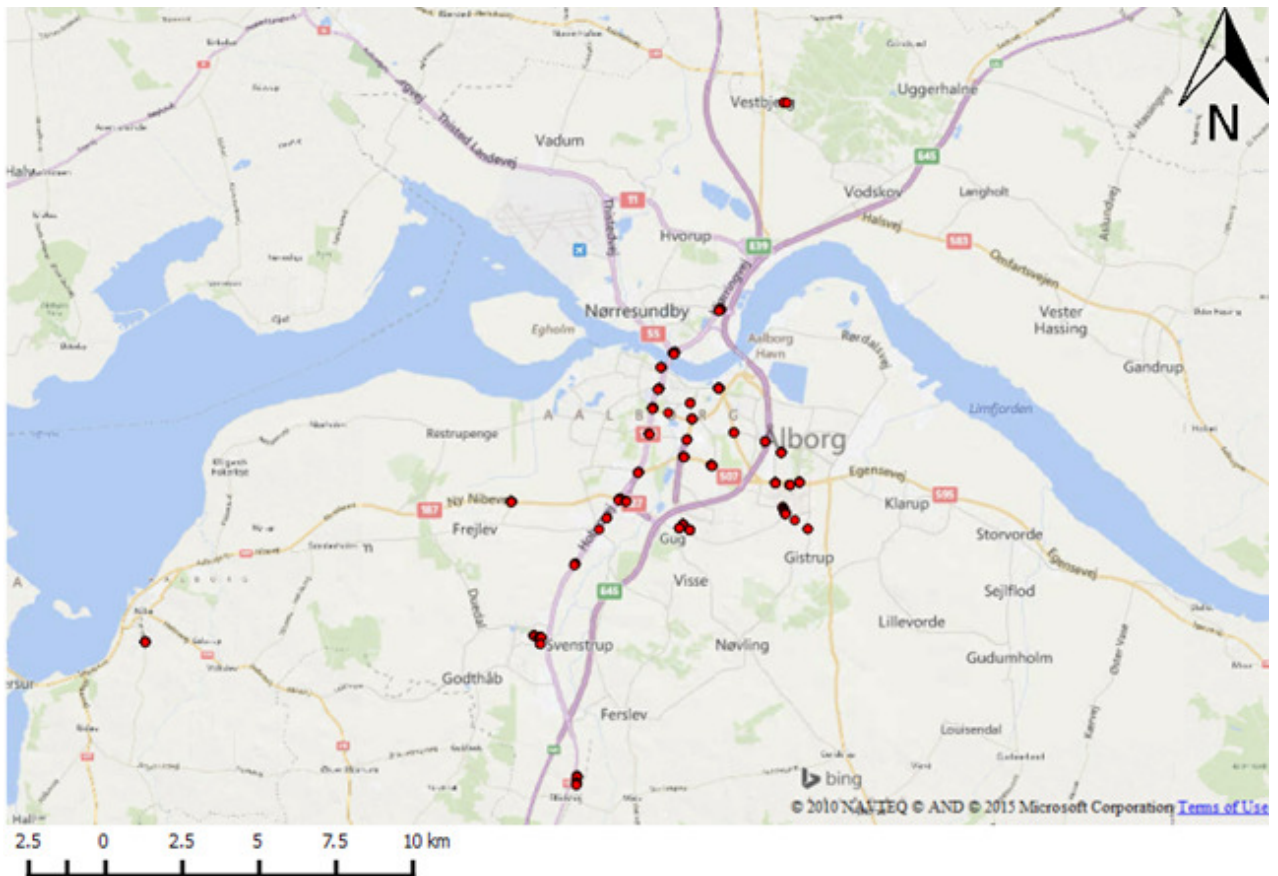
Fjernelse af alle punkter uden for Aalborg Kommune og ryk mindre end -15 m/s^3 resulterede i kortet vist nedenfor på Figur 7.2. Dette step halverede cirka det oprindelige antal punkter der var efter de indledende steps til en datamængde på 2482 punkter.



Figur 7.2: Registrerede ryk i Aalborg Kommune

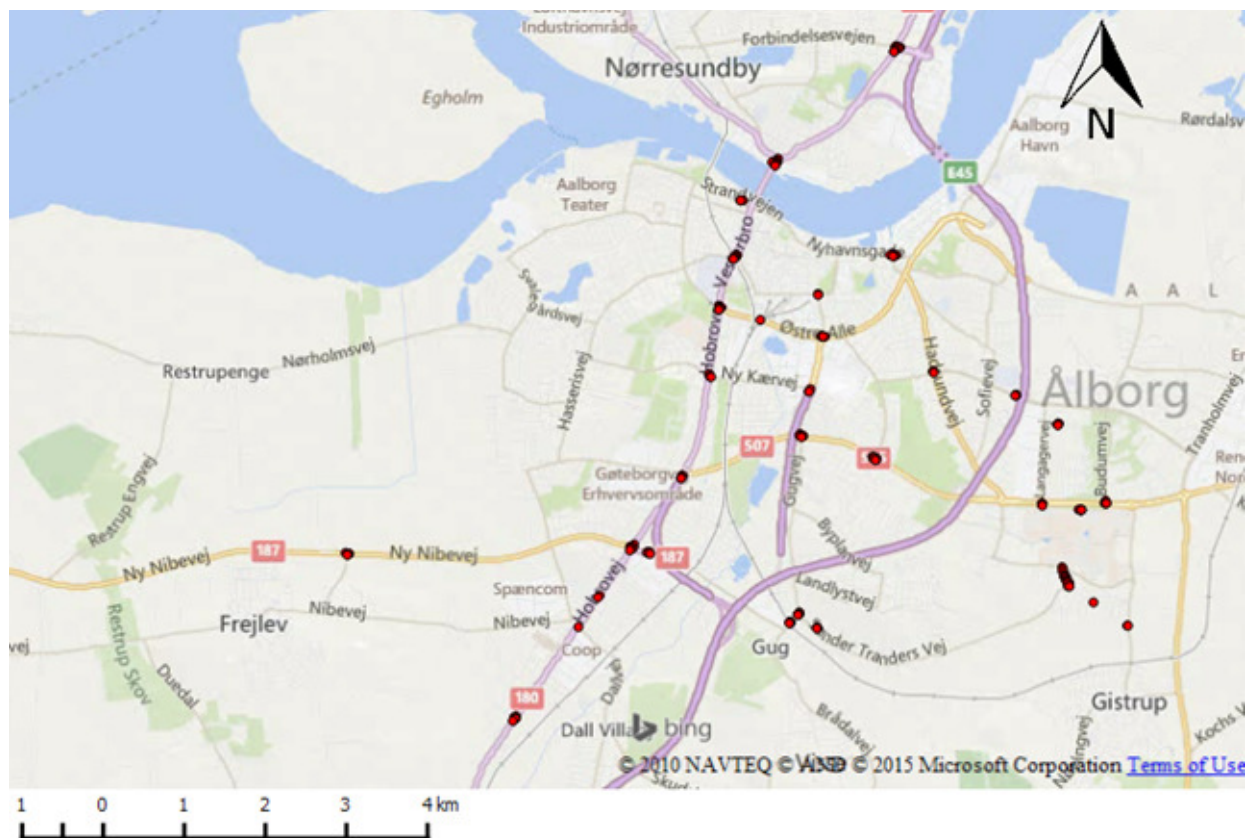
Efterfølgende blev alle enkeltstående punkter og grupperinger hvor der var mindre end 4 hændelser i radius 50 m fjernet. Denne reduktion resulterede i i alt 250 tilbageværende punkter fordelt på cirka 40 lokaliteter, hvor der altså umiddelbart var forbedringspotentiale på den fysiske udformning. Dette skyldes, at der på lokaliteterne var sket indtil flere kraftigere ryk.

Resultatet af denne sortering ses på Figur 7.3.



Figur 7.3: Udpegning af risikolokaliteter i Aalborg Kommune

Et nærmere kig på lokaliteterne i Aalborg ses på Figur 7.4.



Figur 7.4: Udpegning af risikolokaliteter i Aalborg

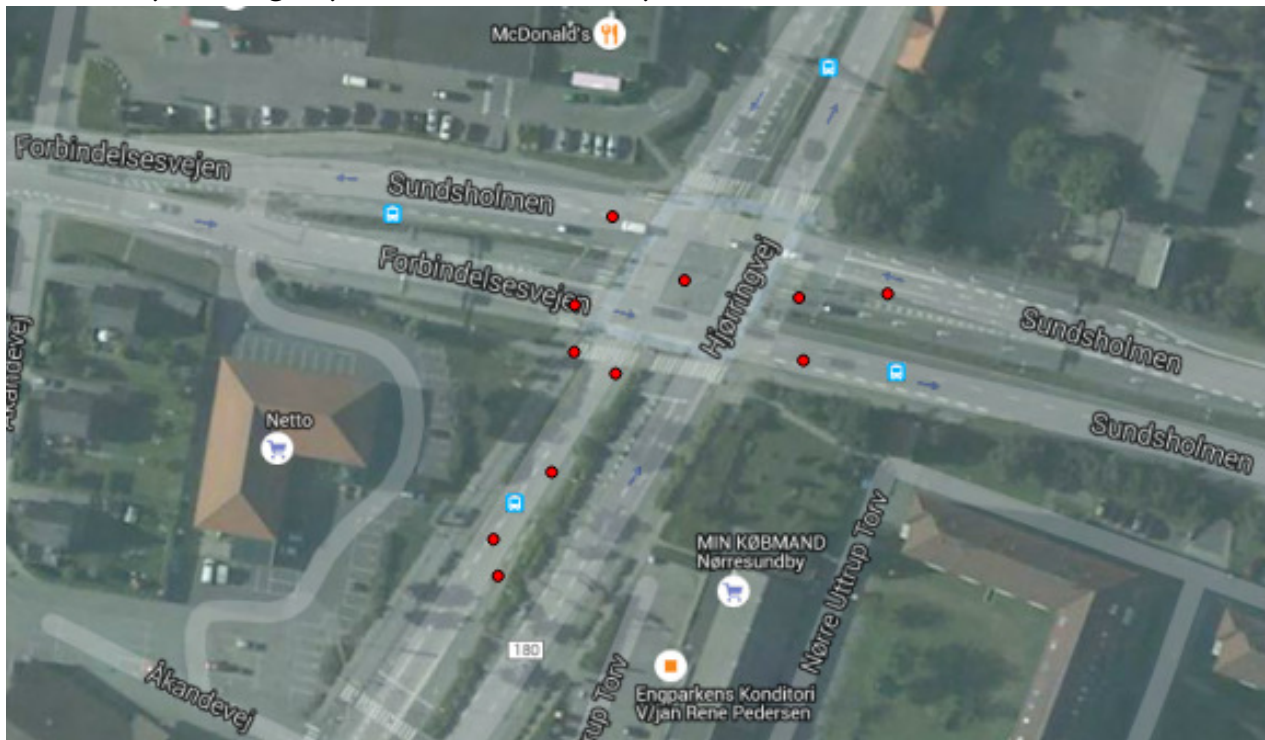
Næste skridt var derfor at undersøge hvert enkelt af lokaliteterne for derved at fastlægge årsagerne til de opståede ryk. Ved fund af årsager som eksempelvis manglende afstribning, for skarpe kurver, dårligt udsyn, eller andre fysiske forhold der kunne forklare rykkenes tilstedeværelse ville metoden med de valgte værdier bekræftes som et muligt alternativ til den traditionelle sortpletudpegning.

En nærmere grandskning af cirka 1/3 af lokaliteterne medførte imidlertid ikke mange fund af særlige lokale risikoforhold. Nedenfor ses to eksempler på en gennemgang af en af de udpegede lokaliteter.

7.1. Gennemgang af lokaliteter

Nedenfor vises et par eksempler på gennemgange af udpegede lokaliteter. Det fremgår heraf, at der ikke altid blev fundet særlige lokale risikoforhold der kunne lægge til grund for udpegningerne. Resten af gennemgangene af udpegningerne fremgår i øvrigt af bilagsrapporten.

7.1.1. Hjørringvej/Forbindelsesvejen/Sundholmen



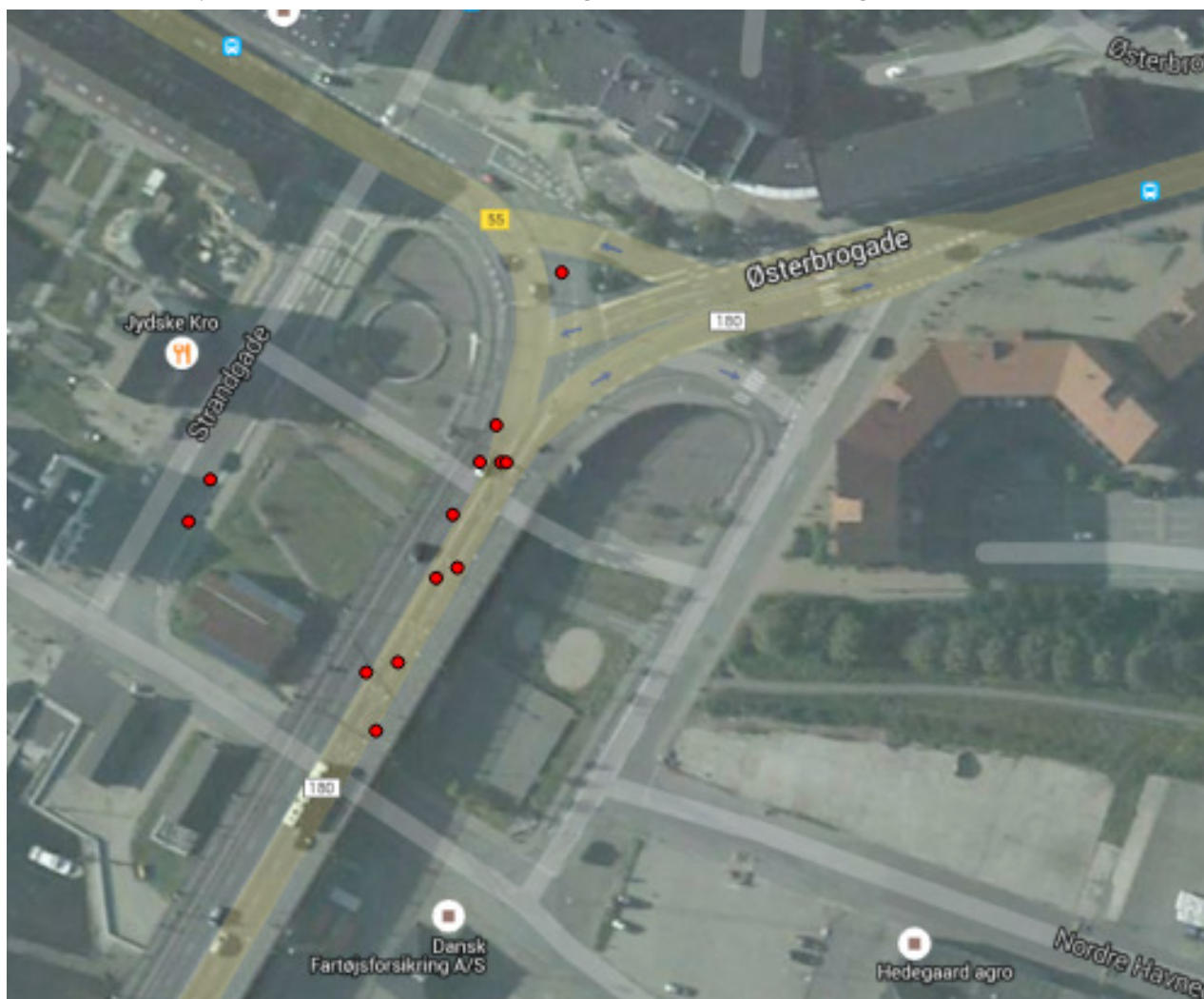
Figur 7.5: Gennemgang af Hjørringvej/Forbindelsesvejen/Sundholmen

I og omkring krydset er der registreret 11 ryk, alle forskellige hændelser. Der er et køretøj der i samme tur gennem krydset, medfører tre detekteringer af ryk, men alle andre situationer er forskellige. Der er ingen sammenhæng mellem tidspunkterne på detekteringerne. Alle detekteringer er foregået ved hastigheder på 20-40 km/t og alle ryk er i omegnen af -20 m/s^3 . Det bemærkes at en stor del af rykkene er registreret i udgangen af krydset og at således kun 3-4 ryk er registreret i indgangen til krydset.

Krydset, der er signalreguleret er ret stort og trafikeret og befinder sig i et område med dagligvareforretninger og andre mål der genererer trafik. Der er cykelsti eller cykelbaner ved tre af benene i krydset. Det vurderes, at adskillige af detekteringerne især i udgangen af krydset kan skyldes opbremsninger for at komme ind til nogle af de mål der er i krydsets umiddelbare nærhed, ligesom der i et par situationer kunne være cyklister implicerede.

Krydset er stort og trafikeret, men det vurderes, at der kunne være basis for at lokaliteten er trafikfarlig, hvorfor denne lokalitet skal granskes nærmere.

7.1.2. Limfjordsbroen/Østerbrogade/Vesterbrogade



Figur 7.6: Gennemgang af Limfjordsbroen-Østerbrogade-Vesterbrogade

Der er i alt i og ved dette kryds 13 detekteringer, hvoraf 10 af dem er i forbindelse med kørsel i sydlig retning på Limfjordsbroen på vej væk fra krydset. Alle disse 10 situationer er forskellige hændelser med ryk omkring -20 m/s^3 , med med et enkelt ryk på -34 m/s^3 . Hastighedsniveauet er i høj grad omkring 30 km/t med enkelte hastigheder omkring detekteringerne der er 10 km/t lavere eller højere.

Rykkene skyldes sandsynligvis i de fleste situationer biler der netop kommer over krydset inden der bliver rødt, hvorefter køretøjerne bliver mødt af kø på broen. Der er ikke umiddelbart så meget at gøre for at afhjælpe situationen.

7.2. Delkonklusion

Gennemgangen af en del af lokaliteterne viste ikke umiddelbart særlige lokale risikoforhold ved særlig mange af lokaliteterne. Det er imidlertid ikke bevist at metoden ikke virker, da der er fundet nogle lokaliteter hvor der i høj grad har været basis for at der sker noget. Et eksempel på noget der kan være svært at finde er bagendekollisioner, der eksempelvis sagtens kan ske i flertallet af lokaliteterne. Der kan ligeledes være andre årsager til detekteringerne som ikke er blevet bemærket i gennemgangen af lokaliteterne. At der skulle være overset en stor del af problemerne er imidlertid tvivlsomt.

Metoden har ikke desto mindre udpeget lokaliteter hvor der er meget trafik og hvor der sker en masse – og hvorfor der i høj grad er basis for konflikter og farlige situationer. Af denne grund kan

det ikke afvises at metoden virker, men det kan ligeledes ikke bekræftes at den virker efter hensigten. Derfor vil der blive lavet en gennemgang af Aalborg Kommune med varierede parametre:

- Lempelse af krav til ryk med skærpelse af krav til antal detekteringer pr. lokalitet
- Lempelse af krav til antal detekteringer pr. lokalitet med skærpelse af krav til ryk

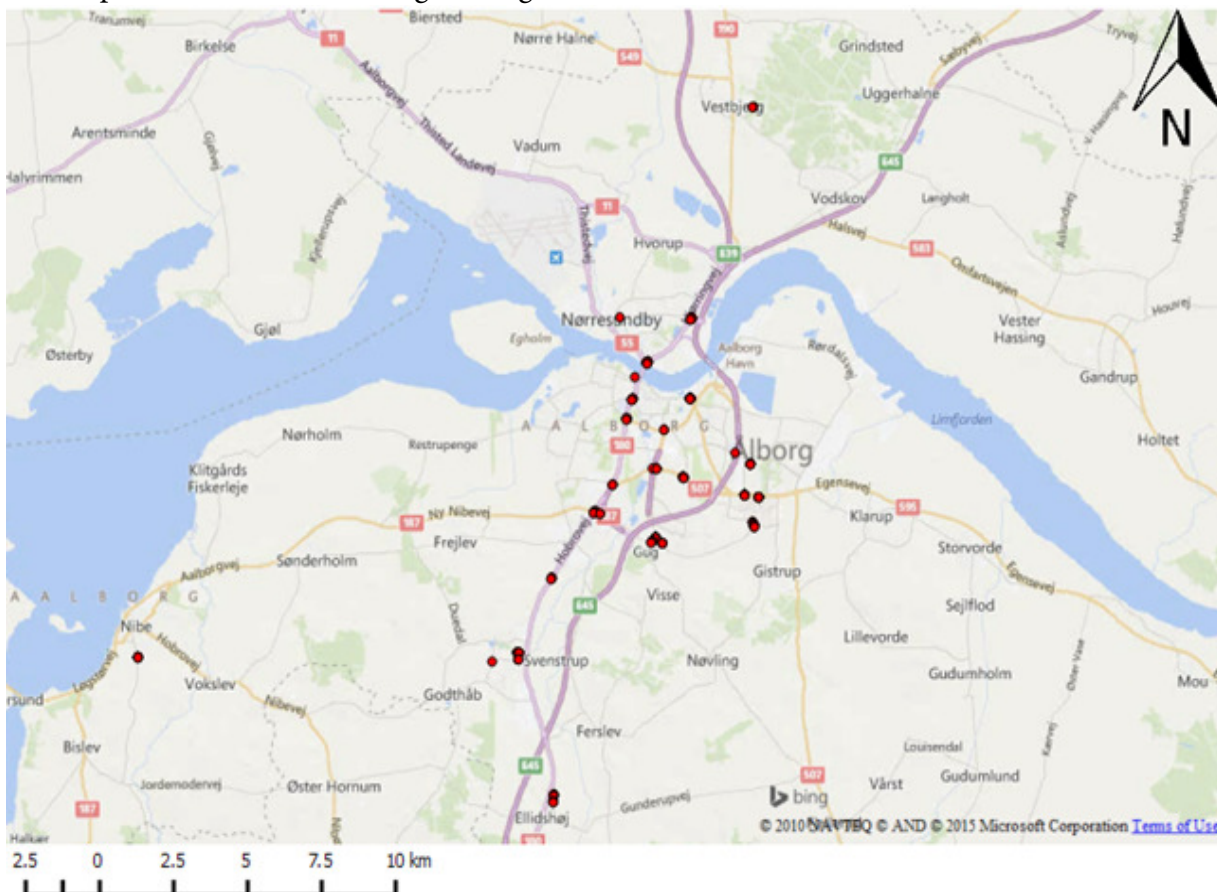
Denne parametervariation har til hensigt at undersøge, hvorvidt der er markant forskel i de lokaliteter der udpeges. Hvis det viser sig at være nogenlunde de samme lokaliteter der udpeges, vil det kunne konkluderes, at metoden finder de lokaliteter der er problemer på, men at kravene måske skal lempes en smule for at få flere falske negative lokaliteter med og derved øge antallet af udpegede lokaliteter. Hvis det viser sig at der er stor forskel i de lokaliteter der udpeges, viser dette, at parametrene til udpegning er meget afgørende for metoden, hvorfor metoden i nogle situationer og med nogle datasæt vil give gode resultater, mens tilfældet i andre situationer vil være dårligere.

7.3. Sortpletudpegning med parametervariation

Gennemgangen ovenfor finder frem til omtrent 40 lokaliteter med en samlet sum af omkring 300 ryk i alt. Denne mængde vurderes at være udmærket i analysen, hvorfor parametervariationerne vil resultere i omtrent det samme antal situationer og lokaliteter.

7.3.1. Lempelse af krav til ryk med skærpelse af krav til antal detekteringer pr. lokalitet

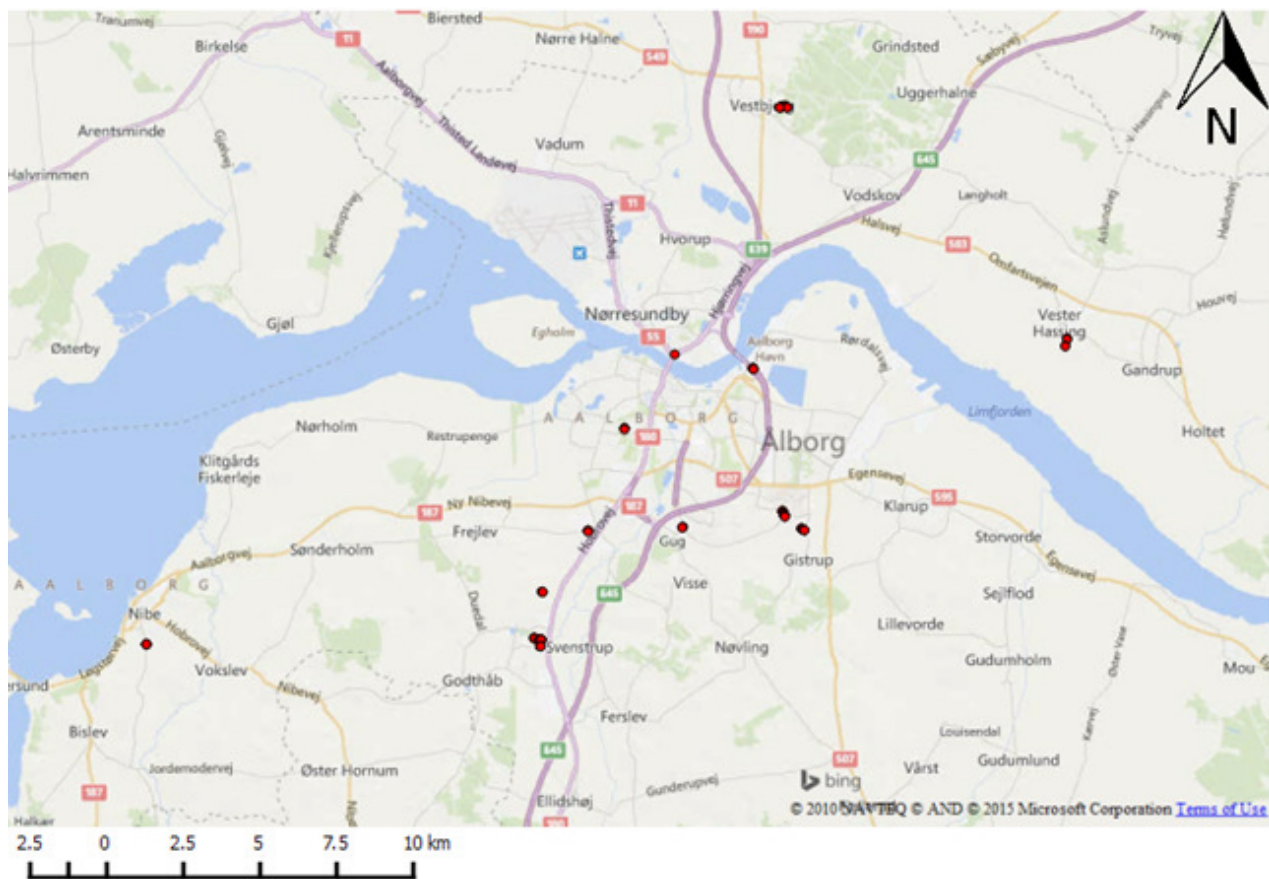
I første variation medtages stort set samtlige ryk fra datasættet, da kravet om rykkets størrelse læmpes til -5 m/s^3 , med en skærpelse af antal hændelser på hver lokalitet til at være på 5 eller flere. Resultatet af denne parametervariation fremgår af Figur 7.7



Figur 7.7: Udpegning af risikolokaliteter i Aalborg Kommune ved læmpelse af krav til ryk med skærpelse af krav til antal detekteringer pr. lokalitet

7.3.2. Lempelse af krav til antal detekteringer pr. lokalitet med skærpelse af krav til ryk

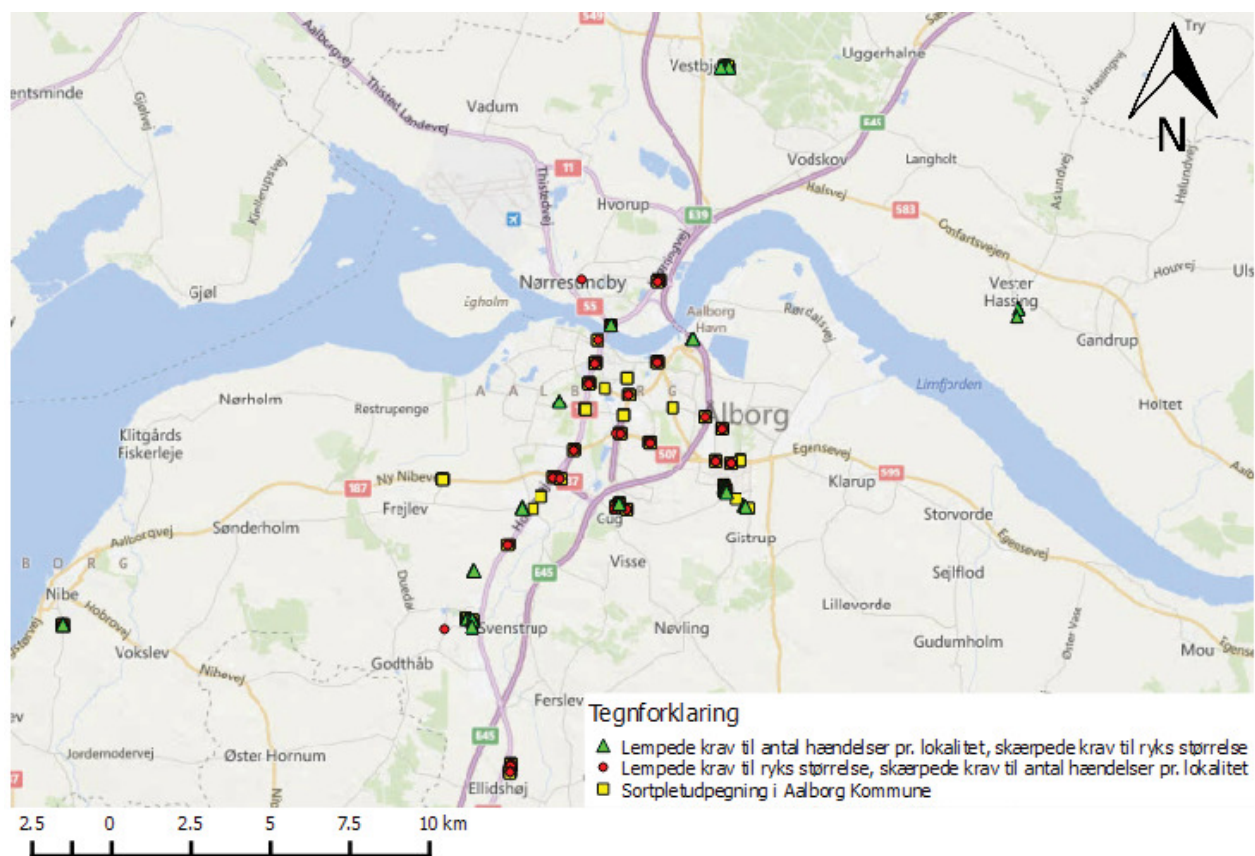
I anden variation øges kravet om rykkenes størrelse til -25 m/s^3 , med en læmpelse af antal hændelser på hver lokalitet til at være på 2 eller flere. Resultatet af denne parametervariation fremgår af Figur 7.8.



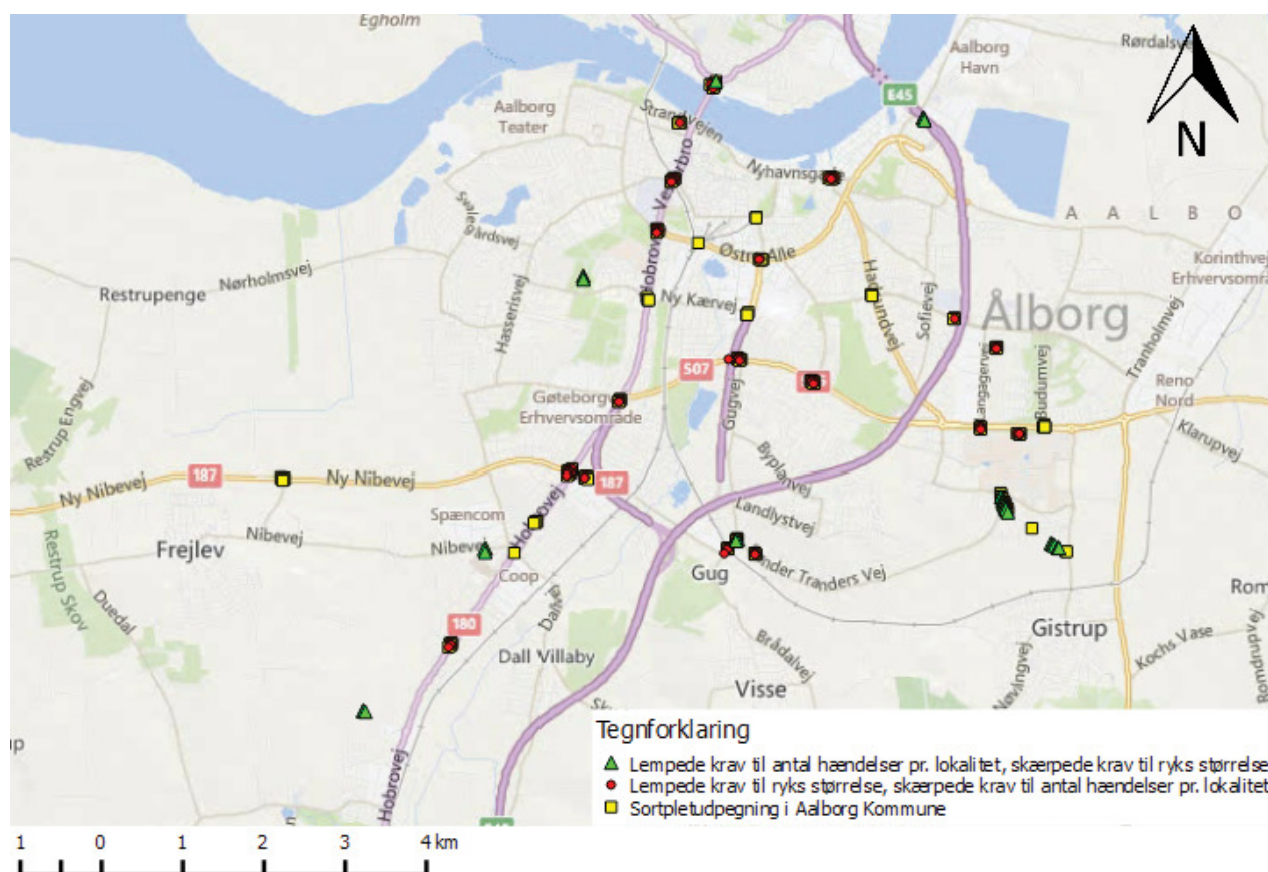
Figur 7.8: Udpegning af risikolokaliteter i Aalborg Kommune ved læmpelse af krav til antal detekteringer pr. lokalitet med skærpelse af krav til ryk

7.3.3. Sammenligning af parametervariationen

På Figur 7.9 er udpegningerne af alle tre parametervariationer samlet, mens et nærmere kig på selve Aalborg by og omegn, hvor en stor del af lokaliteterne befinder sig, fremgår af Figur 7.10



Figur 7.9: Sammenligning af alle tre parametervariationer



Figur 7.10: Sammenligning af alle tre parametervariationer i Aalborg

Det fremgår af figuren, at der er stor relation mellem det oprindelige udpegningskort (gul markering) og kortet med de lempede krav til rykkes størrelse med flere hændelser pr. lokalitet. Det kunne derfor tyde på, at der sker en masse hændelser på disse lokaliteter, muligvis på grund af den store trafikmængde. I første omgang blev der ikke fundet specielt mange særlige risikoforhold på lokaliteterne, det betyder dog ikke, at disse ikke eksisterer. Sammenligning af disse to udpegningskriterier kan derfor ikke afvises at resultere i at finde lokaliteter hvor der sker farlige situationer.

Hvad der imidlertid ligeledes bemærkes af især Figur 7.10 er, at variationen med væsentligt kraftigere ryk og færre hændelser på hver lokalitet resulterer i et væsentligt anderledes lokalitetskort. Det vides, at der statistisk set skal køres langt mellem hver farlig hændelse. Af denne grund giver det mening, at der med det tilgængelige datasæt ikke nødvendigvis skal så mange situationer til for at der er potentiale for risikolokaliteter. Derfor virker det umiddelbart til at det er kravet til rykkets størrelse der er mest afgørende for detektering af risikolokaliteter, men at det ligeledes ikke kan afvises at de øvrige variationer udpeger potentielle risikolokaliteter. En gennemgang af alle udpegningerne vil imidlertid danne nærmere grundlag for denne vurdering. Gennemgangen af samtlige lokaliteter findes af bilagsrapporten.

7.4. Gennemgang af udpegningerne

Alle lokaliteter er blevet gennemgået for hver af udpegningernes parametervariation. Gennemgang af samtlige lokaliteter findes i bilagsrapporten. I følgende afsnit opsummeres resultaterne for hver af udpegningsvariationerne separat, hvorefter der følger en samlet vurdering af dem.

7.4.1. Opsummering af “Gennemgang af udpegede lokaliteter med ryk mindre end -15m/s^3 og mindst 4 hændelser pr. lokalitet”

En gennemgang af alle lokaliteter udpeget med kriterierne om at mindst fire ryk i en radius af 50 m, der er kraftigere end -15 m/s^3 viste, at der i en stor del af situationerne ikke var tale om lokaliteter hvor der er de store problemer. I visse tilfælde er der imidlertid forbedringspotentiale, men denne variation af parametre er tilsyneladende ikke den rette til sortpletudpegning. Af denne grund vil der blive lavet yderligere to udpegninger med gennemnåge af lokaliteterne, disse med andre krav til rykkes størrelse og antallet af detekteringer på hver lokalitet.

7.4.2. Opsummering af “Gennemgang af udpegede lokaliteter med ryk svagere end -5m/s^3 og mindst 5 hændelser pr. lokalitet”

Gennemgang af de lokaliteter der blev fundet ved denne udpegning viste i høj grad det samme som tilfældet var i den forrige udpegningsmetode. Der er således ikke stor forskel på resultatet af denne parametervariation og den anden.

7.4.3. Opsummering af “Gennemgang af udpegede lokaliteter med ryk svagere end -25m/s^3 og mindst 2 hændelser pr. lokalitet”

Gennemgang af lokaliteterne ved denne parametervariation gav ikke anledning til en væsentligt bedre udpegning end de øvrige parametervariationerne. Der har været et eller andet underligt med dataene, som dog alle stammer fra den samme kilde som de øvrige variationer og de er blevet behandlet på samme måde. Der er derfor kun fundet få udpegninger hvor udpegningerne resulterer i udpegning der kan give mening at betragte som sorte pletter.

7.4.4. Samlet vurdering

Efter gennemgang af lokaliteterne i alle tre udpegningsvariationer viser der sig, at der i hvert fald bliver medtaget en del falske positive. Dette er ikke nødvendigvis noget problem, så længe de falske negative ligeledes bliver taget med. Hvorvidt dette er tilfældet kan der dog stilles spørgsmåltegn ved. Dette kan dog sandsynligvis tilskrives den begrænsede datamængde der er blevet arbejdet med.

Gennemgang viste at de to udpegningskriterier med de svageste ryk og flere hændelser på hver lokalitet mindede meget om hinanden. Det kan deraf udledes, at der kan være problemer på de lokaliteter der udpeges ved disse to parametervariationer. Muligvis ikke i forhold til uheld, men i hvert fald i forhold til farlige situationer. Dette skyldes, at det i høj grad er de lokaliteter hvor der forekommer meget trafik der er blevet udpeget ved disse to parametervariationer. Således sker der sandsynligvis mange hændelser på lokaliteterne, især fremtvunget af de store trafikmængder der er i krydsene, frem for på grund af fysiske forhold. Dette betyder imidlertid ikke at der ikke er forbedringspotentiale på disse lokaliteter. Det er dog ikke disse lokaliteter nærværende metode skal udpege.

Den tredje parametervariation med skærpede krav til rykkenes størrelse adskiller sig væsentligt mere fra de øvrige parametervariationer til ikke udlukkende at udpege befærdede kryds, men i højere grad at udpege strækninger og kryds med mindre trafik. Dette giver umiddelbart bedre mening, da det må antages, at de store befærdede kryds er blevet mere bearbejdet end alle mindre kryds og strækninger. Gennemgangen af denne parametervariation viste imidlertid ikke alle de risikolokaliteter der blev fundet ved de øvrige gennemgange. Der er således fortsat et forbedringspotentiale ved denne metode. Dette kan dog muligvis tilskrives den bearbejdede datamængde, der tager udgangspunkt i en mindre bilparks kørsel i et par måneder. Derudover er de fleste af bilisterne der blev benyttet til fremskaffelse af data i øvrigt sandsynligvis stedkendte, hvorfor de ikke laver så mange fejl på det vejnet de kender og derfor i højere grad kan tage forbehold.

Gennemgangen af de tre udpegningsvariationer viste ikke et klart kort over steder hvor der er særlige lokali risici. Alligevel bliver der fundet steder hvor der er et potentiale for forbedringer. Den tredje variation adskiller sig væsentligt fra de andre. Men der er et eller andet der siger mig, at det er denne variant der vil virke bedst og at metoden kan komme til at virke i praksis. Det er imidlertid ikke rigtig blevet bekræftet gennem denne undersøgelse, der dog heller ikke har afkræftet potentialet for metoden.

8. Diskussion

Gennem arbejdet med nærværende projekt har det vist sig muligt via floating car data, at udpege lokaliteter der giver mening. Af denne grund er der et potentiale i denne metode. Der er imidlertid også nogle problematikker der skal tages højde for, praktiske såvel som retslige. Disse vil blive diskuteret i det følgende kapitel.

Hvis metoden skal bruges i praksis, vil det kræve en stor datamængde. Denne datamængde skal være kontinuær og af en væsentligt større flåde af køretøjer, end der er arbejdet med i nærværende projekt. Dette skyldes ikke mindst, at nærværende projekt har vist, at der er behov for et datamæssigt stort udgangspunkt for at have tilstrækkeligt med data efter en endelig sortering. Dette skyldes blandt andet, at det skal sikres, at hele vejnettet bliver befærdet og at der ikke kun er tale om kørsel i kendte omgivelser, hvor den enkelte bilist er opmærksom på eventuelle farer.

Problemet heri ligger ikke umiddelbart i at håndtere den store mængde data, men snarere i at anskaffe den. Hvordan dette skal foregå rent praktisk er tvivlsomt. Ideelt set burde samtlige landets køretøjer have installeret en GPS-tracker, hvorved al kørsel derigennem kan monitoreres.

Der vil imidlertid med stor sikkerhed være en række modstandere heraf, privatpersoner såvel som firmaer, som eksempelvis navigationstjenester, der bygger deres firmaer op på baggrund af en viden om færdslen på vejene. Spørgsmålet er ligeledes, om der skal installeres den samme tracker i samtlige biler, eller om der kan bruges forskellige. Forskellige trackere kan potentielt give forskellige resultater, mens krav om de samme vil gå væsentligt ud over konkurrenceforholdene på markedet.

Det kan også være, at et mindretal af samtlige køretøjer bliver udvalgt til at køre med disse trackere. Herunder kunne et scenarie være, at samtlige offentlige køretøjer skal have installeret en tracker, mens det vil være frivilligt for privatpersoner og private virksomheder at vælge, om de er interesserede i en sådan ordning. Dette kan dog potentielt lede op til en skævvridning i dataene, ligesom det ses af nærværende projekt, hvor halvdelen af alle data er koncentrerede omkring Aalborg. Det skal således sikres, at der er tilstrækkeligt med data, jævnt fordelt på tværs af alle arealer, køretøjer, aldersklasse, køn etc. Hvis dette er muligt er der imidlertid et stort potentiale i de data der kan opnås. Det skal dog bemærkes, at offentlige afdelinger ofte har trafikpolitikker og krav om at der køres ordentligt og repræsentativt, hvorfor data fra disse sandsynligvis ikke vil være i den ekstreme ende af spektret.

Et andet problem med dataene, der kan give retslige problemer, er det faktum, at det vil være muligt at tracke enkeltpersoners færden. Dette kan gå ud over persondatasikkerheden. Dette har tidligere været oppe at vende i forbindelse med anvendelse af bluetoothdata til trafikmålinger. Brugen af disse data blev imidlertid i dette tilfælde kendt lovlig, da disse data ikke kunne henføres direkte til enkeltpersoner.

Til Version2 udtaler Brian Wessel, kontorchef i Erhvervsstyrelsen sig i forbindelse med sagen om anvendelse af bluetoothdata til trafikmålingerne sig således:

”Du må indsamle MAC-adressen, hvis det er nødvendigt for at udføre den service, som brugerne beder om. Hvis du derudover bruger det til andre formål, så skal du bede om kundens accept”.
(Henriksen, 2015)

På trods af at afgørelsen i den konkrete sag endte med en accept af brugen, er der altså tale om en gråzone, da disse data er personfølsomme, hvorfor brugen af disse data vil blive debatteret.

En anden problematik er af mere politisk og økonomisk karakter. Således vil trafikssikkerhedsmæssige projekter ved implementering af metoden resultere i en række lokaliteter der skal investeres i for at ombygge eller udbedre, uden at der nødvendigvis er registreret et eneste uheld på lokaliteterne.

Spørgsmålet er derfor, hvor let det er for kommunerne at overbevise politikere om at bruge penge på, og prioritere projekter, der af dem kan ses som overflødige. På trods af den gode mening der kan ligge bagved, har politikere ofte brug for positiv omtale. Derfor er fokus ofte på at prioritere de projekter, der på en eller anden måde giver positiv omtale. Af denne grund prioriteres ombygninger af kryds, hvor der har været trafikdræbte, ofte højere end projekter der totalt set kan være samfundsøkonomisk dyrere. Derfor kan der være problemer med at overbevise politikere om bevillinger til projekter, hvor der reelt ikke er registreret andet en tilstedeværelsen af en masse større ryk.

Disse problematikker udelukker imidlertid ikke brugen af GPS-data til eksempelvis sortpletudpegning. Problematikkerne skal imidlertid løses inden metoden kan implementeres.

9. Konklusion

Formålet med nærværende projekt har været at undersøge, hvorvidt det er muligt, at udpege risikolokaliteter på baggrund af floating car data.

Projektet har således taget udgangspunkt i bearbejdning og udvælgelse af data for at finde frem til en variation af parametre, der giver mening, og som resulterer i udpegning af nogle lokaliteter, hvor der er særlige forhold der ligger til grund for at netop disse lokaliteter blev udpeget. Projektet tager i første omgang udgangspunkt i hele Nordjylland, men bliver efterfølgende præciseret til Aalborg Kommune.

Litteraturstudier har vist, at opbremsning er den klart mest anvendte handling i forbindelse med konflikter. Disse opbremsninger genererer ryk som kan registreres og plottes på kort for derved at se, hvor der kan være trafiksikkerhedsmæssige problemer (steder hvor der er grupperinger af ryk). Dette er i øvrigt kort fortalt fremgangsmåden for sortpletudpegning via floating car data.

Der er i projektet blevet arbejdet med data genereret af knap 400 køretøjers kørsel i tre måneder og det står hurtigt klart, at der er behov for udvælgelse af data for at opnå et datasæt over risikolokaliteter og ikke blot et datasæt over samtlige af køretøjernes ture. Dette datasæt kan bruges i andre sammenhænge, men er ikke relevant for nærværende projekt.

Det har gennem projektet vist sig, at der skal ryk af en vis størrelse til for at give et udslag for en afvigende handling, der kan være risikobetonet. Således vil en stor del af databearbejdningen være at fjerne disse mindre ryk. Hvor grænsen for rykkenes størrelse ligger vides dog ikke præcist. Dette vil afhænge af dataenes logningsfrekvens og vil derfor skifte alt efter det benyttede datasæt. Derudover nåede nærværende projekt ikke frem til den rette kombination, muligvis på grund af et for lille datagrundlag.

En anden sortering der har vist sig essentiel, er ikke at medtage udslag der er i forbindelser med ujævnheder som eksempelvis bump. Det viser sig, at en stor del af samtlige registreringer sker rundt ved disse ujævnheder, som ikke skal medtages i kartoteket over uheldslokaliteter. Grunden til at eksempelvis bump ikke skal medtages er, at der med disse bump er forsøgt at gøre noget for trafiksikkerheden. Dermed ikke sagt, at der ikke kan være andre risikoforhold, men bearbejdning af data viste tydeligt, at ujævnheder gav mange udslag.

I projektet er der arbejdet med kalibrering af metoden til udpegning af risikolokaliteter via floating car data. Af denne grund er der lavet seks forskellige variationer af udpegningerne, hvoraf tre af disse var på regionalt niveau, mens yderligere tre af disse var på kommunalt niveau. Umiddelbart virker det til, at metoden har et bedre geografisk anvendelsesområde på det kommunale niveau end på regionalt niveau. Dette kan dog delvis skyldes skævvridningen i de anvendte data, der var meget centraliserede omkring Aalborg.

Parametervariationen der blev foretaget havde til formål at afdække den rette sammensætning af parametre, der skulle til for at udpege risikolokaliteter. Der var en tendens til, at de lokaliteter, hvor der var det største potentiale, var ved lokaliteter, hvor kravene til rykkenes størrelse var skærpet. Det konkluderes derudfra, at ryk skal være kraftige for at der er tegn på risikoforhold. Ved mere lempede krav til rykkenes størrelse blev der imidlertid fundet adskillige lokaliteter, hvor tilstedeværelsen af rykkene kunne henføres til trafikale forhold, hvorfor disse udpegninger gav mening, dog uden at der nødvendigvis kan laves de store forbedringer uden at redesigne hele vejsystemet.

Nærværende projekt mandede ud i lokalitetsudpegninger for tre forskellige parametervariationer og der blev fundet lokaliteter, hvor der var tydelige risikoforhold. Der blev imidlertid ligeledes fundet mange lokaliteter, hvor der ikke nødvendigvis var særlige risikoforhold. Af denne grund kan det ikke konkluderes at metoden virker ideelt. Der er dog fundet et potentiale i metoden, hvorfor det sandsynligvis mest er et spørgsmål om kalibrering af parametre, samt det rette datagrundlag, før metoden vil komme til at virke efter hensigten. Det vurderes således, at metoden med stor sandsynlighed inden for en overskuelig fremtid vil være anvendelsesparat. Der er imidlertid visse forhold som eksempelvis registrering af data, der kan vise sig vandskelige. Men når disse vandskeligheder er overkommet, vil en metode stå tilbage som kan erstatte den traditionelle uheldsbaserede udpegningsmetode og derved kan der ses bort fra et mere og mere skrantende datagrundlag i form af uheldsregistreringer. Metoden vil imidlertid sandsynligvis have visse dele til fælles med den traditionelle metode, men det vurderes, at metoden vil være mere pålidelig og bringe sortpletudpegning ind i det 21. århundrede.

10. Litteraturliste

(Bendix, H., 2014)

Bendix, Henrik,

'Kursen Er Lagt for de Selvkørende Biler', Ingeniøren, 2014

<<http://ing.dk/artikel/kursen-er-lagt-de-selvkoerende-biler-170919>> [tilgået 9 March 2015]

(Cappelen 2014)

Cappelen, John,

Danmarks Klima 2014 (DMI, 2014)

(Franck 2015)

Franck, Nicolai,

'Selvkørende Biler: Apple, Google Og Uber', Bitbodegaen, 2015

<<http://www.dr.dk/nyheder/viden/tech/selvkoerende-biler-barsler-apple-med-en-og-skal-google-koere-taxa>> [tilgået 9 March 2015]

(Færdselssikkerhedskommissionen 2000)

Færdselssikkerhedskommissionen,

Hver Ulykke Er Én for Meget - Trafiksikkerhed Starter Med Dig, 2000

<<http://www.trm.dk/~media/files/publication/2000/hver-ulykke-er-en-for-meget---trafiksikkerhed-starter-med-dig.pdf>>

(Gibson et al. 1938)

Gibson, James, Laurence Crooks, and Smith College,

'A Theoretical Field-Analysis of the Automobile-Driving', in The American Journal of Psychology, Vol. 51 no (University of Illinois Press, 1938), p. 19

<<http://www.jstor.org/stable/1416145>>

(Greibe 2009)

Greibe, Poul,

Trafitec, Accelerations Og Decelerationsværdier for Personbiler, 2009

(Hels et al. 2011)

Hels, Tove, Allan Lyckegaard, and Ninette Pilegaard,

Evaluering Af Trafiksikkerhedstiltag - En Vejledning (Kgs. Lyngby, 2011)

<http://www.transport.dtu.dk/~media/Institutter/Transport/forskning/publikationer/2011/ska-belon_for_evalueringer_af_trafiksikkerhedstiltag.ashx>

(Henriksen 2015)

Henriksen, Christian,

'Nordjysk Overvågnings-System Er Ulovligt', TV2 Nord, 2015

<<http://www.tv2nord.dk/artikel/336158:Erhverv--Nordjysk-overvaagnings-system-er-ulovligt>> [tilgået 14 May 2015]

(Hydén 1987)

Hydén, Christer,

The Development of a Method for Traffic Safety Evaluation: The Swedish Traffic Conflicts Technique, 1987

(Madsen 2014)

Madsen, Erik Birk,

HASTIGHEDSTILPASNING I ÅBENT LAND, ed. by Vejregler, Anlæg og p (Vejdirektoratet, 2014)

<<http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=hastighedsd%C3%A6mpning&docId=vd-2014-0059-full>>

(Madsen 2005)

Madsen, Jens Christian Overgaard,

Sorte Pletter - Teori Og Udpegningsmetoder, 2005

(Nygård 1999)

Nygård, Magnus,

A Method for Analyzing Traffic Safety with Help of Speed Profiles, 1999

(Ottosen 2015)

Ottosen, Peter,

‘Transportmidler’, Danmarks statistik, 2015

<<http://www.dst.dk/da/Statistik/emner/transport/transportmidler.aspx>>

(Ritzau 2015)

Ritzau, ‘En Blev Dræbt I Trafikken Hver Anden Dag I 2014’, TV2 nyhederne, 2015

<<http://nyhederne.tv2.dk/krimi/2015-01-29-en-blev-draebt-i-trafikken-hver-anden-dag-i-2014>>

(ROTHENBORG 2015)

ROTHENBORG, MICHAEL,

‘Lavere Fartgrænser I Byerne På Vej’, Politikken, 16 January 2015

<<http://politiken.dk/indland/ECE2513529/lavere-fartgraenser-i-byerne-paa-vej/>>

(Statistik 2015)

Statistik, Danmarks, ‘Færdselsuheld’, Trafiksikkerhed, 2015

<<http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/selectvarval/define.asp?PLanguage=0&subword=tab-sel&MainTable=UHELDK1&PXSId=113915&tablestyle=&ST=SD&buttons=0>> [accessed 18 March 2015]

(Svensson 1998)

Svensson, Åse,

A Method for Analysing the Traffic Process in a Safety Perspective, 1998

<<http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=18638&fileOId=1653512>>

(Sørensen & Pedersen 2007)

Sørensen, Michael, and Søren Kromann Pedersen,

‘Sorte Pletter Skal Tages Alvorligt – Vurdering Af Skadesgradsbaseret Sortpletudpegning I Hjørring Kommune’, Trafikdage på Aalborg Universitet, 2007

(Trafik 2015)

Trafik, Rådet for sikker, ‘Rådets Historie’, 2015

<<https://www.sikkertrafik.dk/Om-Raadet/Raadets-historie.aspx>>

(Tøfting et al. 2014)

Tøfting, Svend, Harry Lahrmann, Niels Agerholm, Brian Jørgensen, and Lone Varn Johannsen,

‘ITS Platform - Udvikling Af Intelligent Trafik’, Trafik & Veje, 2014, 12–15

(Østergaard 2010)

Østergaard, Christian, 'Ekspert: Umuligt at Opnå Nul Trafikdrab I København', Ingeniøren, 2010
<<http://ing.dk/artikel/ekspert-umuligt-opna-nul-trafikdrab-i-kobenhavn-108689>>

Billeder

Forsidebillede:

<http://map.krak.dk/>

Tilgået: 07-06 2015

Billede til problemanalyse:

<http://viborg-folkeblad.dk/rundt-om-viborg/ny-karup-rundkoersel-kan-fjerne-sort-plet>

Tilgået: 28-05 2015

