

Vejadgange og trafiksikkerhed

Vejadganges virkning på antallet og typer af trafikulykker i det åbne land



Søren Underlien Jensen
Puk Kristine Andersson
Johanne Winther Sall

24. juni 2021

<p>Titel: Vejadgange og trafikikkerhed</p> <p>Forfatter(e): Søren Underlien Jensen, Puk Kristine Andersson, Johanne Winther Sall</p> <p>Publiceringsdato: Juni 2021</p> <p>Sprog: Dansk</p> <p>Antal sider: 89</p> <p>Rekvirent/finansiell kilde: Vejdirektoratet</p> <p>Projekt: Vejadgange og trafikikkerhed</p> <p>Kvalitetssikring: Puk Kristine Andersson</p> <p>Emneord: Vejadgang, trafikikkerhed, ulykkesmodel og ulykkesanalyse</p> <p>Resumé:</p> <p>Trafitec har for Vejdirektoratet undersøgt sammenhænge mellem vejadgange og trafikikkerhed. Undersøgelsen er baseret på 1.914 km strækninger af danske statsveje i det åbne land, eksklusive motortrafikveje og motorveje. På strækningerne findes 17.232 vejadgange fordelt på 11 forskellige typer. I perioden 2010-2019 har politiet registreret 3.147 person- og materielskadeulykker på strækningerne. For hver strækning er der indsamlet en lang række oplysninger, som har dannet baggrund for opstilling af ulykkesmodeller og udarbejdelse af en særlig ulykkesanalyse.</p> <p>Undersøgelsen viser, at fem typer af vejadgange forværrer trafikikkerheden betydeligt, idet en ny adgang til private fællesveje, andet, landbrugsejendomme, erhverv og tankanlæg i gennemsnit fører til en stigning på 5,0 % i person- og materielskadeulykker på en 1 km lang strækning. Andre typer af vejadgange til flerfamiliehuse, enfamiliehuse og sommerhuse har en beskeden betydning, da den tilsvarende stigning i ulykker kun er 1,4 %. Endelig har adgange til marker, offentlige stier og skove stort set ingen betydning for trafikikkerheden, da den tilsvarende stigning i ulykker er på 0,0 %.</p> <p>Undersøgelsen kan give anledning til revision af administrationen af vejadgange i vejbestyrelser.</p>	<p>Title: Driveways and road safety</p> <p>Author(s): Søren Underlien Jensen, Puk Kristine Andersson, Johanne Winther Sall</p> <p>Report date: June 2021</p> <p>Language: Danish</p> <p>No. of pages: 89</p> <p>Client/financial source: Road Directorate</p> <p>Project: Driveways and road safety</p> <p>Quality management: Puk Kristine Andersson</p> <p>Key words: Driveway, road safety, crash model and crash analysis</p> <p>Abstract:</p> <p>Trafitec has for the Road Directorate studied the relationships between driveways and road safety. The study is based on 1,914 km road segments of state highways in rural areas, excluding freeways and expressways. 17,232 driveways of 11 different types are located along the road segments. Police have recorded 3,147 injury and property-damage-only (PDO) crashes on the road segments in the years 2010-2019. Many data have been collected for each road segment and the data have been used to set up crash models and develop a special crash analysis.</p> <p>The study shows that five types of driveways worsen road safety considerably, because a new driveway to private common roads, other, farms, businesses and gas stations on average leads to an increase of 5.0 % in injury and PDO crashes on a 1 km long road segment. Driveways to multi- and single-family homes and cottages have a modest influence and only leads to a 1.4 % crash increase on a 1 km road segment. Finally, driveways to fields, forests and public paths have no influence on road safety, because the crash increase is estimated to 0.0 %.</p> <p>The study may give rise to revisions of access management in road administrations.</p>
<p>Rapporten kan hentes fra www.trafitec.dk.</p> <p>Copyright © Trafitec</p> <p>Ved gengivelse af materiale fra publikationen skal fuldstændig kildeangivelse udføres.</p>	<p>The report can be acquired from www.trafitec.dk.</p> <p>Copyright © Trafitec</p> <p>Reprinting material from this publication must include a complete reference to original source.</p>

Indhold

Sammenfatning	5
1. Indledning.....	11
1.1 Tidligere studier og viden herfra	11
1.2 Undersøgelsens formål og opbygning	13
2. Datagrundlag og analysemetoder.....	17
2.1 Datagrundlag.....	17
2.1.1 Strækningslængder	17
2.1.2 Ulykker og personskader	18
2.1.3 Trafikmængder	22
2.1.4 Vejadgange	23
2.1.5 Andre strækningsdata	27
2.2 Analysemetoder	31
2.2.1 Ulykkesmodeller.....	31
2.2.2 Særlig analyse.....	34
3. Vejadgange og antallet af trafikulykker.....	37
3.1 Simple ulykkesmodeller	37
3.2 Komplicerede ulykkesmodeller	46
3.3 Ulykkesmodeller for udvalgte strækninger	50
3.4 Samlet vurdering af vejadganges kvantitative betydning.....	51
4. Vejadgange og typer af trafikulykker.....	57
4.1 Ulykkesart & personskader.....	58
4.2 Vejudformning.....	60
4.3 Hastighedsbegrænsning	62
4.4 Hoved- & ulykkessituation	63
4.4.1 Hovedsituation	63
4.4.2 Ulykkessituation	66
4.5 Vejr, føre, lysforhold, sigt & belysning.....	68
4.6 Elementart.....	70
4.6.1 Ulykkesinvolverede elementer	70
4.6.2 Knallert-30/cykel & hovedsituation	71
4.6.3 Knallert-30/cykel & cykelsti.....	73
4.7 Køn & alder	74
4.8 Opsummering	76
5. Konklusion	79
6. Referencer	83
Bilag 1	85

Sammenfatning

Trafitec har for Vejdirektoratet beskrevet sammenhænge mellem vejadgange og trafiksikkerhed på strækninger af statsveje i det åbne land. Undersøgelsen viser klart, at nogle typer af vejadgange forværrer trafiksikkerheden ganske betydeligt, mens andre typer af vejadgange har en beskedent eller ingen betydning for trafiksikkerheden. Undersøgelsen kan give anledning til revision af administrationen af vejadgange i vejbestyrelser.

Konklusion

Undersøgelsen viser, at nogle typer af vejadgange forværrer trafiksikkerheden på den overordnede vej i et større omfang, mens andre typer af vejadgange forværrer trafiksikkerheden i et mindre omfang eller slet ikke. Meget peger i retning af, at det er mængden af trafik på selve vejadgangen, og ikke typen af vejadgang, som er væsentlig for, hvor meget vejadgangen påvirker trafiksikkerheden på den overordnede vej: Jo mere trafik på vejadgangen, desto større påvirkning. I administration af vejadgange bør man derfor fokusere på vejadgange med større trafikmængder fx adgange til private fællesveje, landbrugsejendomme, erhverv og tankanlæg.

Undersøgelsen dokumenterer også, at en ekstra vejadgang giver anledning til en væsentlig større ulykkesmæssig stigning på en overordnet vej med stor trafikmængde end på en overordnet vej med en beskedent trafikmængde. Hvis muligt bør det tilstræbes, at nye vejadgange etableres på veje med forholdsvis lidt trafik. På overordnede veje med meget trafik bør man være påpasselig med at etablere nye vejadgange, og ligeledes være påpasselig med at ”opgradere” eksisterende vejadgange til vejadgange, der giver kraftigt øgede trafikmængder.

Endelig dokumenterer undersøgelsen, at en vejadgang medfører nogenlunde samme procentuelle stigning i ulykker på en ulykkesbelastet vej som på en sikker vej. Men den absolutte stigning i antallet af ulykker vil være større på en ulykkesbelastet vej end på en sikker vej, hvis trafikmængden ellers er den samme på de to veje. En vej kan fx være ulykkesbelastet pga. mange vejadgange, skarpe kurver, stejle bakker osv. Om muligt bør det tilstræbes, at nye vejadgange etableres på sikre veje. På ulykkesbelastede veje bør man være påpasselig med at etablere nye vejadgange, og ligeledes være påpasselig med at ”opgradere” eksisterende vejadgange til vejadgange, der giver kraftigt øgede trafikmængder.

Baggrund

En stor del af de dræbte og tilskadedkomne i trafikken kvæstes i ulykker på landeveje. Derfor er landeveje centrale i ulykkesbekæmpelsen. Tidligere udenlandske studier viser, at jo flere vejadgange der er pr. km vej, desto flere ulykker sker der på vejen. Enkelte studier dokumenterer, at det ikke er antallet af vejadgange, der

er væsentligt, men den samlede trafikmængde på vejadgangene, som er vigtig – jo mere trafik, desto flere ulykker. Men ofte ses, at den samlede trafikmængde på vejadgangene stiger med et stigende antal vejadgange, og derfor fås resultatet – jo flere vejadgange, desto flere ulykker.



To vejadgange til tankanlæg langs statsvej i det åbne land.

Vejdirektoratet gav i 2021 Trafitec til opgave at beskrive sammenhænge mellem vejadgange og trafikikkerhed på strækninger i det åbne land. Det ønskes undersøgt om antallet og typen af vejadgang har betydning for antallet af trafikulykker, og giver anledning til bestemte typer af ulykker. Desuden ønskede Vejdirektoratet beskrevet, om vejadgange i særlig grad øger ulykkesforekomsten på visse veje. Styrket dokumentation for sammenhænge mellem vejadgange og trafikikkerhed kan anvendes i den fremadrettede administration af vejadgange.

Metode

Grundlaget for undersøgelsen er statsveje i det åbne land, eksklusive motorveje og motortrafikveje. Der er opstillet en database med i alt 2.331 strækninger med en samlet længde på 1.914 km. For strækningerne haves trafikdata 2010-2019, politi-registrerede ulykkesdata 2010-2019, data om type og placering af vejadgangene samt andre strækningsdata såsom vejnummer, kilometrer, længde, hastighedsbegrænsning, belysning, cykelforbud, linjeføring, længdeprofil, tværprofil og politikreds. Der haves ikke trafikdata for vejadgangene.

På de 2.331 strækninger blev der kørt i alt 47 mia. km i perioden 2010-2019. I den samme periode er der registreret 1.330 personskadeulykker med 195 dræbte, 854 alvorlige og 830 lette skader samt 1.817 materielskadeulykker og 1.977 ekstra-uheld. Der findes 17.232 vejadgange på strækningerne fordelt på 11 typer:

- 6.822 adgange til **mark**
- 1.168 adgange til **andet** (fx forsyningsvirksomhed, offentlig institution mv.)
- 2.771 adgange til **enfamiliehus**
- 304 adgange til **erhverv**
- 53 adgange til **flerfamiliehus**
- 2.747 adgange til **landbrugsejendom**

- 148 adgange til **offentlig sti**
- 2.322 adgange til **privat fællesvej**
- 805 adgange til **skov**
- 38 adgange til **sommerhus**, og
- 54 adgange til **tankanlæg**.

Vejadgangenes betydning for antallet af ulykker og personskader er kvantificeret ved at opstille ulykkesmodeller. Modeller er opstillet med brug af state-of-the-art metoder. Ved at opstille mange forskellige ulykkesmodeller er det undersøgt, om vejadganges betydning for trafiksikkerheden påvirkes af andre forhold ved strækningerne såsom trafikmængde, tværprofil, hastighedsbegrænsning osv.

Hvilke typer af ulykker, som vejadgange giver anledning til, er undersøgt ved en særlig ulykkesanalyse. I den analyse er strækningerne opdelt i fire grupper med et stigende antal vejadgange, se evt. nærmere om metodikken i afsnit 2.2.2. Ud fra ulykkesanalysen kan det dokumenteres, hvor mange flere ulykker og personskader vejadgange på statsveje i åbent land samlet set har givet anledning til, og hvilke typer af ulykker, der er tale om.

Resultater

Ud fra ulykkesmodellerne findes følgende hovedresultater:

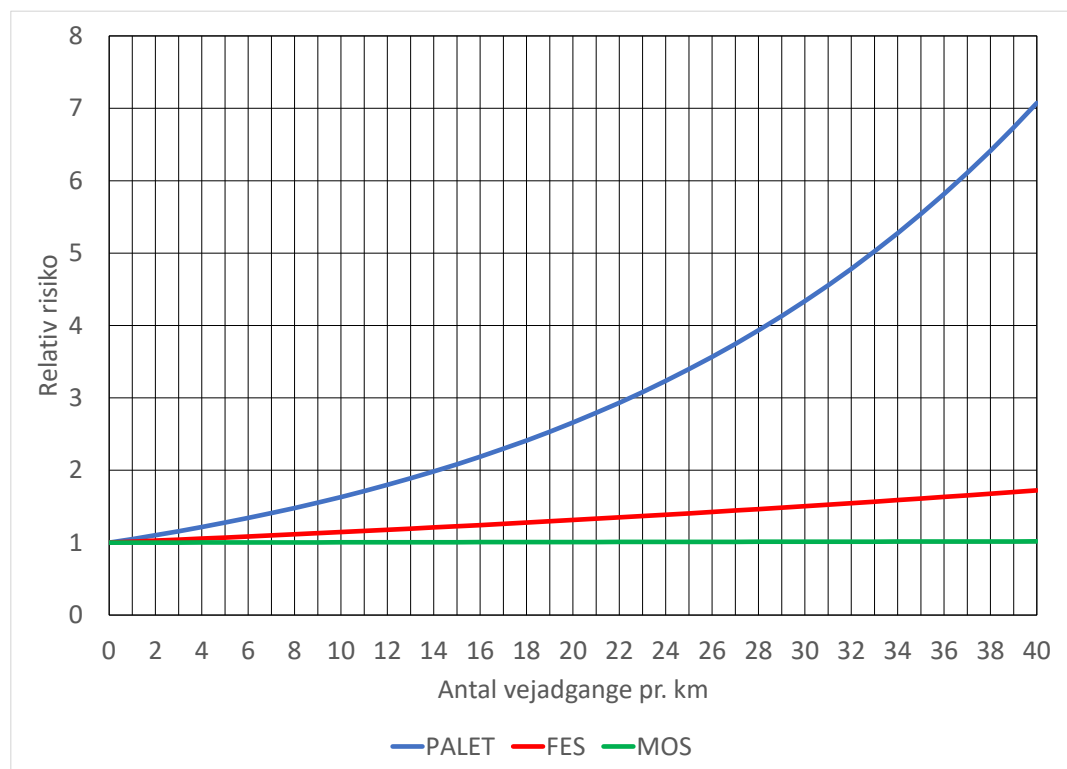
Typen af vejadgang har betydning for trafiksikkerheden:

- Fem typer af vejadgange påvirker trafiksikkerheden i et større omfang. Det gælder adgange til **private fællesveje, andet, landbrugsejendomme, erhverv** og **tankanlæg**. De 5 typer af vejadgange er samlet i en variabel kaldet **PALET**. En ekstra vejadgang af en af disse fem typer medfører i gennemsnit en stigning i person- og materielskadeulykker på 5,0 % på en 1 km lang strækning. Der er statistisk usikkerhed på det estimat, men stigningen er med 95 % sandsynlighed på 5,0 % \pm 1,0 %. Ulykkesmodellerne indikerer dog, at stigningen i person- og materielskadeulykker er noget større ved vejadgange til Tankanlæg, nemlig 13,6 % \pm 5,8 %. De fem typer vejadgange er karakteriseret ved at have en større mængde af trafik på selve vejadgangen, formentligt mere end 10 motorkøretøjer pr. døgn i gennemsnit.
- Tre typer af vejadgange påvirker trafiksikkerheden i et mindre omfang. Det gælder vejadgange til **flerfamiliehuse, enfamiliehuse** og **sommerhuse**. De tre typer af vejadgange er samlet i en variabel kaldet **FES**. En ekstra vejadgang af en af disse tre typer medfører i gennemsnit en stigning i person- og materiel-skadeulykker på 1,4 % \pm 1,0 % på en 1 km lang strækning. Der er dog en større statistisk usikkerhed på betydningen for trafiksikkerheden af vejadgange til Flerfamiliehuse og Sommerhuse. Disse tre typer af vejadgange er karakteriseret ved at have en mindre mængde af trafik på selve vejadgangen, formentligt mellem 1 og 10 motorkøretøjer pr. døgn i gennemsnit.

- De sidste tre typer af vejadgange synes ikke at påvirke trafikikkerheden. Det gælder vejadgange til **mark**, **offentlig sti** og **skov**. De tre typer af vejadgange er samlet i en variabel kaldet **MOS**. En ekstra vejadgang af en af de tre typer medfører i gennemsnit en stigning i person- og materielskadeulykker på $0,0\% \pm 1,2\%$ på en 1 km lang strækning. Ulykkesmodellerne indikerer dog, at vejadgange til Offentlig sti og Skov kan medføre en mindre stigning i antallet af ulykker, men der er en større statistisk usikkerhed på betydningen for trafikikkerheden af adgange til Offentlig sti og Skov. De tre typer af vejadgange er karakteriseret ved at have en beskeden mængde af trafik på selve vejadgangen, formentligt mindre end ét motorkøretøj pr. døgn i gennemsnit – oftest ingen trafik på de fleste dage.

Jo flere vejadgange der er, desto flere ulykker sker der:

- Stigningen i antal ulykker som følge af flere vejadgange er eksponentiel. Derfor medfører en ekstra vejadgang en større absolut stigning i antal ulykker, når udgangspunktet er 20 vejadgange, end når der i forvejen kun er én vejadgang. Udviklingen i relativ risiko på en strækning er illustreret i figuren nedenfor.



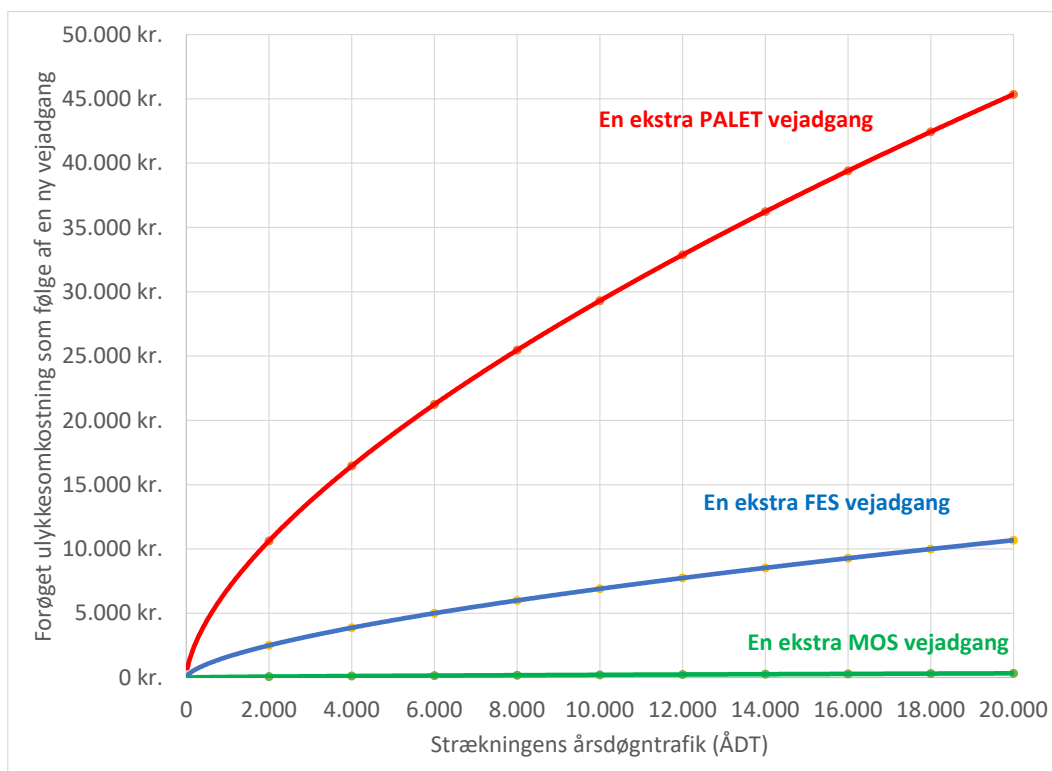
Udvikling i relativ risiko afhængig af antal vejadgange af typerne PALET, FES og MOS pr. km strækning for en statsvej med ÅDT på 7.000.

Den relative risiko i figuren er et udtryk for, hvor mange ulykker der sker afhængig af vejadgangstætheden. Når antallet af vejadgange af typen PALET pr. km strækning øges fra 0 til 14, så fordobles antallet af ulykker, mens ulykkestallet

syvdobles, når antallet af PALET vejadgange øges fra 0 til 40. Når antallet af vejadgange af typen FES pr. km strækning øges fra 0 til 40, så sker der kun en stigning i den relative risiko på ca. 1,7. Og den relative risiko er stort set uændret ved et stigende antal vejadgange af typen MOS.

Jo mere trafik der er på den overordnede vej, desto større ulykkeskonsekvenser:

- Ulykkesmodeller dokumenterer også, at den absolutte stigning i ulykker af en ekstra vejadgang er større på en overordnet vej med stor trafikmængde end på en vej med en mindre trafikmængde. Figuren nedenfor illustrerer den årlige stigning i ulykkesomkostninger, der i gennemsnit kan forventes ved etablering af en ny vejadgang afhængig af mængden af trafik på vejen i det åbne land.



Absolut stigning i ulykkesomkostning pr. år (2020-priser) som følge af en ekstra vejadgang af typerne PALET, FES og MOS afhængig af vejens årssdøgntrafik.

- Ud fra opstilling af en række ulykkesmodeller konkluderes, at vejadganges procentuelle påvirkning på forekomsten af ulykker og personskader på veje i det åbne land har en generel karakter. En ekstra vejadgang medfører således procentuelle stigninger i antal ulykker i det tidligere nævnte omfang uanset vejens hastighedsgrænse, belysning, cykelforbud, tværprofil, linjeføring og længdeprofil samt den geografiske placering i Danmark. Det er kun trafikmængdens størrelse, der ser ud til at indvirke på vejadganges procentuelle påvirkning på forekomsten af ulykker og personskader, idet den procentuelle stigning i ulykker af en ekstra vejadgang er større på veje med lave trafikmængder end på veje med høje trafikmængder.

Ud fra den særlige ulykkesanalyse findes følgende hovedresultater:

Vejadgangenes voldsomme konsekvenser på trafikikkerheden:

- Ulykkesfrekvensen (antal ulykker pr. mio. kørte km) stiger med stigende tæthed af vejadgange. Hvis risikoen for en personskadeulykke var som på strækninger med 0 vejadgange, kunne man forvente ca. 37 % færre personskadeulykker på de undersøgte statsveje. Tilsvarende kunne man forvente ca. 25 % færre materielskadeulykker. Det svarer til, at vejadgange på statsveje i åbent land har forårsaget 49 personskadeulykker og 45 materielskadeulykker om året i perioden 2010-2019.
- Skadesfrekvensen (antal personskader pr. mio. kørte km) stiger med stigende tæthed af vejadgange. Hvis risikoen for personskader var som på strækninger med 0 vejadgange, kunne der forventes ca. 48 % færre dræbte, ca. 36 % færre alvorligt tilskadekomne og ca. 42 % færre let tilskadekomne på de undersøgte statsveje. Det svarer til, at vejadgange på statsveje i åbent land har forårsaget 9 dræbte, 30 alvorlige og 35 lette skader om året i perioden 2010-2019.

Forbehold: Det kan være, at andre forhold end vejadgange har medvirket til at forårsage flere ulykker og personskader på strækninger med vejadgange, dog viser den særlige ulykkesanalyse, at vejadgange klart er den primære årsag til de flere ulykker og personskader.

Vejadgange øger især visse typer af ulykker:

- Analysen viser, at stort set alle typer af ulykker og personskader øges i antal, når tætheden af vejadgange stiger. Der er dog nogle typer af ulykker og personskader, som øges langt mere i antal, end andre typer, og som derfor kan siges at være særligt relateret til vejadgange på strækninger.
- Vejadgange forårsager især ulykker og personskader der sker i ...
 - ... 3-benede kryds,
 - ... ud- og indkørsler,
 - ... hovedsituation 3, som er ulykker med svingning samme kurs,
 - ... hovedsituation 4, som er ulykker med svingning modsat kurs, og
 - ... hovedsituation 5, som er krydsningsulykker uden svingning.
- Hvis ulykkesfrekvens og fordeling på hovedsituation var som på strækninger med 0 vejadgange, ville man kunne forvente 25 % færre eneulykker og ulykker mellem ligeudkørende (hovedsituation 0-2), 65 % færre krydsningsulykker (hovedsituation 3-6) og 21 % færre ulykker med parkerede køretøjer, fodgængere, dyr, genstande mv. (hovedsituation 7-9), end det observerede på strækningerne i årene 2010-2019.

1. Indledning

En stor del af de dræbte og tilskadekomne i trafikken kvæstes i ulykker på landeveje. Derfor er landeveje centrale i ulykkesbekæmpelsen. Fra tidligere udenlandske studier vides, at jo flere vejadgange der er pr. km vej, desto flere ulykker sker der på vejen. Faktisk tyder studier på, at det ikke er antallet af vejadgange, der er væsentligt, men den samlede trafikmængde på vejadgangene, som er vigtig – jo mere trafik, desto flere ulykker. Men ofte ses, at den samlede trafikmængde på vejadgangene stiger med et stigende antal vejadgange, og derfor fås resultatet – jo flere vejadgange, desto flere ulykker.

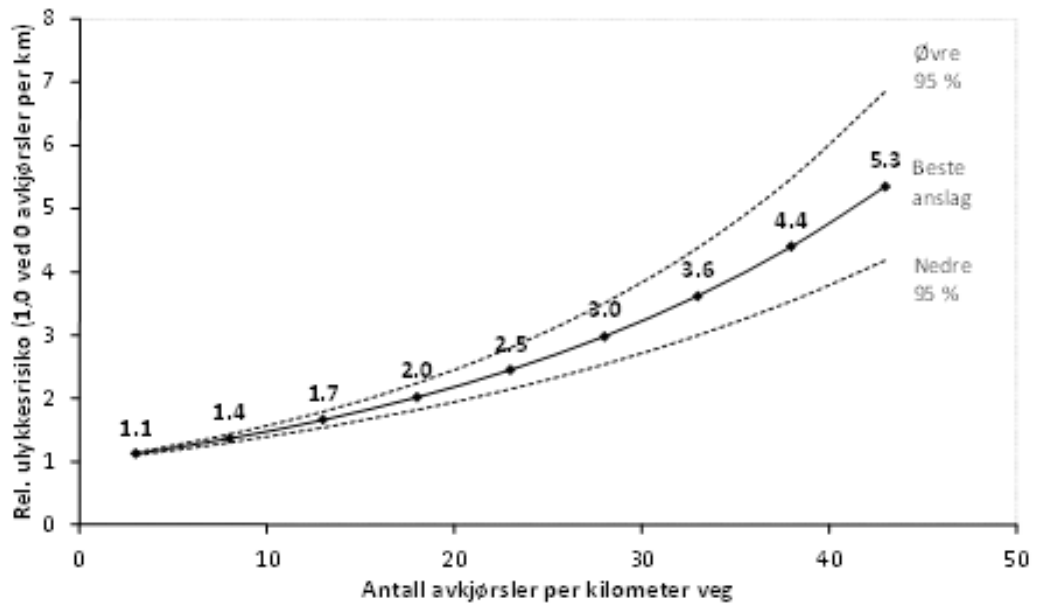
Vejdirektoratet gav i 2021 Trafitec til opgave at beskrive sammenhænge mellem antallet af vejadgange og omfanget af ulykker på strækninger i det åbne land. Desuden ønsker Vejdirektoratet beskrevet, om vejadgange i særlig grad øger ulykkesforekomsten på visse veje, og i øvrigt hvilke typer af ulykker der typisk har tilknytning til vejadgange. Endelig ønskes det undersøgt, om nogle typer af vejadgange har større betydning for trafiksikkerheden end andre.

1.1 Tidligere studier og viden herfra

Transportøkonomisk institutt (TØI) i Norge udførte et litteraturstudie om vejadgange og trafiksikkerhed som del af Trafikksikkerhåndboken (Elvik, 2017). Elvik konkluderer, at veje med mange vejadgange har højere ulykkesrisiko end veje med få vejadgange. Dette er et gennemgående fund i alle undersøgelser af sammenhænge mellem tæthed af vejadgange og ulykkesrisiko. Veje med mere end 40 vejadgange pr. km vej har en mere end 5 gange så høj ulykkesrisiko end veje med færre end 5 vejadgange pr. km. Ved at nedlægge vejadgange kan antallet af ulykker ofte reduceres. Sammenlægning af vejadgange og ændret udformning af vejadgange ser derimod ud til kun at betyde lidt for antallet af ulykker.

Elvik's litteraturstudie er baseret på syv undersøgelser fra Norge 1968-1985, ti undersøgelser fra USA 1998-2012 og en italiensk undersøgelse fra 2010. Der indgår ingen danske undersøgelser i Elvik's litteraturstudie. Vej- og trafikforhold i USA, Norge og Italien adskiller sig en del fra Danmark, og derfor kan resultaterne fra litteraturstudiet ikke nødvendigvis fuldstændig overføres til danske forhold.

Med vejadgang mener Elvik adgang til privat ejendom fra offentlig vej. Hovedresultatet fra Elvik's studie er vist i *Figur 1* på næste side. Dette er en matematisk samstilling af de 18 undersøgelser, der alle – hver især – viser stigende ulykkesrisiko, når tætheden af vejadgange øges.



Figur 1. Sammenheng mellom tæthed af vejadgange (avkjørsler) og ulykkesrisiko (Elvik, 2017).

En enkelt undersøgelse indeholder en før-efter uheldsevaluering af nedlægning af vejadgange, og den viser, at en reduktion i vejadgange fra 27 pr. km vej til 20 pr. km vej medførte fald i ulykkesfrekvensen (ulykker pr. million kørte km) på 13 % (Schultz et al., 2007). Denne nedgang i ulykkesfrekvens stemmer rimelig godt overens med Figur 1, som dog tilsiger en nedgang på 21 % i ulykkesrisiko ved en reduktion i vejadgange fra 27 til 20 pr. km vej.

En norsk undersøgelse så på ulykkesrisiko, antal vejadgange og trafikmængden på vejadgangene (Hovd, 1981). I hovedtræk kan man ud fra denne undersøgelse sige, at det er den samlede trafikmængde på vejadgangene og ikke antallet af vejadgange, der har en betydning for ulykkesrisikoen, se Tabel 1. Derfor konkluderer Elvik ud fra denne norske undersøgelse og et andet norsk studie, at sammenlægning af vejadgange ikke ser ud til at betyde noget for antallet af ulykker, da den samlede trafikmængde på vejadgangene ikke påvirkes ved sammenlægninger.

Avkjørsler per 0,5 km veg (gjennomsnitt)	Trafikkmengde per 0,5 km veg					Sum
	0-59	60-129	130-299	300-499	Over 500	
0-5 (3)	0,23	0,32	0,46	0,45	0,57	0,26
6-10 (8)	0,22	0,28	0,32	0,46	0,60	0,30
11-15 (13)	0,17	0,25	0,42	0,43	0,60	0,39
Over 15 (25)	-	-	0,30	0,68	0,81	0,65
Sum	0,22	0,29	0,37	0,49	0,70	0,31

Tabel 1. Ulykkesrisiko ved forskjellig tæthed af vejadgange (personskadeulykker pr. million kørte km) afhængig af trafikmængde på vejadgangene (Elvik, 2017).

Elvik beskriver ikke, hvilke typer af vejadgange fx til mark, tankanlæg, enfamiliehus, landbrugsejendom, erhverv, osv., der ses på. Elvik's litteraturstudie kan dog pege i retning af, at vejadgange med megen trafik (fx adgange til erhverv) har større betydning for trafiksikkerheden end vejadgange med kun lidt trafik (fx adgange til marker). Elvik beskriver heller ikke, hvor vejene er lokaliseret (bycentrum, forstad, landdistrikt, osv.), og hvad hastighedsgrænsen eller mængden af trafik er på vejene.

1.2 Undersøgelsens formål og opbygning

Nærværende undersøgelses primære formål er at beskrive sammenhænge mellem antallet af vejadgange og omfanget af ulykker på strækninger i det åbne land.

Der er tale om en ny undersøgelse baseret på data om danske veje og vejadgange. Der tages udgangspunkt i statsveje i det åbne land, eksklusive motortrafikveje og motorveje, og politiregistrerede ulykker fra perioden 2010-2019, primært person- og materielskadeulykker. Der er indhentet trafikdata for statsvejene år for år fra vejman.dk. Vejadgange er registreret for statsveje i naboretsmodulet i vejman.dk, hvori der bl.a. er angivet placering og type for hver vejadgang. Der forefindes ikke trafikdata for vejadgange, og derfor er typen af vejadgang særlig interessant i nærværende undersøgelse, da trafikmængden formodes at være ganske forskellig for de enkelte typer af vejadgange.

Ud over at beskrive, hvordan antallet og type af vejadgange påvirker omfanget af ulykker på strækninger i det åbne land, ønsker Vejdirektoratet også beskrevet, om vejadgange i særlig grad øger ulykkesforekomsten på visse veje, og hvilke typer af ulykker der typisk har tilknytning til vejadgange. Da vejadgange måske øger antallet af bestemte typer af ulykker, er det muligt, at vejadgange også påvirker alvorligheden af ulykkerne. Derfor ses også på, om vejadgange har en forskellig effekt på person- og materielskadeulykker, og på dræbte, alvorlige og lette skader.

Grundlæggende tager undersøgelsen udgangspunkt i en database bestående af bl.a. 1.677 strækninger af statsveje i det åbne land (eksklusive motortrafikveje og motorveje), der stammer fra projektet "Uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer og værktøjer for landevejsnettet". Her starter og slutter en strækning 25 m fra krydspunktet i kryds (hvor stationeringslinjer skærer hinanden), da dokumentation klart viser, at ulykkesforekomsten på strækninger er upåvirket af tilstedeværelsen af kryds, når man kommer 25 m væk fra krydspunktet.

Databasen indeholdt ikke oplysninger om antal og type af vejadgange. Tilføjelse af data om vejadgange til databasen viste, at 387 ud af de 1.677 strækninger indeholdt adgang til "Offentlig vej". Da en vejadgang på statsvejen til "Offentlig vej" i nærværende undersøgelse betragtes som et kryds, er de 387 strækninger blevet yderligere opdelt.

Der er derfor oprettet en ny database, hvor de 1.677 strækninger er blevet til 2.331 strækninger med en samlet længde på 1.914,295 km. For hver af de 2.331 strækninger haves følgende data (enten er de fra den tidligere database eller er indhentet specifikt til denne undersøgelse):

- **Trafikdata** år for år 2010-2019 (årsdøgntrafik). Nogle få strækninger har ikke haft trafikdata for hvert år, men altid for år 2015. For disse strækninger er der ved at indekserer trafikken ud fra strækninger, hvor der foreligger trafikdata for hvert år 2010-2019, beregnet trafikdata for hvert år.
- Politiregistrerede **ulykkesdata** 2010-2019. Der er indhentet samtlige data på ulykkesniveau, elementniveau og personniveau for hhv. person- og materiel-skadeulykker samt ekstrauheld. Data kan bl.a. opdeles på årstal.
- **Data om vejadgange**. Data om vejadgange er trukket fra naboretsmodulet i vejman.dk. Efter indplacering på strækninger (vejnummer og kilometrerung), så er det kun antal og type af vejadgang, der er interessant i denne statistiske undersøgelse. De typer, der forefindes på strækningerne, er; adgang til mark, andet, enfamiliehus, erhverv, flerfamiliehus, landbrugsejendom, offentlig sti, privat fællesvej, skov, sommerhus og tankanlæg.
- **Andre strækningsdata**; vejnummer, kilometrerung, længde, hastighedsbegrænsning, belysning, cykelforbud, linjeføring/kurvatur, længdeprofil/bakketted, tværprofil samt politikreds. Oplysninger om kryds i hver ende af strækningen er udeladt, da tidligere studier viste, at dette ikke var af betydning for ulykkesfrekvensen på strækningen.

Nærværende rapport er opbygget på en måde, så undersøgelsens formål bliver imødekommet. Rapporten består af følgende dele:

- **Afsnit 2.1:** Der gives en dybdegående beskrivelse af undersøgelsens datagrundlag. Først præsenteres overordnet stræknings-, trafik- og ulykkesdata. Dernæst gives en grundig præsentation af data om vejadgange, herunder oplysninger om ulykkes- og skadesfrekvenser afhængig af antal vejadgange pr. km og en opdeling i type af vejadgange. Derved gives et første indblik i, om tæthed og type af vejadgang påvirker trafikikkerheden. Der gives også et indblik i, om forekomsten af vejadgange er knyttet til bestemte typer af veje fx veje med beskedne trafikmængder, smalle veje, veje med lave hastighedsgrænser, osv. (altså en korrelationsmatrix). Sluttelig præsenteres andre strækningsdata og deres relation til ulykkes- og skadesfrekvenser.
- **Afsnit 2.2:** I afsnittet beskrives analysemetoder brugt til udarbejdelsen af hhv. kapitel 3 og 4. Den ene metode omhandler opstilling af ulykkesmodeller og en strategi for udarbejdelse af modeller (kapitel 3). Den anden metode omhandler ulykkesanalyse og identificering af ulykkestyper, der opstår som følge af forekomsten af vejadgange.
- **Kapitel 3:** Der opstilles negativt binomial fordelte ulykkesmodeller ved brug af statistikprogrammet R. Først opstilles simple ulykkesmodeller, hvor antallet

af ulykker sættes til at være afhængig af trafikmængde og forekomsten af vejadgange. Derved fås den umiddelbare sammenhæng mellem vejadgange og trafiksikkerhed. Dernæst opstilles mere komplicerede ulykkesmodeller, hvor der også indgår andre strækningsdata til forklaring af ulykkesforekomsten. Her tages således højde for de andre forhold ved strækningerne, og det er interessant at se, om antallet og typer af vejadgange fortsat har en betydning for trafiksikkerheden. Endelig undersøges, om der er synergieffekter i relation til trafiksikkerheden mellem tæthed og type af vejadgange på den ene side og trafikmængde og andre strækningsdata på den anden side. Såfremt der er stærke synergieffekter eller korrelationer mellem vejadgange og andre uafhængige variable forsøges at opstille ulykkesmodeller på et velvalgt udsnit af strækningerne, så de pågældende synergieffekter og korrelationer undgås, og der fås mere korrekte sammenhænge mellem vejadgange og trafiksikkerhed. Disse sidste ulykkesmodeller kan også give et bedre indblik i, om fx tætheden af vejadgange har en større eller mindre betydning på bestemte typer af veje.

- **Kapitel 4:** Der udføres en særlig ulykkesanalyse, der beskriver, hvilke typer af ulykker, som vejadgange giver anledning til. Det gøres ved nærmere analyser af ”ulykkesbilledet” afhængig af tætheden af vejadgange. Her gives også et godt indblik i om ulykker som følge af vejadgange er mere eller mindre alvorlige end andre ulykker.
- **Kapitel 5:** Der gives en kortfattet konklusion af forskningsmæssige resultater fra undersøgelsen.

2. Datagrundlag og analysemetoder

Der gives en dybdegående beskrivelse af undersøgelsens datagrundlag. Anvendte analysemetoder beskrives og en strategi for udarbejdelse af ulykkesmodeller er angivet.

2.1 Datagrundlag

Grundlæggende tager undersøgelsen udgangspunkt i en database bl.a. bestående af 1.677 strækninger af statsveje i det åbne land (eksklusive motortrafikveje og motorveje), der stammer fra projektet ”Uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer og værktøjer for landevejsnettet” (Jensen, 2017). En strækning starter og slutter 25 m fra krydspunktet i kryds (hvor stationeringslinjer skærer hinanden). Databasen indeholder ikke oplysninger om antal og type af vejadgange.

Tilføjelse af data om vejadgange til databasen viste, at 387 ud af de 1.677 strækninger indeholdt adgang til ”Offentlig vej”. Da en vejadgang på statsvejen til ”Offentlig vej” i nærværende undersøgelse betragtes som et kryds, er disse 387 strækninger blevet delt op, og 25 meter fra hver side af vejadgange ”Offentlig vej” er fjernet. De 387 strækninger er blevet opdelt i 1.178 nye strækninger, men kun 1.041 af disse har kunnet bruges, da 137 af dem er blevet vurderet til at være for korte (under 25 meter) og derfor er udeladt af undersøgelsen. Dette resulterer i, at 2.331 strækninger indgår i analysen.

I det følgende beskrives de 2.331 strækninger ud fra de benyttede data. I denne dybdegående beskrivelse er anvendt tre termer, som her specificeres:

- **Ulykkesfrekvens** er antal person- og materielskadeulykker pr. mio. kørte km (i perioden 2010-2019, hvis ikke andet angivet).
- **Skadesfrekvens** er antal personskader (dræbte, alvorlige og lette skader) pr. mio. kørte km (i perioden 2010-2019, hvis ikke andet angivet).
- **Gns. ÅDT** er den gennemsnitlige årsdøgntrafik (i perioden 2010-2019, hvis ikke andet angivet).

2.1.1 Strækningsslængder

De 2.331 strækninger, der indgår i undersøgelsen, har en samlet strækningsslængde på 1.914,295 km, se *Tabel 2*. Den korteste strækning er 0,025 km (altså 25 m), mens den længste er 8,367 km. Af *Tabel 2* fremgår strækningernes fordeling efter længde. Tætheden af vejadgange (vejadgange pr. km) synes ikke nævneværdigt relateret til strækningsslængden. Der er i gennemsnit 9,00 vejadgange pr. km.

Strækningslængde (m)	Antal strækninger	Sum af strækningslængde (km)	Vejadgange pr. km	Ulykkesfrekvens	Skadesfrekvens	Gns. ÅDT
25-199	417	44,784	8,64	0,071	0,026	6.599
200-499	535	185,842	8,95	0,061	0,031	7.228
500-999	672	486,035	8,86	0,066	0,040	7.211
1.000-1.999	550	764,133	9,60	0,067	0,042	6.656
2.000-8.367	157	433,501	8,18	0,070	0,043	6.391
I alt	2.331	1.914,295	9,00	0,067	0,040	6.919

Tabel 2. De 2.331 strækninger fordelt efter længde, samt opgørelser af tæthed af vejadgange, ulykkes- og skadesfrekvens, og gennemsnitlig årsdøgntrafik.

Den gennemsnitlige årsdøgntrafik synes heller ikke at være nævneværdigt relateret til strækningslængden. Ulykkes- og skadesfrekvensen kan derimod være svagt relateret til strækningslængden, idet der forekommer at være en svagt stigende tendens til højere frekvenser med stigende strækningslængde. Antallet af ulykker (77) og personskader (28) er dog få for strækninger i den korte kategori 25-199 m.

2.1.2 Ulykker og personskader

På de 2.331 strækninger har politiet registreret 1.330 personskadeulykker, 1.817 materielskadeulykker og 1.977 ekstrauheld i perioden 2010-2019. Der er desuden registreret 195 dræbte, 854 alvorlige skader og 830 lette skader i samme periode på disse strækninger. I *Tabel 3* er ulykker og personskader opgjort efter årstal.

Type af ulykke og personskade	Ulykker og personskader pr. år										I alt 2010 - 2019
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Personskadeulykker	146	133	140	149	133	124	130	142	129	104	1.330
Materielskadeulykker	160	171	144	172	164	186	179	177	233	231	1.817
Ekstrauheld	160	150	193	168	172	222	230	220	234	228	1.977
PM-ulykker	306	304	284	321	297	310	309	319	362	335	3.147
Alle ulykker	466	454	477	489	469	532	539	539	596	563	5.124
Dræbte	20	13	20	16	21	18	18	30	17	22	195
Alvorlige skader	90	80	91	99	67	90	86	96	77	78	854
Lette skader	98	97	86	84	94	56	92	88	75	60	830
Alle personskader	208	190	197	199	182	164	196	214	169	160	1.879
Ulykkesfrekvens	0,068	0,068	0,064	0,071	0,064	0,066	0,064	0,065	0,073	0,067	0,067
Skadesfrekvens	0,046	0,042	0,044	0,044	0,039	0,035	0,041	0,044	0,034	0,032	0,040
Gns. ÅDT	6.621	6.647	6.615	6.671	6.823	6.917	7.059	7.205	7.274	7.363	6.919

Tabel 3. Antal politiregistrerede ulykker og personskader på de 2.331 strækninger fordelt på årstal samt opgørelser af ulykkes- og skadesfrekvens, og gennemsnitlig årsdøgntrafik. Note: PM-ulykker er person- og materielskadeulykker.

Antallet af dræbte har været svagt stigende gennem perioden 2010-2019 på disse strækninger, mens antallet af alvorlige skader har været nogenlunde uændret og antallet af lette skader har været svagt faldende. Samlet set har antallet af personskader og personskadeulykker været svagt faldende med omkring 2 % om året.

Både antallet af materielskadeulykker og ekstraueheld har været stigende i årene 2010-2019 på de 2.331 strækninger. Ses på person- og materielskadeulykker (PM-ulykker), så har de været svagt stigende med omkring 1,5 % om året, mens antallet af alle ulykker har været stigende med ca. 2,8 % om året.

Trafikmængden på strækningerne er steget med 11,2 % fra år 2010 til år 2019.

Samlet set må det konkluderes, at datamaterialet er meget ”stabil” hen over den 10-årige periode. Man kan derfor godt opstille ulykkesmodeller baseret på alle 10 år set under et, altså med en gennemsnitlig årsdøgntrafik i perioden 2010-2019 og uden en faktor for årstal. Faktisk er antallet af ulykker og personskader i et enkelt år relativt få, se evt. *Tabel 3*. Det kan derfor ikke anbefales at udarbejde ulykkesmodeller med årsfaktorer.

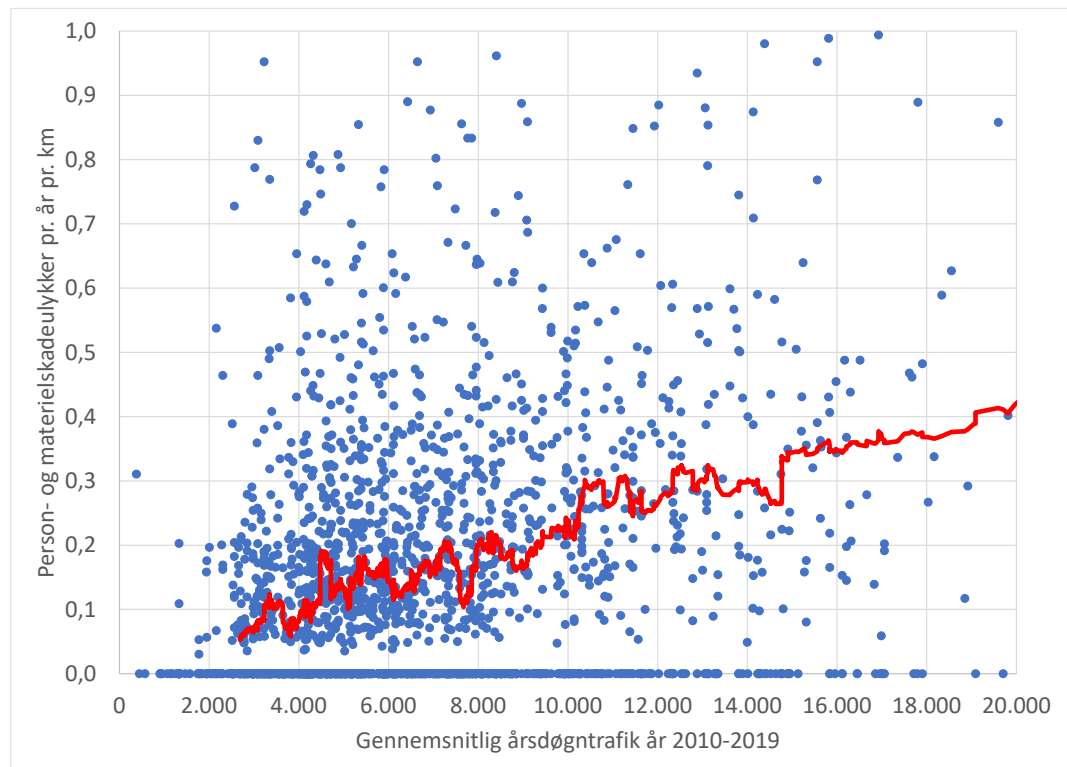
Af *Tabel 4* på næste side fremgår ulykkes- og personskadetætheden på de 2.331 strækninger. Af tabellen kan fx ses, at der er 1.531 strækninger, hvor der ikke er sket personskadeulykker i perioden 2010-2019, så på 66 % af strækningerne er der altså sket 0 personskadeulykker. Af tabellen ses også, at der er sket mellem 0 og 31 ulykker på de enkelte strækninger, og mellem 0 og 22 personskader.

Tabel 4 viser samtidigt, at det gennemsnitlige antal ulykker og personskader på en strækning er rundt regnet 2-4 gange lavere end variansen i antallet af ulykker og personskader på strækninger. Hvis gennemsnit og varians havde været lig hinanden, så vil man sige, at der kun var tilfældig variation i ulykkesforekomsten. Men med en højere varians siges, at ulykker og personskader er ”overspredte”. En stor overspredning medfører, at der er en større systematisk variation i forekomsten af ulykker og personskader, som evt. kan forklares ud fra tilgængelige, uafhængige variable fx tæthed og type af vejadgange. Med andre ord skyldes en større del af variationen i antal ulykker og personskader, at strækningernes design og mængde af trafik varierer.

Med stor overspredning af ulykker giver det mening at opstille ulykkesmodeller, der forklarer sammenhænge mellem ulykkesforekomst og uafhængige variable. Hvis nogle få uafhængige variable kan forklare størsteparten (måske 85-100 %) af ”overspredningen” / den systematiske variation i ulykkesforekomsten, så kan man opstille en Poisson fordelt ulykkesmodel. Det er dog sjældent, at de uafhængige variable kan forklare så meget, og derfor er det næsten altid bedre at opstille en negativ binomial fordelt model, der netop tager højde for uforklaret systematisk variation.

Antal ulykker/ personskader pr. strækning	Antal strækninger								
	Personskade- ulykker	Materielska- deulykker	Ekstrauehold	PM-ulykker	Alle ulykker	Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Alle person- skader
0	1.531	1.365	1.367	1.056	795	2.170	1.807	1.870	1.531
1	491	539	511	550	520	137	321	278	372
2	184	218	237	308	329	19	133	101	181
3	81	109	92	158	196	4	37	32	92
4	20	46	48	99	138	0	19	28	75
5	8	26	34	58	94	0	10	11	37
6	9	11	15	37	74	0	1	5	10
7	3	10	5	19	43	0	2	0	8
8	3	3	5	12	37	1	0	2	7
9	1	1	7	13	35	0	0	2	5
10	0	1	2	9	17	0	1	1	6
11	0	2	1	2	9	0	0	0	1
12	0	0	3	1	12	0	0	0	2
13	0	0	1	4	5	0	0	1	0
14	0	0	1	2	3	0	0	0	1
15	0	0	1	1	8	0	0	0	0
16	0	0	0	1	3	0	0	0	0
17	0	0	1	0	1	0	0	0	1
18	0	0	0	1	2	0	0	0	0
19	0	0	0	0	3	0	0	0	1
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	1	0	0	0	0
22	0	0	0	0	1	0	0	0	1
23	0	0	0	0	1	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	1	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	1	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Gennemsnit	0,57	0,78	0,85	1,35	2,20	0,08	0,37	0,36	0,81
Varians	1,06	1,66	2,37	3,96	9,55	0,13	0,71	0,92	2,78
Andel med 0	66%	59%	59%	45%	34%	93%	78%	80%	66%

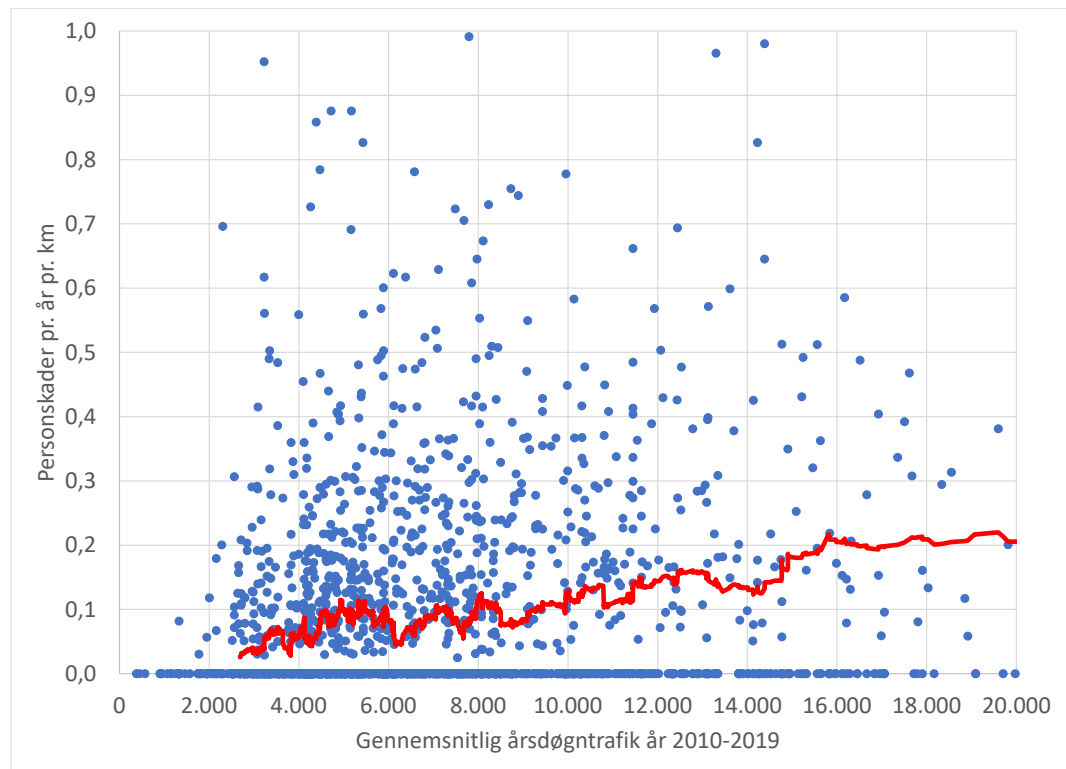
Tabel 4. Ulykkes- og personskadetæthed på de 2.331 strækninger i perioden 2010-2019.



Figur 2: Ulykkestæthed, person- og materielkadeulykker pr. år pr. km, og trafikmængde på de analyserede strækninger for årene 2010-2019. Den røde linje er et glidende gennemsnit af 100 observationer.

I Figur 2 er ulykkestætheden på strækningerne, hvor hver blå plet er en strækning, altså en observation, afbilledet i forhold til trafikmængden. Figuren viser kun et udsnit af observationerne, da ulykkestætheden varierer mellem 0,00 og 5,71, og den gennemsnitlige årsdøgntrafik varierer mellem 379 og 31.038. Det er tydeligt, at der er en relation mellem ulykkestætheden og trafikmængden, da det glidende gennemsnit indikerer, at en fordobling i trafikmængden synes at resultere i en fordobling i ulykkestætheden. En stor andel af den systematiske variation i ulykkesforekomsten ser derfor ud til at kunne forklares af trafikmængden.

I Figur 3 på næste side er personskadetætheden på strækningerne afbilledet i forhold til trafikmængden. Figuren viser også her kun et udsnit af observationerne, da ulykkestætheden varierer mellem 0,00 og 3,33. Det er også tydeligt her, at der er en relation mellem personskadetætheden og trafikmængden, da det glidende gennemsnit indikerer, at en fordobling i trafikmængden synes at resultere i knap en fordobling i personskadetætheden. En stor del af den systematiske variation i personskadeforekomsten ser også ud til at kunne forklares af trafikmængden.



Figur 3: Personskadetæthed, alle personskader pr. år pr. km, og trafikmængde på de analyserede strækninger for årene 2010-2019. Den røde linje er et glidende gennemsnit af 100 observationer.

2.1.3 Trafikmængder

På de 2.331 strækninger, der indgår i undersøgelsen, er der samlet set udført et trafikarbejde på ca. 47 mia. kørte km i årene 2010-2019. Den gennemsnitlige årsdøgntrafik (Gns. ÅDT) i perioden 2010-2019 varierer næsten en faktor 100 på strækningerne, nemlig mellem 379 og 31.038. I gennemsnit er Gns. ÅDT på 6.919 på strækningerne. Af Tabel 5 fremgår strækningernes fordeling efter Gns. ÅDT.

Gns. ÅDT	Antal strækninger	Sum af strækningenslængde (km)	Vejadgange pr. km	Ulykkesfrekvens	Skadesfrekvens	Gns. ÅDT
379-3.999	431	351,195	10,74	0,079	0,045	3.023
4.000-5.999	758	674,398	9,19	0,074	0,047	4.923
6.000-8.000	470	387,859	8,32	0,064	0,040	6.994
8.000-11.999	438	331,356	8,54	0,064	0,039	9.612
12.000-31.038	234	169,487	7,12	0,060	0,032	15.374
I alt	2.331	1.914,295	9,00	0,067	0,040	6.919

Tabel 5. De 2.331 strækninger fordelt efter Gns. ÅDT, samt opgørelser af tæthed af vejadgange, ulykkes- og skadesfrekvens, og gennemsnitlig årsdøgntrafik.

Af Tabel 5 ses ret tydeligt, at jo højere den gennemsnitlige årsdøgntrafik er, desto lavere er både ulykkes- og skadesfrekvensen. Men det ses samtidigt, at antallet af

vejadgange pr. km strækning falder, jo højere den gennemsnitlige årsdøgntrafik er. Trafikmængde korrelerer således med tætheden af vejadgange, men har også en indvirkning på ulykkes- og skadesfrekvenser. Om det er trafikmængden eller tætheden af vejadgange eller begge forhold, der øver indflydelse på ulykkes- og skadesfrekvens må ulykkesmodellerne i kapitel 3 vise.

2.1.4 Vejadgange

Oplysninger om vejadgange er trukket fra naboretsmodulet i vejman.dk. Der er registreret 17.232 vejadgange på de 2.331 strækninger. Der er 477 strækninger uden nogen vejadgange, mens de resterende 1.854 strækninger har mellem 1 og 80 vejadgange. Vejadgangene er opdelt i 11 typer, se *Tabel 6*.

Type af vejadgang	Antal vejadgange pr. strækning				Totalt antal på alle strækninger	Antal vejadgange pr. km strækning
	Minimum	Median	Maksimum	Gennemsnit		
Adgang til mark	0	1	36	2,927	6.822	3,56
Andet	0	0	23	0,501	1.168	0,61
Enfamiliehus	0	0	27	1,189	2.771	1,45
Erhverv	0	0	6	0,130	304	0,16
Flerfamiliehus	0	0	3	0,023	53	0,03
Landbrugsejendom	0	0	21	1,178	2.747	1,43
Offentlig sti	0	0	7	0,063	148	0,08
Privat fællesvej	0	0	18	0,996	2.322	1,21
Skov	0	0	32	0,345	805	0,42
Sommerhus	0	0	17	0,016	38	0,02
Tankanlæg	0	0	4	0,023	54	0,03
Alle	0	4	80	7,393	17.232	9,00

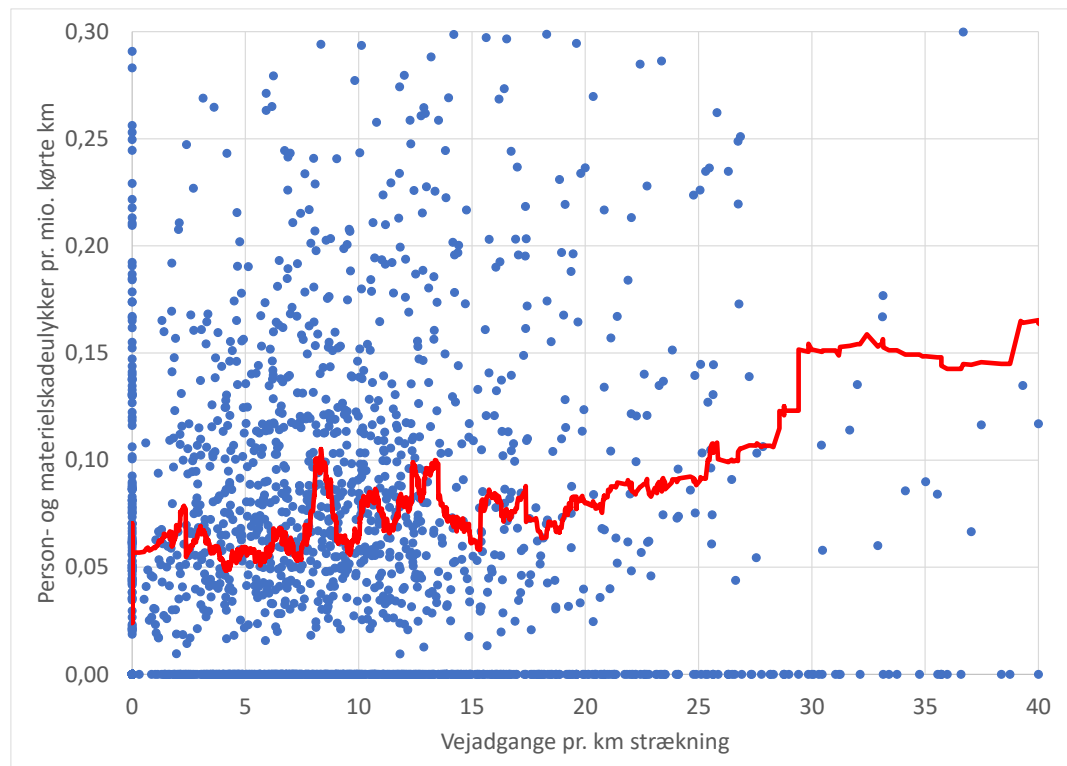
Tabel 6. Vejadgange pr. strækning for de 2.331 strækninger og pr. km strækning fordelt på type af vejadgang.

Af *Tabel 6* fremgår, at der er flest vejadgange af typen ”adgang til mark”, hvor der i gennemsnit er næsten 3 pr. strækning, mens der er færrest vejadgange til sommerhuse efterfulgt af vejadgange til flerfamiliehuse og tankanlæg. Blandt alle typer vejadgange ses, at det maksimale antal for en enkelt strækning er 80 vejadgange, mens gennemsnittet ligger på ca. 7,4 vejadgange pr. strækning. Tilsvarende ses, at der i gennemsnit er 9,00 vejadgange pr. km strækning.

I *Tabel 7* på næste side er strækningerne opdelt efter vejadgangstæthed (vejadgange pr. km). Her ses det tydeligt, at ulykkes- og skadesfrekvens stiger med stigende vejadgangstæthed. Der forekommer ikke at være særlig stor sammenhæng mellem gennemsnitlig årsdøgntrafik og vejadgangstæthed.

Vejadgange pr. km	Antal strækninger	Sum af strækningslængde (km)	Ulykkesfrekvens	Skadesfrekvens	Gns. ÅDT
0,0	477	177,467	0,049	0,023	7.628
0,1-4,9	352	338,020	0,055	0,033	7.768
5,0-9,9	637	652,013	0,069	0,044	6.425
10,0-14,9	458	471,070	0,075	0,047	6.604
15,0-24,9	294	231,650	0,075	0,041	6.425
25,0-114,3	113	44,075	0,112	0,052	6.632
I alt	2.331	1.914,295	0,067	0,040	6.919

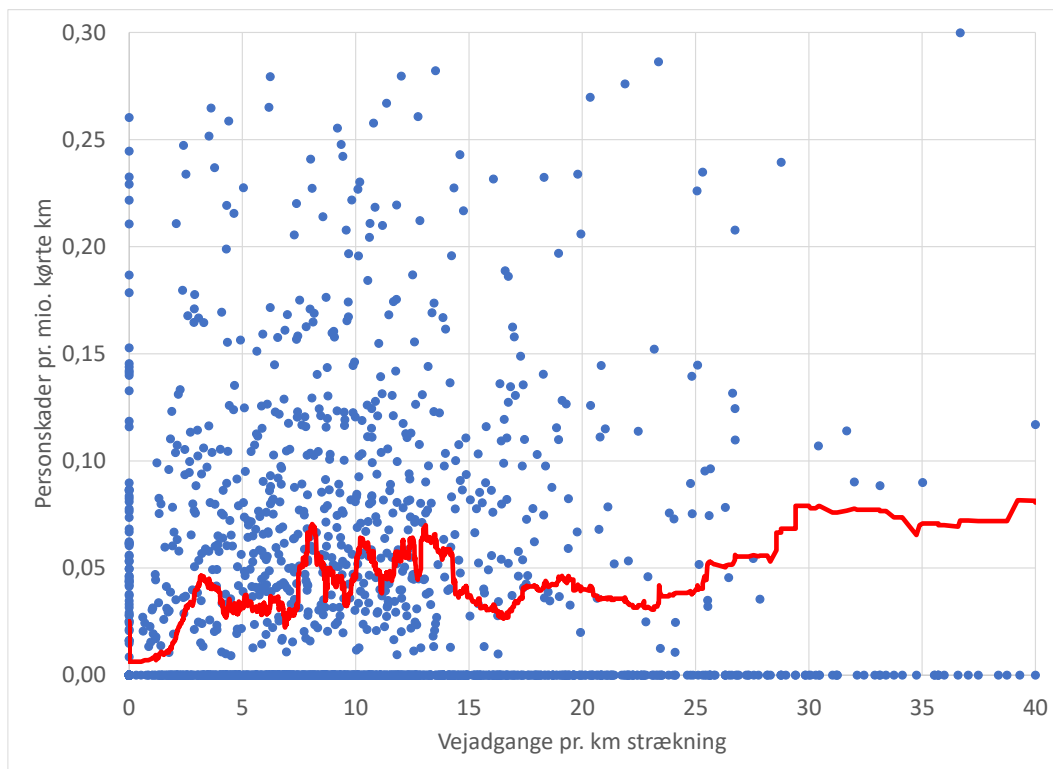
Tabel 7. De 2.331 strækninger fordelt efter vejadgangstæthed (vejadgange pr. km), og opgørelser af ulykkes- og skadesfrekvens samt gennemsnitlig årsdøgntrafik.



Figur 4: Ulykkesfrekvens, person- og materielskadeulykker pr. mio. kørte km, og vejadgangstæthed, vejadgange pr. km strækning, for årene 2010-2019 på de analyserede strækninger. Den røde linje er et glidende gennemsnit af 100 observationer.

Figur 4 viser sammenhængen mellem ulykkesfrekvens og vejadgangstæthed mere i detaljen. Det ser ud til, at ulykkesfrekvensen stiger jævnt fra ca. 0,05 person- og materielskadeulykker pr. mio. kørte km ved 0 vejadgange pr. km strækning til ca. 0,10 ved 25 vejadgange pr. km, for så at stige kraftigere til ca. 0,15 ved 35 vejadgange pr. km. Sammenhængen mellem ulykkesfrekvens og vejadgangstæthed ser umiddelbart ud til at være lidt mindre kraftig end fundet i tidligere studier, som vist i Figur 1 i kapitel 1. Mens der i tidligere studier var tale om vejadgange til privat ejendom, så indgår der tillige adgange til marker, skove og offentlige stier i

Figur 4, hvilket kan være en forklaring på en mindre kraftig sammenhæng mellem ulykkesfrekvens og vejadgangstæthed i Figur 4 end i tidligere studier.



Figur 5: Skadesfrekvens, personskader pr. mio. kørte km, og vejadgangstæthed, vejadgange pr. km strækning, for årene 2010-2019 på de analyserede strækninger. Den røde linje er et glidende gennemsnit af 100 observationer.

Figur 5 viser sammenhængen mellem skadesfrekvens og vejadgangstæthed mere i detaljen. Det ser ud til, at skadesfrekvensen stiger hurtigt fra ca. 0,02 personskader pr. mio. kørte km ved 0 vejadgange pr. km strækning til ca. 0,04 ved 3 vejadgange pr. km, for så at blive på ca. 0,04 frem til 25 vejadgange pr. km, hvorefter skadesfrekvensen stiger til ca. 0,07 ved 35 vejadgange pr. km. Sammenhængen mellem skadesfrekvens og vejadgangstæthed i Figur 5 er knap så tydelig som sammenhængen mellem ulykkesfrekvens og vejadgangstæthed i Figur 4.

I Tabel 8 på næste side er ulykkesfrekvenser opgjort for strækningerne afhængig af vejadgangstæthed opdelt på type af vejadgang. Når der fx står, at der er 0,0 adgange til mark pr. km, så er der ingen adgange til marker, men der kan godt være andre typer af vejgange. Tallene i Tabel 8 tyder på, at vejadgange til mark, offentlig sti, skov og sommerhus er af beskeden betydning for trafiksikkerheden, idet ulykkesfrekvensen for hver af disse typer ikke ændres særligt meget med stigende antal vejadgange pr. km. Vejadgange til andet, enfamiliehus, erhverv, flerfamiliehus, landbrugsejendom, privat fællesvej og tankanlæg er derimod af større betydning for trafiksikkerheden. Det er sandsynligt, at trafikmængden på vejadgange til mark, offentlig sti, skov og sommerhus er langt mere beskeden end til andet,

enfamiliehus, erhverv, flerfamiliehus, landbrugsejendom, privat fællesvej og tank-anlæg, og at dette er årsagen til den forskellige betydning for trafikikkerheden.

Type af vejadgang	Antal vejadgange pr. km				
	0,0	0,1-2,4	2,5-4,9	5,0-9,9	10,0-114,3
Mark	0,060	0,065	0,073	0,069	0,071
Andet	0,062	0,074	0,077	0,084	0,114
Enfamiliehus	0,058	0,076	0,074	0,091	0,084
Erhverv	0,065	0,080	0,115	0,081	
Flerfamiliehus	0,067	0,084	0,131		
Landbrugsejendom	0,056	0,072	0,079	0,086	0,098
Offentlig sti	0,067	0,062	0,088	0,057	
Privatfællesvej	0,058	0,069	0,084	0,099	
Skov	0,065	0,078	0,070	0,080	
Sommerhus	0,067	0,071			
Tankanlæg	0,066	0,096	0,140		
Alle	0,049	0,049	0,058	0,069	0,077

Tabel 8. Ulykkesfrekvens, person- og materielskadeulykker pr. mio. kørte km, og tæthed af vejadgange efter type af vejadgang for de 2.331 analyserede strækninger.

Det er undersøgt, om og i hvilken udstrækning vejadgangstætheden korrelerer med andre uafhængige variable, se *Tabel 9*. Jo højere Pearsons korrelationskoefficient (R^2) er, desto stærkere sammenhæng er der mellem vejadgangstæthed og den anden uafhængige variabel. Man skal normalt op på en R^2 -værdi på ca. 0,15-0,20 før sammenhængen bliver væsentlig at tage højde for.

Uafhængig variabel	Pearsons R^2	Beskrivelse af sammenhæng
Strækningslængde	0,0001	Ingen sammenhæng.
Gns. ÅDT	0,0099	Ekstrem svag sammenhæng.
Hastighedsgrænse	0,0140	Svag sammenhæng.
Belysning	0,0000	Ingen sammenhæng.
Cykelforbud	0,0335	Svag sammenhæng.
Kurvatur (Linjeføring)	0,0100	Ekstrem svag sammenhæng.
Bakkethed (Længdeprofil)	0,0004	Ingen sammenhæng.
Køresporsbredde (Tværprofil)	0,0116	Svag sammenhæng.

Tabel 9. Sammenhæng mellem vejadgangstæthed (antal vejadgange pr. km strækning) og en række andre uafhængige variable for de 2.331 analyserede strækninger.

Linjeføring, længde- og tværprofil er her repræsenteret ved kurvatur, bakkethed og køresporsbredde, da de tre variable korrelerer kraftigst med trafikikkerheden, men der findes en række andre variable for linjeføring, længde- og tværprofil, der evt. korrelerer kraftigere med vejadgangstætheden.

Af Tabel 9 ses, at der er svage sammenhænge mellem vejadgangstæthed og hhv. hastighedsgrænse, cykelforbud og køresporsbredde. Det forekommer, at der er en mindre gruppe af veje ("næsten motortrafikveje") på ca. 150 km, der udmærker sig ved at have høj hastighedsgrænse og/eller cykelforbud og/eller et bredt tværprofil – og ingen eller en meget lav vejadgangstæthed. Derudover synes der at være svage tendenser til, at vejadgangstætheden falder lidt, når trafikmængden, hastighedsgrænsen og vejens bredde øges – sådan i al almindelighed.

Alt i alt viser datamaterialet tydeligt, at vejadgangstætheden påvirker trafiksikkerheden markant. Jo flere vejadgange pr. km, desto dårligere trafiksikkerhed. Vejadgangstætheden er ikke særlig tæt korreleret med andre uafhængige variable, hvilket peger entydigt i retning af, at vejadgangstæthed har en selvstændig påvirkning på trafiksikkerheden, og at denne er markant. Der er dog en mindre gruppe af veje – "næsten motortrafikveje" – som det kan være hensigtsmæssigt at frasortere eller håndtere på anden vis i ulykkesmodeller og ulykkesanalyser.

Derudover peger datamaterialet klart i retning af, at vejadgange til ejendomme såsom enfamiliehuse, erhverv, landbrugsejendomme og tankanlæg har en meget større påvirkning af trafiksikkerheden end vejadgange til mark, skov og offentlig sti, hvor der ikke er ejendomme (bygninger med aktivitet).

2.1.5 Andre strækningsdata

Cirka 90 % af de analyserede vejstrækninger har 80 km/t hastighedsbegrænsning, se Tabel 10. Vejadgangstætheden falder, jo højere hastighedsgrænsen er, men antallet af strækninger med 40 og 50 km/t hastighedsgrænse er få. Strækninger med en hastighedsbegrænsning under 80 km/t er korte.

Hastighedsbegrænsning	Antal strækninger	Sum af strækningslængde (km)	Vejadgange pr. km	Ulykkesfrekvens	Skadesfrekvens	Gns. ÅDT
40 km/t	3	0,587	5,11	0,066	0,066	6.924
50 km/t	4	1,973	12,16	0,199	0,127	7.102
60 km/t	120	37,505	11,44	0,079	0,031	7.456
70 km/t	162	61,856	10,41	0,064	0,027	11.591
80 km/t	1.979	1.736,290	9,03	0,067	0,041	6.496
90 km/t	63	76,084	5,97	0,060	0,037	7.184
I alt	2.331	1.914,295	9,00	0,067	0,040	6.919

Tabel 10. De 2.331 strækninger fordelt efter hastighedsbegrænsning, og opgørelser af vejadgangstæthed, ulykkes- og skadesfrekvens samt gennemsnitlig årsdøgntrafik.

Tabel 10 indikerer også, at der ikke er nogen sammenhæng mellem hastighedsgrænse og gns. ÅDT, ulykkes- og skadesfrekvenser. Disse manglende sammenhænge vides dog fra andre undersøgelser at være spuriøse, altså at en lang række af andre forhold ændrer sig samtidig med hastighedsbegrænsningen. Fx er strækninger med 90 km/t nøje udvalgt bl.a. med baggrund i trafiksikkerheden.

Strækninger med vejbelysning er korte – kun ca. 300 m mod ca. 900 m for strækninger uden belysning, se *Tabel 11*. Strækninger med vejbelysning har en lidt lavere vejadgangstæthed, ulykkes- og skadesfrekvens, men en højere gns. ÅDT, end veje uden belysning.

Belysning	Antal strækninger	Sum af strækningenslængde (km)	Vejadgange pr. km	Ulykkesfrekvens	Skadesfrekvens	Gns. ÅDT
Ja	195	61,123	7,51	0,064	0,027	9.860
Nej	2.136	1.853,172	9,05	0,067	0,041	6.651
I alt	2.331	1.914,295	9,00	0,067	0,040	6.919

Tabel 11. De 2.331 strækninger opdelt efter belysning, og opgørelser af vejadgangstæthed, ulykkes- og skadesfrekvens samt gennemsnitlig årstdøgntrafik.

Strækninger med cykelforbud (har typisk også forbud mod gang og kørsel med landbrugskøretøjer) har en betydeligt lavere vejadgangstæthed end strækninger uden cykelforbud, se *Tabel 12*. Strækninger med cykelforbud har også en noget lavere ulykkes- og skadesfrekvens end andre strækninger, men også en væsentligt højere gns. ÅDT.

Cykelforbud	Antal strækninger	Sum af strækningenslængde (km)	Vejadgange pr. km	Ulykkesfrekvens	Skadesfrekvens	Gns. ÅDT
Ja	95	76,335	1,79	0,052	0,024	10.311
Nej	2.236	1.837,960	9,30	0,068	0,041	6.775
I alt	2.331	1.914,295	9,00	0,067	0,040	6.919

Tabel 12. De 2.331 strækninger opdelt efter om der cykelforbud på strækningen, og opgørelser af vejadgangstæthed, ulykkes- og skadesfrekvens samt gennemsnitlig årstdøgntrafik.

Kurvatur	Antal strækninger	Sum af strækningenslængde (km)	Vejadgange pr. km	Ulykkesfrekvens	Skadesfrekvens	Gns. ÅDT
0,0-9,9	353	271,388	9,09	0,068	0,039	8.150
10,0-19,9	500	443,360	8,59	0,061	0,039	7.030
20,0-29,9	572	570,811	8,97	0,066	0,039	6.198
30,0-39,9	361	311,524	10,07	0,069	0,040	6.282
40,0-59,9	277	198,463	8,63	0,070	0,041	7.307
60,0-1.119,8	176	86,244	8,46	0,079	0,053	6.283
Ukendt	92	32,505	7,97	0,075	0,053	8.634
I alt	2.331	1.914,295	9,00	0,067	0,040	6.919

Tabel 13. De 2.331 strækninger opdelt efter kurvatur (antal grader vejen svinger pr. km), og opgørelser af vejadgangstæthed, ulykkes- og skadesfrekvens samt gennemsnitlig årstdøgntrafik.

Strækningernes linjeføring er opgjort ved hhv. antal grader vejen svinger pr. km (kurvatur) og mindste kurveradius på strækningen. Der er ikke opgjort antal kurver eller kurvelængder. Kurvaturen har større indvirkning på trafikikkerheden

end mindste kurveradius, og derfor er det kurvaturen, som er opgjort i *Tabel 13* på næste side. Af *Tabel 13* ses, at kurvaturen ikke synes at hænge sammen med hverken vejadgangstæthed eller gns. ÅDT. Derimod ser det ud til, at ulykkes- og skadesfrekvenser stiger, når kurvaturen stiger. Tidligere undersøgelser har vist, at en let kurvet vej (ca. 10 grader pr. km) er den sikreste linjeføring for veje i det åbne land (ej motorveje).

Strækningernes længdeprofil er opgjort ved hhv. antal meters ændring (løbende) i kote pr. km vej (bakkethed) og maksimalt stigningsforhold på strækningen. Der er ikke opgjort vertikale kurveradier eller -længder. Bakkethed og maksimalt stigningsforhold har nogenlunde samme indvirkning på trafiksikkerheden, men det er bakkethed, der er opgjort i *Tabel 14*.

Bakkethed	Antal strækninger	Sum af strækningenslængde (km)	Vejadgange pr. km	Ulykkesfrekvens	Skadesfrekvens	Gns. ÅDT
0,0-4,9	396	333,277	7,96	0,061	0,034	7.374
5,0-9,9	429	378,895	9,58	0,064	0,040	7.337
10,0-14,9	340	294,718	9,67	0,066	0,037	7.286
15,0-24,9	232	190,541	10,85	0,068	0,043	7.574
25,0-63,7	58	26,856	9,16	0,081	0,036	6.500
Ukendt	876	690,008	8,39	0,072	0,044	6.221
I alt	2.331	1.914,295	9,00	0,067	0,040	6.919

Tabel 14. De 2.331 strækninger opdelt efter bakkethed (antal meters ændring i kote pr. km vej), og opgørelser af vejadgangstæthed, ulykkes- og skadesfrekvens samt gennemsnitlig årssdøgntrafik.

Af tabellen ses, at bakkethed ikke synes at hænge sammen med hverken vejadgangstæthed eller gns. ÅDT. Derimod ser det ud til, at ulykkesfrekvensen stiger, når bakketheden stiger, mens skadesfrekvensen er nogenlunde uændret. Der fås altså flere materielskadeulykker, når en vej i åbent land bliver mere bakket.

Køresporsbredde (m)	Antal strækninger	Sum af strækningenslængde (km)	Vejadgange pr. km	Ulykkesfrekvens	Skadesfrekvens	Gns. ÅDT
2,60-3,09	493	434,462	10,40	0,079	0,046	4.431
3,10-3,39	764	698,976	9,75	0,074	0,047	6.058
3,40-3,69	688	566,668	7,58	0,059	0,035	8.219
3,70-3,99	204	131,800	6,82	0,054	0,030	9.735
4,00-6,74	164	80,944	8,59	0,070	0,036	9.215
Ukendt	18	1,445	6,23	0,100	0,040	9.148
I alt	2.331	1.914,295	9,00	0,067	0,040	6.919

Tabel 15. De 2.331 strækninger opdelt efter køresporsbredde, og opgørelser af vejadgangstæthed, ulykkes- og skadesfrekvens samt gennemsnitlig årssdøgntrafik.

Strækningernes tværprofil er opgjort ved forekomst og bredder af de enkelte dele i tværprofilet. Således haves registreringer af antal og bredde af kørespor samt forekomst og bredde af gang- og cykelfaciliteter, kantbaner, nødspor, midterrabat, skille- og yderrabatter. Der er også beregnet samlet kørebanebredde og belagt bredde. Der er ikke samlet information om autoværn, tavler, længdeafmærkning og andet vejudstyr og afmærkning for strækningerne. Køresporsbredden er den variabel ved tværprofilet, der forekommer at have størst indvirkning på trafikikkerheden, og netop køresporsbredden er opgjort i *Tabel 15*.

Af *Tabel 15* ses, at vejadgangstætheden falder, jo bredere køresporene er, dog er vejadgangstætheden af gennemsnitlig størrelse for strækninger med de bredeste kørespor. Ulykkes- og skadesfrekvenser falder også, jo bredere køresporene er, dog stiger frekvenserne igen for de bredeste kørespor, der er over 4 m brede. Gns. ÅDT stiger, når køresporsbredden øges. Disse sammenhænge harmonerer med resultater fra tidligere undersøgelser.

Det er også opgjort, i hvilken politikreds strækningen er beliggende, se *Tabel 16*. Omkring en tredjedel af strækningerne ligger i Midt- og Vestjyllands politikreds, mens de øvrige strækninger er godt spredt ud på de andre politikredse. Nogle få strækninger er placeret på grænsen mellem to politikredse (flere kredse). Vejadgangstæthed, ulykkes- og skadesfrekvenser samt gns. ÅDT varierer ganske meget mellem politikredse fx er der store forskelle mellem Københavns Vestegns og Bornholms politikredse.

Politikreds	Antal strækninger	Sum af strækningenslængde (km)	Vejadgange pr. km	Ulykkesfrekvens	Skadesfrekvens	Gns. ÅDT
Nordjyllands	279	253,862	9,52	0,066	0,053	6.524
Østjyllands	168	128,271	10,55	0,062	0,033	6.797
Midt- og Vestjyllands	716	644,029	7,44	0,071	0,045	6.217
Sydøstjyllands	76	60,395	6,69	0,058	0,024	8.216
Syd- og Sønderjyllands	345	263,400	8,66	0,083	0,043	4.981
Fyns	169	126,569	12,70	0,093	0,043	5.338
Sydsjæl. og Lolland-Fl.	192	135,779	11,12	0,062	0,033	8.500
Midt- og Vestsjællands	151	120,272	11,34	0,056	0,034	10.779
Nordsjællands	133	98,553	7,16	0,049	0,029	11.596
Københavns Vestegns	5	2,778	4,32	0,062	0,014	19.737
Bornholms	45	21,804	15,69	0,107	0,033	3.913
Flere kredse	52	58,583	7,53	0,051	0,027	7.574
I alt	2.331	1.914,295	9,00	0,067	0,040	6.919

Tabel 16. De 2.331 strækninger opdelt efter politikreds, og opgørelser af vejadgangstæthed, ulykkes- og skadesfrekvens samt gennemsnitlig årsdøgntrafik.

2.2 Analysemetoder

Der gives en kort grundlæggende beskrivelse af de anvendte metoder.

2.2.1 Ulykkesmodeller

Det er valgt at opstille ulykkesmodeller for at kvantificere vejadganges betydning for trafiksikkerheden, altså hvilken virkning vejadgange har på antallet af ulykker og personskader. Der opstilles ulykkesmodeller på baggrund af data om de 2.331 strækninger samt for følgende ulykker og personskader:

- Personskadeulykker (forkortes: P-ul)
- Materielskadeulykker (M-ul)
- Person- og materielskadeulykker (PM-ul)
- Person- og materielskadeulykker samt ekstraueheld (PME-ul)
- Dræbte (forkortes: Dr)
- Dræbte og alvorlige skader (DrAlv)
- Dræbte, alvorlige og lette skader (Psk)

Der opstilles altså ulykkesmodeller for både ulykker og personskader, men i det følgende kaldes modellerne blot for ulykkesmodeller (ej personskademodeller).

Ulykkesmodeller opstilles ud fra regressionsanalyser kaldet generaliseret lineær modellering (generalized linear modelling – GLM). De anvendte ulykkesmodeller for strækninger har grundlæggende følgende former:

$$UHT = a \quad (1)$$

$$UHT = a \cdot N^p \quad (2)$$

$$UHT = a \cdot N^p \cdot e^{\sum_{i=1}^n b_i x_i} \quad (3),$$

hvor UHT er ulykkestæthed (ulykker pr. km pr. år), a og p er estimerede konstanter, N er årsgennemsnitstrafik på strækningen og b_i er estimerede konstanter for de uafhængige variable x_i .

En uafhængig variabel kan fx være vejadgangstæthed (antal vejgange pr. km strækning). Der kan også indgå synergieffekter mellem to eller flere uafhængige variable i formel (3) fx: $b_3 \cdot x_1 \cdot x_2$ eller $b_4 \cdot x_3 \cdot N$.

For at opstille pålidelige ulykkesmodeller er det nødvendigt at have et relativt stort antal strækninger og stort antal ulykker eller personskader for at kunne estimere konstanterne a og p med en rimelig nøjagtighed. Antallet af strækninger er stort, og der er mange strækninger, hvor der er sket ulykker i løbet af de 10 år 2010-2019, så der kan opstilles pålidelige ulykkesmodeller for den samlede 10-årige periode. Desuden er udviklinger i ulykker, personskader og trafik ganske

beskeden i løbet af de 10 år. Derimod er der på langt de fleste strækninger ikke sket ulykker i hvert enkelt år. Derfor udarbejdes ikke ulykkesmodeller med årsfaktorer i denne rapport. Desuden er det vigtigt, at der er en stor variation i årsdøgntrafik mellem strækninger for at estimere p med god nøjagtighed, hvilket er tilfældet. De andre uafhængige variable kan indgå i ulykkesmodeller, hvis de udviser stor variation mellem strækninger og korrelation til ulykker og personskader, hvilket heldigvis er tilfældet, hvad angår vejadgangstæthed. Endelig må strækningerne ikke være for korte, da der ellers vil være et meget stort antal strækninger med nul ulykker, og derved en beskeden varians i ulykkestætheden.

Ulykkesforekomsten på strækningerne er forbundet med tilfældig og systematisk variation. Ved at lade årsdøgntrafik indgå i en ulykkesmodel for strækninger som i model 2, så forklares en stor del af den systematiske variation. Omfanget af uforklaret systematisk variation (i model 2) vil bl.a. afhænge af, hvor forskellige strækningerne er med hensyn til vejadgangstæthed, tværprofil osv. I nærværende modelarbejde har vi mulighed for at forklare store dele af den resterende systematiske variation ved at opstille model 3, da mange af de andre uafhængige variable er velbeskrevne.

Statistikprogrammet R anvendes til at opstille ulykkesmodellerne. Modellerne udvikles med antal år og strækningens længde som offset variable, hvilket vil sige, at den modellerede ulykkestæthed (UHT) er ulykker pr. år pr. km.

Ulykkesmodeller er estimeret med negativ binomial (Poisson-gamma) fordeling ved teknikken maximum-likelihood. Der bruges log-link. Der estimeres modeller med en konstant spredningsparameter, k . Spredningsparameteren angiver mængden af uforklaret systematisk variation. Når k er nul, så er der kun tilfældig variation tilbage, da modellen forklarer al systematisk variation. Statistikprogrammet R angiver den inverse spredningsparameter, $1/k$, som resultat, og dette omregnes efterfølgende til spredningsparameteren, k .

Ulykkesmodellernes forklaringskraft udtrykkes ved Elvik's indeks. Dette indeks beregnes ved at sammenstille spredningsparameteren for modellen, k_{model} , med spredningsparameteren for de oprindelige data, $k_{\text{oprindelig}}$ ("model" kun med midelværdi dvs. model 1):

$$\text{Andel af systematisk variation forklaret} = R_k^2 = 1 - \frac{k_{\text{model}}}{k_{\text{oprindelig}}}$$

Ulykkesmodellernes estimerede konstanter beskrives med et parameterestimat (værdi), en standardafvigelse (værdi – der kan oversættes til et 95 % konfidensinterval ved $\pm 1,96 \cdot$ standardafvigelse) og et signifikansniveau, der i nærværende rapport er angivet med stjerner og streg i stedet for værdi:

*** signifikansniveau under 0,001

** signifikansniveau under 0,01

- * signifikansniveau under 0,05
- signifikansniveau over 0,05

Et signifikansniveau på 0,05 betyder her, at vi er 95 % sikre på, at den uafhængige variabel hænger sammen med ulykkestætheden – givet opstilling af den konkrete model. Et signifikansniveau på 0,001 betyder, at vi er 99,9 % sikre på det.

Ulykkesmodellerne udvikles i den angivne rækkefølge:

- 1) Først udarbejdes ulykkesmodel 1 ($UHT = a$) for de syv sæt af ulykker og personskader for de 2.331 strækninger for årene 2010-2019. Det gøres for at få $k_{oprindelig}$. I de efterfølgende modeller indgår altid konstanten a , uanset om den er signifikant (signifikansniveau under 0,05) eller ej.
- 2) Dernæst udarbejdes ulykkesmodel 2 ($UHT = a \cdot N^p$) igen for de syv sæt af ulykker og personskader for de 2.331 strækninger for årene 2010-2019. Det gøres for at få k_{model2} og erfare, hvor væsentlig trafikmængden er for forekomsten af ulykker og personskader på disse strækninger. I de efterfølgende modeller indgår altid N (gns. ÅDT) og konstanten p , uanset om den er signifikant eller ej.
- 3) Dernæst udarbejdes ulykkesmodel 3 ($UHT = a \cdot N^p \cdot e^{\sum_{i=1}^n b_i x_i}$) igen for de syv sæt af ulykker og personskader for de 2.331 strækninger for årene 2010-2019. I dette ”trin 3” indgår dog kun variable x_i for vejadgangstætheden og evt. for synergieffekt mellem trafikmængde og vejadgangstæthed. Der søges efter den umiddelbare sammenhæng mellem trafiksikkerhed og vejadgangstæthed. Der findes frem til, hvilke typer af vejadgange, der har en større indvirkning på trafiksikkerheden. Disse typer af vejadgange samles evt. til en variabel, og typer af vejadgange uden eller med beskeden indvirkning på trafiksikkerheden samles i en anden variabel, der senere kan udelades. Variablen for de betydningsfulde vejadgange indgår altid i de efterfølgende modeller, uanset om konstanten for variabelen er signifikant eller ej, fordi det er vejadganges betydning for trafiksikkerheden, der undersøges.
- 4) Dernæst udarbejdes ulykkesmodel 3 ligesom i ”trin 3”, dog testes om øvrige uafhængige variable for fx strækningsslængde, hastighedsgrænse, belysning, cykelforbud, linjeføring, længdeprofil, tværprofil og politikreds er af statistisk betydning. De øvrige uafhængige variable anslås at være af en større statistisk betydning, hvis:
 - den uafhængige variabel er signifikant (signifikansniveau $<0,05$).
 - ulykkesmodellens forklaringskraft forbedres (k falder i værdi).
 - AIC (Akaike Information Criterion) falder med mindst 2 i værdi, hvilket erfaringsmæssigt er nødvendigt for at kunne sige, at tilføjelsen af variabelen medvirker til at forbedre modellen.
 For øvrige uafhængige variable undersøges, om tilføjelsen af dem til ulykkesmodellen påvirker parameterestimer for vejadgangstætheden. For øvrige

uafhængige variable af stor statistisk betydning forsøges også at indsætte synergieffekter mellem vejadgangstæthed og de øvrige uafhængige variable. Udviklingen af ulykkesmodeller i trin 4 udføres på person- og materialskadeulykker.

- 5) Såfremt der er væsentlige synergieffekter mellem vejadgangstæthed og trafikmængde eller øvrige uafhængige variable, så opstilles ulykkesmodeller for et udsnit af strækningerne, så synergieffekterne undgås. Afsnit 2.1.4 viste, at der er svage sammenhænge mellem vejadgangstæthed og hastighedsgrænse, cykelforbud og tværprofil. Derfor udføres "trin 5" under alle omstændigheder, hvor de mest "almindelige" strækninger indgår fx veje med en kørebane, med 80 km/t, uden vejbelysning og uden cykelforbud. For sådanne udsnit af strækninger udføres ulykkesmodeller.

Modeller i trin 1-3 beskrives i afsnit 3.1. Modeller i trin 4 beskrives i afsnit 3.2, og modeller i trin 5 beskrives i afsnit 3.3.

2.2.2 Særlig analyse

Der udføres en særlig ulykkesanalyse, der beskriver, hvilke typer af ulykker, som vejadgange giver anledning til. Det gøres ved flere analyser af "ulykkesbilledet" afhængig af tætheden af vejadgange. Der ønskes også givet indblik i om ulykker som følge af vejadgange er mere eller mindre alvorlige end andre ulykker.

I afsnit 3.1 findes, at vejadgange til private fællesveje, andet, landbrugsejendomme, erhverv og tankanlæg har stor betydning for trafikikkerheden, og fører til en stigning i person- og materielskadeulykker på omkring 5,0 % for hver ekstra vejadgang pr. km strækning. Disse vejadgange er samlet i variabelen PALET, der angiver antal vejadgange af de fem typer pr. km strækning. Tre andre typer af vejadgange til flerfamiliehuse, enfamiliehuse og sommerhuse har en lille betydning for trafikikkerheden og medfører en stigning i person- og materielskadeulykker på ca. 1,4 % for hver ekstra vejadgang. Disse vejadgange er samlet i variabelen FES, der angiver antal vejadgange af de fem typer pr. km strækning. De sidste tre typer af vejadgange til mark, offentlig sti og skov (variabelen MOS) har ikke betydning for trafikikkerheden, da antal person- og materielskadeulykker er upåvirket af forekomst af disse typer af vejadgange.

Den særlige ulykkesanalyse udføres ved at opdele strækningerne i fire grupper. Strækningerne inddeles efter antal vejadgange pr. km strækning, der beregnes ud fra $PALET + FES/3$. Vejadgange i FES indgår altså kun med en tredjedel af hvad en vejadgang i PALET indgår med, da en vejadgang i FES kun har knap en tredjedel betydning for sikkerheden som en vejadgang i PALET. Vejadgange i MOS indgår slet ikke i inddelingen af strækningerne i de fire grupper. Følgende fire grupper dannes:

A1: 0 vejadgange pr. km strækning ($PALET + FES/3$)

B2: 0,1-2,9 vejadgange pr. km strækning (PALET + FES/3)

C3: 3,0-5,9 vejadgange pr. km strækning (PALET + FES/3)

D4: 6,0-44,0 vejadgange pr. km strækning (PALET + FES/3)

Ulykkesforekomsten i gruppe A1 bør være nogenlunde upåvirket af forekomst af vejadgange, idet der kun er nogle få adgange til marker, offentlige stier og skove. Gruppe B2, C3 og D4 må være tiltagende påvirket af forekomsten af vejadgange. Det formodes derfor, at det ud fra det stigende antal ulykker pr. mio. kørte km vil kunne erfares, hvilke typer af ulykker som vejadgange giver anledning til.

Der udføres en beskrivende sammenligning af ”ulykkesbilledet” i de fire grupper. Både ulykkes-, element- og personparametre tages i betragtning for at give en fuldt dækkende sammenligning af ”ulykkesbilleder”.

3. Vejadgange og antallet af trafikulykker

I dette kapitel søges at kvantificere sammenhænge mellem vejadgange og trafik-sikkerhed ved at opstille ulykkesmodeller.

3.1 Simple ulykkesmodeller

Det første sæt af ulykkesmodeller, der er udarbejdet, er følgende:

$$UHT = a \tag{1}$$

hvor UHT er ulykkestæthed (ulykker pr. km pr. år) og a er en estimeret konstant.

Disse ulykkesmodeller udarbejdes primært for at estimere den oprindelige spredningsparameter, $k_{oprindelig}$. De udarbejdes dog også for at erfare, om programkoden i statistikprogrammet R er korrekt. Den estimerede konstant, a, skal gerne være ca. den samme som den faktiske gennemsnitlige ulykkestæthed på alle 2.331 strækningerne set under ét. Når man opstiller en negativ binomial fordelt model i et statistikprogram, så estimeres ikke konstanten, a, men i stedet $\ln(a)$, så man skal efterfølgende opløfte $\ln(a)$ eksponentielt for at få a.

		Type af ulykke eller personskaade						
		P-ul	M-ul	PM-ul	PME-ul	Dr	DrAlv	PSK
Ln(a)	Parameterestimat	-2,6715	-2,3391	-1,7980	-1,2964	-4,6089	-2,9211	-2,3418
	Standardafvigelse	0,03148	0,02950	0,02400	0,02190	0,07997	0,04134	0,03636
	Signifikansniveau	***	***	***	***	***	***	***
a	Parameterestimat	0,06915	0,09641	0,16563	0,27351	0,00996	0,05387	0,09616
Spredningsparameter, $k_{oprindelig}$		0,3380	0,5026	0,4120	0,4912	1,6100	1,1589	1,3170
Akaike Info. Criterion, AIC		4.107,5	5.045,2	6.452,3	8.093,1	1.208,0	3.615,6	4.959,6
Antal ulykker el. personskaader		1.330	1.817	3.147	5.124	195	1.049	1.879
Gennemsnitlig ulykkestæthed		0,06948	0,09492	0,16439	0,26767	0,01019	0,05480	0,09816

Table 17. Ulykkesmodeller af typen (1) for 2.331 strækninger i det åbne land. Note: Signifikansniveau og forkortelser, se afsnit 2.2.1.

Af Tabel 17 ses, at parameterestimatet for a i alle tilfælde er signifikant, hvilket vil sige, at der i alle tilfælde er en ulykkestæthed, som er signifikant forskellig fra nul. Parameterestimatet for a er næsten lig med den gennemsnitlige ulykkestæthed, og årsagen til den lille forskel er, at strækningslængden har en lille betydning for ulykkestætheden. Af tabellen ses, at der fx er sket 0,06948 personskaadeulykker pr. km pr. år, mens a estimeres til en ulykkestæthed på 0,06915 personskaadeulykker pr. km pr. år.

Tabel 17 viser også, at spredningsparameteren, $k_{oprindelig}$, er forholdsvis lav, men dog på et ”normalt” niveau for landeveje med rimelig ensartet ulykkesfrekvens. De lave spredningsparametre indikerer, at der ikke er megen systematisk variation i ulykkesforekomsten.

Det næste sæt af ulykkesmodeller, der er udarbejdet, er følgende:

$$UHT = a \cdot N^p \tag{2}$$

hvor UHT er ulykkestætheden (ulykker pr. km pr. år), mens a og p er estimerede konstanter, og N er årsdøgntrafikken på strækningen.

		Type af ulykke eller personskaade						
		P-ul	M-ul	PM-ul	PME-ul	Dr	DrAlv	PSK
Ln(a)	Parameterestimat	-8,9124	-10,1348	-8,9486	-9,6357	-9,5619	-8,9597	-8,8696
	Standardafvigelse	0,5351	0,4868	0,3877	0,3357	1,4103	0,7122	0,6189
	Signifikansniveau	***	***	***	***	***	***	***
a	Parameterestimat	0,0001347	0,0000397	0,0001299	0,0000654	0,0000704	0,0001285	0,0001406
p	Parameterestimat	0,7107	0,8844	0,8121	0,9444	0,5653	0,6872	0,7418
	Standardafvigelse	0,0604	0,0548	0,0438	0,0379	0,1597	0,0807	0,0702
	Signifikansniveau	***	***	***	***	***	***	***
Spredningsparameter, k_{model}		0,1960	0,2610	0,2202	0,2329	1,4890	0,9636	1,0895
Elvik's indeks, R_k^2		42 %	48 %	47 %	53 %	8 %	17 %	17 %
Akaike Info. Criterion, AIC		3975,4	4799,4	6132,1	7532,3	1197,5	3544,2	4852,0

Tabel 18. Ulykkesmodeller af typen (2) for 2.331 strækninger i det åbne land. Note: Signifikansniveau og forkortelser, se afsnit 2.2.1.

Modellen for person- og materielskadeulykker, med den gennemsnitlige årsdøgntrafik for årene 2010-2019 som eneste uafhængige variabel, kan af Tabel 18 ses at være:

$$UHT_{PM-ul} = 0,0001299 \cdot N^{0,8121}$$

Ses på alle strækninger under ét, så er den gennemsnitlige årsdøgntrafik 6.919 (dog er dette ikke vægtet efter strækningslængde). Hvis vi indsætter den værdi i formlen ovenfor, fås ulykkestætheden til $0,0001299 \cdot 6.919^{0,8121} = 0,1707$ person- og materielskadeulykker pr. km pr. år. Det er ret tæt på den faktiske gennemsnitlige ulykkestæthed på strækningerne, der er 0,1644. Man skal dog huske på, at sammenhængen mellem ulykkestæthed og trafikmængde ikke er retlinjet, men er opløftet i en potens.

Af Tabel 18 ses, at både a og p konstanterne er særdeles statistisk signifikante i alle ulykkesmodellerne. Med de positive fortegn på p er vi således helt sikre på, at en stigning i trafikmængde resulterer i et stigende antal ulykker og personskaader på disse veje – alt andet lige. Parameterestimatet for p bliver stadig højere, jo

mindre alvorlig personskaden eller ulykken er. Konstanten p er således væsentligt lavere i modellen for dræbte end i modellen for materielskadeulykker. Det er et helt normalt fænomen.

Sammenholdes spredningsparameteren, k_{model} , i *Tabel 18* med spredningsparameteren, $k_{\text{oprindelig}}$, i *Tabel 17*, ses at k_{model} er lavest. At trafikmængden indgår i ulykkesmodellen forklarer en hel del. Trafikmængden forklarer ca. 42-53 % af den systematiske variation i ulykkesforekomsten og 8-17 % af den systematiske variation i personskadeforekomsten i henhold til Elvik's indeks. Trafikmængden forklarer ikke så meget af personskadeforekomsten, fordi den i høj grad forklares af omstændigheder ved ulykken, såsom alder på involverede personer, elementart, køretøjsmærker og -modeller, kollisionshastigheder og -punkter.

Med hensyn til usikkerheden på konstanten p , så kan man af *Tabel 18* se, at for modellen for person- og materielskadeulykker, så er parameterestimatet 0,8121, mens standardafvigelsen er 0,0438. Det betyder, at et 95 % konfidensinterval kan beregnes til $\pm 1,96 \cdot 0,0438 = \pm 0,0858$. Derved vil parameterestimatet med 95 % sandsynlighed ligge i intervallet 0,7263 – 0,8979.

Det tredje sæt af ulykkesmodeller, der er udarbejdet, er følgende:

$$UHT = a \cdot N^p \cdot e^{\sum_{i=1}^n b_i x_i} \quad (3),$$

hvor UHT er ulykkestæthed (ulykker pr. km pr. år), mens a og p er estimerede konstanter, N er årsdøgntrafik på strækningen og b_i er estimerede konstanter for de uafhængige variable x_i .

Den uafhængige variabel, der er indsat i det tredje sæt af ulykkesmodeller er vejadgangstæthed (antal vejgange pr. km strækning). Der er først indsat det samlede antal vejgange pr. km strækning, som én uafhængig variabel. Disse estimerede ulykkesmodeller er fuldt beskrevet i *Tabel 19* på næste side. Dernæst er det samlede antal vejgange pr. km strækning erstattet af antal vejgange af hver enkelt type pr. km strækning. Det vil sige, at der er estimeret fx 11 modeller for personskadeulykker, da der er 11 typer af vejadgange. For disse modeller er det alene parameterestimat, standardafvigelse og signifikans for vejadganges tæthed, der er beskrevet. For disse modeller skal man dog huske på, at når fx antal vejadgange til mark pr. km strækning øges, så kan det være, at antallet af andre typer af vejadgange også påvirkes, men at dette antal af andre typer af vejadgange ikke indgår i de modeller. Endelig er der i *Tabel 19* lavet ulykkesmodeller, hvor en synergivariabel mellem det samlede antal vejadgange pr. km strækning og trafikmængden (produktet af vejadgangstæthed og gns. ÅDT) er tilføjet den fuldt beskrevne model øverst i samme tabel - kun parameterestimat, standardafvigelse og signifikans for synergivariabel er beskrevet.

		Type af ulykke eller personskade						
		P-ul	M-ul	PM-ul	PME-ul	Dr	DrAlv	PSK
Ln(a)	Parameterestimat	-9,3780	-10,7384	-9,5308	-10,1962	-9,6909	-9,2806	-9,4474
	Standardafvigelse	0,5424	0,4896	0,3902	0,3354	1,4384	0,7250	0,6296
	Signifikansniveau	***	***	***	***	***	***	***
a	Parameterestimat	0,0000846	0,0000217	0,0000726	0,0000373	0,0000618	0,0000932	0,0000789
p	Parameterestimat	0,7442	0,9272	0,8544	0,9842	0,5743	0,7102	0,7862
	Standardafvigelse	0,0606	0,0545	0,0436	0,0374	0,1610	0,0812	0,0706
	Signifikansniveau	***	***	***	***	***	***	***
Vejadg. pr. km samlet	Parameterestimat	0,01853	0,02410	0,02242	0,02227	0,00553	0,01296	0,02009
	Standardafvigelse	0,00405	0,00347	0,00280	0,00238	0,01164	0,00550	0,00451
	Signifikansniveau	***	***	***	***	-	*	***
Spredningsparameter, k_{model}		0,1886	0,2353	0,2025	0,2089	1,4886	0,9542	1,0725
Elvik's indeks, R_k^2		44 %	53 %	51 %	57 %	8 %	18 %	19 %
Akaike Info. Criterion, AIC		3958,4	4758,0	6076,5	7456,5	1199,2	3541,2	4837,0
Vejadg. til mark pr. km	Parameterestimat	0,00640	0,00473	0,00556	0,01282	-0,00890	0,00595	0,00796
	Standardafvigelse	0,00923	0,00835	0,00660	0,00557	0,02498	0,01206	0,01030
	Signifikansniveau	-	-	-	*	-	-	-
Vejadg. andet pr. km	Parameterestimat	0,02945	0,06686	0,05337	0,04898	0,01941	0,01135	0,02979
	Standardafvigelse	0,01842	0,01327	0,01138	0,00989	0,05101	0,02542	0,01964
	Signifikansniveau	-	***	***	***	-	-	-
Vejadg. enfam. pr. km	Parameterestimat	0,01792	0,02960	0,02559	0,02407	-0,01009	0,00598	0,01576
	Standardafvigelse	0,00762	0,00546	0,00468	0,00407	0,02741	0,01131	0,00838
	Signifikansniveau	*	***	***	***	-	-	-
Vejadg. erhverv pr. km	Parameterestimat	0,06148	0,05875	0,05726	0,06644	0,10018	0,04940	0,05206
	Standardafvigelse	0,02845	0,02530	0,02003	0,01584	0,05998	0,03790	0,03082
	Signifikansniveau	*	*	**	***	-	-	-
Vejadg. flerfam. pr. km	Parameterestimat	0,07396	0,02168	0,04052	0,04094	0,46940	0,18567	0,10834
	Standardafvigelse	0,07228	0,08329	0,05965	0,04939	0,06640	0,06102	0,06933
	Signifikansniveau	-	-	-	-	***	**	-
Vejadg. landbrug pr. km	Parameterestimat	0,06411	0,05357	0,06026	0,05973	0,01385	0,05038	0,06997
	Standardafvigelse	0,01342	0,01256	0,00975	0,00834	0,04079	0,01836	0,01471
	Signifikansniveau	***	***	***	***	-	**	***
Vejadg. off. sti pr. km	Parameterestimat	0,02329	0,04082	0,03324	-0,02279	0,03905	-0,01110	-0,00355
	Standardafvigelse	0,05156	0,04284	0,03462	0,03293	0,13168	0,07097	0,05731
	Signifikansniveau	-	-	-	-	-	-	-
Vejadg. fællesvej pr. km	Parameterestimat	0,08456	0,06899	0,07550	0,05695	0,01855	0,07231	0,08447
	Standardafvigelse	0,01743	0,01669	0,01281	0,01163	0,05648	0,02379	0,01921
	Signifikansniveau	***	***	***	***	-	**	***
Vejadg. skov pr. km	Parameterestimat	-0,00360	0,02447	0,01411	0,02510	0,02157	0,00330	0,00647
	Standardafvigelse	0,02325	0,02447	0,01595	0,01354	0,05602	0,03054	0,02668
	Signifikansniveau	-	-	-	-	-	-	-
Vejadg. sommerh. pr. km	Parameterestimat	0,03797	0,04004	0,03988	0,01656	0,03060	-0,05453	0,02174
	Standardafvigelse	0,05659	0,05089	0,04208	0,04027	0,15970	0,12046	0,07776
	Signifikansniveau	-	-	-	-	-	-	-
Vejadg. tankanl. pr. km	Parameterestimat	0,08592	0,13984	0,12311	0,10308	-0,05499	0,04464	0,08940
	Standardafvigelse	0,04936	0,03196	0,02803	0,02630	0,25886	0,07695	0,05141
	Signifikansniveau	-	***	***	***	-	-	-
Synergi vejadg. gnsÅDT	Parameterestimat	-0,0000020	-0,0000006	-0,0000011	0,0000002	0,0000009	-0,0000001	-0,0000021
	Standardafvigelse	0,0000010	0,0000008	0,0000007	0,0000006	0,0000027	0,0000014	0,0000012
	Signifikansniveau	*	-	-	-	-	-	-

Table 19. Accident models of type (3) for 2.331 stretches. Note: Significance level and abbreviations, see section 2.2.1.

Af *Tabel 19* ses, at variabelen ”Vejadg. pr. km samlet”, altså det samlede antal vejadgange pr. km strækning, er statistisk signifikant for ulykker og personskader på nær for dræbte. Ud fra parameterestimaterne kan vi grundlæggende konstatere, at antallet af ulykker og personskader stiger, når der etableres vejadgange på vejene.

Parameterestimatet for person- og materielskadeulykker er på 0,02242 med en standardafvigelse på 0,00280 (svarer til et 95 % konfidensinterval på $\pm 0,00549$). Når der er 0 vejadgange pr. km, så er det led i formlen for ulykkesmodellen, hvor antal vejadgange indgår, lig med $e^{0,02242 \cdot 0} = 1$, mens den er lig med $e^{0,02242 \cdot 1} = 1,02267$, når der er 1 vejadgang pr. km. En ekstra vejadgang pr. km giver altså en stigning på 2,267 % i antallet af person- og materielskadeulykker. Af *Tabel 19* ses, at stigningen i personskader synes at være en anelse mindre end stigningen i ulykker. Det peger i retning af, at der kommer flere ulykker, når antallet af vejadgange stiger, men at de yderligere ulykker er mindre alvorlige end de ulykker, der sker på strækninger uden vejadgange.

Sammenholdes Elvik’s indeks i hhv. *Tabel 18* og *Tabel 19*, så kan det erfares, at vejadgangstætheden kan forklare 0-5 % af den systematiske variation i ulykkes- og personskadeforekomsten.

Ses på de enkelte typer af vejadgange, så er antal vejadgange pr. km strækning til landbrugsejendomme og private fællesveje faktisk mere statistisk signifikante end det samlede (alle typer) antal vejgange pr. km strækning. *Tabel 19* viser faktisk, at vejadgange til hhv. andet, enfamiliehuse, erhverv, landbrugsejendomme, private fællesveje og tankanlæg signifikant øger antallet af ulykker. Omvendt kan det ikke påvises, at vejadgange til hhv. marker, flerfamiliehuse, offentlige stier, skove og sommerhuse øger antallet af ulykker.

Ses i stedet på parameterestimater for antal vejadgange pr. km af forskellig type, så kan der for person- og materielskadeulykker hhv. personskader opgøres følgende rækkefølge med det største parameterestimat listet øverst – altså den type af vejadgang, der synes at resultere i den største stigning i ulykker hhv. personskader pr. ekstra vejadgang. Parameterestimatet er vist i parentes, mens de efterfølgende stjerner angiver signifikansniveauet.

Person- og materielskadeulykker:

- Tankanlæg (0,12311) ***
- Privat fællesvej (0,07550) ***
- Landbrugsejendom (0,06026) ***
- Erhverv (0,05726) **
- Andet (0,05337) ***
- Flerfamiliehus (0,04052)
- Sommerhus (0,03988)
- Offentlig sti (0,03324)
- Enfamiliehus (0,02559) ***
- Skov (0,01411)
- Mark (0,00556)

Personskader:

- Flerfamiliehus (0,10834)
- Tankanlæg (0,08940)
- Privat fællesvej (0,08447) ***
- Landbrugsejendom (0,06997) ***
- Erhverv (0,05206)
- Andet (0,02979)
- Sommerhus (0,02174)
- Enfamiliehus (0,01576)
- Mark (0,00796)
- Skov (0,00647)
- Offentlig sti (-0,00355)

Af rangordningerne ses, at adgange til tankanlæg, private fællesveje, landbrugs-ejendomme og erhverv ser ud til at være de vejadgange med størst påvirkning af trafikikkerheden. Et tankanlæg har ofte to vejadgange, og et sådant er estimeret til at øge antallet af person- og materielskadeulykker med 28 % på en 1 km lang strækning. Af rangordningerne ses også, at adgange til offentlig sti, mark og skov, hvor der ikke er ejendomme (bygninger), synes at være de typer af vejadgange, der har mindst betydning for trafikikkerheden. Vejadgange til "andet" er ofte adgange til enfamiliehuse, offentlige bygninger og forsyningsvirksomheder.

Rangordningerne kunne tale for at inddele de 11 typer af vejgange i 2-3 grupper. En gruppe kunne bestå af vejadgange til offentlig sti, mark og skov, altså adgange til steder uden bygninger (der er i alt 7.775 adgange af de 3 typer i datamaterialet). En anden gruppe kunne bestå af alle andre adgange, der i langt de fleste tilfælde er adgange til ejendomme (der er i alt 9.457 adgange af disse 8 typer). Denne gruppe kunne evt. underinddeles i to grupper hhv. a) andet, enfamiliehuse, flerfamiliehuse og sommerhuse (4.030 adgange), og b) erhverv, landbrugsejendomme, private fællesveje og tankanlæg (5.427 adgange). Derved vil man få 2-3 grupper med forskellig betydning for trafikikkerheden – beskeden, nogen, stor.

Synergivariablen mellem trafikmængde og vejadgangstæthed er ifølge *Tabel 19* oftest ikke statistisk signifikant, og synes ikke at være af stor betydning. Ses på parameterestimatet for person- og materielskadeulykker, så er det negativt, hvilket betyder, at vejadgangstætheden har en mindre procentuel betydning for antallet af ulykker ved høje trafikmængder end ved lave. En beregning for den ulykkesmodel viser, at når antallet af vejadgange pr. km strækning stiger med 1, så øges antallet af person- og materielskadeulykker med 3,05 % på en strækning med 1.000 i ÅDT, mens den kun øges med 2,05 % på en strækning med 10.000 i ÅDT. Men parameterestimer for alle ulykker (PME-ul) og dræbte er positive, og kun estimatet for persons-kadeulykker er signifikant (hvilket det ikke er for persons-kader). Det vurderes derfor, at synergivariablen ikke kan påvises at være af betydning, hvorfor denne udelades af det videre arbejde.

Før vejadgange inddeles i grupper, så ønskes en "analyse" af, om en eventuel samvariation mellem antallet af vejadgange af forskellig type har en indvirkning på parameterestimer for tætheden af den enkelte type af vejadgang. Derfor udvikles ulykkesmodeller, hvor vejadgangstæthed for hver type af vejadgang indgår i en model, se *Tabel 20* på næste side. Af tabellen ses, at parameterestimer for a og p stort set er uændret i forhold til ulykkesmodellerne vist øverst i *Tabel 19*. Det har altså ikke betydning for a og p, om alle vejgange indgår i en samlet variabel eller indgår efter type af vejadgang som 11 variabler. Sammenlignes de to tabeller på parameterestimer for hver type af vejadgang, så er parameterestimer for 8 ud af 11 typer lavere i *Tabel 20* end i *Tabel 19*. Parameterestimerne er ca. ens for tankanlæg, og højere for Skov og Offentlig sti i *Tabel 20* end i *Tabel 19*. Forklaringen herpå er, at der er samvariation mellem antallet af vejadgange af forskellig type. Som eksempel herpå kan siges, at når antallet af adgange til mark øges, så stiger også især antallet af adgange til landbrugsejendomme. Og når antallet af adgange til skov øges, så falder antallet af andre typer adgange.

		Type af ulykke eller personskade						
		P-ul	M-ul	PM-ul	PME-ul	Dr	DrAlv	PSK
Ln(a)	Parameterestimat	-9,3975	-10,4703	-9,3911	-10,1416	-9,0004	-9,3580	-9,5595
	Standardafvigelse	0,5605	0,5008	0,3994	0,3440	1,4738	0,7470	0,6480
	Signifikansniveau	***	***	***	***	***	***	***
a	Parameterestimat	0,0000829	0,0000284	0,0000835	0,0000394	0,0001234	0,0000863	0,0000705
p	Parameterestimat	0,7438	0,8978	0,8379	0,9774	0,4952	0,7148	0,7953
	Standardafvigelse	0,0622	0,0554	0,0443	0,0381	0,1641	0,0831	0,0722
	Signifikansniveau	***	***	***	***	**	***	***
Vejadg. til mark pr. km	Parameterestimat	-0,00479	-0,00268	-0,00322	0,00485	-0,00701	-0,00089	-0,00102
	Standardafvigelse	0,00982	0,00874	0,00690	0,00577	0,02625	0,01272	0,01077
	Signifikansniveau	-	-	-	-	-	-	-
Vejadg. andet pr. km	Parameterestimat	0,01604	0,05363	0,04030	0,03905	0,02896	0,00796	0,02161
	Standardafvigelse	0,01958	0,01442	0,01223	0,01045	0,05066	0,02630	0,02072
	Signifikansniveau	-	***	***	***	-	-	-
Vejadg. enfam. pr. km	Parameterestimat	0,00269	0,02148	0,01508	0,01412	-0,06541	-0,01437	-0,00045
	Standardafvigelse	0,00932	0,00658	0,00568	0,00487	0,03671	0,01355	0,01017
	Signifikansniveau	-	**	**	**	-	-	-
Vejadg. erhverv pr. km	Parameterestimat	0,03892	0,02617	0,02870	0,04594	0,09700	0,03658	0,02919
	Standardafvigelse	0,03103	0,02814	0,02196	0,01719	0,06282	0,04051	0,03359
	Signifikansniveau	-	-	-	**	-	-	-
Vejadg. flerfam. pr. km	Parameterestimat	0,05351	-0,05756	-0,01425	-0,00736	0,52910	0,20326	0,09861
	Standardafvigelse	0,08227	0,09280	0,06583	0,05395	0,11309	0,07297	0,07713
	Signifikansniveau	-	-	-	-	***	**	-
Vejadg. landbrug pr. km	Parameterestimat	0,05789	0,04378	0,05188	0,04963	0,03680	0,04862	0,06543
	Standardafvigelse	0,01442	0,01342	0,01039	0,00892	0,04218	0,01947	0,01559
	Signifikansniveau	***	**	***	***	-	*	***
Vejadg. off. sti pr. km	Parameterestimat	0,03546	0,04520	0,04149	-0,01704	0,02817	0,00092	0,01026
	Standardafvigelse	0,05150	0,04295	0,03445	0,03263	0,13326	0,07090	0,05719
	Signifikansniveau	-	-	-	-	-	-	-
Vejadg. fællesvej pr. km	Parameterestimat	0,07095	0,04601	0,05646	0,03708	0,01838	0,06731	0,07184
	Standardafvigelse	0,01896	0,01777	0,01374	0,01224	0,05780	0,02513	0,02062
	Signifikansniveau	***	**	***	**	-	**	***
Vejadg. skov pr. km	Parameterestimat	0,00756	0,03389	0,02431	0,03653	0,02857	0,01307	0,01828
	Standardafvigelse	0,02304	0,01867	0,01556	0,01308	0,05537	0,03038	0,02654
	Signifikansniveau	-	-	-	**	-	-	-
Vejadg. sommerh. pr. km	Parameterestimat	0,02153	0,02397	0,02365	0,00480	0,02177	-0,07424	0,00475
	Standardafvigelse	0,05821	0,05061	0,04179	0,03941	0,16393	0,12636	0,07866
	Signifikansniveau	-	-	-	-	-	-	-
Vejadg. tankanl. pr. km	Parameterestimat	0,08907	0,14148	0,12473	0,10412	-0,04283	0,04885	0,09473
	Standardafvigelse	0,05081	0,03247	0,02855	0,02669	0,25413	0,07843	0,05212
	Signifikansniveau	-	***	***	***	-	-	-
Spredningsparameter, k_{model}		0,1778	0,2144	0,1877	0,1994	1,2792	0,9232	1,0455
Elvik's indeks, R_k^2		47 %	57 %	54 %	59 %	21 %	20 %	21 %
Akaike Info. Criterion, AIC		3956,7	4749,6	6057,3	7442,2	1201,7	3546,6	4837,1

Tabel 20. Ulykkesmodeller af typen (3) for 2.331 strækninger. Note: Signifikansniveau og forkortelser, se afsnit 2.2.1.

Sammenholdes Elvik's indeks i *Tabel 18*, *Tabel 19* og *Tabel 20*, kan man sige, at det samlede antal af vejadgange forklarer ca. 4 % af den systematiske variation i ulykkesforekomsten, men typen af vejadgang forklarer yderligere ca. 3 % af den systematiske variation i antal ulykker. Antal og type af vejadgange forklarer altså ca. 7 % af den variation i ulykkesforekomsten, der kan forklares. Det er en ganske betydelig forklaringskraft.

Ses i stedet på Akaike Information Criterion, AIC, så falder AIC fra modeller i *Tabel 18* til modeller i *Tabel 19* med mellem 17,0 og 75,8 for ulykker og mellem -1,7 og 15,0 for personskader. Det betyder, at modellerne i *Tabel 19* reelt er bedre end modeller i *Tabel 18* på nær modeller for dræbte og alvorligt tilskadekomne. AIC falder fra modeller i *Tabel 19* til modeller i *Tabel 20* med mellem 1,7 og 19,2 for ulykker og mellem -5,4 og -0,1 for personskader. Modellerne i *Tabel 20* er kun reelt bedre for materielskadeulykker og ekstrauehd end modeller i *Tabel 19*. Det skyldes, at vejadgangstætheden er repræsenteret med hele 11 variable i *Tabel 20*, hvilket ulykkesmodelteknisk er uhensigtsmæssigt. Det vil modelteknisk være smart at reducere antallet af variable, der beskriver vejadgangstætheden.

Ses på samme måde som for *Tabel 19* på parameterestimer for antal vejadgange pr. km af forskellig type i *Tabel 20*, så kan der for person- og materielskadeulykker hhv. personskader opgøres følgende rækkefølge med det største parameterestimat øverst – altså den type af vejadgang, der resulterer i den største stigning i ulykker hhv. personskader pr. ekstra vejadgang. Parameterestimatet er vist i parentes, mens de efterfølgende stjerner angiver signifikansniveauet.

Person- og materielskadeulykker:

- Tankanlæg (0,12473) ***
- Privat fællesvej (0,05646) ***
- Landbrugsejendom (0,05188) ***
- Offentlig sti (0,04149)
- Andet (0,04030) ***
- Erhverv (0,02870)
- Skov (0,02431)
- Sommerhus (0,02365)
- Enfamiliehus (0,01508) **
- Mark (-0,00322)
- Flerfamiliehus (-0,01425)

Personskader:

- Flerfamiliehus (0,09861)
- Tankanlæg (0,09473)
- Privat fællesvej (0,07184) ***
- Landbrugsejendom (0,06543) ***
- Erhverv (0,02919)
- Andet (0,02161)
- Skov (0,01828)
- Offentlig sti (0,01026)
- Sommerhus (0,00475)
- Enfamiliehus (-0,00045)
- Mark (-0,00102)

Det vurderes, at ovenstående parameterestimer (*Tabel 20*) for hver type af vejadganges betydning for trafikikkerheden, er de mest retvisende og således mere korrekte end parameterestimerne i *Tabel 19*. Men det vurderes dog også, at man bør se bort fra parameterestimer for flerfamiliehus, offentlig sti og sommerhus som følge af få vejadgange af disse typer og få ulykker på de strækninger med vejadgange af disse typer.

Det ses, at adgange til tankanlæg, private fællesveje og landbrugsejendomme klart har størst negativ betydning for trafiksikkerheden (ligesom det blev fundet ud fra Tabel 19). Næststørst negativ betydning er adgange til erhverv og andet. Adgange til enfamiliehuse, flerfamiliehuse og sommerhuse har en mere beskedne betydning for trafiksikkerheden. Og adgange til marker, offentlige stier og skove har ingen eller en meget beskedne betydning for trafiksikkerheden. Det foreslås derfor, at de 11 typer af vejadgange inddeles i tre grupper (nye variable):

- **PALET**: Privat fællesvej, Andet, Landbrugsejendom, Erhverv og Tankanlæg.
- **FES**: Flerfamiliehus, Enfamiliehus og Sommerhus.
- **MOS**: Mark, Offentlig sti og Skov.

		Type af ulykke eller personskade						
		P-ul	M-ul	PM-ul	PME-ul	Dr	DrAlv	PSK
Ln(a)	Parameterestimat	-9,2659	-10,5200	-9,3597	-10,1226	-9,6035	-9,2690	-9,4266
	Standardafvigelse	0,5520	0,4957	0,3947	0,3398	1,4630	0,7373	0,6398
	Signifikansniveau	***	***	***	***	***	***	***
a	Parameterestimat	0,0000946	0,0000270	0,0000861	0,0000402	0,0000675	0,0000943	0,0000806
p	Parameterestimat	0,7305	0,9039	0,8354	0,9749	0,5642	0,7065	0,7816
	Standardafvigelse	0,0613	0,0549	0,0438	0,0377	0,1630	0,0821	0,0713
	Signifikansniveau	***	***	***	***	***	***	***
PALET pr. km	Parameterestimat	0,04877	0,04764	0,04891	0,04434	0,02222	0,03933	0,05232
	Standardafvigelse	0,00840	0,00737	0,00585	0,00504	0,02475	0,01141	0,00917
	Signifikansniveau	***	***	***	***	-	***	***
FES pr. km	Parameterestimat	0,00448	0,01848	0,01360	0,01259	-0,00044	-0,00383	0,00278
	Standardafvigelse	0,00861	0,00632	0,00535	0,00460	0,02500	0,01208	0,00931
	Signifikansniveau	-	**	*	**	-	-	-
MOS pr. km	Parameterestimat	-0,00162	0,00081	0,00043	0,00831	-0,00677	0,00097	0,00235
	Standardafvigelse	0,00904	0,00799	0,00633	0,00532	0,02434	0,01180	0,01001
	Signifikansniveau	-	-	-	-	-	-	-
Spredningsparameter, k_{model}		0,1815	0,2193	0,1901	0,2017	1,4807	0,9421	1,0550
Elvik's indeks, R_k^2		46 %	56 %	54 %	59 %	8 %	19 %	20 %
Akaike Info. Criterion, AIC		3946,7	4745,8	6052,3	7436,7	1202,6	3539,1	4827,1

Tabel 21. Ulykkesmodeller af typen (3) for 2.331 strækninger. Note: Signifikansniveau og forkortelser, se afsnit 2.2.1.

Af Tabel 21 fremgår, at hver ekstra vejadgang i gruppen PALET giver anledning til en stigning i person- og materielskadeulykker pr. km strækning på 5,0 %, mens en ny vejadgang i grupperne FES og MOS kun øger ulykkestallet med hhv. 1,4 % og 0,0 %. Vejadgange i gruppen PALET har altså en stor betydning for trafiksikkerheden, vejadgange i gruppen FES har en lille betydning for trafiksikkerheden, mens vejadgange i gruppen MOS ingen betydning har for trafiksikkerheden. Modellerne i Tabel 21 har en lavere forklaringskraft end modellerne i Tabel 20. Ses derimod på AIC, så kan man sige, at modellerne i Tabel 21 er bedre end modellerne i både Tabel 18, Tabel 19 og Tabel 20 på nær for dræbte.

Ulykkesmodellerne bliver faktisk lidt bedre, hvis man udelader variabelen MOS af modellerne i Tabel 21, idet AIC falder med ca. 2, se Tabel 22 på næste side. Ulykkesmodeller i Tabel 22 har næsten de samme parameterestimater for a, p, PALET

og FES, som i *Tabel 21*. En anden mulighed, der er undersøgt, er at samle PALET og FES til en variabel, men dette resulterer i dårligere ulykkesmodeller end i *Tabel 21* og *Tabel 22* (AIC stiger 12-14 i modellen for person- og materielskadeulykker).

Vejadganges overordnede betydning for trafikikkerheden beskrives bedst ud fra variablene PALET og FES i *Tabel 22*, hvor det så kan tilføjes, at variabelen MOS er uden betydning for trafikikkerheden. Ønskes en mere detaljeret beskrivelse af de enkelte typer af vejadgange og deres betydning for trafikikkerheden, kan der tages udgangspunkt i parameterestimer i *Tabel 20*, dog bør der ses bort fra parameterestimer for flerfamiliehuse, offentlig sti og sommerhus.

		Type af ulykke eller personskaade						
		P-ul	M-ul	PM-ul	PME-ul	Dr	DrAlv	PSK
Ln(a)	Parameterestimat	-9,2895	-10,5072	-9,3531	-9,9950	-9,7004	-9,2548	-9,3906
	Standardafvigelse	0,5369	0,4826	0,3840	0,3307	1,4213	0,7167	0,6221
	Signifikansniveau	***	***	***	***	***	***	***
a	Parameterestimat	0,0000924	0,0000273	0,0000867	0,0000456	0,0000613	0,0000957	0,0000835
p	Parameterestimat	0,7325	0,9029	0,8348	0,9638	0,5727	0,7053	0,7785
	Standardafvigelse	0,0603	0,0541	0,0431	0,0371	0,1602	0,0808	0,0702
	Signifikansniveau	***	***	***	***	***	***	***
PALET pr. km	Parameterestimat	0,04861	0,04773	0,04895	0,04509	0,02125	0,03942	0,05248
	Standardafvigelse	0,00835	0,00731	0,00581	0,00499	0,02464	0,01134	0,00913
	Signifikansniveau	***	***	***	***	-	***	***
FES pr. km	Parameterestimat	0,00444	0,01849	0,01361	0,01281	-0,00080	-0,00379	0,00286
	Standardafvigelse	0,00862	0,00632	0,00535	0,00456	0,02518	0,01206	0,00929
	Signifikansniveau	-	**	*	**	-	-	-
Spredningsparameter, k_{model}		0,1818	0,2192	0,1900	0,2019	1,4840	0,9420	1,0547
Elvik's indeks, R_k^2		46 %	56 %	54 %	59 %	8 %	19 %	20 %
Akaike Info. Criterion, AIC		3944,7	4743,8	6050,3	7437,0	1200,7	3537,1	4825,1

Tabel 22. Ulykkesmodeller af typen (3) for 2.331 strækninger. Note: Signifikansniveau og forkortelser, se afsnit 2.2.1.

I det videre arbejde med ulykkesmodeller i nærværende kapitel er der gjort brug af variablerne PALET og FES.

I kapitel 4, hvor der er udført en særlig ulykkesanalyse for at erfare hvilke typer af ulykker, der kan knyttes til vejadgange, er strækninger inddelt i grupper afhængig af vejadgangstæthed for PALET og FES. I afsnit 2.2.2 er det metodisk beskrevet, hvordan inddelingen i grupper er udført, og hvordan den særlige ulykkesanalyse er tilrettelagt.

3.2 Komplicerede ulykkesmodeller

Det er i nærværende afsnit forsøgt at udvikle mere komplicerede ulykkesmodeller, hvor flere uafhængige variable, foruden vejadgange og trafikmængde, indgår. Der er taget udgangspunkt i ulykkesmodellen for PM-ulykker i *Tabel 22*. Først er ulykkesmodellen tilføjet en uafhængig variabel ad gangen for strækningslængde,

belysning, cykelforbud, hastighedsgrænse, politikreds, tværprofil, linjeføring og længdeprofil. Ud fra den proces er det muligt at afgøre, om den enkelte uafhængige variabel er statistisk signifikant, forbedrer ulykkesmodellens forklaringskraft (reducerer spredningsparameteren, k_{model}), giver et fald i AIC (Akaike Information Criterion), og forandrer parameterestimer for FES og PALET markant.

Der er 18 strækninger, hvor der ikke findes oplysninger om tværprofil, 92 strækninger uden oplysninger om linjeføring samt 876 strækninger uden oplysninger om længdeprofil. Det har derfor været nødvendigt at udarbejde ulykkesmodeller, hvor strækninger uden disse oplysninger er udeladt.

I *Tabel 23* er tilføjet 5 øvrige uafhængige variable – én ad gangen. Strækningslængde, belysning, cykelforbud og hastighedsgrænse er ikke statistisk signifikante variable, og påvirker stort set ikke ulykkesmodellens forklaringskraft. Derudover påvirkes parameterestimer for PALET og FES stort set heller ikke. Hastighedsgrænsen er både testet som kontinuert og diskret variabel (kontinuert i tabellen), men er ej heller signifikant som diskret variabel. Ud fra dette kan det konstateres, at vejadgangstæthed har nogenlunde samme betydning for trafiksikkerheden uanset om strækningen; er kort eller lang, har vejbelysning eller ej, har cykelforbud eller ej, har 50, 60, 70, 80 eller 90 km/t hastighedsgrænse.

Tilføjet uafhængig variabel			PALET	FES	k_{model}	AIC
Navn	Parameterestimat	Signifikans	Parameterestimat	Parameterestimat		
Ingen – model fra <i>Tabel 22</i>	-	-	0,04895	0,01361	0,1900	6050,3
Strækningslængde (km)	0,04338	0,0635	0,04935	0,01474	0,1880	6048,8
Belysning (nej)	-0,006267	0,9491	0,04896	0,01357	0,1900	6052,3
Cykelforbud (nej)	0,05960	0,5770	0,04847	0,01346	0,1901	6052,0
Hastighedsgrænse (km/t)	-0,004078	0,3847	0,04843	0,01273	0,1894	6051,5
Politikreds	Flere	Ja	0,05066	0,01319	0,1640	6026,1

Tabel 23. Ulykkesmodeller af typen (3) for 2.331 strækninger, hvor der er tilføjet en yderligere uafhængig variabel foruden a , p , PALET og FES.

Ud fra *Tabel 23* ses dog også, at variabelen ”Politikreds” er statistisk signifikant og faktisk forbedrer ulykkesmodellens forklaringskraft væsentligt og reducerer AIC betragteligt. Der er således regionale forskelle i ulykkesfrekvensen, altså mellem politikredse. Alligevel ses af tabellen, at parameterestimer for PALET (fra 0,04895 til 0,05066) og FES (fra 0,01361 til 0,01319) stort set ikke påvirkes, når Politikreds indgår i ulykkesmodellen. Det er også testet, om der er synergieffekter mellem vejadgangstæthed og politikreds – det er der ikke. Vejadgangstæthed har altså nogenlunde samme betydning for trafiksikkerheden i de enkelte politikredse. Det er valgt ikke at afdække de regionale forskelle i trafiksikkerheden nærmere. Derfor vises ikke yderligere detaljer om ulykkesmodeller, hvor variabelen Politikreds indgår.

Tilføjet uafhængig tværprofil variabel			PALET	FES	k _{model}	AIC
Navn	Parameter-estimat	Signifikans	Parameter-estimat	Parameter-estimat		
Ingen – tilpasset model fra Tabel 22	-	-	0,04975	0,01185	0,1898	6026,7
Yderrabat bredde (m)	-0,03430	0,1679	0,04841	0,01117	0,1885	6026,7
Fortov (nej)	-0,09077	0,4430	0,04942	0,01150	0,1889	6028,1
Enkelttrettet cykelsti (nej)	0,001239	0,9798	0,04977	0,01186	0,1898	6028,7
Dobbelttrettet cykelsti (nej)	-0,1736	0,0242	0,05041	0,01187	0,1870	6023,7
Samlet cykelstibredde (m)	0,009078	0,5200	0,04934	0,01150	0,1897	6028,3
Skillerabat bredde (m)	-0,003213	0,9130	0,04981	0,01190	0,1898	6028,7
Kantbane bredde (m)	-0,05596	0,4065	0,04968	0,01174	0,1891	6028,0
Antal kørespor	-0,06536	0,2716	0,04900	0,01167	0,1892	6027,4
Køresporsbredde (m)	-0,08355	0,2160	0,04939	0,01223	0,1896	6027,0
Indre kantbane bredde (m)	-0,2112	0,3696	0,04924	0,01160	0,1900	6027,8
Midterrabat (ja)	-0,1502	0,2910	0,04903	0,01145	0,1896	6029,0
Midterrabat bredde (m)	-0,03194	0,2873	0,04904	0,01153	0,1901	6027,5
Belagt bredde (m)	-0,02391	0,0748	0,04839	0,01169	0,1884	6025,4

Tabel 24. Ulykkesmodeller af typen (3) for 2.313 strækninger, hvor der er tilføjet en yderligere uafhængig tværprofil variabel foruden a , p , PALET og FES.

I Tabel 24 er tilføjet 13 øvrige uafhængige variable – én ad gangen – om strækningens tværprofil. Hvert element i tværprofilet er testet både kontinuert og diskret fx fortovsbredde og om der er fortov.

Af Tabel 24 ses, at kun variabelen der vedrører ”dobbelttrettet cykelsti” (både bredde og forekomst) er statistisk signifikant. Hvis strækningen har en dobbelttrettet cykelsti, så er ulykkesfrekvensen højere. Der er i alt 128,65 km strækning med dobbelttrettet cykelsti, svarende til 7 % af strækningerne. Når ulykkesmodellen tilføjes variabelen om dobbelttrettet cykelsti, så forbedres modellens forklaringskraft og AIC reduceres, mens parameterestimer for PALET (fra 0,04975 til 0,05041) og FES (fra 0,01185 til 0,01187) stort set ikke påvirkes. Det er testet, om der er synergieffekter mellem vejadgangstæthed og dobbelttrettet cykelsti – det er der ikke. Vejadgangstætheden har altså omtrent samme betydning for trafikikkerheden uanset om strækningen har dobbelttrettet cykelsti eller ej. Det er valgt ikke at vise yderligere detaljer om ulykkesmodeller, hvor variabelen Dobbelttrettet cykelsti indgår, dog er cykelsti og vejadgange undersøgt nærmere i afsnit 4.6.3.

Alle de andre variable i Tabel 24 er ikke statistisk signifikante, og påvirker stort set ikke ulykkesmodellens forklaringskraft og parameterestimer for PALET og FES. Samlet set betyder dette, at vejadgangstætheden har nogenlunde samme betydning for trafikikkerheden uanset strækningens tværprofil.

I Tabel 25 på næste side er tilføjet 3 øvrige uafhængige variable – én ad gangen – der vedrører strækningens linjeføring. Disse variable er kun testet kontinuert.

Tilføjet uafhængig linjeføring variabel			PALET	FES	k _{model}	AIC
Navn	Parameter-estimat	Signifikans	Parameter-estimat	Parameter-estimat		
Ingen – tilpasset model fra Tabel 22	-	-	0,05090	0,01142	0,1951	5879,9
Kurvatur (grader pr. km)	0,001500	0,0317	0,05092	0,01151	0,1937	5877,9
Gns. kurveradius (m)	-0,000000003	0,8161	0,05093	0,01145	0,1951	5881,8
Mindste kurveradius (m)	-0,000000006	0,8153	0,05093	0,01144	0,1951	5881,8

Tabel 25. Ulykkesmodeller af typen (3) for 2.239 strækninger, hvor der er tilføjet en yderligere uafhængig linjeføring variabel foruden a, p, PALET og FES.

Af Tabel 25 ses, at variabelen ”Kurvatur” er statistisk signifikant. Jo mere kurvet strækningen er, desto højere er ulykkesfrekvensen. Når ulykkesmodellen tilføjes variabelen Kurvatur, så forbedres modellens forklaringskraft, og AIC reduceres, mens parameterestimer for PALET (fra 0,05090 til 0,05092) og FES (fra 0,01142 til 0,01151) stort set ikke påvirkes. Det er testet, om der er synergieffekter mellem vejadgangstæthed og kurvatur – det er der ikke. Vejadgangstætheden har altså omtrent samme betydning for trafikikkerheden uanset om strækningen er kurvet eller lige. Det er valgt ikke at vise yderligere detaljer om ulykkesmodeller, hvor variabelen Kurvatur indgår.

De to andre variable i Tabel 25 er ikke statistisk signifikante, og påvirker stort set ikke ulykkesmodellens forklaringskraft og parameterestimer for PALET og FES. Samlet set betyder dette, at vejadgangstætheden har nogenlunde samme betydning for trafikikkerheden uanset strækningens linjeføring.

Tilføjet uafhængig længdeprofil variabel			PALET	FES	k _{model}	AIC
Navn	Parameter-estimat	Signifikans	Parameter-estimat	Parameter-estimat		
Ingen – tilpasset model fra Tabel 22	-	-	0,04492	0,01751	0,2240	3901,1
Bakkethed (m pr. km)	0,006119	0,1458	0,04418	0,01706	0,2238	3901,0
Maksimalt stigningsforhold	0,03396	0,0187	0,04292	0,01759	0,2227	3897,6

Tabel 26. Ulykkesmodeller af typen (3) for 1.455 strækninger, hvor der er tilføjet en yderligere uafhængig længdeprofil variabel foruden a, p, PALET og FES.

I Tabel 26 er tilføjet 2 øvrige uafhængige variable – én ad gangen – vedrørende strækningens længdeprofil. Disse variable er kun testet kontinuert. Af tabellen ses, at variabelen ”Maksimalt stigningsforhold” er statistisk signifikant, mens variabelen ”Bakkethed” ikke er signifikant. Jo stejlere stigningen på strækningen er, desto højere er ulykkesfrekvensen. Når ulykkesmodellen tilføjes variabelen Maksimalt stigningsforhold, så forbedres modellens forklaringskraft, og AIC reduceres, mens parameterestimer for PALET (fra 0,04492 til 0,04292) og FES (fra 0,01751 til 0,01759) stort set ikke påvirkes. Det er testet, om der er synergieffekter mellem vejadgangstæthed og Maksimalt stigningsforhold – det er der ikke.

Vejadgangstætheden har altså rundt regnet samme betydning for trafikikkerheden uanset om strækningen er bakket eller flad. Det er valgt ikke at vise yderligere detaljer om ulykkesmodeller, hvor variabelen Maksimalt stigningsforhold indgår.

Ved analyserne af de øvrige uafhængige variable blev det fundet, at fire variable er af statistisk signifikant betydning for trafikikkerheden, nemlig:

- Politikreds
- Dobbeltrettet cykelsti
- Kurvatur
- Maksimalt stigningsforhold

Når disse øvrige uafhængige variable tilføjes ulykkesmodeller, så ændres parametre for vejadgangstætheden ikke nævneværdigt. Der er heller ikke fundet synergieffekter mellem disse øvrige uafhængige variable og variable for vejadgangstætheden (PALET og FES). Det konkluderes derfor, at de parameterestimer for vejadgangstæthedens betydning for trafikikkerheden, der blev fundet i afsnit 3.1, nærmere bestemt *Tabel 20* og *Tabel 22* ikke påvirkes som følge af andre forhold ved strækningerne.

3.3 Ulykkesmodeller for udvalgte strækninger

Selvom der ikke er fundet signifikante synergieffekter mellem vejadgangstæthed og øvrige uafhængige variable, så opstilles ulykkesmodeller for nogle udvalgte strækninger. Med baggrund i afsnit 2.1.4 og 3.2 er det fundet hensigtsmæssigt at udvælge strækninger med baggrund i variable for hastighedsgrænse, cykelforbud, dobbeltrettet cykelsti, kurvatur og maksimalt stigningsforhold. Man kunne også opstille ulykkesmodeller for en enkelt politikreds, men så vil datagrundlaget blive for spinkelt. Variablen politikreds er derfor udeladt i udvælgelsen af strækninger. Det er derimod valgt at medtage variable for belysning og midterrabat i udvælgelsen af strækninger, da det formodes, at belysning og midterrabat kan påvirke vejadgangstæthedens betydning for trafikikkerheden.

De udvalgte strækninger, der opstilles ulykkesmodeller for, har ...

- ... 80 km/t hastighedsgrænse,
- ... ikke dobbeltrettet cykelsti,
- ... under 90 grader horisontal kurveforløb pr. km,
- ... under 6 % maksimalt stigningsforhold,
- ... ikke belysning,
- ... ikke cykelforbud,
- ... ikke midterrabat.

Der er fundet 1.539 strækninger (66 % af de i alt 2.331 strækninger), der opfylder ovenstående betingelser. De 1.539 strækninger udgør 1.414,303 km vej, og der er

sket 2.164 person- og materielskadeulykker samt 1.365 personskader på disse strækninger i perioden 2010-2019. I *Tabel 27* fremgår estimerede ulykkesmodeller for de udvalgte strækninger med trafikmængde og vejadgangstæthed som uafhængige variable.

		Type af ulykke eller personskade						
		P-ul	M-ul	PM-ul	PME-ul	Dr	DrAlv	PSK
Ln(a)	Parameterestimat	-9,7889	-9,8796	-9,2294	-9,8639	-9,2110	-10,0215	-10,2564
	Standardafvigelse	0,6963	0,6272	0,4936	0,4211	1,7670	0,9603	0,8210
	Signifikansniveau	***	***	***	***	***	***	***
a	Parameterestimat	0,0000561	0,0000512	0,0000981	0,0000520	0,0000999	0,0000444	0,0000351
p	Parameterestimat	0,7876	0,8237	0,8158	0,9442	0,5164	0,7918	0,8774
	Standardafvigelse	0,0794	0,0715	0,0563	0,0480	0,2022	0,1097	0,0939
	Signifikansniveau	***	***	***	***	*	***	***
PALET pr. km	Parameterestimat	0,05970	0,05562	0,05887	0,05065	0,01547	0,04475	0,06383
	Standardafvigelse	0,01034	0,00939	0,00729	0,00628	0,03050	0,01466	0,01154
	Signifikansniveau	***	***	***	***	-	**	***
FES pr. km	Parameterestimat	0,00183	0,01455	0,00870	0,01287	0,01248	-0,01411	-0,00102
	Standardafvigelse	0,01358	0,01167	0,00929	0,00772	0,03548	0,01934	0,01519
	Signifikansniveau	-	-	-	-	-	-	-
Spredningsparameter, k_{model}		0,1920	0,1732	0,1583	0,1577	0,7674	1,0100	1,0658
Elvik's indeks, R_k^2		44 %	53 %	52 %	60 %	10 %	19 %	21 %
Akaike Info. Criterion, AIC		2776,7	3167,1	4093,9	4959,5	845,4	2446,1	3394,9

Tabel 27. Ulykkesmodeller af typen (3) for 1.539 strækninger. Note: Signifikansniveau og forkortelser, se afsnit 2.2.1.

Sammenlignes ulykkesmodeller i *Tabel 27* med tilsvarende modeller i *Tabel 22*, der er modeller baseret på alle 2.331 strækninger, erfares, at parameterestimerer for PALET er nogenlunde 0,0065 højere i *Tabel 27* end i *Tabel 22*, mens parameterestimerer for FES er ca. 0,0018 lavere i *Tabel 27* end i *Tabel 22*. Disse forskelle i parameterestimerer ligger dog indenfor standardafvigelsen, og derfor kan forskelle blot være udslag af tilfældig variation i ulykkesforekomsten.

Da ulykkesmodeller i *Tabel 22* er baseret på et 1,5 gange større datagrundlag end modellerne i *Tabel 27*, og standardafvigelseerne er mindst i *Tabel 22*, og afsnit 3.2 indikerer, at øvrige uafhængige variable ikke påvirker parameterestimerer for FES og PALET nævneværdigt, så er de bedste bud på vejadganges kvantitative betydning for trafiksikkerheden at finde i hhv. *Tabel 20* og *Tabel 22*.

3.4 Samlet vurdering af vejadganges kvantitative betydning

I nærværende kapitel er opstillet en lang række ulykkesmodeller for at estimere vejadganges kvantitative betydning for trafiksikkerheden på statsvejene i det åbne land, eksklusive motorveje og motortrafikveje. Ulykkes- og skadesfrekvensen (ulykker eller personskader pr. 1 mio. kørte km) på statsvejene påvirkes statistisk signifikant af tilstedeværelsen af vejadgange. De bedste bud på vejadganges kvantitative betydning for trafiksikkerheden findes i hhv. *Tabel 20* og *Tabel 22*.

Fem typer af vejadgange påvirker trafikikkerheden i et større omfang. Det gælder vejadgange til Private fællesveje, Andet, Landbrugsejendomme, Erhverv og Tankanlæg. De vejadgange er samlet i en variabel kaldet PALET. En ekstra vejadgang af en af disse fem typer medfører i gennemsnit en stigning i person- og materiel-skadeulykker på en 1 km lang strækning på 5,0 %. Der er statistisk usikkerhed på dette estimat, men stigningen er med 95 % sandsynlighed på $5,0 \% \pm 1,0 \%$. Ulykkesmodellerne indikerer dog, at denne stigning i person- og materiel-skadeulykker er noget større ved vejadgange til Tankanlæg, nemlig $13,6 \% \pm 5,8 \%$.

Tre typer af vejadgange påvirker trafikikkerheden i et mindre omfang. Det gælder adgange til Flerfamiliehuse, Enfamiliehuse og Sommerhuse. De vejadgange er samlet i en variabel kaldet FES. En ekstra vejadgang af en af disse tre typer medfører i gennemsnit en stigning i person- og materiel-skadeulykker på en 1 km lang strækning på 1,4 %. Der er statistisk usikkerhed på dette estimat, men stigningen er med 95 % sandsynlighed på $1,4 \% \pm 1,0 \%$. Der er dog en væsentlig større statistisk usikkerhed på betydningen for trafikikkerheden af vejadgange til Flerfamiliehuse og Sommerhuse.

De sidste tre typer af vejadgange synes ikke at påvirke trafikikkerheden. Det gælder vejadgange til Mark, Offentlig sti og Skov. De tre vejadgange er samlet i en variabel kaldet MOS. En ekstra vejadgang af en af disse tre typer medfører i gennemsnit en stigning i person- og materiel-skadeulykker på en 1 km lang strækning på $0,0 \% \pm 1,2 \%$. Ulykkesmodellerne indikerer dog, at vejadgange til Offentlig sti og Skov kan medføre en mindre stigning i antallet af ulykker, men der er en større statistisk usikkerhed på betydningen for trafikikkerheden af adgange til Offentlig sti og Skov.

For bedre at illustrere hvilken betydning vejadgange har for trafikikkerheden, er det årlige antal person- og materiel-skadeulykker samt ulykkesomkostninger beregnet for en ”gennemsnitlig statsvej” med årsdøgnstrafik på 7.000, se *Tabel 28* på næste side. Der er tale om det årlige antal person- og materiel-skadeulykker i perioden 2010-2019 samt ulykkesomkostninger i 2020-priser, hvor enhedsprisen for en person- og materiel-skadeulykke er 2.809.669 kr. Der er benyttet ulykkesmodellen for person- og materiel-skadeulykker fra *Tabel 21* til beregningerne.

Tabel 28 skal forstås på den måde, at når der på en 1 km lang strækning er 0 vejadgange, så skete der i gennemsnit 0,140 person- og materiel-skadeulykker om året på den gennemsnitlige statsvej. Hvis der tilføjes 1 vejadgang af typen PALET (Private fællesveje, Andet, Landbrugsejendomme, Erhverv og Tankanlæg) på strækningen, så forventes der i gennemsnit 0,147 person- og materiel-skadeulykker om året, altså en stigning på 0,007 person- og materiel-skadeulykker om året. Hvis der i stedet tilføjes 1 vejadgang af typen FES (Flerfamiliehuse, Enfamiliehuse og Sommerhuse) på strækningen, så forventes der i gennemsnit 0,142 person- og materiel-skadeulykker om året, altså en mindre stigning på 0,002 person- og materiel-skadeulykker om året.

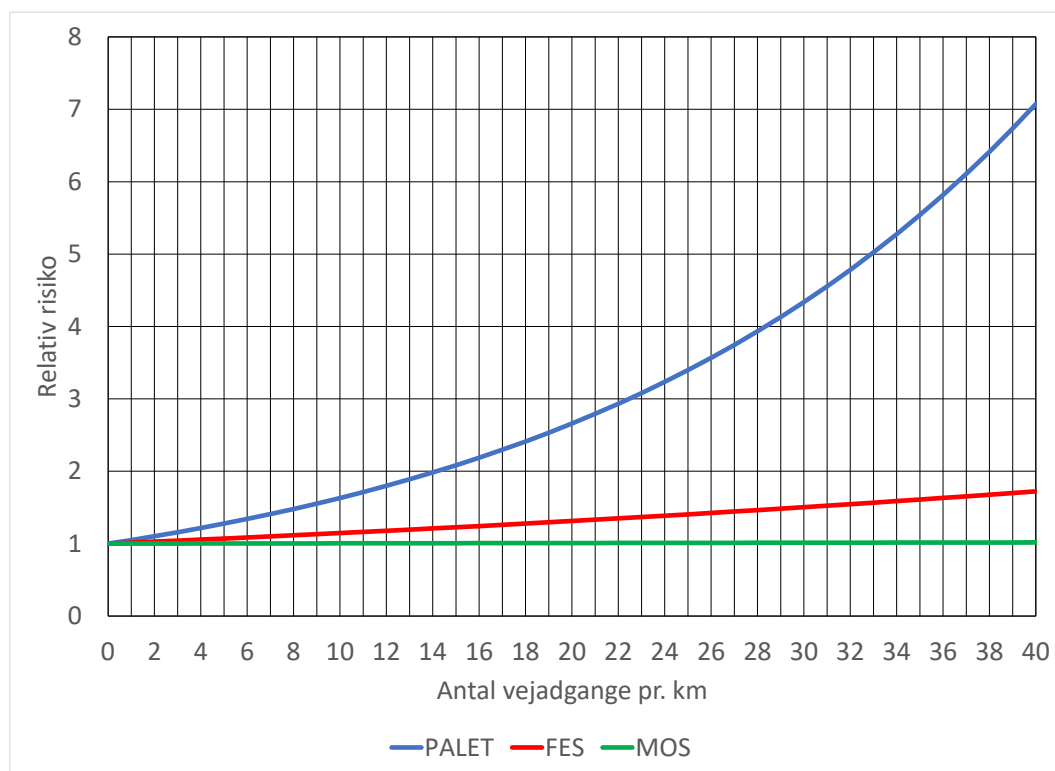
Antal vejadgange pr. km	PALET vejadgange		FES vejadgange		MOS vejadgange	
	PM-ulykker	Ulykkesomkost.	PM-ulykker	Ulykkesomkost.	PM-ulykker	Ulykkesomkost.
0	0,140	394.443 kr.	0,140	394.443 kr.	0,140	394.443 kr.
1	0,147	414.215 kr.	0,142	399.844 kr.	0,140	394.612 kr.
2	0,155	434.977 kr.	0,144	405.319 kr.	0,141	394.782 kr.
3	0,163	456.781 kr.	0,146	410.869 kr.	0,141	394.952 kr.
4	0,171	479.678 kr.	0,148	416.495 kr.	0,141	395.122 kr.
5	0,179	503.722 kr.	0,150	422.198 kr.	0,141	395.292 kr.
10	0,229	643.276 kr.	0,161	451.906 kr.	0,141	396.143 kr.
15	0,292	821.494 kr.	0,172	483.704 kr.	0,141	396.995 kr.
20	0,373	1.049.085 kr.	0,184	517.740 kr.	0,142	397.850 kr.
25	0,477	1.339.731 kr.	0,197	554.171 kr.	0,142	398.706 kr.
30	0,609	1.710.899 kr.	0,211	593.166 kr.	0,142	399.564 kr.
35	0,778	2.184.897 kr.	0,226	634.904 kr.	0,143	400.424 kr.
40	0,993	2.790.215 kr.	0,242	679.579 kr.	0,143	401.286 kr.

Tabel 28. Beregninger af et årligt antal person- og materielskadeulykker pr. km strækning og tilhørende ulykkesomkostninger (2020-priser) for en statsvej med ÅDT på 7.000 afhængig af antal vejadgange af typerne PALET, FES og MOS.

Stigningen i antal ulykker som følge af flere vejadgange er eksponentiel, og derfor medfører en ekstra vejadgang en større absolut stigning i antal ulykker, når udgangspunktet er 20 vejadgange, end når der i forvejen kun er 0 vejadgange. Udviklingen i den relative risiko på en strækning er illustreret i *Figur 6*.

Af *Figur 6* ses, at den relative risiko fordobles, når antallet af vejadgange af typen PALET pr. km strækning øges fra 0 til 14, mens den syvdobles, når den øges fra 0 til 40. Når antallet af vejadgange af typen FES pr. km strækning øges fra 0 til 40, så sker der ”kun” en stigning i den relative risiko på ca. 1,7.

Ved at tage udgangspunkt i en gennemsnitlig statsvej, hvor der er 3,45 vejadgange pr. km af typen PALET, 1,50 vejadgange pr. km af typen FES og 4,05 vejadgange pr. km af typen MOS, kan den gennemsnitlige betydning af en ekstra vejadgang beregnes. Her fås, at en ekstra vejadgang af typen PALET medfører en stigning i det årlige antal person- og materielskadeulykker på ca. 0,0083 og en stigning i de årlige ulykkesomkostninger på ca. 23.400 kr. De tilsvarende tal for FES er en stigning i ulykker på ca. 0,0020 og en stigning i ulykkesomkostninger på ca. 5.500 kr. For MOS er tallene en stigning i ulykker på ca. 0,0001 og en stigning i ulykkesomkostninger på ca. 200 kr. Dette er for en statsvej med 7.000 i ÅDT.



Figur 6. *Udvikling i relativ risiko afhængig af antal vejadgange af typerne PALET, FES og MOS pr. km strækning for en statsvej med ÅDT på 7.000.*

Ulykkesmodellerne tager udgangspunkt i en 1 km lang strækning. Men de nævnte stigninger i antal ulykker og ulykkesomkostninger, som følge af en ekstra vejadgang, skal forventes at forekomme uanset om en strækning i praksis er 100 m, 1 km eller 10 km lang. Det er altså absolutte værdier knyttet til en ekstra vejadgang, når vejen har en årsdøgntrafik på 7.000.

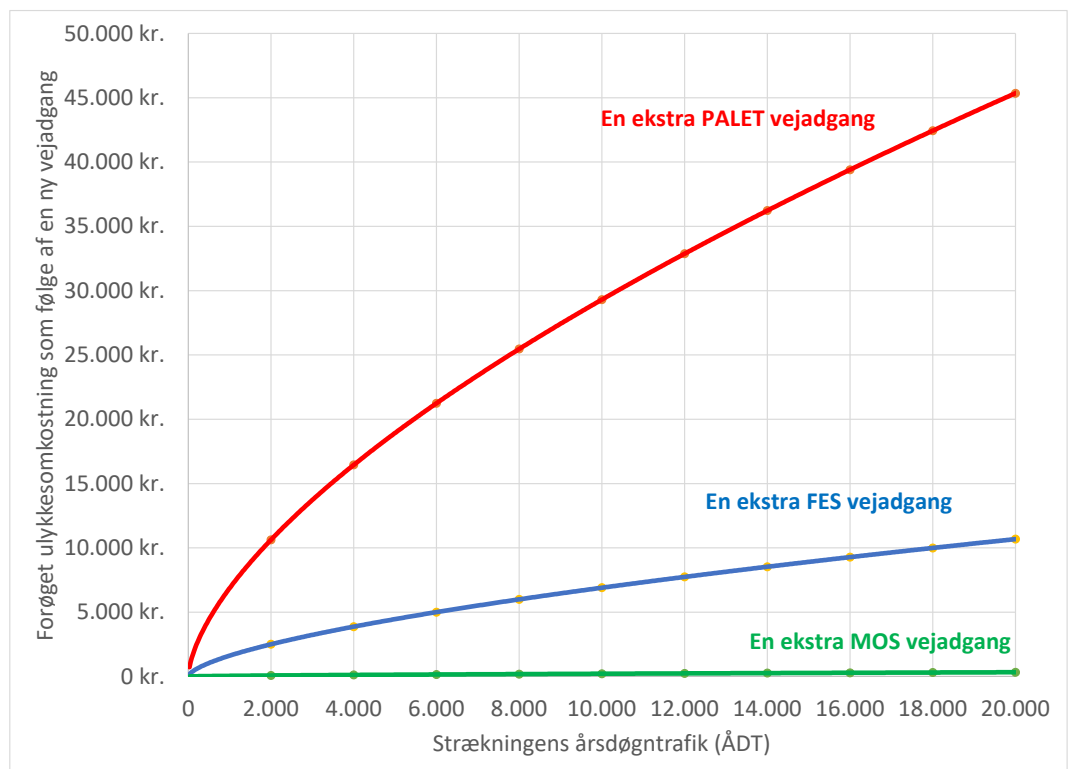
Ønskes at beregne en stigning i antal ulykker og ulykkesomkostninger af en ekstra vejadgang for en vej med en anden årsdøgntrafik end 7.000, så kan det gøres ved at opløfte trafikmængden i en potens på 0,83. Eksempelvis vil en ekstra vejadgang af typen PALET på en vej med 1.000 i ÅDT således medføre en stigning i person- og materielskadeulykker pr. år på ca. $0,0083 / (7.000/1.000)^{0,83} = 0,0017$ og en stigning i ulykkesomkostninger pr. år på $23.400 \text{ kr.} / (7.000/1.000)^{0,83} = 4.700 \text{ kr.}$

Men ulykkesmodeller indikerer, at den procentuelle stigning i ulykker af en ekstra vejadgang er større på veje med lave trafikmængder og mindre på veje med høje trafikmængder. For at tage højde for dette, bør trafikmængden i stedet opløftes til en potens på ca. 0,63 ved beregning af den absolutte betydning for antal ulykker og ulykkesomkostninger for en vej med en anden trafikmængde end 7.000. En ekstra vejadgang af typen PALET vil på en vej med 1.000 i ÅDT derfor i stedet højst sandsynligt medføre en stigning i person- og materielskadeulykker pr. år på ca. $0,0083 / (7.000/1.000)^{0,63} = 0,0024$ og en stigning i ulykkesomkostninger pr. år på ca. $23.400 \text{ kr.} / (7.000/1.000)^{0,63} = 6.900 \text{ kr.}$

Tabel 29 og Figur 7 viser, hvad en ekstra vejadgang medfører af person- og materielskadeulykker og ulykkesomkostninger for veje med forskellig årsdøgntrafik, når trafikmængden opløftes til en potens på 0,63. Af tabellen ses, at en ekstra vejadgang har større ulykkesmæssige og økonomiske konsekvenser på en vej med megen trafik end på en vej med mere beskeden trafik. Konsekvenserne fordobles, når trafikmængden tredobles.

Årsdøgntrafik på overordnet vej	En ekstra PALET vejadgang		En ekstra FES vejadgang		En ekstra MOS vejadgang	
	PM-ulykker	Ulykkesomkost.	PM-ulykker	Ulykkesomkost.	PM-ulykker	Ulykkesomkost.
2.000	0,0038	10.631 kr.	0,0009	2.504 kr.	0,0000	77 kr.
4.000	0,0059	16.452 kr.	0,0014	3.875 kr.	0,0000	119 kr.
6.000	0,0076	21.240 kr.	0,0018	5.002 kr.	0,0001	154 kr.
8.000	0,0091	25.460 kr.	0,0021	5.996 kr.	0,0001	185 kr.
10.000	0,0104	29.303 kr.	0,0025	6.901 kr.	0,0001	213 kr.
12.000	0,0117	32.870 kr.	0,0028	7.741 kr.	0,0001	239 kr.
14.000	0,0129	36.222 kr.	0,0030	8.531 kr.	0,0001	263 kr.
16.000	0,0140	39.401 kr.	0,0033	9.279 kr.	0,0001	286 kr.
18.000	0,0151	42.436 kr.	0,0036	9.994 kr.	0,0001	308 kr.
20.000	0,0161	45.349 kr.	0,0038	10.680 kr.	0,0001	329 kr.

Tabel 29. Beregninger af den absolutte stigning i antal person- og materielskadeulykker pr. år og ulykkesomkostninger pr. år (2020-priser) af en ekstra vejadgang af typerne PALET, FES og MOS for en vej med forskellig årsdøgntrafik.



Figur 7. Absolut stigning i ulykkesomkostning pr. år (2020-priser) som følge af en ekstra vejadgang af typerne PALET, FES og MOS afhængig af vejens årsdøgntrafik.

Ulykkes- og skadesfrekvensen på statsvejene påvirkes også af andre forhold end vejadgange og trafikmængde. Datamaterialet viser, at fire andre forhold har statistisk signifikant betydning: Politikreds, dobbeltrettet cykelsti, kurvatur og maksimalt stigningsforhold.

Det er testet, om de andre forhold har en statistisk signifikant indvirkning på vejadganges betydning for trafikikkerheden (synergieffekter og påvirkning af parameterestimer), og dette er ikke tilfældet. Der er også opstillet ulykkesmodeller for udvalgte strækninger, og de viser, at parameterestimer for vejadganges betydning for trafikikkerheden er rimeligt stabile. Derfor kan det konkluderes, at vejadganges procentuelle påvirkning på forekomsten af ulykker og personskader på veje i det åbne land har en generel karakter. En ekstra vejadgang medfører således procentuelle stigninger i antal ulykker i det tidligere nævnte omfang uanset vejens hastighedsgrænse, belysning, cykelforbud, tværprofil, linjeføring og længdeprofil samt geografisk placering i Danmark.

4. Vejadgange og typer af trafikulykker

I dette kapitel ses nærmere på, hvilke typer af ulykker vejadgange giver anledning til afhængig af tætheden af vejadgange. Endvidere hvorvidt ulykker som følge af vejadgange er mere eller mindre alvorlige end andre ulykker.

Som nævnt i afsnit 2.2.2 skelnes mellem fire grupper af strækninger i analysen:

A1: 0 vejadgange pr. km strækning

B2: 0,1-2,9 vejadgange pr. km strækning

C3: 3,0-5,9 vejadgange pr. km strækning

D4: 6,0-44,0 vejadgange pr. km strækning

De fire grupper A1, B2, C3 og D4 udgør grupper af strækninger fordelt efter antal vejadgange pr. km strækning beregnet ud fra variabelen PALET (vejadgange til private fællesveje, andet, landbrugsejendomme, erhverv og tankanlæg) plus 1/3 af variabelen FES (flerfamiliehuse, enfamiliehuse og sommerhuse). Som nævnt i afsnit 2.2.2 vil ulykkesforekomsten i gruppe A1 være nogenlunde upåvirket af forekomst af vejadgange, idet der kun er nogle få adgange til marker, offentlige stier og skove, mens gruppe B2, C3 og D4 vil være tiltagende påvirket af forekomsten af vejadgange. Hvor det er fundet relevant inddrages desuden en femte gruppe: ”Reelt nul vejadgange”. I denne gruppe indgår kun strækninger uden vejadgange overhovedet, altså ingen vejadgange uanset type. Det skal bemærkes, at ”Reelt nul vejadgange” udgør 270 af i alt 410 person- og materielskadeulykker i A1 gruppen, svarende til 65 %. Det er kun få forhold, der synes at være en forskel mellem A1 og ”Reelt nul vejadgange”.

Ulykkesanalysen udarbejdes som udgangspunkt på baggrund af det samlede antal person- og materielskadeulykker (PM-ulykker). Hvis datagrundlaget er meget spinkelt inddrages tillige ekstraueheld (PME-ulykker). Opgørelser er baseret på PM-ulykker (i det følgende blot kaldet ulykker) med mindre andet er angivet.

I en række opgørelser ses på personskader (PSK), som dækker summen af dræbte (dr), alvorligt tilskadekomne (alv) og let tilskadekomne (let). Alle personskade-, materielskadeulykker og ekstraueheld er registreret af politiet og stedfæstet på de i alt 2.331 strækninger i 10-års perioden fra 2010-2019.

I analysen vil der som udgangspunkt være fokus på de ulykkesparametre, for hvilke der er fundet tydelig sammenhæng i ulykkesforekomst og antal vejadgange. Det skal bemærkes, at fordelinger angivet i procent som oftest afrundes til nærmeste hele tal.

Sidst i kapitlet findes en kort opsummering af de vigtigste resultater og sammenhænge. I Bilag 1 findes en tabel med angivelse af undersøgte ulykkesparametre,

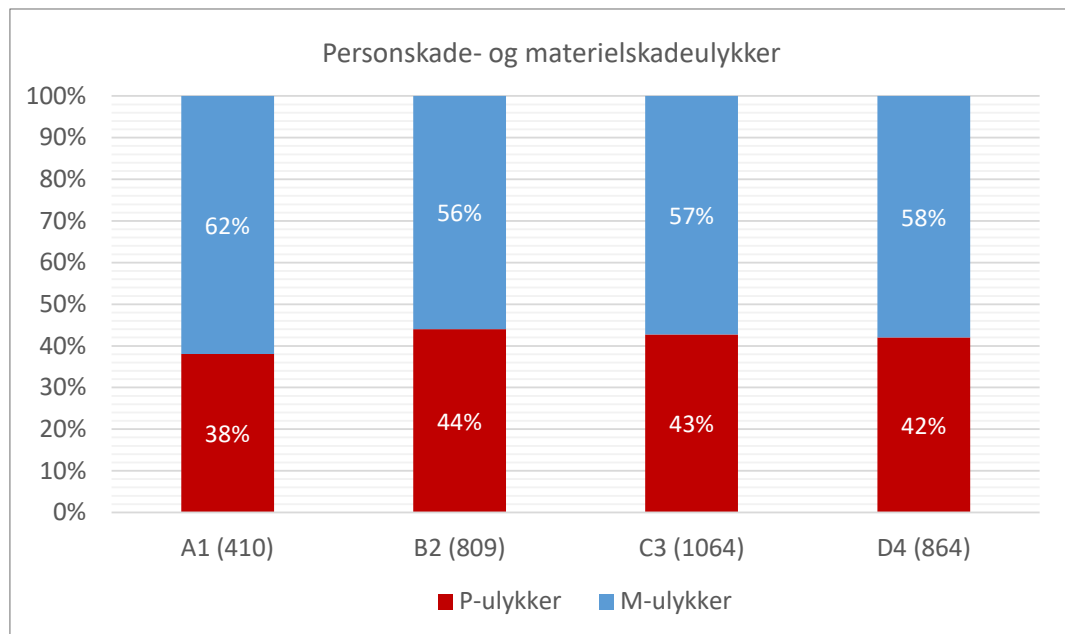
og hvorvidt der er fundet sammenhæng eller ingen sammenhæng i ulykkesforekomst, personskader, ulykkesinvolverede trafikantarter mv. - og tætheden af vejadgange.

4.1 Ulykkesart & personskader

Som beskrevet i afsnit 2.1.2 har politiet i perioden 2010-2019 registreret i alt 5.124 ulykker på de analyserede strækninger, heraf:

- 1.330 personskadeulykker (26 %)
- 1.817 materielskadeulykker (35 %)
- 1.977 ekstraueheld (39 %)

Ses alene på de 3.147 person- og materielskadeulykker (PM-ulykker) udgør disse hhv. 42 % og 58 % af ulykkerne.



Figur 8: Fordelingen af person- og materielskadeulykker (PM-ulykker) afhængig af antal vejadgange (A1, B2, C3, D4). Tal i parentes er antal PM-ulykker.

Figur 8 illustrerer fordelingen af ulykker for hver af de fire grupper A1, B2, C3 og D4. Det fremgår, at personskadeulykker udgør en større andel på strækninger med vejadgange (B2, C3 og D4), nemlig 42-44 %, end på strækninger uden vejadgange (A1), hvor personskadeulykker udgør 38 %. Med andre ord er ulykkerne lidt mindre alvorlige på strækninger uden vejadgange.

For hver gruppe er der beregnet en ulykkesfrekvens (person- og materielskadeulykker pr. mio. kørte km), se Tabel 30. På baggrund heraf er det beregnet, hvor

mange ulykker der *ville* være sket i gruppe B2, C3 og D4, såfremt ulykkesfrekvens og -alvorlighed var den samme i disse grupper - som i gruppe A1.

Gruppe	Faktiske oplysninger om de fire grupper					Beregnet antal ulykker, hvis ulykkesfrekvens og -alvorlighed som i grp. A1		
	P-ulykker	M-ulykker	PM-ulykker	Mio. kørte km	Ulykkesfrekvens	P-ulykker	M-ulykker	PM-ulykker
A1	156	254	410	8.705	0,047	156	254	410
B2	356	453	809	13.405	0,060	240	391	631
C3	455	609	1.064	14.537	0,073	261	424	685
D4	363	501	864	10.298	0,084	185	300	485
I alt	1.330	1.817	3.147	46.945	0,067	841	1.370	2.211

Tabel 30. Antal ulykker og mio. kørte km i 2010-2019 for strækninger i de fire grupper samt beregnet ulykkesfrekvens (PM-ulykker pr. mio. kørte km). Beregnet antal ulykker, hvis ulykkesfrekvens og -alvorlighed er som i gruppe A1.

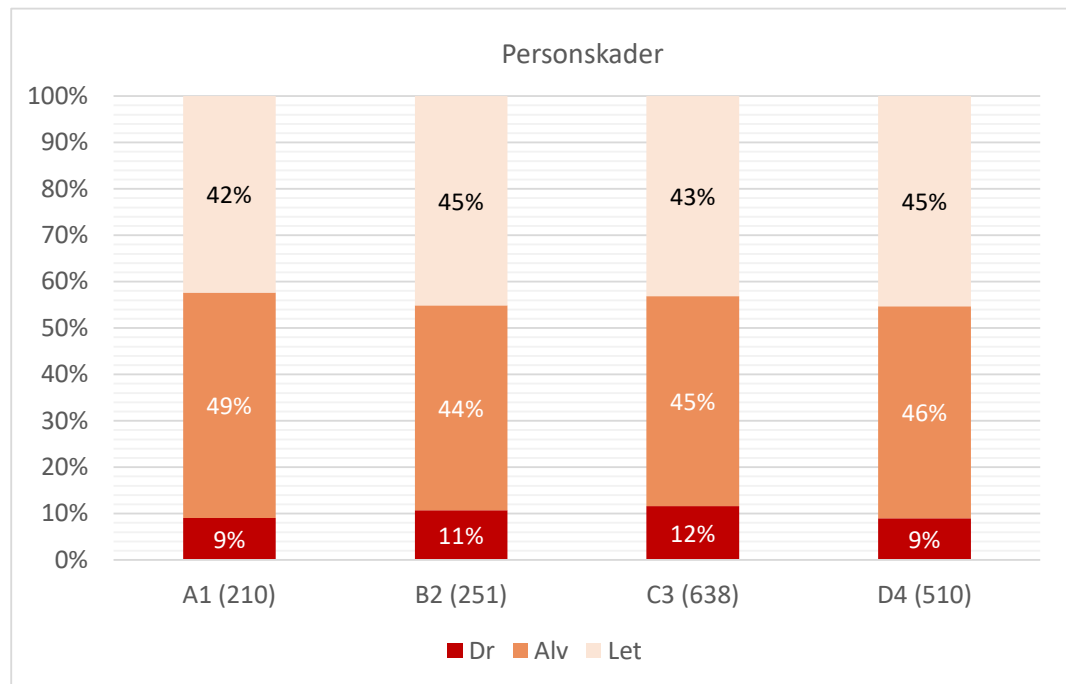
Af Tabel 30 ses, at ulykkesfrekvensen er stigende fra gruppe A1 til gruppe D4. Det stigende antal vejadgange pr. km får ganske enkelt ulykkesfrekvensen til at stige. Hvis der ikke var vejadgange på nogen af strækningerne, så ville 1.330 – 841 = 489 personskadeulykker kunne være undgået på disse veje i løbet af årene 2010-2019. Tilsvarende kunne 447 materielskadeulykker være undgået. Man kunne altså have forebygget flere personskadeulykker end materielskadeulykker ved at fjerne vejadgange – og derved ville ulykkerne blive mindre alvorlige.

På de analyserede strækninger er der i samme periode registreret 1.879 dræbte og tilskadekomne, heraf:

- 195 dræbte (10,5 %)
- 854 alvorlige skader (45,5 %)
- 830 lette skader (44 %)

Sammenholdes alvorlighedsgraden af personskaderne, findes ingen tydelig sammenhæng grupperne imellem (se *Figur 9* på næste side). Ud fra de eksisterende data er der således ikke noget, der tyder på, at personskadeulykker sket på strækninger uden vejadgange ender mere eller mindre alvorligt end personskadeulykker sket på strækninger med vejadgange.

For hver gruppe er der beregnet en skadesfrekvens (personskader pr. mio. kørte km), se *Tabel 31* på næste side. På baggrund heraf er det beregnet, hvor mange personskader der ville være sket i gruppe B2, C3 og D4, såfremt skadesfrekvenser og personskadernes alvorlighed var den samme i disse grupper som i gruppe A1.



Figur 9: Fordeling af personskader afhængig af antal vejadgange (A1, B2, C3, D4). Tal i parentes er antal dræbte og tilskadekomne (dr.+alv.+let).

Gruppe	Faktiske oplysninger om de fire grupper						Beregnet antal personskader, hvis skadesfrekvens og alvorlighed som i grp. A1			
	Dr.	Alv.	Let	PSK	Mio. kørte km	Skadesfrekvens	Dr.	Alv.	Let	PSK
A1	19	102	89	210	8.705	0,024	19	102	89	210
B2	56	230	235	521	13.405	0,039	29	157	137	323
C3	74	289	275	638	14.537	0,044	32	170	149	351
D4	46	233	231	510	10.298	0,050	22	121	105	248
I alt	195	854	830	1.879	46.945	0,040	102	550	480	1.133

Tablet 31. Antal personskader og mio. kørte km i 2010-2019 for strækninger i de 4 grupper og beregnet skadesfrekvens (personskader pr. mio. kørte km). Beregnet antal personskader, hvis skadesfrekvens og personskadernes alvorlighed er som i gruppe A1.

Af Tablet 31 ses, at skadesfrekvensen er stigende fra gruppe A1 til gruppe D4. Det stigende antal vejadgange pr. km får ganske enkelt skadesfrekvensen til at stige. Hvis der ikke var vejadgange på nogen af strækningerne, så ville 195 – 102 = 93 dræbte kunne være undgået på vejene i løbet af årene 2010-2019. Tilsvarende kunne 304 alvorlige og 350 lette skader være undgået. Man kunne altså have forebygget et betydeligt antal personskader ved at fjerne vejadgange.

4.2 Vejudformning

Parameteren ”vejudformning” beskriver den generelle udformning, som passer bedst på den vejgeometriske udformning på ulykkesstedet. I tilfælde af, at flere

udformninger passer, fx at ulykken er sket i både et kryds og i en kurve, afgøres vejudformningen af den laveste parameterkode, hvilket i dette tilfælde ville være ”kryds”. Dette gælder uanset om selve *ulykkessituationen* er relateret til krydset eller ej. Ulykkessituationer beskrives i afsnit 4.4.

Der er en vis grad af usikkerhed ved udfyldelse af denne parameter i ulykkesdata. Således ses en del fejl, hvor ulykken er angivet til at være sket i et kryds eller en rundkørsel, men hvor den faktisk er sket på en strækning eller i en ind-/udkørsel. Det formodes også, at en del bl.a. eneulykker, bagendekollisioner og mødeulykker sker ved ind-/udkørsler, men registreres som værende sket på lige vej.

Blandt de 3.147 PM-ulykker gælder, at:

- 4 % af ulykkeslokaliteterne er udformet som kryds. Kryds dækker alle skæringer i niveau med veje, som betjener 4 eller flere husstande herunder 4- og 3-benet kryds, rundkørsel, kryds mellem vej og selvstændig sti, øvrige kryds (5+ ben). 3-benet kryds udgør hovedparten af disse ulykkeslokaliteter (69 %).
- 3 % af ulykkeslokaliteterne er udformet som ind-/udkørsel. Ind-/udkørsel angives kun, hvis ulykken sker i selve indkørslen. Hvis der er tale om svingning fra en udkørsel og ud på ”lige vej”, vil vejudformning være defineret som ”lige vej”.
- 9 % af ulykkerne er lokaliseret i kurve.
- For 81 % af ulykkerne er vejudformningen defineret som ”lige vej”, dvs. hverken i kryds, i kurve eller på flettestrækning.
- De resterende 3 % af ulykkerne er sket på brooverføring eller -underføring, på selvstændig cykelsti, på flettestrækning eller anden vejudformning (P-plads mv.)

Tablet 32 på næste side angiver fordelingen af PM-ulykker fordelt på vejudformning indenfor hver af de fire grupper.

Gruppe	VEJUDFORMNING – PM-ulykker												I alt
	4-ben kryds	3-ben kryds	Øv kryds	Rundkørsel	Sti-kryds	Ud-/ind-kørsel	Flet	Kurve	Lige vej	På/under bro	And. vej	Selv cyk sti	
A1 (410)	0,5 %	2,2 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %	0,0 %	0,0 %	11,5 %	81,2 %	1,2 %	1,2 %	0,0 %	100 %
B2 (808)	0,6 %	2,7 %	0,0 %	0,6 %	0,4 %	2,1 %	0,4 %	8,0 %	82,8 %	1,1 %	0,6 %	0,6 %	100 %
C3 (1.064)	0,1 %	3,3 %	0,3 %	0,3 %	0,2 %	3,0 %	0,2 %	9,6 %	80,6 %	1,0 %	0,8 %	0,6 %	100 %
D4 (864)	0,6 %	3,5 %	0,1 %	0,3 %	0,2 %	6,7 %	0,3 %	8,3 %	78,0 %	0,3 %	0,8 %	0,7 %	100 %
I alt	0,4 %	3,1 %	0,2 %	0,4 %	0,3 %	3,4 %	0,3 %	9,1 %	80,5 %	0,9 %	0,8 %	0,5 %	100 %

Tablet 32. Ulykkesparameteren vejudformning; Fordeling af PM-ulykker afhængig af antal vejadgange (A1, B2, C3 og D4). Antal PM-ulykker er angivet i parentes. Vejudformning uoplyst for én ulykke.

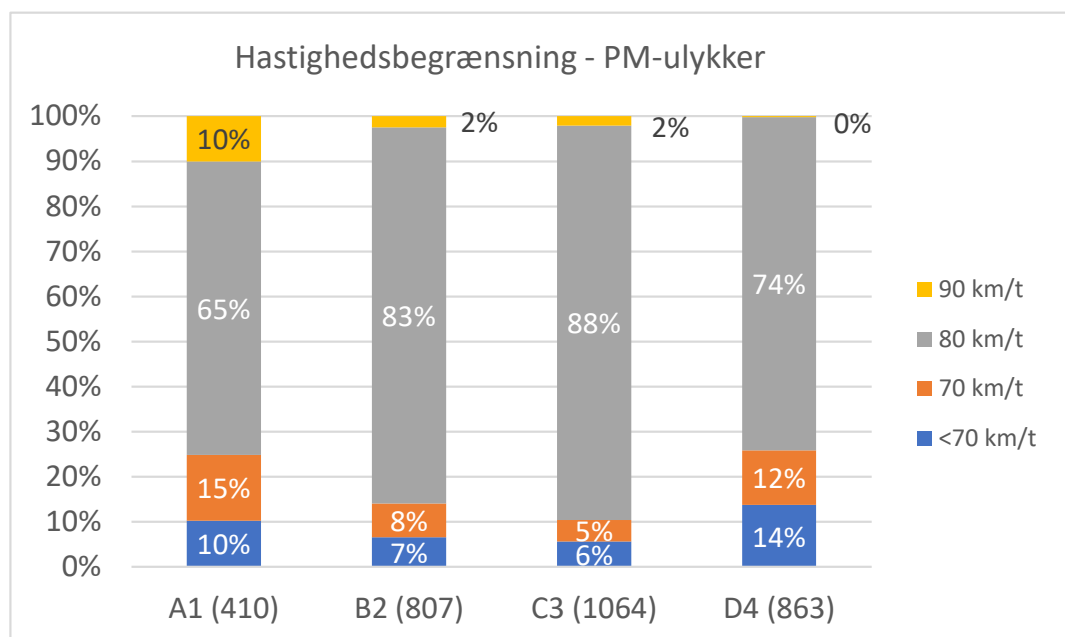
Det fremgår, at andelen af ulykker sket på steder med vejudformningen ”3-benet kryds” og især ”ud-/indkørsel” stiger, desto højere tæthed af vejadgange. Andelen af ulykker i ”kurve”, på ”lige vej” og ”på/under bro” falder derimod, når der er vejadgange. Ses på fordelingen af personskader afhængig af vejudformning finder man tilsvarende overordnede sammenhænge som beskrevet for PM-ulykker.

4.3 Hastighedsbegrænsning

Ulykkesparameteren ”hastighedsbegrænsning” er den skilte hastighedsbegrænsning på ulykkeslokaliteten. Hastighedsbegrænsningen kan være lokal, generel eller midlertidig (fx ifm. vejarbejde). I relation til ulykker i kryds er det hastighedsbegrænsningen for den overordnede vej, som vil være angivet.

80 % af de 3.147 PM-ulykker er stedfæstet på lokaliteter med 80 km/t hastighedsbegrænsning.

Figur 10 viser fordelingen af PM-ulykker på hastighedsbegrænsning for hver af de fire grupper. Det fremgår, at andelen af PM-ulykker på lokaliteter med 80 km/t hastighedsbegrænsning er markant større i gruppe B2 og C3 end i gruppe A1 og D4, hvilket der muligvis er trafikplanlægningsmæssige årsager til.



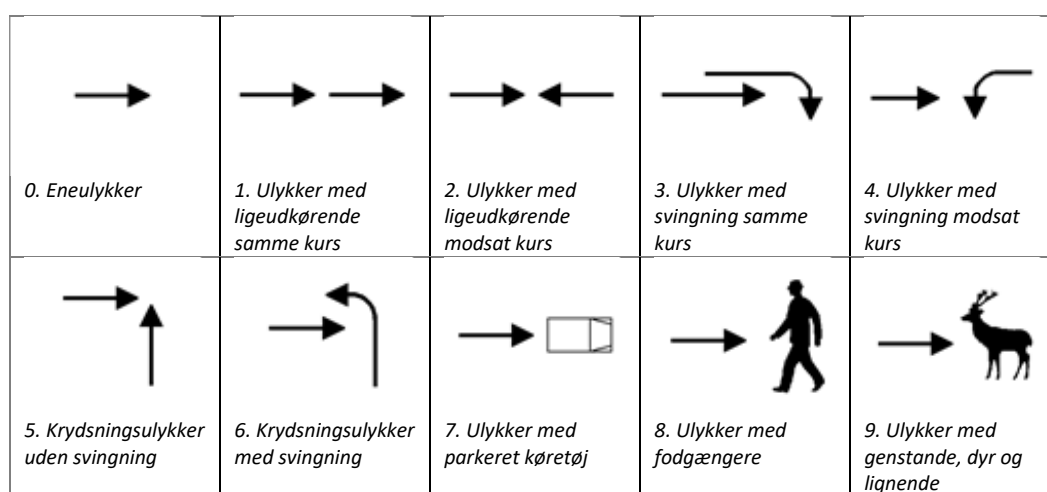
Figur 10: Fordeling af PM-ulykker på hastighedsbegrænsning afhængig af antal vejadgange (A1, B2, C3 og D4). Tal i parentes er antal PM-ulykker i gruppen.

4.4 Hoved- & ulykkessituation

Ulykkessituationen er en objektiv og en forsimplet beskrivelse af situationen, umiddelbart før ulykken sker og inden eventuelle afværgemanøvre er foretaget. Der er ti hovedsituationer. Hver hovedsituation har tilhørende undersituationer, kaldet ulykkessituationer. Der er usikkerhed knyttet til registrering af hoved- og ulykkessituation fx kan manøvre for en eller flere parter i ulykken være uklare.

4.4.1 Hovedsituation

Som nævnt ovenfor inddeles ulykker i ti hovedsituationer (se Figur 11).



Figur 11: De ti hovedsituationer.

I Tabel 33 ses fordelingen af ulykker på hovedsituation indenfor hver af grupperne, altså afhængig af vejadganges tæthed.

Gruppe	HOVEDSITUATION – PM-ulykker										I alt
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A1 (410)	26,8 %	32,7 %	25,6 %	2,7 %	0,5 %	0,5 %	2,4 %	2,9 %	2,2 %	3,7 %	100 %
B2 (809)	29,5 %	31,4 %	23,0 %	4,8 %	0,4 %	0,9 %	1,9 %	1,7 %	3,1 %	3,3 %	100 %
C3 (1.064)	33,0 %	22,4 %	25,7 %	7,0 %	1,2 %	0,8 %	2,9 %	2,4 %	1,7 %	2,8 %	100 %
D4 (864)	26,2 %	26,0 %	20,0 %	11,0 %	4,1 %	1,0 %	3,6 %	2,9 %	2,3 %	2,9 %	100 %
I alt (3.147)	29,4 %	27,0 %	23,4 %	7,0 %	1,7 %	0,9 %	2,8 %	2,4 %	2,3 %	3,1 %	100 %

Tabel 33. Ulykkesparameteren hovedsituation; Fordeling af PM-ulykker afhængig af antal vejadgange (A1, B2, C3 og D4). Antal PM-ulykker er angivet i parentes.

Det fremgår, at der blandt de 3.147 PM-ulykker er:

- 29 % eneulykker (hovedsituation 0)
- 27 % ulykker mellem ligeudkørende med samme kurs (hovedsituation 1) og

- 23 % ulykker mellem ligeudkørende med modsat kurs (hovedsituation 2)

Endvidere, at:

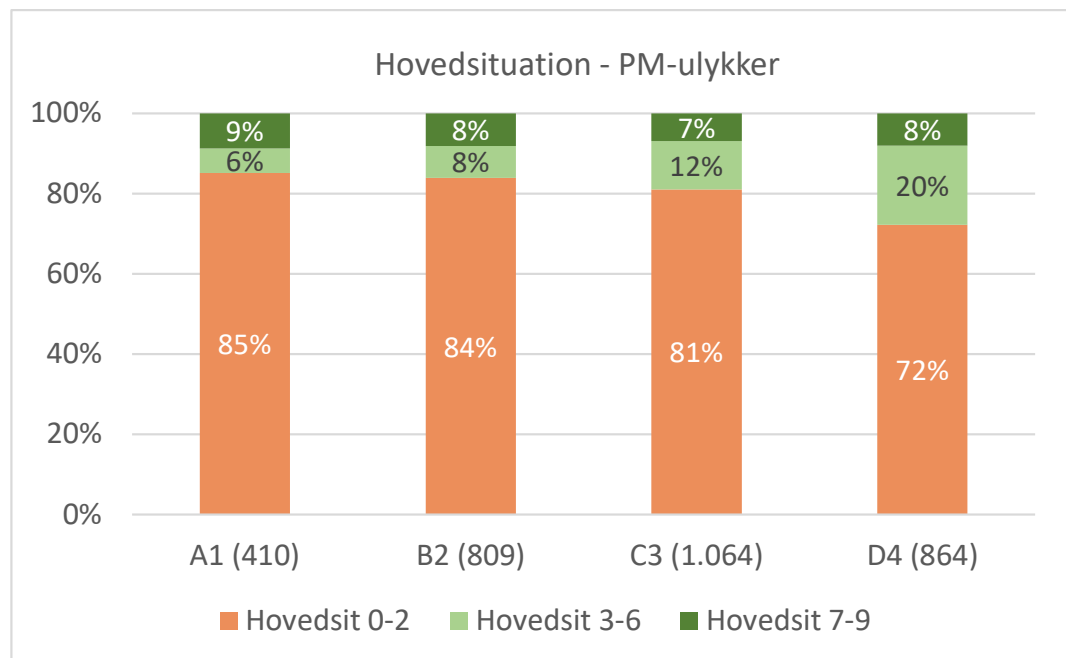
- 12 % af ulykkerne er ulykker mellem trafikanter med svingning eller krydsende trafikanter med/uden svingning (hovedsituation 3, 4, 5 og 6).

Blandt sidstnævnte udgør ulykker mellem trafikanter med samme kurs og med svingning (hovedsituation 3), den største andel (7 %).

Blandt de 10 hovedsituationer tyder der især på at være sammenhæng mellem tætheden af vejadgange og:

- Hovedsituation 3: Andelen af ulykker mellem trafikanter med samme kurs og med svingning stiger, desto flere vejadgange.
- Hovedsituation 1: Andelen af ulykker mellem ligeudkørende med samme kurs falder, når der er vejadgange.

I relation til både hovedsituation 4 (ulykker med svingning, modsat kurs) og hovedsituation 5 (krydsningsulykker uden svingning) er der tendens til en mindre stigning, desto flere vejadgange. For øvrige hovedsituationer findes ingen tydelig sammenhæng.



Figur 12: Fordeling af PM-ulykker på hovedsituation afhængig af antal vejadgange (A1, B2, C3 og D4). Tal i parentes er antal PM-ulykker i gruppen.

I Figur 12 er hovedsituationerne samlet i tre typisk anvendte kategorier; Eneulykker og ulykker mellem ligeudkørende (hovedsituation 0-2), ulykker mellem

svingende og/eller krydsende trafikanter (hovedsituation 3-6) samt ulykker med parkeret køretøj, fodgænger, dyr og genstande (hovedsituation 7-9).

Af *Figur 12* ses, at 85 % af PM-ulykkerne i gruppe A1 (0 vejadgange pr. km strækning) er sket i hovedsituation 0-2, 6 % af ulykkerne i gruppe A1 er sket i hovedsituation 3-6, mens 9 % af PM-ulykkerne i gruppe A1 er sket i hovedsituation 7-9. Sammenholdes de fire grupper ses tydelig sammenhæng mellem antal vejadgange og hovedsituationerne 3-6 samt 0-2: Andelen af PM-ulykker mellem svingende eller krydsende trafikanter (hovedsituation 3-6) stiger, desto flere vejadgange, mens andelen af eneulykker og ulykker mellem ligeudkørende falder (hovedsituation 0-2).

Ses alene på personskadeulykker hhv. materielskadeulykker finder man ligeledes – for begge ulykkesarter - at andelen af ulykker i hovedsituation 3-6 stiger, desto flere vejadgange. Faldet i andelen af ulykker i hovedsituation 0-2 – desto flere vejadgange – ses tydeligt for materielskadeulykkerne, mens der for personskadeulykker findes tendens til fald.

For at få et bedre indblik i, hvilke typer af ulykker, der kommer flere af, når der etableres vejadgange, er der beregnet et forventet antal ulykker for gruppe B2, C3 og D4 fordelt på hovedsituation, se *Tabel 34*.

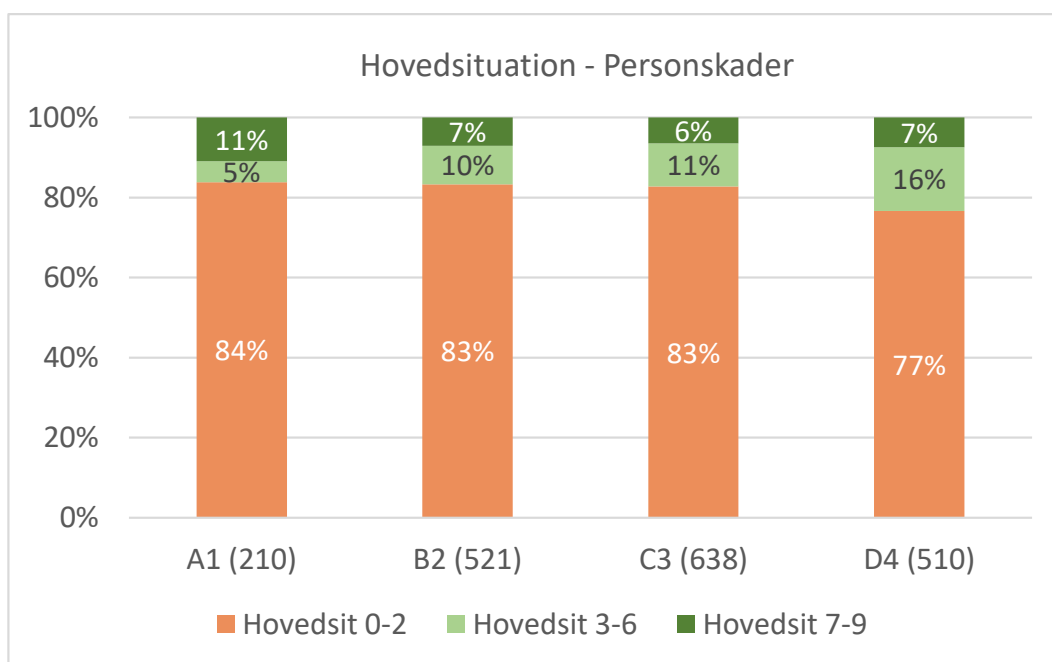
Gruppe	Ulykker fordelt på hovedsit.				Mio. kørte km	Ulykkesfrekvens	Beregnet ulykkestal, hvis ulykkesfrekvens og fordeling på hovedsit. som i grp. A1			
	0-2	3-6	7-9	Alle			0-2	3-6	7-9	Alle
A1	349	25	36	410	8.705	0,047	349	25	36	410
B2	679	64	66	809	13.405	0,060	537	38	55	631
C3	862	128	74	1.064	14.537	0,073	583	42	60	685
D4	624	170	70	864	10.298	0,084	413	30	43	485
I alt	2.514	387	246	3.147	46.945	0,067	1.882	135	194	2.211

Tabel 34. Antal PM-ulykker og mio. kørte km i 2010-2019 for strækninger i de 4 grupper fordelt på hovedsituationer og beregnet ulykkesfrekvens (PM-ulykker pr. mio. kørte km). Beregnet antal ulykker fordelt på hovedsituationer, hvis ulykkesfrekvens og fordeling på hovedsituationer er som i gruppe A1.

Af *Tabel 34* ses tydeligt, at en stigende tæthed af vejadgange medfører en voldsom stigning i antallet af ulykker i hovedsituation 3-6. Således sker der eksempelvis i gruppe C3 $128 - 42 = 86$ flere PM-ulykker i hovedsituation 3-6, end man kunne forvente, hvis der *ikke* havde været vejadgange, mens der i hovedsituation 7-9 sker blot $74 - 60 = 14$ flere PM-ulykker i gruppe C3, end hvis der ikke havde været vejadgange. Samlet set har vejadgange i gruppe B2, C3 og D4 dog medført væsentligt flere PM-ulykker i hovedsituation 0-2, nemlig $2.514 - 1.882 = 632$ ulykker, end vejadgange har medført PM-ulykker i hovedsituation 3-6 (nemlig $387 - 135 = 252$ ulykker) og hovedsituation 7-9 ($246 - 194 = 52$ ulykker). At der sker flere ulykker i hovedsituation 0-2 som følge af vejadgange er ret naturligt, da

trafik til/fra vejadgange nemt kan føre til eneulykker, bagendekollisioner og frontalkollisioner på den overordnede vej.

Figur 13 illustrerer fordelingen af personskader på hovedsituation afhængig af antal vejadgange. Ligesom for fordelingen af ulykker ses en tydelig sammenhæng mellem antal vejadgange og andelen af personskader i hovedsituation 3-6 (svingende eller krydsende trafikanter med eller uden svingning). Andelen af personskader i hovedsituation 3-6 stiger, desto flere vejadgange.



Figur 13: Fordeling af personskader på hovedsituation afhængig af antal vejadgange (A1, B2, C3 og D4). Tal i parentes er antal dræbte og tilskadedekomne i gruppen.

4.4.2 Ulykkessituation

For hver af de ti hovedsituationer er der defineret mellem to og op til 19 ulykkessituationer. Blandt de 3.147 PM-ulykker er der registreret i alt 58 forskellige ulykkessituationer.

Fire ulykkessituationer udgør 59 % af det samlede antal PM-ulykker. Det drejer sig om:

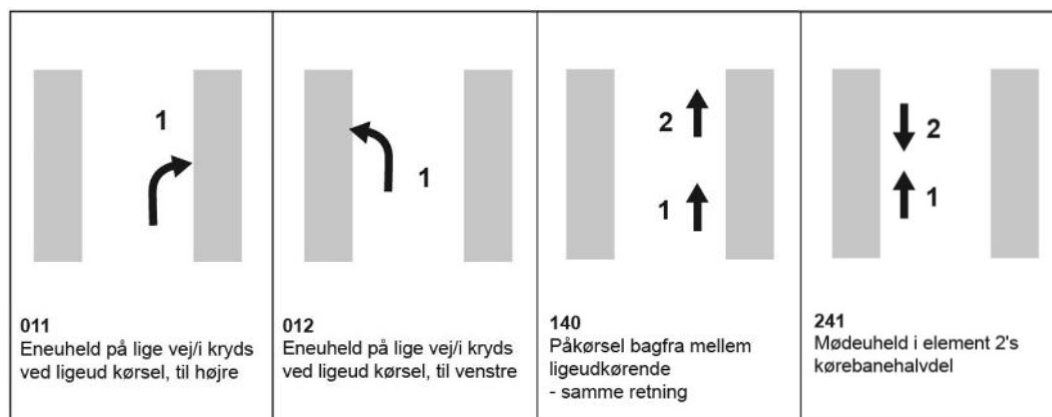
Ulykkessituation 011, som udgør 13 % af de 3.147 PM-ulykker

Ulykkessituation 012, som udgør 10 % af ulykkerne

Ulykkessituation 140, som udgør 18 % af ulykkerne

Ulykkessituation 241, som udgør 18 % af ulykkerne

En beskrivelse af ulykkessituationerne er vist i Figur 14.



Figur 14: Principskitse af de 4 hyppigste ulykkesituationer blandt de 3.147 PM-ulykker (ulykkesituation 011, 012, 140 og 241).

Det skal bemærkes, at der kan være lidt usikkerhed knyttet til registreringen af flere af ulykkesituationer. Det gælder eksempelvis eneulykker, hvor ulykker i bl.a. ulykkesituation 011 og 012 måske kan dække over ulykker i ulykkesituation 032 (eneulykke ved svingning i indkørsel, kryds o. lign.). Tilsvarende kan ulykker i ulykkesituation 140 (bagendekollision) tillige dække over ulykkesituationerne 311 og 321, som er påkørsel bagfra af køretøj placeret for hhv. højre- og venstresving.

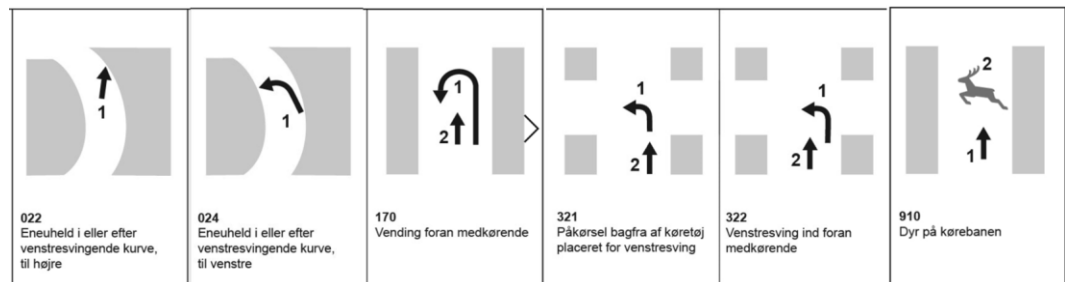
Tre af de hyppigste ulykkesituationer synes at være påvirket af tætheden af vejadgange:

- Ulykkesituation 011/012 Eneulykker på lige vej/i kryds ved ligeudkørsel til højre/til venstre: *Tendens* til større andel af ulykker, når der er vejadgange.
- Ulykkesituation 140 Påkørsel bagfra mellem ligeudkørende, samme retning (Bagendekollision): *Tendens* til mindre andel af ulykker, når der er vejadgange.

At andelen af 011/012 eneulykker stiger, når der er vejadgange, kan fx skyldes trafikanter, der forsøger at undgå påkørsel af forankørende, der reducerer hastighedsniveauet eller stopper op ifm. svingning til adgangsvej.

Der er ikke fundet nogen sammenhæng mellem mødeulykker (ulykkesituation 241) og tætheden af vejadgange. Dette gælder også, hvis mødeulykker ved overhaling tages med i betragtningerne (ulykkesituation 211).

De resterende 54 ulykkesituationer, udgør hver især mellem 0 og 4 % af det samlede antal PM-ulykker. Med det spinkle datamateriale in mente peger data på, at yderligere seks ulykkesituationer kan være påvirket af vejadganges tæthed (Figur 15):



Figur 15: Principskitse af ulykkesituationerne 022, 024, 170, 321, 322 og 910.

- Ulykkesituation 321 Påkørsel bagfra af køretøj placeret for venstresving: Stigende andel af ulykker, desto flere vejadgange.
- Ulykkesituation 322 Venstresving ind foran medkørende: Større andel af ulykker, når der er vejadgange.
- Ulykkesituation 022/024 Eneulykker i eller efter venstresvingende kurve, til højre eller til venstre: Større andel af ulykker, når der er vejadgange.
- Ulykkesituation 910 Ulykker med dyr på kørebanen: Større andel af ulykker, når der er vejadgange.
- Ulykkesituation 170 Vending foran medkørende: Mindre andel af ulykker, når der er vejadgange.

At andelen af ulykker i ulykkesituation 321 og 322 stiger, når der er vejadgange giver god mening, da der naturligt vil være flere situationer, hvor bagfrakommende trafikanter bliver overrasket over, at forankørende reducerer hastighedsniveauet/stopper op for at foretage venstresving til en adgangsvej, og i den forbindelse påkører den svingende.

I relation til ulykker med dyr på kørebanen kan det tænkes, at husdyr, som fx hunde, kan udgøre en betydelig andel på veje med adgange til beboelse, hvorfor andelen af disse ulykker naturligt vil stige, når der er vejadgange.

Ligeledes er det naturligt, at trafikanter i mindre omfang vil foretage U-vending på strækninger med adgangsveje (ulykkesituation 170), da de her har muligheden for at benytte sig af adgangsvejene til at skifte køreretning.

For de øvrige ulykkesituationer findes ingen tydelig sammenhæng.

4.5 Vejr, føre, lysforhold, sigt & belysning

Blandt 3.111 PM-ulykker, hvor vejret er kendt, sker 84 % i tørvejr, 12 % i regnvejr, mens de resterende 4 % sker i sne, blæst, tåge eller en kombination heraf.

Gruppe	VEJR			I alt
	Tørt	Regn, regn/blæst	Sne, blæst, tåge	
A1 (407)	88 %	7 %	5 %	100 %
B2 (801)	83 %	13 %	4 %	100 %
C3 (1.049)	83 %	12 %	5 %	100 %
D4 (854)	85 %	12 %	4 %	100 %
I alt (3.111)	84 %	12 %	4 %	100 %

Tabel 35. Ulykkesparameteren vejr; Fordeling af PM-ulykker afhængig af antal vejadgange. Uoplyst for 36 ulykker. Antal ulykker er angivet i parentes.

Andelen af PM-ulykker i regnvejr udgør 7 % af ulykkerne på strækninger uden vejadgange, mens tilsvarende andel er 12-13 % for strækninger med vejadgange (se Tabel 35).

Sammenholdes fordelingen på føret ses tillige, at ulykker i vådt føre udgør en større andel af ulykker i de tre grupper med vejadgange (B2, C3 og D4) end gruppen af strækninger uden vejadgange (A1) (Tabel 36).

Gruppe	FØRE			I alt
	Tørt	Vådt	Glat sne, glat i øvrigt	
A1 (408)	75 %	18 %	8 %	100 %
B2 (803)	68 %	26 %	6 %	100 %
C3 (1.057)	67 %	27 %	6 %	100 %
D4 (857)	71 %	25 %	5 %	100 %
I alt (3.125)	69 %	25 %	6 %	100 %

Tabel 36. Ulykkesparameteren føre; Fordeling af PM-ulykker afhængig af antal vejadgange. Uoplyst for 22 ulykker. Antal ulykker er angivet i parentes.

Det tyder således på, at regnvejr og vådt føre udgør en større ulykkesrisiko på strækninger med vejadgange end på strækninger uden vejadgange. En potentiel forklaring hertil kan være, at bremselængden øges i vådt føre, og man oftere har behov for at bremse på strækninger med vejadgange.

Gruppe	BELYSNING			I alt
	Tændt	Ej tændt	Findes ikke	
A1 (406)	6 %	20 %	74 %	100 %
B2 (794)	2 %	10 %	88 %	100 %
C3 (1.050)	3 %	8 %	89 %	100 %
D4 (849)	4 %	16 %	81 %	100 %
I alt (3.099)	3 %	12 %	85 %	100 %

Tabel 37. Ulykkesparameteren belysning; Fordeling af PM-ulykker afhængig af antal vejadgange. Uoplyst for 48 ulykker. Antal ulykker er angivet i parentes.

Der er ikke fundet nogen sammenhæng mellem antal vejadgange og hhv. lys- og sigtforhold på ulykkeslokaliteten. Dette gælder ligeledes, når ekstraheld indgår i datamaterialet. I relation til 85 % af person- og materielskadeulykkerne, findes der *ikke* belysning (ingen armaturer) på ulykkeslokaliteten (se *Tabel 37*).

Sammenholdes fordelingen for strækninger med og uden vejadgange, ses, at andelen af ulykker på lokaliteter, hvor der ikke er lysarmaturer - "findes ikke" - er betydelig højere, når der er vejadgange. Det harmonerer med, hvad der faktisk findes af belysning på strækningerne, idet 9,6 % af strækningslængden i gruppe A1 har vejbelysning, mens det kun gælder for 2,0 % af strækningslængden i gruppe B2, C3 og D4. Der findes ingen sammenhæng mellem antal vejadgange og ulykker sket i mørke/tusmørke og belysning (tændt/ej tændt).

4.6 Elementart

4.6.1 Ulykkesinvolverede elementer

I relation til de 3.147 PM-ulykker er der registreret 5.874 elementer i form af motorkøretøjer, fodgængere og cyklister og en enkelt rytter. Der er registreret op til ni elementer i én ulykke, men uanset tæthed af vejadgange er der i snit ca. 1,9 elementer involveret pr. ulykke.

Tabel 38 viser fordelingen af elementer involveret i PM-ulykker indenfor hver af de fire grupper A1 til D4.

Gruppe	ELEMENTART								
	Personbil, varebil	Lastbil, bus mv.	MC, kn45/æ, M<400	Kn30/æ, cykel	Traktor, Mredskab	Fodg	Flugt	Rytter	I alt
Reelt nul (516)	82,9 %	9,7 %	1,9 %	3,1 %	0,6 %	1,2 %	0,6 %	0,0 %	100 %
A1 (783)	81,7 %	10,3 %	1,8 %	3,7 %	0,9 %	1,1 %	0,4 %	0,0 %	100 %
B2 (1542)	82,6 %	7,1 %	2,8 %	3,3 %	1,8 %	1,8 %	0,8 %	0,0 %	100 %
C3 (1915)	83,3 %	8,1 %	2,1 %	3,4 %	1,8 %	1,0 %	0,2 %	0,0 %	100 %
D4 (1634)	80,8 %	7,9 %	2,6 %	5,5 %	1,2 %	1,4 %	0,5 %	0,1 %	100 %
I alt	82,2 %	8,1 %	2,4 %	4,0 %	1,5 %	1,3 %	0,5 %	0,0 %	100 %

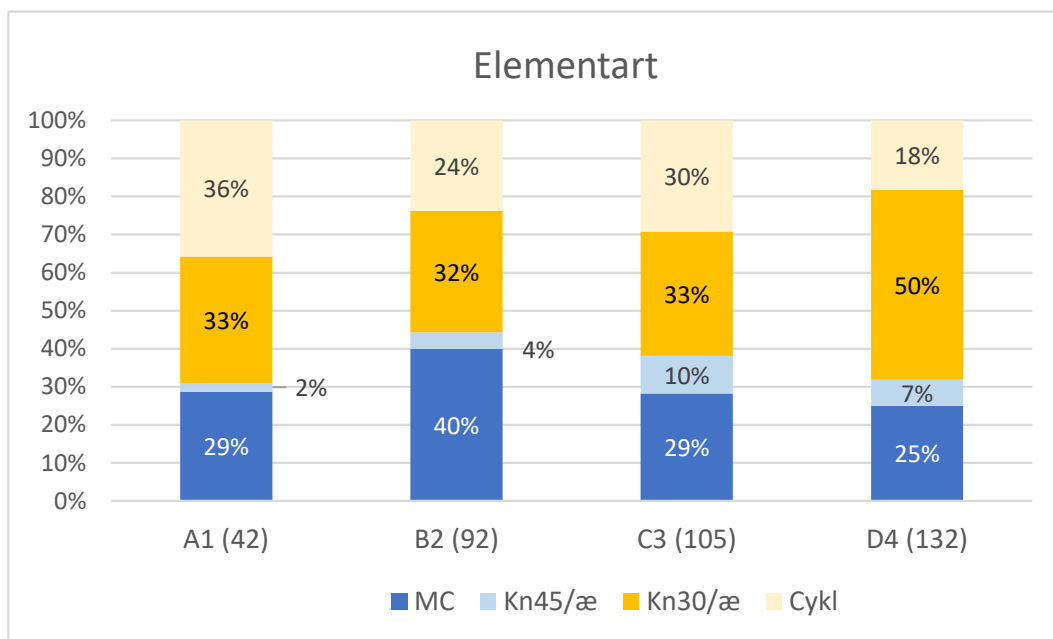
Tabel 38. Ulykkesparameteren elementart; Fordeling af elementarter i PM-ulykker afhængig af antal vejadgange, herunder "Reelt nul adgangsveje". Antal elementer i den enkelte gruppe er angivet i parentes – i alt 5.874 elementer. "Lastbil, bus mv." inkluderer sættevogn og udrykningskøretøjer både over (19 ktj) og under (1 ktj) 3,5t. M<400=3- eller 4-hjulet køretøj <400 kg. Kn45/æ er knallert-45 uden og med konstruktive ændringer. Kn30/æ er knallert-30 uden og med konstruktive ændringer. Mredskab= motorredskab. "Fodg"=fodgænger. "Flugt"=flygtet ukendt elementart. Der er alene én rytter.

I tabellen er det valgt at gruppere MC, knallert-45 og motorkøretøjer med vægt under 400 kg, da alle bør færdes på kørebanen. De tre typer udgør hhv. 112 MC, 24 kn45 samt fire M<400 kg. Ligeledes er det valgt at gruppere knallert-30 og

cykler (hhv. 143 kn30, 92 cykler), som alle bør færdes på eventuelle cykelfaciliteter. Det skal bemærkes, at ulykkesinvolverede traktorer og motorredskaber (Traktor, Mredskab) udgør 89 køretøjer.

Overordnet set er der ikke stor forskel på fordelingen af ulykkesinvolverede elementarter afhængig af vejadganges tæthed (Tabel 38). Således viser opgørelsen en lille procentuel stigning i andelen af ulykkesinvolverede motorcyklister/knallert-45 samt traktorer/motorredskaber, når der er vejadgange (B2, C3, D4) – end når der ikke er (A1/Reelt nul) – men der er tale om små forskelle. Desuden tyder tunge køretøjer (lastbil, bus mv.) på at udgøre en lavere andel af det samlede antal ulykkesinvolverede elementer, når der er vejadgange.

Skelnes alene mellem de fire ubeskyttede elementarter på hjul; MC, knallert-45, knallert-30 og cykel, peger opgørelsen i Figur 16 på, at andelen af ulykkesinvolverede cyklister er lavere, på strækninger med vejadgange, mens det modsatte synes at være tilfældet for knallert-45.



Figur 16: Fordelingen af ulykkesinvolverede 2-hjulede køretøjer afhængig af antal vejadgange. Tal i parentes er antal elementer i den enkelte gruppe A1, B2, C3 og D4.

4.6.2 Knallert-30/cykel & hovedsituation

Knallert-30, knallert-30 med konstruktive ændringer, og cykler udgør 4 % (235) af det samlede antal ulykkesinvolverede elementer (i alt 5.874). De 235 knallertførere og cyklister er involveret i 217 ulykker. I 18 ulykker er der to 2-hjulere involveret, oftest to knallerter eller en knallert og en cykel.

Blandt de 235 knallertførere og cyklister er:

- 30 % involveret i ulykker med ligeudkørende med samme kurs (hovedsituation 1)
- 18 % involveret i eneulykker (hovedsituation 0)
- 17 % involveret i ulykker med ligeudkørende med modsat kurs (hovedsituation 2).

De resterende syv hovedsituationer udgør mellem 1 % og 8 % (Figur 17).

235 ulykkesinvolverede knallert-30 og cykler (143+92)

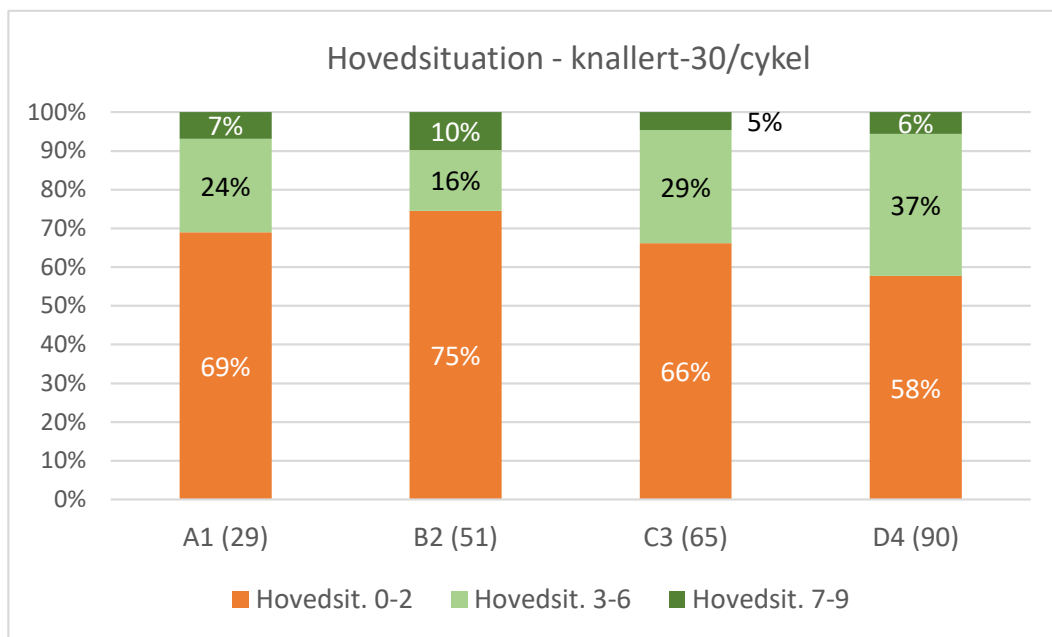
18% →	30% → →	17% → ←	8% → ↘	5% → ↙
0. Eneulykker	1. Ulykker med ligeudkørende samme kurs	2. Ulykker med ligeudkørende modsat kurs	3. Ulykker med svingning samme kurs	4. Ulykker med svingning modsat kurs
8% → ↑	8% → ↘	2% → []	3% → []	1% → []
5. Krydsningsulykker uden svingning	6. Krydsningsulykker med svingning	7. Ulykker med parkeret køretøj	8. Ulykker med fodgængere	9. Ulykker med genstande, dyr og lignende

Figur 17: De ti hovedsituationer. Ulykkesinvolverede knallert-30/cykel er i hovedsagen involveret i hovedsituation 0, 1 og 2.

Fordelingen af ulykkesinvolverede knallert-30 og cyklister på hovedsituation, afhængig af vejadganges tæthed, fremgår af Figur 18 på næste side.

Ligesom tidligere er hovedsituationerne samlet i de tre typiske kategorier; Eneulykker og ulykker mellem ligeudkørende (hovedsituation 0-2), ulykker mellem svingende og/eller krydsende trafikanter (hovedsituation 3-6) samt ulykker med parkeret køretøj, fodgængere, dyr og genstande (hovedsituation 7-9). Af Figur 18 ses ingen tydelig sammenhæng mellem hovedsituationer blandt knallert-30/cyklister og vejadganges tæthed.

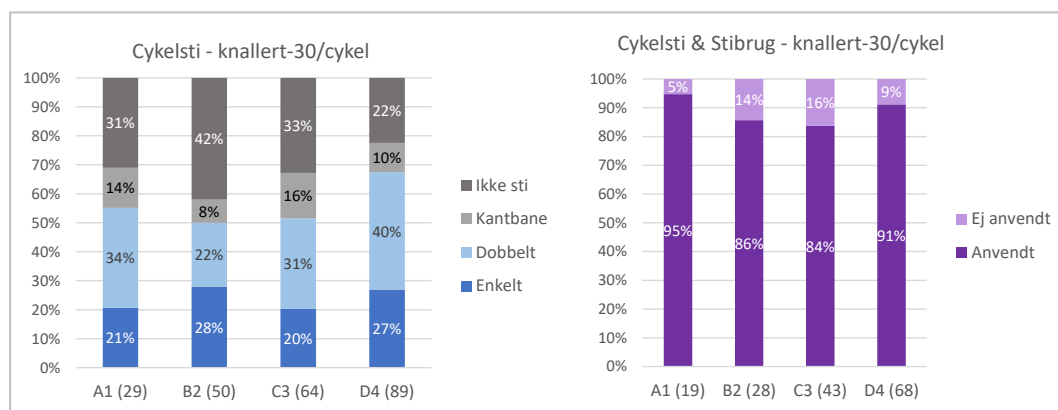
Ses nærmere på fordelingen af knallert-30 førere/cyklister på ulykkesituation, afhængig af vejadganges tæthed, bliver datagrundlaget spinkelt. Med dette in mente peger data dog på, at andelen af knallert-30 førere/cyklister i mødeuheld, både i element 2's kørebanelhalvdel (ulykkesituation 241) samt i øvrigt (ulykkesituation 242), reduceres, når der er vejadgange. Til gengæld ser det ud til, at andelen af knallert-30 førere/cyklister i ulykkesituation 312/322 (højre-/venstresving ind foran medkørende) stiger, desto højere tæthed af vejadgange.



Figur 18: Fordeling af ulykkesinvolverede knallertførere og cyklister på hovedsituation - afhængig af tætheden af vejadgange. Tal i parentes angiver antal knallertførere/cyklister indenfor den enkelte gruppe (A1, B2, C3 og D4).

4.6.3 Knallert-30/cykel & cykelsti

For hvert enkelt element beskriver ulykkesparameteren ”cykelsti”, hvorvidt der var cykelsti/-bane eller kantbane på ulykkeslokaliteten. Parameteren er dog uafhængig af, om cyklisten/knallertføreren benyttede den pågældende cykelfacilitet.



Figur 19: Til venstre: Fordeling af cykelfaciliteter på ulykkeslokaliteten for 232 knallertførere/cyklister afhængig af vejadganges tæthed. ”Enkelt”=Enkeltrættet cykelsti, ”Dobbelt”=Dobbelttrættet cykelsti, ”Kantbane”=Kant-/cykelbane, ”Ikke sti”= Intet særskilt anlæg. Til højre: Knallert-30/cyklisters brug af cykelstifaciliteterne enkelt, dobbelt og kantbane afhængig af vejadganges tæthed. Tal i parentes angiver antal knallert-30 førere/cyklister indenfor den enkelte gruppe (A1, B2, C3 og D4).

I *Figur 19* (søjlediagrammet til venstre) ses fordelingen af eventuelle cykelfaciliteter på ulykkeslokaliteterne for de ulykkesinvolverede knallertførere/cyklister - afhængig af vejadganges tæthed. Der ses ingen tydelig sammenhæng mellem andelen af ulykkesinvolverede på lokaliteter med forskellige typer af cykelfaciliteter og vejadganges tæthed.

I søjlediagrammet til højre fremgår, hvorvidt de ulykkesinvolverede på lokaliteter med cykelsti- eller cykel-/kantbane reelt benyttede den pågældende facilitet (ulykkesparameteren "stibrug") (*Figur 19*). Anvendelsesgraden synes at være lavere, når der er vejadgange – end når der ingen vejadgange er (A1).

Ulykker på dobbeltrettet cykelsti

Der er registreret 65 PM-ulykker på lokaliteter med dobbeltrettet cykelsti med knallert-30 og/eller cykel involveret. I 12 ulykker, svarende til 18 %, var der to knallert-30/cykler involveret. I 12 % af de 65 ulykker blev den dobbeltrettede sti *ikke* anvendt.

51 % af de 65 ulykker er svingningsulykker eller ulykker mellem krydsende køretøjer uden/med svingning (hovedsituation 3, 4, 5 og 6). 23 % af ulykkerne er mellem ligeudkørende på samme vej med modsat kurs (hovedsituation 2), mens 15 % er eneulykker. De resterende 11 % af ulykkerne er fordelt mellem de øvrige hovedsituationer.

Sammenlignes fordelingen af ulykkesinvolverede knallert-30 førere/cyklister på hovedsituation, afhængig af vejadganges tæthed, bliver datamaterialet spinkelt. Med dette in mente, synes der at være en noget lavere andel knallert-30 førere/cyklister i hovedsituation 2 (ligeudkørende på samme vej med modsat kurs), når der er vejadgange på strækningerne (B2, C3 og D4), end når der ingen vejadgange er (A1). Der er ingen sammenhæng blandt de øvrige hovedsituationer.

4.7 Køn & alder

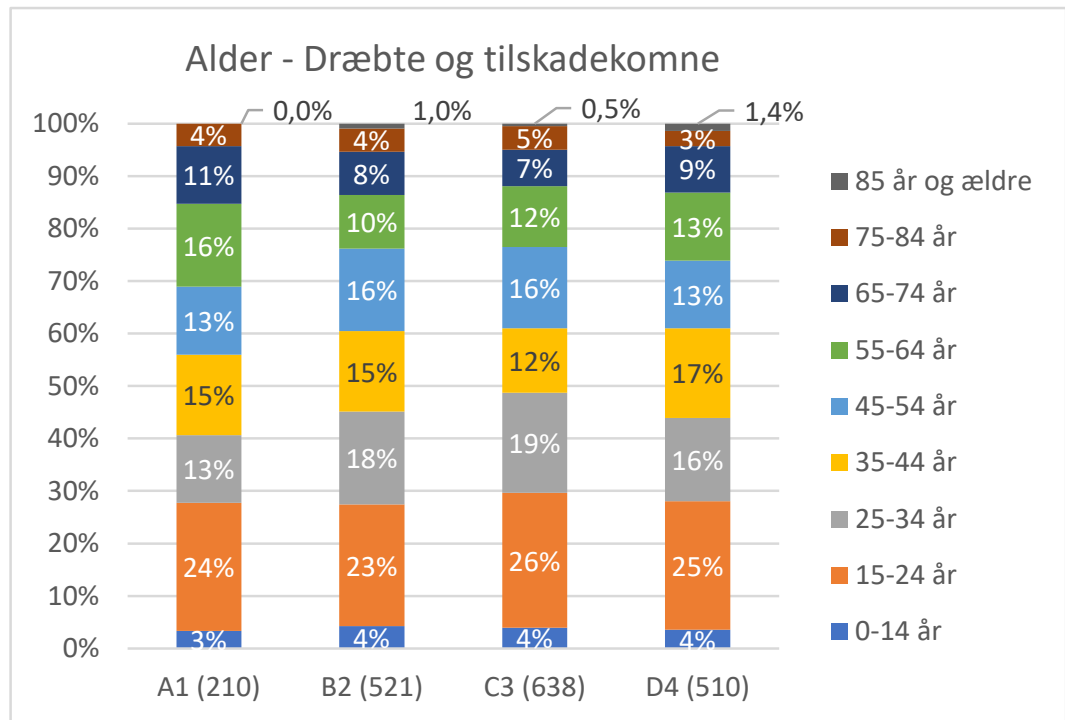
Der er registreret i alt 5.791 ulykkesinvolverede *førere og fodgængere*, herunder motorførere der er flygtet og altså ukendte. Cyklister udgør 1,6 %, mens fodgængere udgør 1,3 % af det samlede antal.

Blandt de ulykkesinvolverede førere og fodgængere, for hvilke køn er oplyst (5.628), udgør mænd 74 % og kvinder 26 %.

Ses på aldersfordelingen af de ulykkesinvolverede førere og fodgængere i person- og materielskadeulykker er der overordnet set ingen nævneværdige forskelle mellem fordelingen på aldersgrupper afhængig af vejadganges tæthed.

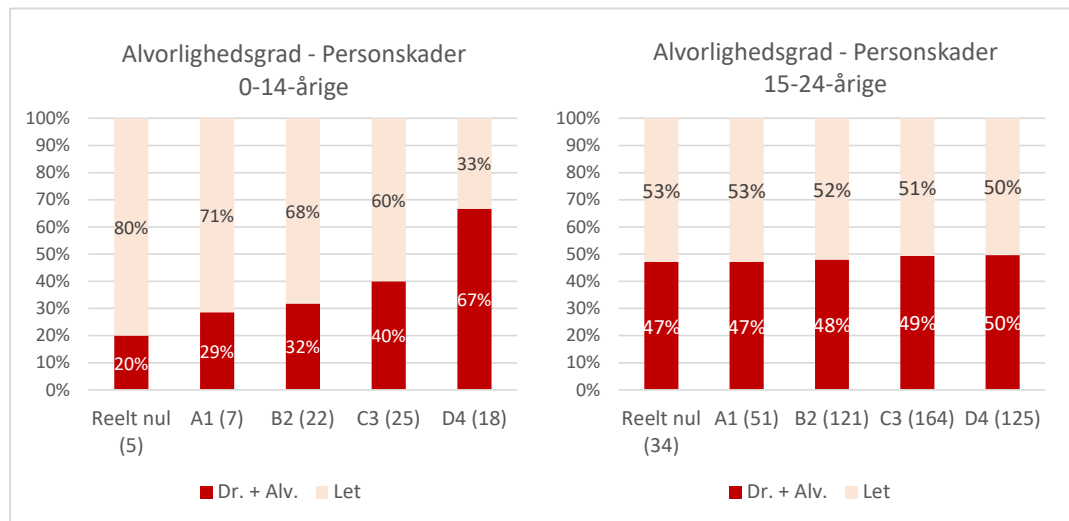
Ser man derimod på aldersfordelingen for de dræbte og tilskadekomne – uanset om der er tale om førere eller passagerer – tyder der på at være sammenhæng

mellem andelen af dræbte og tilskadekomne i aldersgruppen 25-34 år og aldersgrupperne 55-64 år og 65-74 år, og tætheden af vejadgange: Andelen af dræbte og tilskadekomne 25-34-årige stiger, når der er vejadgange, mens andelen af tilskadekomne 55-74-årige reduceres, når der er vejadgange (se *Figur 20* på næste side).



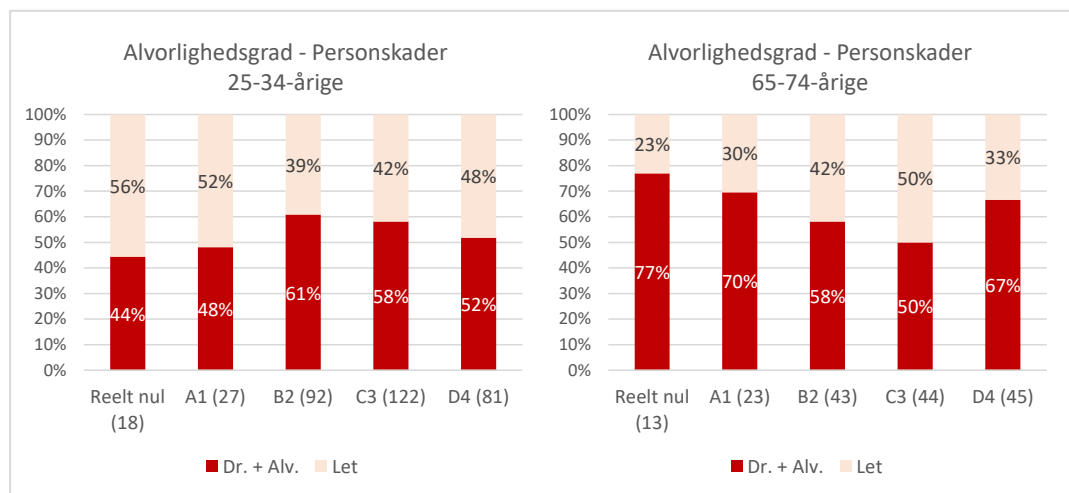
Figur 20: Fordeling af dræbte og tilskadekomnes alder afhængig af antal vejadgange (A1, B2, C3, D4). Tal i parentes er antal dræbte og tilskadekomne indenfor den enkelte gruppe.

Ses på personskadernes alvorlighedsgrad indenfor de enkelte aldersgrupper, findes en stigning af alvorlighedsgraden blandt de 0-14-årige, desto flere vejadgange, og en mindre stigning, når der er vejadgange, ses blandt 15-24-årige (*Figur 21*).



Figur 21: Fordeling af tilskadekomst afhængig af tætheden af vejadgange for hhv. 0-14-årige (venstre) og 15-24-årige (højre). Tal i parentes er antal dræbte og tilskadekomne indenfor den enkelte gruppe. "Reelt nul" er en del af gruppe A1.

Blandt 25-34-årige finder man ligeledes en stigning i skadernes alvorlighedsgrad, når der er vejadgange, mens skadesgraden blandt 65-74-årige tyder på at falde, når der er adgangsveje (Figur 22).



Figur 22: Fordeling af tilskadekomst afhængig af tætheden af vejadgange for hhv. 25-34-årige (venstre) og 65-74-årige (højre). Tal i parentes er antal dræbte og tilskadekomne indenfor den enkelte gruppe. "Reelt nul" er en del af gruppe A1.

4.8 Opsummering

I årene 2010-2019 er der registreret i alt 3.147 person- og materielskadeulykker fordelt på de 2.331 analyserede vejstrækninger med forskellig tæthed og type af

vejadgange. 42 % af ulykkerne er personskadeulykker, de resterende 58 % er materielskadeulykker. I perioden blev 195 personer dræbt, 854 kom alvorligt til skade, mens 830 kom let til skade.

De analyserede vejstrækninger er inddelt i fire grupper fordelt efter antal vejadgange pr. km strækning beregnet ud fra variabelen PALET (vejadgange til private fællesveje, andet, landbrugsejendomme, erhverv og tankanlæg) plus 1/3 af variabelen FES (flerfamiliehuse, enfamiliehuse og sommerhuse).

A1: 0 vejadgange pr. km strækning

B2: 0,1-2,9 vejadgange pr. km strækning

C3: 3,0-5,9 vejadgange pr. km strækning

D4: 6,0-44,0 vejadgange pr. km strækning

Sammenligning af ulykkesbilledet i de fire grupper af strækninger A1, B2, C3 og D4, for en lang række ulykkesparametre leder frem til følgende vigtige sammenhænge mellem ulykker, personskader samt ulykkesinvolverede - og vejadganges tæthed:

- Personskadeulykker udgør en større andel på strækninger med vejadgange (B2, C3 og D4), end på strækninger uden vejadgange (A1).
- Ulykkesfrekvensen stiger med stigende tæthed af vejadgange. Hvis risikoen for en personskadeulykke på strækningerne B2, C3 og D4 var den samme, som på strækninger med 0 vejadgange (A1), kunne man forvente ca. 37 % færre personskadeulykker end det observerede i perioden 2010-2019. Og tilsvarende kunne man forvente ca. 25 % færre materielskadeulykker. Vejadgange er således årsag til et betydeligt antal ulykker på statsveje.
- Skadesfrekvensen er stigende fra gruppe A1 til gruppe D4, dvs. med stigende tæthed af vejadgange. Hvis skadesfrekvens og alvorlighed på strækningerne med vejadgange var den samme som på strækninger med 0 vejadgange (A1) kunne man forvente ca. 48 % færre dræbte, ca. 36 % færre alvorligt tilskadede og ca. 42 % færre let tilskadede på strækningerne i perioden 2010-2019. Vejadgange er således årsag til et stort antal personskader på statsveje.
- Andelen af ulykker og personskader sket på lokaliteter med vejudformningerne ”3-benet kryds” samt ”ud-/indkørsel” stiger, desto højere tæthed af vejadgange. Andelen af ulykker i ”kurve”, på ”lige vej” og ”på/under bro” falder derimod, når der er vejadgange.
- Blandt de 10 hovedulykkesituationer tyder der især på at være sammenhæng mellem antal vejadgange og:
 - Hovedsituation 3: Andelen af ulykker mellem trafikanter med samme kurs og med svingning stiger, desto flere vejadgange

- Hovedsituation 1: Andelen af ulykker mellem ligeudkørende med samme kurs falder, når der er vejadgange
- I relation til både hovedsituation 4 (ulykker med svingning, modsat kurs) og hovedsituation 5 (krydsningsulykker uden svingning) er der tendens til en mindre stigning i andelen af ulykker, desto flere vejadgange.
- Men *antallet* af ulykker inden for hver hovedulykkessituation stiger faktisk, når vejadgangstætheden stiger. Hvis ulykkesfrekvens og fordeling på hovedsituation på strækningerne B2, C3 og D4 var den samme, som på strækninger med 0 vejadgange (A1), ville man kunne forvente 25 % færre ulykker i hovedsituation 0-2, 65 % færre ulykker i hovedsituation 3-6 og 21 % færre ulykker i hovedsituation 7-9, end det observerede på B2, C3 og D4 strækningerne i perioden 2010-2019.
- Andelen af dræbte og tilskadekomne 25-34-årige udgør en større andel af de dræbte og tilskadekomne, når der er vejadgange – end når der ingen vejadgange er. Omvendt udgør andelen af dræbte og tilskadekomne 55-74-årige en mindre andel, når der er vejadgange.
- Blandt 0-14-årige findes en stigning i personskadernes alvorlighedsgrad, desto flere vejadgange. En stigning i skadernes alvorlighedsgrad - når der er vejadgange - findes ligeledes blandt 25-34-årige, mens det omvendte er tilfældet blandt 65-74-årige.

5. Konklusion

Undersøgelsen af vejadganges betydning for trafiksikkerheden er baseret på 1.914 km strækninger af danske statsveje i det åbne land, ekskl. motortrafikveje og motorveje. På strækningerne findes 17.232 vejadgange fordelt på 11 forskellige typer. I perioden 2010-2019 har politiet registreret 3.147 person- og materielskadeulykker på strækningerne. For hver strækning er der indsamlet en lang række oplysninger, som har dannet baggrund for opstilling af ulykkesmodeller og udarbejdelse af særlige ulykkesanalyser.

Ud fra ulykkesmodellerne findes følgende hovedresultater:

- Fem typer af vejadgange påvirker trafiksikkerheden i et større omfang. Det gælder vejadgange til Private fællesveje, Andet, Landbrugsejendomme, Erhverv og Tankanlæg. De fem typer af vejadgange er samlet i en variabel kaldet PALET. En ekstra vejadgang af en af disse fem typer medfører i gennemsnit en stigning i person- og materielskadeulykker på 5,0 % på en 1 km lang strækning. Der er statistisk usikkerhed på dette estimat, men stigningen er med 95 % sandsynlighed på $5,0 \% \pm 1,0 \%$. Ulykkesmodellerne indikerer dog, at stigningen i person- og materielskadeulykker er noget større ved vejadgange til Tankanlæg, nemlig $13,6 \% \pm 5,8 \%$.
- Tre typer af vejadgange påvirker trafiksikkerheden i et mindre omfang. Det gælder adgange til Flerfamiliehuse, Enfamiliehuse og Sommerhuse. De tre typer af vejadgange er samlet i en variabel kaldet FES. En ekstra vejadgang af en af disse tre typer medfører i gennemsnit en stigning i person- og materielskadeulykker på $1,4 \% \pm 1,0 \%$ på en 1 km lang strækning. Der er dog en større statistisk usikkerhed på betydningen for trafiksikkerheden af vejadgange til Flerfamiliehuse og Sommerhuse.
- De sidste tre typer af vejadgange synes ikke at påvirke trafiksikkerheden. Det gælder vejadgange til Mark, Offentlig sti og Skov. De tre typer af vejadgange er samlet i en variabel kaldet MOS. En ekstra vejadgang af en af de tre typer medfører i gennemsnit en stigning i person- og materielskadeulykker på $0,0 \% \pm 1,2 \%$ på en 1 km lang strækning. Ulykkesmodellerne indikerer dog, at vejadgange til Offentlig sti og Skov kan medføre en mindre stigning i antallet af ulykker, men der er en større statistisk usikkerhed på betydningen for trafiksikkerheden af adgange til Offentlig sti og Skov.
- Stigningen i antal ulykker som følge af flere vejadgange er eksponentiel. Derfor medfører en ekstra vejadgang en større absolut stigning i antal ulykker, når udgangspunktet er 20 vejadgange, end når der i forvejen kun er 1 vejadgang.

- Ulykkesmodeller dokumenterer også, at den absolutte stigning i ulykker af en ekstra vejadgang er større på en overordnet vej med stor trafikmængde end på en vej med en mindre trafikmængde. Den følgende tabel viser den forventede stigning i person- og materielskadeulykker samt ulykkesomkostninger ved etablering af en ekstra vejadgang.

Årsdøgntrafik på overordnet vej	En ekstra PALET vejadgang		En ekstra FES vejadgang		En ekstra MOS vejadgang	
	PM-ulykker	Ulykkesomkost.	PM-ulykker	Ulykkesomkost.	PM-ulykker	Ulykkesomkost.
2.000	0,0038	10.631 kr.	0,0009	2.504 kr.	0,0000	77 kr.
4.000	0,0059	16.452 kr.	0,0014	3.875 kr.	0,0000	119 kr.
6.000	0,0076	21.240 kr.	0,0018	5.002 kr.	0,0001	154 kr.
8.000	0,0091	25.460 kr.	0,0021	5.996 kr.	0,0001	185 kr.
10.000	0,0104	29.303 kr.	0,0025	6.901 kr.	0,0001	213 kr.
12.000	0,0117	32.870 kr.	0,0028	7.741 kr.	0,0001	239 kr.
14.000	0,0129	36.222 kr.	0,0030	8.531 kr.	0,0001	263 kr.
16.000	0,0140	39.401 kr.	0,0033	9.279 kr.	0,0001	286 kr.
18.000	0,0151	42.436 kr.	0,0036	9.994 kr.	0,0001	308 kr.
20.000	0,0161	45.349 kr.	0,0038	10.680 kr.	0,0001	329 kr.

Beregninger af den absolutte stigning i antal person- og materielskadeulykker pr. år og ulykkesomkostninger pr. år (2020-priser) af en ekstra vejadgang af typerne PALET, FES og MOS for en vej med forskellig årsdøgntrafik.

- Ud fra opstilling af en række ulykkesmodeller konkluderes, at vejadganges procentuelle påvirkning på forekomsten af ulykker og personskader på veje i det åbne land har en generel karakter. En ekstra vejadgang medfører således procentuelle stigninger i antal ulykker i det tidligere nævnte omfang uanset vejens hastighedsgrænse, belysning, cykelforbud, tværprofil, linjeføring og længdeprofil samt den geografiske placering i Danmark. Det er kun trafikmængdens størrelse, der ser ud til at indvirke på vejadganges procentuelle påvirkning på forekomsten af ulykker og personskader, idet den procentuelle stigning i ulykker af en ekstra vejadgang er større på veje med lave trafikmængder end på veje med høje trafikmængder.

Ud fra særlige ulykkesanalyser findes følgende hovedresultater:

- Ulykkesfrekvensen stiger med stigende tæthed af vejadgange. Hvis risikoen for en personskadeulykke var som på strækninger med 0 vejadgange, kunne man forvente ca. 37 % færre personskadeulykker på de undersøgte statsveje. Og tilsvarende kunne man forvente ca. 25 % færre materielskadeulykker.
- Skadesfrekvensen stiger med stigende tæthed af vejadgange. Hvis risikoen for personskader var som på strækninger med 0 vejadgange, kunne der forventes ca. 48 % færre dræbte, ca. 36 % færre alvorligt tilskadekomne og ca. 42 % færre let tilskadekomne på de undersøgte statsveje.

Forbehold: Det kan være, at andre forhold end vejadgange har medvirket til at forårsage flere ulykker og personskader på strækninger med vejadgange, dog viser den særlige ulykkesanalyse, at vejadgange klart er den primære årsag til de flere ulykker og personskader.

- Andelen af ulykker og personskader sket på steder med vejudformningerne ”3-benet kryds” samt ”ud-/indkørsel” stiger, desto højere tæthed af vejadgange. Andelen af ulykker i ”kurve”, på ”lige vej” og ”på/under bro” falder derimod, når der er vejadgange.
- Blandt de 10 hovedulykkesituationer tyder der især på at være sammenhæng mellem antal vejadgange og:
 - Hovedsituation 3: Andelen af ulykker mellem trafikanter med samme kurs og med svingning stiger, desto flere vejadgange.
 - Hovedsituation 1: Andelen af ulykker mellem ligeudkørende med samme kurs falder, når der er vejadgange.
 - I relation til både hovedsituation 4 (ulykker med svingning, modsat kurs) og hovedsituation 5 (krydsningsulykker uden svingning) er der tendens til en mindre stigning i andelen af ulykker, desto flere vejadgange.
- Hvis ulykkesfrekvens og fordeling på hovedsituation var som på strækninger med 0 vejadgange, ville der kunne forventes 25 % færre ulykker i hovedsituation 0-2, 65 % færre ulykker i hovedsituation 3-6 og 21 % færre ulykker i hovedsituation 7-9, end det observerede på strækningerne i perioden 2010-2019.
- Dræbte og tilskadekomne 25-34-årige udgør en større andel af alle personskader, når der er vejadgange, end når der ingen vejadgange er. Omvendt udgør dræbte og tilskadekomne 55-74-årige en mindre andel, når der er vejadgange.
- Blandt 0-14-årige findes en stigning i personskadernes alvorlighedsgrad, desto flere vejadgange. En stigning i skadernes alvorlighedsgrad, når der er vejadgange, findes ligeledes blandt 25-34-årige, mens det omvendte er tilfældet blandt 65-74-årige.

6. Referencer

Elvik, R. (2017): *Avkjørselsregulering*. Afsnit 3.5 i *Trafikksikkerhåndboken – tilgået på www.tshandbok.no* den 22. februar 2021. Transportøkonomisk institutt, Oslo, Norge.

Hovd, A. (1981). *Trafikkulykker i avkjørsler – Sammenhenger mellom ulykkesnivå og avkjørselsavstand, avkjørselstetthet, avkjørsels- og riksvegtrafikk*. Rapport STF61 A81011. SINTEF Vegteknikk, Trondheim, Norge.

Jensen, S. U. (2017): *Uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer og værktøjer for landevejsnettet – kryds og strækninger i det åbne land*. Trafitec, Søborg, Danmark.

Schultz, G. G., Lewis, J. S. og T. Boschert (2007): *Safety impacts of access management techniques in Utah*. Transportation Research Record, vol. 1994, pp. 35-42.

Bilag 1

Der er sammenhæng mellem ulykker, personskader, ulykkesinvolverede elementer / personer og vejadganges tæthed i relation til:

Ulykkesart:	Ulykkerne er mere alvorlige på strækninger med vejadgange.
Hovedsituation:	<p>Andelen af PM-ulykker, P-ulykker og M-ulykker i hovedsituation 3-6 (krydsende med/uden svingning) stiger, desto flere vejadgange.</p> <p>Andelen af PM-ulykker og M-ulykker i hovedsituation 0-2 (eneulykker og ligeudkørende) falder, desto flere vejadgange. Tendens til fald for P-ulykker, desto flere vejadgange.</p> <p>Andelen af personskader i hovedsituation 3-6 stiger, desto flere vejadgange. Samtidig ses et fald i personskader i hovedsit. 7-9.</p> <p>Personskader i hovedsituation 3-6 er mindre alvorlige på strækninger med vejadgange.</p> <p>Personskader i hovedsituation 7-9 er mere alvorlige på strækninger med vejadgange.</p>
Ulykkesituation:	<p>Uhsit. 011/012 Eneulykker på lige vej/i kryds ved ligeudkørsel til højre/til venstre: Tendens til stigning, når der er vejadgange.</p> <p>Uhsit. 321 Påkørsel bagfra af køretøj placeret for venstresving: Stigning, desto flere vejadgange.</p> <p>Uhsit. 322 Venstresving ind foran medkørende: Stigning, når der er vejadgange.</p> <p>Uhsit. 022/024 Eneulykker i eller efter venstresvingende kurve, til højre eller til venstre: Stigning, når der er vejadgange.</p> <p>Uhsit. 910 Ulykker med dyr på kørebanen: Stigning, når der er vejadgange.</p> <p>Uhsit. 170 Vending foran medkørende: Fald, når der er vejadgange.</p>

	Uhsit. 140 Påkørsel bagfra mellem ligeudkørende, samme retning: Tendens til fald, når der er vejadgange.
Vejudformning:	Andelen af ulykker og personskader på steder med vejudformningerne "3-benet kryds" samt "ud-/indkørsel" stiger, desto højere tæthed af vejadgange.
	Andelen af ulykker og personskader i "kurve" falder, når der er vejadgange.
Krydsulykke:	Andelen af ulykker og personskader i kryds stiger, på strækninger med vejadgange.
Hastighedsbegrænsning:	Andelen af ulykker på 80 km/t strækninger udgør en større andel på strækninger med vejadgange.
Vejr:	Andelen af ulykker i regnvejr er større på strækninger med vejadgange – end på strækninger uden vejadgange.
Føre:	Andelen af ulykker i vådt føre er større på strækninger med vejadgange – end på strækninger uden vejadgange.
Belysning:	Andelen af ulykker på lokaliteter, hvor der ikke er lysarmaturer er betydelig højere på strækninger med vejadgange, end på strækninger uden vejadgange.
Elementart:	Lille procentuel stigning i andelen af ulykkesinvolverede motorcyklister og knallert-45 samt traktorer/motor-redskaber, når der er vejadgange (små forskelle)
	Tunge køretøjer (lastbil, bus mv.) peger på at udgøre en lavere andel af det samlede antal ulykkesinvolverede elementer, når der er vejadgange.
Elementart: MC, Kn30, Kn45, Cykel	Andelen af ulykkesinvolverede cyklister reduceres, når der er vejadgange, mens det modsatte er tilfældet for knallert-45.
Elementart: Kn30/cykel & ulykkesituation	Andelen af knallert-30 førere/cyklister i mødeuheld, både i element 2's kørebanelhalvdelen (uhsit. 241) samt i øvrigt (uhsit. 242), reduceres, når der er vejadgange (spinkelt datagrundlag).
	Andelen af højre-/venstresving ind foran medkørende (uhsit. 312/322) stiger, desto højere tæthed af vejadgange (spinkelt datagrundlag).

<p>Elementart= Kn30/cykel Cykelsti = dobbelt/en- kelt/kantbane & Stibrug</p>	<p>Ulykkesinvolverede knallert-30 føreres/cyklisters stibrug synes at være lavere, når der er vejadgange – end når der ingen vejadgange er.</p>
<p>Elementart= Kn30/cykel Cykelsti = dobbelt & Ho- vedsituation</p>	<p>Der synes at være en lavere andel knallert-30 førere/cyklister i hovedsituation 2 (ligeudkørende på samme vej med modsat kurs), når der er vejadgange på strækningerne (B2, C3 og D4), end når der ingen vejadgange er (A1) (spinkelt datamateriale).</p>
<p>Alder & Personskade:</p>	<p>Andelen af dræbte og tilskadekomne 25-34-årige stiger, når der er vejadgange, mens andelen af ældre tilskadekomne falder, når der er vejadgange.</p> <p>Blandt 0-14-årige findes en betydelig stigning i personskadernes alvorlighedsgrad, desto flere vejadgange.</p> <p>Blandt 15-24-årige findes en mindre procentuel stigning i alvorlighedsgraden, når der er vejadgange.</p> <p>Blandt 25-34-årige findes en stigning i skadernes alvorlighedsgrad, når der er vejadgange.</p> <p>Personskadernes alvorlighedsgrad blandt 65-74-årige tyder på at falde, når der er vejadgange.</p>

Der findes *ingen* sammenhæng mellem ulykker, personskader, ulykkesinvolverede elementer / personer og vejadganges tæthed i relation til:

Personskade:	Blandt de i alt 1.879 personskader (dr+alv+let) er der ikke fundet nogen sammenhæng mellem antal vejadgange og alvorlighedsgraden af personskaderne.
Lys:	Blandt 3.140 PM-ulykker, for hvilke lysforholdene på ulykkestidspunktet er kendt, er 64% sket i dagslys og 36% i mørke/tusmørke. Der er ikke fundet nogen sammenhæng mellem antal vejadgange og andelen af ulykker afhængig af lysforhold.
Sigt:	Blandt PM-ulykkerne er sigtforholdene kendt for 3.124 ulykker. Blandt disse var der sigtbart i relation til 94% af ulykkerne, og nedsat sigt for de resterende 6%. Der er ikke fundet nogen sammenhæng mellem antal vejadgange og sigtforhold. Dette gælder ligeledes, når ekstraueheld indgår i datamaterialet.
Lys & Belysning:	PM-ulykker sket i mørke eller tusmørke, hvor der samtidig findes belysning (armaturer) på ulykkeslokaliteten – og belysningen er kendt – udgør alene 110 ulykker. Der findes ingen sammenhæng mellem antal vejadgange og ulykker sket i mørke/tusmørke, hvor vejbelysning er tændt/ej tændt. Dette gælder ligeledes, når ekstraueheld indgår i datamaterialet.
Hovedsituation 3-6 & Lys	Der er ingen tydelig sammenhæng mellem andelen af ulykker i hovedsituation 3-6 i dagslys/mørke/tusmørke) og antal vejadgange.
Byzone:	Blandt de 3.147 PM-ulykker er 54 stedfæstet i byzone. Der er ikke fundet nogen tydelig sammenhæng mellem antal vejadgange og andelen af ulykker stedfæstet på strækninger i by- hhv. landzone. Det gælder også, når ekstraueheld indgår i datamaterialet.
Randbebyggelse:	93% af både PM- og PME-ulykker er sket på lokaliteter uden randbebyggelse. Der er ikke fundet nogen tydelig sammenhæng mellem antal vejadgange og andelen af ulykker på lokaliteter med randbebyggelse (etagebeboelse, forretningsgade, industrikvarter, villakvarter).
Vejarbejde:	Blandt de 3.147 PM-ulykker er der alene i relation til 67 ulykker vejarbejde på ulykkeslokaliteten. Der er ikke fundet nogen sammenhæng mellem antal vejadgange og andelen af ulykker sket på lokaliteter med vejarbejde.
Måned, Ugedag & Time:	Der er ikke fundet nogen sammenhæng mellem antal vejadgange og fordelingen af ulykker på hhv. måned, ugedag og ulykkestime.

Spritulykke:	16% af de 3.147 PM-ulykker er registreret som spritulykker, hvilket betyder, at mindst én af de ulykkesinvolverede førere/fodgængere i ulykken har været spirituspåvirket. Der er ikke fundet nogen sammenhæng mellem andelen af spritulykker og tætheden af adgangsveje.
Personart:	Personart angiver, hvorvidt føreren har gyldigt kørekort eller knallertbevis. Der er ingen sammenhæng mellem de ulykkesinvolverede førere/fodgængeres personart og vejadganges tæthed.
Elementart= Kn30/cykel	Der ses ingen tydelig sammenhæng mellem hovedsituation 0-2, 3-6 og 7-9 og vejadganges tæthed.
Elementart= Kn30/cykel & Cykelsti	Der ses ingen tydelig sammenhæng mellem andelen af ulykkesinvolverede knallert-30 førere/cyklister på lokaliteter med forskellige typer af cykelfaciliteter og vejadganges tæthed.
Køn:	Der er ingen sammenhæng mellem de ulykkesinvolverede førere/fodgængeres køn og vejadganges tæthed.
Promilletepe & Promille	Blandt de i alt 5.774 førere og fodgængere, for hvilke promilletepe og spirituspromille oplyst, er 9% skønnet spirituspåvirket eller målt med spirituspromille på 0,5 eller derover. Der er ikke fundet nogen sammenhæng mellem andelen af ulykkesinvolverede spirituspåvirkede førere/fodgængere og tætheden af vejadgange. Der er heller ikke fundet nogen sammenhæng mellem andelen af påvirkede førere/fodgængere pr. PM-ulykke og tætheden af vejadgange.