



Vejens omgivelser, udformning og tilstand - betydningen for trafiksikkerhed

Kira Hyldekær Janstrup
Mette Møller
Ninette Pilegaard

December 2019

Vejens omgivelser, udformning og tilstand - betydningen for trafiksikkerhed

2019

Af

Kira Hyldekær Janstrup

Mette Møller

Ninette Pilegaard

Copyright: Hel eller delvis gengivelse af denne publikation er tilladt med kildeangivelse

Forsidefoto:

Udgivet af: DTU Management, Institut for Teknologi, Ledelse og Økonomi, sektion for
Transport, Bygningstorvet, Bygning 116B, 2800 Kgs. Lyngby

Rekvireres: www.man.dtu.dk

ISBN: 978-87-93458-68-0

Indhold

1.	Indledning.....	4
1.1	Motivation.....	4
1.2	Baggrund for fortolkning af analyserne	5
1.3	Tak.....	7
2.	Data og metode	8
2.1	Data	8
2.2	Procedure for sammenkædning af data	10
2.3	Analysemetode	10
3.	Vejens tilstand	13
3.1	Vejbelægningens generelle tilstand og trafiksikkerhed	13
3.2	Vejens tilstand og forekomsten af ulykker.....	19
3.3	Vejbelægningskader og alvorlighedsgraden af ulykker	24
4.	Vejudformning og omgivelser	26
4.1	Vejudformning, omgivelser og forekomsten af ulykker.....	26
4.2	Vejudformning samt omgivelser og alvorlighedsgraden af ulykker	31
5.	Scenarieberegninger	34
5.1	Enhedspriser, metode og forudsætninger.....	34
5.2	Scenarier.....	37
6.	Data og analysernes robusthed.....	42
7.	Sammenfatning.....	43

1. Indledning

Denne rapport er udarbejdet i forbindelse med projektet "Model til vurdering af infrastruktureffekter på trafikssikkerhed", som er et 3-årigt post doc projekt udført på DTU i perioden 2016-2019 og finansieret af Sikre Veje, Asfaltindustrien og DTU.

Formålet med projektet er at undersøge kvantitative statistiske sammenhænge mellem vejens udformning, omgivelser og tilstand på den ene side og trafikssikkerheden i form af forekomst og alvorlighedsgrad af trafikulykker på den anden. Formålet er endvidere at kvantificere de samfundsøkonomiske konsekvenser af disse statistiske sammenhænge.

I den første del af projektet sammenkædes data, som indeholder information om vejens omgivelser, udformning og tilstand med trafikulykkesdata. Projektet fokuserer udelukkende på kommuneveje. Efter sammenkædningen af data gennemføres de kvantitative analyser. Der er fokus på at undersøge effekten af såvel vejens tilstand, dvs. effekten af skader på selve vejen, og på at undersøge effekten af vejens udformning og omgivelser. Effekter vedrørende vejens tilstand knytter sig til selve belægningen herunder slaghuller, sporkøring mv., mens vejens udformning og omgivelser inkluderer faktorer som rabatter, belysning mv. Der udføres analyser for forskellige trafikanttyper.

I forbindelse med projektet er der gennemført en række delundersøgelser, der undervejs er blevet afrapporteret i danske og internationale artikler, conferencepræsentationer mv. Denne rapport sammenfatter hovedresultaterne på tværs af de forskellige delundersøgelser og er struktureret således, at resultater vedrørende vejens tilstand, vejens udformning og omgivelser samt potentielle samfundsøkonomiske gevinster præsenteres i separate kapitler. Denne struktur medfører, at visse af de enkelte delundersøgelser og deres resultater omtales i flere afsnit. Hvert afsnit indledes derfor med en kort oversigt over de delundersøgelser, som de omtalte resultater stammer fra, samt en henvisning til de publikationer, hvor man kan få en mere detaljeret redegørelse for de enkelte delundersøgelser. Derudover omfatter rapporten et kapitel, hvor de anvendte data og analysemetoder præsenteres.

1.1 Motivation

Projektet er motiveret af et ønske om at undersøge, om man ved at sammenkoble datatyper, der hidtil aldrig eller sjældent har været anvendt i sammenhæng med trafikulykkesdata, kan muliggøre nye analyser og deraf følgende nye indsigter vedrørende faktorer af betydning for trafikssikkerheden. Ønsket er opstået i forlængelse af, at der i de seneste år er sket en stagnation, måske endda en negativ udvikling på nogle trafikssikkerhedsmæssige områder fx for antallet af dræbte cyklister (IRTAD, 2018). Ligeledes udgør cyklister og motorcyklister en større andel af de dræbte og alvorligt tilskadekomne trafikanter, end de tidligere har gjort (Vejdirektoratet, 2018).

Der kan være mange grunde til opbremsningen i den positive udvikling. En grund kan være, at effekten af de såkaldte "lette løsninger" (hastighedsgrænser, obligatorisk selebrug mv.) er realiseret. En anden grund kan være ændrede transportmønstre og/eller transportformer. Uanset hvad grunden er, så er den stagnerende udvikling tegn på, at det er relevant at gå nye veje for fortsat at forbedre trafikssikkerheden herunder fx at inddrage data på nye måder.

Det koster samfundet mange penge, hver gang der sker en trafikulykke. De samfundsøkonomiske omkostninger pr rapporteret ulykke er på ca. 2,8 mio. kr., og de personrelaterede ulykkesomkostninger pr dræbt er på ca. 34,5 mio. kr. i 2018 priser (DTU Management, 2018). I 2017 registrerede politiet 11.673 trafikulykker. Disse ulykker udgør således en samfundsøkonomisk omkostning på ca. 30 mia. kr. Blandt disse var der 175 dræbte, hvilket udgør en samfundsøkonomisk omkostning på ca. 6 mia. kr.

Kommunerne bruger mange penge på drift og vedligeholdelse af kommunale veje (Dansk Vejforening, 2017), hvoraf en stor del af midlerne benyttes til udbedring af belægningskader og generel vedligeholdelse. Generelt bruges 8-9 mia. kr. pr år på drift og vedligeholdelse, fra 2015 og frem til 2017 ses der dog et lille fald. Der fokuseres mindre på vedligeholdelse af sideanlæg herunder rabatter end på vedligeholdelse af selve kørebanen (se Bilag B).

I de senere år har der været en del fokus på tilstanden af de danske veje, og analyser viser et samlet efterslæb på ca. 3,9 mia. kr. (SAMKOM, 2018). Der er i mange kommuner et ønske om mere viden om betydningen af vejens tilstand og udformning for trafiksikkerheden, og flere og flere kommuner indsamler derfor data, som benyttes til at vurdere dette. Der findes imidlertid kun en begrænset mængde forskningslitteratur om, hvordan vejens tilstand påvirker forekomsten og alvorlighedsgraden af trafikulykker. En del af denne litteratur er af ældre dato. Dermed er ny og opdateret dokumentation på området relevant.

1.2 Baggrund for fortolkning af analyserne

I forhold til at vurdere ændringer i trafiksikkerhedsniveauet er antallet af ulykker og graden af tilskadekomst to centrale parametre. Nogle forebyggende tiltag har primært effekt på forekomsten af ulykker, andre på alvorlighedsgraden af ulykker, mens atter andre både har effekt på forekomst og alvorlighedsgrad. Ved vurdering af den trafiksikkerhedsmæssige effekt af forskellige tiltag er det derfor relevant at inddrage såvel forekomst som alvorlighedsgrad, og i denne rapport belyser vi derfor trafiksikkerhed ud fra begge vinkler.

Traditionelt set har kvantitativ trafiksikkerhedsforskning især fokuseret på alvorlighedsgraden, altså konsekvenserne, når en ulykke sker. Det skyldes datahensyn, da man typisk kun har haft information om de ulykker, som faktisk er sket, og kun sjældent om de ulykker, som ikke skete. Kvantitative analyser på ulykkesdata vil således typisk være af typen betingede analyser, dvs. at man ser på de statistiske sammenhænge, som gør sig gældende for de ulykker, som allerede er sket. Der tages således ikke stilling til, hvorvidt forskellige faktorer kan påvirke, om en ulykke faktisk sker. Der ses udelukkende på de konsekvenser, som en given ulykke har – primært i forhold til alvorlighedsgrad. Den forbedrede tilgang til data og udviklingen af flere og bedre modeller betyder dog, at man i dag også i stigende grad kan vurdere tiltags betydning for, om ulykkerne faktisk sker, dvs. for forekomsten af trafikulykker. Det er dog værd at bemærke, at de kvantitative analyser er behæftet med betydelig usikkerhed, blandt andet fordi ulykkestallene især for de alvorligste ulykker stadig er forholdsvis lave.

Som beskrevet ovenfor er rapportens kvantitative analyser af alvorlighedsgraden af trafikuheld betinget af, at ulykkerne er sket. De statistiske analyser undersøger, sandsynligheden for at ulykken er mere alvorlig, afhængig af de faktorer som undersøges. Undersøger man fx betydningen af midterrabat, ser man, at sandsynligheden for at ulykken bliver alvorlig er større,

når der ikke er midterrabat. Man kan ikke sige noget om, hvorvidt midterrabat betyder, at der sker færre ulykker, men man kan se, at de ulykker, som er sket er mindre alvorlige. Det ser dermed ud til, at midterrabat kan reducere alvorlighedsgraden af ulykken. Resultaterne viser altså ikke, om der kommer flere ulykker samlet set, men at sandsynligheden for at få en alvorlig personskade er mindre.

Når man kvantitativt skal analysere effekter på *forekomsten* af trafikulykker, er det ikke tilstrækkeligt at benytte trafikulykkesdata. Man kan således ikke udelukkende se på de uheld, som rent faktisk sker, men må også vurdere de uheld, som ikke sker. Når man vil vurdere forhold vedrørende vejens tilstand og udformning, må man således både se på de vejstykker, hvor der er sket ulykker, og på de vejstykker, hvor der ikke er sket ulykker.

I analyserne af effekten på forekomsten af trafikuheld udnyttes det, at vi har information om alle veje og ikke kun om de veje, hvor ulykkerne sker. På den måde kan man kortlægge karakteristika både for de veje, hvor ulykkerne er sket og for de veje, hvor der ikke er sket ulykker. Det kan benyttes til at analysere, hvordan forskellige karakteristika ved vejen påvirker sandsynligheden for, at der sker en ulykke.

Jo mere og bedre information om såvel vejen som trafikanterne man har, des bedre statistiske analyser kan man foretage. Der vil dog altid være nogle faktorer, som det ikke er muligt at medtage – de uobserverede karakteristika. Det kan fx være, at visse trafikanter har en mere risikobetonet køreadfærd end andre med umiddelbart sammenlignelige socioøkonomiske karakteristika, simpelthen fordi de pågældende trafikanter kan lide at køre risikobetonet. Tilsvarende kan visse vejstykker opleves mere eller mindre sikre af trafikanterne, uden at det kan beskrives i de variable, som normalt indgår i beskrivelserne af vejen. Dette kan påvirke resultaterne og er vigtigt at erindre i forbindelse af fortolkning af resultaterne i denne rapport.

Uobserverede karakteristika kan også betyde, at sammenhænge, som umiddelbart virker oplagte, ikke altid kan bekræftes statistisk. Det er for eksempel oplagt at forestille sig, at en mere velholdt vej er mere sikker at køre på. Til gengæld kan bedre velholdte veje måske også få flere trafikanter til at køre mindre opmærksomt eller hurtigere, ligesom det kan tiltrække flere mindre sikre trafikanter, hvormed trafikikkerheden bliver dårligere.

I forbindelse med kvantitative analyser af effekten på forekomst af trafikulykker er det derfor relevant at trafikulykkesdata knyttes sammen med andre typer af kvantitative data, f.eks. data om trafikomfang eller om vejenes tilstand og udformning. I dette projekt knyttes trafikulykkesdata derfor sammen med vejdata, som indeholder information om vejenes tilstand, udformning og omgivelser. Derudover inkluderes andre typer af tilgængelige data fx trafikomfang og belysning.

Det er vigtigt at bemærke, at begge typer af analyser er statistiske analyser, som fortæller om statistiske sammenhænge mellem trafikikkerhed (hyppighed og/eller alvorlighedsgrad) og karakteristika ved og omkring vejen. For disse analyser ser vi således på sammenhænge, som man i mange tilfælde har hypoteser om i forvejen. Fx vil der være mange vejskader, som man formoder har en negativ indvirkning på trafikikkerheden. Det nye ved dette studie er, at man kan af- og/eller bekræfte sådanne formodninger statistisk og påvise omfanget af sammenhængen, altså hvor stærk sammenhængen er.

Sammenkædning af forskellige datatyper giver mulighed for nye indsigter men indebærer samtidig en risiko for, at ikke alle identificerede statistiske sammenhænge umiddelbart kan fortolkes direkte i forhold til almen praksis og erfaring og dermed ikke direkte kan omsættes til praktiske anbefalinger. Dette kan fx skyldes, at de anvendte data er registreret med forskelligt formål og fokus eller, at der ikke tages højde for uobserverede karakteristika. Fx er vejbelægningsdata typisk registreret med fokus på belægningens strukturelle tilstand og restlevetid og ikke med henblik på fastsættelse af et vejstykkets trafikikkerhedsmæssige tilstand.

Således er det vigtigt at pointere, at de statistiske analyser ikke beviser en årsagssammenhæng. En statistisk signifikant sammenhæng er således ikke et bevis for, at fx en forbedring af infrastrukturen vil give en øget trafikikkerhed. Man kan ikke på baggrund af de statiske analyser alene konkludere, om det er infrastrukturen, som giver den øgede trafikikkerhed. Anbefalinger på baggrund af de observerede statistiske sammenhænge må derfor knyttes sammen med øvrige kendt viden og erfaring.

1.3 Tak

Tak til projektets følgegruppe som bestod af: Michael Stisen (Sikre Veje), Søren Bo Johansen (Sikre Veje), Anders Hundahl (Asfaltindustrien) og Otto Anker Nielsen (DTU). Følgegruppen har fulgt projektet tæt og bidraget med input og kontakter til andre relevante personer, som besad viden eller data, som havde relevans for projektet.

Tak til Advisory Board, som bestod af: Niels Nielsen (Anlægsentreprenørerne), Niels John Nielsen (Codan Forsikring), Lars Østerbye (Sweco), Tove Hels (Rigspolitiet), Marianne Steffensen (VD), Thomas A S Nielsen (VD), Jesper Sølund (Rådet for Sikker trafik), Jesper Hemmingsen (Rådet for Sikker trafik), Torben Kudsk (FDM), Dorthe Mathiesen (Teknologisk Institut), Annette Vognbjerg (KTC) og Tom Elmer Christensen (KL). Advisory Board har fulgt projektet på sidelinjen og bidrog særlig i projektets indledende fase med relevant input.

Tak til Susanne Degn (VD), Susanne Baltzer (VD), Torben Christensen (Sweco), Peter Bang Jensen (Sweco) og Anette Jensen (SAMKOM-sekretariatet) for assistance ved indsamling af vejdata samt for deres ekspertviden om de data, som er benyttet i projektet.

Tak til Aarhus kommune samt alle andre kommuner, der har bidraget med data og assistance i projektet.

Tak til Anne Eriksson (VD) for sparring i forbindelse med færdiggørelse af denne rapport.

2. Data og metode

I dette kapitel præsenteres først de anvendte data. Dernæst præsenteres proceduren for sammenkædning af de forskellige datakilder, og til sidst præsenteres de analysemetoder som er anvendt til at opnå de resultater, der præsenteres i efterfølgende kapitler.

2.1 Data

Syv forskellige datakilder benyttes i projektet. Det drejer sig om følgende:

- Trafikulykkesdata registreret af politiet
- Trafikulykkesdata registreret på Aarhus akutmodtagelse
- Vejbelægningsdata fra Vejdirektoratet
- Vejbelægningsdata fra Sweco
- Lysintensitetsdata fra satellitbilleder taget over Danmark
- Data vedrørende trafikmængden for motorkøretøjer fra Landstrafikmodellen (LTM)
- Data vedrørende trafikmængden for cyklister fra Aarhus Kommune

For alle datakilder gælder det, at der udelukkende inddrages information for kommuneveje. Datakilderne anvendes enkeltvis samt i forskellige kombinationer i forskellige dele af projektet. For nogle datakilder er det første gang de anvendes i relation til trafiksikkerhedsforskning. De syv datakilder præsenteres i det følgende

Trafikulykkesdata registreret af politiet

Trafikulykkesdata registreret af politiet anvendes i den officielle nationale trafikulykkesstatistik, som udarbejdes af Vejdirektoratet. Det er endvidere den datakilde, der hyppigst anvendes i forskningssammenhænge i Danmark inden for trafiksikkerhedsområdet. Data indsamles af landets politikredse, hvorefter de indberettes i Politiets Sagsstyrings System (POLSAS) og overføres til Vejdirektoratet (vejman.dk). Data bliver dernæst viderebehandlet og kvalitetssikret af vejmyndigheder og af Vejdirektoratet (Vejdirektoratet, 2017).

Trafikulykkesdata registreret på Aarhus akutmodtagelse

Data indsamles af hospitalspersonalet, når personer, der har været involveret i en trafikulykke, ankommer til akutmodtagelsen. Som udgangspunkt registrerer hospitalspersonalet de samme informationer om en ulykke, som politiet gør. Dog registrerer hospitalspersonalet lidt færre detaljer om omgivelserne på ulykkesstedet men lidt flere detaljer om trafikantens skade(r). Data indeholder information som ulykkessituation, vejr, modpart, trafikanttype, andre personkarakteristika samt en kort ulykkesbeskrivelse i fritekst. Trafikulykkesdata registreret på en akutmodtagelse indgår ikke i den officielle nationale trafikulykkesstatistik, men anvendes lejlighedsvis som en supplerende datakilde i afgrænsede sammenhænge.

Akutmodtagelsesdata bruges i dette projekt til at frembringe mere viden om forekomsten af cyklistulykker samt alvorlighedsgraden af cyklistens tilskadekomst. Aarhus akutmodtagelse blev valgt som case, fordi man der gennem en længere årrække har haft fokus på systematisk indsamling af trafikulykkesdata og samtidig har man vejbelægningsinformation for stort set alle kommunens veje.

Vejbelægningsdata fra Vejdirektoratet

Vejbelægningsdata registreret i Vejdirektoratets vejforvaltningssystem, Belægningsoptimering (Belops), indsamles via visuel inspektion. Inspektionen foretages ud fra en målevejledning udarbejdet af Vejdirektoratet (Vejdirektoratet, 2015a). Følgende vejbelægningskader registreres: revner, samlingsrevner, krakeleringer, rivninger, stentab, afskalninger, slaghuller, lunger og sætninger, sporkøring, instabilt slidlag, svedning, skader på riste og dæksler samt mangelfuldt længde- eller tværfald. Ligeledes registreres information om fejl på sideanlæg, herunder fejl på rabatter, grøfter, cykelsti og fortov. Ikke alle kommuner registrerer alle typer af vejbelægningskader, og derfor indgår enkelte, fx instabilt slidlag, ikke i analyserne.

Vejbelægningsdata indeholder desuden information om vejbelægningens generelle tilstand i form af et skadespoint. Fastsættelse af skadespointet sker ud fra, hvor alvorlige de registrerede vejbelægningskader er (Vejdirektoratet, 2015b). Generelt kan man sige, at jo større skadespointet er, jo alvorligere er skaderne. Skadens alvorlighed vurderes ud fra, hvor hurtigt skaden vil blive forværret og dermed dyrere at udbedre. Derudover indeholder vejbelægningsdata information om et vejstykkets vejnummer og -del, placering af vejstykket angivet ved en til/fra kilometrerung samt areal og længde for et givet vejstykke. Endvidere fremgår en dato for, hvornår det enkelte vejstykke har været tilset, samt hvornår man forventer, at det skal tilses igen. Desuden indeholder data et estimat for, hvor meget det vil koste kommunen at udbedre hver enkelt vejbelægningskade. Denne omkostning kan variere, alt efter hvor omfattende vejbelægningskaden er samt typen af asfalt.

Vejbelægningsdata fra Sweco

Vejbelægningsdata registreret i Sweco's vejforvaltningssystem, Rosy, indsamles via visuel inspektion udført af Sweco. Vejbelægningskaderne registreres i forhold til de enkelte skaders procentvise andel af vejstykket eller i forhold til, hvor mange kvadratmeter den enkelte vejskade dækker af vejstykket. Det er anført, hvornår data for det enkelte vejstykke er blevet eftersat og opdateret. I de fleste tilfælde registreres følgende vejbelægningskader: små revner, store revner, krakeleringer, udtørring, slaghuller, sætninger, sporkøring, vinterlab, stentab, lapper, afskalninger samt en kantstenhøjde. Den enkelte kommune kan vælge at få registreret yderligere forhold som fx skiltning. Endvidere registreres vejnummer og -del, en længde af vejstykket angivet ved en til/fra stationering¹ samt vejklasse (selvstændig sti, kommunal vej, funktionsudbudt vej m.m.). Vejklassekategorierne er forskellige i de enkelte kommuner, og der har derfor med hver datafil fulgt en liste med betydningen af de enkelte vej- og stiklasser. Det fremgår af de enkelte resultatafsnit, hvilke vejbelægningskader der er inkluderet.

Lysintensitetsdata

Lysintensitetsdata består af satellitbilleder taget med sensoren Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS, Raytheon Company²). Billederne er taget om natten en gang om måneden i perioden 2012-2016. Hvert billede indeholder information om lysintensiteten for zoner, som er inddelt i enheder på 260*460 meter. En gennemsnitsværdi for lysintensiteten er angivet i hver zone ved en irradiansværdi. Hvis en zone har en lav irradiansværdi, indikerer det, at det er mørkt i den pågældende zone, mens en høj værdi indikerer, at det er lyst.

¹ Stationering svarer til det man i vejbelægningsdata fra Vejdirektoratet kalder kilometrerung.

² Mere information kan findes på denne side <https://www.raytheon.com/capabilities/products/viirs>

Informationen om lysintensiteten kan dermed bruges som en indikator for, hvor meget lys der er på den enkelte vejstrækning om natten.

Trafikmængden for motorkøretøjer

I Landstrafikmodellen (LTM) har man estimeret antallet af biler pr. døgn på en given vejstrækning. LTM dækker det overordnede vejnet i Danmark inklusiv de største kommunale veje. Trafikmængden findes samlet for al vejtrafik, men også for underkategorier, fx personbil, varevogn og lastbil. For mere information om estimationsproceduren for trafikmængden henvises til: <http://www.landstrafikmodellen.dk/dokumentation>. Afhængig af formålet er trafikmængden blevet inddelt i forskellige kategorier i forskellige dele af projektet.

Trafikmængden for cyklister

Der findes ikke landsdækkende information om cykeltrafikken. I projektet anvendes derfor lokal information fra Aarhus kommune som en case. Information om antallet af cyklister pr. døgn stammer fra Aarhus kommunes egne tællinger. Der er enkelte vejstrækninger, hvor kommunen ikke havde nogle tællinger. For disse vejstrækninger hjalp kommunens eksperter med at opgøre trafikmængden af cyklister opdelt i fem kategorier: 1: 0-500 cyklister pr. døgn, 2: 501-1500 cyklister pr. døgn, 3: 1501-3000 cyklister pr. døgn, 4: 3001-5000 cyklister pr. døgn og 5: mere end 5000 cyklister pr. døgn.

2.2 Procedure for sammenkædning af data

Det er afgørende, at data sammenkædes korrekt, så det sikres, at de sammenkædede oplysninger så vidt muligt vedrører samme tid og sted. Sammenkædning af vejbelægningsdata og trafikulykkesdata foretages ved hjælp af stedfæstelsesoplysninger. For vejbelægningsdata (både Belops og Rosy) ses der på vejstykkets vejnummer, vejdel samt til/fra kilometreringen. I trafikulykkesdata ses der på vejnummer, vejdel samt en kilometrering for, hvor på vejstykket ulykken er sket. Dernæst inddrages tidsinformation. Ved sammenkædningen vælges de belægningsdata, der er registreret så tæt på ulykkestidspunktet som muligt. Dog vælges belægningsdata inden ulykken indtraf i de tilfælde, hvor et vejstykke er blevet udbedret kort tid efter ulykken. Dette gøres for at modvirke, at ulykken fejlagtigt registreres som værende sket på et vejstykke i perfekt stand. De enkelte belægningskaders navne og definitioner følger Vejdirektoratets definition (se Vejdirektoratet, 2015a).

Sammenkædningen af trafikulykkesdata med data for trafikmængden og lysintensitet foretages ud fra ulykkens geografiske lokalitet ved hjælp af værktøjer i ArcGis. Trafikulykkerne bliver linket til den nærmeste vej og kædes dernæst sammen med information om trafikmængde og lysintensitet. Der er anvendt en buffer på 15 meter, hvilket betyder, at hvis der ikke er en vej inden for en afstand af 15 meter fra ulykkens lokalitet, udgår ulykken af de videre analyser.

2.3 Analysemetode

I projektet benyttes forskellige metoder til at analysere data. Nogle metoder benyttes flere gange, mens andre kun benyttes i en enkelt delundersøgelse. Metoderne beskrives kort i det følgende.

- Beskrivende statistisk til at belyse trends i data:

- χ^2 -test er benyttet for at identificere trend og signifikante sammenhænge mellem vejens karakteristika og trafikulykker. Testene viser, om fordelingerne af to datasæt er ens. Der er i disse test altid anvendt et signifikansniveau på 0,05.
- Dybdeanalyse til at identificere ulykkesfaktorer:
 - Analysen er baseret på ulykkesbeskrivelser udarbejdet af personalet på akutmodtagelsen i Aarhus. Analysen omfattede følgende trin: 1. Læsning af ulykkesbeskrivelsen, 2. Identifikation og tekstbaseret kodning af overordnede ulykkesfaktorer, 3. Identifikation og tekstbaseret kodning af situationsspecifikke faktorer for hver af de overordnede ulykkesfaktorer. De overordnede ulykkesfaktorer vedrører vejen, trafikanten og køretøjet. For mere information henvises til Møller m.fl. (2018).
- Modeller til at belyse hvilke vejfaktorer der har betydning for forekomsten af trafikulykker:
 - Aggregeret ulykkesdata analyseres med en Poisson-regressions model, som antager at antallet af ulykker givet som funktion af en række uafhængige variable er poisson fordelt (Cameron and Trivedi, 1986). Alle analyserne er udført i programmet SAS ved at benytte GENMOD proceduren.
 - Negativ binomial regression er blevet anvendt for at kunne finde effekten af de enkelte vejskader på trafikulykker. Den negative binomial model er en udvidelse af poisson modellen. Forskellen er, at den kan håndtere over-dispersion i data, altså det at variansen er meget højere end middelværdien. Dette vil ofte være tilfældet for datasæt med mange 0-observationer. Mere information om den negative binomial regressions model kan findes i S. Miaou (1994). Modelestimeringer er blevet udført i programmet SAS ved at benytte GENMOD proceduren samt programmet Pyton.
- Modeller til at belyse vejfaktorer der har betydning for alvorlighedsgraden af trafikulykker:
 - I flere delstudier bliver data analyseret ved at benytte en Latent Class Clustering (LCC) metode (Janstrup m.fl., 2019, Janstrup m.fl., 2018). Metoden benyttes til at finde grupper (clustre) af observationer, som er grupperet ud fra sammenlignelige karakteristika fx ulykkes-, person- og vejkarakteristika. Estimering af disse modeller er udført i SAS med proceduren defineret af Lanza m.fl. (2007).
 - En generaliseret ordnet logit model er anvendt til at modellere skadesgraden af en ulykke betinget af, at ulykken er sket og som funktion af flere ulykkes-, vej- og personkarakteristika. Modellen giver effekten på fordelingen af ulykkerne inden for de forskellige kategorier. Denne model er valgt (fremfor en ordnet logit model), da det ikke kan antages, at alle de inkluderede variable opfylder kravene om proportional odds. For at undersøge om en variabel opfylder kriteriet om proportional odds benyttes Brants test. For de variable, som ikke opfylder denne betingelse, estimeres der derfor forskellige estimater. Modelspecifikationen er defineret af Wang og Abdel-Aty (2008). Estimering af disse modeller er udført i STATA ved at benytte gologit2-rutinen (Williams, 2006).

DATA OG METODE

- Syv forskellige datakilder benyttes i projektet:
 - Trafikulykkesdata registreret af politiet.
 - Trafikulykkesdata registreret på Aarhus akutmodtagelse.
 - Vejbelægningsdata fra Vejdirektoratet (Belops).
 - Vejbelægningsdata fra Sweco (Rosy).
 - Lysintensitetsdata fra satellitbilleder.
 - Data vedrørende trafikmængden for motorkøretøjer fra Landstrafikmodellen (LTM).
 - Data vedrørende trafikmængden for cyklister fra Aarhus Kommune.
- Data sammenkædes, så de tilnærmelsesvis vedrører samme tid og sted.
- Overordnet er data analyseret på fire måder:
 - Beskrivende statistik herunder χ^2 -test.
 - Dybdeanalyse.
 - Modellering af hvilke vejfaktorer der har sammenhæng med forekomst af trafikulykker.
 - Modellering af hvilke vejfaktorer der har sammenhæng med alvorlighed af trafikulykker.

3. Vejens tilstand

I dette kapitel præsenteres resultater vedrørende sammenhængen mellem vejbelægningens generelle tilstand og trafikulykker samt sammenhængen mellem specifikke vejbelægningsskader og trafikulykker. Resultaterne omfatter både ulykkernes forekomst og alvorlighedsgrad. Til analyserne anvendes data fra vejforvaltningssystemet Vejman (Vejdirektoratet), da Rosy ikke rapporterer et tilsvarende skadespoint.

Resultaterne viser, at skadespointet, som er defineret ud fra et vedligeholdelsesperspektiv, ikke umiddelbart kan benyttes som indikator for trafiksikkerhed, hverken når man ser på forekomst eller alvorlighedsgrad af trafikulykker på en given vejstrækning, idet der ikke er en entydig sammenhæng mellem værdien for skadespointet og ulykkernes forekomst og alvorlighedsgrad. Resultaterne viser dog også, at sammenkædning af vejdata og trafikulykkesdata muliggør viden om sammenhænge mellem specifikke vejbelægningsskader og forekomst samt alvorlighedsgraden af trafikulykker. Således viste resultaterne at der er sammenhæng mellem vejbelægningsskader som store revner, sporkøring, afskalning samt slaghuller og øget alvorlighedsgrad og forekomst af ulykker. Desuden kan map-matcing af identificerede ulykkesgrupper bidrage til udvælgelse af, hvilke veje der skal prioriteres ud fra trafiksikkerhedshensyn. For cyklister viste det sig desuden, at forhold ved vejen kunne identificeres som en ulykkesfaktor i ca. en tredjedel af de ulykker, som blev mere detaljeret undersøgt.

3.1 Vejbelægningens generelle tilstand og trafiksikkerhed

Resultaterne i dette afsnit stammer fra to delundersøgelser, som begge benytter skadespointværdier (se afsnit 2.1) som indikator for vejbelægningens generelle tilstand.

Formålet med den første delundersøgelse er at identificere mønstre i de sammenkædede data, ved at danne grupper af trafikulykker baseret på vejkarakteristika samt ulykkeskarakteristika. Dernæst undersøges det, om geografisk stedfæstelse kan bidrage til et mere kvalificeret grundlag for prioritering af vejvedligeholdelse ud fra et trafiksikkerhedsmæssigt synspunkt. I den anden delundersøgelse er formålet at undersøge, om værdien af skadespointet på et vejstykke egner sig til at vurdere, hvornår vejstykket skal udbedres af hensyn til trafiksikkerheden. Yderligere detaljer om delundersøgelserne kan findes i artiklerne Janstrup (2016) og Janstrup m.fl. (2019) samt i Janstrup m fl. (2017).

3.1.1 Grupper af trafikulykker og geografisk stedfæstelse.

Denne delundersøgelse er baseret på data fra Aarhus kommune og vedrører perioden 2010-2015. Data er sammensat af trafikulykkesdata registreret af politiet, vejbelægningsdata i form af skadespoint opdelt i fem intervaller, samt data om trafikmængden ligeledes inddelt i intervaller. I alt var der i perioden registreret 4.793 trafikulykker, hvor 1% var ulykker med dræbte, 12% var ulykker med alvorligt tilskadekomne, 6% var ulykker med lettere tilskadekomne og 81% var materielskadeulykker. Analysen omfatter en LCC-analyse, χ^2 -test samt en map-matching procedure, som plotter ulykkerne ind på et kort.

LCC-analysen identificerede 11 grupper af trafikulykker, der kan inddeles i tre kategorier mht. vejbelægningstilstand:

- Kategori 1: Ulykker der primært er sket på vejstykker, hvor udbedring af vejbelægningskader er nødvendig (5 grupper).
- Kategori 2: Ulykker der primært er sket på vejstykker med et mindre presserende behov for udbedring af vejbelægningskader (4 grupper).
- Kategori 3: Ulykker der primært er sket på vejstykker, hvor der ikke er behov for udbedring af vejbelægningskader (2 grupper).

De fem trafikulykkesgrupper under kategori 1 adskiller sig fra hinanden på flere måder med hensyn til vej- og ulykkeskarakteristika, fx i forhold til hastighedsgrænsen og antallet af vejbaner. Der er dog også enkelte fællestræk. Således omfatter alle fem grupper en stor andel af ulykker sket på veje uden autoværn samt en lille andel af ulykker med bløde trafikanter dvs. fodgængere og trafikanter på cykel, knallert eller motorcykel.

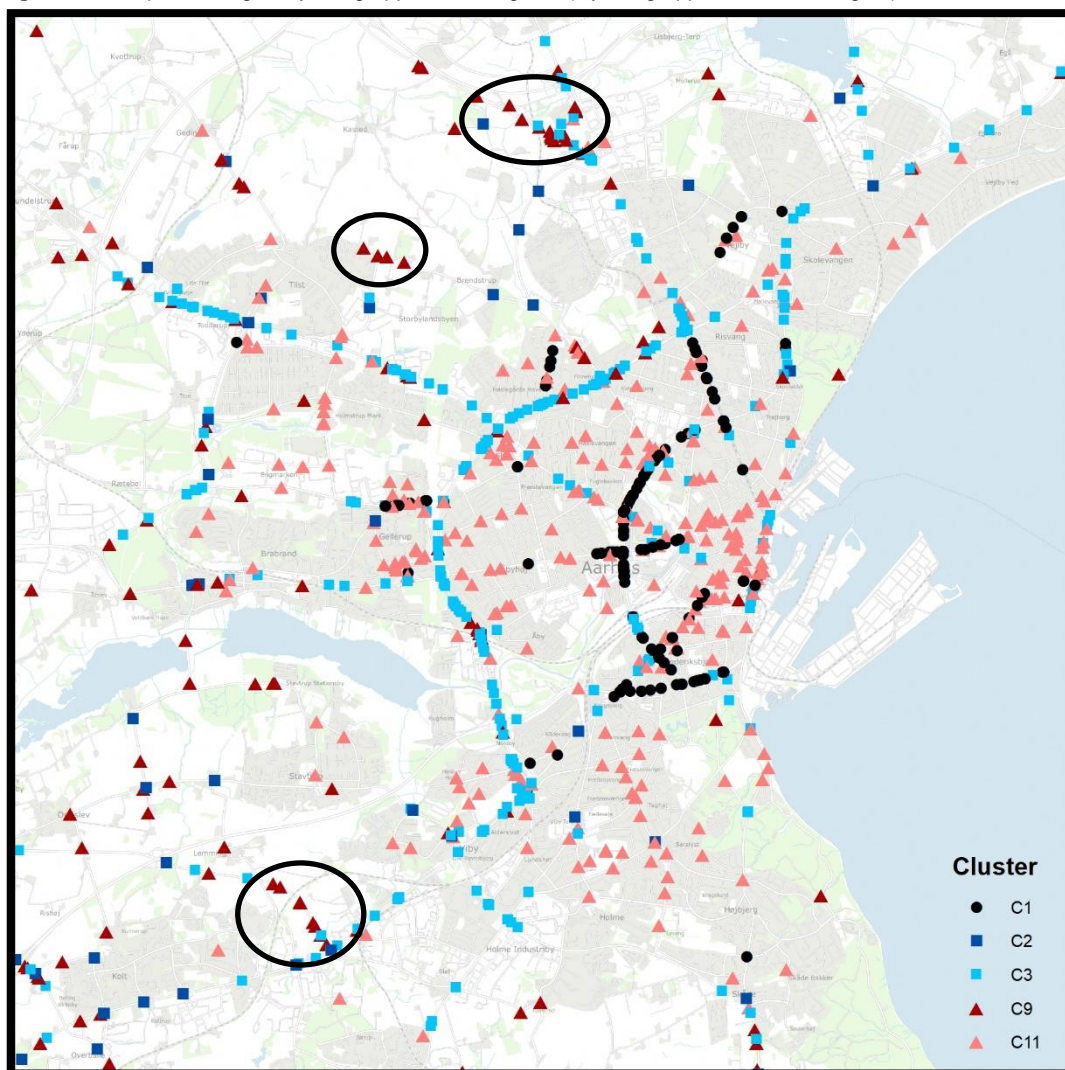
For trafikulykkesgrupperne i kategori 2 er der adskillige sammenlignelige vejkarakteristika. Blandt andet har størstedelen af vejene to vejbaner, intet autoværn og en hastighedsgrænse på 10-60km/t. Mht. ulykkeskarakteristika er der dog klare forskelle. Tre af grupperne indeholder primært ulykker, hvor der var en blød trafikant involveret, mens den sidste gruppe indeholder ulykker uden bløde trafikanter. Ligeledes ses der forskelle i grupperne i forhold til, hvornår på dagen ulykken er sket.

Kategori 3 indeholder to væsentligt forskellige ulykkesgrupper, idet både vej- og ulykkeskarakteristika er vidt forskellige. Den ene gruppe omfatter ulykker, som er sket på veje med en hastighedsgrænse på 10-60 km/t, mens den anden gruppe omfatter trafikulykker, som er sket på veje med en hastighedsgrænse på 70-90 km/t. Ligeledes ses det, at den ene gruppe primært inkluderer trafikulykker med bløde trafikanter, mens den anden inkluderer en stor andel trafikulykker, hvor føreren var alkoholpåvirket.

En oversigt over identificerede vej- og ulykkeskarakteristika for hver kategori og ulykkesgruppe findes i Bilag A, Figur A.1.

Resultaterne bidrager til et bedre grundlag for at inddrage trafiksikkerhed ved prioritering af vejvedligeholdelse, idet den enkelte vejmyndighed, ud fra ulykkesgruppernes karakteristika samt egne trafiksikkerhedsmæssige prioriteringer, kan beslutte hvilke(n) gruppe(r), der skal prioriteres højst. Hvis en kommune fx gerne vil fokusere på landeveje med et stort behov for vejvedligeholdelse og samtidig forsøge at forhindre nogle af de ulykker, der sker i mørke og på glatte veje, kan kommunen med fordel prioritere vejstykker, hvor ulykkerne har karakteristika som dem, der er inkluderet i ulykkesgruppe 9, idet ulykkesgruppe 9 er karakteriseret ved ulykker som er sket på veje, hvor udbedring af vejbelægningskader er nødvendig, ulykker sket i mørke, på glatte og våde veje med en hastighedsbegrænsning på 70-90 km/t. Yderligere indkredsning af relevante vejstrækninger kan ske ved at plote ulykkerne ind på et kort, således at områder med flere relevante vejstrækninger indkredses. Figur 3.1.1. viser et kort over den geografiske lokalisering af de ulykker, hvor udbedring af vejbelægningskader er nødvendig (kategori 1), fordelt på de forskellige ulykkesgrupper.

Figur 3.1.1. Map-matching af ulykkesgrupperne i kategori 1 (ulykkesgrupperne 1, 2, 3, 9 og 11).



Som det ses, er en stor del af de ulykker, som er inkluderet i ulykkesgruppe 9, sket på veje, som ligger i samme område og på samme vejstrækninger. De mest oplagte områder at fokusere på er udpeget ved de sorte cirkler på figuren.

Konkluderende bemærkninger:

Resultaterne viser, at man ved at anvende flere typer data og benytte en clustering metode som LCC kan opnå et mere nuanceret indblik i forskellige ulykkesgrupper. Disse ulykkesgrupper kan sammen med et kort over ulykkernes placering bidrage til en mere kvalificeret udvælgelsesproces mht. prioritering mellem specifikke vejstrækninger. Resultaterne viser endvidere, at hvis man ønsker at inddrage trafikikkerhed i en prioritering af vedligeholdelse mellem forskellige veje, skal der kigges på, hvilke trafikantgrupper der benytter de konkrete veje fordi sammenhængen mellem forskellige vejskader og trafikulykker er forskellig for forskellige trafikantgrupper. Endvidere er det relevant at se på forhold som hastighedsbegrænsning og vejudformning.

I disse analyser er Aarhus kommune benyttet som case. De anvendte metoder kan ligeledes anvendes i andre kommuner baseret på kommunens egne data. Analysen kan også laves på landsplan.

3.1.2 Skadespointværdier og trafiksikkerhed.

Der ses nu på sammenhængen mellem vejenes generelle tilstand og trafiksikkerhed. Til det undersøges, om skadespointværdier er en god indikator for, hvornår et vejstykke skal udbedres, hvis der skal tages hensyn til trafiksikkerheden. Det gøres ved at se på, hvordan ulykkerne fordeler sig på vejene i forhold til skadespointværdierne på de samme veje. Der ses både på antallet af ulykker og på alvorlighedsgraden. Dernæst undersøges ulykkernes fordeling på veje med specifikke vejbelægningskader samt fejl på sideanlæg. Dette gøres for at se, om visse vejbelægningskader optræder hyppigere på veje, hvor der er registreret ulykker af politiet end på veje, hvor der ikke er registreret ulykker, og for at se, om der er sammenhæng mellem skadespointværdier og forekomsten af trafikulykker samt alvorlighedsgraden af disse.

Til analysen er tre store kommuner fra hhv. Sjælland, Fyn og Jylland udvalgt som cases. Det drejer sig om Aarhus, Odense og Køge. Nedenstående analyse er således baseret på data fra disse tre kommuner for perioden 2011-2016. Skadespointværdier for i alt 29.907 vejstykker benyttes sammen med information om politiregistrerede trafikulykker sket på kommuneveje. I alt drejer det sig om 8.349 ulykker, heraf 71 med dræbte, 822 med alvorligt tilskadekomne, 491 med lettere tilskadekomne og 6.965 materielskadeulykker.

Tabel 3.1.1. viser beskrivende statistik for skadespointværdier på de vejstykker, hvor der er registreret ulykker, i forhold til de vejstykker, hvor der ikke er registreret ulykker.

Tabel 3.1.1. Fordelingen af skadespointværdier på vejstykker hvor der er og ikke er registreret trafikulykker

Skadespointværdier	Vejstykker uden ulykker	Vejstykker med ulykker
Gennemsnit	1,81	1,30
Standardafvigelse	2,19	1,23
0,25 fraktil	0,33	0,44
0,75 fraktil	2,56	1,79

Skadespointværdierne er i gennemsnit højere for vejstykker, hvor der ikke er registreret trafikulykker, hvilket betyder, at der er registreret flere og mere alvorlige belægningskader på vejstykker, hvor der ikke er registreret trafikulykker. Standardafvigelsen for værdien af skadespointet er højere for vejstykker, hvor der ikke er registreret trafikulykker, end for veje, hvor der er registreret trafikulykker, hvilket betyder, at spredningen af skadespointværdierne er langt større. Skadespointet kan således ikke umiddelbart benyttes som en indikator for vejens trafiksikkerhedsmæssige niveau, idet der ikke er en entydig sammenhæng mellem skadespointets værdi og forekomsten af trafikulykker.

For at undersøge om der er sammenhæng mellem skadespointet og ulykkernes alvorlighedsgrad, undersøger vi, om fordelingen af skadespointværdierne varierer i forhold til alvorlighedsgraden af ulykkerne (se tabel 3.1.2).

Tabel 3.1.2. Fordelingen af skadespointværdier på vejstykkerne i forhold til alvorlighedsgraden af ulykkerne.

Skadespointværdier	Vejstykker med ulykker			
	Dræbte	Alvorlige	Lettere	Materielskade
Gennemsnit	1,22	1,28	1,27	1,30
Standardafvigelse	1,02	1,10	1,33	1,24
0,25 fraktil	0,51	0,45	0,37	0,44
0,75 fraktil	1,79	1,79	1,75	1,79

Når man ser på gennemsnittet af skadespointværdien opdelt efter alvorlighedsgrad af ulykken, ses det, at de er forholdsvis ens. Den laveste værdi ses for vejstykker med dræbte, mens den højeste ses for vejstykker, hvor der kun er registreret materielskadeulykker. 25% fraktilen af skadespointværdierne er ligeledes højest for ulykker med dræbte, mens 75% fraktilen stort set er ens i de fire grupper. Der ses således heller ikke en entydig sammenhæng mellem skadespointværdien og trafikulykkernes alvorlighedsgrad.

Den manglende sammenhæng kan skyldes, at der ved fastsættelse af skadespointværdierne ikke tages højde for hvilke typer af belægnings-skader, der har den største effekt på forekomsten af trafikulykker og alvorlighedsgraden af disse. For at belyse dette laves nogle sammenligninger af fordelingen af registrerede vejbelægnings-skader mellem vejstykker med ulykker og vejstykker uden ulykker. Dette gøres også for fejl på sideanlæg for at se, om sideanlæggenes tilstand bør inkluderes i beregningerne af skadespointværdien. Sammenligningen suppleres med en χ^2 -test for at se, om eventuelle forskelle er signifikante.

Resultaterne viser signifikante forskelle for alle belægnings-skader (se tabel 3.1.3).

Tabel 3.1.3. Den procentvise forekomst af vejbelægnings-skader på vejstykker

Vejstykker Belægnings-skade	Med ulykker				I alt	Uden ulykker
	Dræbte	Alvorlige	Lettere	Materielskade		
Afskalninger	38	38	35	38	38	42
Krakeleringer	37	42	39	41	41	43
Lapper	51	61	63	63	63	61
Sætninger og lunger	42	42	48	53	51	65
Mangelfuld længde eller tværfald	3	9	12	11	10	16
Revneforsegling	13	14	14	18	18	4
Rivninger	65	58	57	59	59	65
Samlingsrevner	41	40	40	45	44	37
Slaghuller	24	17	16	18	18	24
Sporkøring	24	25	26	26	26	5
Stentab	6	8	8	8	8	19
Svedning	7	3	5	4	4	3

Note: Fed indikerer de steder, hvor andelen af belægnings-skader er større på vejstykker med registrerede ulykker end på vejstykker uden.

Resultaterne viser, at der er forskel på hvilke vejbelægnings-skader, der forekommer på vejstykker med og uden ulykker. Lapper, revneforsegling, sporkøring samt svedning optræder signifikant oftere på veje med ulykker. Derudover ses, at der er registreret sporkøring på 24% af

de vejstykker, hvor der er registreret ulykker med dræbte. Til sammenligning er der kun registreret sporkøring på 5% af de vejstykker, hvor der ikke er registreret ulykker.

Konkluderende bemærkninger:

Der ses ikke en entydig sammenhæng mellem skadespointet og forekomsten af trafikulykker. Skadespointet, som fortæller noget om vejens generelle behov for vedligeholdelse kan dermed ikke også umiddelbart benyttes som en generel indikator for trafiksikkerheden af en vej. Vejbelægnings-skader som revneforsegling, samlingsrevner, sporkøring og svedninger er registreret langt oftere på vejstykker, hvor der er registreret trafikulykker end på vejstykker, hvor der ikke er registreret ulykker. Fx er sporkøring markant overrepræsenteret på vejstykker med observerede uheld, og det kan dermed se ud til at have en væsentlig betydning for trafiksikkerheden. Hvis et skadespoint skal kunne benyttes som indikator for trafiksikkerhed, er det derfor nødvendigt at inddrage sammenhængen mellem de specifikke skader og trafiksikkerhed.

SKADESPOINTVÆRDIER OG TRAFIKSIKKERHED

- Det nuværende skadespoint egner sig ikke som en indikator for trafiksikkerheden på det pågældende vejstykke.
- Hvis man vil inddrage trafiksikkerhed i prioriteringen af vejvedligeholdelse, er det ikke tilstrækkeligt kun at betragte vejbelægningens generelle tilstand, når man vælger, hvilke veje der skal vedligeholdes.
- Analyser baseret på flere datakilder muliggør et mere nuanceret billede af sammenhængen mellem trafiksikkerhed og vejvedligeholdelse.
- Identificering af ulykkesgrupper suppleret med en map-matching procedure kan bidrage til en nemmere udvælgelse af de veje, der skal prioriteres af hensyn til trafiksikkerheden.
- Det er vigtigt, at der både tages højde for den geografiske lokalisering, vejudformning samt diverse ulykkeskarakteristika, når der skal foretages en prioritering af hvilke veje, som skal udbedres.

3.2 Vejens tilstand og forekomsten af ulykker

I dette afsnit præsenteres resultater vedrørende sammenhængen mellem vejbelægningskader og trafikulykker. Resultaterne stammer fra fire delundersøgelser, hvoraf to har fokus på cyklistulykker. I den ene ses der på, hvor stor en andel af ulykkerne, der sker på steder med vejbelægningskader, og i den anden ses der på, om visse grupper af cyklister i særlig grad er involveret i ulykker på vejstrækninger med visse typer af vejbelægningskader. I den tredje og fjerde delundersøgelse er der fokus på ulykker med motorkøretøjer. Disse undersøgelser vedrører vejbelægningskaders betydning for forekomsten af ulykker; der anvendes to forskellige metoder for at sikre det bedste modelfit. Yderligere information kan findes i Møller m.fl. (2018) og Janstrup m.fl. (2018).

3.2.1 Cyklistulykker og betydningen af vejens tilstand

For at få indsigt i hvilke omstændigheder, der bidrager til, at cykelulykker indtræffer, herunder betydningen af vejbelægningens tilstand, udføres en dybdeanalyse af cyklistulykker registreret på akutmodtagelsen. Dybdeanalysen udføres på data fra 4.205 ulykkesinvolverede cyklister, der i perioden 2010-2015 henvendte sig på akutmodtagelsen i Aarhus. Af disse var informationen mangelfuld for 1.271 cyklister, der derfor måtte udgå af analysen. Således er resultaterne baseret på en dybdeanalyse af 2.934 ulykkesinvolverede cyklister.

For hovedparten ($N=2.742$, 94%) af de ulykkesinvolverede cyklister, blev der kun identificeret en ulykkesfaktor. For de resterende ($N=192$, 6%) blev der identificeret to ulykkesfaktorer. For 33% af ulykkerne er modparten medvirkende til at ulykken indtræffer. I de restende ulykker er det forhold vedrørende cyklisten selv, vejen eller cyklen, der medvirker til, at ulykken indtræffer.

Der blev i alt identificeret 3.124 ulykkesfaktorer, der vedrørte cyklisten, vejen eller cyklen. Af disse udgjorde ulykkesfaktorer vedrørende vejen 31% ($N=956$). Dybdeanalysen viser således, at vejen har en betydning som ulykkesfaktor i en stor andel af ulykkerne. Våde og glatte veje forekommer i særlig grad i forbindelse med ulykker. Yderligere er der adskillige ulykker, hvor belægningen ($N=79$) og andre genstande på vejen ($N=117$) medvirker til, at ulykken indtræffer. Tabel 3.2.2. viser en oversigt over fordelingen af de identificerede ulykkesfaktorer. Ulykkesfaktorerne er kategoriseret efter om de vedrører cyklisten, vejen og cyklen.

Table 3.2.2. Oversigt over situationsspecifikke ulykkesfaktorer for 2.934 ulykkesinvolverede cyklister.

Overordnede ulykkesfaktorer	Situationsspecifikke ulykkesfaktorer	Antal	Procent
Cyklist	Alkohol	262	25
	Distraktion/uopmærksomhed	257	25
	Høj fart	112	11
	Betjeningsfejl	94	9
	Beklædning, taske o.l.	90	9
	Trængning	85	8
	Lovovertrædelse	50	5
	Miste kontrol	46	4
	Ukendt	21	2
	Fysisk tilstand	20	2
	Situationsspecifikke faktorer i alt	1037	100
Vejen	Udformning og design	452	48
	Glat eller våd*	306	32
	Genstand på vejen	117	12
	Belægning	79	8
	Ukendt	2	0
	Situationsspecifikke faktorer i alt	956	100
Cyklen	Kæde	43	45
	Defekt diverse	31	32
	Bremser	16	17
	Gear	6	6
	Situationsspecifikke faktorer i alt	96	100

Note: * Inkluderer isglat og glat pga. blade, grus mm.

Nu undersøges videre, om der er visse grupper af cyklister, som i særlig grad er involveret i ulykker på vejstykker med vejbelægningskader. For at gøre dette kædes akutmodtagelsesdata nu sammen med vejbelægningsdata. Efter sammenkædning med vejdata var der i alt information om 3.324 cyklister, som havde henvendt sig til akutmodtagelsen. Der foretages en LCC-analyse, der fører til identifikation af 11 cyklistgrupper. Ud af de 11 cyklistgrupper bidrager vejforhold i højere grad til, at ulykken sker for otte grupper, svarende til godt 53% af observationerne (cyklisterne). For fire ud af de otte grupper sker ulykkerne i høj grad på lokaliteter hvor der er problemer med vejens tilstand. Tabel 3.2.3. viser de karakteristika, der primært optræder i de fire cyklistgrupper, hvor der er problemer med vejens tilstand.

Analysen viser, at cyklister generelt har problemer, når vejene er glatte eller våde, og når der er problemer med vejbelægningen

Tabel 3.2.3. Karakteristika for de 4 cyklistgrupper, hvor der er problemer med vejens tilstand.

Gruppe	Titel, beskrivelse	Andel af ulykker
C3	Ulykker på store veje i en dårlig tilstand Cyklister over 18 år involveret i en eneulykke eller en ulykke sket i et kryds. Ulykkerne er sket i dagslys på veje med lapper, sætninger og rivninger samt mangelfuldt tværfald.	13,6%
C5	Eneulykker med kvinder på veje i en meget dårlig tilstand Kvindelige cyklister i alle aldersgrupper, involveret i en ulykke på en vej, hvor der er registreret alle typer af vejbelægningskader (dvs. slaghuller, krakelering og skader på riste) samt mangelfuldt tværfald.	8,7%
C6	Eneulykker med kvinder på glatte og våde veje Kvindelige cyklister over 18 år involveret i eneulykker. Vejene er glatte, uden cykelsti, og ulykken er sket i mørke.	11,5%
C8	Cyklister på veje med en uacceptabel vejbelægningstilstand Alle aldersgrupper og de fleste cyklister i denne gruppe har pådraget sig lettere skader. Ulykkerne er sket på alle størrelser af veje. Vejbelægningstilstanden er uacceptabel med mange specifikke skader herunder rivninger, krakelering, lapper og slaghuller.	4,8%

Konkluderende bemærkninger:

Resultaterne viser, at vejens tilstand har betydning for forekomsten af cyklistulykker, og at det er relevant at have fokus på at forbedre denne. Ligeledes er det tydeligt, at glatte veje er en udfordring for cyklister, idet glatte og våde veje er en ulykkesfaktor i 32% af de ulykker, hvor vejens tilstand har betydning for, at ulykken indtræffer.

3.2.2 Ulykker med motorkøretøjer og betydningen af vejbelægningskader

Med henblik på at afdække de enkelte vejbelægningskaders betydning for ulykker med motorkøretøjer sammenkædes trafikulykkesdata og vejdata for 44 kommuner for perioden 2011-2016. Datasættet omfatter information for 25.275 ulykker, hvoraf 4.841 er personskadeulykker, samt 192.849 vejstykker.

Først undersøges korrelationen mellem de forskellige typer af vejskader, da den ene bør udelades af analysen, hvis der er stærk korrelation mellem to typer skader. Det ses, at den højeste korrelation findes mellem små og store revner. Korrelationen er dog forholdsvis lav (0,53) og det vurderes, at det ikke har betydning for model resultaterne. Den fulde korrelationstabel fremgår i Bilag A.2, tabel A.2.1.

Forskellige modelspecifikationer er testet. Tabel 3.2.4. viser resultaterne for den poisson regressions model, hvor det bedste og mest nøjagtige resultat opnås for både forekomsten af alle trafikulykker og forekomsten af personskadeulykker. Resten af modellerne kan findes i Bilag A.2, tabel A.2.2. og A.2.3.

Table 3.2.4. Effekten af vejbelægningskader på forekomsten af ulykker og personskadeulykker.

Variabel	Ulykker	Personskadeulykker
Intercept	-7,2681***	-9,6770***
Log(længde (m))	0,8522***	0,9814***
Sporkøring	0,6589***	0,6887***
Lapper	0,2989***	0,2805***
Sætninger	0,1251***	
Slaghuller	-0,6923***	-0,7011***
Afskalninger	0,2637***	0,2221***
Krakeleringer	-0,2785***	-0,3580***
Store revner	0,2920***	0,3263***
Små revner	-0,2248***	-0,1623***
Stentab	-0,9470***	-0,9283***
LL	-61.459	-18.980
Observeret antal uheld	25.275	4.841
Estimeret antal uheld	25.270	4.841

Note: *** Signifikant på 0,001 niveau. Sætninger er ikke signifikant for personskadeulykker og indgår derfor ikke.

Det bemærkes først, at vejstykkets længde ikke overraskende påvirker sandsynligheden for ulykker. Jo længere vejstykke, jo større sandsynlighed for at der sker en ulykke. Ligeledes ses, at sporkøring, lapper, sætninger, afskalninger og store revner ses oftere på vejstykker, hvor der er sket ulykker end på veje, hvor der ikke er sket ulykker. Til gengæld er der sket færre ulykker på veje med vejbelægningskaderne slaghuller, krakeleringer, små revner samt stentab. Dette kan skyldes, at der er uobserverede karakteristika, eller omvendt kausalitet, altså at en dårlig vej fx får trafikanterne til at være mere opmærksomme, sænke hastigheden eller tilsvarende adfærdsjusteringer af betydning for forekomsten af trafikulykker. Det har dog ikke været muligt at teste dette inden for projektets rammer.

De estimerede parametre for forekomsten af personskadeulykker er stort set de samme som de estimerede værdier for forekomsten af trafikulykker generelt; dvs. at sammenhængen mellem skaden og personskadeulykker er stort set den samme, som mellem skaden og ulykker generelt. Dog blev sætninger ikke fundet signifikant i modellen for personskadeulykker. Det bemærkes, at datamængden er betydelig mindre, når vi kun inkluderer personskadeulykker.

Konkluderende bemærkninger:

Vejbelægningskader som lapper, afskalninger, store revner og sporkøring har sammenhæng med en højere forekomst af ulykker og personskadeulykker med motorkøretøjer på landets kommuneveje. Af de vejbelægningskader som er inkluderet, har sporkøring den største effekt. Andre typer af vejbelægningskader: slaghuller, krakeleringer, små revner og stentab mindsker forekomsten af ulykker med motorkøretøjer.

VEJBELÆGNINGSSKADER OG FOREKOMSTEN AF ULYKKER

Cyklistulykker:

- Vejens tilstand har betydning for forekomsten af cyklistulykker.
- Våde og glatte veje og cykelstier har betydning for forekomsten af cyklistulykker.
- Mange eneulykker sker pga. vejbelægningens tilstand, i særlig grad ved forekomsten af slaghuller, krakelering og skader på riste.

Ulykker med motorkøretøjer:

- På vejstykker med vejbelægningsskaderne lapper, afskalninger, store revner og sporkøring er der en større sandsynlighed for forekomst af trafikulykker på landets kommuneveje i forhold til på vejstykker uden disse skader.
- Sporkøring er den vejbelægningsskade, der har den stærkeste sammenhæng med forekomst af trafikulykker.

3.3 Vejbelægnings-skader og alvorlighedsgraden af ulykker

Resultaterne i dette afsnit vedrører sammenhængen mellem specifikke vejbelægnings-skader og alvorlighedsgraden af trafikulykkerne. Resultaterne stammer fra to delundersøgelser, en der vedrører cyklistulykker og en der vedrører ulykker med førere af motorkøretøjer. For mere information henvises til Janstrup og Møller (2018) og Janstrup (2018).

3.3.1 Vejbelægnings-skader og alvorlighedsgraden af cyklistulykker

Første delundersøgelse ser på betydningen for alvorlighedsgraden af cyklistulykker. I analyserne inddrages forskellige person-, vej- og ulykkeskarakteristika. Analyserne er baseret på akutmodtagelsesdata fra Aarhus kommune som kunne sammenkædes med vejdata. I alt ses på observationer for 3.321 cyklister, 738 af disse er uden persons-kade, 1.960 er lettere tilskadekomne, mens 623 er alvorligt tilskadekomne, heraf 9 dræbte. Til analysen anvendes en generaliseret ordnet logit model. I Bilag A, tabel A.3.1, kan resultaterne af den fulde model ses.

Som den eneste vejbelægnings-skade blev der påvist en signifikant sammenhæng mellem forekomst af slaghuller og hvor alvorlige skader cyklisten pådrager sig i ulykken. Cyklister, der har haft en ulykke på en vej med slaghuller, har således en større sandsynlighed for at komme til skade. Det kan ikke udelukkes, at andre belægnings-skader har betydning, men de er ikke fundet signifikante, hvilket kan skyldes, at datasættet indeholder et forholdsvis lille antal observationer.

3.3.2 Vejbelægnings-skader og alvorlighedsgraden af ulykker med motorkøretøjer

Nu ses der på, om vejbelægnings-skader har betydning for førerens skadesgrad i ulykker med motorkøretøjer; altså, om førerens skade bliver mere eller mindre alvorlig, alt efter hvilke vejbelægnings-skader, der optræder på ulykkesstedet. Analyserne udføres på data fra 44 kommuner indsamlet i perioden 2011-2015. Data omfatter 222 dræbte, 2.165 alvorligt tilskadekomne, 1.601 lettere tilskadekomne og 14.186 uskadte motorførere. I analysen anvendes en generaliseret ordnet logit model. Resultaterne af hele modellen vises i Bilag A, tabel A.4.

Resultaterne viser, at der for de fleste af de inkluderede vejskader ikke kan påvises en signifikant sammenhæng med førerens tilskadekomst. Undtaget herfra er rivninger og afskalninger, hvor sammenhængen er signifikant men dog ikke entydig, idet resultatet både viser en forhøjet sandsynlighed for, at føreren bliver dræbt på ulykkessteder med mange afskalninger, men også en højere sandsynlighed for, at føreren er uskadt som følge af ulykken.

VEJBELÆGNINGSSKADER OG ALVORLIGHEDSGRADEN AF ULYKKER

- Der ses sammenhæng mellem enkelte udvalgte registrerede vejbelægningsskader på ulykkesstedet og alvorlighedsgraden af ulykken, både for cyklister og bilister.

Alvorlighedsgraden af cyklistulykker:

- Cyklister, kom alvorligere til skade, når ulykken skete på en vej med slaghuller.

Alvorlighedsgraden af ulykker med motorkøretøjer:

- De fleste vejbelægningsskader er ikke signifikante for førerens tilskadekomst, men ved forekomsten af afskalninger findes en større sandsynlighed for, at føreren blev dræbt som følge af ulykken.

4. Vejudformning og omgivelser

I dette kapitel præsenteres resultater vedrørende sammenhængen mellem vejens udformning og omgivelser, herunder sideanlæg, på den ene side og forekomst og alvorlighedsgrad af trafikulykker på den anden.

Resultaterne viser betydning af vejens udformning samt omgivelser på såvel forekomst som alvorlighedsgrad af trafikulykker. For cyklister ser man en sammenhæng mellem alvorlighedsgraden af en ulykke og, om der er cykelsti på det pågældende vejstykke. Denne sammenhæng er dog ikke entydig, da der observeres færre alvorlige ulykker, men også flere ulykker med lettere personskader. Resultaterne viser endvidere, at der sker flere cyklistulykker på strækninger med høje kantsten og at ulykkerne er mere alvorlige. Samtidig har lysintensiteten på vejene betydning både i forhold til alvorlighedsgraden og forekomsten af trafikulykker med motorkøretøj. Et forkert rabatfald samt manglende midterrabat er ligeledes sammenhængende med mere alvorlige ulykker.

Nogle af de resultater, der præsenteres i dette kapitel, stammer fra analyser, der blev præsenteret i kapitel 3. I dette kapitel er det dog resultater vedrørende betydningen af vejens udformning og omgivelser, der fremhæves. I afsnit 4.1 præsenteres resultater vedrørende betydningen for forekomsten af ulykker, mens afsnit 4.2 præsenterer resultater vedrørende betydningen for ulykkernes alvorlighedsgrad.

4.1 Vejudformning, omgivelser og forekomsten af ulykker

Forhold som cykelsti, autoværn, rabatter og lysintensitet er inkluderet i de analyser, der præsenteres her. Afsnittet er baseret på tre delundersøgelser, hvoraf en vedrører cyklister og to vedrører motorkøretøjer. For mere information henvises til Janstrup m.fl. (2017), Janstrup m.fl. (2018) og Møller m.fl. (2018).

4.1.1 Forekomsten af cyklistulykker og vejens udformning samt omgivelser

Første delundersøgelse er en dybdeanalyse (se afsnit 3.2.1) baseret på 2.934 ulykkesinvolverede cyklister. Analysen viser, at vejens udformning og omgivelser er en ulykkesfaktor i 31% af de ulykker, hvor en ulykkesfaktor kan identificeres ($N=2.934$), og at forhold langs vejen, herunder kantsten, skilte mv. bidrager til, at ulykken indtræffer i 24% af disse ulykker. Vejarbejde er ligeledes identificeret som en ulykkesfaktor fx i forbindelse med jernplader, som var glatte, eller som ikke var blevet lagt ordentligt. Tabel 4.1.1 viser en oversigt over de situationsspecifikke ulykkesfaktorer, der primært har med vejens udformning og omgivelser at gøre.

Tabel 4.1.1. Identifikation af situationsspecifikke ulykkesfaktorer for cyklistulykker registreret på akutmodtagelsen

Overordnede ulykkesfaktorer	Situationsspecifikke ulykkesfaktorer	Antal	Procent
Vejen	Belægning	502	52
	Kantsten, skilt mv. langs vej	231	24
	Design	121	13
	Vejarbejde	53	6
	Vejr	25	3
	Dyr krydser vej	22	2
	Ukendt	2	0
	Situationsspecifikke faktorer i alt	956	100

I anden delundersøgelse sammenkædes data fra akutmodtagelsen med vejdata for at se, om visse grupper af cyklister i højere grad er involveret i ulykker på vejstykker, hvor vejens udformning eller omgivelser har betydning for at ulykken skete. Information om 3.324 ulykkesinvolverede cyklister indgik i analysen. Ved hjælp af en LCC-analyse identificeres 11 cyklistgrupper, hvoraf vejen i højere grad bidrager til, at ulykken sker for ulykkerne i de otte af grupperne, svarende til godt 53% af cyklisterne. Ud af de otte grupper kunne fire af dem kædes til problemer med vejens udformning eller omgivelser. De fire grupper fremgår af Tabel 4.1.2. De øvrige 4 grupper kunne i højere grad knyttes sammen med vejens tilstand, som beskrevet i kapitel 3.2.1.

Tabel 4.1.2. Karakteristika for de 4 cyklistgrupper, hvor vejens udformning eller omgivelser har en betydning for ulykken

Gruppe	Titel, beskrivelse	Andel af ulykker
C2	Unge og ældre cyklister på veje med rabatopspring og mangelfuldt tværfald Eneulykker på små veje med mange belægningsskader (dvs. slaghuller, afskalninger og lapper) samt rabatopspring og mangelfuldt tværfald. Ulykkerne er primært sket i sommersæsonen	5,3%
C9	Ældre cyklister på veje med høje kantsten Cyklister i aldersgruppen 50-65 år der primært er involveret i eneulykker. Mht. vejbelægningsskader er der kun registreret rivninger, men kantstenen var høj (over 7 cm).	2,8%
C10	Unge kvinder på veje med mangelfuldt tværfald Kvindelige cyklister i aldersgruppen 18-39 år. Ulykkerne er primært sket i dagslys på veje med mange belægningsskader (rivninger, sætninger og krakeleringer). Ligeledes er der en del skader på riste og mangelfuldt tværfald.	2,0%
C11	Unge cyklister på veje med høje kantsten Cyklister i aldersgruppen 18-24 år involveret i en krydsulykke og på en vej med cykelsti. De eneste vejrelaterede problemer i disse ulykker er høje kantsten (over 7 cm) samt lapper.	3,8%

Analysen tyder på, at unge (<18 år) og ældre (50+ år) i særlig grad er involveret i ulykker på vejstykker med rabatopspring eller mangelfuldt tværfald. Analysen tyder endvidere på, at høje kantsten (over 7 cm) giver problemer for ældre cyklister (50-65 årige) samt yngre (18-24 årige) cyklister. Ligeledes har en gruppe cyklister (18-39 årige) problemer på veje med mangelfuldt tværfald, måske som følge af vand- og skidtsamlinger i siden af vejen, hvor cyklisterne kører.

Konkluderende bemærkninger:

Begge delundersøgelser tyder på, at vejenes udformning og omgivelser har betydning for forekomsten af cyklistulykker. Specifikt tyder analyserne på, at forhold som fx høje kantsten, fejl på rabatter og mangelfuldt tværfald giver cyklister problemer. Endvidere tyder analyserne på, at det i særlig grad er unge og ældre cyklister, der er involveret i ulykker på vejstykker med disse karakteristika. Det er dog nødvendigt med yderligere analyser for at fastslå den nærmere sammenhæng mellem vejkarakteristika og ulykkesinvolvering herunder eventuelle forskelle mellem undergrupper af cyklister.

4.1.2 Forekomsten af ulykker med motorkøretøjer og vejens udformning samt omgivelser

I tredje delundersøgelse ses der på vejudformningens og omgivelsernes betydning for forekomsten af ulykker med motorkøretøjer. Der ses dels på betydningen af rabatter og dels på betydningen af belsningen på vejene for natulykker.

Først undersøges det, hvordan fejl på sideanlæg optræder i forbindelse med trafikulykker. Der ses specifikt på rabatter og rabatfald. Rabatter kan have forskellig opspringshøjde, og der kan være manglende kantopfyldning. For rabatfald gælder, at det bør gå bort fra kørebanen. Ved rabatfald mod eller langs kørebanen er der risiko for at vand og skidt samler sig og dermed giver anledning til et dårligere vejgreb.

I perioden 2011-2016 var der 8.349 politiregistrerede ulykker i de tre store kommuner Odense, Aarhus og Køge. Disse ulykker kædes sammen med vejdata. Tabel 4.1.3 viser den procentvise forekomst af fejl registreret på sideanlæg på vejstykker. Vejstykkerne er opdelt efter, om der er registreret trafikulykker eller ej. Ligeledes er det valgt at opdele vejstykkerne efter, hvor alvorlige ulykkerne er.

Tabel 4.1.3. Den procentvise forekomst af fejl på sideanlæg fordelt på vejstykker

Vejstykker		Med ulykker					Uden ulykker
Variabel	Beskrivelse	Dræbte	Alvorlige	Lettere	Materielskade	I alt	
Rabatter	manglende kantopfyldning	50	48	69	58	58	44
	Opspring < 5 cm	36	30	11	26	23	30
	Opspring ≥ 5 cm	14	23	20	17	17	26
Rabatfald	Bort fra kørebanen	13	44	57	50	51	29
	Langs kørebanen	67	24	16	27	26	29
	Mod kørebanen	20	32	27	23	24	41

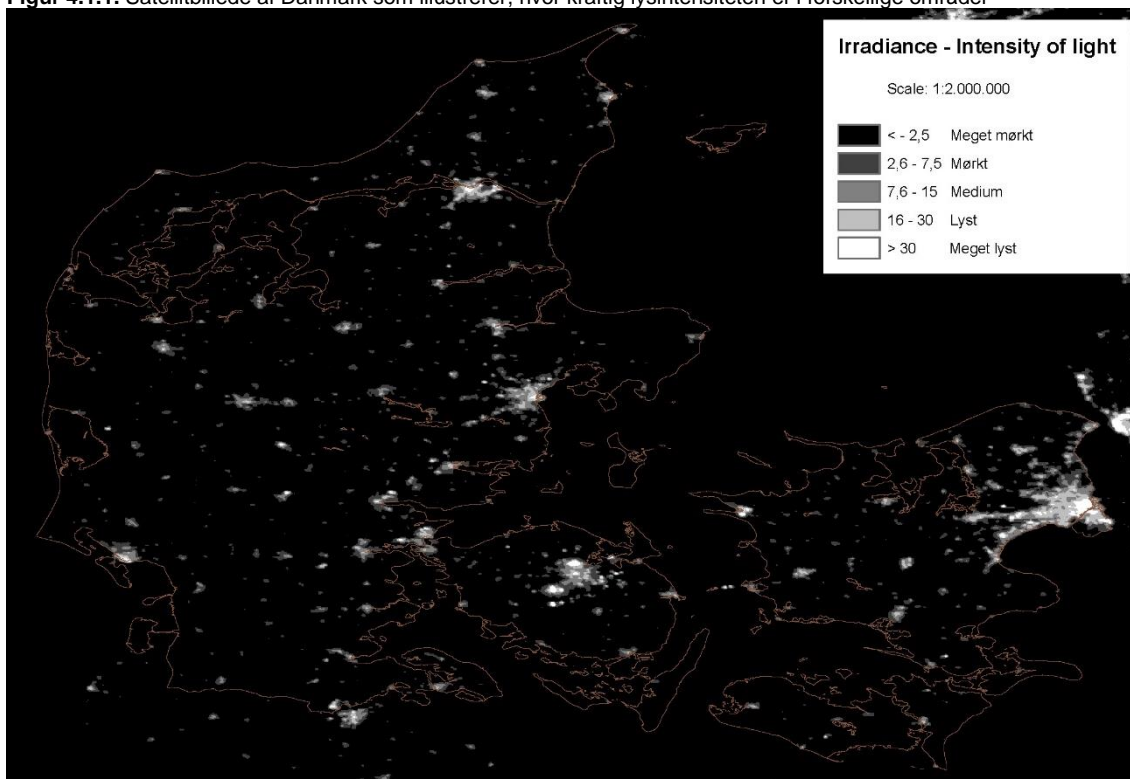
Note: Fed indikerer de steder, hvor andelen af fejl på sideanlæg er større på vejstykker med registrerede ulykker end på vejstykker uden.

For rabatter ses, at især manglende kantopfyldning forekommer i forbindelse med trafikulykker. På sideanlæg, hvor der er registreret forkert rabatfald, ses det, at et rabatfald langs kørebanen optræder langt hyppigere på vejstykker med dødsulykker (67%) end ellers. Der ses ikke generelt entydige effekter af rabatfald.

Nu undersøges betydningen af lysmængden for natulykker. Der ses først på alle vejtyper og dernæst særskilt på veje uden for byerne. Undersøgelsen er baseret på data vedrørende

lysintensitet. På Figur 4.1.1 ses et eksempel på et satellitbillede taget over Danmark, som viser forskelle i lysintensitet.

Figur 4.1.1. Satellitbillede af Danmark som illustrerer, hvor kraftig lysintensiteten er i forskellige områder



Lysintensitetens betydning for forekomsten af natulykker analyseres ved brug af en negativ binomial regressions model. Der er lavet to modeller, en for veje i byer og en for veje i landområder. Ulykkesdata og information om lysintensiteten for i alt 44 kommuner benyttes. Analyserne omfatter perioden 2012-2016. Ud over information om antallet af ulykker og lysintensiteten på et vejstykke er der i analysen inkluderet information om trafikmængden. Analyserne inkluderer information for 112.676 vejsektioner, hvor der er sket 8.090 ulykker. Resultaterne af begge modeller fremgår af Tabel 4.1.4.

Tabel 4.1.4. Lysintensitets betydning for forekomsten af trafikulykker på veje i byerne og uden for byerne.

Variabel	Kategori	Veje i byerne	Veje i landområderne
Trafikmængde	< 2.000	-	-
	2.000-5.000	3,2***	3,6***
	5.001-10.000	3,9***	4,3***
	10.001-25.000	4,5***	5,0***
	> 25.000	5,1***	5,8***
Lysintensitet	< 5,0	-1,3***	0,7**
	5,1-10,0	-1,1***	0,8**
	10,1-30,0	-0,5***	0,6**
	> 30,0	-	-

Note: *** angiver signifikant på 0,001 niveau, ** angiver signifikans på 0,05 niveau. "-" angiver at værdien er referenceværdien for variabelen

Det ses, at trafikmængden på vejstykket har den største effekt på forekomsten af trafikulykker i begge modeller. Resultaterne af den model, der er lavet for vejstykker i byerne, viser, at jo højere lysintensitet, jo større er sandsynligheden for ulykker. Dette kan dog skyldes en mere kompleks trafiksituation i byerne, og at modellen ikke kan tage højde for disse effekter. For modellen, der inkluderer vejstykker i landområderne, ses, at lav lysintensitet på det pågældende vejstykke, øger sandsynligheden for, at der sker en ulykke. Dette indikerer, at en bedre belysning på veje i landområderne kan mindske forekomsten af ulykker.

Konkluderende bemærkninger:

Undersøgelserne viser, at vejens omgivelser har en effekt på forekomsten af ulykker. Rabatfald langs kørebanen optræder langt hyppigere på vejstykker med dødsulykker end på vejstykker uden ulykker, og manglende kantopfyldning optræder oftere i forbindelse med ulykker. Ligeledes ses, at lysintensiteten på veje i landområder har en betydning for forekomsten af natulykker således, at hvis lysintensiteten er høj, er der registreret færre ulykker. Dog ses den omvendte effekt for vejstykker i byerne. Forhold ved vejens omgivelser ser altså ud til at kunne påvirke trafiksikkerheden, og det kan dermed overvejes, om sådanne forhold bør indgå i et evt. nyt skadespoint med fokus på trafiksikkerhed.

VEJUDFORMNING SAMT OMGIVELSER OG FOREKOMSTEN AF ULYKKER

Cyklistulykker:

- Vejens udformning og omgivelser bidrager til forekomsten af ulykker med cyklister.
- Yngre og ældre cyklister er i højere grad involveret i ulykker på veje med rabatopspring og ingen cykelsti.
- Forekomsten af cyklistulykker er højere på steder, hvor der er registreret en kantsten på over 7 cm.

Ulykker med motorkøretøjer:

- Manglende kantopfyldning optræder langt hyppigere på veje, hvor politiet har registreret trafikulykker end på veje, hvor der ikke er registreret ulykker.
- Rabatfald langs kørebanen optræder hyppigere i forbindelse med dødsulykker end på øvrige vejstykker.
- Høj lys intensitet formindsker ulykkesrisikoen på veje i landområderne. Den omvendte effekt er dog fundet for veje i byerne.

4.2 Vejudformning samt omgivelser og alvorlighedsgraden af ulykker

Nu undersøges, hvordan alvorlighedsgraden af trafikulykker for henholdsvis cyklister og førere af motorkøretøjer påvirkes af vejens udformning og omgivelser. For mere detaljeret information om undersøgelserne og resultaterne henvises til Janstrup og Møller (2018) og Janstrup (2018).

4.2.1 Vejudformning samt omgivelser og alvorlighedsgraden af cyklistulykker

I den første delundersøgelse er der identificeret faktorer, som har betydning for alvorlighedsgraden af cyklistens skade. Analysen er baseret på akutmodtagelsesdata indsamlet i Aarhus kommune i perioden 2010-2015 og omfatter 3.321 tilskadekomne cyklister. Analysen gør brug af en generaliseret ordnet logit model, og der skelnes mellem tre alvorlighedsgrader: Uskadt (738 cyklister), lettere skadet (1.960 cyklister) og alvorligt skadet (623 cyklister). Resultaterne af den fulde model er præsenteret i Bilag A, tabel A.3.1.

Flere af de observerede variable for vejudformning og omgivelser påvirker alvorlighedsgraden af en ulykke, men det er ikke entydigt at vurdere den trafiksikkerhedsmæssige effekt af dem. Det skal pointeres, at vi her udelukkende ser på alvorlighedsgrad og ikke forekomsten af ulykker.

Cyklister, der rammer en kantsten, har en større sandsynlighed for at være uskadte efter ulykken, end hvis ulykken sker under andre omstændigheder. Problemer med vejdesignet, blev også fundet signifikant i denne undersøgelse. Problemer med vejdesignet kan fx være, at der er anlagt parkeringspladser langs cykelstien eller problemer i forbindelse med busstoppesteder, helleanlæg, bump og dobbeltrettet cykelsti. Her ses det, at sandsynligheden for, at cyklisten er uskadt, er større i forhold til, at cyklisten får en personskade. Det lidt ulogiske resultat kan skyldes, at der i disse situationer forekommer mange lette uheld uden personskade.

Den største effekt på hvor alvorligt cyklisten kommer til skade ses, når der er en cykelsti på ulykkesstedet. Effekten er dog ikke entydig. På den ene side, er der større sandsynlighed for, at cyklisten er uskadt, når der er cykelsti, men samtidig er sandsynligheden også større for, at cyklisten kommer alvorligt til skade. Denne dobbeltrettede effekt kan skyldes, at der i analysen, ikke tages højde for andre vigtige faktorer som fx, hvor cykelstien er anlagt (landevej, byevej eller gennem et kryds) og cyklistens adfærd. Dette er vigtigt, fordi det er muligt, at der i særlig grad anlægges cykelsti på strækninger, hvor visse udsatte grupper af cyklister færdes, eller at cykelsti tiltrækker bestemte grupper af cyklister. Det kan også tænkes, at cykelsti især forebygger visse typer af ulykker. Yderligere analyser er nødvendige for at afdække disse forhold.

Konkluderende bemærkninger:

Adskillige variable, som har med vejens udformning eller dens omgivelser at gøre, viste sig at være signifikante for, hvor alvorligt cyklisten kommer til skade i en ulykke. Det ses, at cyklisten kommer mindre alvorligt til skade, hvis der har været problemer med vejdesignet eller cyklisten har påkørt en kantsten. Ligeledes ses det, at når ulykken er sket på en vej med cykelsti, har dette en betydning for alvorlighedsgraden af ulykken. Eksistensen af cykelsti, giver nemlig en større sandsynlighed for, at cyklisten kommer alvorligt til skade eller forbliver uskadt. Denne dobbeltrettede effekt kan skyldes, at modellen ikke kan tage højde for alle betydningsfulde effekter som fx adfærd og lokale forhold. Endelig er det vigtigt at huske på, at disse analyser er

baseret på data fra akutmodtagelsen, som har en langt større andel af cyklistulykker med mindre alvorlige skader.

4.2.2 Vejudformning samt omgivelser og alvorlighedsgraden af ulykker med motorkøretøjer

Denne delundersøgelse er baseret på ulykkes- og vejdata fra 44 kommuner indsamlet i perioden 2011-2015. Analysen benytter en generaliseret ordnet logit model, og der skelnes mellem fire kategorier af tilskadekomst. De fire kategorier er: uskadte, let tilskadekomst, alvorlig tilskadekomst og død. I Bilag A, tabel A.4.1. præsenteres resultaterne af den fulde model.

Resultaterne viser, at ulykker der sker på kommunale landeveje med midterrabat er mindre alvorlige end ulykker der sker på kommunale landeveje uden midterrabat. Ligeledes ses det, at en af de største effekter på førerens tilskadekomst er hastighedsbegrænsningen på den pågældende vej. For veje med en hastighedsbegrænsning på 90 km/t, er sandsynligheden for, at føreren kommer alvorligt skadet eller bliver dræbt, større, end hvis hastighedsbegrænsningen er mindre end 90 km/t.

Det ses endvidere, at belysningen har effekt på førerens tilskadekomst. Hvis en ulykke er sket i mørke, er der observeret større sandsynlighed for at føreren kommer alvorligt til skade eller blive dræbt, end hvis ulykken er sket i dagslys. Tilsvarende ses det, at der også er en forøget risiko for at blive alvorlig skadet eller dræbt i ulykken, hvis man har kørt i mørke på en oplyst vej, i forhold til at køre i dagslys. Dog er effekten lidt mindre i forhold til, hvis man har kørt på en mørk vej uden belysning. Dette kan indikere, at belysningen på vejene mindsker alvorlighedsgraden af ulykker, i forhold til når ulykken sker i mørke.

Forkert rabatfald samt forkert tværfald blev fundet signifikante. I denne undersøgelse er et forkert rabatfald samt tværfald defineret som et fald ind mod samt langs kørebanen. Resultaterne viser, at ved et forkert rabatfald er der en større sandsynlighed for, at føreren får en skade. Den omvendte effekt ses for tværfald, men her er estimerne kun signifikante på et 0,10 niveau, hvilket vil sige, at der er en større usikkerhed forbundet med resultaterne.

Konkluderende bemærkninger:

Hvis en ulykke indtræffer på en vej med midterrabat, kommer føreren typisk mindre alvorligt til skade. Hastighedsbegrænsningen har også betydning for, hvor alvorligt føreren bliver skadet, hvis der sker en ulykke. Ved en hastighedsbegrænsning på 90 km/t var sandsynligheden for, at føreren blev alvorligt skadet eller dræbt langt større, end ved en hastighedsbegrænsning på mindre end 90 km/t. Ligeledes indikerer resultaterne, at en god belysning kan mindske alvorlighedsgraden af en ulykke, i forhold til når ulykken sker i mørke. Et rabatfald langs eller mod kørebanen blev også fundet at have sammenhæng med alvorlighedsgraden af ulykken.

VEJUDFORMNING SAMT OMGIVELSER OG ALVORLIGHEDSGRADEN AF ULYKKER

Alvorlighedsgraden af cyklistulykker:

- Cykelsti har betydning for alvorlighedsgraden af cyklistens tilskadekomst, men effekten er ikke entydig; der er tendens til flere lettere personskader og lettere alvorlige

Alvorlighedsgraden af førerens tilskadekomst i ulykker med motorkøretøjer:

- Sandsynligheden for, at føreren af motorkøretøjet kommer alvorligt til skade er mindre hvis ulykken er sket på en vej med midterrabat, i forhold til på en vej uden midterrabat.
- Hvis der er rabatfald langs kørebanen eller mod kørebanen, er der større sandsynlighed for, at føreren af motorkøretøjet har personskade.

5. Scenarieberegninger

I dette kapitel præsenteres resultater fra scenarieberegninger, som illustrerer omfanget af potentielle ulykkesbesparelser ved udbedring af vejbelægningsskader samt ved en bedre udformning af vejen og dens omgivelser. Scenarieberegningerne baserer sig på udvalgte resultater fra de analyser, der er præsenteret i kapitel 3 og 4. I scenarierne antages, at man vil se samme sammenhæng mellem de udvalgte faktorer for vejbelægningsskader og vejudformning og trafiksikkerhed, som der er fundet i analyserne, hvis disse vejkarakteristika blev udbredt til det resterende (kommunale) vejnet. Dette kan man dog ikke være sikker på, men scenarierne illustrerer det mulige potentiale.

Scenarierne viser, at der potentielt kan opnås væsentlige reduktioner i ulykker ved at udbedre specifikke vejbelægningsskader samt ved at anlægge autoværn eller midterrabat. Cykelsti påvirker ligeledes fordelingen af cyklistulykkes alvorlighedsgrad. Da ulykker er samfundsøkonomisk dyre, repræsenterer dette samtidig en samfundsøkonomisk gevinst. Det er dog vigtigt at bemærke, at de potentielle gevinster ikke alle er monetære, da en stor del af omkostningerne ved en ulykke dækker velfærdstab. Ligeledes er der i beregningerne ikke taget højde for de omkostninger, der er fx forbundet med etablering af autoværn eller ny asfaltering. Resultaterne repræsenterer dermed ikke en fuld cost-benefit-analyse, men viser alene den direkte benefit.

Først præsenteres de transportøkonomiske enhedspriser, som benyttes i scenarieberegningerne samt de samfundsøkonomiske beregninger, og den anvendte metode introduceres. Dernæst præsenteres 3 typer af scenarier; først scenarier vedrørende vejbelægningsskader og ulykkesforekomst, dernæst scenarier vedrørende ulykkes alvorlighedsgrad for førere af motorkøretøjer og endelig scenarier for alvorlighedsgraden af cyklistulykker. I alle scenarier beregnes effekten på forekomst eller alvorlighedsgrad af ulykker først, og dernæst beregnes den samfundsøkonomiske gevinst for de scenarier, hvor dette er meningsfuldt.

5.1 Enhedspriser, metode og forudsætninger

5.1.1 De Transportøkonomiske enhedspriser

De transportøkonomiske enhedspriser eller nøgletallene – angiver en gennemsnitlig samlet samfundsøkonomisk omkostning ved trafikulykker. Tabel 5.1.1 viser de aktuelle priser for enhedsomkostningerne pr. registreret trafikulykke.

Tabel 5.1.1. Transportøkonomiske enhedspriser for ulykker på vej, 2018 priser

kr. per	Rapporteret trafikulykke	Rapporteret ulykke med personskaade
Personrelaterede omkostninger	356.639	955.366
Materielskadeomkostninger	773.681	2.072.542
Velfærdstab	1.700.832	4.556.201
Samlede omkostninger	2.831.152	7.584.110

Enhedspriserne angiver samfundsøkonomiske omkostninger knyttet direkte til ulykkerne. Det ses, at de personrelaterede omkostninger, udgør den mindste andel af den samlede pris. De personrelaterede omkostninger dækker nettoproduktionstab, omkostninger til behandling samt den del af politi- og redningsomkostningerne, som kan henføres til de respektive kategorier af tilskadekomne. Dernæst kommer materielskadeomkostningerne ved ulykken, mens den største andel er velfærdstab, som dækker værdien af et statistisk liv³. Denne er altså ikke udtryk for en faktisk udgift.

I tabel 5.1.2 præsenteres enhedspriserne fordelt på alvorlighedsgraden af en tilskadekommen i en trafikulykke.

Tabel 5.1.2. Transportøkonomiske enhedspriser for personrelaterede ulykkesomkostninger, 2018 priser

kr. per	Dræbt	Alvorligt tilskadekommen	Lettere tilskadekommen
Personrelaterede omkostninger	1.932.363	1.117.034	350.500
Velfærdstab	32.540.074	4.230.210	325.401
Personrelaterede omk. inkl. velfærdstab	34.472.436	5.347.244	675.900

Tabellen angiver enhedsomkostningen pr. registreret tilskadekommen efter alvorlighedsgrad (dræbt og lettere personskade). Der er i disse tal taget højde for det såkaldte mørketal altså de ulykker, som ikke bliver registreret af politiet. Dette gøres ved at opjustere enhedspriserne således, at der for dræbte er ganget med en faktor 1, for alvorligt tilskadekomne er der ganget med en faktor 2,23, mens der for ulykker med lettere tilskadekomne er ganget med en faktor 10,38, svarende til mørketallet for de pågældende kategorier.

5.1.2 Metode og forudsætninger

Når man skal beregne omkostningerne ved trafikulykker, ser man på antallet af ulykker og omkostningen pr. ulykke. Hvis man gennemfører et tiltag, som skal forbedre trafikikkerheden, så kan det tænkes at påvirke dels antallet af ulykker og dels alvorlighedsgraden af ulykkerne.

Konsekvensen for de samlede omkostninger (ΔTC) ved en ulykke er derfor givet ved:

$$\Delta TC = \Delta(a \cdot c) = \Delta a \cdot c^1 + a^0 \cdot \Delta c$$

Hvor Δa angiver ændringen i ulykker i forhold til situationen uden tiltaget, Δc angiver ændringen i omkostninger pr. ulykke, a^0 er antallet af ulykker i den initiale situation, og c^1 er omkostningen pr ulykke i situationen, hvor tiltaget er gennemført. Første led påvirkes, hvis tiltaget ændrer på sandsynligheden for, at en ulykke sker og dermed på antallet af ulykker. Andet led påvirkes, hvis tiltaget påvirker alvorlighedsgraden af en ulykke og dermed på den resulterende omkostning pr. ulykke.

Når man skal se på de samfundsmæssige omkostninger af ulykker og på, hvordan forskellige tiltag i forbindelse med vejens tilstand og udformning påvirker de samlede ulykkesomkostninger, skal man derfor vide, hvordan såvel antallet af ulykker såvel som alvorlighedsgraden af ulykkerne påvirkes.

³ Værdien af et statistisk liv er et mål for, hvor mange ressourcer man er villig til at bruge på at mindske risikoen for et dødsfald.

I de foregående kapitler 3 og 4, er disse effekter forsøgt afdækket både med fokus på vejbelægningskader samt vejudformning og omgivelser. I de følgende afsnit vil disse effekter blive beskrevet, og de potentielle samfundsøkonomiske besparelser vil blive udregnet.

ENHEDSPRISER, METODE OG FORUDSÆTNINGER

- De samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med en trafikulykke er store, især for dræbte.
- En stor del af de samfundsøkonomiske omkostninger dækker over værdien af et statistisk liv.

5.2 Scenarier

I dette afsnit fokuseres på den reduktion i trafikulykker og/eller deres alvorlighedsgrad, der potentielt kan opnås ved at udbedre veje med specifikke vejbelægningsskader eller ved at udbedre fejl på sideanlæg som rabatter. -

De første scenarier er baseret på resultater vedrørende *forekomsten* af trafikulykker, mens de næste tager udgangspunkt i resultater vedrørende *alvorlighedsgraden* af trafikulykker med motorkøretøj samt cykel. Det ses, at der potentielt kan opnås store samfundsøkonomiske gevinster både i forhold til reduktion i antallet af trafikulykker, men også i forhold til lavere sandsynlighed for at trafikanten pådrager sig en alvorlig personskade i en trafikulykke.

I alle scenarier simuleres effekten på det forventede antal ulykker, hvis en given faktor fjernes fuldstændigt. Det vil sige, at der ses på den *hypotetiske situation*, hvor alle fejl udbedres totalt. I scenarierne antages samtidig, at man i den situation vil se samme sammenhæng mellem faktorerne og trafikikkerhed for alle veje, som i de observerede data.

5.2.1 Scenarier for forekomsten af ulykker

I dette afsnit benyttes resultater fra de modeller, som gav det bedste modelfit ved estimering af faktorer på forekomsten af ulykker for motorkøretøjer hhv. personskadeulykker og alle ulykker (tabel 3.2.4). Vi ser først på, hvordan påvirkning af vejbelægningsskader samlet set kan påvirke forekomsten af trafikulykker. Der ses her bort fra effekten på alvorlighedsgraden af ulykken.

Scenarieberegningerne foretages for de vejbelægningsskader, der havde den største effekt nemlig: sporkøring, lapper og store revner. Tabel 5.2.1. viser resultaterne af simulationerne, hvor man udbedrer alle hhv. sporkøringer, lapper, store revner eller belægningsskader generelt for alle 44 kommuner i de 6 år. Simulationen er altså baseret på alle de observationer, som indgår i data, dvs. alle de observerede vejstykker i de pågældende kommuner i den pågældende periode.

Tabel 5.2.1. Simuleret ændring i antal ulykker, 44 kommuner over 6 år.

Besparelse i antal	Registrerede trafikulykker	Registrerede ulykker med personskader
Ingen sporkøring	- 3.472	- 709
Ingen lapper	- 4.059	- 707
Ingen store revner	- 4.181	- 861
Ingen belægningsskader	- 3.077	- 247

Tabel 5.2.1 viser den simulerede ændring i registrerede personskadeulykker samt i samtlige registrerede trafikulykker. Det ses, at der kan opnås en markant effekt ved at udbedre samtlige belægningsskader. Ses der specifikt på skaden sporkøring, som havde den største sammenhæng med forekomsten af trafikulykker opnås en endnu større effekt. Dette skyldes, at der er andre belægningsskader, som havde en modsat sammenhæng med forekomst af trafikulykker, og det er dermed mere effektivt at fokusere på sporkøring. Den største effekt ses dog ved udbedring af store revner og lapper, på trods af at sammenhængen mellem disse skader og forekomsten af trafikulykker er mindre. Dette skyldes, at disse to vejbelægningsskader optræder langt hyppigere på vejstykkerne i analysen, end fx sporkøring. Det ses endvidere, at når man udelukkende kigger på personskadeulykker, er der ikke så stor forskel på sporkøring og lapper i antal besparede ulykker. Dette skyldes, at der for de steder,

hvor der er sket personskadeulykker, ikke er registreret nær så mange problemer med lapper i forhold til sporkøring. Store revner har dog stadig den aggregeret set største effekt på antallet af ulykker med personskade.

Den samfundsøkonomiske værdi af disse ulykkesreduktioner findes ved at benytte de transportøkonomiske enhedspriser. Tabel 5.2.2. præsenterer disse resultater for samtlige trafikulykker og ulykker med personskade.

Tabel 5.2.2. Potentielle samfundsøkonomiske gevinster ud fra de bedste model fit, 44 kommuner over 6 år

Besparelser, 2018 priser	Trafikulykker	Ulykker med personskader
Ingen sporkøring	9,8 mia. kr.	5,4 mia. kr.
Ingen lapper	11,5 mia. kr.	5,4 mia. kr.
Ingen store revner	11,8 mia. kr.	6,5 mia. kr.
Ingen belægningsskader	8,7 mia. kr.	1,9 mia. kr.

Den største samfundsøkonomiske gevinst kan opnås ved en udbedring af alle vejstykker med store revner, både mht. alle typer af trafikulykker og mht. ulykker med personskade. Som det ses, er den potentielle gevinst den samme for udbedring af sporkøring og lapper, nemlig 5,4 mia. kr. over de 6 år, når man kigger på besparelse i personskadeulykker. Som tidligere nævnt er det dog ikke en gevinst, der direkte opnås i kommunerne, da der er tale om velfærdsgevinster. Endelig skal det nævnes, at man ikke kan lægge værdierne sammen, da effekterne ikke nødvendigvis er additive.

Konkluderende bemærkninger:

Scenarieberegningerne indikerer, at der potentielt kan opnås store samfundsøkonomiske gevinster ved at udbedre samtlige vejbelægningsskader. Det ses dog, at man ved kun at udbedre udvalgte vejbelægningsskader kan opnå en endnu større potentiel gevinst. Således viser resultaterne, at på trods af at vejbelægningsskaden store revner havde en lavere effekt på forekomsten af ulykker end sporkøring, som havde den største effekt, kan der opnås en større reduktion i antallet af trafikulykker og personskadeulykker i forhold til sporkøring ved at udbedre denne skadestype. Det skyldes, at store revner optræder langt hyppigere end sporkøring. Dette betyder dog også, at det forventes at en total udbedring af vejstykker med denne skade vil være omfattende.

5.2.2 Scenarier for alvorlighedsgraden af en ulykke med motorkøretøjer

I dette scenarie tages udgangspunkt i resultater vedrørende faktorer knyttet til vejen og disses betydning for førerens tilskadekomst givet, at ulykken er sket, Bilag A, tabel A.4.1. Antallet af ulykker holdes altså fast i disse simulationer.

Tabel 5.2.3. Faktisk antal observerede tilskadekomne efter alvorlighedsgrad og modellens estimering.

Antal personskader	Uskadt	Lettere	Alvorlige	Dræbte
Observeret	14.186	1.601	2.165	222
Estimeret (model fit)	13.996	1.693	2.250	236

Som det ses af tabel 5.2.3., er modellens forudsigelse af ulykkernes fordeling på alvorlighedsgrad ikke så nøjagtigt, som man kunne håbe på, idet fordelingen af antallet af dræbte, alvorligt tilskadekomne, lettere tilskadekomne og uskadede ikke stemmer helt overens

med det observerede antal. For nogle af kategorierne er der en afvigelse på 6%, og de simulerede effekter er dermed mere usikre.

Vi ser nu på, hvordan en udbedring af forskellige belægningskader og fejl potentielt kan påvirke fordelingen af alvorlighedsgraden. Resultaterne vises i Tabel 5.2.4.

Tabel 5.2.4. Simuleret effekt på fordeling af personskader blandt motorførere

Fordeling af personskader		Uskadede	Lettere	Alvorlige	Dræbte	I alt
Estimeret basis	Fordeling	77,01%	9,31%	12,38%	1,30%	100,00%
	<i>Antal</i>	13996	1693	2250	236	18174
Uden rivninger	Fordeling	76,13%	9,58%	12,93%	1,37%	100,00%
	<i>Antal</i>	13836	1740	2349	248	18174
Uden afskalninger	Fordeling	76,91%	9,40%	12,45%	1,24%	100,00%
	<i>Antal</i>	13978	1707	2264	225	18174
Uden rabatfald	Fordeling	77,58%	9,16%	12,04%	1,22%	100,00%
	<i>antal</i>	14100	1665	2188	222	18174
Uden tværfald	fordeling	76,88%	9,36%	12,46%	1,30%	100,00%
	<i>antal</i>	13973	1700	2264	237	18174
Alle veje er med midterrabat	fordeling	78,36%	9,24%	11,55%	0,85%	100,00%
	<i>antal</i>	14241	1679	2100	155	18174

Scenarieberegningerne indikerer, at den største reduktion i sandsynligheden for personskader kan opnås ved at anlægge midterrabat på alle kommunens veje. Denne reduktion svarer til en reduktion på 80 dræbte, 150 alvorlige og 14 lettere personskader for det pågældende sample.

Den næststørste reduktion i sandsynligheden for alvorlige personskader opnås ved udbedring af rabatfald. Scenarieberegningerne indikerer, at man ved at udbedre rabatterne så der ikke er rabatfald ind mod kørebanen, kan reducere alvorlighedsgraden af ulykkerne svarende til 14 dræbte, 62 alvorligt tilskadede og 28 lettere tilskadede.

Knap så entydige resultater ses ved udbedring af afskalninger, da vi her ser reduktion i sandsynligheden for dræbte (svarende til 10 færre dræbte), men til gengæld forøgelse af sandsynligheden for alvorligt og lettere tilskadede (svarende til 14 flere alvorligt tilskadede og 15 lettere tilskadede). Resultatet er ligeledes forbundet med en større usikkerhed pga. signifikansniveauet af estimerne.

Den modsatte effekt blev fundet for rivninger og tværfald idet scenarieberegningerne indikerer, at udbedring af disse vejskader medfører en stigning i antallet af personskader. For tværfald skal det dog bemærkes, at denne effekt kun blev fundet signifikant på et 0,10 niveau.

Konkluderende bemærkninger:

Scenarieberegningerne indikerer, at blandt de undersøgte faktorer, opnås den største reduktion i antallet af personskader blandt motorførere ved at anlægge midterrabat. En mindre, men stadig betydelig reduktion, kan opnås ved at udbedre rabatfald på samtlige rabatter.

5.2.3 Scenarier for alvorlighedsgraden af cyklistulykker

Disse scenarier tager udgangspunkt i resultater vedrørende hvilke faktorer der har betydning for alvorlighedsgraden blandt ulykkesinvolverede cyklister, der har opsøgt akutmodtagelsen.

Resultaterne af analysen er præsenteret i kapitel 3 og 4 og Bilag A, tabel A.3.

Som det ses af tabel 5.2.6 rammer modellen præcist de observerede værdier.

Tabel 5.2.6. Antal tilskadekomne cyklister efter alvorlighedsgrad, faktiske observerede og modellens estimering.

Antal personskader	Uskadt	Lettere	Alvorlige	I alt
Observeret	738	1960	623	3321
Estimeret (model fit)	738	1960	623	3321

Note: Alvorlige inkluderer dræbte

Effekten estimeres for hver enkelt faktor separat. Derfor simuleres antallet af personskader, hvis de vejsskader som var signifikante for antallet af tilskadekomne cyklister udbedres, dvs. udbedring af slaghuller, fjernelse af kantsten med en højde på over 7 cm og anlæggelse cykelsti på alle veje. Tabel 5.2.7. viser den simulerede effekt på fordelingen af personskader.

Tabel 5.2.7. Simuleret effekt på fordeling af personskader, Aarhus kommune 2011-2016

		Uskade	Lettere	alvorlige/dræbte	I alt
Observerede	Fordeling	22,22%	59,02%	18,76%	100,00%
	Antal	738	1960	623	3321
Uden slaghuller	Fordeling	22,76%	58,99%	18,26%	100,00%
	Antal	756	1959	606	3321
Uden kantsten	Fordeling	22,02%	59,04%	18,94%	100,00%
	Antal	731	1961	629	3321
Cykelsti på alle veje	Fordeling	14,10%	72,35%	13,55%	100,00%
	Antal	468	2403	450	3321

Scenarieberegningen indikerer, at den største effekt på alvorlige personskader og dræbte opnås ved at anlægge cykelstier. Sandsynligheden for at ulykken er alvorlig eller fatal falder med mere end 5%, og det svarer til en reduktion på 173 for det pågældende sample. Dog stiger sandsynligheden for lettere personskader. Dette skyldes dels, at der er flere af de alvorligt tilskadekomne, som nu kun vil få lette skader, men ikke udelukkende. Som tidligere beskrevet, skyldes denne effekt formodentlig, at visse afgørende faktorer ikke er inkluderet i modellen.

Såfremt alle veje med slaghuller blev udbedret, ses et mere entydigt resultat nemlig, at der ville være færre cyklister, der kom alvorligt og lettere til skade, mens der vil være en lille stigning i antallet af cyklister, der forblev uskade. Effekterne er dog forholdsvis begrænsede. Til gengæld ser det ikke umiddelbart ud til, at der er en gevinst ved lavere kantstenshøjde set ud fra cyklistulykkernes alvorlighedsgrad.

Der findes ikke transportøkonomiske enhedspriser for cyklistuheld, og den samfundsøkonomiske gevinst kan derfor ikke kvantificeres i dette scenarie.

Konkluderende bemærkninger:

Det ser ud til, at man ved at anlægge cykelstier kan opnå besparelser i antallet af alvorlige cyklistskader. Samtidig vil der dog kunne komme en stigning i antallet af lettere tilskadekomne cyklister. Da der ikke findes transportøkonomiske enhedspriser målrettet cyklistuheld, er det ikke muligt at beregne, om de samfundsøkonomiske omkostninger ved en stigning i antallet af lettere cyklistskader opvejer de besparelser, der opnås ved de alvorlige cyklistskader. Udbedring af alle slaghuller ser dog ud til at ville medføre en entydig gevinst i form af færre tilskadekomne og dermed en reduktion i de samfundsøkonomiske omkostninger.

Resultaterne tydeliggør, at vejen og omgivelserne har betydning for forekomst og alvorlighedsgrad af cykelulykker. Resultaterne tydeliggør dog også, at supplerende undersøgelser der fx inddrager trafikarbejde og trafikantadfærd er nødvendige for at opnå en dybere indsigt i denne betydning herunder fx betydningen af cykelsti.

SCENARIER

Simulationer af cyklistulykker:

- Ved at anlægge cykelstier vil færre ulykkesinvolverede cyklister komme alvorligt til skade.
- Ved udbedring af slaghuller kan der opnås en reduktion i antallet af alvorlige og lettere tilskadekomne cyklister.

Simulationer af ulykker med motorkøretøjer:

- Sporkøring har den største effekt på forekomsten af ulykker, men den største samfundsøkonomiske besparelse opnås ved at udbedre vejbelægningskader som store revner, da disse forekommer hyppigere.
- Anlæggelse af midterrabatter medfører den største reduktion i antallet af alvorligt tilskadekomne.
- Udbedring af rabatfald reducerer antallet af alvorlige personskader i forhold til antal ulykker.

6. Data og analysernes robusthed

Alle statistiske analyser vil være forbundet med en eller anden form for usikkerhed, og denne usikkerhed er afhængig af kvaliteten af data. De politiregistrerede data bliver anvendt til at udarbejde den officielle nationale ulykkesstatistik, og er den datakilde, som oftest benyttes inden for trafikikkerhedsforskning med fokus på trafikulykker. Af disse grunde er databegrænsningerne ganske velkendte. Ud over den usikkerhed visse variable i datasættet kan være forbundet med som fx stedfæstelsen, lider data også under det store mørketal (Janstrup m.fl., 2016). Disse mørketal varierer især i forhold til alvorlighedsgraden af skaden pådraget blandt trafikanter involveret i ulykken samt i forhold til trafikanttype. Man ved, at især cyklistulykker er underrapporterede i de politiregistrerede ulykkesdata, hvor kun 14% af de alvorlige cyklistskader er registrerede. I projektet benyttes derfor en anden datakilde til at lave analyser af cyklistulykker, nemlig data indsamlet på akutmodtagelsen. Udfordringen med data indsamlet på akutmodtagelse er blandt andet, at anvendelsen er forholdsvis ny inden for trafikikkerhedsforskning. Som følge deraf er den eksisterende viden om eventuelle begrænsninger i data meget begrænset. I projektet er der opnået erfaring med disse data og dermed øget viden om, hvordan de kan bidrage til trafikikkerhedsforskningen. I projektet er visse kommuner benyttet som case. Analyserne kan dog gentages for andre kommuner, der har tilsvarende data til rådighed.

Da vejdata ikke tidligere har været sammenkædet med ulykkestal og anvendt i en dansk forskningssammenhæng, er mange udfordringer først blevet tydelige i løbet af dette projekt. Således viste det sig fx at være en udfordring, at landets kommuner benytter forskellige vejforvaltningssystemer (RoSy og Belops) idet det bl.a. vanskeliggjorde sammenkædning af data. Nogle af disse udfordringer har det været muligt at tage højde for mens det i andre tilfælde har resulteret i, at nogle data måtte udelades af analyserne.

I projektet er der også blevet undersøgt muligheden for at inddrage en række andre forhold vedrørende vejens udformning og omgivelser. Som et eksempel på nogle af de faktorer, der fra projektgruppens side var stor interesse i at få analyseret, kan nævnes vejstriber og skiltning på landets kommuneveje. Ønsket var at undersøge, om der var en sammenhæng mellem vejstribernes tilstand, skiltning og forekomsten af trafikulykker eller alvorlighedsgraden af disse. Dette viste sig dog desværre ikke muligt at analysere, på grund af mangel på data. Der er dog stigende fokus på disse emner og der indsamles i kommunerne nu flere data om blandt andet stribernes tilstand.

I projektforløbet er det blevet tydeligt, at mange kommuner gerne vil have en bedre integrering af trafikikkerhed og vejvedligeholdelse. Her er de store forskelle i de to datakilder, vejdata og trafikulykkesdata dog ofte en udfordring. Der efterspørges derfor et datasystem, som kan kæde de to datakilder sammen og give kommunerne et samlet overblik. Resultaterne af dette projekt understreger relevansen af dette, idet de viser, at sammenkædning af vejdata og ulykkesdata kan bidrage til en mere nuanceret forståelse af vejforholds betydning for antallet og alvorlighedsgraden af ulykker.

7. Sammenfatning

Denne rapport sammenfatter resultaterne af projektet "Model til vurdering af infrastruktureffekter på trafikssikkerhed". Projektet var et 3-årigt post doc projekt udført på DTU og finansieret af Sikre Veje, Asfaltindustrien og DTU.

Formålet med projektet var at undersøge kvantitative sammenhænge mellem vejens udformning, omgivelser og tilstand på den ene side og trafikssikkerheden på den anden, samt at kvantificere de samfundsøkonomiske konsekvenser af disse sammenhænge.

Indledningsvis blev det undersøgt, hvilke af de eksisterende data som kunne benyttes til at lave analyser af betydningen af vejens udformning, omgivelser og tilstand for forekomsten af trafikulykker og alvorlighedsgraden af disse. Vejdata blev fundet yderst relevante at inddrage i analyserne, men desværre manglede visse relevante informationer om vejens omgivelser fx vejstribernes tilstand samt information om skiltning og belysning. Derfor blev andre måder at finde information om afstrøbet, belysning og skiltning belyst. Satellitbilleder blev i den forbindelse identificeret som en fornuftig datakilde til at beskrive belysning.

Samlet set viser projektet, at der er store perspektiver i at inddrage nye datakilder i forbindelse med vurdering af trafikssikkerhed, og resultaterne af projektet bidrager væsentligt til den eksisterende litteratur om vejens betydning for forekomsten af trafikulykker samt alvorlighedsgraden af disse.

De første analyser fokuserede på vejens generelle tilstand og dens betydning for forekomsten af ulykker. Her stod det klart, at det var vigtigt at skelne de forskellige ulykkestyper fra hinanden for at kunne lave en prioritering af vejvedligeholdelse ud fra vejens generelle tilstand. Derudover blev der også konkluderet, at det nuværende skadespoint ikke umiddelbart kan benyttes som indikator for en vejs trafikssikkerhedsmæssige niveau. Dette skyldes primært, at vægtingen af de forskellige belægningskader ikke er lavet ud fra, hvad der har en effekt på forekomsten af ulykker eller alvorlighedsgraden af disse. Ligeledes er det ikke alle væsentlige faktorer, der er inkluderet i skadespointet, fx er fejl på sideanlæg ikke inkluderet.

Det står klart, at forhold ved vejen har en stærkere sammenhæng med forekomsten af ulykker samt alvorlighedsgraden af disse end hidtil forskningsmæssigt dokumenteret. Især viser resultaterne, at cyklister er mere tilbøjelige til at forulykke på lokaliteter med dårlig vejvedligeholdelse. Her udgjorde især slaghuller, fejl på rabatter og manglende cykelinfrastruktur, fx cykelsti et problem.

På trods af at vejbelægningens tilstand havde størst sammenhæng med forekomsten af cyklistulykker, viser resultaterne, at det også har stor sammenhæng med forekomsten af trafikulykker med motorkøretøjer. Fx var der en højere forekomst af ulykker på veje med sporkøring. På trods af at dette er en belægningsskade, som kun er registreret på en mindre andel af kommunevejene. At sporkøring forekommer mindre hyppigt skyldes formodentlig, at man i forvejen har stor fokus på udbedring af netop sporkøring. Resultaterne viste endvidere, at afskalninger, lapper og store revner også har en effekt på forekomsten af trafikulykker.

Resultater baseret på lysintensitetsdata og trafikulykkesdata viser, at en lav lysintensitet, medvirker til en højere forekomst af ulykker på veje uden for byerne, mens analyser for byområder viser det omvendte. Dermed må det formodes, at en bedre belysning på veje uden for byerne kan bidrage til en mindre forekomst af ulykker.

Med hensyn til, hvilke forhold, der havde en betydning for alvorlighedsgraden, var der forskelle for cyklister og bilister. For cyklister er det især en bedre infrastruktur, som fx en cykelsti, der har betydning for, om cyklisten pådrager sig alvorlige skader frem for lette skader. Slaghuller har ligeledes en betydning for de skader cyklisten pådrager sig ved en ulykke. Her ses det, at cyklistens skader er langt alvorligere, hvis der er registreret et slag hul på vejen, eller hvis cyklisten efter eget udsagn har påkørt et hul i vejen. For motorførere viste resultatet sig at give en større sandsynlighed for personskade. Ligeledes viste forekomsten af midterrabatter at have en reducerende effekt på, hvor alvorligt motorføreren kom til skade i ulykken.

Der er i projektet skelnet mellem resultater for forekomsten af ulykker samt resultater for alvorlighedsgraden af ulykker. Alt afhængig af hvilke vejfaktorer der betragtes, ses det, at visse faktorer har en betydning for både forekomsten af ulykker og alvorlighedsgraden af disse, mens andre kun har en betydning for enten forekomsten eller alvorlighedsgraden. For nogle af de faktorer som har en betydning for både forekomst og alvorlighedsgrad, ses der en forskel på om det var en positiv eller negativ effekt.

Det blev fundet, at en del cykelulykker skete på lokaliteter, hvor kantstenen var høj (over 7 cm). Til gengæld var sandsynligheden for at disse ulykker blev uden personskade stor. Det ser altså ud til, at kantsten kan give anledning til flere ulykker, men at disse i høj grad er uden personskader.

Det er i dette projekt ikke blevet undersøgt, hvilken effekt det har på forekomsten af cyklistulykker, om der er cykelsti eller ej. Der er alene set på, om det havde betydning for, hvor alvorligt cyklisten kom til skade, om der var cykelsti på ulykkesstedet eller ej. Tidligere studier har dog vist, at cykelsti er associeret med færre cyklistulykker (se fx Reynolds m. l. 2009). Vores resultater viste, at hvis der var en cykelsti, var sandsynligheden for at cyklisten kom alvorligt til skade mindre, men til gengæld var sandsynligheden for at cyklisten kom lettere til skade også større. Denne dobbelt rettede effekt kan skyldes, at vi i analyserne ikke har kunne tage højde for en række afgørende karakteristika, fx den kørte hastighed (cyklister og bilister), cyklistens adfærd eller lokale vej forhold.

Ved simulation af cyklistulykker samt ulykker med motorkøretøjer, baseret på de estimerede modeller, blev de samfundsøkonomiske gevinster beregnet. Det ses, at man kan opnå store reduktioner i antallet af alvorlige cyklistskader ved anlæggelse af cykelsti og udbedring af slaghuller. For ulykker med motorkøretøjer kan den største samfundsøkonomiske gevinst findes ved en udbedring af store revner. En lidt mindre gevinst kan opnås ved en udbedring af alt sporkøring på kommunevejene. Ved udbedring af alle belægnings-skader, dvs. ny asfaltering, kunne der stadig opnås en samfundsøkonomisk gevinst, denne viste sig dog at være betydelig mindre, end hvis man kun udbedre en af de belægnings-skader, som også havde vist sig at have en samfundsøkonomisk gevinst.

Resultaterne af dette projekt tydeliggør, at der kan opnås samfundsøkonomiske gevinster, ved at udbedre belægningsskader samt at anlægge en bedre infrastruktur for både cyklister og bilister.

Samlet ses mange signifikante sammenhænge mellem vejen og forekomsten samt alvorlighedsgraden af ulykker. Resultaterne tydeliggør dermed behovet for mere fokus på vejens udformning, omgivelser samt belægningens skader, hvis man vil forbedre trafiksikkerheden. Det er derfor vigtigt, at kommuner får inddraget informationer fra ulykkesdata, når der skal laves en prioritering af vejvedligeholdelse ud fra et trafiksikkerhedsmæssigt perspektiv.

Referencer

- Cameron, A.C., Trivedi, P.K. (1986). Econometric models based on count data: comparisons and applications of some estimators and tests, *Journal of applied Econometrics*, 1, 29-53.
- Dansk Vejforening (2017). Kommunernes vejbudgetter 2017, Dansk Vejforening, 6pp.
Tilgængelig på:
https://dv.t2w.dk/_files/Dokumenter/danskvejforening/kommunernesvejbudgetter2017.pdf
- DTU Management (2018), De transportøkonomisk enhedspriser. Tilgængelig på:
<http://www.cta.man.dtu.dk/modelbibliotek/teresa/transportoekonomiske-enhedspriser>
- Hausman, J., Hall, B.H., Griliches, Z., (1984). Econometric models for count data with an application to the patents–R&D relationship, *Econometrica*, 52, 4, 909–938.
- IRTAD, (2018). IRTAD Road Safety Annual Rapport 2018, ITF/OECD report, 74 pp.
- Janstrup, K.H. (2016). Vejvedligeholdelse og effekten på trafikuheld – Et alternativt prioriteringsværktøj, *Dansk vejtidsskrift*, 11, 18-21.
- Janstrup, K.H. (2018). Vejen og omgivelsernes betydning for trafikikkerheden. Seminar om prioritering af vejvedligehold, Nyborg, d. 31. januar 2018. Tilgængelig på:
[http://orbit.dtu.dk/en/activities/vejen-og-omgivelsernes-betydning-for-trafikikkerheden\(ffa52b07-f5aa-4919-a5c3-f2d5f85e5c50\).html](http://orbit.dtu.dk/en/activities/vejen-og-omgivelsernes-betydning-for-trafikikkerheden(ffa52b07-f5aa-4919-a5c3-f2d5f85e5c50).html)
- Janstrup, K.H., Kaplan, S., Hels, T., Lauritsen, J., Prato, C.G. (2016). Understanding traffic crash under-reporting: Linking police and medical records to individual and crash characteristics, *Traffic Injury Prevention*, 17, 6, 580-584.
- Janstrup, K.H., Møller, M (2018). Influence of different crash characteristics on level of injury among cyclists. XI ICTCT extra Workshop in Vancouver, Canada. Tilgængelig på:
[http://orbit.dtu.dk/en/activities/influence-of-different-crash-characteristics-on-level-of-injury-among-cyclists\(050633c1-5540-4df1-b2be-9267232f3dc2\).html](http://orbit.dtu.dk/en/activities/influence-of-different-crash-characteristics-on-level-of-injury-among-cyclists(050633c1-5540-4df1-b2be-9267232f3dc2).html)
- Janstrup, K.H., Møller, M., Pilegaard, N. (2017). Vejens skadespoint og trafikikkerhed, bidrag til Vejforum 2017, tilgængelig på <https://www.vejforum.dk/seance.aspx?ID=954>
- Janstrup, K.H., Møller, M., Pilegaard, N. (2018). The road and its influence on bicycle accidents in Denmark, *Proceedings of 7th Transport Research Arena TRA*. Tilgængelig på <https://zenodo.org/record/1456589>
- Janstrup, K.H., Møller, M., Pilegaard, N. (2019). A clustering approach to integrate traffic safety in road maintenance prioritization, *Traffic Injury Prevention*, 20, 442-448.
- Lanza, S.T., Collins, L.M., Lemmon, D.R., Schafer, J.L. (2007). PROC LCA: A SAS procedure for latent class analysis, *Structural Equation Modeling*, 14, 671–694.

Miaou, S. (1994). The relationship between truck accidents and geometric design of road sections: Poisson versus negative binomial regressions, *Accident Analysis and Prevention*, 26(4), 471-482.

Møller, M, Janstrup, K.H., Pilegaard, N. (2018). Bicycle accidents in Denmark – the contribution of cyclist behavior, the vehicle and the road, *Proceedings of 7th Transport Research Arena TRA*. Tilgængelig på <https://zenodo.org/record/1456413>

Reynolds, C.C., Harris, M.A., Teschke, K., Cripton, P.A., Winters, M. (2009). The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature, *Environmental Health*, 8, 47, 1-19.

SAMKOM (2018). Resultat af landsdækkende analyse af kommunevejenes tilstand 2017. SAMKOM (KTC, KL, KVF og Vejdirektoratet), 22pp.

Vejdirektoratet (2015a): Målervejledning, Side 1-35, Vejdirektoratet. www.vedirektoratet.dk.

Vejdirektoratet (2015b): Registrering af skader og beregning af skadespoint, Bilag 9, Side 1-3, Vejdirektoratet. <http://leverandorportal.vejdirektoratet.dk>

Vejdirektoratet (2017): Indberetning af færdselsuheld, rapport nr. 580, Side 1-58, Vejdirektoratet. Tilgængelig på http://www.vejdirektoratet.dk/DA/viden_og_data/publikationer/Lists/Publikationer/Attachments/957/Indberetning%20af%20f%C3%A6rdselsuheld_web.pdf

Vejdirektoratet (2018): Trafikulykker for året 2017, side 1-42, Vejdirektoratet. Tilgængelig på http://www.vejdirektoratet.dk/DA/viden_og_data/publikationer/Lists/Publikationer/Attachments/979/Trafikulykker%20for%20%C3%A5ret%202017%20-%20web.pdf

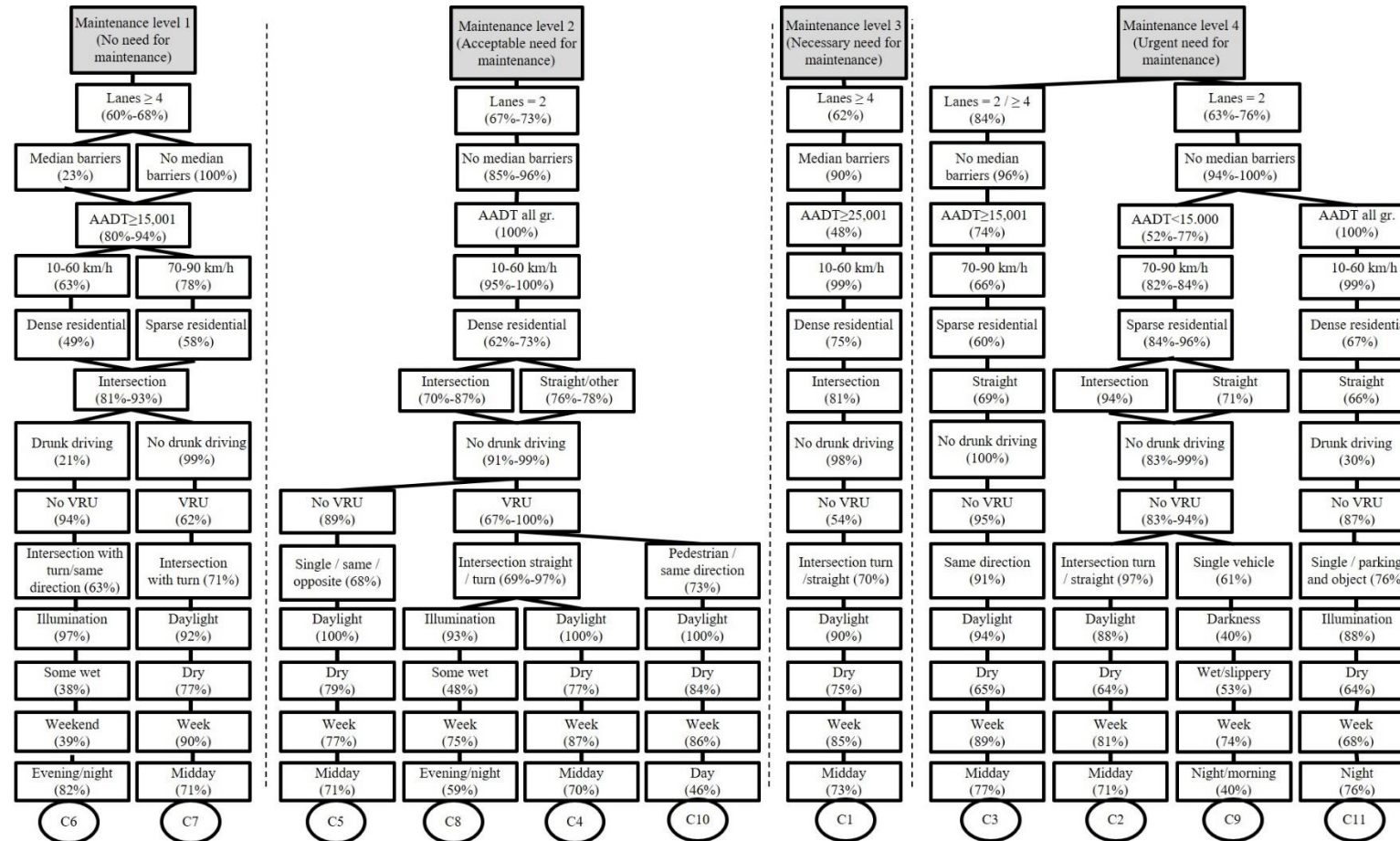
Wang, X., Abdel-Aty, M. (2008). Analysis of left-turn crash injury severity by conflicting pattern using partial proportional odds models, *Accident Analysis and Prevention*, 40, 1674-1682.

Williams, R. (2006). Generalized ordered logit/partial proportional odds models for ordinal dependent variables, *The Stata Journal*, 6, 1, 58-82.

Bilag A Ekstra figurer og tabeller

A.1. Grupper af trafikulykker og geografisk stedfæstelse

Figur A1.1. Identificerede vej- og ulykkeskarakteristika for a11 ulykkesgrupper.



A.2. Ulykkeshyppighed som funktion af belægningsskader

Inden de forskellige modelspecifikationer testes, bliver der først og fremmest lavet en analyse til at teste, hvor stor korrelation der er mellem de vejbelægningsskader der inkluderes i analysen. Tabel A.2.1. viser resultaterne.

Tabel A.2.1. Pearsons korrelations matrix for vejbelægningsskader på vejstykker med og uden ulykker.

	Sporkøring	Lap	Sætning	Slaghul	Afskalning	Krakelering	Stor revne	Lille revne	Stentab
Sporkøring	1,00	0,13	0,14	0,24	0,17	0,24	0,16	0,19	0,23
Lap		1,00	0,41	0,25	0,40	0,39	0,44	0,39	0,13
Sætning			1,00	0,26	0,43	0,34	0,40	0,43	0,22
Slaghul				1,00	0,35	0,39	0,23	0,27	0,22
Afskalning					1,00	0,45	0,39	0,41	0,19
Krakelering						1,00	0,43	0,45	0,18
Stor revne							1,00	0,53	0,09
Lille revne								1,00	0,18
Stentab									1,00

Som det ses, er der en meget lav korrelation mellem de enkelte vejskader. Dermed burde det ikke have betydning for model estimerterne.

Der er benyttet to regressionsmodeller nemlig poisson regression og negativ binomial regression. For hver af de to metoder er der udarbejdet fire modeller, to der modellerer effekten af vejbelægningsskader på forekomsten af personskaulykker, en hvor længden af vejstykket benyttes i meter og en, hvor den naturlige logaritme til længden er benyttet. De samme to modeller er lavet for at finde effekten af belægningsskader på forekomsten af trafikulykker generelt. Den naturlige logaritme er benyttet, for at modellen bedre kan beskrive vores data. Tabel A.2.2. samt tabel A.2.3. viser resultaterne af de testede modeller, hvor vi valgte at gå videre med regressionsmodellen poisson regression, hvor den naturlige logaritmen af vejstykkets længde er benyttet. Dette valg er foretaget ud fra vores test af over-dispersion i data, model fit samt log-likelihood værdierne (LL).

Tabel A.2.2. Alle fire testede modeller på ulykkeshyppighed som funktion af belægningsskader

Variabel	Poisson regression		Negativ binomial regression	
Intercept	-2,6310***	-7,2681***	-2,9446***	-7,4470***
Længde (m)	0,0005***		0,0009***	
Log(længde (m))		0,8522***		0,8871***
Sporkøring	1,0144***	0,6589***	0,8974***	0,6920***
Lapper	0,2344***	0,2989***	0,2354***	0,2297***
Sætninger		0,1251***	0,0503**	0,1009***
Slaghuller	-0,6253***	-0,6923***	-0,6600***	-0,6945***
Afskalninger	0,2391***	0,2637***	0,2641***	0,2816***
Krakeleringer	-0,1121***	-0,2785***	-0,1126***	-0,2260***
Store revner	0,2236***	0,2920***	0,2220***	0,2364***
Små revner	-0,0523**	-0,2248***	-0,1104***	-0,2095
Stentab	-0,6876***	-0,9470***	-0,7736***	-0,8923

Dispersion (α)			3,9605	2,7263
LL	-67.778	-61.459	-58.823	-55.764
Observeret antal uheld	25.275	25.275	25.275	25.275
Estimeret antal uheld	26.877	25.270	142.141	25.669

Note: *** signifikant på 0,001 niveau. ** signifikant på 0,05 niveau. **Fed** indikere den model, vi har valgt at gå videre med.

Tabel A.2.3. Alle fire testede modeller på hyppigheden af personskadeulykker som funktion af belægningskader

Variabel	Poisson regression		Negativ binomial regression	
Intercept	-4,2653***	-9,6770***	-4,5028***	-9,7322***
Længde (m)	0,0005***		0,0008***	
Log(længde (m))		0,9814***		0,9914***
Sporkøring	1,0713***	0,6887***	1,0025***	0,7091***
Lapper	0,1930***	0,2805***	0,1922***	0,2671***
Sætninger	-0,0746**			
Slaghuller	-0,6016***	-0,7011***	-0,7236***	-0,7230***
Afskalninger	0,1754***	0,2221***	0,1910***	0,2357***
Krakeleringer	-0,1651***	-0,3580***	-0,1958***	-0,3443***
Store revner	0,2304***	-0,1623***	0,2341***	0,3107***
Små revner		0,3263***		-0,1648***
Stentab	-0,6066***	-0,9283***	-0,8099***	-0,9370***
Dispersion (α)			3,3761	1,6470
LL	-20.410	-18.980	-19.801	-18.809
Observeret antal uheld	4.841	4.841	4.841	4.841
Estimeret antal uheld	4.820	4.841	10.039	4.868

Note: *** signifikant på 0,001 niveau. ** signifikant på 0,05 niveau. **Fed** indikerer den model, vi har valgt at gå videre med

A.3. Alvorlighedsgraden af cyklistulykker

Tabel A.3.1. præsenterer de resultater der blev fundet ved den generaliseret ordnet logit model.

Tabel A.3.1. Modelestimater for effekter for alvorlighedsgraden af cyklistulykker

Variabel	Kategori	Beta	Gamma
Cyklistens køn	Mand	0,271**	
Cyklistens alder	0-9 år	-1,156**	0,373
	10-17 år	-0,790**	-0,459*
	18 -25 år	-0,529**	-0,351**
	26 – 50 år	-0,401**	-0,154
	≥ 51 år	-	
Alkoholpåvirkede	Ja	-0,277*	
Cyklistens hastighed	Vurderet til at køre stærkt	0,643**	
Lysforhold	Dagslys	-0,176**	
Føre	Glat eller vådt	-0,211**	
Vejdesign	Problemer med design	-0,374**	
Vejudformning	Cykelsti	0,664**	-1,154**
	Kryds eller rundkørsel	-0,346**	0,120
	Andet	-	

Cykeltrafik	0-1500 cyklister	0,100	0,241*
	1501-3000 cyklister	-0,016	0,233
	3001-5000 cyklister	-0,148	0,410**
	Mere end 5000 cyklister	-	
Kantsten ramt	Ja	-0,286**	
Slaghul	Ja	0,184**	
Alpha parameter	Konstant 1	1,743**	
	Konstant 2	-0,949**	

Note: kategorien alvorligt tilskadekomne inkluderer også dræbte. ** signifikant på 0,05 niveau, * signifikant på 0,10 niveau."-" angiver referenceværdien.

Beta angiver, hvordan sandsynligheden for, at ulykken bliver med personskaade, påvirkes, mens gamma angiver, hvordan sandsynligheden for alvorlig personskaade påvirkes yderligere.

Det ses, at der for vejudformning og kategorien cykelsti blev fundet en signifikant sammenhæng. Her er beta positiv (0,664) hvilket vil sige, at der en større sandsynlighed for at cyklisten bliver lettere skadet frem for uskadt efter en ulykke på en cykelsti. Samtidig ses det, at gamma er negativ (-1,154), hvilket vil sige, at sandsynligheden for at cyklisten kommer alvorlig til skade i ulykken er større end for, at cyklisten bliver lettere skadet. For ulykker i kryds og rundkørsler ses, at beta er signifikant og negativ (-0,346), hvilket vil sige, at sandsynligheden for at cyklisten kommer lettere til skade er mindre end for at cyklisten bliver uskadt. Dog ses en positiv effekt for gamma, men denne er ikke signifikant.

For kantsten ses at beta er negativ (-0,286) hvilket vil sige at sandsynligheden for at cyklisten forbliver uskadt er større fremfor at cyklisten bliver lettere skadet. Da modellen finder proportional odds effekten estimeres gamma ikke, og forholdet mellem lettere og alvorlig tilskadekomst er dermed den samme. Det vil sige, at cyklistens sandsynlighed for at blive lettere skadet ligeledes er større end sandsynligheden for en alvorlig skade, betinget af at ulykken er sket. Ulykker i forbindelse med kantsten er altså mindre alvorlige.

For slaghuller ses til gengæld, at beta er positiv (0,184), hvilket vil sige, at sandsynligheden for at cyklisten bliver lettere skadet er større end for at cyklisten forbliver uskadt. Igen er der den samme værdi for gamma, og dermed er sandsynligheden også større for, at cyklisten kommer mere alvorligt til skade i ulykken.

A.4. Alvorlighedsgraden af ulykker med motorkøretøjer

Tabel A.4.1. præsenterer resultaterne af model estimeringen af den generaliseret ordnet logit model, lavet på ulykker med motorkøretøjer.

Tabel A.4.1. Model estimerer for effekter for førerens alvorlighedsgrad betinget af, at ulykker er sket.

Variabel	Kategori	Beta	Gamma 2	Gamma 3
Førerens køn	Mand	-0,108**	0,070**	0,242**
Førerens alder	16-24 år	-0,282**		
	25-34 år	-0,299**		
	35-44 år	-0,320**		
	45-54 år	-0,260**		
	55-64 år	-0,193**		

	≥ 65 år	-		
Førerens adfærd	Alkohol	0,174**	-0,140**	0,180
	Selebrug	-0,104**		
Involverede køretøjer	Tung transporttype	0,310**	0,195**	1,222**
	Varevogn	0,171*	0,082*	0,381
	Bil	-		
	MC	1,998**		
	Knallert	1,039**		
	Cykel	1,378**	0,073**	-0,138
	Fodgænger	1,962**	0,169*	0,612**
	Genstand	0,261**	0,097**	0,176
Antal motorkøretøjer	En	0,139	0,170**	0,015
	To eller flere	-		
Vejtype	Vej med midterrabat	-0,122**	-0,045	-0,436**
	Vej i øvrige	-		
Hastighedsgrænse	<90 km/t	-		
	90 km/t	0,590**	0,021	0,732**
Randbebyggelse	Forretningsgade	-0,553**	-0,089	-0,474
	Industriområde	-0,287**		
	Tæt bebyggelse	-0,241**	-0,108**	-0,445*
	Spredt bebyggelse	-		
Lysforhold	Dagslys	-		
	Oplyste veje	0,060	0,124**	0,014
	Mørke	0,158**	0,103**	0,314*
Føre	Tørt	-0,057		
	Glat	-		
Trafikvolumen	<1000	0,296**		
	1000-9999	-		
	10.000-24.999	-0,099**		
	≥25.000	-0,255**		
Vejtilstand	Forkert rabatfald	0,219**		
	Forkert tværfald	-0,092		
	Mange rivninger	-0,096**		
	Mange afskalninger	-0,051	0,037	0,427**
Ugedag	Hverdag	-0,191**	-0,028	-0,539**
	Weekend	-		
Sæson	Vinter	-		
	Forår	0,159**		
	Sommer	0,162**		
	Efterår	0,068		
Region	Nordjylland	1,442**	-0,903**	-1,215**
	Midtjylland	0,513**	-0,189**	-0,331**
	Syddanmark	0,075	-0,189**	-0,320
	Sjælland	-0,274**		
	Hovedstaden	-		

Alpha parameter	Konstant 1	-1,933**
	Konstant 2	-2,641**
	Konstant 3	-5,229**

Note: ** signifikant på 0,05 niveau og * signifikant på 0,10 niveau. "-" angiver referenceværdien.

Beta angiver igen, hvordan sandsynligheden for en personskade påvirkes, mens gamma 2 og gamma 3 angiver, hvordan sandsynligheden for hhv. alvorlig og fatal yderligere påvirkes. Det ses, at sandsynligheden for personskade, betinget af at ulykken er sket, falder med trafikmængden.

Det ses, at der for veje med midterrabat er en negativ beta (-0,122), hvilket vil sige, at sandsynligheden for at føreren i ulykken får en lettere skade er lavere i forhold til det at blive uskadt. Ligeledes er gamma2 også signifikant og negativ (-0,436), hvilket vil sige, at sandsynligheden for at føreren bliver dræbt i ulykken ligeledes er lavere end for at føreren bliver alvorligt skadet. Forholdet mellem let og alvorlig tilskadekomst (gamma1) er ikke signifikant, men det kan konkluderes, at veje med midterrabat giver mindre alvorlige skader hos føreren end veje i øvrigt.

Hvis der er et forkert rabatfald på vejestykket hvor ulykken er sket, altså et rabatfald ind mod kørebanen eller langs kørebanen ses, at beta er signifikant og positiv (0,219). Dette vil sige, at der er en større sandsynlighed for, at føreren i ulykken komme lettere til skade end at vedkommende bliver uskadt, betinget af at ulykken er sket. Da gamma1 og gamma2 ikke er estimeret pga. proportional odds effekten, er forholdet mellem hhv. let og alvorlig samt alvorlig og dræbt den samme som for uskadt og let. Dermed er sandsynligheden for, at føreren bliver dræbt i ulykken større end for at føreren kommer alvorligt til skade. Det samme gør sig gældende for alvorlig i forhold til lettere tilskadekomst af føreren.

Bilag B Dialog med vejsektoren

I projektet har der været lagt stor vægt på samarbejdet med vejsektoren. Af den grund har der gennem projektet blandt andet været tilknyttet et advisory board. Ligeledes har der i starten af projektet været tæt kontakt med Vejdirektoratet og Sweco, som står bag kommunernes vejforvaltningssystemer. Derudover har der undervejs i projektet været forskellige aktiviteter, som skulle sikre projektgruppen en bedre forståelse for, hvordan kommunerne indsamler og anvender deres data om drift og vejvedligeholdelse. Konkret har der fx været afholdt indledende møder med Aarhus kommune, Sweco og Vejdirektoratet med det formål at lære de to vejforvaltningssystemer bedre at kende samt at planlægge, hvordan der kunne opnås adgang til data til brug for projektet. Endelig har der været arrangeret forskellige aktiviteter i forbindelse med et seminar, som blev holdt for kommuner og andre eksperter inden for trafiksikkerhedsområdet og vejvedligeholdelsesområdet. I det følgende afsnit vil resultater fra seminaret blive præsenteret.

B.1. Resultater fra kommune-/ekspertseminar

Formålet seminaret var at få mere viden om kommunernes brug af data, men også at forsøge at skabe et overblik over, hvordan kommunerne prioriterer vejvedligeholdelse. For at undersøge disse ting blev der udformet et spørgeskema, som blev sendt til kommunerne. Dernæst blev seminaret afholdt, hvor formålet var at præsentere kommunerne for resultaterne af spørgeskemaundersøgelsen samt relevante projektresultater i øvrigt. Endvidere fik deltagerne mulighed for at komme med ønsker til, hvordan prioritering af drift og vejvedligeholdelsesopgaver kunne laves anderledes.

I de næste afsnit vil de to dele, spørgeskemaundersøgelsen og evalueringen samt opsamling på seminaret, blive præsenteret.

B.1.1. Spørgeskemaundersøgelse

Spørgeskemaundersøgelsen blev gennemført i december 2017 – januar 2018. I mange af kommunerne blev spørgeskemaet sendt til de personer, som havde givet adgang til kommunens vejdata. For de resterende kommuner blev spørgeskemaet sendt til den vejtekniske afdeling.

Spørgeskemaet var opbygget på følgende måde:

1. Introduktionstekst med lidt information om selve formålet og projektet.
2. Generelle spørgsmål til kommunen, herunder kommunens størrelse og brug af vejforvaltningssystem.
3. Det forventede kommunale budget for drift og vejvedligeholdelse i 2017.
4. Det kommunale budget for drift og vejvedligeholdelse i 2016.
5. Deres prioritering af vejvedligeholdelsesområder.
6. Vejvedligeholdelse og brug af trafiksikkerhedsredskaber.
7. Mulighed for kommentarer.

Der blev modtaget besvarelser fra 61 (62%) ud af 98 kommuner.

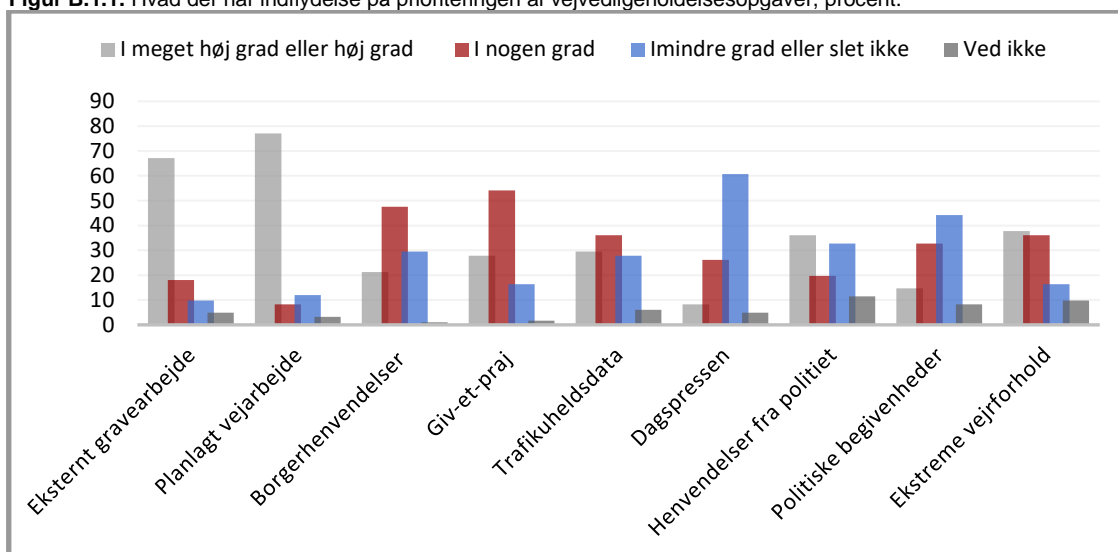
De fleste af de kommuner (62%), som deltog i undersøgelsen, lægger deres budget for planlagte vejvedligeholdelse ud fra en flerårig plan, mens budgettet for akut vejvedligeholdelse foretages løbende (56%).

Kommunerne var stort set også enige om, at budgettet for 2016 var det samme som året før (64%), mens 20% af kommunerne svarede, at deres budget for 2016 var lidt lavere end for 2015. I forhold til hvilke planlagte og akutte opgaver kommunerne bruger budgettet til, var der en lidt større spredning i besvareelserne. I forhold til planlagte opgaver gik størstedelen af budgettet til belægningskader, belysning og forebyggende vejvedligeholdelse fx glatførebekæmpelse. I forhold til akutte opgaver var det lidt det samme billede, der tegnede sig, idet der blev brugt mest på belægningskader og forebyggende vejvedligeholdelse. Kommunerne benytter generelt kun en lille del af budgettet til afstribning, skilte og rabatter.

På trods af at trafikulykkesdata indgår i overvejelserne om hvilke opgaver, der skal prioriteres, er det stadig kommunerne vejforvaltningssystemer samt de driftsøkonomiske vurderinger, der benyttes som prioriteringsværktøjer.

Resultaterne af denne spørgeskemaundersøgelse viste også hvilke ting, der kunne have indflydelse på prioriteringen af vejvedligeholdelsesopgaver, figur B.1.1.

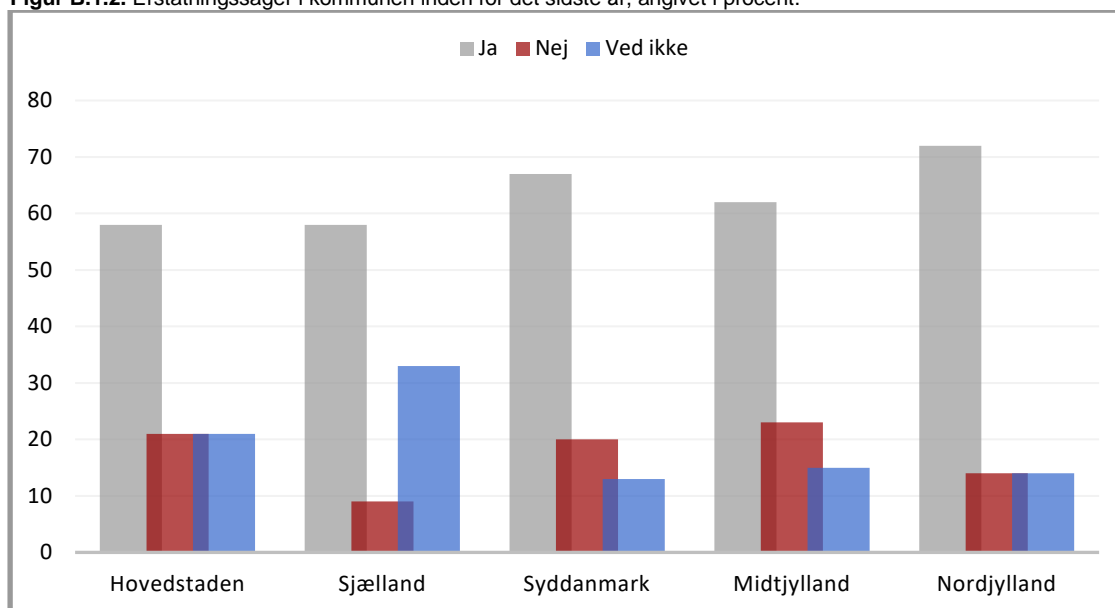
Figur B.1.1. Hvad der har indflydelse på prioriteringen af vejvedligeholdelsesopgaver, procent.



Det ses tydeligt, at eksternt gravearbejde og planlagt vejarbejde vægtes højst i prioriteringen. Dog ses det, at borgerhenvendelser, Giv-et-praj app og trafikulykkesdata også vægtes forholdsvis højt i prioriteringen af vejvedligeholdelsesopgaver.

Adskillige kommuner har oplevet erstatningssager inden for de seneste år på grund af manglende vejvedligeholdelse, se figur B.1.2. Så selvom kommunerne har trafiksikkerhed med i deres overvejelser, når de skal prioritere hvilke vedligeholdelsesopgaver, der skal vægtes højst, er der altså stadig udfordringer for trafiksikkerheden på grund af manglende vejvedligeholdelse.

Figur B.1.2. Erstatningssager i kommunen inden for det sidste år, angivet i procent.



B.1.2. Opsamling og evaluering af seminar

Selve seminaret blev afholdt i januar 2018. Deltagerne på seminaret var primært eksperter i kommunerne samt forskellige relevante aktører herunder FDM, Rigspolitiet, Sweco, Vejdirektoratet og Rådet for Sikker Trafik.

Formålet med seminaret var først og fremmest at præsentere kommunerne for de forskellige resultater, der var opnået i projektet på daværende tidspunkt samt at forstå, hvordan kommunerne på daværende tidspunkt prioriterede deres vejvedligeholdelsesopgaver, og hvad de savnede for at kunne lave en endnu bedre prioritering af opgaverne.

Det stod klart fra resultaterne af spørgeskemaundersøgelsen, at kommunerne i forvejen har gode redskaber, som de benytter i deres prioriteringsarbejde. Ligeledes viste resultaterne, at trafikssikkerhed kun har en lille betydning i prioriteringsarbejdet. Eksternt gravearbejde samt planlagt vejarbejde vægtes højest. Til selve prioriteringen benyttes primært kommunens vejforvaltningssystem. På trods af de gode redskaber til at prioritere savner kommunerne flere redskaber, og behovet for dette ses også ved, at en stor andel af kommunerne har oplevet erstatningssager på grund af manglende vejvedligeholdelse.

I forhold til de resultater der blev præsenteret fra projektet på seminaret, havde de fleste kommuner fundet dem yderst relevante, men de savnede dog endnu mere relevans og dermed et større fokus på at få inddraget trafikssikkerhedsaspektet i prioriteringen af vejvedligeholdelse. Mange kommuner gav udtryk for, at de i forvejen overvejede den trafikssikkerhedsmæssige effekt i vurderingen af belægnings-skader, afstriking, skiltning og vejbelysning, men knap så meget for rabatter og afvanding. Her viste de foreløbige resultater af projektet, at man også burde have disse overvejelser med ved prioritering af sideanlæg som rabatter.

Som del af seminaret blev der afholdt en workshop, hvor kommunerne fik mulighed for at drøfte de problemer, de oplevede, når der skulle laves en prioritering af vejvedligeholdelse. Formålet

med workshopen var endvidere, at få kommunerne til at identificere områder, de havde brug for blev forbedret, for at de kunne lave en endnu bedre prioritering af vejvedligeholdelsesopgaver. Konkret gav mange kommuner udtryk for, at de manglede et samlet system, som viste deres vejnet og vejenes tilstand sammen med forekomsten af trafikulykker på vejnettet. Endvidere kom det frem, at mangel på data og et samlet system, der kunne håndtere samtlige datakilder var en af de store udfordringer i forhold til at kunne lave en optimal prioritering af vejvedligeholdelse.

Kommunerne var generelt godt tilfredse med seminarets indhold, enkelte ønskede dog mere fokus på drift- og vejvedligeholdelse frem for trafiksikkerhed. Formålet med seminaret var dog at få kommunerne til at overveje, hvordan trafiksikkerhed bedre kunne inkluderes i prioriteringen af vejvedligeholdelse. Enkelte deltagere savnede mere håndgribelige resultater som et program, der kunne benyttes til at få et bedre overblik over både vej- og trafikulykkesdata.