

# Kryds med dobbeltrettede cykelstier

Sammenfatningsrapport



# Indhold

<b>1. Indledning .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Litteraturstudie .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Undersøgelse af kryds .....</b>	<b>7</b>
<b>4. Konklusion og refleksion .....</b>	<b>12</b>
<b>Referencer.....</b>	<b>15</b>

# 1. Indledning

Denne rapport sammenfatter resultaterne og refleksionerne fra projektet *Kryds med dobbeltrettede cykelstier*, der er udført af Trafitec med støtte fra Cykelpuljen 2021.

Projektets formål er at gøre det mere sikkert for cyklister at færdes på dobbeltrettede cykelstier ved at bidrage med ny viden om cyklisters sikkerhed i kryds med dobbeltrettede cykelstier. Den ny viden videregives til fagfolk, og rapport og to notater er offentligt tilgængelige på [www.trafitec.dk](http://www.trafitec.dk).

De to notater omhandler ét litteraturstudie om trafiksikkerheden i kryds med dobbeltrettede cykelstier og én undersøgelse af trafiksikkerheden i signalregulerede kryds og vej-sti kryds med dobbeltrettede cykelstier.

Litteraturstudiet beskriver tidligere relevante studier fra Danmark og udlandet. Det gennemgår lovgivning og vejregler i relation til kryds med dobbeltrettede cykelstier. Endelig opstiller det en syntese på baggrund af de tidligere relevante studier, lovgivning og vejregler.

Undersøgelsen af kryds med dobbeltrettede cykelstier indeholder en vurdering af trafiksikkerheden i 90 signalregulerede kryds og 224 vej-sti kryds med dobbeltrettede cykelstier. Der er opstillet ulykkesmodeller og -frekvenser, der viser, hvordan trafikmængder, vigepligtsforhold, signalregulering, afmærkning, tavler og krydsgeometri påvirker trafiksikkerheden i krydsene.

## 2. Litteraturstudie

Litteraturstudiet (Jensen, 2022) om trafikikkerheden i kryds med dobbeltrettede cykelstier er udført med brug af systematiske litteratursøgninger i TRID, ScienceDirect, Google Scholar og Trafik & Veje. Omkring 1.000 publikationer er gennemgået, og heraf er ca. 60 publikationer gennemlæst. 23 relevante tidligere studier er refereret. Dansk lovgivning og danske vejregler om kryds med dobbeltrettede cykelstier er refereret.

Der er udført en række studier om trafikikkerheden i kryds med dobbeltrettede cykelstier. De fleste studier omhandler vigepligtsregulerede vejkryds og rundkørsler, hvor de dobbeltrettede cykelstier løber langs veje. Kun få studier omhandler vej-sti kryds og signalregulerede vejkryds.

### *Ensrettet eller dobbeltrettet*

I vejkryds og rundkørsler er det uden tvivl mest sikkert at udforme cyklisteres færdselsareal som ensrettet frem for dobbeltrettet (se fx Hauksson, 2014; Schepers et al., 2011; Buch, 2011; Schepers og Voorham, 2010; Wachtel og Lewiston, 1994; Gårder et al., 1994).

### *Krydsningstype*

I hovedtræk kan det siges, at hvor en dobbeltrettet cykelsti (fællessti eller delt sti) krydser en vej, så er den mest sikre løsning for cyklister angivet øverst i listen herunder og den farligste løsning nederst:

- 1) Niveaufri skæring (stitunnel eller stibro)
- 2) Signalreguleret krydsning
- 3) Krydsning, hvor stitrafikanter har ubetinget vigepligt for vejtrafikanter
- 4) Krydsning, hvor vejtrafikanter har ubetinget vigepligt for stitrafikanter

Buch og Jensen (2013) viser, at ved vigepligtsregulerede vejkryds og rundkørsler er krydsninger, hvor stitrafikanter har ubetinget vigepligt for vejtrafikanter, gennemsnitligt omkring 4-5 gange mere sikre for cyklister end krydsninger, hvor vejtrafikanter har ubetinget vigepligt for stitrafikanter.

Buch og Jensen (2013) viser, at ved vigepligtsregulerede vejkryds og rundkørsler er niveaufri skæring gennemsnitligt 2-3 gange mere sikre for cyklister end krydsninger, hvor vejtrafikanter har ubetinget vigepligt for stitrafikanter. En niveaufri skæring er i gennemsnit ca. 70 % mere risikabel for cyklister end en krydsning, hvor stitrafikanter har ubetinget vigepligt for vejtrafikanter. Årsagen til denne øgede risiko er, at nogle cyklister vælger ikke at benytte stitunnelen eller stibroen, og i stedet udsætter sig for fare på vejen. Hvis den niveaufri skæring er den nemmeste, hurtigste og mest attraktive måde at krydse vejen, så vil det også være den mest sikre.

Jensen (2008) viser, at signalregulering af vej-sti kryds (før signalregulering var der krydsning, hvor stitrafikanter havde ubetinget vigepligt for vejtrafikanter) medførte en forbedring af cyklisteres sikkerhed med 30-50 %, når der var mere end ca. 10.000 biler/døgn på vejen. Den

gunstige virkning findes ikke blot i vej-sti krydset, men også på strækninger og i kryds nær vej-sti krydset. Denne virkning er meget lig den sikkerhedsmæssige effekt af at signalregulere et vejkryds (se fx Høye, 2015; Jensen, 2010).

Schneider et al. (2021) påpeger dog, at det er uvist, hvorvidt det er mest sikkert for en cyklist at krydse i et signalreguleret vejkryds eller i et prioriteret vejkryds i USA. Schneider et al. (2021) påpeger ydermere, at det er uvist, hvorvidt det er mest sikkert at krydse en vej i et vej-sti kryds eller i et vejkryds, hvis forholdene i øvrigt er ens.

I vigepligtsregulerede vejkryds og rundkørsler, hvor den dobbeltrettede cykelsti krydser en sidevej / vejgren, har cyklister, der cykler mod færdselsretningen i det nærliggende kørespor, 2-5 gange højere risiko end cyklister, der cykler med færdselsretningen (se fx Phillips et al., 2011; Buch, 2011; Schepers og Voorham, 2010; Summala et al., 1996; Wachtel og Lewiston, 1994). Forklaringen herpå er mange ulykker med højresvingende motorkøretøjer fra sidevej (ind på primærvej) eller vejgren (ind i rundkørsel), der påkører cyklister, der cykler på stien mod færdselsretningen. Denne type ulykker forekommer kun sjældent eller aldrig, når der er niveaufri skæring, signalreguleret krydsning, krydsning, hvor stitrafikanter har ubetinget vigepligt for vejtrafikanter, eller vej-sti kryds. Og det er i høj grad denne type af ulykke, som er forklaringen på, at krydsninger, hvor vejtrafikanter har ubetinget vigepligt for stitrafikanter, er mere farlige for cyklister end andre krydsningstyper.

### *Designforhold*

Der er ikke fundet undersøgelser, der beskriver, hvordan udformningen af en **stitunnel eller stibro** påvirker cyklisters sikkerhed. Det er således ikke umiddelbart muligt at angive, hvordan fx stitunnelens eller -broens bredde, belysning, belægning, tilkørselsstiers udformning mv. påvirker sikkerheden. Der findes studier af, hvordan hegn og rækværk påvirker fodgængeres sikkerhed (hegn og rækværk opsat ved veje nær stitunneler og -broer for at forhindre fodgængere i at krydse veje udenfor tunnel eller bro), men ikke hvordan hegn og rækværk påvirker cyklisters sikkerhed.

Der er ikke fundet undersøgelser, der beskriver, hvordan indretningen eller udformningen af **signalregulerede vejkryds eller signalregulerede vej-sti kryds** med dobbeltrettede cykelstier påvirker cyklisters sikkerhed. Det er muligt, at separatregulering af cykeltrafik på dobbeltrettede cykelstier i signalregulerede vejkryds medfører en større gunstig virkning på cyklisters sikkerhed, da andre former for separatregulering fx bundet venstresving har vist sig at give særdeles gode sikkerhedseffekter (se fx Buch, 2019). Men et studie af Rupi og Krizek (2019) viser, at cyklistsignaler er mindre synlige end andre signaler i lyskryds, hvilket kan give anledning til en mindre gunstig virkning af separatregulering. En undersøgelse fra vigepligtsregulerede vejkryds indikerer, at det er mest sikkert at placere den dobbeltrettede cykelsti så tæt på den parallelle vej som muligt, når bilister skal vige for cyklister (Buch og Jensen, 2013) – men om det også gælder i signalregulerede vejkryds er uvist. Det er uvist, hvilken sikkerhedsmæssige virkning fx afmærkning af cykelfelter, farvning af cykelarealer, etablering af heller osv. har i relation til dobbeltrettede cykelstier ved signalregulerede krydsninger.

Undersøgelser om **vigepligtsregulerede vej-sti kryds** er også stærkt begrænsede. Schneider et al. (2021) finder, at når krydsningslængden i vej-sti kryds (eksklusiv helleanlæg) øges med 1 m, så stiger ulykkestallet med ca. 4 %. Det er altså vigtigt, at vejen er "smal" ved vej-sti krydset.

Schneider et al. (2021) finder også, at jo bedre oversigtsforholdene er (jo længere sigtlængder), desto lavere er ulykkesfrekvensen for cyklister. Jestico et al. (2017) finder det omvendte resultat, nemlig jo bedre oversigtsforhold, desto dårligere er cyklisters sikkerhed, men den undersøgelse er tvivlsom rent metodisk. Endelig finder Schneider et al. (2021), at afmærkning og heller ikke har en statistisk signifikant betydning for sikkerheden i vej-sti kryds, hvilket vil sige, at betydningen af afmærkning og heller er ret begrænset. Der er ikke fundet studier, der kan dokumentere, hvordan vigepligtsforholdene i vej-sti kryds påvirker trafikikkerheden. Der er heller ikke fundet studier, der kan dokumentere om fx stibomme, belysning mv. påvirker trafikikkerheden.

Der er udført langt flere og større undersøgelser af **vigepligtsregulerede vejkryds og rundkørsler** med dobbeltrettede cykelstier. Her findes en række interessante resultater om den sikkerhedsmæssige betydning af krydsningers udformning:

- Når stitrafikanter er pålagt vigepligten, er sikkerheden bedst, når stikrydsningen er placeret ca. 6-12 m fra primærvejen / cirkulationsarealet (Summala et al., 1996; Buch og Jensen, 2013). Når vejtrafikanter er pålagt vigepligten, er sikkerheden bedst, når stikrydsningen er placeret ca. 0-3 m fra primærvejen / cirkulationsarealet (Buch og Jensen, 2013).
- Hævet stikrydsning, fx i form af bump, overkørsel eller hævet dobbeltrettet cykelsti, medfører en reduktion i cyklisters risiko på omkring 20-50 % (Leden et al., 2000; Schepers et al., 2011; Summala et al., 1996).
- Farvet asfalt eller farvet cykelfelt på stikrydsning forværrer cyklisters sikkerhed med ca. 50-70 % (Buch og Jensen, 2013; Schepers et al., 2011).
- Yderligere afmærkning af vigepligt, fx afmærkning på belægning eller tavler med angivelse af ubetinget vigepligt eller tavler med angivelse af krydsende cyklister, ser ud til at forværre cyklisters sikkerhed med ca. 75-185 % (Buch og Jensen, 2013; Schepers et al., 2011). Omvendt peger Summala et al. (1996) i retning af, at opsætning af stoptavler kan forbedre sikkerheden.
- Buch og Jensen (2013) finder, at kanalisering af sidevej eller primærvej i form af heller øger cyklisters risiko med ca. 100 %. Omvendt finder Schepers et al. (2011), at venstresvingsbane på primærvej ikke har væsentlig betydning for cyklisters sikkerhed i stikrydsningen.
- Etablering af midtlinje på stien gennem krydsningen øger ulykkestallet med ca. 100-200 % (Buch og Jensen, 2013). §113 stk. 5 i *Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning* angiver, at midtlinjen skal fortsættes over sideveje og udkørsler, så her kan det være relevant at revidere bekendtgørelsen.

### 3. Undersøgelse af kryds

Undersøgelsen (Jensen, 2023) af kryds med dobbeltrettede cykelstier indeholder en vurdering af trafiksikkerheden i 90 signalregulerede kryds og 224 vej-sti kryds med dobbeltrettede cykelstier. Vurderingen er baseret på ulykkesmodeller og -frekvenser, der viser, hvordan trafikmængder, vigepligtsforhold, signalregulering, afmærkning, tavler og krydsgeometri påvirker trafiksikkerheden i krydsene.

Undersøgelsen gør brug af politiregistrerede ulykkesdata samt trafiktællinger fra Mastra. Derudover har Trafitec udført trafiktællinger i 55 kryds. Forhold om vigepligt, signalregulering, afmærkning, tavler og krydsgeometri er registreret ved hjælp af luftfoto og Google Street View. På baggrund af disse data er ulykkesfrekvenser beregnet for kryds på traditionel vis fx antal ulykker pr. mio. cykler og knallerter. Der er opstillet flere state-of-the-art ulykkesmodeller med negativ-binomial fordeling for hhv. signalregulerede kryds og vej-sti kryds. Ulykkesmodeller og -frekvenser anvendes til at vurdere den sikkerhedsmæssige betydning af diverse forhold.

#### *Datagrundlag*

I undersøgelsen indgår data om kryds, trafik og ulykker. Der indgår 90 signalregulerede kryds, hvori dobbeltrettede cykelstier krydser 108 krydsben. Der indgår 224 vej-sti kryds, hvor en dobbeltrettet cykelsti krydser en vej mindst 15 m fra et vejkryds. Der opereres med en analyseperiode fra år 2000 til 2020. Hvert kryds er undersøgt for den seneste del af analyseperioden, hvor udformning og regulering af krydset har været nogenlunde uændret. Omkring halvdelen af krydsene er undersøgt i hele analyseperioden.

For signalregulerede kryds haves følgende data:

- 33 variable, der beskriver udformning og regulering af krydset med særlig fokus på dobbeltrettede cykelstiers krydsning af kørebaner.
- Årsdøgntrafik af motorkøretøjer for samtlige krydsben.
- Årsdøgntrafik af cykler og knallerter på krydsende dobbeltrettede cykelstier.
- Samtlige politiregistrerede ulykkesdata for 739 ulykker (ALLE-ulykker) i krydsene, heraf 125 ulykker med cykler og knallerter (CK-ulykker) på de krydsende dobbeltrettede cykelstier.

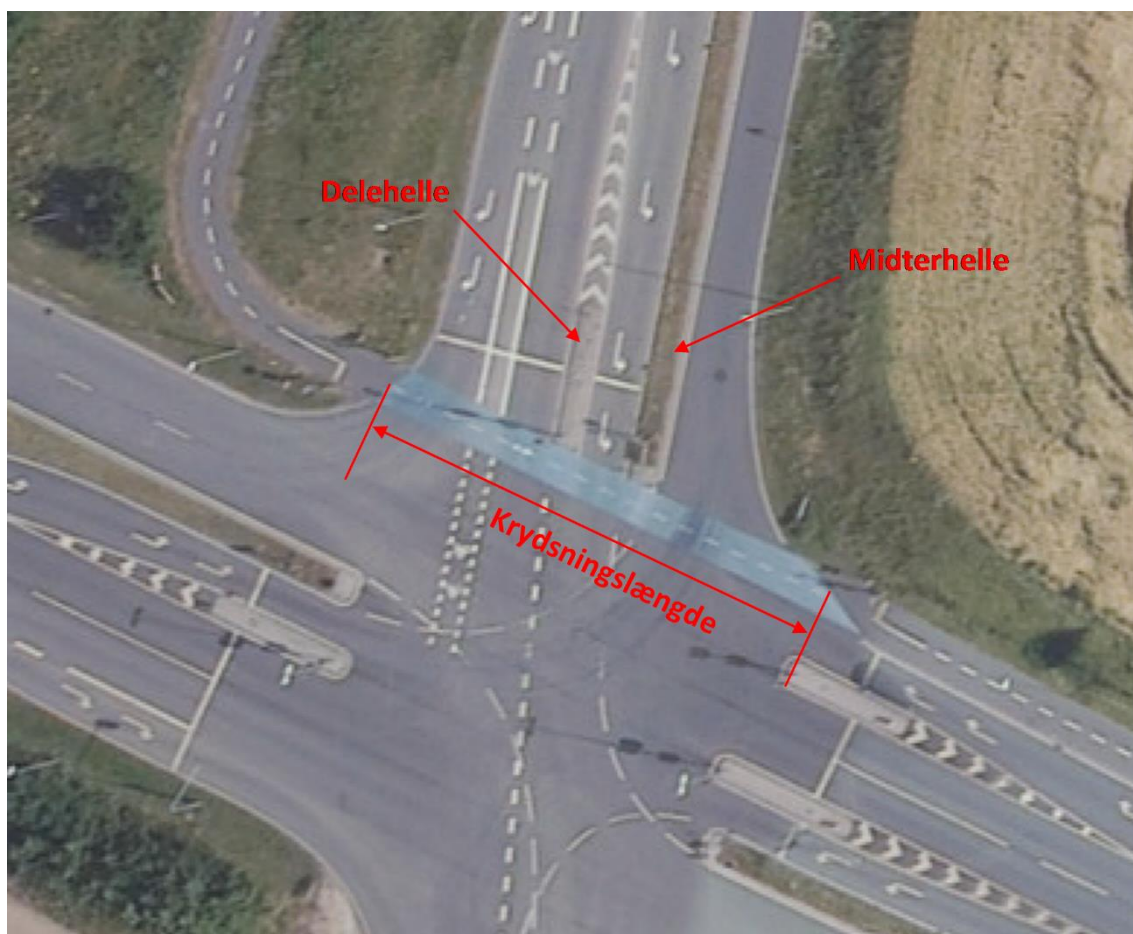
For vej-sti kryds haves følgende data:

- 33 variable, der beskriver udformning og regulering af krydset med særlig fokus på dobbeltrettede cykelstiers krydsning af kørebaner.
- Årsdøgntrafik af motorkøretøjer på samtlige veje.
- Årsdøgntrafik af cykler og knallerter på krydsende dobbeltrettede cykelstier.
- Samtlige politiregistrerede ulykkesdata for 143 ulykker (ALLE-ulykker) i krydsene, heraf 93 ulykker med cykler og knallerter (CK-ulykker) på de krydsende dobbeltrettede cykelstier.

### Resultater om signalregulerede kryds

Antallet af ALLE-ulykker i de 90 signalregulerede kryds afhænger meget af antallet af motorkøretøjer på hhv. primærvej (de to krydsben med mest trafik) og sekundærvej. Desuden ses, at antallet af ALLE-ulykker er omkring 25 % lavere i T-kryds (kryds med 3 krydsben) end i F-kryds (4 krydsben) ved samme mængder af motorkøretøjer.

Antallet af CK-ulykker på de 108 krydsben afhænger meget af antallet af krydsende cykler og knallerter på de dobbeltrettede cykelstier. Ulykkesfrekvensen (antal CK-ulykker pr. cykel/knallerter) falder, når antallet af cykler og knallerter stiger. Der er en tydelig "safety-in-numbers" effekt for cyklister og knallertkørere. Antallet af motorkøretøjer på krydsbenene kan derimod ikke forklare variationer i tallene for CK-ulykker.



**Figur 1.** Angivelse af krydsningslængde, delehelle og midterhelle i et signalreguleret kryds med én krydsende dobbeltrettet cykelsti med blå cykelfelt og midtlinje på sti.

Antallet af CK-ulykker på de 108 krydsben afhænger også meget af krydsningslængden, som cyklister og knallertkørere tilbagelægger på den dobbeltrettede cykelsti, når de krydser kørebane i krydsbenet, se Figur 1. Antallet af CK-ulykker stiger med ca. 7 % for hver ekstra meter, krydsningslængden er.



I krydsben med krydsende dobbeltrettede cykelstier reducerer deleheller, der er mellem kørespor i tilfarten med bundne svingfaser, antallet af CK-ulykker markant i større kryds. Delehellers store betydning er højest sandsynligt knyttet mere til det signaltekniske end geometrien. I krydsben med krydsende dobbeltrettede cykelstier øger midterheller antallet af CK-ulykker markant både i små og større kryds. Det er uvist, hvorfor midterheller øger ulykkesrisikoen for cyklister og knallertkørere, men midterheller ses i øvrigt at være til gavn for fodgængeres og bilisters sikkerhed.

Derudover er der svage tendenser til, at antallet af CK-ulykker stiger, når fodgængerfelt, cykel- felt og midtlinje på sti afmærkes i eller ved den dobbeltrettede cykelstis krydsning af krydsbenet. Der er også en svag tendens til, at antallet af CK-ulykker falder, når detektering af cykler og knallerter ved hjælp af spoler, video eller trykknapper forefindes ved den dobbeltrettede cykelstis krydsning af krydsbenet.

Der er en svag tendens til, at antallet af CK-ulykker øges, jo flere kørespor, der er i det krydsben den dobbeltrettede cykelsti krydser, og jo flere signalfaser, der er i det signalregulerede kryds. Men her skal det bemærkes, at begge forhold (antal kørespor og signalfaser) er stærkt korreleret til krydsningslængden og forekomsten af delehelle, og derfor er det svært at sige, om antal kørespor og signalfaser er af betydning.

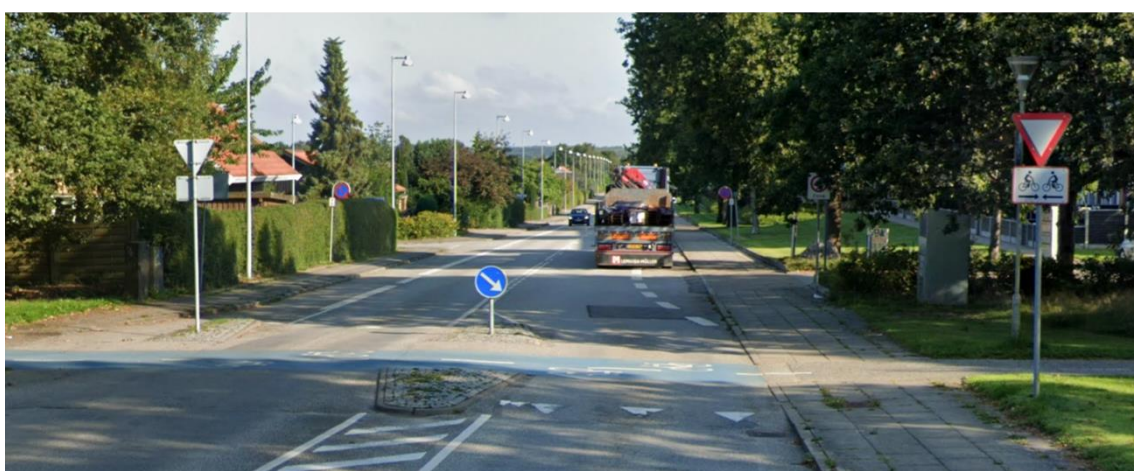
Desuden bør det bemærkes, at by-/landzone, hastighedsgrænse, anbefalet hastighed, forekomst af højre- og venstresvingsbaner samt forvarsling af dobbeltrettet cykelsti ikke synes at påvirke antallet af CK-ulykker i signalregulerede krydsben nævneværdigt. Det er muligt, at disse forhold har betydning for antallet af CK-ulykker, men at betydningen er for beskedent til at kunne påvises.

### *Resultater om vej-sti kryds*

Antallet af ALLE-ulykker og CK-ulykker afhænger meget af antallet af cykler og knallerter, der krydser vejen på de dobbeltrettede cykelstier i vej-sti krydsene. Ulykkesfrekvensen (antal CK-ulykker pr. cykel/knallert) falder, når antallet af cykler og knallerter stiger. Der er en tydelig "safety-in-numbers" effekt for cyklister og knallertkørere. Antallet af ALLE-ulykker og CK-ulykker afhænger lidt af antallet af motorkøretøjer, der krydser stien i vej-sti krydsene.

Antallet af ALLE-ulykker og CK-ulykker afhænger meget af reguleringen af vej-sti krydset. Krydsene er reguleret på tre forskellige måder, som det ses af Figur 2. Den mest sikre regulering er, når stitrafikanter har ubetinget vigepligt for vejtrafikanter. Her sker ca. 5 gange færre ulykker pr. vej-sti kryds end i kryds, hvor vejtrafikanter har ubetinget vigepligt for stitrafikanter, ved samme trafikmængder. Og der sker ca. 2 gange færre ulykker pr. vej-sti kryds end i signalregulerede vej-sti kryds ved samme trafikmængder. Et signalreguleret vej-sti kryds kan dog være sikrere end et vej-sti kryds, hvor stitrafikanter har ubetinget vigepligt for vejtrafikanter, hvis der kører mange motorkøretøjer på vejen, typisk over 10.000 i ÅDT.

Desuden er der tendens til, at antallet af ulykker øges, jo flere kørespor vejen har gennem vej-sti krydset. Der er tendens til, at antallet af ulykker falder, jo dårligere oversigtsforholdene er. Derudover er der svage tendenser til, at antallet af ulykker falder, når knallertkørsel forbydes på stien, og når der er overkørsel på sti eller vej ved vej-sti krydset.



**Figur 2.** Tre forskellige reguleringer i vej-sti kryds. På øverste foto har stitrafikanter ubetinget vigepligt for vejtrafikanter. På fotoet i midten har vejtrafikanter ubetinget vigepligt for stitrafikanter. På nederste foto er vej-sti krydset signalreguleret.

Der er også tendenser til, at antallet af ulykker øges, når der afmærkes cykelsymboler eller midtlinje på stien i vej-sti krydset. Disse tendenser kan dog skyldes reguleringen af vej-sti kryds og ikke nødvendigvis afmærkningen af cykelsymboler eller midtlinje.

Det bør bemærkes, at hastighedsgrænse, anbefalet hastighed, fartdæmpende tiltag og midterhelle ikke synes at påvirke antallet af ulykker i vej-sti kryds. Der kan fx ikke påvises sammenhæng mellem antal ulykker og tilstedeværelsen af stibomme, vejbump og/eller midterhelle, når der tages højde for trafikmængderne i vej-sti krydsene. Det er muligt, at disse forhold har betydning for antallet af ulykker, men at betydningen er for lille til at kunne påvises.

Der kan heller ikke påvises sammenhæng mellem antal ulykker og afstanden til nærmeste vej-kryds eller forekomst af belysning, cykelfaciliteter langs vejen og vejmidtlinje eller stitype (delt sti eller fællessti) og bredde af dobbeltrettet cykelsti. Det er også muligt, at disse forhold har betydning for antallet af ulykker, men at den er for lille til at kunne påvises.

## 4. Konklusion og refleksion

### *Signalregulerede vejkryds*

Antallet af ulykker med cyklister og knallertkørere på de krydsende dobbeltrettede cykelstier i signalregulerede vejkryds afhænger af:

- Antal krydsende cykler og knallerter på den dobbeltrettede cykelsti
- Længden af den dobbeltrettede cykelsti på tværs af krydsbenet (krydsningslængden)
- Forekomst af delehelle på krydsben med krydsende dobbeltrettet cykelsti
- Forekomst af midterhelle på krydsben med krydsende dobbeltrettet cykelsti

Sammenhænge viser, at jo flere cykler og knallerter, der krydser krydsbenet på den dobbeltrettede cykelsti, desto flere ulykker med cyklister og knallertkørere registrerer politiet. Men jo flere cykler og knallerter, der krydser krydsbenet på den dobbeltrettede cykelsti, desto lavere er ulykkesfrekvensen for cyklister og knallertkørere.

Sammenhænge viser, at jo længere krydsningslængden er, desto flere ulykker med cyklister og knallertkørere registrerer politiet. En delehelle på krydsbenet med krydsende dobbeltrettet cykelsti reducerer antallet af ulykker med cyklister og knallertkørere, mens en midterhelle på krydsbenet med krydsende dobbeltrettet cykelsti øger antallet af ulykker med cyklister og knallertkørere.

Foruden disse sammenhænge, så ser det ud til, at afmærkning af fodgængerfelt, cykelfelt og midtlinje på sti i eller ved den dobbeltrettede cykelstis krydsning af krydsbenet øger antallet af ulykker med cyklister og knallertkørere, mens detektering af cykler og knallerter ved hjælp af spoler, video eller trykknapper ser ud til at reducere antallet af ulykker.

Samlet set synes trafiksikkerheden i signalregulerede vejkryds med dobbeltrettede cykelstier at kunne forbedres, hvis længden af stien hen over kørebaner mv. reduceres. Sikkerheden ser også ud til at kunne forbedres, hvis højre- og venstresving ind over stien separatreguleres i de større kryds, hvor separatregulering ofte kan implementeres uden at øge krydsningslængden. Trafiksikkerheden kan muligvis også forbedres, hvis cyklister detekteres ved hjælp af spoler, trykknapper eller video, og detekteringer anvendes i trafikstyrede signalprogrammer.

### *Vej-sti kryds*

Antallet af ulykker med cyklister og knallertkørere på de krydsende dobbeltrettede cykelstier i vej-sti kryds påvises at afhænge af:

- Antal krydsende cykler og knallerter på den dobbeltrettede cykelsti
- Antal motorkøretøjer på vejen, der krydser den dobbeltrettede cykelsti
- Reguleringen af vej-sti krydset

Sammenhængene viser, at jo flere cykler og knallerter, der krydser vejen på den dobbeltrettede cykelsti, desto flere ulykker med cyklister og knallertkørere registrerer politiet. Men jo flere cykler og knallerter, der krydser krydsbenet på den dobbeltrettede cykelsti, desto lavere er ulykkesfrekvensen for cyklister og knallertkørere. Og jo flere motorkøretøjer, som kører på vejen der krydser den dobbeltrettede cykelsti, desto flere ulykker med cyklister og knallertkørere registrerer politiet.

Antallet af ulykker med cyklister og knallertkørere på den dobbeltrettede cykelsti afhænger i høj grad af reguleringen af vej-sti krydset. Den mest sikre regulering er, når stitrafikanter har ubetinget vigepligt for vejtrafikanter, hvor der sker ca. 5 gange færre ulykker pr. vej-sti kryds end i kryds, hvor vejtrafikanter har ubetinget vigepligt for stitrafikanter, ved de samme trafikmængder. Et signalreguleret vej-sti kryds er den næst mest sikre regulering, og her sker der omtrent dobbelt så mange ulykker pr. kryds set i forhold til vej-sti kryds, hvor stitrafikanter har ubetinget vigepligt for vejtrafikanter, ved de samme trafikmængder.

Foruden disse sammenhænge, så ser det ud til, at antallet af ulykker med cyklister og knallertkørere øges, jo flere kørespor vejen har gennem vej-sti krydset, mens antallet af ulykker falder, jo dårligere oversigtsforholdene er, og når knallertkørsel forbydes på stien, og når der er overkørsel på sti eller vej ved vej-sti krydset.

Samlet set synes trafiksikkerheden i vej-sti kryds at kunne forbedres, hvis stitrafikanter får ubetinget vigepligt over for vejtrafikanter. Dog kan trafiksikkerheden også forbedres ved at signalregulere vej-sti krydset, når årsdøgntrafikken på vejen overstiger 10.000. Sikkerheden synes også at kunne forbedres, hvis længden af stien hen over kørespor mv. reduceres, og hvis knallertkørsel forbydes på stien.

### *Øvrige aspekter*

Vigepligtsforholdene for den dobbeltrettede cykelsti i vej-sti kryds har omtrent samme betydning for antallet af ulykker med cyklister og knallertkørere, som vigepligtsforholdene for den dobbeltrettede cykelsti i vigepligtsregulerede vejkyds og rundkørsler. Cyklisters sikkerhed forværres med en faktor 5, når vigepligten vendes, så vejtrafikanter får ubetinget vigepligt for stitrafikanter. Det kan således være farligt at vende vigepligt, især hvor der er mange cykler, knallerter og motorkøretøjer.

I USA er såkaldte "HAWK beacon" i ikke-signalregulerede fodgængerovergange afprøvet, og her har man opnået et fald i fodgængerulykker på ca. 70 % (Fitzpatrick, 2012). Det er muligt, at et tilsvarende tiltag i vej-sti kryds, vigepligtsregulerede vejkyds og rundkørsler, hvor vejtrafikanter har ubetinget vigepligt for stitrafikanter på dobbeltrettede cykelstier, kan løse det betydelige sikkerhedsproblem, der eksisterer i nogle kryds. Implementering af HAWK beacon vil dog kræve dispensation fra afmærkningsbekendtgørelsen i Danmark.

For vej-sti kryds, signalregulerede vejkyds, vigepligtsregulerede vejkyds og rundkørsler ser det ud til, at afmærkning af cykelfelt, midtlinje på stien og farvning af arealet, hvor en dobbeltrettet cykelsti krydser kørebaner, forværrer cyklisters trafiksikkerhed. De former for afmærkning er således til skade for sikkerheden på dobbeltrettede cykelstier, og det anbefales derfor at fjerne disse afmærkninger, herunder evt. at ændre vejregler.

Ulykkesfrekvenser i signalregulerede vejkryds er 0,69 cykel-knallert-ulykker pr. mio. cykler og knallerter og 0,05 cykel-knallert-ulykker pr. mio. motorkøretøjer. Ulykkesfrekvenser i vigepligtsregulerede vejkryds (Buch og Jensen, 2013) er tilsvarende hhv. 0,79 og 0,09. Det ser således umiddelbart ud til, at for cyklister og knallertkørere er det sikrere at krydse en vej på en dobbeltrettet cykelsti i et signalreguleret vejkryds frem for et vigepligtsreguleret vejkryds eller rundkørsel. Det skal ses i lyset af, at signalregulering af vejkryds forbedrer trafiksikkerheden med omkring 30 % (Jensen og Buch, 2017). Ulykkesfrekvenser i vej-sti kryds er endnu lavere hhv. 0,17 og 0,03, så vej-sti kryds er altså mere sikre for cyklister og knallertkørere end vejkryds, når de krydser en vej på en dobbeltrettet cykelsti. Det kan derfor være en god strategi at lade de dobbeltrettede cykelstier krydse veje i vej-sti kryds, på stibroer eller via stitunneler.

# Referencer

- Buch, T. S. (2011): *Trafikantadfærd i kryds med dobbeltrettede cykelstier*. Trafikdage på Aalborg Universitet 2011, <https://www.trafikdage.dk/artikelarkiv>.
- Buch, T. S. (2019): *Sikkerhedseffekt af bundet venstresving*. Trafitec, Søborg, Danmark.
- Buch, T. S. og S. U. Jensen (2013): *Trafiksikkerhed i kryds med dobbeltrettede cykelstier*. Trafitec, Lyngby, Danmark.
- Fitzpatrick, K. (2012): *Safety Effectiveness of the HAWK or Pedestrian Hybrid Beacon*. TR News, no. 280, pp. 53-54.
- Gårder, P., Leden, L. og T. Thedéen (1994): *Safety implications of bicycle paths at signalized intersections*. Accident Analysis and Prevention, vol. 26, no. 4, pp. 429-439, [https://doi.org/10.1016/0001-4575\(94\)90034-5](https://doi.org/10.1016/0001-4575(94)90034-5).
- Hauksson, R. G. (2014): *Bicycle Safety in Gothenburg*. Master thesis, Department of civil and environmental engineering, Road and traffic research group, Chalmers university of technology, Göteborg, Sverige.
- Høy, A. (2015): *Trafiksikkerhetshåndboken – 3.9 Signalregulering i kryss*. TØI (Transportøkonomisk institutt) onlinepublikation på [www.tsh.toi.no](http://www.tsh.toi.no), Oslo, Norge.
- Jensen, S. U. (2008): *Signalreguleret fodgængerovergang – ny viden om sikkerhedsmæssig effekt*. Dansk Vejtidskrift, juni/juli, side 44-45, 2008.
- Jensen, S. U. (2010): *Safety effects of intersection signalization: A before-after study*. TRB 89<sup>th</sup> Annual Meeting Compendium of Papers, paper no. 10-1481, Washington DC, USA.
- Jensen, S. U. (2022): *Kryds med dobbeltrettede cykelstier - Litteraturstudie*. Trafitec, Søborg, Danmark.
- Jensen, S. U. (2023): *Undersøgelse af kryds med dobbeltrettede cykelstier - Trafiksikkerhed i 90 signalregulerede kryds og 224 vej-sti kryds*. Trafitec, Søborg, Danmark.
- Jensen, S. U. og T. S. Buch (2017): *Trafiksikkerhedsmæssige effekter af signalanlæg - Litteraturstudie og før-efter evaluering af svingfaser*. Trafitec, Lyngby, Danmark.
- Jestico, B., Nelson, T. A., Potter, J. og M. Winters (2017): *Multiuse trail intersection safety analysis: A crowdsourced data perspective*. Accident Analysis and Prevention, vol. 103, pp. 65-71, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.03.024>.

Leden, L., Gårder, P. og U. Pulkkinen (2000): *An expert judgment model applied to estimating the safety effect of a bicycle facility*. Accident Analysis and Prevention, vol. 32, pp. 589-599, [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(99\)00090-1](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(99)00090-1).

Phillips, R. O., Bjørnskau, T., Hagman, R. og F. Sagberg (2011): *Reduction in car-bicycle conflict at a road-cycle path intersection: Evidence of road user adaptation?* Transportation Research Part F, vol. 14, pp. 87-95, <https://doi.org/10.1016/j.trf.2010.11.003>.

Rupi, F. og K. J. Krizek (2019): *Visual Eye Gaze While Cycling: Analyzing Eye Tracking at Signalized Intersections in Urban Conditions*. Sustainability, 2019, vol. 11, issue 6, 089, <https://doi.org/10.3390/su11216089>.

Schepers, J. P. og J. Voorham (2010): *Oversteekongevallen met fietsers – Het effect van infrastructuurkenmerken op voorrangskruispunten*. Rijkswaterstaat, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Holland.

Schepers, J. P., Kroeze, P. A., Sweers, W. og J. C. Wüst (2011): *Road factors and bicycle-motor vehicle crashes at unsignalized priority intersections*. Accident Analysis and Prevention, vol. 43, pp. 853-861, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.11.005>.

Schneider, R. J., Schmitz, A., Lindsey, G. og X. Qin (2021): *Exposure-Based Models of Trail User Crashes at Roadway Crossings*. Transportation Research Record, vol. 2675, issue 8, pp. 1-13, <https://doi.org/10.1177/0361198121998692>.

Summala, H., Pasanen, E., Räsänen, M. og J. Sievänen (1996): *Bicycle accidents and drivers' visual search at left and right turns*. Accident Analysis and Prevention, vol. 28, no. 2, pp. 147-153, [https://doi.org/10.1016/0001-4575\(95\)00041-0](https://doi.org/10.1016/0001-4575(95)00041-0).

Wachtel, A. og D. Lewiston (1994): *Risk Factors for Bicycle-Motor Vehicle Collisions at Intersections*. ITE Journal, vol. 64, issue 9, pp. 30-35, [https://doi.org/10.1016/0022-4375\(96\)82241-9](https://doi.org/10.1016/0022-4375(96)82241-9).