

Trafiksikkerhed i kryds med dobbeltrettede cykelstier



Thomas Skallebæk Buch
Søren Underlien Jensen

September 2013

Indhold

Sammenfatning	5
1. Indledning.....	9
2. Metode og datagrundlag	11
2.1 Krydsregistreringer	11
2.1.1 Krydsudpegning.....	12
2.1.2 Krydsregistrering	12
2.1.3 Kryds i undersøgelsen.....	14
2.2 Uheldstal	14
2.3 Trafiktællinger	16
2.3.1 Udtrækning af vej-stikryds	18
2.3.2 Vej-stikryds med 2-3 uheld	18
2.3.3 Kryds med 0-1 uheld	19
2.4 Modellering.....	21
3. Resultater.....	25
3.1 Uheldsfrekvenser for vej-stikryds.....	25
3.1.1 Uheldsfrekvenser og trafikmængder.....	25
3.1.2 Uheldsfrekvenser og vej-stikryds kendetegn.....	27
3.2 Uhelds- og personskademodeller for vej-stikryds	33
3.2.1 Alle uheld i vej-stikryds med 12-årig uheldsperiode.....	36
3.2.2 Personskader i uheld i vej-stikryds med 12-årig uheldsperiode	39
3.2.3 Alle uheld i vej-stikryds.....	41
3.2.4 Personskader i uheld i vej-stikryds	45
3.2.5 Opsamling på uhelds- og personskademodellerne	48
4. Konklusion	49
Referencer	51
Bilag 1 – Liste over kommuner	53
Bilag 2 – Opregning af trafiktællinger	55
Bilag 3 – Variable til modeller.....	57
Bilag 4 – Alternative modeller	59

Sammenfatning

Nærværende rapport er udført på baggrund af et ønske fra Vejregelgruppen Byernes Trafikarealer om at klarlægge, hvilken sammenhæng der er mellem udformning og ulykkesrisiko i kryds, hvor en dobbeltrettet cykelsti løber langs vej. Rapporten indeholder derfor en trafiksikkerhedsanalyse, der ved hjælp af uheldsfrekvenser og uheldstætheder søger at klarlægge nogle forhold ved udformningens betydning for ulykkesrisikoen. Analysen er begrænset til vigepligtsregulerede vej-vejkryds.

Datagrundlag og metode

I forbindelse med analysen er der foretaget krydsregistreringer, uheldsudtræk og trafiktællinger. På baggrund af dette beregnes uheldsfrekvenser, ligesom uhelds- og personskademodeller udvikles til at beregne uhelds- og personskadetætheden.

Samtlige vej-stikryds med dobbeltrettede cykelstier i forbindelse med vigepligtsregulerede vej-vejkryds i 17 kommuner er registreret. Krydsene er medtaget, hvis sidevejen er brolagt/asfalteret og har selvstændigt vejnavn eller en forventet ÅDT på minimum 100 køretøjer. De 17 kommuner er placeret i hele Danmark og er udtaget ved, at det ud fra uheldsudtræk fra 2000-2011 er skønnet, at kommunerne indeholder mindst ét vej-stikryds med minimum fire uheld på de 12 år. Ved hjælp af luftfoto og Google Street View er forskellige designforhold i krydsene registreret. I alt 776 kryds er registreret.

Politiregistrerede uheld i perioden 2000-2011 er udtrukket for krydsene. Den lange periode er valgt for at øge datamængden, da der årligt forekommer færre end 100 uheld i Danmark i vej-stikryds med dobbeltrettede cykelstier. I alt er der sket 384 uheld i de registrerede vej-stikryds. Individuelle uheldsperioder må dog anvendes for krydsene, da under halvdelen af vej-stikrydsene har haft samme design i hele uheldsperioden.

Trafiktal er nødvendige til at beregne uheldsfrekvenser og udarbejde modeller. Da trafiktal for cykelstier er sjældne, har det været nødvendigt at foretage tællinger i projektet. Det har dog ikke været tidsmæssigt muligt at tælle trafik i alle kryds. Det er valgt at tælle trafik i forholdsvis mange kryds i korte tidsrum frem for at tælle trafik i få kryds i lange tidsrum. Tællingerne er af 30 minutters varighed og er udført i maj og juni 2013. 188 kryds er udvalgt på baggrund af type, zone, uheldstal og designforhold og matchet med de øvrige kryds. Blandt de mest uheldsbelastede kryds er andelen af kryds med trafiktællinger højest.

På baggrund af uheld og trafiktal udregnes uheldsfrekvenser som antal uheld pr. million trafikanter.

Modeller udarbejdes, hvor uheds- og personskadetætheden (UHT) estimeres ved regressionsanalyse på baggrund af uafhængige variable bestående af trafikmængder (N_i) og designvariable (x_i):

$$UHT = a \cdot N_i^{P_i} \cdot \exp\left(\sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i\right)$$

hvor a , P_i og b_i er konstanter, der estimeres. Modellen opstilles som en negativ binomialfordelt log-link funktion og er udarbejdet ved GENMOD proceduren i programmet, SAS.

Modellerne estimeres for antallet af uheld i vej-stikrydsene og antallet af personskader i forbindelse med disse uheld. Der udarbejdes modeller på baggrund af to forskellige datamængder. Dels udvikles modeller på baggrund af de lidt under halvdelen af krydsene, hvor der ikke er foretaget ombygninger, og uhedsperioden er 12 år. På baggrund af to forskellige vægte udvikles desuden modeller baseret på samtlige kryds. Den ene vægt baseres på længden af hvert vej-stikryds' uhedsperiode divideret med 12 år. Den anden baseres på det samlede antal uheld/personskader i forbindelse med uheld, der involverer cykler og knallerter i Danmark. Modellerne er meget ens, og derfor anvendes den sidste vægtningsmetode.

Parameterestimerne og 95%-konfidensinterval for disse beregnes. Derudover beregnes modellens forklaringskraft. I fortolkningen af modellerne er det vigtigt at have for øje, at en designparameter kan vise sig at være signifikant, fordi den er korreleret med en trafikmængde, der ikke indgår. Ligeledes kan designparametre have betydning for antallet af uheld, selvom de ikke er signifikante.

Resultater

I undersøgelsens vej-stikryds er der sket 0,09 uheld i vej-stikrydsene pr. million motorkøretøjer, der krydser stien. Der er sket 0,47 cykeluheld pr. million cykler på stierne gennem vej-stikrydsene og 3,48 knallertuheld pr. million knallerter. Uhedsfrekvenserne falder generelt jo flere trafikanter, der krydser/kører på stien.

Vigepligtsforhold er af stor betydning for uhedsfrekvenserne. Uhedsfrekvensen er 0,00 for kryds i to plan, men medregnes 5 uheld, hvor en stitrafikant har fra-valgt at benytte stien, er frekvensen henholdsvis 0,01 pr. million krydsende motorkøretøjer og 0,34 pr. million stitrafikanter. Målt pr. million motorkøretøjer er uhedsfrekvensen 20 gange større, hvor vejen har vigepligt, end hvor stien har vigepligt (henholdsvis 0,18 og 0,01 uheld). Målt pr. million stitrafikant er frekvensen ca. fire gange så stor (henholdsvis 0,86 og 0,21 uheld). Det er særligt i vej-stikryds i forbindelse med rundkørsler eller T-kryds, hvor venstresving ikke er tilladt, at uhedsfrekvensen er markant højere, når vejtrafikken har vigepligt.

Uhedsfrekvenserne er generelt højere, hvor der er farvede cykelfelter (blå eller røde), ligesom uhedsfrekvensen stiger, jo længere afstand der er mellem stien og det nærmeste kørespor på primærvejen, når vejtrafikken har vigepligt. Omvendt

falder uheldsfrekvensen afhængig af denne afstand, når stitrafikken har vigepligt. Hastighedsbegrænsningen/anbefalet hastighed på krydsbenet, som stien krydser, og oversigtsforholdene for trafikanter med vigepligt har ingen betydning for uheldsfrekvenserne.

Det er i høj grad de samme variable, der indgår i modeller baseret på vej-stikryds med fuld uheldsperiode og modeller baseret på alle vej-stikryds. I uheldsmodeller indgår to trafikvariable, ÅDT for indkørende motorkøretøjer i vej-vejkrydset og ÅDT for stitrafik på stien. I personskademodeller indgår kun ÅDT for stitrafikken.

Der er fem designvariable, der går igen i de forskellige modeller – dog maksimalt fire i en model (se illustrationer i Figur 1 på næste side). Den vigtigste er tilstedeværelsen af stiplet midtlinje på stien i vej-stikrydset. Derudover er vigepligt vigtig. De tre øvrige variable omhandler forekomst af farvet cykelfelt, om vigepligten er skiltet med undertavle UB11.2 på sidevejens B11-tavle eller B11-tavle på stien, og om der er en kanalisering i vej-vejkrydset i form af en helle på sidevejen og/eller svingbaner på primærvejen.

Fælles for modellerne er, at tydeliggørelse af stien i form af skiltning, afmærkning som stiplet midtlinje og farvet cykelfelt såvel som kanalisering medfører en højere uheldstæthed i vej-stikrydsene. Vigepligt for vejtrafikken giver størst uheldstæthed, men er stien placeret bag vigelinjen eller overkørselsarealet for sidevejstrafik i forbindelse med vej-vejkrydset, er uheldstætheden på samme niveau som i tilsvarende kryds, hvor stitrafikken er pålagt vigepligt. Modellerne baseret på krydsene med fuld uheldsperiode har den største forklaringskraft, mens datagrundlaget er større, hvor alle kryds inddrages.

Konklusion

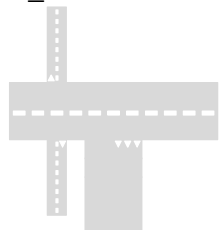
Vej-stikryds i to plan er den mest trafiksikre løsning. Både uheldsfrekvenserne og uheldsmodellerne viser, at antallet af uheld er lavest blandt vej-stikryds i ét plan, hvis vigepligten er pålagt stitrafikken – helst minimum seks meter fra nærmeste spor til ligeudkørende trafik på primærvejen. For vej-stikryds, hvor stien krydser en sidevej, tyder modellerne på, at det er en fordel, at stien er placeret bag vigelinjen på sidevejen i forhold til vej-vejkrydset. Er der ikke plads til at placere vej-stikrydset på sidevejen bag vigelinjen til vej-vejkrydset, antyder uheldsfrekvenserne, at det er en fordel at placere stien så tæt på det nærmeste spor til ligeudkørende trafik på primærvejen som muligt. Vej-stikryds med høj ÅDT for stitrafik er sikrere for den enkelte stitrafikant end vej-stikryds med lav ÅDT for stitrafik.

Modellernes resultater med negative effekter af tydeligere markering af vej-stikryds ved skiltning og afmærkning på stien (stiplet midtlinje og/eller farvet cykelfelt) forventes at være knyttet til stitrafikanternes adfærd. Det kan tænkes, at vej-stikryds med denne form for skiltning og afmærkning også er kendetegnet ved højere hastighed blandt stitrafikanter både pga. stiforløbets synlighed og den typiske placering af disse vej-stikryds på længere stistrækninger langs trafikveje. Ty-

delige stiforløb i vej-stikrydsene kan også øge stitrafikanternes tryghedsfølelse og muligvis gøre dem mere uopmærksomme.

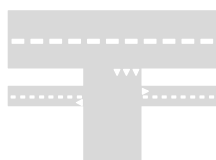
Vigepligtsforhold og stiplacering

Sti_hoved:



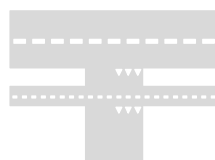
Sti har vigepligt og krydser primærvej

Sti_side_bag:



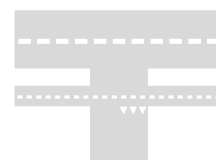
Sti har vigepligt og krydser sidevej bag vigepligten i vej-vejkryds

Vej_side_bag



Vej har vigepligt, og sti krydser sidevej bag vigepligten i vej-vejkryds

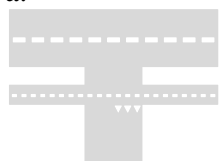
Vej_side_for



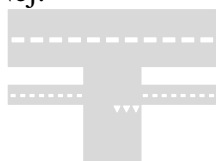
Vej har vigepligt, og sti krydser sidevej foran vigepligten i vej-vejkryds

Stiplet midtlinje

Ja:

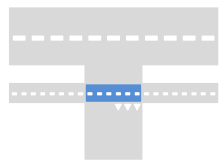


Nej:

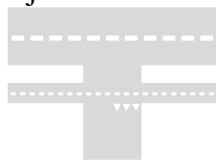


Farvet cykelfelt

Ja:



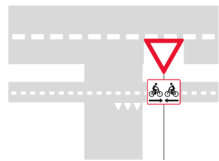
Nej:



Blåt eller rødt

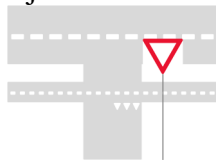
Skiltet vigepligt

Ja:

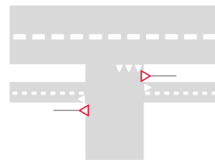


UB11.2 undertavle på sidevejens B11-tavle

Nej:

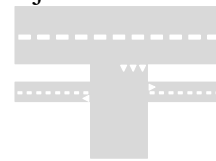


Ja:



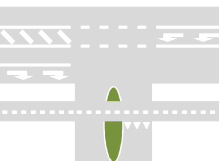
B11-tavle på stien

Nej:



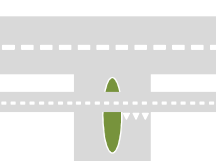
Kanalisering

Ja:



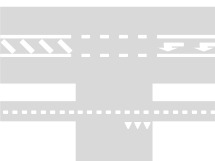
Helle på sidevej og svingbaner på primærvej

Ja:



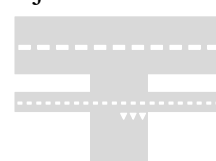
Helle på sidevej

Ja:



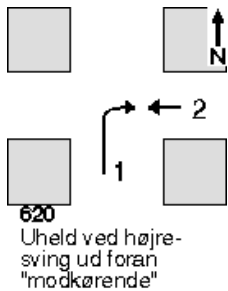
V-svingbane (og/eller H-svingbane) på primærvej

Nej:



Figur 1: Illustrationer af forskellige designforhold, der indgår i modelleringen.

1. Indledning



I et speciale af Buch (2011) ved DTU Transport er der undersøgt forhold omkring trafikantadfærd i vigepligtsregulerede trebenede vejkryds (T-kryds) og firebenede vejkryds (F-kryds), hvor en dobbeltrettet cykelsti skærer sidevejen. Specialet konkluderede, at der skete signifikant flere uheld mellem personbiler/varebiler og knallerter/cykler kørende på den dobbeltrettede cykelsti mod trafikken i nærmeste kørespor end med trafikken. Specialet viste desuden, at uheldssituation 620, hvor motorkøretøjet svingede til højre fra sidevejen var hyppigst forekommende. Et observationsstudie viste, at op til 20 % af de højresvingende bilister/varebilister fra sidevejen ikke så til højre før fremkørsel (Buch, 2011). Dette varierede dog afhængig af tilstedeværelsen af trafik på primærvej og lokalitet og dermed muligvis krydsdesignet (Buch, 2011).

Som supplement til denne viden har det været et ønske fra Vejregelgruppen Byernes Trafikarealer at klarlægge, hvilken sammenhæng der er mellem udformning og ulykkesrisiko. Følgende er derfor en trafiksikkerhedsanalyse, der ved hjælp af uheldsfrekvenser og uheldsmodeller søger at klarlægge betydningen af udformningen for ulykkesrisikoen. Ønsket har været, at denne analyse kan føre frem til anbefalinger for krydsudformning, afmærkning og regulering til brug for vejregler i såvel by som åbent land. Analysen er begrænset til vigepligtsregulerede vejkryds.

Undersøgelsen gør brug af politiregistrerede uheldsdata fra perioden 2000-2011 og trafiktællinger fra maj/juni 2013. Derudover er diverse designforhold registreret ved hjælp af luftfoto og Google Street View. På baggrund af dette er uheldsfrekvenser udregnet i forbindelse med forskellige krydsdesign, ligesom der er opstillet uhelds- og personskademodeller for vej-stikrydsene. Modellerne anvendes til at vurdere den sikkerhedsmæssige betydning af diverse designfaktorer.

2. Metode og datagrundlag

I følgende afsnit beskrives undersøgelsens datagrundlag, arbejdsgangen og metoden til opstilling af uhelds- og personskademodeller. Følgende afsnit beskriver krydsregistreringen, analysens uheld, trafiktællingerne og modelleringsarbejdet.

2.1 Krydsregistreringer

I rapporten skelnes der generelt mellem vej-vejkryds og vej-stikryds. Vej-stikrydset er forstået som skæringen mellem en dobbeltrettet cykelsti og et vejben i forbindelse med et vigepligtsreguleret vej-vejkryds. Der er set på følgende typer af vej-vejkryds:

- T-kryds
- F-kryds
- Rundkørsler

Det bemærkes, at der i enkelte tilfælde kan forekomme flere vej-stikryds i tilknytning til ét vej-vejkryds.

Vej-stikryds er kun medtaget, hvis det gælder, at der 100 meter fra krydset løber en dobbeltrettet cykelsti maksimalt 15 meter fra vejkanten i et af krydsbenene, og der ikke er andre stier, veje eller bebyggelser mellem den dobbeltrettede sti og vejbenet. Denne betingelse er sat for at sikre, at det kun er vej-stikryds i tilknytning til dobbeltrettede stier langs vej, der medtages i undersøgelsen. Vej-stikrydsene kan være udformet i såvel ét som to plan, men det skal gælde, at stien er afmærket eller skiltet som værende dobbeltrettet gennem vej-stikrydset f.eks. ved undertavle UB11.2 på sidevejens B11 vigetavle eller undertavle UD21.1 på stiens påbudstavle.

I forbindelse med vej-vejkrydset skal følgende to betingelser gælde om sidevejen:

1. Sidevejen/ind-/udkørslen skal have asfaltbelægning eller en brolægning dvs. grusveje sorteres fra
2. Sidevejen/ind-/udkørslen skal have et selvstændigt vejnavn eller føre til lokaliteter, der forventes at skabe en ÅDT på min. 100 køretøjer pr. døgn.

Således sorteres vej-stikryds fra, hvor det må forventes, at antallet af krydsende motorkøretøjer er meget lav.

2.1.1 Krydsudpegning

Udpegning af relevante vej-stikryds er et centralt aspekt i at få brugbare modeller. Det skal således undgås at skævvride data ved kun at inkludere bestemte kryds, uden der er taget hensyn til dette i analysen. På forhånd er det vurderet, at vejmyndighederne for de fleste relevante kryds er kommuner. Det vil næppe være muligt at få kommunerne til at udpege relevante kryds til undersøgelsen.

I stedet er uheldsdata benyttet til at finde relevante kommuner og derefter relevante kryds. I forbindelse med politiregistrerede uheld med cyklister eller førere af små knallerter skal politiet udfylde, om der er en dobbeltrettet cykelsti på stedet. Uheldsdata fra 2000-2011 er benyttet i analysen og derfor også til udpegningen af vej-stikryds. Først er der foretaget en hurtig scanning og udpegning af kommuner, hvor der på baggrund af vejnumre er vurderet at være et relevant vej-sti kryds med minimum fire uheld med en stitrafikant på en dobbeltrettet sti.

Herefter for hver af disse kommuner er uheldene med angivelse af dobbeltrettet cykelsti gennemgået ét efter ét med hensyn til lokalitet. Hvor der er tale om et vej-stikryds og et vej-vejkryds, der lever op til forudsætninger, er krydset registreret. Efterfølgende er alle øvrige relevante kryds på strækningen med den dobbeltrettede cykelsti (og eventuelle tilstødende strækninger) registreret. Efter denne gennemgang af kommunens uheld er kommunen undersøgt ved hjælp af luftfoto for at forsøge at klarlægge, hvorvidt nogle strækninger med dobbeltrettede cykelstier er blevet overset. På denne måde formodes det, at næsten samtlige relevante kryds i de enkelte kommuner, både med og uden uheld, er fundet og inddraget i analysen.

I undersøgelsen indgår i alt 776 vej-stikryds fordelt på 17 kommuner, som fremgår af *Bilag 1 – Liste over kommuner*. Der indgår både kommuner i Jylland, på Fyn og på Sjælland. De 17 kommuner har ikke været kontaktet i forbindelse med undersøgelsen, og undersøgelsens resultater er ikke opdelt på kommuner eller landsdele.

2.1.2 Krydsregistrering

Gennemgangen og registreringen af krydsene er sket med luftfoto og Google Street View. Der er benyttet luftfoto fra 1999, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010 og 2012 til registrering af krydsene. Det er dog værd at bemærke, at kvaliteten af luftfoto er betydeligt ringere for 1999-2006 sammenlignet med de efterfølgende år, hvilket kan gøre det svært at se f.eks. afmærkning. Afmærkningen kan dog også i periode have været uklar (se Figur 2). Derudover er der suppleret med Google Street View fotos, hvor det har været muligt, og disse fotos er fra 2009 eller nyere.



Figur 2: Til venstre ses en meget slidt afmærkning. Til højre er den "gamle" vigelinje bevaret.

I Tabel 1 ses en liste over de ting, der er registreret i krydsene. Registreringer, der er baseret på luftfoto, er udført for alle kryds, mens registreringer primært baseret på Google Street View fotos er udført, hvor det har været muligt.

Registreringstype	Primære værktøj	Evt. opmåling
Kanalisering på vejene	Luftfoto	
Vigepligtsforhold	Luftfoto	
Afmærkning på sti og vej	Luftfoto	
Skiltning (vigepligt, varslings og hastighedsbegrænsning)	Street View	
Fartdæmpning/overkørsler	Luftfoto	
Lille knallert tilladt?	Street View	
By-/landzone	Street View	
Oversigtsforhold	Luftfoto	Opmålt for trafikken med vigepligt baseret på minimumskravene i Vejreglerne for planlægning af vejryds
Længden af tilbagetrækning af sti i forhold til vej	Luftfoto	Afstand mellem stikant og kanten af nærmeste kørespor til ligeudkørende trafik i F- og T-kryds eller kanten af cirkulationsarealet i rundkørsler

Tabel 1: Liste over registreringer i krydsene samt det foretrukne værktøj til registreringen.

Da uheldsperioden er lang, 2000-2011, er der en mulighed for, at den skiltning, der er registreret ved hjælp af Google Street View ikke har været gældende for hele uheldsperioden.

Med hensyn til oversigtsforholdene er det vurderet, om parterne har stopsigt og, om de har den nødvendige oversigt ved vigelinjen. Til grund for disse vurderinger ligger kapitel 10 om oversigt i Vejreglernes håndbog, "Planlægning af kryds i åbent land" (Vejregelrådet, 2012). Luftfoto giver et rimeligt overblik over placeringen af træer, buske, hegn og bygninger, hvorfor opmåling af oversigtsforhold er muligt, men der er basis for fejlvurderinger. Niveauforskelle i landskabet kan være svære at vurdere ligesom buske og træer forandres over tid, og deres gennemsigtighed varierer over året. Hvor Google Street View har været tilgængeligt, er dette redskab benyttet til at supplere vurderingen af oversigtsforholdene.

2.1.3 Kryds i undersøgelsen

I undersøgelsen indgår i alt 776 vej-stikryds fordelt på 17 kommuner. Hovedparten af undersøgelsens kryds ligger indenfor byzone – i alt 499 kryds (64 %), mens de resterende ligger i landzone. En stor andel af krydsene ligger enten lige indenfor eller lige udenfor skellet mellem by- og landzone.

105 (14 %) af undersøgelsens vej-stikryds ligger i forbindelse med en rundkørsel, 87 (11 %) ligger i forbindelse med et F-kryds, mens de resterende 584 (75 %) vej-stikryds ligger i forbindelse med et T-kryds.

Vej-stikrydsene er inddelt i 4 forskellige typer, og fordelingen fremgår af Tabel 2. Type 4 består af to forskellige vej-vejkryds, men de er samlet, da det er de samme trafikstrømme af motorkøretøjer, der er relevante.

Krydstype	Beskrivelse	Antal kryds	Heraf i to plan
Type 1	Sti krydser primærvej (T- og F-kryds)	46	19 (41%)
Type 2	Sti krydser sidevej (T-kryds)	538	6 (1%)
Type 3	Sti krydser sidevej (F-kryds)	82	2 (2%)
Type 4	Sti krydser sidevej (rundkørsel, T-kryds hvor venstresvingsmanøvre ej er tilladt)	110	24 (22%)

Tabel 2: Vej-stikrydsene er fordelt på fire forskellige krydstyper.

2.2 Uheldstal

Undersøgelsen baserer sig på politiregistrerede uheld, der er trukket ud via vejman.dk. Som tidligere nævnt er der valgt en 12-årig uheldsperiode (2000-2011). Dette er en lang uheldsperiode, hvilket kan give anledning til nogle problematikker i forbindelse med mulige ændringer i trafiksammensætning og trafikmængder. Det er dog nødvendigt, da det i forbindelse med en forundersøgelse er vurderet, at der i forbindelse med relevante vej-stikryds hvert år registreres mindre end 100 uheld i hele Danmark, der implicerer stitrafikanter. Da det samtidigt vil være en meget ressourcetung opgave at registrere samtlige relevante vej-stikryds i Danmark, er det nødvendigt at acceptere den lange uheldsperiode for at få en tilstrækkelig datamængde.

I de 764 vej-stikryds og de tilhørende vej-vejkryds er der i alt sket 1031 uheld i den 12-årige uheldsperiode 2000-2011. 384 uheld af disse er sket i vej-stikrydsene, og i disse uheld har mindst én af parterne benyttet den dobbeltrettede cykelsti, heraf er der i to tilfælde tale om en stor knallert og i fem tilfælde en fodgænger (heraf to trækkende med en cykel). 205 uheld (53 %) involverer en cyklist på sti, og 180 uheld (47 %) involverer en fører af en lille knallert, der kører på sti.

I Tabel 3 ses, hvordan de 384 uheld fordeler sig på uheldsart. Knap halvdelen af uheldene er personskadeuheld.

Uheldsart	Pers.uheld	Mat.uheld	Ekstra uheld	I alt
Antal uheld	188	169	27	384

Tabel 3: Antallet af uheld med en trafikant, der har benyttet den dobbeltrettede cykelsti, fordelt på uheldsart.

373 af uheldene i vej-stikrydset involverer et motorkøretøj. Heraf involverer 242 (63 %) et motorkøretøj, der kører ud fra det krydsben, som stien skærer, og 128 (33 %) implicerer et motorkøretøj, der er på vej ind på det krydsben, stien skærer. I de sidste tre uheld er omstændighederne uklare. I 255 uheld (68 %) mellem et motorkøretøj og en stitrafikant kører stitrafikanten i modsat retning af trafikken i det nærmeste kørespor. I 118 uheld (32 %) kører stitrafikanten med trafikken. Undersøgelsens uheld er således kendetegnet ved de samme omstændigheder som fundet i Buch (2011).

Derudover er der 62 uheld, der implicerer en fodgænger, en cykel eller en lille knallert, som ikke har benyttet den dobbeltrettede cykelsti. Dette kan være et fravalg, det kan skyldes, at stien ikke har været anlagt på uheldstidspunktet, eller det kan skyldes, at den lette trafikants færdselsretning har været på tværs af stiens. I bare tre af disse uheld kan det siges med sikkerhed, at cyklisten/knallertkøreren har været på vej til eller fra den dobbeltrettede cykelsti.

De 384 uheld i vej-stikryds, hvor en af parterne har benyttet den dobbeltrettede cykelsti, er fordelt på 192 kryds (se Tabel 4).

Antal uheld	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Antal kryds	584	111	38	19	6	7	3	2	5	1

Tabel 4: Antallet af vej-stikryds i undersøgelsen fordelt efter antallet af uheld med en trafikant, der har benyttet den dobbeltrettede cykelsti.

I 24 vej-stikryds er der sket mere end tre uheld, mens der i 57 vej-stikryds er sket to eller tre uheld, og i de resterende 695 kryds er der maksimalt sket ét uheld. Som nævnt er udvælgelsen af kommuner sket med henblik på at få de mest uheldsbela-stede kryds med i undersøgelsen, dvs. kryds med minimum fire af denne type uheld i perioden 2000-2011. Undersøgelsen omfatter næsten alle disse kryds i Danmark.

Lige under halvdelen af krydsene er blevet anlagt før 2000 (dvs. synlig på luftfoto fra 1999) og ikke blevet ombygget siden og kan derfor medtages for hele uheldsperioden. De resterende vej-stikryds er enten blevet anlagt i løbet af uheldsperioden, eller der er foretaget en ombygning, hvorfor det er nødvendigt at reducere længden af analyseperioden for disse. Da der kun er medtaget hele kalenderår for de enkelte kryds er uheldsmængden reduceret lidt i forhold til ovenstående.

I Tabel 5 fremgår datamængden anvendt i forbindelse med beregnede uheldsfrekvenser og modeller.

Uheldsperiode	Uheldsfrekvenser		Modeller	
	Antal kryds	Antal uheld	Antal kryds	Antal uheld
12 år: ingen ombygninger	371	201	332	191
1-11 år: ingen ombygninger	296	51	301	70
Ombygget: Førperiode anvendt	97	113	42	31
Ombygget: Efterperiode anvendt			34	13
I alt	764	365	709	305
Frasorterede	12	19	67	79

Tabel 5: Vej-stikryds og uheld fordelt efter om krydset indgår med 12 års uheldsperiode eller en forkortet uheldsperiode. Ved ombyggede kryds indgår enten hele krydssets uheldsperiode (før + ombygning + efter) eller ingen uheldsperiode i beregning af uheldsfrekvenser afhængig af arten af ombygning.

De registrerede ombygninger omfatter bl.a. ombygning til rundkørsel, tilføjelse af svingbaner, ændring af vigepligtsforhold i vej-stikrydset og ændringer i markeringen af stiens forløb over krydsbenet. Frasorterede vej-stikryds omfatter kryds, hvor det pga. ombygninger ikke har været muligt at medtage et helt kalenderår. I beregning af modeller er vej-stikryds i to plan desuden sorteret fra, hvilket begrundes nærmere i 3.2 *Uhelds- og personskademodeller for vej-stikryds*.

2.3 Trafiktællinger

Trafikmængder er et centralt element i at kunne sige noget om uheldsrisikoen ved vej-stikryds med dobbeltrettede cykelstier. Desværre er trafikdata på cykelstier sjældent tilgængelige, og det har derfor været nødvendigt at foretage manuelle trafiktællinger i forbindelse med denne undersøgelse.

Vejdirektoratets vejledning i trafiktællinger (Vejdirektoratet, 2006) anbefaler ikke manuelle trafiktællinger på mindre end fire timers varighed. På fire timers tællinger er der stadig forventet en betydelig usikkerhed, ca. 15 % for motorkøretøjer og 36 % for cykel- og knallertrafik (Vejdirektoratet, 2006). Da trafiktællinger i 776 kryds af selv fire timers varighed helst i tidsrummet 13-17 på en tirsdag, onsdag eller torsdag er urealistisk, har det været nødvendigt at gå på kompromis. I dette tilfælde har der været fokus på at få tællinger fra mange steder, så tællertiden er reduceret til 30 min, og der er talt i 188 kryds, mens trafikmængderne i de resterende kryds er anslået på baggrund af de talte kryds. Tællingerne er foretaget i maj og juni 2013, hvor antallet af cykler og knallerter ligger i den høje ende, og der er talt på hverdage mellem kl. 7 og 18, hvorefter der er opregnet til ÅDT på bag-

grund af forskrifterne i Vejdirektoratet (2006). I *Bilag 2 – Opregning af trafiktællinger* er der redegjort for de antagelser, der er foretaget i forbindelse med opregningen.

Tællingerne giver et indtryk af trafikmængderne på de enkelte steder, men er selvfølgelig behæftet med stor usikkerhed. Særligt antallet af knallerter, der oftest er meget lavt, er forbundet med meget stor usikkerhed.

Tællingerne opdeles på tre trafikantgrupper:

- Cykler
- Knallerter (lille knallert, stor knallert)
- Øvrige motorkøretøjer

Der ses bort fra fodgængere, som kun forventes at have betydning i en meget lille andel af krydsene. En lille knallert har tilladelse til at køre på de fleste af undersøgelsens cykelstier, mens en stor knallert altid skal køre på vejen. Det kan være svært at se forskel på de to knallerttyper, og der er en tendens til, at førerne af begge typer udviser samme adfærd (en lille knallert er tilmed ofte konstruktiv ændret), og derfor skelnes der ikke mellem de to knallerttyper i trafiktællingerne.

For tællingerne af cykel- og knallertrafik skelnes der mellem, om trafikanten færdes på den dobbeltrettede cykelsti i stikrydset eller kører på vejen.

I en stikprøve på tyve af de foretagne trafiktællinger er det talte antal af motorkøretøjer sammenlignet med landstrafikmodellens trafikdata. Dette giver noget blandede resultater med afvigelser varierende fra ca. 1 % til langt over 100 %. Årsagen til afvigelse kan være, at landstrafikmodellen er bedst til at håndtere trafikken på det overordnede vejnet. Ved et par af de store afvigelser har det været muligt også at sammenligne de talte trafikmængder med tællinger på kommunernes hjemmesider, og her har det vist sig, at afvigelse har været betydeligt mindre – afvigelse på 25 % eller mindre. Da dette er hæderligt i forhold til de forventede usikkerheder ved den valgte tællemetode, er det valgt at basere analyserne udelukkende på de foretagende trafiktællinger.

I nogle af krydsene er trafikmængderne begrænsede, og der kan være nogle trafiktyper, der ikke forekommer. Dette gælder særligt knallertrafik. Da trafik på 0 køretøjer er u hensigtsmæssig i forbindelse med modellering, er der i disse tilfælde skønnet en trafikmængde. I 5 tilfælde er der ikke talt motorkøretøjer, der krydser stien, og derfor er ÅDT skønnet til at være 100 motorkøretøjer på disse vejgrene – svarende til kriteriet for, om kryds er medtaget, hvis sidevejen ikke har eget vejnavn. I 27 kryds er der ikke talt cyklister på stien, og her er ÅDT skønnet til at være 20 cyklister. I 110 kryds er der ikke talt knallerter på stien, og ÅDT er skønnet til 5 knallerter.

2.3.1 Udtrækning af vej-stikryds

Med henblik på trafiktællingerne er krydsene først og fremmest grupperet efter hvor mange uheld, der er sket i vej-stikrydsene 2000-2011, hvor mindst én af parterne har benyttet den dobbeltrettede cykelsti. I Tabel 6 er vej-stikrydsene fordelt, og antallet af kryds til tælling er listet. Der har været fokus på at få en større sikkerhed omkring trafikmængderne i de vej-stikryds, hvor der rent faktisk er forekommet uheld. Som det fremgår af Tabel 6 tælles trafikken i samtlige kryds med mere end tre uheld¹, og i ca. halvdelen af krydsene med mindst to uheld.

Uheld i krydsene	Antal vej-stikryds	Antal med tælling	Andel tælling
>3	24	23	1/1
2-3	57	28	Ca. 1/2
0-1	695	137	Ca. 1/5

Tabel 6: Antallet af vej-stikryds i undersøgelsen og antallet af vej-stikryds med trafiktælling afhængig af antallet af uheld med en trafikant, der har benyttet den dobbeltrettede cykelsti.

For de vej-stikryds hvor der er sket færre end fire uheld, er krydsene opdelt i grupper med fælles kendetegn og dermed muligvis lignende trafikmængder. For hver gruppe er ét kryds tilfældigt udtrukket til tælling, hvorefter de resterende kryds i gruppen har fået tildelt den samme trafikmængde.

To parametre er vurderet at have særlig betydning for trafikmængderne og anvendes derfor i grupperingen. Der er tale om krydstyperne omtalt i Tabel 2 samt, hvorvidt vej-stikrydset er placeret i by- eller landzone. Krydstypen har betydning for de mulige trafikstrømme, mens det forventes, at placeringen i by- eller landzone har stor betydning for trafikmængderne, særligt for cyklister. Hvor det er muligt, er der foretaget gruppering ud fra andre designelementer, der kan tænkes at have betydning for trafikmængderne.

2.3.2 Vej-stikryds med 2-3 uheld

I Tabel 7 er de i alt 57 vej-stikryds med to eller tre uheld inddelt efter krydstype og deres placering i by- eller landzone, mens der er set bort fra en inddeling afhængig af andre designelementer pga. det beskedne antal kryds. Krydsene er inddelt i 28 grupper, hvor der for hver gruppe tælles trafik i ét kryds.

¹ Det ene kryds viste sig umulig at tælle pga. vejarbejde, og trafikmængden er derfor skønnet ved tilfældig udtrækning af et af de resterende 23 kryds. Der er udtrukket et "velligende" kryds, dvs. et T-kryds placeret i byzone uden kanalisering i form af helle på sidevejen eller svingbaner på primærvejen.

Krydstype/zone	By	Land	I alt
Type 1	0	1 (1)	1 (1)
Type 2	24 (12)	14 (7)	38 (19)
Type 3	7 (3)	4 (2)	11 (5)
Type 4	4 (2)	3 (1)	7 (3)
I alt	35 (17)	22 (11)	57 (28)

Tabel 7: Antal vej-stikryds og i parentes antal grupper til trafiktælling fordelt efter krydstype og placering i by- eller landzone.

2.3.3 Kryds med 0-1 uheld

I alt er der 691 vej-stikryds med 0 eller 1 uheld. Disse fordeler sig på de fire krydstyper på følgende måde:

- Type 1: 45
- Type 2: 480
- Type 3: 68
- Type 4: 98

I det følgende ses grupperingerne afhængig af krydstyper.

Type 1: T-kryds eller F-kryds, sti krydser primærvej

De 45 vej-stikryds af denne krydstype er inddelt i 11 grupper, hvoraf trafikken i ét kryds fra hver gruppe tælles. Krydsene er udelukkende grupperet efter, hvorvidt de er placeret i by- eller landzone. Inddelingen ses af Tabel 8:

By	Land	I alt
16 (5)	29 (6)	45 (11)

Tabel 8: Antal vej-stikryds og i parentes antal grupper til trafiktælling fordelt efter placering i by- eller landzone.

Type 2: T-kryds, sti krydser sidevej

Der er i alt 480 af disse vej-stikryds, og dette giver mulighed for en inddeling efter flere kendetegn.

I 27 af vej-stikrydsene krydser den dobbeltrettede cykelsti sidevejen, men fortsætter kun på den ene side af denne (se eksempel på Figur 3). Det forventes, at antallet af trafikanter på stien vil være større i den ene retning frem for den anden i disse vej-stikryds. Disse kryds er inddelt efter, om de er placeret i by- eller landzone.



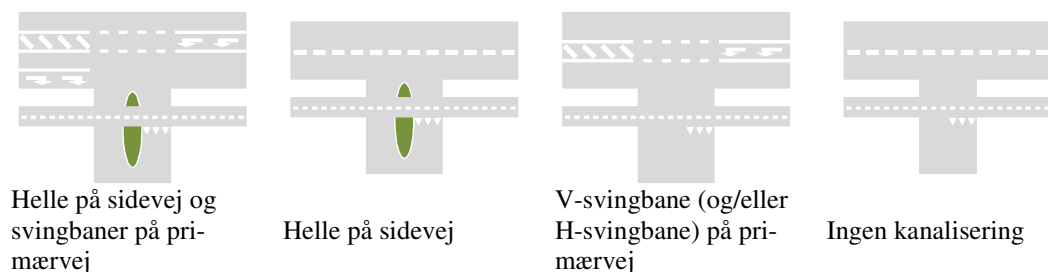
Figur 3: Den dobbeltrettede sti ophører i forbindelse med krydset.

Der er dannet 5 grupper, hvoraf ét kryds fra hver gruppe tælles (se Tabel 9).

	By	Land	I alt
Dobbeltrettet sti slutter	9 (2)	18 (3)	27 (5)

Tabel 9: Antal vej-stikryds og i parentes antal grupper til trafiktælling fordelt efter placering i by- eller landzone.

De resterende 453 kryds er inddelt efter, om der er kanalisering i vej-vejkrydset. Med til kanalisering i dette tilfælde regnes svingbaner på primærvej og/eller helle på sidevejen (se Figur 4). Denne form for kanalisering kan hænge sammen med, at der er en større mængde trafik, der krydser den dobbeltrettede cykelsti end, hvis kanaliseringen ikke forekommer.



Figur 4: Krydsene i de tre første illustrationer har kanalisering, mens det sidste ikke har.

I alt er der inddelt i 86 grupper, hvor der tælles ét kryds fra hver (se Tabel 10).

Kanaliserings?/zone	By	Land	I alt
Ja	43 (8)	32 (6)	75 (14)
Nej	289 (55)	89 (17)	378 (72)
I alt	332 (63)	121 (23)	453 (86)

Tabel 10: Antal vej-stikryds og i parentes antal grupper til trafiktælling fordelt efter ovennævnte kanalisering og placering i by- eller landzone.

Type 3: F-kryds, sti krydser sidevej

De 68 kryds af denne type er inddelt efter placering i by- eller landzone og, hvilken kanalisering der er i krydset. Med til kanalisering regnes ligesom ovenfor svingbaner på primærvej og/eller helle på sidevejen. I alt er der inddelt i 14 grupper, hvor der tælles ét kryds fra hver (se Tabel 11).

Kanaliserings?/zone	By	Land	I alt
Ja	10 (3)	9 (3)	19 (6)
Nej	31 (5)	18 (3)	49 (8)
I alt	41 (8)	27 (6)	68 (14)

Tabel 11: Antal vej-stikryds og i parentes antal grupper til trafiktælling fordelt efter ovennævnte kanalisering og placering i by- eller landzone.

Type 4: Vejgren i rundkørsel eller T-kryds, hvor venstresving ikke er tilladt

De 98 vej-stikryds af denne type er udelukkende fordelt efter placeringen i by- eller landzone, da stort set samtlige kryds har helle på sidevejen. Krydsene er fordelt på 21 grupper (se Tabel 12).

By	Land	I alt
52 (12)	46 (9)	98 (21)

Tabel 12: Antal vej-stikryds og i parentes antal grupper til trafiktælling fordelt efter placering i by- eller landzone.

2.4 Modellering

Uhedsanalysens resultater er præsenteret på to måder. Dels er der beregnet uhedsfrekvenser på baggrund af trafikmængderne og nogle designfaktorer, og dels er der fremstillet uheds- og personskademodeller.

Der anvendes en modeltype, hvor uheds- og personskadetætheden (UHT) estimeres ved regressionsanalyse på baggrund af uafhængige variable bestående af trafikmængder (N_i) og designvariable (x_i):

$$UHT = a \cdot N_i^{P_i} \cdot \exp\left(\sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i\right)$$

hvor a , P_i og b_i er konstanter, der estimeres. Antallet af uheld i det enkelte kryds er poissonfordelt, men det er erfaringen, at variansen er større end middelværdien, når der ses på flere steder. Derfor opstilles modellen som en negativ binomialfordelt log-link funktion, og det er således følgende model, der estimeres:

$$\ln(UHT) = \ln(a) + P_i \cdot \ln(N_i) + \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i$$

Der estimeres forskellige modeller afhængig af, hvilken uheldstæthed ønskes beregnet. Modellerne er estimeret for antallet af uheld i vej-stikrydsene og antallet af personskader i forbindelse med disse uheld. Antallet af personskader er dog begrænset, og denne model er derfor ikke så god, hvis det samme antal designvariable inkluderes.

Som tidligere nævnt er flere af vej-stikrydsene ombygget eller har ikke været anlagt i hele analyseperioden. Derfor udarbejdes modellerne på baggrund af to forskellige datasæt. Dels er modeller udviklet på baggrund af de lidt under halvdelen af vej-stikrydsene, hvor der ikke er foretaget ombygninger, og uheldsperioden er 12 år.

Desuden er modeller baseret på samtlige vej-stikryds udviklet, hvor der tilføjes en vægt (weight statement) til krydsene, der håndterer de forskellige uheldsperioder. Der er udviklet modeller på baggrund af to forskellige vægte. Den ene vægt er baseret på længden af hvert vej-stikryds' uheldsperiode divideret med 12 år. Den anden er baseret på det samlede antal uheld/personskader i forbindelse med uheld, der involverer cykler og knallerter i Danmark. Den er udregnet som summen af uheldene/personskaderne i Danmark i hvert vej-stikryds' uheldsperiode divideret med summen af uheldene/personskaderne i Danmark i analyseperiodens 12 år.

Til estimering af modellerne er proceduren GENMOD benyttet i programmet SAS. a , P_i og b_i estimeres, og det vurderes, om de er statistisk signifikante, og et 95%- konfidensinterval for parameterestimererne beregnes. Ligeledes beregnes spredningsparameteren, k . k er et udtryk for, hvor meget uforklaret systematisk variation, der findes. Ved at sammenligne k for en given model med den oprindelige k -værdi (estimeret uden inddragelse af variable) kan Elviks indeks beregnes, hvilket kan sige noget om modellens forklaringskraft. Elviks indeks, R_k^2 , er følgende:

$$R_k^2 = 1 - \frac{k_{model}}{k_{oprindelig}}$$

Indekset beskriver, hvor stor en andel af den systematiske variation, modellen kan forklare. Dvs. hvis resultatet er 0,6, kan modellen forklare 60 % af den systematiske variation. Foruden den systematiske variation vil der også være den tilfældige variation i antallet af uheld et givent sted, som ikke kan forklares med en model.

Til udvikling af modellen testes først samtlige relevante variable for, om de er statistisk signifikante, og hvor god deres forklaringskraft er. Herefter tilføjes variablerne én af gangen med udgangspunkt i de ”bedste” variable, dvs. de mest signifikante med den bedste forklaringskraft. Først udvælges trafikvariable og derefter tilføjes designvariable. Hver gang en variabel tilføjes bedømmes den nye model i forhold til den forudgående ved:

1. En type 1 test, hvor det testes om den nye variabel er statistisk signifikant i den nye model.
2. En type 3 test, hvor det testes om de enkelte variable er statistisk signifikante i den nye model.
3. Sammenligning af AIC-værdier (Akaike’s Information Criterion). Hvis den nye model har en lavere AIC-værdi er den umiddelbart bedst. Er AIC for den nye model kun lidt lavere (1-2), bør modellen med færrest variable som hovedregel vælges. Er forskellen lidt større, kan der være gode grunde til at vælge modellen med færrest variable. Er AIC for den nye model mere end 10 lavere, bør modellen med flest variable vælges.

I fortolkningen af modellerne er det vigtigt at have for øje, at nogle af de variable, der ikke er medtaget (signifikante), sagtens kan have en betydning for uheldstætheden i vej-stikrydsene. Den manglende signifikans kan skyldes, at parameteren er stærkt korreleret med én eller flere af de øvrige variable. Ligeledes kan det være, at en designparameter viser sig at være signifikant, fordi den er korreleret med en trafikmængde, der ikke indgår. F.eks. kan tilstedeværelsen af en helle på sidevejen og/eller svingbaner på primærvejen tænkes at være et udtryk for, om der er mange motorkøretøjer, der benytter sidevejen og dermed krydser vej-stikrydset.

3. Resultater

I følgende afsnit er analysens resultater præsenteret. I første del er uheldsfrekvenser (uheld pr. trafikant) præsenteret for vej-stikrydsene afhængig af forskellige parametre, og i anden del beskrives resultaterne af modelleringen i form af uhelds- og personskadetætheder (uheld eller personskader pr. kryds).

3.1 Uheldsfrekvenser for vej-stikryds

I det følgende er uheldsfrekvenser for vej-stikrydsene opgjort. Der er set på betydningen af trafikmængder og krydstyper. Uheldsfrekvenserne er opgjort på baggrund af 764 vej-stikryds med 365 uheld. Der er ikke taget hensyn til eventuelle ombygningsperioder med mindre andet er angivet.

Uheldsfrekvensen er beregnet ved at dividere antallet af uheld med trafikmængden i uheldsperioden, dvs. ÅDT for hvert enkelt kryds er multipliceret med 365 dage samt længden af uheldsperioden (antal år) for hvert enkelt kryds – dvs. minimum ét år og maksimalt 12 år.

3.1.1 Uheldsfrekvenser og trafikmængder

I Tabel 13 er uheldsfrekvenserne for alle uheld i vej-stikryds beregnet afhængig af krydsende motorkøretøjer og stitrafikken. For antallet af krydsende motorkøretøjer er der en klar sammenhæng mellem jo mere trafik, der passerer stien, desto færre uheld og personskader sker der pr. trafikant i vej-stikrydset. For stitrafikken findes stort set samme sammenhæng, men gruppen med den laveste trafikmængde skiller sig ud. Denne gruppe omfatter bl.a. de kryds, hvor der ikke er talt stitrafik, men denne blot er skønnet til 20 cykler og fem knallerter pr. dag. Omkring halvdelen af uheldene er personskadeuheld, og frekvensen for personskader følger stort set samme mønster som uheldsfrekvenserne. Samlet for stitrafikken er der sket 0,79 uheld og 0,39 personskader for hver million stitrafikanter.

Krydsende motorkøretøjer		Stitrafik	
ÅDT	Uheldsfrekvens	ÅDT	Uheldsfrekvens
0-250	0,43 (0,21)	0-50	1,60 (0,78)
250-1000	0,30 (0,14)	50-100	2,60 (1,41)
1000-2000	0,15 (0,08)	100-200	0,98 (0,45)
2000-5000	0,07 (0,04)	200-400	0,56 (0,25)
Over 5000	0,01 (0,00)	Over 400	0,43 (0,21)
I alt	0,09 (0,04)	I alt	0,79 (0,39)

Tabel 13: Uheld i vej-stikrydset henholdsvis pr. million motorkøretøjer, der passerer stien, og pr. million stitrafikanter, der kører på stien. I parentes ses frekvenserne for personskader. 764 vej-stikryds, 365 uheld, 178 personskader.

I Tabel 14 er antallet af uheld i vej-stikrydsene opgjort pr. million krydsende motorkøretøjer opdelt i forhold til ÅDT på krydsbenet med vej-stikrydset og på stien. Overordnet falder uheldsfrekvenserne i takt med stigende ÅDT på krydsbenet, og uheldsfrekvenser stiger i takt med større ÅDT på stien. Nogle af udsvingene kan muligvis forklares med usikkerhederne særligt for tællingerne af stitrafik, men det er også sandsynligt, at faktorer omkring design spiller ind.

ÅDT	Stitrafik						
	Krydsende motorkøretøjer	0-50	50-100	100-200	200-400	Over 400	I alt
0-250		0,33	0,40	0,57	0,41	2,73	0,43
250-1000		0,16	0,27	0,36	0,36	0,30	0,30
1000-2000		0,02	0,35	0,13	0,06	0,35	0,15
2000-5000		0,00	0,18	0,02	0,06	0,10	0,07
Over 5000		0,00	0,01	0,00	-	0,02	0,01
I alt		0,03	0,21	0,09	0,12	0,08	0,09

Tabel 14: Antal uheld i vej-stikrydsene pr. million krydsende motorkøretøjer afhængig af ÅDT for krydsende motorkøretøjer og stitrafik på stien. 764 vej-stikryds, 365 uheld.

At andre faktorer end trafikmængderne har betydning for antallet af vej-stiuheld fremgår tydeligt af Tabel 15. Som udgangspunkt stiger uheldsfrekvensen per cyklist i takt med, at antallet af krydsende motorkøretøjer stiger. Nogle kombinationer af ÅDT skiller sig dog lidt ud, hvilket i nogen grad kan skyldes få kryds med disse kombinationer. Der ses dog et markant lavere antal uheld pr. cyklist på stien, hvor antallet af krydsende motorkøretøjer er på over 5.000 i døgnet. Dette tyder klart på, at nogle designfaktorer må have en betydning.

ÅDT	Krydsende motorkøretøjer						
	Cykler på sti	0-250	250-1000	1000-2000	2000-5000	Over 5000	I alt
0-50		0,54	2,84	4,02	0,00	1,69	1,60
50-100		0,28	0,62	1,08	2,27	0,00	0,70
100-200		0,22	0,72	2,79	0,14	0,35	0,51
200-400		0,25	0,31	0,22	0,52	0,26	0,31
Over 400		0,69	0,23	0,67	1,29	0,17	0,34
I alt		0,36	0,43	0,71	0,59	0,28	0,47

Tabel 15: Antal cykeluheld i vej-stikrydsene pr. million cykler på stierne afhængig af ÅDT for krydsende motorkøretøjer og cykler på sti. 764 vej-stikryds, 192 uheld.

Ligeledes er uheldsfrekvenser for knallerteruheld i vej-stikryds pr. million knallerter opgjort afhængig af ÅDT for knallerter på sti og krydsende motorkøretøjer (se Tabel 16). Ligesom for cykler ses også markant færre uheld pr. millioner knallerter, når ÅDT for krydsende motorkøretøjer er over 5.000. I de øvrige kombinationer af ÅDT for knallerter på sti og krydsende motorkøretøjer, er der ikke et helt klart

mønster, hvilket muligvis kan skyldes den lave trafikmængde for knallerter og den store usikkerhed ved disse tællinger.

Knallerter på sti (ÅDT)	Krydsende motorkøretøjer (ÅDT)					
	0-250	250-1000	1000-2000	2000-5000	Over 5000	I alt
0-10	4,50	10,76	12,11	24,49	1,32	8,68
10-25	1,80	7,57	5,44	22,92	0,00	5,60
25-50	-	1,59	5,05	16,01	1,95	3,22
50-100	2,98	4,11	0,95	0,21	0,62	1,82
Over 100	-	-	0,19	0,00	-	0,14
I alt	3,26	4,91	2,90	3,56	0,97	3,48

Tabel 16: Antal knallertuheld i vej-stikrydsene pr. million knallerter på stierne afhængig af ÅDT for krydsende motorkøretøjer og knallerter på sti. 764 vej-stikryds, 172 uheld.

Overordnet er der sket 0,09 uheld pr. million motorkøretøjer, der krydser vej-stikrydset, mens der er sket 0,47 cykeluheld pr. million cykler og 3,48 knallertuheld pr. million knallerter.

3.1.2 Uhedsfrekvenser og vej-stikryds kendetegn

I det følgende beskrives uhedsfrekvenserne i forhold til vej-stikrydsenes kendetegn. I nogle af tabellerne opdeles der på de krydstyper, der også er opdelt på i forbindelse med trafiktællinger:

- **Type 1:** Sti krydser primærvej (T- og F-kryds)
- **Type 2:** Sti krydser sidevej (T-kryds)
- **Type 3:** Sti krydser sidevej (F-kryds)
- **Type 4:** Sti krydser sidevej (rundkørsel, T-kryds hvor venstresvingmanøvre ej er tilladt)

Det har en stor betydning for antallet af uheld i vej-stikrydset pr. stitrafikant, om vej-stikrydset befinder sig i land- eller byzone, mens dette overordnet ikke har den store betydning for antallet af stiuheld pr. krydsende motorkøretøj (se Tabel 17). Det er specielt i T- og F-kryds, hvor stien krydser en sidevej (Type 2 og 3), hvor uheldsrisikoen er markant højere i landzone. Dette kan hænge sammen med mindre stitrafik, højere hastigheder hos motorkøretøjer og flere knallertuheld på landet. For Type 1 og 4 er der ikke så stor forskel på, om krydsene er beliggende i by eller på land, hvilket kan hænge sammen med, at vigepligten i disse kryds ofte er pålagt stitrafikken, og nogle af krydsene er i to plan.

Stitrafik				Krydsende motorkøretøjer			
Krydstype	By	Land	I alt	Krydstype	By	Land	I alt
Type 1	0,21	0,00	0,16	Type 1	0,01	0,00	0,00
Type 2	0,56	2,55	0,81	Type 2	0,16	0,37	0,21
Type 3	0,75	2,63	1,00	Type 3	0,11	0,25	0,13
Type 4	0,71	0,59	0,68	Type 4	0,04	0,01	0,02
I alt	0,59	1,91	0,79	I alt	0,10	0,07	0,09

Tabel 17: Uheldsfrekvenser afhængig af om vej-stikrydsene er beliggende i by eller landzone. Til venstre stiuheld pr. million stitrafikanter og til højre stiuheld pr. million krydsende motorkøretøjer. 764 vej-stikryds, 365 uheld.

Betydningen af hastigheden hos motorkøretøjerne er medtaget i Tabel 18. I dette tilfælde anvendes hastighedsbegrænsningen (generel eller lokal) eller den anbefalede hastighed (hvis en sådan er skiltet) 100 meter fra vej-stikrydset ad det krydsben, stien skærer.

Stitrafik					Krydsende motorkøretøjer				
Kryds- type	By		Land		Kryds- type	By		Land	
	15-40 km/t	50-80 km/t	30-70 km/t	80-130 km/t		15-40 km/t	50-80 km/t	30-70 km/t	80-130 km/t
Type 1	0,00	0,29	0,00	0,00	Type 1	0,00	0,02	0,00	0,00
Type 2	0,65	0,63	1,98	2,97	Type 2	0,28	0,15	0,27	0,48
Type 3	0,86	0,72	1,82	2,81	Type 3	0,13	0,10	0,27	0,22
Type 4	0,48	0,72	0,55	0,66	Type 4	0,01	0,04	0,01	0,01
I alt	0,65	0,64	1,40	2,20	I alt	0,15	0,09	0,05	0,09

Tabel 18: Uheldsfrekvenser afhængig af om vej-stikrydsene er beliggende i by- eller landzone og hastighedsbegrænsningen/anbefalet hastighed på krydsbenet. Til venstre stiuheld pr. million stitrafikanter og til højre stiuheld pr. million krydsende motorkøretøjer. 653 vej-stikryds, 334 uheld.

Umiddelbart er det kun for uheld pr. stitrafikant i landzone for kryds af Type 2 og 3, at hastighedsbegrænsningen/anbefalet hastighed i krydsbenet har en betydning. Her medfører hastighedsbegrænsning/anbefalet hastighed på under 80 km/t færre uheld pr. cyklist.

En lavere uheldsfrekvens ses også for krydstype 2 i landzone, hvor hastighedsbegrænsningen/anbefalet hastighed er 30-70 km/t, når der måles på antallet af krydsende motorkøretøjer. Uheldsfrekvensen ligger tættere på frekvenserne for byzone end frekvensen i landzone med 80 km/t eller derover på krydsbenet. Resultatet kan hænge sammen med, at det for disse kryds ofte er tilfældet, at vej-stikrydsene er placeret i landzone, men krydsbenet er i byzone 100 meter fra krydset.

Uheldsfrekvenserne afhængig af krydstype og vigepligt fremgår af Tabel 19. I nogle af vej-stikrydsene er vigepligten blevet ændret i analyseperioden fra at være pålagt vejtrafikken til at være pålagt stitrafikken eller omvendt, og disse kryds er udeladt fra tabellen.

Stitrafik					Krydsende motorkøretøjer				
Krydstype	Sti	Vej	To plan	I alt	Krydstype	Sti	Vej	To plan	I alt
Type 1	0,21	-	0,00	0,16	Type 1	0,01	-	0,00	0,00
Type 2	0,29	0,82	0,00	0,79	Type 2	0,05	0,22	0,00	0,20
Type 3	0,31	0,89	0,00	0,82	Type 3	0,05	0,12	0,00	0,11
Type 4	0,14	2,21	0,00	0,41	Type 4	0,00	0,07	0,00	0,01
I alt	0,21	0,86	0,00	0,73	I alt	0,01	0,18	0,00	0,08

Tabel 19: Uheldsfrekvenser afhængig af om vej-stikrydsene er i ét eller to plan og om vej- eller stitrafikken har vigepligten i krydsene i ét plan. Til venstre stiuheld pr. million stitrafikanter og til højre stiuheld pr. million krydsende motorkøretøjer. 743 vej-stikryds, 326 uheld.

Vigepligtsforholdene lader til at have en stor betydning for antallet af uheld, særligt er det en fordel at have vej-stikryds i to plan. Generelt er der registreret meget få uheld udelukkende mellem stitrafikanter i vej-stikrydsene, og det er en medvirkende årsag til, at der ikke er registreret uheld med stitrafikanter i vej-stikrydsene i to plan. Der er dog sket fem uheld med fodgængere, cykler eller knallertkørere, der krydser det samme krydsben som den dobbeltrettede sti, men som har krydset vejbenet i vej-vejkrydset i stedet for at benytte stien i tunnelen. Dette svarer til, at der er sket 0,01 uheld for hver gang én million motorkøretøjer har krydset stien. Ligeledes svarer det til 0,34 uheld for hver million stitrafikanter.

For vej-stikryds i ét plan er det sikkerhedsmæssigt mest fordelagtigt, at vigepligten er pålagt stitrafikken. Særligt er det Type 4 (rundkørsler og T-kryds, hvor venstresving ikke er muligt), at vigepligt pålagt stitrafikken er fordelagtigt. Det er værd at bemærke, at der er stor forskel på, om antallet af uheld i vej-stikrydsene holdes op imod antallet af krydsende motorkøretøjer eller antallet af stitrafikanter. Der er 20 gange flere uheld i vej-stikryds pr. krydsende motorkøretøj, hvor motorkøretøjer har vigepligt frem for stitrafikanter. Når uheldsfrekvenser udregnes på baggrund af antallet af stitrafikanter, er der fire gange så mange uheld pr. stitrafikant, hvor motorkøretøjer har vigepligt end, hvor stitrafikken har vigepligt.

I Tabel 20 er oversigtsforholdene for den vigende trafikantgruppe inddraget i uheldsfrekvenserne. Oversigten er vurderet til at være utilstrækkelig, hvor et motorkøretøj med vigepligt fra bare én af retningerne ikke har tilstrækkelig oversigt til stitrafikken i begge retninger i henhold til Vejreglerådet (2012). Ligeledes er den vurderet utilstrækkelig, hvis stitrafik med vigepligt i blot én af retningerne ikke har tilstrækkelig oversigt. Kryds med ombygning med ændring af vigepligt eller sti placering er taget ud.

Stitrafikanter					Krydsende motorkøretøjer				
	Sti		Vej			Sti		Vej	
Kryds-type	Over-sigt	Ej over-sigt	Over-sigt	Ej over-sigt	Kryds-type	Over-sigt	Ej over-sigt	Over-sigt	Ej over-sigt
Type 1	0,30	0,00	-	-	Type 1	0,01	0,00	-	-
Type 2	0,16	0,62	0,87	0,72	Type 2	0,02	0,14	0,25	0,17
Type 3	0,29	0,33	1,10	0,62	Type 3	0,04	0,06	0,15	0,08
Type 4	0,12	0,00	0,96	2,77	Type 4	0,00	0,00	0,03	0,10
I alt	0,18	0,33	0,90	0,77	I alt	0,01	0,02	0,20	0,14

Tabel 20: Uheldsfrekvenser for vej-stikryds i ét plan afhængig af om vigepligten er pålagt sti- eller vejtrafikken, og om den vigende trafik har den foreskrevne oversigt. Til venstre stiuheld pr. million stitrafikanter og til højre stiuheld pr. million krydsende motorkøretøjer. 681 vej-stikryds, 310 uheld.

Tallene i Tabel 20 peger i retning af, at oversigtsforholdene ikke er af væsentlig betydning. Det kan dog tænkes at have en betydning, at datamaterialet for vej-stikryds med utilstrækkelig oversigtsforhold er beskedent med undtagelse af kryds af Type 2, hvor vejtrafikken har vigepligt. Usikkerheden omkring bedømmelsen af oversigtsforholdene kan også være afgørende.

Det kan også antages, at afstanden, hvormed stien er tilbagetrukket fra vejkanter i vej-stikrydset, kan have en betydning for uheldsfrekvenserne. I Tabel 21 er længden af tilbagetrækningen sammenholdt med vigepligten. Ombygninger med hensyn til stiflytning, placering af vigelinjen til vej-vejkrydset eller hvilken trafikantgruppe, der har vigepligt, er taget ud.

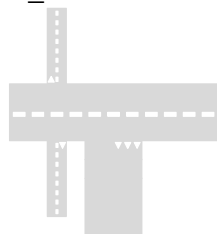
Stitrafikanter				Krydsende motorkøretøjer			
Afstand	Sti	Vej	I alt	Afstand	Sti	Vej	I alt
0-3,0m	0,35	0,69	0,68	0-3,0m	0,03	0,15	0,15
3,1-6,0m	0,39	1,08	1,01	3,1-6,0m	0,03	0,20	0,16
6,1-12,0m	0,12	1,33	0,70	6,1-12,0m	0,00	0,23	0,04
>12,0m	0,16	1,14	0,27	>12,0m	0,01	0,36	0,01
I alt	0,20	0,85	0,76	I alt	0,01	0,18	0,10

Tabel 21: Uheldsfrekvenser afhængig af hvor meget stien er tilbagetrukket i forhold til vejen, og om vej- eller stitrafikken har vigepligten i krydsene. Til venstre stiuheld pr. million stitrafikanter og til højre stiuheld pr. million krydsende motorkøretøjer. 676 vej-stikryds, 309 uheld.

Umiddelbart tyder resultaterne på, at længden af tilbagetrækningen har en betydning, hvor vigepligten er pålagt vejtrafikken. Jo længere tilbagetrækning, jo flere uheld for hver trafikant. Dette gælder både, når frekvenserne opgøres i forhold til stitrafikken og antallet af krydsende motorkøretøjer. Det er de kryds, hvor stien er placeret mellem primærvejen og vej-vejvigelinjen, der styrer denne tendens (se Figur 5). Hvor stien er placeret bag vej-vejvigelinjen er betydningen af længden af tilbagetrækningen af stien mere uklar, men uheldsfrekvenserne er generelt lavere. Den omvendte tendens findes, hvor stitrafikken er pålagt vigepligten. Her ser det ud til at være en fordel, at afstanden mellem stien og det nærmeste kørespor til ligeudkørende trafik er på seks meter eller mere.

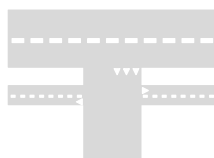
Vigepligtsforhold og stiplacering

Sti_hoved:



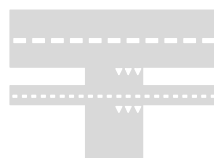
Sti har vigepligt og krydser primærvej

Sti_side_bag:



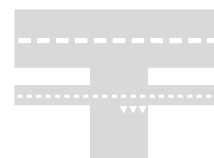
Sti har vigepligt og krydser sidevej bag vigelinjen i vej-vejkrydset

Vej_side_bag



Vej har vigepligt, og sti krydser sidevej bag vigelinjen i vej-vejkrydset

Vej_side_for



Vej har vigepligt, og sti krydser sidevej foran vigelinjen i vej-vejkrydset

Figur 5: Illustration af de forskellige typer af vigepligtsforhold og stiplacering, der indgår i undersøgelsen, hvor vej-stikrydset er i ét plan.

I forbindelse med de to vigelinjer, er der sjældent afmærket en vigelinje før stien for motorkøretøjer på vej væk fra vej-vejkrydset (se eksempel i Figur 6).



Figur 6: Eksempel på kryds, hvor stien er placeret bag vigelinjen til vej-vejkrydset.

Denne uklarhed i afmærkningen kan have at gøre med en vis tvetydighed i lovgivningen. I ”Cirkulære om etablering af dobbeltrettede cykelstier langs vej” står der, at der højst må være seks meter brede rabatter mellem en dobbeltrettet cykelsti og en vej. Dette kan tolkes som, at der er tale om et isoleret vej-stikryds med vigepligt pålagt stitrafik, hvis rabatten er mere end seks meter bred, og andet ikke er afmærket. Samtidig står der i færdselslovens § 26 om vigepligt, at svingende fra primærvej ikke må svinge uden det kan ske uden ulempe for færdsel på en eventuel cykelsti (enkelt- eller dobbeltrettet) anlagt langs vejen. Her er der ingen definition af, hvor lang afstand stien skal placeres fra vejen, før den ikke længere kan betragtes som løbende langs vej.

Andre uheldsanalyser har peget på, at tilstedeværelsen af et cykelfelt i vej-stikrydset kan have en betydning for antallet af uheld i vej-stikrydset. I Tabel 22 er uheldsfrekvenserne opgjort afhængig af krydstype og tilstedeværelse af cykelfelt. Der er kun set på de kryds, hvor vigepligten er pålagt vejtrafikken, og opgørelsen inkluderer kun de vej-stikryds, hvor der ikke har været ombygninger med hensyn til vigepligt og cykelfelt.

Stitrafikanter					Krydsende motorkøretøjer				
Kryds-type	Farvet	Hvidt	Intet	I alt	Kryds-type	Farvet	Hvidt	Intet	I alt
Type 1	-	-	-	-	Type 1	-	-	-	-
Type 2	1,74	0,66	0,61	0,77	Type 2	0,23	0,17	0,18	0,19
Type 3	3,46	0,85	0,69	0,95	Type 3	0,33	0,09	0,10	0,12
Type 4	2,49	-	0,00	2,43	Type 4	0,10	-	0,00	0,09
I alt	2,02	0,69	0,63	0,83	I alt	0,19	0,15	0,15	0,16

Tabel 22: Uheldsfrekvenser i vej-stikryds med vigepligt for vejtrafikken afhængig af krydstypen og om der er et cykelfelt i vej-stikrydsene. Til venstre stiuheld pr. million stitrafikanter og til højre stiuheld pr. million krydsende motorkøretøjer. 478 vej-stikryds, 225 uheld.

Det er værd at bemærke, at vej-stikrydsende med farvet cykelfelt (rødt eller blå) skiller sig markant ud i forhold til kryds med hvidt eller intet cykelfelt, når uheldsfrekvenserne udmåles pr. cyklist på stien. Hvidt cykelfelt er forstået som en afgrænsning af cykelfeltet med en punkteret hvid kantlinje (se eksempel i Figur 7). Når uheldsfrekvensen udregnes pr. krydsende motorkøretøj er forskellene mindre, hvilket givetvis skyldes, at farvede cykelfelter i højere grad forekommer i kryds med mange krydsende motorkøretøjer. For farvede cykelfelter observeres en betydelig forskel afhængig af krydstyperne, men det kan have noget at gøre med, at der kun for kryds af Type 2 er mere end 10 kryds. Umiddelbart er uheldsfrekvenserne højest i F-kryds (Type 3), hvor der i forbindelse med vej-stikrydset er farvet cykelfelt.



Figur 7: Til venstre farvet cykelfelt. Til højre hvidt cykelfelt.

3.2 Uheds- og personskademodeller for vej-stikryds

I det følgende præsenteres de udviklede modeller. Der er fokuseret på antallet af uheld i vej-stikrydsene (uheldsmodeller) samt de personskader, der indgår i disse uheld (personskademodeller). Som det tidligere er nævnt, er der ikke forekommet uheld i vej-stikrydsene i to plan. Derfor er det valgt ikke at inkludere disse vej-stikryds i modelarbejdet. Dette skyldes, at krydsene ikke er interessante i forhold til de designparametre, der modelleres over, og en udeladelse vil gøre modellerne mere "rene" for de øvrige vej-stikryds. I alt drejer det sig om 50 kryds. Af samme grund er det forsøgt at udelade vej-stikrydsene, hvor stien krydser den primære vej (yderligere 25 kryds). Denne udeladelse medfører ikke væsentlige ændringer i estimater, hvorfor disse kryds er medtaget.

Der er udviklet modeller på baggrund af to grupper af vej-stikryds. Først præsenteres modeller baseret på 332 vej-stikryds, hvor der ikke er registreret ombygninger, og hvor det har været muligt at medtage den fulde uheldsperiode, 2000-2011. Derefter præsenteres modeller baseret på 709 kryds, hvor det har været muligt at medtage minimum ét helt kalenderår i uheldsperioden, 2000-2011. I den sidste serie af modeller har det været nødvendigt at vægte det enkelte kryds' uheldsperiode i forhold til de 12 år.

Da der kun er trafiktal for ca. en fjerdedel af vej-stikrydsene, er det undersøgt, hvordan en model baseret på disse kryds ser ud. Det er de samme variable, der viser sig som signifikante, hvilket tyder på, at det ikke er den måde vej-stikrydsene har fået tildelt trafikmængder, der afgør, hvilke variable der kan indgå i modellen. Estimaterne for variablene i en model baseret kun på de talte kryds er dog større, hvilket skyldes, at krydsene til tælling er udvalgt bl.a. på baggrund af uheldstal. Derfor vil forskellen i uheldstæthed mellem disse modeller og modeller baseret på de øvrige kryds være et udtryk for en regressionseffekt, og der er således ikke arbejdet videre med modeller kun baseret på kryds med trafiktællinger.

I forbindelse med tre af undersøgelsens vej-stikryds er vigepligten i vej-stikrydsene afmærket således, at der er vigepligt både for stitrafikken og for krydsende motorkøretøjer. Af hensyn til modelleringen er disse behandlet som om, at

stitrafikken har vigepligt, da det er vurderet, at denne vigepligtsafmærkning vejer tungest.

Under modelleringen er en lang række variable testet. En oversigt og beskrivelse af variablene findes i *Bilag 3 – Variable til modeller*. De væsentligste er illustreret i Figur 8 (næste side).

I Tabel 23 ses hvordan krydsene i modelleringen fordeler sig i forhold til vigepligtsforhold og designforholdene i Figur 8 (næste side). Det er værd at bemærke, at vigepligten ikke altid er angivet ved afmærkning, men i stedet f.eks. i form af overkørsel/anden belægning. I disse tilfælde er stien vurderet til at være foran eller bag viginjen for vej-vejkrydset ud fra, om stien er en del af overkørselsarealet til vej-vejkrydset ("vej_side_for") eller ej ("vej_side_bag").

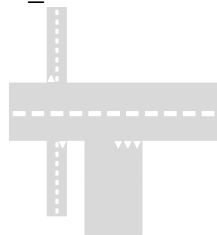
	Stiplet midtlinje	Farvet cykelfelt	Skiltet vigepligt	Kanalisering
Sti_hoved	0 af 25	0 af 25	7 af 21	13 af 25
Sti_side_bag	8 af 140	2 af 140	56 af 125	90 af 140
Vej_side_bag	58 af 90	14 af 90	52 af 67	17 af 90
Vej_side_for	311 af 454	101 af 454	196 af 244	89 af 454
Sum	377 af 709	117 af 709	311 af 457	209 af 709

Tabel 23: Vej-stikrydsene i ét plan fordelt efter vigepligtsforhold og nogle designforhold. Skiltet vigepligt er registreret på baggrund af Google Street View og er derfor ikke registreret i alle kryds.

Stiplet midtlinje forekommer i ca. to tredjedele af krydsene med vigepligt for vejtrafik, men er sjældne, når stitrafikken har vigepligt. Farvet cykelfelt er en relativ sjælden designvariabel, men forekommer dog i 16 % og 22 % af krydsene med vigepligt på vejtrafikken. I hovedparten af krydsene med vigepligt på vejtrafikken er vigepligten skiltet ved en B11-tavle med UB11.2 undertavle. Det er dog i under halvdelen af krydsene, at vigepligten for stitrafikken er skiltet med B11-tavle. Kanalisering forekommer hyppigst i de kryds, hvor stitrafikken er pålagt vigepligten. Det kan hænge sammen med, at stitrafikken oftere har vigepligt i de mest trafikerede kryds.

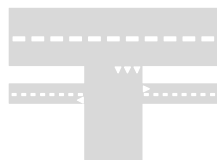
Vigepligtsforhold og stiplacering

Sti_hoved:



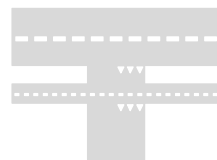
Sti har vigepligt og krydser primærvej

Sti_side_bag:



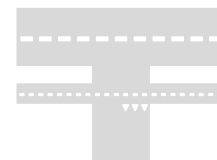
Sti har vigepligt og krydser sidevej bag vigepligten i vej-vejkrydset

Vej_side_bag:



Vej har vigepligt, og sti krydser sidevej bag vigepligten i vej-vejkrydset

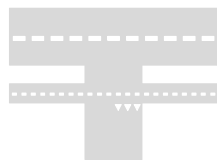
Vej_side_for:



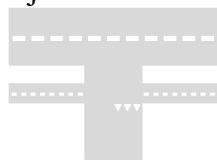
Vej har vigepligt, og sti krydser sidevej foran vigepligten i vej-vejkrydset

Stiplet midtlinje

Ja:

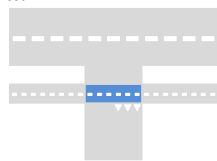


Nej:

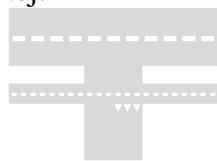


Farvet cykelfelt

Ja:



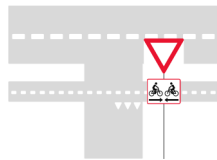
Nej:



Blåt eller rødt

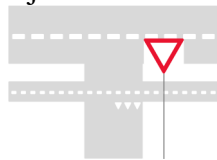
Skiltet vigepligt

Ja:

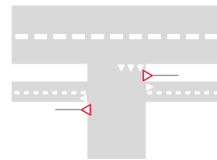


UB11.2 undertavle på sidevejens B11-tavle

Nej:

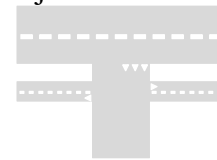


Ja:



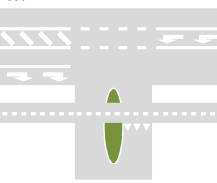
B11-tavle på stien

Nej:



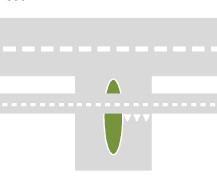
Kanalisering

Ja:



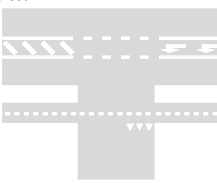
Helle på sidevej og svingbaner på primærvej

Ja:



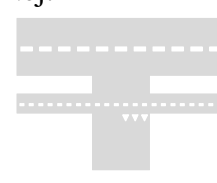
Helle på sidevej

Ja:



V-svingbane (og/eller H-svingbane) på primærvej

Nej:



Figur 8: Illustrationer af forskellige designforhold, der indgår i modelleringen.

3.2.1 Alle uheld i vej-stikryds med 12-årig uheldsperiode

I det følgende præsenteres uheldsmodellen for alle uheld i vej-stikrydsene, der har eksisteret i hele perioden 2000-2011, uden der er sket ombygninger. Datagrundlaget består af 191 uheld fordelt på 332 vej-stikryds. I Tabel 24 fremgår de enkelte variable, der indgår i modellen. Dette drejer sig om 2 trafikvariable og 4 designvariable.

Variabel	Navn for estimat	Frihedsgrader	Type 1, χ^2 -værdi	AIC	k	Elviks Indeks
-	a	1	-	684,4674	1,7680	0,0%
Ln_Indkmktj	P ₁	1	21,75	664,7184	1,3715	22,4%
Ln_Sti	P ₂	1	9,00	657,7197	1,2434	29,7%
Midtlinje	b ₁	1	23,43	636,2925	0,9054	48,8%
Skiltet_vigepligt	b ₂	3	12,91	629,384	0,7320	58,6%
Farvet_cykelfelt	b ₃	1	4,79	626,5937	0,6560	62,9%
Vigepligt	b ₄	3	9,79	622,8025	0,6063	65,7%

Tabel 24: Variable i uheldsmodellen for alle uheld baseret på 332 vej-stikryds med 12-årig uheldsperiode (2000-2011). Variablene er tilføjet én efter én med den øverste først.

Det er værd at bemærke, at variable omhandlende zone, hastighed, oversigt eller afstanden mellem vej og sti ikke er statistisk signifikante. På forhånd kunne disse variable tænkes at have betydning for uheldstætheden, og netop afstanden har vist sig at have en betydning for de beregnede uheldsfrekvenser. I alt forklarer modellen 65,7 % af den systematiske variation.

Den vigtigste trafikparameter er ÅDT for indkørende motorkøretøjer i krydset, og den forklarer 22,4 % af den systematiske variation i uheldsforekomsten. ÅDT for motorkøretøjer, der krydser stien i vej-stikrydset, er som udgangspunkt signifikant, men begge variable er ikke signifikante i samme model. Da ÅDT for krydsende motorkøretøjer har mindst forklaringskraft og tidligere mister sin signifikans pga. korrelation med nogle af designvariablene, er ÅDT for indkørende motorkøretøjer i krydset foretrukket. Det er forsøgt at tilføje ÅDT for krydsende motorkøretøjer i modellen, uanset at den ikke er statistisk signifikant, men det har vist sig at have ringe betydning for parameterestimerne for designvariablene.

Det er interessant, at det er variabelen med ÅDT for indkørende motorkøretøjer i vej-vejkrydset og ikke ÅDT for motorkøretøjer, der rent faktisk krydser stien, der er bedst at inddrage i modellen. En medvirkende årsag til dette kan være, at hovedparten af uheldene i vej-stikrydsene involverer et motorkøretøj på vej ud fra sidevejen, og førerne af disse kan tænkes at have en anden opmærksomhed på stien og en anden kørselsadfærd, når der er meget trafik på den primære vej at vige for. Dette gælder i store træk også venstresvingende fra primærvejen, der krydser stien.

Variablen ”Midtlinje” kan forklare 19,1 % af den systematiske variation, og dette er således den væsentligste designvariabel. Estimatets størrelse falder dog en del, når vigepligtsvariablen tilføjes, da der kun i få tilfælde er stiptet midtlinje i vejstikrydset, når stitrafikken har vigepligt.

Parameterestimatene for de enkelte variable fremgår af Tabel 25. Det bemærkes, at uheldstætheden stiger, hvis der er stiptet midtlinje på cykelstien i selve vejstikrydset, hvis der er farvet cykelfelt eller hvis vigepligten er skiltet enten med en UB11.2 undertavle ved vigepligt for vejtrafikken eller B11-tavle for stitrafikken, hvis denne har vigepligt.

Variabel	Type	Estimat	95 % - nedre	95 % - øvre
ln(a)	-	-5,2983	-7,3058	-3,4022
Ln_Indkmtj (P ₁)	-	0,2740	0,0520	0,5018
Ln_Sti (P ₂)	-	0,3383	0,1476	0,5346
Midtlinje (b ₁)	Ja	0,6762	0,2005	1,1749
	Nej	0,0000	-	-
Skiltet_vigepligt (b ₂)	Ja	0,6867	0,0837	1,3225
	Nej	-0,1341	-0,9787	0,6970
	Gæt	0,2204	-0,3969	0,8645
	Ukendt	0,0000	-	-
Farvet_cykelfelt (b ₃)	Ja	0,5252	0,0470	0,9981
	Nej	0,0000	-	-
Vigepligt (b ₄)	Sti_hoved	-0,2556	-1,7891	0,9708
	Sti_side_bag	-0,8639	-2,0185	0,1135
	Vej_side_bag	-1,0143	-1,8439	-0,2930
	Vej_side_for	0,0000	-	-

Tabel 25: Parameterestimatene for uheldsmodellen baseret på 332 vej-stikryds med 12-årig uheldsperiode (2000-2011).

Det er således designforhold, der gør stien mere synlig for vejtrafikken og stiforløbet tydeligere for stitrafikken, der resulterer i en højere uheldstæthed. Det kan skyldes, at disse designforhold giver stitrafikanterne mere tryghed og dermed tilskynder til højere hastigheder og muligvis mindre opmærksomhed pga. en forventning om, at førerne af motorkøretøjer er mere opmærksomme. Tidligere har undersøgelser vist, at tydeligere vej-stikryds medfører højere hastigheder hos cyklister. Lokalteterne kan dog også tænkes at spille ind. Vej-stikrydsene med farvet cykelfelt og stiptet midtlinje er kendetegnet ved at ligge langs hovedveje, større indfaldsveje til byerne og større trafikveje i byområde. Disse stistrækninger er ofte lange, og det kan forventes, at stitrafikanterne har en høj hastighed, da mange typisk skal fortsætte af strækningen et langt stykke. Vej-stikrydsene uden cykelfelt og stiptet midtlinje med vigepligt pålagt vejtrafikken er kendetegnet ved, at en stor del ligger på en overkørsel for vej-vejkrydsene, ligesom en stor del ligger i villakvarterer. I villakvarterer er stistrækningerne typisk korte, hvilket kan medføre en lavere hastighed blandt stitrafikanter. Ligeledes kan overkørslerne ujævne

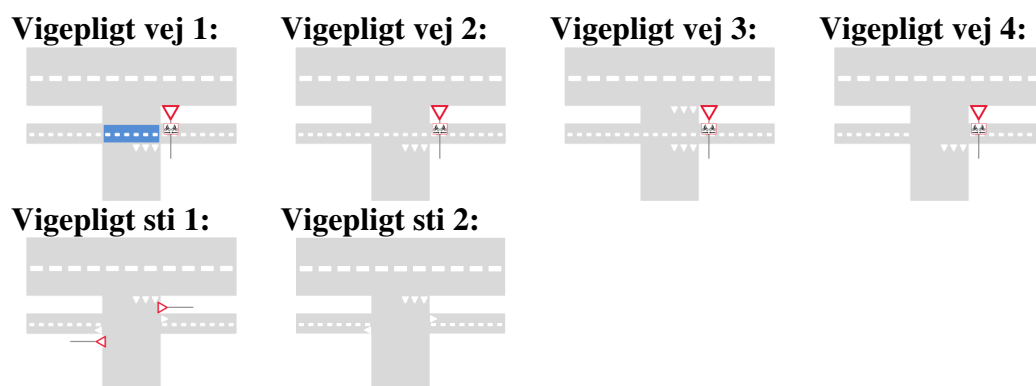
belægning og uklart stiforløb i vej-stikrydsene være med til, at stitrafikken har lavere hastighed.

Trafiktællingernes usikkerhed kan have en indflydelse på designvariablenes estimater, ligesom det kan have en betydning, hvordan krydsene uden trafiktælling er blevet tildelt trafikmængder.

Det er interessant, at estimaterne er stort set ens, uanset om sti- eller vejtrafikken har vigepligten, når stien krydser sidevejen bag vigepligten eller ikke er en del af overkørselsarealet i vej-vejkrydset. Dette tyder på, at det er en fordel, hvis motor-køretøjer med vigepligt kan passere krydset i to trin, og dette er nok særligt tilfældet, hvor den samlede ÅDT i vej-vejkrydsene er høj.

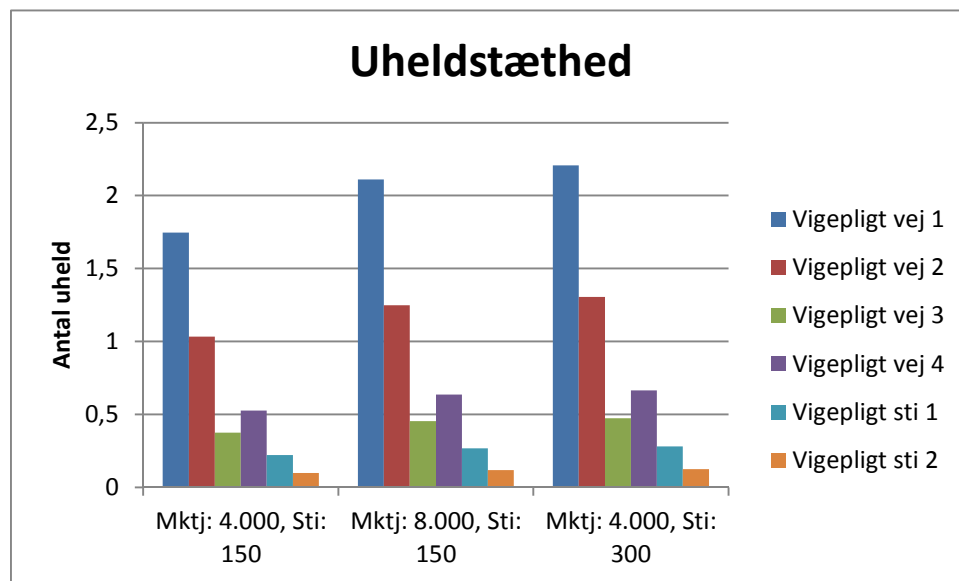
Følgende seks kombinationerne af designvariable er hyppigt forekommende og/eller særligt interessante, når stien krydser sidevejen (illustreret i Figur 9):

- **Vigepligt vej 1:** Vejtrafikken har vigepligt, stien er placeret foran vigepligten i forbindelse med vej-vejkrydset, stien er afmærket med farvet cykelfelt og stiplede midtlinje i vej-stikrydset, UB11.2 er anvendt som undertavle på sidevejens B11-tavle.
- **Vigepligt vej 2:** Som Vigepligt vej 1, men der er **ikke farvet cykelfelt**.
- **Vigepligt vej 3:** Som Vigepligt vej 2, men stien er placeret **bag vigepligten i forbindelse med vej-vejkrydset**.
- **Vigepligt vej 4:** Som Vigepligt vej 2, men der er **ikke stiplede midtlinje**.
- **Vigepligt sti 1:** Stitrafikken har vigepligt, stien er placeret bag vigepligten i forbindelse med vej-vejkrydset, stien er ikke afmærket med farvet cykelfelt eller stiplede midtlinje i vej-stikrydset, B11-tavle på stien.
- **Vigepligt sti 2:** Som vigepligt sti 1, men der er **ikke B11-tavle på stien**.



Figur 9: Illustrationer af seks hyppigt forekommende designkombinationer.

I Figur 10 ses trafikmængdens betydning for den forventede uheldstæthed i den 12-årige periode ved disse designkombinationer.



Figur 10: Uheldstæthed for uheld i vej-stikryds i 12-årig periode baseret på 332 vej-stikryds med fuld uheldsperiode ved 3 trafikkompositioner. Mktj: ÅDT for indkørende motorkøretøjer i vej-vejkrydset, Sti: ÅDT for cykler og knallerter på stien.

Som det fremgår af Figur 10, øger en fordobling af stitrafikken antallet af uheld mere end en fordobling af antallet af indkørende motorkøretøjer i det tilknyttede vej-vejkryds. Stigningen er henholdsvis 26 % og 21 %. Desuden fremgår det tydeligt, at uheldstætheden er lavest, hvis vigepligten er pålagt stitrafikken, men en stikrydsning placeret bag vigelinjen til vej-vejkrydset medfører ligeledes en relativ lav uheldstæthed, når vejtrafikken har vigepligt.

3.2.2 Personskader i uheld i vej-stikryds med 12-årig uheldsperiode

I forbindelse med de 191 uheld i den 12-årige uheldsperiode, som kan anvendes i 332 af undersøgelsens vej-stikryds, har der været 77 personskader. På baggrund af dette er der udarbejdet en personskademodel, men pga. det relativt beskedne datagrundlag indgår et mindre antal variable – én trafikvariabel og tre designvariable (se Tabel 26).

Variabel	Navn for estimat	Frihedsgrader	Type 1, χ^2 -værdi	AIC	k	Elviks Indeks
-	a	1	-	399,6115	1,1284	0,0%
Ln_Sti	P	1	6,23	395,3859	0,9649	14,5%
Midtlinje	b_1	1	18,30	379,0845	0,5883	47,9%
Farvet_cykelfelt	b_2	1	6,96	374,1252	0,3916	65,3%
Vigepligt	b_3	3	11,22	368,9064	0,2644	76,6%

Tabel 26: Variable i personskademodellen baseret på 332 kryds med 12-årig uheldsperiode (2000-2011). Variablene er tilføjet én efter én med den øverste først.

Til trods for at modellen kun indeholder fire variable i alt, forklarer den 76,6 % af den systematiske variation i personskadetheden. Særligt tilstedeværelsen af stiptet midtlinje er en væsentlig variabel. I Tabel 27 er de forskellige parameterestimater præsenteret.

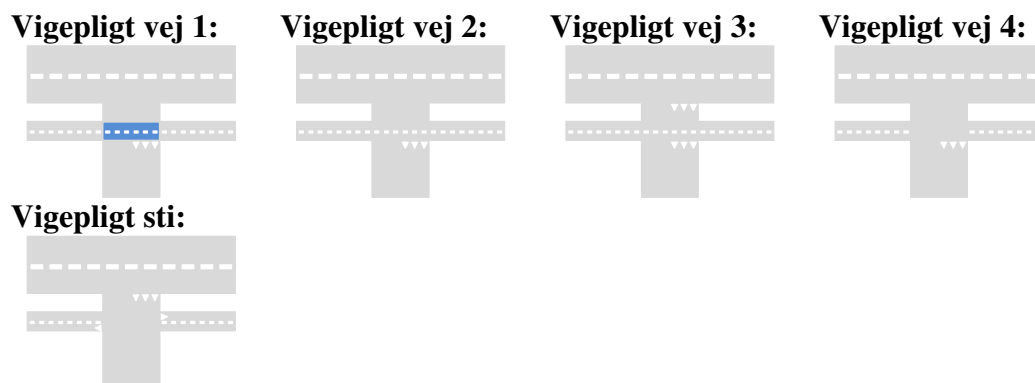
Variabel	Type	Estimat	95 % - nedre	95 % - øvre
ln(a)	-	-3,1338	-4,5072	-1,8578
Ln_Sti (P)	-	0,2331	0,0021	0,4727
Midtlinje (b ₁)	Ja	0,7703	0,1124	1,5248
	Nej	0,0000	-	-
Farvet_cykelfelt (b ₂)	Ja	0,8020	0,2426	1,3343
	Nej	0,0000	-	-
Vigepligt (b ₃)	Sti_hoved	-0,5214	-3,4440	1,1723
	Sti_side_bag	-0,9031	-2,7873	0,4532
	Vej_side_bag	-2,2292	-5,1069	-0,6956
	Vej_side_for	0,0000	-	-

Tabel 27: Parameterestimaterne for personskademodellen baseret på 332 vej-stikryds med 12-årig uheldsperiode (2000-2011).

De enkelte parametre har den samme betydning for, om det forventede antal personskader stiger eller falder, som parametrene har i modellen for alle uheld. Konfidensintervallerne for estimaterne er relativt brede, og det kan således ikke siges med 95 % sikkerhed, at de to tilfælde med vigepligt for sti medfører færre personskader, end hvis vigepligten er pålagt vejtrafikken, og stien er placeret foran vige-linjen for vej-vejkrydset.

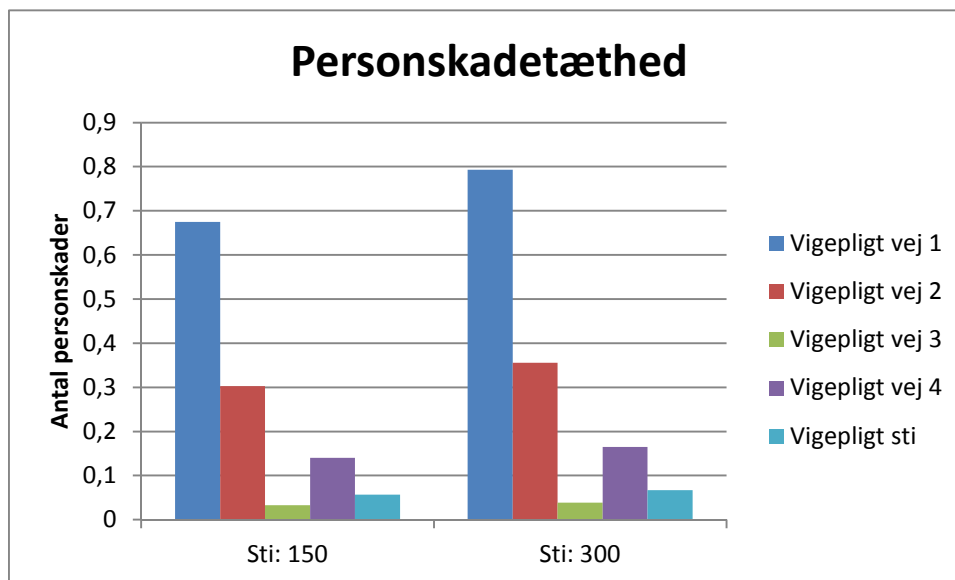
Følgende designkombinationer er hyppigt forekommende i vej-stikryds, hvor den dobbeltrettede sti krydser sidevejen (illustreret i Figur 11):

- **Vigepligt vej 1:** Vejtrafikken har vigepligt, stien er placeret foran vige-linjen i forbindelse med vej-vejkrydset, stien er afmærket med farvet cykel-felt og stiptet midtlinje i vej-stikrydset.
- **Vigepligt vej 2:** Som Vigepligt vej 1, men der er **ikke farvet cykelfelt**.
- **Vigepligt vej 3:** Som Vigepligt vej 2, men stien er placeret **bag vige-linjen i forbindelse med vej-vejkrydset**.
- **Vigepligt vej 4:** Som Vigepligt vej 2, men der er **ikke stiptet midtlinje**.
- **Vigepligt sti:** Stitrafikken har vigepligt, stien er placeret bag vige-linjen i forbindelse med vej-vejkrydset, stien er ikke afmærket med farvet cykel-felt eller stiptet midtlinje i vej-stikrydset.



Figur 11: Illustrationer af fem hyppigt forekommende designkombinationer.

Stitrafikmængdens betydning for antallet af personskader ved de fem forskellige kombinationer af designparametre fremgår af Figur 12.



Figur 12: Personskadetæthed for uheld i vej-stikryds i 12-årig periode baseret på 332 vej-stikryds med fuld uheldsperiode ved 2 forskellige ÅDT for cykler og knallerter på stien.

Det forventede antal personskader stiger med 18 %, når stitrafikken fordobles. Det har stor betydning, om vigepligten er pålagt stitrafikken eller vejtrafikken, ligesom placering af stien bag sidevejens vigepligt i vej-vejkrydset igen virker som en god løsning, når vejtrafikken har vigepligt.

3.2.3 Alle uheld i vej-stikryds

I det følgende er alle vej-stikryds, hvor det har været muligt at inddrage et helt kalenderår uden ombygninger i løbet af den 12-årige uheldsperiode inddraget. På baggrund af test af signifikante designvariable i forbindelse med udarbejdelse af

modeller for de 332 vej-stikryds med fuld uheldsperiode er det vurderet, hvilke ombygninger, der kan tænkes at have betydning. Ombygninger, hvor cykelfeltets farve ændres mellem blå og rød, hvor der tilføjes hastighedsdæmpende foranstaltninger eller svingbaner (der er "Kanaliserings" både før og efter), ignoreres. Igen er vej-stikryds i to plan udeladt, og der er i alt medtaget 709 vej-stikryds med 305 uheld. Tre kryds er sorteret fra, fordi den talte indkørende trafik er skønnet for lav pga. vejarbejde.

I forbindelse med de fleste ombygninger er der stor forskel på længden af før- og efterperioden. I forbindelse med modelleringen er det som udgangspunkt den længste periode, der er medtaget, men ved ombygninger til rundkørsler, er det af hensyn til trafiktallene efterperioden, der er taget med i modelleringen. For alle vej-stikrydsene med en forkortet analyseperiode er krydset tilføjet en vægt, således uheldsperioden "forlænges" til en 12-årig periode. Dette er sket på to forskellige måder. Ved første metode er det antallet af medtagne år for det enkelte vej-stikryds divideret med 12 år. Ved anden metode er vægtene baseret på det samlede antal uheld/personskader med cykler og knallerter i Danmark. Dette er sket ved for hvert enkelt vej-stikryds at sammenholde antallet af uheld/personskader i krydssets uheldsperiode divideret med antallet i samtlige 12 år. De to metoder har vist sig at medføre næsten identiske modeller, og derfor præsenteres modellerne med brug af vægte baseret på uheld og personskader i det følgende, mens modellerne baseret på antal år er placeret i *Bilag 4 – Alternative modeller*.

I Tabel 28 fremgår de enkelte variable, der indgår i uheldsmodellen baseret på 709 vej-stikryds. Dette drejer sig igen om to trafikvariable og fire designvariable, men til forskel fra uheldsmodellen baseret på de 332 kryds med fuld uheldsperiode er variabelen "Farvet_cykelfelt" erstattet af variabelen "Kanaliserings". I trinnet i modelopbygningen, hvor "Kanaliserings" inddrages, reduceres estimatet for P_1 og dermed betydningen af antallet af indkørende motorkøretøjer i vej-vejkrydset, hvilket kan indikere, at "Kanaliserings" er korreleret med antallet af motorkøretøjer i vej-vejkrydsene. Tilføjelse af en ikke-signifikant trafikvariabel for ÅDT for krydsende køretøjer ændrer dog ikke parameterestimatet for "Kanaliserings", og tilstedeværelsen af helle på sidevejen og/eller svingbaner på primærvejen må således afspejle en generel højere trafikmængde i vej-vejkrydsene.

Variabel	Navn for estimat	Frihedsgrader	Type 1, χ^2 -værdi	AIC	k	Elviks Indeks
-	a	1	-	1243,1051	3,4168	0,0%
Ln_Indkmtj	P ₁	1	30,85	1214,2589	2,8575	16,4%
Ln_Sti	P ₂	1	17,14	1199,1225	2,6135	23,5%
Midtlinje	b ₁	1	48,70	1152,4241	1,8822	44,9%
Skiltet_vigepligt	b ₂	3	14,04	1144,3798	1,7321	49,3%
Kanalisering	b ₃	1	7,57	1138,8137	1,6081	52,9%
Vigepligt	b ₄	3	8,24	1136,5714	1,5699	54,1%

Tabel 28: Variable i uheldsmodellen baseret på 709 vej-stikryds vægget på baggrund af det samlede antal uheld med cykler og knallerter i Danmark for hvert kryds' uheldsperiode. Variablene er tilføjet én efter én med den øverste først.

Sammenlignes denne uheldsmodel med uheldsmodellen, hvor kun vej-stikrydsene med fuld uheldsperiode indgår, er det mest bemærkelsesværdigt, at modellen med alle vej-stikrydsene kan forklare mindre af den systematiske variation mellem det faktiske antal uheld og den modellerede uheldstæthed. Igen er mest forklaringskraft knyttet til "Ln_Indkmtj" blandt de to trafikvariable og "Midtlinje" blandt designvariablene.

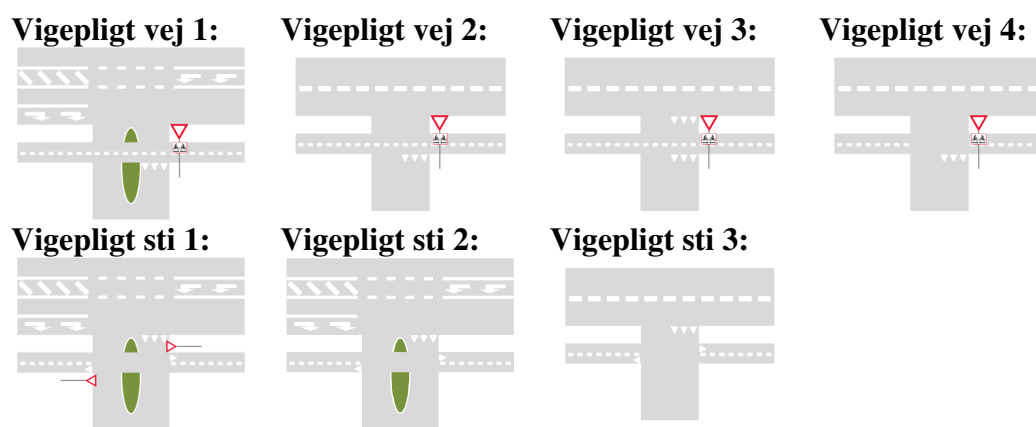
Variablenes parameterestimater fremgår af Tabel 29. Såvel stiptet midtlinje på stien i vej-stikryds, B11-tavle for sti/UB11.2-undertavle på B11-tavle på vej som en helle på sekundærvejen og/eller svingbaner på primærvejen medfører en højere uheldstæthed.

Variabel	Type	Estimat	95 % - nedre	95 % - øvre
ln(a)	-	-5,9677	-7,8282	-4,1728
Ln_Indkmtj (P ₁)	-	0,3217	0,1078	0,5396
Ln_Sti (P ₂)	-	0,3870	0,2199	0,5585
Midtlinje (b ₁)	Ja	1,1172	0,6521	1,5938
	Nej	0,0000	-	-
Skiltet_vigepligt (b ₂)	Ja	0,1736	-0,3497	0,6887
	Nej	-0,8773	-1,6537	-0,1280
	Gæt	-0,1036	-0,6744	0,4597
	Ukendt	0,0000	-	-
Kanalisering (b ₃)	Ja	0,6830	0,2749	1,0969
	Nej	0,0000	-	-
Vigepligt (b ₄)	Sti_hoved	-0,6058	-2,2228	0,7436
	Sti_side_bag	-0,6377	-1,3617	0,0825
	Vej_side_bag	-0,7133	-1,2981	-0,1373
	Vej_side_for	0,0000	-	-

Tabel 29: Parameterestimaterne for uheldsmodellen baseret på 709 vej-stikryds vægget på baggrund af det samlede antal uheld med cykler og knallerter i Danmark for hvert kryds' uheldsperiode.

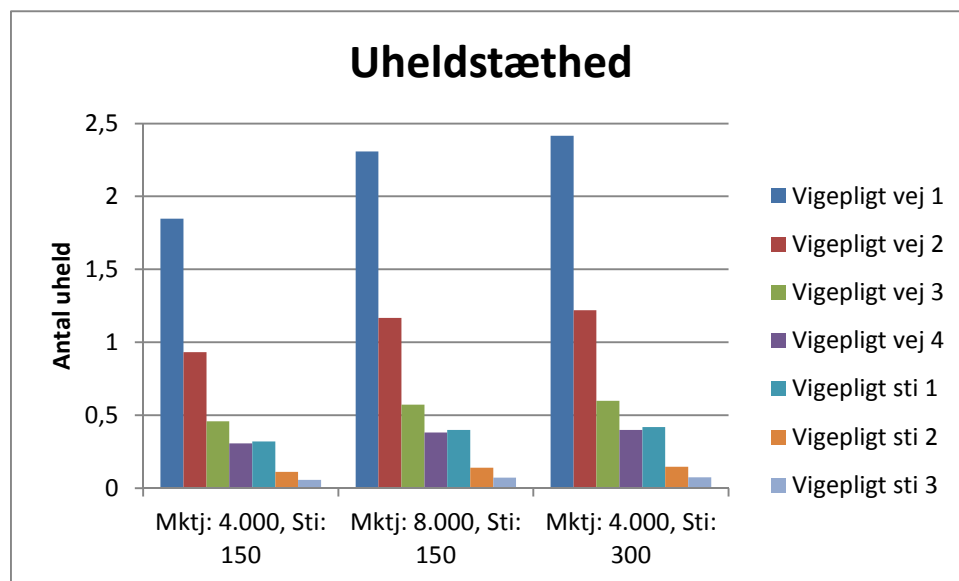
Følgende syv kombinationer af krydsdesign er hyppigt forekommende i vej-stikryds, hvor den dobbeltrettede sti krydser sidevejen (illustreret i Figur 13):

- **Vigepligt vej 1:** Vejtrafikken har vigepligt, stien er placeret foran vige-linjen i forbindelse med vej-vejkrydset, stien er afmærket med stiptet midtlinje i vej-stikrydset, der er helle på sidevejen og/eller svingbaner på primær-vejen, UB11.2 er anvendt som undertavle på sidevejens B11-tavle.
- **Vigepligt vej 2:** Som Vigepligt vej 1, men der er **hverken helle på sidevejen eller svingbaner på primærvejen.**
- **Vigepligt vej 3:** Som Vigepligt vej 2, men stien er placeret **bag vige-linjen i forbindelse med vej-vejkrydset.**
- **Vigepligt vej 4:** Som Vigepligt vej 2, men der er **ikke stiptet midtlinje.**
- **Vigepligt sti 1:** Stitrafikken har vigepligt, stien er placeret bag vige-linjen i forbindelse med vej-vejkrydset, stien er ikke afmærket med stiptet midtlinje i vej-stikrydset, der er helle på sidevejen og/eller svingbaner på primær-vejen, B11-tavle på stien.
- **Vigepligt sti 2:** Som vigepligt sti 1, men der er **ikke B11-tavle på stien.**
- **Vigepligt sti 3:** Som vigepligt sti 2, men der er **hverken helle på sidevejen eller svingbaner på primærvejen.**



Figur 13: Illustrationer af syv hyppigt forekommende designkombinationer.

I Figur 14 er uheldstætheden for disse syv kombinationer afbilledet ved forskellige trafikintensiteter. En fordobling af ÅDT for motorkøretøjer betyder en stigning i uheldstætheden på 25 %, mens en fordobling i stitrafikken medfører en stigning på 31 %. Igen har det stor betydning, om der er to vige-linjer eller ej for motorkøretøjerne fra sidevejen, når det er vejtrafikken, der har vigepligt. Tilstedeværelse af en helle på sidevejen og/eller svingbaner på primærvejen betyder ca. en fordobling af antallet af uheld i vej-stikrydsene, men kan være forbundet med en reduktion i uheld i vej-vejkrydsene. Kanalisering forekommer ligesom farvet cykelfelt hyppigere ved kryds langs større veje og sjældent i villakvarterer, og der kan derfor være en sammenhæng med stitrafikkens hastighed. Lave uheldstætheder ved vigepligt for stitrafikken går ligeledes igen fra de tidligere præsenterede modeller.



Figur 14: Uheldstæthed for uheld i vej-stikryds i en 12-årig periode ved 3 trafikkompositioner baseret på 709 kryds vægtes på baggrund af det samlede antal uheld med cykler og knallerter i Danmark for hvert kryds' uheldsperiode. Mktj: ÅDT for indkørende motorkøretøjer i vej-krydset, Sti: ÅDT for cykler og knallerter på stien.

3.2.4 Personskader i uheld i vej-stikryds

Der har i alt været 140 personskader i forbindelse med de 305 uheld i de 709 vej-stikryds. Da uheldsperiodernes længde og tidsrum varierer, er der i det følgende benyttet vægte baseret på det samlede antal personskader i uheld med cykler eller knallerter i Danmark i 2000-2011. På baggrund af dette er der opstillet en personskademodel, hvor der indgår én trafikvariabel og fire designvariable (se Tabel 30). Modellen kan forklare lidt over halvdelen af den systematiske variation.

Variabel	Navn for estimat	Frihedsgrader	Type 1, χ^2 -værdi	AIC	k	Elviks Indeks
-	a	1	-	795,1108	4,6703	0,0%
Ln_Sti	P	1	10,42	786,6918	4,2609	8,8%
Midtlinje	b ₁	1	42,48	746,2159	2,8632	38,7%
Kanalisering	b ₂	1	14,89	733,3256	2,3043	50,7%
Farvet_cykelfelt	b ₃	1	6,19	729,1343	2,1124	54,8%
Vigepligt	b ₄	3	12,90	722,2310	1,9354	58,6%

Tabel 30: Variable i personskademodellen baseret på 709 vej-stikryds vægtes på baggrund af det samlede antal personskader i uheld med cykler og knallerter i Danmark for hvert kryds' uheldsperiode. Variablene er tilføjet én efter én med den øverste først.

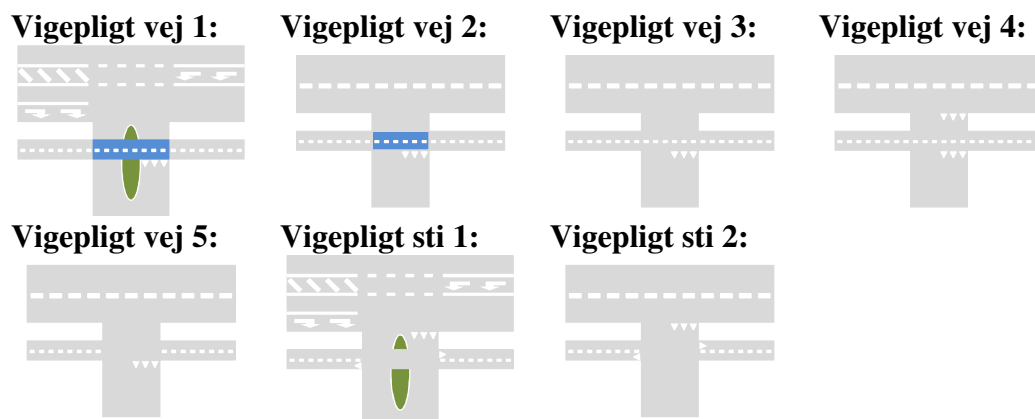
Parameterestimerne for variablene fremgår af Tabel 31. Stiplet midtlinje på stien i vej-stikryds, farvet cykelfelt og en helle på sekundærvejen og/eller svingbaner på primærvejen medfører en højere tæthed af personskader.

Variabel	Type	Estimat	95 % - nedre	95 % - øvre
ln(a)	-	-4,2712	-5,5527	-3,0585
Ln_Sti (P)	-	0,3708	0,1564	0,5933
Middtlinje (b ₁)	Ja	1,1673	0,5178	1,8607
	Nej	0,0000	-	-
Kanalisering (b ₂)	Ja	1,0778	0,5911	1,5737
	Nej	0,0000	-	-
Farvet_cykelfelt (b ₃)	Ja	0,5899	0,0870	1,0983
	Nej	0,0000	-	-
Vigepligt (b ₄)	Sti_hoved	-1,2090	-4,2162	0,6765
	Sti_side_bag	-1,5390	-2,7589	-0,4426
	Vej_side_bag	-0,9579	-1,7494	-0,2103
	Vej_side_for	0,0000	-	-

Tabel 31: Parameterestimerne for personskademodellen baseret på 709 vej-stikryds vægtet på baggrund af det samlede antal personskader i uheld med cykler og knallerter i Danmark for hvert kryds' uheldsperiode.

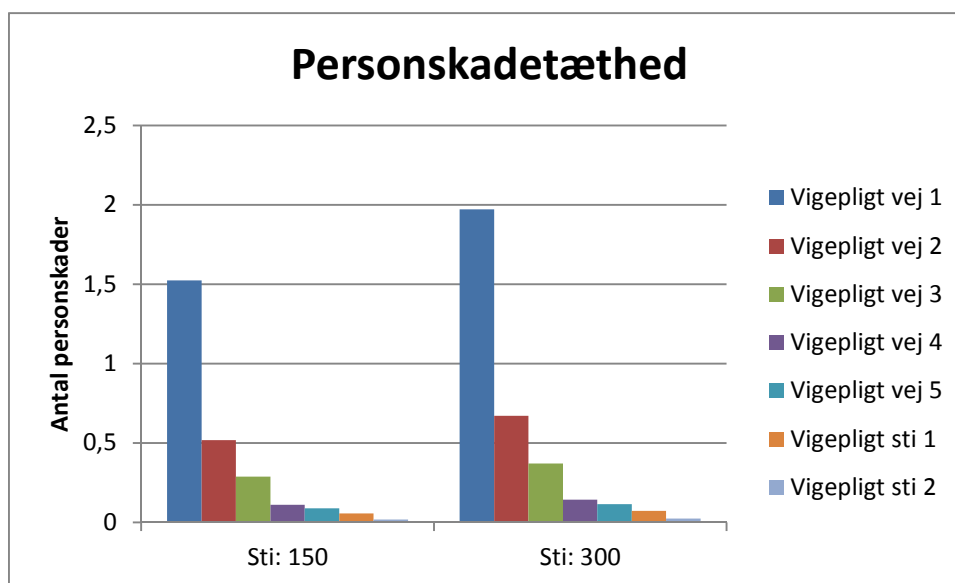
Til at illustrere de forskellige krydsdesigns betydning for det forventede antal personskader er følgende syv hyppigt forekommende kombinationer af krydsdesign benyttet. Designkombinationerne gælder vej-stikryds på sideveje i forbindelse med vej-vejkrydsene (se illustrationer i Figur 15):

- **Vigepligt vej 1:** Vejtrafikken har vigepligt, stien er placeret foran vigelinjen i forbindelse med vej-vejkrydset, stien er afmærket med farvet cykelfelt og stiplet midtlinje i vej-stikrydset, der er helle på sidevejen og/eller svingbaner på primærvejen.
- **Vigepligt vej 2:** Som Vigepligt vej 1, men der er **hverken helle på sidevejen eller svingbaner på primærvejen.**
- **Vigepligt vej 3:** Som Vigepligt vej 2, men der er **ikke farvet cykelfelt.**
- **Vigepligt vej 4:** Som Vigepligt vej 3, men stien er placeret **bag vigelinjen i forbindelse med vej-vejkrydset.**
- **Vigepligt vej 5:** Som Vigepligt vej 3, men der er **ikke stiplet midtlinje.**
- **Vigepligt sti 1:** Stitrafikken har vigepligt, stien er placeret bag vigelinjen i forbindelse med vej-vejkrydset, stien er ikke afmærket med farvet cykelfelt eller stiplet midtlinje i vej-stikrydset, der er helle på sidevejen og/eller svingbaner på primærvejen.
- **Vigepligt sti 2:** Som vigepligt sti 1, men der er **hverken helle på sidevejen eller svingbaner på primærvejen.**



Figur 15: Illustrationer af syv hyppigt forekommende designkombinationer.

Som det fremgår af Figur 16 har kryds med designkombinationen ”Vigepligt vej 1” en markant højere personskadetæthed end ved de øvrige designkombinationer. De overordnede kendetegn er endnu en gang, at afmærkning, der muligvis kan tilskynde til højere hastighed blandt stitrafikanter, medfører flere personskader. Vigepligt hos stitrafikanter medfører færre uheld, ligesom to vigelinjer er at foretrække frem for én, når vigepligten er pålagt vejtrafikken. En fordobling af stitrafikken medfører, at antallet af personskader øges med 29 %.



Figur 16: Personskadetæthed for uheld i vej-stikryds i en 12-årig periode ved 3 trafikombinationer baseret på 709 kryds vægtet på baggrund af det samlede antal uheld med cykler og knallerter i Danmark for hvert kryds’ uheldsperiode ved 2 forskellige ÅDT for cykler og knallerter på stien.

3.2.5 Opsamling på uheds- og personskademodellerne

Det er i høj grad de samme variable, der går igen i alle fire præsenterede modeller. Ligeledes har variablene den samme betydning for uheds- og personskadetætheden i alle modeller. "Ln_sti", "Midtlinje" og "Vigepligt" indgår i alle modeller, mens "Ln_Indkmktj" og "Skiltet_vigepligt" indgår i de to uhedsmodeller. "Kanaliserings" og "Farvet_cykelfelt" indgår i henholdsvis to og tre af modellerne. En fordobling i antallet af indkørende motorkøretøjer i vej-vejkrydset øger antallet af uheld med 21-25 %, mens en fordobling i ÅDT på stien øger antallet af uheld med 26-31 % og antallet af personskader med 18-29 %. Der er således en svag sammenhæng mellem trafik og uheld, og stier med store trafikmængder er væsentligt sikrere for den enkelte stitrafikant end stier med små trafikmængder.

Designparametre, der øger stiens synlighed, øger samtidig antallet af uheld. Det tænkes at hænge sammen med en større tryghedsfølelse hos stitrafikanterne, der tilskynder til højere hastighed og mindre opmærksomhed. Ligeledes forekommer disse designparametre også oftere i vej-stikryds, der indgår i længere cykelstistrækninger, hvilket også kan medføre højere hastigheder på stierne.

Modeller baseret på de 332 vej-stikryds med fuld uhedsperiode har den fordel, at uhedsperioden er den samme for alle kryds, og modellerne har den største forklaringskraft. Omvendt har modeller baseret på 709 vej-stikryds fordelene af at være baseret på et større datagrundlag. Datagrundlaget for personskademodeller er relativt begrænset, og derfor har det ikke været muligt at inkludere en trafikvariabel for motorkøretøjer.

4. Konklusion

Analysen har givet nogle svar i forhold til, hvilke designelementer der kan tænkes at have betydning for antallet af uheld i vej-stikryds med en dobbeltrettet cykelsti, der løber langs veje.

De klareste svar forekommer i forbindelse med vigepligtsforhold. Vej-stikryds i to plan er den mest trafiksikre løsning. Løsningen bør dog ikke anvendes, hvor en stor del af stitrafikanterne har behov for at krydse den vej, stien løber langs, således de fravælger at benytte tunnelen med stien.

Både uheldsfrekvenserne og uheldsmodellerne viser, at antallet af uheld er lavest blandt vej-stikryds i ét plan, hvis vigepligten er pålagt stitrafikken. Uheldsfrekvenserne tyder på, at længden af tilbagetrækningen af stien skal være minimum seks meter i forhold til det nærmeste kørespor til ligeudkørende trafik på primærvejen. Hvor vigepligten er pålagt vejtrafikken er det en markant fordel, at stien er placeret bag vigelinjen i forhold til vej-vejkrydset. Typisk vil dette bestå af to afmærkede vigelinjer, hvorved motorkøretøjerne kan krydse stien for sig og manøvrere i vej-vejkrydset derefter. Er der ikke plads til at placere vej-stikrydset på sidevejen bag vigelinjen til vej-vejkrydset, antyder de beregnede uheldsfrekvenser, at det er en fordel at placere stien så tæt på det nærmeste kørespor til ligeudkørende trafik på primærvejen som muligt. Længden af tilbagetrækningen af stien er ikke mulig at inddrage som en signifikant faktor i modellerne.

Modellerne viser, at krydsenes samlede trafikmængde for motorkøretøjer er væsentligere for uheldstætheden end ÅDT for antallet af motorkøretøjer i det krydsben, stien skærer, og det har kun været muligt at inddrage den ene af disse variable. Dette kan forstås som, at det har stor betydning for antallet af uheld, hvor presede trafikanter til og fra sidevejen med vej-stikrydset er i forhold til at finde et hul i trafikken på primærvejen til at kunne foretage den ønskede manøvre. Dette kan også være en medvirkende forklaring på, hvorfor det kan medføre færre uheld, at sidevejstrafikanterne ikke behøver at passere sti og vej i samme manøvre – dvs. stien er placeret bag vigelinjen i vej-vejkrydset.

Ved en fordobling af ÅDT på stierne stiger uhelds- og personskadetætheden kun med 18-31 %, mens stigningen i antallet af uheld i vej-stikrydsene er 21-26 % ved en fordobling af ÅDT for indkørende motorkøretøjer i krydset. Det betyder blandt andet, at vej-stikryds med høj ÅDT på stien er væsentligt sikrere for den enkelte stitrafikant end vej-stikryds med lav ÅDT på stien.

Modellernes resultater med negative effekter af tydeligere markering af vej-stikryds ved skiltning og afmærkning på stien (i form af stippet midtlinje og/eller farvet cykelfelt) forventes at være knyttet til stitrafikanternes adfærd. Det kan tænkes, at de mest synlige vej-stiskæringer også er kendetegnet ved højere hastighed blandt stitrafikanter både pga. det mere synlige stiforløb, men også pga.

vej-stikrydsenes placering. Disse vej-stikryds er ofte placeret på længere stistræk langs trafikveje, mens de mindre synlige og ofte brostensbelagte vej-stikryds ofte ligger i boligområder på kortere stistræk. Ligeledes er de beregnede uheldsfrekvenser væsentlig lavere, hvis stiskæringen er afgrænset med hvid afmærkning (hvidt cykelfelt) eller ingen afmærkning, end hvis der er rødt eller blå cykelfelt.

En del interessante designfaktorer kan ikke inddrages i modellerne. Dette gælder f.eks. oversigtsforholdene og hastighedsgrænse/anbefalet hastighed på det krydsende vejben, hvilket er i god tråd med resultater ved beregning af uheldsfrekvenser. Ligeledes giver det intet resultat at inddrage fartdæmpende foranstaltninger eller forvarsling i modellerne. I forbindelse med forvarsling kan det skyldes, at vej-stikrydsene stort set kun er forvarslet, hvor stitrafikken har vigepligt. Dette betyder ikke, at disse designvariable ikke har en betydning for antallet af uheld. Den manglende signifikans kan f.eks. skyldes, at de er korreleret med andre variable i modellerne.

Referencer

Buch, T. S., 2011. *Trafikantadfærd i kryds med dobbeltrettede cykelstier*. Kgs. Lyngby: DTU Transport

Vejreglerådet, 2012. *Planlægning af vejkryds i åbent land – anlæg og planlægning*. København: Vejdirektoratet.

Vejdirektoratet, 2006. *Trafiktællinger – Planlægning, udførelse og efterbehandling*. Rapport nr. 315. København: Vejdirektoratet.

Bilag 1 – Liste over kommuner

Vej-stikryds i følgende 17 kommuner indgår i undersøgelsen:

- Ballerup
- Brøndby
- Esbjerg
- Greve
- Guldborgsund
- Haderslev
- Helsingør
- Herning
- Holstebro
- Horsens
- Ikast-Brande
- Kolding
- Næstved
- Odense
- Rudersdal
- Vejle
- Aarhus

Bilag 2 – Opregning af trafiktællinger

Opregning af trafiktællingerne er sket på baggrund af Kapitel 10 i Vejdirektoratet (2006). Der er her foretaget nogle småjusteringer/tilpasninger af forskrifterne, som beskrives i det følgende.

Opregning af trafiktal for motorkøretøjer

Det er vurderet, at 186 ud af 188 kryds, hvor der er foretaget trafiktællinger, ligger i forbindelse med veje, der er kendetegnet ved trafiktyperne: Bolig/arbejde, Lokal eller Regional. Da der i de talte tidsrum ikke er den store variation mellem disse tre trafiktyper og Bolig/Arbejdes morgenspidsbelastning synes for lang til jyske forhold, er det valgt at anvende et gennemsnit for faktorer på tværs af disse trafiktyper til opregning.

I de sidste to kryds er det vurderet, at trafikken er moderat ferietrafik, og faktorer til opregning for denne trafiktype er anvendt til disse kryds.

Ved et fiktivt eksempel, hvor der er talt motorkøretøjer en mandag fra 07:50 til 08:20 på en lokalitet uden ferietrafik, findes faktoren til opregning fra timetrafik til døgntrafik ved en vægtning af de timebaserede opregningsfaktorer på følgende måde:

$$F = \frac{1}{3} \cdot f_{7-8} + \frac{2}{3} \cdot f_{8-9} = \frac{1}{3} \cdot 0,087 + \frac{2}{3} \cdot 0,071 = 0,763$$

Opregning af trafiktal for cykler og knallerter

Vej-stikrydsene er her fordelt efter følgende trafiktyper: By, Bynær, Land og Ferie. Kun ét vej-stikryds er vurderet til primært at have ferietrafik. De øvrige er fordelt afhængig af, om de er beliggende i by- eller landzone. Vej-stikrydsene, der ligger enten i by- eller landzone, men på kanten af byzone, er vurderet at have trafiktypen Bynær.

Pga. flytning af skolernes sommerferie indenfor de seneste år er tællinger fra uge 25 tildelt opregningsfaktorer for uge 24.

Faktorerne til opregning af timetrafik til døgntrafik udregnes på samme måde som for motorkøretøjer.

Bilag 3 – Variable til modeller

Tabel 32: Liste over variable der er forsøgt inddraget i modellerne (delt på to sider).

Variabel	Type	Forklaring
Ln_Indkmktj	-	ÅDT for indkørende motorkøretøjer i vej-vejkrydsene. For kryds af Type 4 gælder det summen af trafik fra vejgrenen og i cirkulationsarealet før vejgrenen for rundkørsler eller summen af trafik fra sidevejen og trafik fra venstre mod højre på primærvejen (set fra sidevejen) for T-kryds, hvor venstresving ikke er tilladt.
Ln_Mktj	-	ÅDT for krydsende motorkøretøjer i vej-stikrydsene.
Ln_Sti	-	ÅDT for stitrafik i vej-stikrydsene.
Ln_Cykel	-	ÅDT for cykeltrafik på stien i vej-stikrydsene.
Ln_Knallert	-	ÅDT for knallertrafik på stien i vej-stikrydsene.
Krydstype	1	Type 1: Sti krydser primærvej (T- og F-kryds).
	2	Type 2: Sti krydser sidevej (T-kryds).
	3	Type 3: Sti krydser sidevej (F-kryds).
	4	Type 4: Sti krydser sidevej (rundkørsel, T-kryds hvor venstresving ikke er tilladt).
Kanalisering	Ja	Der er helle på sidevej og/eller svingbane(r) på primærvej.
	Nej	Der er hverken helle på sidevej eller svingbane på primærvej.
Antal_ben	3	Antal ben i vej-vejkrydset, som vej-stikrydset er tilknyttet.
	4	
Vej_vej_vigepligt	Rundkørs	Vej-vejkrydset består af et vejgrens kryds med cirkulationsarealet i en rundkørsel.
	Stop	I vej-vejkrydset er der stoppligt for trafik fra sidevejen.
	Vigepligt	I vej-vejkrydset er der vigepligt for trafik fra sidevejen.
Vigepligt	Sti_hoved	Stitrafikken har vigepligt og krydser primærvejen.
	Sti_side_bag	Stitrafikken har vigepligt og krydser sidevejen bag motorkøretøjers vigepligt i forbindelse med vej-vejkrydset.
	Vej_side_bag	Vejtrafikken har vigepligt, og stien krydser sidevejen bag motorkøretøjers vigepligt i forbindelse med vej-vejkrydset.
	Vej_side_for	Vejtrafikken har vigepligt, og stien krydser sidevejen foran motorkøretøjers vigepligt i forbindelse med vej-vejkrydset.
Afmærk_vigepligt	Hajtænder	Vigepligten i vej-stikrydset er afmærket med hajtænder.
	Intet	Vigepligten i vej-stikrydset er ikke afmærket. Den kan f.eks. være angivet ved en overkørsel.
Farvet_cykelfelt	Ja	Der er et blått eller rødt afmærket cykelfelt i vej-stikrydset.
	Nej	Der er intet eller et hvidt afmærket cykelfelt i vej-stikrydset.
Cykelsymbol	Ja	Der er afmærket med cykelsymbol på stien i vej-stikrydset.
	Nej	Der er ikke afmærket med cykelsymbol på stien i vej-stikrydset.
Fodgængerfelt	Ja	Der er fodgængerfelt ved siden af vej-stikrydset.
	Nej	Der er ikke fodgængerfelt ved siden af vej-stikrydset.
	Fortov	Der er ikke fodgængerfelt ved siden af vej-stikrydset, men fortovet er gennemført på tværs af sidevejen.

Variabel	Type	Forklaring
Midtlinje	Ja	Stien er afmærket med stiptet midtlinje i selve vej-stikrydset.
	Nej	Stien er ikke afmærket med stiptet midtlinje i selve vej-stikrydset.
Skiltet_vigepligt	Ja	Vigepligten i vej-stikrydset er skiltet enten med en UB11.2 undertavle på B11-tavle ved vigepligt for vejtrafikken eller B11-tavle for stitrafikken, hvis denne har vigepligt.
	Nej	Vigepligten i vej-stikrydset er ikke skiltet med en UB11.2 undertavle på B11-tavle ved vigepligt for vejtrafikken eller B11-tavle for stitrafikken, hvis denne har vigepligt.
	Gæt	Vigepligten i vej-stikrydset er sandsynligvis skiltet enten med en UB11.2 undertavle på B11-tavle ved vigepligt for vejtrafikken eller B11-tavle for stitrafikken, hvis denne har vigepligt. Det er kun muligt at se bagsiden af skiltet på Google Street View.
	Ukendt	Skiltningen i vej-stikrydset er ukendt.
Fartdæmpning	Vejbump	Der er bump på vejbenet, som stien krydser.
	Anden/over	Der er anden belægning eller overkørsel på vejbenet, som stien krydser.
	Ingen	Der er ingen hastighedsdæmpende foranstaltninger for vejtrafikken i forbindelse med vej-stikrydset.
Forvarslet	Ja	Vej-stikrydset er forvarslet på vejbenet, som stien skærer.
	Nej	Vej-stikrydset er ikke forvarslet på vejbenet, som stien skærer.
	Ukendt	Det er ukendt, om vej-stikrydset er forvarslet på vejbenet, som stien skærer.
Stitype	Cykel_knallert	Lille knallert må benytte cykelstien.
	Ej_knallert	Lille knallert må ikke benytte cykelstien.
	Ukendt	Det er ukendt om lille knallert må benytte stien.
Zone	By	Selve vej-stikrydset er placeret i byzone.
	Land	Selve vej-stikrydset er placeret i landzone.
Hast_vejben	-	Hastighedsbegrænsningen eller anbefalet hastighed 100 meter fra vej-stikrydset på vejbenet, som stien skærer.
	Ukendt	Hastighedsbegrænsningen eller den anbefalede hastighed er ukendt på vejbenet, som stien skærer.
Oversigt	Ja	Oversigten er vurderet til at være tilstrækkelig i vej-stikrydset for alle trafikanter med vigepligt i henhold til Vejreglerådet (2012).
	Nej	Oversigten er vurderet til at være utilstrækkelig i vej-stikrydset for trafikanter fra én af retningerne med vigepligt i henhold til Vejreglerådet (2012).
Tilbagetrækning	a 0-3,0	Stiens tilbagetrækning i meter fra nærmeste kørespor til ligeudkørende trafik fordelt på fire kategorier.
	b 3,1-6,0	
	c 6,1-12,0	
	d >12,0	
Stislutning	Ja	Stien ophører som dobbeltrettet cykelsti på den ene side af vej-stikrydset.
	Nej	Stien fortsætter som dobbeltrettet cykelsti på begge sider af vej-stikrydset.

Bilag 4 – Alternative modeller

Uheldsmodellen

Variable og parameterestimer i forbindelse med uheldsmodellen baseret på 709 vej-stikryds og 305 uheld (Tabel 33 og Tabel 34). Vej-stikrydsene er vægtet på baggrund af længden af hvert enkelt kryds' uheldsperiode holdt op imod de 12 år i den samlede analyseperiode.

Variabel	Navn for estimat	Frihedsgrader	Type 1, χ^2 -værdi	AIC	k	Elviks Indeks
-	a	1	-	1247,2214	3,4714	0,0%
Ln_Indkmtj	P ₁	1	30,65	1218,5682	2,9072	16,3%
Ln_Sti	P ₂	1	17,30	1203,2673	2,6582	23,4%
Midtlinje	b ₁	1	49,07	1156,1975	1,9125	44,9%
Skiltet_vigepligt	b ₂	3	14,14	1148,0553	1,7620	49,2%
Kanalisering	b ₃	1	7,75	1142,3005	1,6302	53,0%
Vigepligt	b ₄	3	8,47	1139,8302	1,5889	54,2%

Tabel 33: Variable i uheldsmodellen baseret på 709 vej-stikryds vægtet på baggrund af antallet af år i hvert kryds' uheldsperiode divideret med 12 år. Variablene er tilføjet én efter én med den øverste først.

Variabel	Type	Estimat	95 % - nedre	95 % - øvre
ln(a)	-	-5,9649	-7,8250	-4,1708
Ln_Indkmtj (P ₁)	-	0,3203	0,1063	0,5383
Ln_Sti (P ₂)	-	0,3898	0,2225	0,5614
Midtlinje (b ₁)	Ja	1,1127	0,6480	1,5885
	Nej	0,0000	-	-
Skiltet_vigepligt (b ₂)	Ja	0,1532	-0,3699	0,6676
	Nej	-0,8943	-1,6684	-0,1476
	Gæt	-0,1063	-0,6772	0,4568
	Ukendt	0,0000	-	-
Kanalisering (b ₃)	Ja	0,6947	0,2862	1,1089
	Nej	0,0000	-	-
Vigepligt (b ₄)	Sti_hoved	-0,6168	-2,2321	0,7313
	Sti_side_bag	-0,6615	-1,3864	0,0582
	Vej_side_bag	-0,7159	-1,3017	-0,1390
	Vej_side_for	0,0000	-	-

Tabel 34: Parameterestimerne for uheldsmodellen baseret på 709 vej-stikryds vægtet på baggrund af antallet af år i hvert kryds' uheldsperiode divideret med 12 år.

Personskademodellen

Variable og parameterestimater i forbindelse med personskademodellen baseret på 709 vej-stikryds og 140 personskader (Tabel 35 og Tabel 36). Vej-stikrydsene er vægtet på baggrund af længden af hvert enkelt kryds' uheldsperiode holdt op imod de 12 år i den samlede analyseperiode.

Variabel	Navn for estimat	Frihedsgrader	Type 1, χ^2 -værdi	AIC	k	Elviks Indeks
-	a	1	-	802,0662	4,8661	0,0%
Ln_Sti	P	1	10,68	793,3854	4,4422	8,7%
Midtlinje	b ₁	1	42,70	752,6861	3,0042	38,3%
Kanalisering	b ₂	1	15,55	739,1365	2,3862	51,0%
Farvet_cykelfelt	b ₃	1	5,18	735,9527	2,2315	54,1%
Vigepligt	b ₄	3	13,68	728,2683	2,0382	58,1%

Tabel 35: Variable i personskademodellen baseret på 709 vej-stikryds vægtet på baggrund af antallet af år i hvert kryds' uheldsperiode divideret med 12 år. Variablene er tilføjet én efter én med den øverste først.

Variabel	Type	Estimat	95 % - nedre	95 % - øvre
ln(a)	-	-4,3212	-5,6034	-3,1093
Ln_Sti (P)	-	0,3786	0,1636	0,6019
Midtlinje (b ₁)	Ja	1,1634	0,5196	1,8470
	Nej	0,0000	-	-
Kanalisering (b ₂)	Ja	1,1165	0,6307	1,6121
	Nej	0,0000	-	-
Farvet_cykelfelt (b ₃)	Ja	0,5294	0,0256	1,0390
	Nej	0,0000	-	-
Vigepligt (b ₄)	Sti_hoved	-1,2475	-4,2480	0,6314
	Sti_side_bag	-1,5696	-2,7612	-0,4992
	Vej_side_bag	-0,9652	-1,7541	-0,2186
	Vej_side_for	0,0000	-	-

Tabel 36: Parameterestimaterne for personskademodellen baseret på 709 vej-stikryds vægtet på baggrund af antallet af år i hvert kryds' uheldsperiode divideret med 12 år.