

Trafiksikkerhed i kryds med bundet venstresving

Kryds med kantstensbegrænset delehelle mellem baner til venstresvingende og ligeudkørende



Thomas Skallebæk Buch

18. juni 2019

Indhold

Sammenfatning	3
1. Introduktion	5
2. Metode	7
2.1 Sammenligning af ”gode” og ”dårlige” kryds	8
2.2 Uheldsniveau i forhold til karakteristika	9
2.3 Uheldsniveau for kryds med fællestræk	10
3. Sammenligning af ”gode” og ”dårlige” kryds	11
3.1 Opsamling og diskussion.....	16
4. Uheldsniveau i forhold til karakteristika	19
4.1. Opsamling.....	30
5. Uheldsniveau for kryds med fællestræk	33
5.1 3-benede kryds og 4-benede rampekryds	33
5.2 4-benede kryds.....	36
5.2.1 4-benede kryds med meget trafik	36
5.2.2 4-benede kryds med lidt trafik.....	40
5.2.3 Øvrige 4-benede kryds.....	42
5.3 Opsamling.....	43
Bilag 1 – Typeopdeling efter placering af signaler	47

Sammenfatning

Som det fremgår af notatet, ”Sikkerhedseffekt af bundet venstresving. Supplerende effektanalyse af delehelle samt kryds i byer og på landet” (Buch, Trafitec, juni 2019), er bundet venstresving til gavn for trafiksikkerheden i signalregulerede kryds, særligt hvor der er mange venstresvingende. Før-efter uheldsanalysen baseret på 84 kryds viser dog, at effekten af at etablere bundet venstresving varierer betragteligt mellem de enkelte kryds.

Der er derfor udarbejdet en supplerende analyse for at vurdere, om der er nogle forhold, der ser ud til at have betydning for omfanget af uheld i krydsene. Herunder om der er nogle forhold, der er særlig knyttet til designet af bundet venstresving. Der er udelukkende set på kryds, hvor der er en kantstensbegrænset delehelle mellem kørespor til ligeudkørende og venstresvingende i forbindelse med bundet venstresving.

Metode

For at undersøge om der er trafik- eller designforhold, der har betydning for, hvorfor nogle kryds klarer sig bedre sikkerhedsmæssigt end andre, er der foretaget tre delanalyser:

1. Sammenligning af ”gode” og ”dårlige” kryds
2. Uheldsniveau i forhold til karakteristika
3. Uheldsniveau for kryds med fællestræk

I alt indgår 61 kryds i de efterfølgende analyser, hvor der for hvert kryds er en uheldsperiode på 3-5 år i perioden 2011-2015. Til vurdering af uheldsniveauet anvendes uheldsfrekvenser, hvor antallet af person- og materielskadeuheld er sat i forhold til antallet af indkørende motorkøretøjer i en uheldsperiode. Datamaterialet er ikke tilstrækkeligt til, at det er muligt fx at tage højde for fordelingen mellem person- og materielskadeuheld i analyserne. Det skyldes, at der generelt set er tale om kryds med høj sikkerhed, dvs. få uheld. Materielskadeuheld og alvorlige personskadeuheld er derfor vægtet lige højt ved sammenligningerne, og de beregnede uheldsfrekvenser giver derfor ikke indblik i eventuelle forskelle i ulykkernes alvorlighed.

I analyserne er der ikke taget hensyn til fx signalprogrammer samt omfang og fordeling af svingende trafik, ligesom omfang af cyklister og fodgængere blot er skønnet og ikke medtaget i de beregnede uheldsfrekvenser. Det er alt sammen forhold, der kan have stor betydning for uheldsniveauet i de enkelte kryds.

I sammenligningen af ”gode” og ”dårlige” indgår henholdsvis de 14 kryds med de højeste uheldsfrekvenser og de 16 kryds med de laveste. Det undersøges, om de to grupper af kryds adskiller sig i forhold til hinanden både med hensyn til design og trafik.

Delanalysen af uheldsniveau i forhold til karakteristika er baseret på alle 61 kryds. For parametre knyttet til design og trafik er sammenhængen med uheldsfrekvenser undersøgt for én parameter ad gangen. I gennemgangen tages der hensyn til samvariation mellem forskellige karakteristika.

I den tredje delanalyse er krydsene grupperet i forhold til krydstype og trafik. Det forsøges på denne måde at klarlægge, om der er forhold ved krydsdesign, der synes at have betydning for størrelsen af uheldsfrekvenser, når krydsene ligner hinanden med hensyn til krydstype og trafik.

Resultater

Samlet set tyder de tre delanalyser på, at forskelle på uheldsfrekvenser i kryds med bundet venstresving primært er knyttet til krydstyper og trafikssammensætning og kun i ringe grad til design af kryds, herunder design af bundet venstresving og deleheller. Indtrykket er, at krydsene i vid udstrækning efterlever de gængse principper for design af signalregulerede kryds med bundet venstresving.

På tværs af de tre delanalyser er det tydeligt, at 3-benede kryds og 4-benede rampekryds med ensrettet trafik i to krydsben (til- og frakørselsrampe) har de laveste uheldsfrekvenser.

Derudover har kryds i landzone umiddelbart lavere uheldsfrekvenser end kryds i byzone. Forklaringen synes i høj grad at være knyttet til omfanget af cykeltrafik. Det gælder 3-benede kryds og 4-benede kryds med > 20.000 indkørende motorkøretøjer, men umiddelbart ikke i 4-benede kryds med < 20.000 indkørende motorkøretøjer. Omfanget af indkørende motorkøretøjer synes til gengæld at have mindre betydning for størrelsen af uheldsfrekvenserne.

I forhold til design af deleheller kan resultaterne indikere, at kryds med trekantede deleheller har lavere uheldsfrekvenser end kryds med rektangulære deleheller. Resultatet fremgår af alle delanalyser, men nogle af opgørelserne er baseret på en meget begrænset datamængde. Det skal desuden bemærkes, at i nogle tilfælde adskiller formen på de trekantede deleheller sig kun i begrænset omfang fra de rektangulære.

Det er muligt, at placeringen af signaler har betydning for uheldsfrekvenserne, men undersøgelsen kan ikke afklare dette nærmere. Det er således uklart, om det er en fordel kun at have signaler i krydsets forkant, eller signaler i krydsets forkant bør suppleres med signaler i krydsets bagkant og/eller midte. Uklarhederne kan skyldes begrænsede datamængder, eller den mest fordelagtige signalplacering faktisk afhænger af fx krydstype og trafikssammensætning.

1. Introduktion

Bundet venstresving er til gavn for trafiksikkerheden i signalregulerede kryds, særligt hvor der er mange venstresvingende. Dette resultat fremgår bl.a. af en før-efter uheldsanalyse af 84 signalregulerede kryds med eller uden kantstensbegrænset delehelle mellem kørespor til ligeudkørende og venstresvingende, ”Sikkerhedseffekt af bundet venstresving. Supplerende effektanalyse af delehelle samt kryds i byer og på landet” (Buch, Trafitec, juni 2019). Analysen viser, at blandt de 84 kryds faldt antallet af uheld samlet set med 36 %, mens antallet af uheld med venstresvingende motorkøretøjer fra krydsben med bundet venstresving faldt med 80 %.

Før-efter uheldsanalysen viser dog, at effekten af at etablere bundet venstresving varierer betragteligt mellem de enkelte kryds. Således skiller nogle kryds sig ud ved sikkerhedseffekter, der synes betydeligt dårligere end gennemsnittet eller ved, at der også i efterperioden fortsat registreres relativt mange uheld sammenlignet med de øvrige kryds. En væsentlig del af forklaringen på dette kan være, at uheld sker med nogen grad af tilfældighed, men det er oplagt, at også andre forhold kan have betydning. Det er fx trafikmængde, trafiksammensætning, omfang af svingende trafik, krydsstørrelse samt krydsudformning.

Der er derfor udarbejdet en supplerende analyse for at vurdere, om der er nogle forhold, der ser ud til at have en betydning for omfanget af uheld i krydsene. Herunder om der er nogle forhold, der er særlig knyttet til designet af bundet venstresving. Der er udelukkende set på de kryds i før-efter uheldsanalysen, hvor der er en delehelle.

Denne analyse er en mere kvalitativ analyse, hvor der er fokus på kendetegn og mønstre i design af kryds og trafiksammensætning i forhold til uheldsniveauet. Formålet er således på denne måde at forsøge at klarlægge andre aspekter af krydsdesignets betydning for trafiksikkerheden. Det er forhold som ikke umiddelbart er undersøgt eller har været mulige at klarlægge i før-efter undersøgelsen. Datamaterialet vil derfor næppe være tilstrækkeligt til at opnå statistisk signifikante resultater, og hensigten med undersøgelsen er i højere grad at klarlægge mulige forklaringer på tidligere opnåede resultater. Samtidig kan undersøgelsen give et fingerpeg om, hvor der mangler viden, og hvor der kan være behov for større fokus, særligt i forhold til design af signalregulerede kryds med bundet venstresving.

2. Metode

For at undersøge om der er trafik- eller designforhold, der har betydning for, hvorfor nogle kryds klarer sig bedre sikkerhedsmæssigt end andre, er der foretaget tre delanalyser:

1. Sammenligning af ”gode” og ”dårlige” kryds
2. Uheldsniveau i forhold til karakteristika
3. Uheldsniveau for kryds med fællestræk

Til vurdering af uheldsniveauet anvendes uheldsfrekvenser, hvor antallet af person- og materielskadeuheld er sat i forhold til antallet af indkørende motorkøretøjer i en uheldsperiode. De anvendte uheldsfrekvenser tager ikke hensyn til alvorligheden af uheldene, idet der hverken ses på omfang eller alvorlighed af personskader. Således kan uheldsfrekvensen i ét kryds godt være højere end i et andet kryds, men samtidig have en mindre alvorlighed. Antallet af uheld i undersøgelsens kryds er imidlertid så lavt, at det ikke er muligt at tage højde for uheldenes alvorlighed i analyserne.

Der indgår kun kryds, hvor der er en kantstensbegrænset delehelle mellem køre- spor til ligeudkørende og venstresvingende i forbindelse med bundet venstresving. 57 ud af 73 kryds fra før-efter studiet er anvendt, idet det har været muligt at udpege en uheldsperiode på 3-5 år i perioden 2011-2015. Krydsene har således haft bundet venstresving og det samme krydsdesign i minimum 3 år i perioden. Dermed udelades kryds, hvor uheldsniveauet er usikkert som følge af en kort uheldsperiode. Derudover er de 4 ekstra kryds med delehelle fra studiet af parvise match mellem kryds med og uden deleheller også inddraget. Det betyder, at der i alt indgår 61 kryds i de efterfølgende analyser.

Parametre i undersøgelsen

I de efterfølgende analyser undersøges en række af designforhold mm., som fx:

- Antal krydsben
- Antal krydsben med bundet venstresving
- Hastighedsgrænser (herunder by/land)
- Størrelse af kryds, antal baner til indkørende trafik
- Vejudformning, krydsomgivelser, nærhed til andre kryds
- Delehellers størrelse, form og placering samt tavle på delehelle
- Antal indkørende motorkøretøjer (ÅDT 2011-2015)
- Faciliteter til fodgængere og cyklister
- Formodede trafikmængder for fodgængere og cyklister (skøn baseret på faciliteter, omgivelser, nærliggende stier, skiltning og billeder på Google Street View)
- Signalers antal og placering

Der er således fokus på en lang række parametre, der måske kan forklare, hvorfor nogle kryds med bundne venstresving synes mere sikre end andre. Der er særligt fokus på at forsøge at afdække, om forhold omkring design af delehellen har en betydning.

Det bemærkes, at trafikmængderne for motorkøretøjer varierer noget i usikkerhed mellem krydsene. Data er udtrukket fra Mastra med henblik på at dække uheldsperioden bedst muligt for hvert kryds. Det varierer imidlertid kraftigt mellem kryds/krydsben, hvor ofte der tælles, hvor lange tælleperioder der anvendes, og hvor tæt på selve krydset der er talt. I enkelte krydsben har der slet ikke været tællinger til rådighed. Der er imidlertid foretaget skøn, så alle kryds er repræsenteret med et nogenlunde realistisk skøn af ÅDT for motorkøretøjer. Denne usikkerhed for ÅDT medfører også en usikkerhed for de beregnede uheldsfrekvenser. Usikkerheden på ÅDT vurderes dog ikke så stor, at den alene vil kunne forklare markante forskelle på de beregnede uheldsfrekvenser.

I forbindelse med denne analyse er der ikke taget hensyn til fx signalprogrammer, omfang og fordeling af svingende trafik, oversigtsforhold eller andre forhold, som kræver kendskab til signalgruppeplaner, nøjagtige plantegninger, besigtigelse mm. Derudover er det skønnede omfanget af fodgængere og cyklister meget usikkert og blot inddelt i grove kategorier. Det er alt sammen forhold, der kan have stor betydning for uheldsniveauet i de enkelte kryds.

De beregnede uheldsfrekvenser er ikke nødvendigvis det mest retvisende udtryk for trafiksikkerheden i krydsene. I nogle kryds er omfanget af lette trafikanter så stort, at det er en betydelig fejlkilde kun at måle uheldsfrekvensen som antallet af uheld i forhold til antallet af indkørende motorkøretøjer. For sammenlignings skyld er der derfor også medtaget uheldsfrekvenser udelukkende for uheld, hvor part 1 eller part 2 ikke er en let trafikanter. I denne sammenhæng er lette trafikanter fodgængere, cykler og små knallerter. Frekvensen baseret på uheld uden lette trafikanter er ikke et bedre mål for krydsenes uheldsniveau, men kan være med til at nuancere resultaterne. På tværs af de 61 kryds udgør uheld med lette trafikanter 36 % af det samlede antal person- og materielskadeuheld i krydsene.

2.1 Sammenligning af "gode" og "dårlige" kryds

I den første delundersøgelse rangordnes de 61 kryds på baggrund af uheldsfrekvenserne. Idéen med denne delundersøgelse er en direkte sammenligning af, om der kan afdækkes umiddelbare i forhold til i særdeleshed krydsdesign mellem de kryds, der har den højeste og laveste grad af trafiksikkerhed i undersøgelsen.

Uheldsfrekvenserne i de enkelte kryds varierer mellem 0,00 og 0,36 uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer. Den gennemsnitlige uheldsfrekvens for de 61 kryds er på 0,13.

Det er valgt at udvælge de 10-20 kryds med henholdsvis laveste og højeste uheldsfrekvenser som udtryk for de mindst og mest sikre kryds. Et umiddelbart fornuftigt niveau for udpegning af de mindst trafiksikre kryds synes at være mellem krydsene med den 14. og 15. højeste uheldsfrekvens (0,20 og 0,15). Dels er der et betydeligt spring mellem frekvenserne i disse kryds, og dels ligger 0,20 betydeligt over gennemsnittet på 0,13. 0,15 er også over det samlede gennemsnit, men ikke når krydsene deles op i kryds i byer og på landet. Gennemsnittet for kryds i byzone er således 0,16 mod 0,10 i landzone. Det betyder, at gruppen af ”dårlige” kryds består af i alt 14 kryds, hvor der i uheldsperioden på mellem 3 og 5 år er sket 2-38 uheld og samlet 152 uheld. Forklaringen på, at der blandt krydsene med de højeste uheldsfrekvenser er ét kryds med blot 2 uheld i uheldsperioden, er en kombination af 3-årig uheldsperiode og få indkørende trafikanter.

På samme vis er der udpeget 16 ”gode” kryds. Der er umiddelbart ikke så store spring mellem krydsenes uheldsfrekvenser i den lave ende, så det er vægtet højt, at gruppen er af nogenlunde samme størrelse som den anden gruppe, og at frekvenserne ligger betydeligt under gennemsnittet også for 3-benede kryds (0,07 uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer). Uheldsfrekvenserne i krydsene med 16. og 17. laveste uheldsfrekvens er på henholdsvis 0,04 og 0,05. I de 16 kryds er der sket 0-2 uheld i uheldsperioden, og samlet er der sket 6 uheld.

En udfordring i denne delundersøgelse er, at det i nogen grad kan være tilfældigheder, der kan medføre en uheldsophobning eller fravær af uheld og dermed, at et kryds er havnet blandt gruppen af ”gode” eller ”dårlige” kryds. Særligt blandt de kryds, hvor antallet af indkørende motorkøretøjer ligger i den lave ende, vil ét uheld fra eller til have betydning for den beregnede uheldsfrekvens. Det må dog formodes, at det ikke er tilfældigt for alle de henholdsvis 14 og 16 kryds, at de er havnet blandt krydsene henholdsvis med de højeste og laveste uheldsfrekvenser. Derfor kan nogle mønstre eller kendetegn træde frem, som kan give en forståelse af, hvorfor nogle kryds har relativt høje uheldsfrekvenser. Det er imidlertid vigtigt at overveje, om der kan være andre mulige forklaringer på, hvorfor nogle forhold træder frem – fx om der kan være samvariation mellem forskellige forhold.

2.2 Uheldsniveau i forhold til karakteristika

I denne del ses på uheldsniveauet ved inddeling af krydsene i forhold til enkelte parametre. Der inddeles både i forhold til omgivelser, krydsstørrelse, designforhold, deleheller, signaler og trafik.

Denne del har fokus på uheldstallene som mål for sammenhænge mellem de forskellige karakteristika og trafiksikkerheden. Ved fortolkning af resultaterne er det meget muligt, at der er samvariation mellem nogle af karakteristikaene. I givet fald er det ikke nødvendigvis muligt at vurdere, hvilke(t) karakteristika der har størst betydning for størrelsen af uheldsfrekvenserne.

2.3 Uheldsniveau for kryds med fællestræk

Det forsøges at gruppere kryds, der ligner hinanden. Resultaterne og overvejelserne fra de to forudgående dele benyttes i høj grad i forbindelse med denne analyse til gradvis opdeling af krydsene. Efter at have sammenlignet krydsene grundigt, er det valgt at foretage grupperinger hovedsageligt på baggrund af krydstyper og trafik. I denne delundersøgelse forsøges det således at klarlægge, om nogle af de designmæssige forskelle krydsene imellem synes at have betydning for sikkerheden, når krydsene er grupperet i forhold til andre lighedstræk, dvs. krydstyper og trafik. Alternativt kan det vise sig, at de primære forskelle mellem krydsene er knyttet til andre forhold end designet, fx omgivelser og trafik. Igen benyttes uheldstallene og uheldsfrekvenserne som et mål for trafiksikkerheden, men da der ofte vil være tale om et spinkelt datagrundlag, skal forskelle fortolkes med forsigtighed. Der er således også her en stor risiko for, at tilfældigheder i uheldsforekomst kan påvirke tallene.

Det er fravalgt at foretage denne delanalyse ved hjælp af modellering, dels fordi datamaterialet ikke er tilstrækkeligt stort og præcist (uheldstal, trafikmængder mm.), men også fordi det i lige så høj grad er de mellemliggende overvejelser og delresultater i forbindelse med overvejelserne, som er interessante for analysen.

3. Sammenligning af ”gode” og ”dårlige” kryds

I det følgende sammenlignes krydsene med høje uheldsfrekvenser med krydsene med lave uheldsfrekvenser i forhold til forskellige parametre. Til sidst samles op på tværs af disse parametre, og det diskuteres, om der er nogle sammenhænge, og om der er nogle nærliggende forklaringer på resultaterne.

Blandt de 14 kryds med højeste uheldsfrekvenser er der i alt registreret 152 uheld, hvilket svarer til lidt mere end halvdelen af de 293 uheld, som er registreret i de 61 kryds i uheldsperioden. På tværs af de 14 kryds involverer 40 % af uheldene lette trafikanter, hvilket kun er en marginalt højere andel end de 36 % på tværs af samtlige 61 kryds i undersøgelsen. Blandt de 14 kryds er der nogen variation, idet andelen af uheld med lette trafikanter varierer mellem 0 % og 86 %. 10 af de 14 kryds tilhører imidlertid også de 14 mest usikre kryds, når undersøgelsens 61 kryds rangordnes på baggrund af uheldsfrekvenser baseret på antallet af uheld uden lette trafikanter sat i forhold til antallet af indkørende motorkøretøjer i uheldsperioden. Samlet set er det således ikke kun uheld med lette trafikanter, der er årsag til, at de 14 kryds tilhører gruppen af ”dårlige” kryds.

Der er kun registreret 6 uheld blandt de 16 kryds med de laveste uheldsfrekvenser. 3 af disse uheld involverer en let trafikant.

Antal krydsben

Der er en større andel af 3-benede kryds blandt de ”gode” kryds. Således er 6 ud af 16 kryds med de laveste uheldsfrekvenser 3-benede kryds, mens det blot er ét kryds ud af de 14 kryds med de højeste uheldsfrekvenser. Dette skal sammenholdes med, at de 3-benede kryds samlet set kun udgør 11 ud af de i alt 61 kryds. Dertil kommer, at der er 3 4-benede rampekryds blandt krydsene med lave uheldsfrekvenser, hvor trafikken i to krydsben (til- og frakørselsrampe) er ensrettet.

Umiddelbart er der etableret bundet venstresving i flere krydsben i krydsene med ”dårlig” sikkerhed end i krydsene med ”god”. Ser man udelukkende på de 4-benede kryds i de to grupper er forskellen imidlertid begrænset, henholdsvis 2,3 og 2,1 krydsben med bundet venstresving pr. kryds.

Omgivelser og vejtyper

I undersøgelsen indgår i alt 28 kryds i landzone og 33 kryds i byzone. Blandt krydsene med høje uheldsfrekvenser er der en større andel af kryds i byzone end blandt krydsene med lave uheldsfrekvenser. Således udgør kryds i byer 8 ud af 14 af de ”dårlige” kryds mod 4 ud af 16 ”gode” kryds.

I forhold til omgivelserne er der ikke nødvendigvis så store forskelle på krydsene i de to grupper, som forskellen i kryds i by- og landzone kunne indikere. De fleste

af krydsene er således placeret på ringveje, store indfaldsveje eller gennemgående trafikveje, hvor der er erhvervsbyggeri i tilknytning til krydsene. Få kryds er placeret i tæt by, men flere af krydsbenene har karakter af bygade.

Det er halvdelen af krydsene med lave uheldsfrekvenser, hvor vejen i mindst det ene krydsben har mere end 2 spor. I alle 8 kryds er det den overordnede vej. Blandt krydsene med høje uheldsfrekvenser er det 11 ud af 14 kryds. Også blandt disse er det typisk den overordnede vej, der er mere end 2-sporet (som minimum i den ene retning), men i nogle tilfælde er der også flere end 2 spor på sidevejen.

Hastighedsgrænsen på den overordnede vej i de ”gode” og ”dårlige” kryds er i gennemsnit den samme. Hastighedsbegrænsningen i de øvrige krydsben er i gennemsnit ca. 10 km/t højere i krydsene med lave uheldsfrekvenser end i krydsene med høje, men det skyldes udelukkende de 3 rampekryds i tilknytning til motorveje. Der er umiddelbart ingen forskel på hastighedsbegrænsning på sidevejene mellem de øvrige 13 ”gode” kryds og de 14 ”dårlige”.

11 ud af 14 kryds med høje uheldsfrekvenser ligger mere end 200 m fra nabokryds på den overordnede vej (vigepligt- eller signalregulerede). Dette gælder kun 7 ud af 16 kryds med lave uheldsfrekvenser til trods for, at hovedparten af krydsene ligger i landzone. På sidevejene er der til gengæld mere end 200 m til nabokryds i bare 2 ud af 14 af krydsene med høje uheldsfrekvenser, mens det gælder 7 ud af 16 af krydsene med lave uheldsfrekvenser.

Krydsstørrelse og udformning

Umiddelbart er krydsene med de høje uheldsfrekvenser noget større end krydsene med lave uheldsfrekvenser. Krydsstørrelsen er i det følgende målt mellem stoplinjer (bane længst mod venstre) på tværs af krydsene eller evt. bagkant af kryds. På den længste led er de ”gode” kryds i gennemsnit 39 m lange mod 46 m blandt de ”dårlige”. Opgøres krydsstørrelsen som et rektangulært areal med sidelængder svarende til de to målinger på tværs af krydsene, er forskellen endnu større. Ved dette mål er de ”dårlige” kryds i gennemsnit 40 % større end de ”gode”, men alene set for 4-benede kryds (ej rampekryds) er forskellen væsentligt mindre – kun 11 %.

Det ekstra krydsareal kan være resultat af flere forskellige elementer, fx flere/bredere baner, flere/bredere faciliteter til lette trafikanter og bredere heller/midterrabatter.

I forhold til baner til indkørende trafik er der 0,7 baner mere pr. krydsben på den overordnede vej i krydsene med høje uheldsfrekvenser end i krydsene med lave. Samme forskel ses for krydsbenene på sidevejene. Samlet er der i gennemsnit omkring 11 baner til indkørende trafik i de ”dårlige” kryds og 8 baner til indkørende trafik i de ”gode” kryds. Der er imidlertid væsentligt mindre forskel, hvis krydsene med de færreste indkørende trafikstrømme sorteres fra, dvs. 3-benede kryds og 4-benede rampekryds. Det er ikke antallet af svingbaner i forbindelse med

bundet venstresving, der udgør forskellen. Således er der to venstresvingsbaner i forbindelse med bundet venstresving i to krydsben blandt de 14 ”dårlige” kryds og ét krydsben blandt de 16 ”gode” kryds.

Der er oftere fodgængerfelter i de ”dårlige” kryds end i de ”gode”. Blandt krydsene med høje uheldsfrekvenser er der fodgængerfelter i samtlige krydsben i halvdelen af krydsene, mens fodgængerfelter slet ikke findes i 2 ud af 14 kryds. Blandt krydsene med lave uheldsfrekvenser er der fodgængerfelter i samtlige krydsben i 3 ud af 16 kryds og slet ingen fodgængerfelter i 5 kryds.

Der er cykelsti i langt hovedparten af krydsbenene på de overordnede veje i begge grupper af kryds. Det samme gælder langt hovedparten af krydsbenene på sidevejene for krydsene med høje uheldsfrekvenser. I 10 ud af 16 kryds med lave uheldsfrekvenser er der imidlertid ingen cykelfacilitet i mindst ét krydsben.

Deleheller

Delehellerne udformes typisk i en rektangulær form med afrundede hjørner, så de korte sider oftest er næsten buedeformede. Alternativt udføres den typisk i en mere trekantet form, hvor delehellen er bredest tættest mod krydsmidten, men stadig med afrunding. Det varierer noget, hvor stor breddeforskellen i hellens to ender er, og dermed hvor meget de trekantede deleheller rent faktisk adskiller sig fra de rektangulære. Eksempler på deleheller fremgår af Figur 1.



Figur 1: Størrelse, form og placering af deleheller i forhold til stoplinjer og fodgængerfelter kan variere en del. Nogle trekantede deleheller adskiller sig således kun i begrænset omfang fra de rektangulære. Øverst: 3 eksempler på rektangulære. Nederst: 3 eksempler på trekantede.

I 11 ud af 14 kryds med høje uheldsfrekvenser har samtlige deleheller den rektangulære form – i ét kryds er de alle trekantede. Blandt krydsene med lave uheldsfrekvenser er samtlige deleheller i 9 ud af 16 kryds rektangulære, mens samtlige deleheller i de resterende 7 kryds er trekantede. Af undersøgelsens samtlige 61 kryds er det kun 12 kryds, hvor alle delehellerne er trekantede.

Delehellen placeres næsten altid ved stoplinjen og kun i sjældne tilfælde bag. Den mere nøjagtige placering i forhold til stoplinjen afhænger typisk af delehellens størrelse – især længde. Oftest gennemføres delehellen også på tværs af et eventuelt fodgængerfelt, men nogle gange afsluttes den foran fodgængerfeltet. Det er umiddelbart ikke meningsfuldt at sammenligne placeringer af delehellen mellem de to grupper af kryds, da det i højere grad synes at afhænge af størrelsen af delehellen og, om der er fodgængerfelt på tværs af krydsbenet.

Størrelsen af delehellerne varierer en del mellem krydsene, men ofte også mellem krydsben i samme kryds, hvis der er bundet venstresving i flere krydsben. Dette gælder både længden og bredden af delehellerne. Bredden af de trekantede deleheller er målt på delehellens bredeste punkt. Delehellerne er sjældent under 5 m lange, men ofte 10-15 m og af og til mere end 25 m. Ligeledes er de sjældent mindre end 1,0 m brede, men ofte omkring 1,5 m og af og til mere end 2,5 m. Umiddelbart er deleheller i kryds i byzone typisk mindre end deleheller i kryds i landzone. Således ligger kryds med små deleheller oftest i byer, mens kryds med store deleheller ligger på landet.

I halvdelen af krydsene med høje uheldsfrekvenser er der mindst én delehelle, der er mindre end 10 m på den lange led, og i ét af 14 kryds er der mindst én delehelle på mere end 20 m. Blandt de 16 kryds med lave uheldsfrekvenser er der 6 kryds med mindst én delehelle med en længde på under 10 m, og mindst én delehelle med længde over 20 m i 3 kryds. Samlet set kan der være en sammenhæng mellem lange deleheller og lange venstresvingsbaner, men der er adskillige undtagelser. Samtlige deleheller er over 2,0 m brede i bare ét af 14 ”dårlige” kryds, mens dette gælder 6 af 16 ”gode” kryds. Indtrykket er således, at delehellerne i krydsene med høje uheldsfrekvenser gennemsnitligt set er mindre end delehellerne i krydsene med lave uheldsfrekvenser. Der er imidlertid også et sammenfald med, at krydsene med høje uheldsfrekvenser i større udstrækning er placeret i byzone.

Næsten alle deleheller er udstyret med N43-tavler. I langt hovedparten af krydsene er tavlerne store og med en højde, der mindst svarer til en almindelig personbil, men i enkelte kryds er de markant mindre. I ganske få kryds anvendes D16-tavler i stedet for N43. Eksempler på tavler fremgår af Figur 2.



Figur 2: Venstre: N43-tavle med højde som personbil. Midt: lille N43-tavle. Højre: D16-tavle.

Da der generelt set er begrænset variation i, hvilke tavler der anvendes, og hvordan de placeres på delehellerne, er der også begrænset forskelle mellem de to grupper af kryds. Blandt de 16 kryds med lave uheldsfrekvenser er der ét kryds, hvor der anvendes D16-tavler, og ét kryds hvor der anvendes en lav N43-tavle. Blandt de 14 kryds med høje uheldsfrekvenser er der ét kryds, hvor der anvendes D16-tavler, og 3 kryds hvor der anvendes en lille N43-tavle.

Signaler

Signalplaceringerne i krydsben med bundet venstresving er inddelt i syv typer (A-G), som fremgår af *Bilag 1*. Typeopdelingen er sket på baggrund af placering af 3-lys venstresvingpile og hovedsignaler (evt. 3-lys ligeudpil).

10 ud af 14 kryds med høje uheldsfrekvenser har signaler placeret efter type B, dvs. 3-lys venstresvingspil kun placeret i krydsets forkant og hovedsignaler i krydsets forkant samt i krydsets midte (typisk højre side). Blandt de 16 kryds med lave uheldsfrekvenser er der i højere grad anvendt en blanding af de syv typer. 7 ud af 16 kryds har dog signaler placeret som i type A eller B, hvor signaler kun er placeret i krydsets forkant eller i krydsets forkant med supplerende af hovedsignal i midten af krydset. Halvdelen af krydsene med lave uheldsfrekvenser har som minimum ét 3-lys pilsignal til venstresvingende placeret i krydsets bagkant. Der er således en større andel af kryds med lave uheldsfrekvenser, der har ét eller flere signaler placeret i krydsenes bagkant.

I gennemsnit er der 7-8 3-lys venstresvingpile/hovedsignaler pr. krydsben med bundet venstresving både blandt kryds med høje og lave uheldsfrekvenser. Gennemsnittet er en anelse højere blandt de ”dårlige” kryds.

Trafikmængder

Samlet set er der flere indkørende motorkøretøjer i krydsene med høje uheldsfrekvenser. Der er i gennemsnit 23 % flere indkørende end i krydsene med lave frekvenser. Hvis det kun er de 4-benede kryds, der indgår i sammenligningen af trafikmængder, er der kun 7 % flere indkørende motorkøretøjer i krydsene med høje uheldsfrekvenser.

4 ud af 16 kryds med lave uheldsfrekvenser har mindre end 10.000 indkørende motorkøretøjer i døgnet, mens 6 ud af 16 kryds har mere end 20.000. Blandt de 14 kryds med høje uheldsfrekvenser er der ét kryds med mindre end 10.000 indkørende motorkøretøjer i døgnet og 6 kryds med mere end 20.000.

I forhold til cykeltrafik er der kun tale om et skønnet omfang. 10 ud af 14 kryds med høje uheldsfrekvenser har nogle/mange skønnede cyklister. Det er umiddelbart en højere andel end blandt kryds med lave uheldsfrekvenser, hvor det gælder 4 ud af 16 kryds. Tilmed er der 2 ud af de 16 kryds, hvor der ikke forventes at være cyklister.

Lidt af det samme billede ses for det skønnede omfang af fodgængere, men i den største del af krydsene forventes et lavt antal fodgængere. Der forventes at være nogle eller mange fodgængere i 3 ud af 14 kryds med høje uheldsfrekvenser og slet ingen fodgængere i 2 kryds. Blandt de 16 kryds med lave uheldsfrekvenser forventes nogle eller mange fodgængere i 2 kryds og slet ingen i 5 kryds.

3.1 Opsamling og diskussion

Ved denne delanalyse skal det tages i betragtning, at nogle af krydsene formentligt er havnet blandt krydsene med høje eller lave uheldsfrekvenser ved en tilfældighed, fx ved en uheldsophobning eller det modsatte. Det betyder, at fundne mønstre skal fortolkes med forsigtighed, da der kan ligge en del usikkerhed bag. Det er umiddelbart kun i begrænset omfang, at forskelle knyttet til parametre i forhold til krydsdesign og design af delehellerne træder tydeligt frem, når ”gode” og ”dårlige” kryds sammenlignes.

Den større andel af 3-benede kryds og 4-benede rampekryds med ensretning af trafikken i to krydsben (til- og frakørselsramper) blandt de ”gode” kryds er forventeligt i forhold til, at disse kryds oftest er væsentligt sikrere end 4-benede kryds uden krydsben med ensrettet trafik. Dette gælder både blandt signalregulerede og vigepligtsregulerede kryds, som det fx fremgår af det omfattende datamateriale, der ligger til grund for notatet ”Uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer og værktøjer for landevejsnettet – Kryds og strækninger i det åbne land” (S.U. Jensen, Trafitec, 2017). De 3-benede kryds og rampekrydsene har færre konfliktende trafikstrømme, også selvom nogle af de konfliktende trafikstrømme separatreguleres ved hjælp af bundet venstresving.

To faktorer, som ikke er relateret til design, slår umiddelbart igennem. Forskel i andel af kryds i byer og på landet og forskel i trafikantsammensætning. En større andel af krydsene med høje uheldsfrekvenser ligger i byzone, og der er formentlig en sammenhæng mellem dette, og at denne gruppe af kryds synes at være kendetegnet ved større trafikmængder af lette trafikanter – i særdeleshed cyklister. Omfanget af lette trafikanter indgår ikke i eksponeringsmålet til beregning af uheldsfrekvenser, hvilket bidrager til en skævhed. Flere lette trafikanter betyder ikke

bare øget underestimering af uheldsfrekvenserne. De bidrager også til kompleksiteten af krydsene gennem flere konfliktende trafikstrømme og forøgelse af krydsstørrelsen pga. faciliteter til lette trafikanter. Netop flere konfliktende trafikstrømme og større krydsdimensioner kendetegner krydsene med høje uheldsfrekvenser sammenlignet med krydsene med lave.

At krydsene med høje uheldsfrekvenser ikke er kendetegnet ved en væsentligt højere andel af uheld med lette trafikanter end gennemsnitligt for de 61 kryds i studiet, betyder ikke, at de lette trafikanter er uvæsentlige for de høje uheldsfrekvenser. Uheld uden lette trafikanter kan også hænge sammen med tilstedeværelsen af lette trafikanter. Det kan fx være et uheld, hvor en fører af et svingende motorkøretøj er så fokuseret på at finde et tilstrækkeligt gap mellem fodgængere og cyklister, at føreren overser et motorkøretøj fra en konfliktende trafikstrøm og kolliderer med denne i forbindelse med fuldførelse af sit sving.

Øvrige forskelle mellem krydsene med høje og lave uheldsfrekvenser synes at udjævne sig en del, hvis det kun er de 4-benede kryds (ej rampekryds), der indgår i sammenligningen. Dette gælder både omfanget af indkørende motorkøretøjer, der er størst blandt de ”dårlige” kryds. Det gælder også i nogen grad set i forhold til krydsstørrelse og i særdeleshed antallet af baner til indkørende trafik.

Krydsene med høje uheldsfrekvenser ligger umiddelbart oftere på veje med mere end 2 kørespor sammenlignet med krydsene med lave uheldsfrekvenser. Det kan muligvis have noget at gøre med, at der er flere af disse kryds, der ligger i byzone.

I forhold til design af deleheller synes der at være en overrepræsentation af kryds med trekantede deleheller blandt krydsene med lave uheldsfrekvenser. Ofte afviger trekantformen kun moderat fra den rektangulære form, så det er muligvis lidt tilfældigt. Trekantede heller er imidlertid mere sikre end paralleleheller i forbindelse med rundkørsler (”Evaluering af effekter af rundkørsler med forskellig udformning – Del 2”, S.U. Jensen, Trafitec, 2013). Muligvis kan den trekantede form bidrage til fartdæmpning, gøre krydset og trafikstrømme mere overskuelige eller give anledning til større agtpågivenhed. Det umiddelbare indtryk er, at delehellerne er lidt større i krydsene med lave uheldsfrekvenser, men det kan hænge sammen med, at der er en større andel af disse kryds i landzone, hvor det kan være både nemmere og billigere at inddrage areal til delehellen.

Der er ikke en væsentlig forskel på hastighedsbegrænsningen i de to grupper af kryds til trods for, at der er forskel på fordelingen mellem kryds i by- og landzone.

I forhold til antal signaler i krydsben med bundet venstresving er der ikke den store forskel på krydsene med høje og lave uheldsfrekvenser. Krydsene med høje uheldsfrekvenser har oftest en placering af signalerne efter type B, hvor 3-lys venstresvingpile kun placeres i krydsets forkant og hovedsignaler placeres i krydsets forkant samt i midten af krydset. I krydsene med lave uheldsfrekvenser ses umiddelbart ikke et bestemt mønster for signalplacering. Således optræder såvel type

A, hvor signaler alene er placeret i krydsets forkant, som typer, hvor signaler i krydsets forkant er suppleret med signaler i bagkanten, oftere blandt denne gruppe af kryds.

Samlet set tyder det altså på, at krydsene med lave uheldsfrekvenser i modsætning til krydsene med høje uheldsfrekvenser oftere er kendetegnet ved:

- at være 3-benede kryds eller 4-benede rampekryds med krydsben med ensrettet trafik
- at være beliggende på landet med færre fodgængerfelter og færre lette trafikanter
- at være lidt mindre kryds med færre indkørende motorkøretøjer (mindre ÅDT)
- at have trekantede deleheller (i nogle tilfælde er formen på trekantede og rektangulære deleheller imidlertid meget ens)

4. Uheldsniveau i forhold til karakteristika

I det følgende undersøges sikkerheden på tværs af undersøgelsens 61 kryds ud fra parametre hver for sig. I forbindelse med opgørelserne for de enkelte karakteristika har det vist sig, at der ofte er sammenfald med andre kendetegn ved krydsene, og disse sammenfald beskrives løbende. Det drejer sig specielt om antallet af krydsben og hvor stor en andel af krydsene, der er placeret i byzone.

Antal krydsben

Af Tabel 1 er det tydeligt, at de 3-benede kryds samlet set har lavere uheldsfrekvenser end de 4-benede kryds. I de 3-benede kryds er der registreret 0,07 uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer, mens det er ca. det dobbelte (0,14) i de 4-benede kryds. Samme mønster ses, hvis uheldene kun med motorkøretøjer tages i betragtning. Det skal dog tilføjes, at der blandt de 4-benede kryds er nogle kryds, der skiller sig ud. Det gælder fx de 5 4-benede rampekryds med ensretning af trafikken i to krydsben (til- og frakørselsrampe), som har meget lave uheldsfrekvenser.

Krydstype	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
3-benede	11	19	0,07	11	0,04
4-benede	50	274	0,14	177	0,09
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 1: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af krydstype.

Bundet venstresving er næsten altid etableret i ét eller to krydsben på den overordnede vej. I nogle kryds er det tilmed etableret i de øvrige krydsben. Tabel 2 tyder på, at der er lavere uheldsfrekvenser, hvis der kun er etableret bundet venstresving i ét krydsben, mens uheldsfrekvensen er nogenlunde den samme ved bundet venstresving i 2 og 3 eller 4 krydsben.

Krydsben med bu.v.	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
1 ben	20	37	0,06	21	0,04
2 ben	31	187	0,15	134	0,11
3 el. 4 ben	10	69	0,14	33	0,07
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 2: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af antal krydsben med bundet venstresving.

De 20 kryds, hvor bundet venstresving kun er etableret i ét krydsben, adskiller sig imidlertid væsentligt fra de øvrige 41 kryds. Halvdelen af krydsene er 3-benede.

Derudover skiller de 4-benede kryds i denne gruppe sig også ud ved, at halvdelen af disse er rampekryds med ensrettet trafik i to krydsben, mens den anden halvdel har et krydsben med en meget lille andel af krydssets samlede trafik.

Omgivelser og vejtyper

Uheldsfrekvenserne er afhængig af, om krydsene ligger i by- eller landzone, hvilket fremgår af Tabel 3.

Zone	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
By	28	191	0,16	113	0,09
Land	33	102	0,10	75	0,07
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 3: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af zone.

Uheldsfrekvenserne er højere i krydsene i byer end på landet. Til trods for, at der ofte ikke synes at være så stor forskel på omgivelserne omkring krydsene i henholdsvis by- og landzone, synes der at være en sikkerhedsmæssig forskel. Umiddelbart er forskellen væsentligt mindre, hvis det kun er uheldene, hvor der ikke indgår lette trafikanter, der tages i betragtning. Derimod er der ikke forskel afhængig af krydstype, idet både 3-benede og 4-benede kryds har højere uheldsfrekvenser i kryds beliggende i byzone.

Umiddelbart ser det også ud til, at krydsene beliggende på 4- og 6-sporede veje har højere uheldsfrekvenser, men der er samtidig en stor overvægt af kryds i byzone blandt disse kryds.

Uheldsfrekvenserne afhængig af hastighedsgrænsen på den primære vej fremgår af Tabel 4.

Hastighedsgrænse	Antal kryds ¹	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
50 km/t	12 (12)	82	0,18	47	0,10
60 km/t	13 (9)	62	0,13	33	0,07
70 km/t	29 (6)	130	0,12	95	0,09
80 km/t	3 (0)	9	0,08	5	0,04
Øvrige	4 (1)	10	0,07	8	0,06
Total	61 (28)	293	0,13	188	0,08

Tabel 4: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af hastighedsgrænsen på den overordnede vej. Øvrige dækker 4 kryds med forskellig hastighedsbegrænsning i de to krydsben på den overordnede vej. 1) antal kryds i byzone i parentes.

Resultaterne tyder på, at uheldsfrekvenserne er højere i krydsene, hvor hastighedsgrænsen på den overordnede vej er 50 km/t, mens frekvenserne er stort set ens ved begrænsninger på 60 og 70 km/t. Krydstypen har ikke umiddelbart en betydning. Samtlige kryds ved begrænsning på 50 km/t er placeret i byzone, og det samme gælder hovedparten af krydsene med begrænsning på 60 km/t. Sammenlignet med krydsene med begrænsning på 60 km/t har omgivelserne til krydsene med 50 km/t umiddelbart noget mere bymæssig karakter. Det er bl.a. bygninger tættere til vejen, højere grad af boliger og flere bymæssige funktioner som fx indkøbsmuligheder og offentlig transport i umiddelbar nærhed af krydsene samt tættere koncentration af adgange til og fra den overordnede vej. Andelen af uheld, der medfører personskader, er ens i de 28 kryds i byer og i de 33 kryds på landet og synes heller ikke at variere afhængig af hastighedsbegrænsningen.

Krydsafstanden til nærmeste kryds på den overordnede vej har umiddelbart ikke betydning for uheldsfrekvenserne (se Tabel 5), hvis krydsene opdeles i to grupper, dels kryds med mere end 200 m til nabokryds til begge sider på den overordnede vej og dels alle øvrige kryds. Det kan hænge sammen med to forhold, der peger i hver sin retning. Gruppen med mere end 200 m til nabokryds har en overvægt af kryds i landzone, mens alle rampekryds samt en lidt større andel af 3-benede kryds findes blandt de øvrige kryds.

Afstand til nabokryds	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
> 200 m	39	183	0,13	122	0,09
Øvrige	22	110	0,13	66	0,08
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 5: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af afstand til nabokryds på den overordnede vej.

Krydsstørrelse og udformning

Umiddelbart tyder data på, at små kryds klarer sig bedre sikkerhedsmæssigt end de mellemstore og store kryds. Samme resultat opnås uanset, om krydsareal eller længste afstand på tværs af kryds bruges som parameter. I Tabel 6 er det afstanden på tværs af kryds, der er benyttet.

Størrelse af kryds:	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
< 40 m	21	39	0,07	27	0,05
40-50 m	25	143	0,15	84	0,09
> 50 m	15	111	0,14	77	0,10
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 6: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af størrelsen af kryds målt som den længste afstand mellem stopstreger (længst mod venstre) i modstående krydsben, evt. bagkant af krydset.

Kryds, hvor der er under 40 m på den længste led, har en lavere uheldsfrekvens. Blandt disse kryds er der en overvægt af 3-benede kryds og små 4-benede kryds, som ofte er rampekryds og/eller kryds med ingen/få fodgængerfelter eller få baner til indkørende trafik.

Der er et sammenfald mellem antallet af baner til indkørende trafik og de beregnede uheldsfrekvenser, hvor frekvenserne er lavest ved få baner (se Tabel 7). Krydsene er inddelt, så gruppen med færrest baner til indkørende svarer til maksimalt 2 baner pr. ben i 4-benede kryds. Gruppen med flest baner svarer til mere end 3 baner til indkørende trafik pr. krydsben.

Antal baner indkørende	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
8 eller færre	21	39	0,07	24	0,04
9-12	21	84	0,13	59	0,09
13 eller flere	19	170	0,16	105	0,10
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 7: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af antal baner til indkørende motorkøretøjer i krydsene.

Her er det værd at bemærke, at stort set samtlige 3-benede kryds og 4-benede rampekryds med ensrettet trafik i to krydsben (til- og frakørselsramper) er samlet i gruppen af kryds med maksimalt 8 baner til indkørende trafik. Andelen af kryds i byzone er lavest i gruppen med 9-12 baner til indkørende trafik og højest i gruppen med 13 eller flere baner. Det viser sig også ved, at forskellen mellem frekvenserne udjævnes noget mellem disse to grupper af kryds for uheldene kun med motorkøretøjer. Blandt de 11 3-benede kryds synes det også at gælde, at uheldsfrekvensen er lavere i kryds med maksimalt 2 baner til indkørende trafik på primærvejen end i krydsene med flere baner. Det er imidlertid baseret på en begrænset datamængde.

I 7 ud af 61 kryds er der 2 venstresvingsbaner i forbindelse med bundet venstresving i ét af krydsbenene. Uheldsfrekvenserne for disse kryds er sammenholdt med de øvrige i Tabel 8.

2 venstresvingsbaner	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Ja	7	63	0,18	47	0,13
Nej	54	230	0,12	141	0,07
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 8: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af, om der i mindst ét krydsben er to venstresvingsbaner i forbindelse med bundet venstresving.

Uheldsfrekvenserne er umiddelbart højere i krydsene med 2 venstresvingsbaner. Flere af krydsene er også kendetegnet ved at være blandt undersøgelsens største, og alle tilhører gruppen af kryds med flest baner til indkørende trafik.

I Tabel 9 er krydsene grupperet efter, om der er fodgængerfelter i alle, nogle eller slet ingen krydsben.

Fodgængerfelter	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Ja	26	186	0,15	110	0,09
Nogle ben	22	68	0,10	44	0,06
Nej	13	39	0,11	34	0,09
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 9: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af, om der er fodgængerfelter i krydsbenene. Nogle ben dækker kryds, hvor der er fodgængerfelt(er), men ikke i alle krydsben.

Krydsene med fodgængerfelter i alle krydsben har en klar overvægt af kryds i byzone. Blandt krydsene med nogle fodgængerfelter er der også 9 kryds i byzone, men disse 9 kryds har i gennemsnit ca. 0,1 uheld mindre pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer end de 18 kryds i byzone med fodgængerfelter i alle krydsben. Samtidig er der også en højere andel af 3-benede kryds i gruppen af kryds med fodgængerfelter i nogle ben.

I langt de fleste kryds er der cykelfaciliteter i begge krydsben på den overordnede vej. I 5 kryds er cykeltrafik tilladt på den overordnede vej, men der er ikke cykelfaciliteter i begge krydsben. I 7 kryds er cykeltrafik forbudt i mindst ét krydsben på den overordnede vej. Umiddelbart er der ikke de store forskelle på uheldsfrekvenserne afhængig af cykelfaciliteterne bort set fra, at der ser ud til at være en større andel af uheld med lette trafikanter i krydsene med cykelfaciliteter i begge krydsben på den overordnede vej (se Tabel 10). Dette hænger formentlig sammen med omfanget af cyklister.

Cykelfaciliteter overordnet vej	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Ja	49	250	0,13	151	0,08
Nej ¹	5	17	0,15	14	0,12
Forbud ²	7	26	0,12	23	0,10
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 10: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af, om der er cykelfaciliteter i begge krydsben på den overordnede vej. 1) Cykelfacilitet er udeladt i mindst ét krydsben på den overordnede vej, men cyklister tillades. 2) Cyklister er forbudt i mindst ét krydsben på den overordnede vej.

Lidt større variation findes ved opdeling på cykelfaciliteterne på sidevejen, som ses i Tabel 11.

Cykelfaciliteter sidevej	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Ja	33	221	0,16	136	0,10
Nej ¹	19	51	0,09	37	0,06
Forbud ²	9	21	0,06	15	0,05
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 11: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af, om der er cykelfaciliteter i begge krydsben på den overordnede vej. 1) Cykelfacilitet er udeladt i mindst ét krydsben på den overordnede vej, men cyklister tillades. 2) Cyklister er forbudt i mindst ét krydsben på den overordnede vej.

Her træder krydsene med cykelfaciliteter i samtlige krydsben på sekundærvejen frem med markant højere uheldsfrekvenser. Krydsene, hvor der er cyklistforbud i mindst ét krydsben på sidevejen, tæller samtlige rampekryds og er domineret af kryds i landzone. De to øvrige grupper omfatter både 3-benede kryds og kryds i by- og landzone. En væsentlig forklaring på forskellen mellem de to grupper er nok knyttet til, at en del af de 4-benede kryds med et krydsben på sidevejen uden cykelfacilitet ofte har en begrænset del af den samlede krydstrafik i de selvsamme krydsben. Disse kryds har generelt lave uheldsfrekvenser.

Deleheller

Uheldsfrekvensen for kryds grupperet efter form af delehelle fremgår af Tabel 12. Som tidligere beskrevet er hjørnerne på delehellerne afrundede både på de trekantede og de rektangulære, og nogle af de trekantede deleheller afviger kun begrænset fra de rektangulære, idet der ikke er så stor forskel på bredden i den smalle og brede ende. Eksempler på udformninger af deleheller fremgår af Figur 1, side 13.

Delehellens form	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Rektangulær	43	204	0,14	130	0,09
Trekantet	12	15	0,04	10	0,03
Øvrige	6	74	0,19	48	0,13
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 12: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af form af delehelle. Øvrige dækker kryds, hvor formen varierer mellem krydsben.

Umiddelbart har krydsene med trekantede deleheller meget lave uheldsfrekvenser, som er væsentligt lavere end krydsene med rektangulære. I gruppen af kryds med trekantede deleheller indgår 4 rampekryds, og andelen af kryds i landzone er noget højere end i de to øvrige grupper.

I Tabel 13 er krydsene grupperet i forhold til delehellernes længde. Længden varierer typisk mellem krydsbenene, hvis der er bundet venstresving i flere krydsben, men de er som regel korte, mellemlange eller lange i alle krydsben, og der er ingen sammenfald mellem kort delehelle i ét krydsben og lang delehelle i et andet.

Delehellens længde	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
< 10 m	26	158	0,16	97	0,10
10-20 m	26	111	0,12	73	0,08
> 20 m	9	24	0,07	18	0,05
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 13: Antal uheld og uhedsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af længde af delehelle. < 10 m og > 20 m dækker kryds, hvor mindst én delehelle ikke er 10-20 m.

Uhedsfrekvenserne er lavest i de kryds, hvor der er en delehelle med længde på mere end 20 m og højest, hvor der er en delehelle med en længde på mindre end 10 m. Blandt krydsene med korte deleheller er der en klar overvægt af kryds i byzone, og det ses også, at forskellene på uhedsfrekvenser er mindre for uheld kun med motorkøretøjer. Der er umiddelbart en tendens til lange venstresvingsbaner i krydsben med lange deleheller og korte venstresvingsbaner i krydsben med korte deleheller, men der er også adskillige eksempler på det modsatte.

Ligeledes tyder data på, at uhedsfrekvenserne er lavere ved en bred delehelle (se Tabel 14). Der er ofte et sammenfald mellem bred delehelle og delehelle med trekantet form, da bredde er opgjort på delehellens bredeste sted. Desuden er bare ét kryds med brede deleheller placeret i byzone.

Delehellens bredde	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
< 2,0 m	47	215	0,12	136	0,08
> 2,0 m	9	8	0,04	7	0,03
Øvrige	5	70	0,23	18	0,15
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 14: Antal uheld og uhedsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af bredde af delehelle (målt på bredeste sted). Øvrige dækker kryds både med deleheller bredere og smallere end 2,0 m.

De fleste deleheller er udstyret med en N43-tavle, og typisk er tavlen mindst af samme højde som en personbil. I enkelte kryds anvendes D16-tavler eller markant mindre N43-tavler (se evt. eksempler på Figur 2, side 15). Uhedsfrekvenserne for krydsene afhængig af type af tavle fremgår af Tabel 15.

Tavle på delehelle	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
N43	48	213	0,12	133	0,08
N43 (lille)	8	32	0,13	22	0,09
D16	5	48	0,19	33	0,13
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 15: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af tavle på delehelle. N43 (lille) dækker de kryds, hvor N43-tavlen på mindst én delehelle er klart lavere end højden af en personbil.

Datagrundlaget for kryds med lille N43-tavle i mindst ét krydsben eller D16-tavle er spinkelt. Uheldsfrekvenserne i kryds med lille N43-tavle er umiddelbart af samme størrelse som de øvrige med N43-tavle. Alle kryds med D16-tavler er placeret i byzone.

Signaler

Signalplaceringerne i krydsben med bundet venstresving er inddelt i syv typer (A-G), som fremgår af *Bilag 1*. Typeopdelingen er sket på baggrund af placering af 3-lys venstresvingspile og hovedsignaler (evt. 3-lys ligeudpil). I Tabel 16 er krydsene inddelt på disse typer. Det er umiddelbart type B, der er den mest almindelige signalplacering i de undersøgte kryds, mens datamaterialet er noget begrænset for de øvrige. Type B omfatter 3-lys venstresvingspil i krydssets forkant og hovedsignaler i krydssets forkant samt i midten af krydset.

Placering af signaler	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Type A	8	15	0,07	12	0,06
Type B	21	120	0,15	63	0,08
Type C	3	6	0,06	3	0,03
Type D	4	5	0,05	4	0,04
Type E	8	45	0,14	32	0,10
Type F	8	69	0,16	47	0,11
Øvrige (inkl. G)	9	33	0,09	27	0,08
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 16: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af signalers placering i krydsben med bundet venstresving fordelt på type A-G (se *Bilag 1*). Øvrige omfatter kryds med forskellig placering af signaler i krydsben med bundet venstresving.

Kryds med type B har højere uheldsfrekvens end gennemsnittet, men udelades uheld med lette trafikanter, er uheldsfrekvensen på det gennemsnitlige. Også for kryds med type F er uheldsfrekvensen høj, mens den er lav for kryds med type A, C og D. Særligt frekvenserne for kryds med type C og D er meget usikre pga. et lille antal kryds. Der er ikke sammenfald, så kryds af type B i større omfang er

placeret i byzone – tværtimod. Andel af 4-benede kryds er heller ikke væsentligt højere i denne gruppe end samlet set blandt de 61 kryds.

For at opnå større datamængde er typerne grupperet afhængig af placering af henholdsvis 3-lys venstresvingpile og hovedsignaler. Type A, B og C har kun 3-lys venstresvingpile i krydsets forkant, mens type D, E, F og G har pilene både i krydsets for- og bagkant. I Tabel 17 er kryds derfor grupperet i forhold til dette.

Placering 3-lys v.pil	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Kun forkant	37	160	0,12	95	0,07
For-/bagkant	23	130	0,14	91	0,10
Øvrige	1	3	0,12	2	0,08
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 17: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af placering af 3-lys venstresvingpile i krydsben med bundet venstresving. Kun forkant omfatter type A-C, for- og bagkant omfatter type D-G og øvrige omfatter kryds med forskellig placering af 3-lys venstresvingpile i krydsben med bundet venstresving (se Bilag 1).

Inddeles krydsene i to grupper afhængig af placering af 3-lys venstresvingpile, synes der kun at være en mindre forskel på uheldsfrekvenserne i de to grupper. Der er et sammenfald med flere kryds i landzone og 3-lys venstresvingpile kun placeret i krydsenes forkant, uden det umiddelbart giver udslag i uheldsfrekvenserne. Forskellen på kryds i by- og landzone er markant større blandt krydsene, hvor pilsignalerne er placeret både i krydsenes for- og bagkant. Der synes ikke at være et sammenfald mellem krydsstørrelse og placering af pilsignalerne.

Tilsvarende er krydsene grupperet efter placering af hovedsignalerne (evt. 3-lys ligeudpil) i Tabel 18. Type A og D har kun hovedsignaler i krydsets forkant, type B og E har signaler i krydsets forkant og midt i krydset, mens type C og F har signaler i for- og bagkant.

Placering hovedsignal	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Kun forkant	12	20	0,06	16	0,05
Forkant/midt	29	165	0,15	95	0,09
For-/bagkant	11	75	0,15	50	0,10
Øvrige	9	33	0,09	27	0,08
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 18: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af placering af hovedsignaler (evt. 3-lys ligeudpil) i krydsben med bundet venstresving. Kun forkant omfatter type A og D, forkant og krydsmitte omfatter type B og E, for- og bagkant omfatter type C og F og øvrige omfatter kryds med forskellig placering af hovedsignaler i krydsben med bundet venstresving (se Bilag 1).

Krydsene kun med hovedsignaler i krydsets forkant har umiddelbart den laveste uheldsfrekvens. 7 af disse 12 kryds er enten 3-benede kryds eller 4-benede rampekryds med ensrettet trafik i to krydsben (til- og frakørselsrampe). 10 af krydsene med hovedsignaler både i krydsets for- og bagkant er placeret i byzone, og der er ofte ingen midterhelle el.lign. i krydsbenene på sidevejene. Der er en klar overvægt af kryds i landzone både blandt kryds kun med hovedsignaler i krydsets forkant og blandt kryds med hovedsignaler i forkant og krydsmidte.

Krydsene er ligeledes grupperet efter det samlede antal hovedsignaler (evt. 3-lys ligeudpil) og 3-lys venstresvingspile i krydsbenene med bundet venstresving (se Tabel 19). Godt halvdelen af krydsene har 7 eller 8 signaler.

Antal signaler	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
< 7	12	26	0,07	19	0,05
7-8	34	160	0,14	99	0,08
> 8	15	107	0,15	70	0,10
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 19: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af det samlede antal af hovedsignaler (evt. 3-lys ligeudpil) og 3-lys venstresvingspile pr. krydsben med bundet venstresving.

Uheldsfrekvenserne er lavest blandt krydsene med sammenlagt færre end 7 signaler pr. krydsben med bundet venstresving. Halvdelen af disse kryds er imidlertid 4-benede rampekryds med ensrettet trafik i to krydsben eller 3-benede kryds. Det er samtidig kryds, der er blandt undersøgelsens mindste. Til gengæld er der en højere andel af store kryds blandt krydsene med mere end 8 signaler. Andelen af kryds i landzone er højst blandt kryds med mindre end 7 signaler og lavest blandt kryds med mere end 8 signaler.

Trafikmængder

I Tabel 20 er krydsene grupperet efter antallet af indkørende motorkøretøjer.

ÅDT mktj: indkørende	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
< 20.000	27	79	0,12	50	0,08
20.000-30.000	24	105	0,11	72	0,08
> 30.000	10	109	0,15	66	0,09
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 20: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af antallet af indkørende motorkøretøjer.

Op til 30.000 indkørende motorkøretøjer i døgnet er der umiddelbart ikke en klar sammenhæng mellem trafikmængden og uheldsfrekvenserne. Ved mere end

30.000 indkørende trafikanter synes der at være en højere uheldsfrekvens. Det er samtidig store kryds, oftest placeret i byzone, med mange baner til indkørende trafik, fodgængerfelter i alle krydsben og nogle eller mange cyklister.

I Tabel 21 er krydsene grupperet efter den skønnede mængde af cykeltrafik.

Skønnet cykeltrafik	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Ingen/få	34	98	0,09	78	0,07
Nogle/mange	27	195	0,16	110	0,09
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 21: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af det skønnede omfang af cykeltrafik.

Uheldsfrekvenserne er umiddelbart højere i krydsene med nogle eller mange cyklister sammenlignet med krydsene med få eller ingen. Der er ikke overraskende et sammenfald mellem en høj andel af kryds i byzone og nogle eller mange cyklister og omvendt en høj andel af kryds i landzone ved få/ingen. Antallet af kryds, hvor der formodes at være ingen eller mange cyklister, er meget få (henholdsvis 3 og 5 kryds), men data tyder på, at kryds med ingen cyklister har de laveste uheldsfrekvenser og kryds med mange cyklister de højeste. Set på uheld kun med motorkøretøjer er der ikke stor forskel på uheldsfrekvenserne afhængig af det formodede omfang af cyklister.

Tilsvarende er krydsene grupperet i forhold til det skønnede omfang af fodgængere i krydsene (se Tabel 22).

Skønnet fodgængere	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Ingen	13	39	0,11	34	0,09
Få	34	139	0,11	83	0,07
Nogle	11	56	0,11	35	0,07
Mange	3	59	0,29	36	0,18
Total	61	293	0,13	188	0,08

Tabel 22: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af det skønnede omfang af fodgængere.

Umiddelbart er der ikke forskel på uheldsfrekvenserne, når krydsene grupperes afhængig af, om der skønnes at være ingen, få eller nogle fodgængere. Krydsene med mange fodgængere skiller sig umiddelbart ud ved markant højere uheldsfrekvenser, men der er tale om blot 3 kryds og dermed stor usikkerhed. Krydsene med nogle og mange fodgængere er næsten udelukkende placeret i byzone, mens krydsene med ingen fodgængere næsten udelukkende er placeret i landzone. For kryds henholdsvis i by- og landzone, er der umiddelbart kun små forskelle på

uheldsfrekvenserne afhængig af, om der skønnes at være ingen, få eller nogle fodgængere.

4.1. Opsamling

Ved gruppering af kryds i forhold til nogle karakteristika er der fundet betydelige forskelle i de beregnede uheldsfrekvenser. Der er imidlertid ofte samvariation med andre karakteristika, og det er derfor ikke altid muligt helt at afklare, hvilket forhold, der har størst betydning. Samtidig skal det bemærkes, at de beregnede uheldsfrekvenser ikke tager hensyn til uheldenes alvorlighed, således materielskadeuheld og alvorlige personskadeuheld er vægtet lige højt ved sammenligningerne.

Flere af resultaterne er i tråd med sammenligningen af ”gode” og ”dårlige” kryds, og de mulige forklaringer på resultaterne vil være de samme, som er forsøgt beskrevet i det kapitel.

I forhold til eksisterende viden om signalregulerede kryds er det ikke overraskende, at de 3-benede kryds med bundet venstresving samlet set har lavere uheldsfrekvenser end de 4-benede kryds med bundet venstresving. Det samme gælder 4-benede rampekryds, hvor trafikken er ensrettet i to krydsben (til- og frakørselsrampe), som også ser ud til at have lavere uheldsfrekvenser.

Ligeledes ser det ud til, at krydsene i landzone klarer sig bedre sikkerhedsmæssigt, men forskellen mellem kryds i by- og landzone er noget mindre, hvis uheldsfrekvenserne alene baseres på uheld udelukkende med motorkøretøjer. Det kan derfor pege i retning af, at det er andre faktorer fx omfang af fodgængere og cyklister, der er årsag til, at krydsene i byzone har højere uheldsfrekvenser.

I forhold til hastighedsgrænsen på den overordnede vej er der højere uheldsfrekvenser for kryds med grænse på 50 km/t end 60 km/t – også hvis der udelukkende ses på kryds i byzone. Kryds i byzone med hastighedsgrænse på 50 km/t på den overordnede vej er kendetegnet ved at være placeret i tættere by bl.a. med flere lette trafikanter end kryds med grænse på 60 km/t på den overordnede vej.

Krydsene med maksimalt 8 baner til indkørende trafik har de laveste uheldsfrekvenser (svarer til 2 baner pr. ben i 4-benede kryds). Krydsene domineres af 3-benede kryds og 4-benede rampekryds med ensrettet trafik i to krydsben (til- og frakørselsrampe) eller 4-benede kryds, hvor trafikmængden på sidevejen er begrænset. Til gengæld har krydsene med mindst 13 baner til indkørende trafik de højeste uheldsfrekvenser. Krydsene med få baner er i højere grad placeret i landzone. I det hele taget ser der ud til at være en sammenhæng, således de mindste kryds har lavere uheldsfrekvenser end de øvrige.

I forhold til faciliteter til lette trafikanter, som også bidrager til krydsstørrelsen, er der et sammenfald mellem fodgængerfelter i alle krydsben og højere uheldsfrekvenser. Disse kryds er ofte placeret i byzone, og det synes samtidig at være de kryds med de højeste uheldsfrekvenser blandt krydsene i byzone. Der er cykelfaciliteter i hovedparten af krydsene – specielt på den overordnede vej.

Kryds med trekantede deleheller har umiddelbart lavere uheldsfrekvenser end kryds med rektangulære, men andelen af rampekryds og kryds i landzone er højere blandt krydsene med trekantede deleheller. I nogle tilfælde adskiller formen af de trekantede deleheller sig imidlertid kun i begrænset omfang fra de rektangulære. Krydsene med lange deleheller (mindst én delehelle over 20 m) har ligeledes lavere uheldsfrekvenser, men også blandt disse er der et sammenfald med en større andel af kryds i landzone.

I forhold til placeringen af signaler i krydsben med bundet venstresving er det umiddelbart kun i forhold til placering af hovedsignal (evt. 3-lys ligeudpil), at der synes forskelle i uheldsfrekvenserne. Således er uheldsfrekvensen lavest blandt de kryds, hvor hovedsignalet kun er placeret i krydsets forkant. Det er ofte de kryds, hvor der samtidig er benyttet færrest signaler, og hvor der er en større andel af 3-benede kryds og 4-benede rampekryds.

Der er ikke umiddelbart en sammenhæng mellem uheldsfrekvensernes størrelse og mængden af indkørende motorkøretøjer eller det skønnede omfang af fodgængere. Dog er uheldsfrekvensen umiddelbart noget højere i krydsene med meget store trafikmængder (> 30.000 indkørende motorkøretøjer). Det er store kryds, hvor der er meget trafik på den overordnede vej, men ofte også på sidevejene.

Når krydsene grupperes efter det formodede omfang af cyklister, er uheldsfrekvenserne højere i takt med stigende omfang af cyklister. Der er et sammenfald med, at når krydsene inddeles efter omfang af cyklister, så øges andelen af kryds i byzone i takt med det skønnede omfang af cyklister. Set i forhold til de øvrige resultater, tyder dette på, at forskellen i cykeltrafikken kan være en væsentlig forklaring på, at kryds i byzone har højere uheldsfrekvenser end kryds i landzone. Der er derfor også en mindre tydelig sammenhæng mellem mængden af cykeltrafik og uheldsfrekvenserne, hvis de alene baseres på uheld, der udelukkende involverer motorkøretøjer.

Denne delanalyse tyder altså på, at:

- 3-benede kryds og 4-benede rampekryds med krydsben med ensrettet trafik i to krydsben (til- og frakørselsrampe) er sikrest. Disse kryds er ofte små, har ofte få baner til indkørende trafik og signaler kun placeret i krydsets forkant
- uheldsfrekvenserne stiger i takt med omfanget af cyklister. Krydsene med mest cykeltrafik er samtidig oftere placeret i byzone, har fodgængerfelter i alle krydsben/flere fodgængere og har mange baner til indkørende trafik

- kryds med trekantede deleheller er mere sikre end kryds med rektangulære deleheller (i nogle tilfælde er formen på trekantede og rektangulære deleheller imidlertid meget ens)

5. Uheldsniveau for kryds med fællestræk

Først og fremmest opdeles krydsene i forhold til krydstyper, dvs. i 3-benede kryds og 4-benede kryds.

Med til de 3-benede kryds inkluderes 4-benede rampekryds med ensretning af trafikken i to krydsben (til- og frakørselsrampe). Disse 4-benede rampekryds har vist sig at have en lav uheldsfrekvens og minder på flere måder om de 3-benede kryds både i forhold til størrelse og design, men også i forhold til trafikstrømme. Fælles for krydsene er således, at der kun er ind- og udkørende trafik i 3 krydsben og dermed langt færre konfliktende trafikstrømme. Bundet venstresving etableres i udgangspunktet kun i ét krydsben (på den overordnede vej). Gruppen består således af 16 kryds, 11 3-benede kryds og 5 4-benede rampekryds.

Der er i alt 45 tilbageværende 4-benede kryds. Det giver mulighed for at underopdele krydsene efter trafikmængder, så betydningen af øvrige designforhold kan undersøges under mere sammenlignelige forhold.

5.1 3-benede kryds og 4-benede rampekryds

Da krydsene tilhører undersøgelsens mest sikre, er datamængden i form af uheld så begrænset, at det er svært at vurdere, om forskelle ved yderligere opdeling fx i forhold til design skyldes tilfældigheder eller er udtryk for en reel forskel. Af Tabel 23 fremgår uheldsfrekvensen for krydsene totalt set, men også ved opdeling i 3-benede kryds og 4-benede rampekryds.

Krydstyper	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
3 ben	11	19	0,07	11	0,04
4 ben, rampe	5	7	0,04	5	0,03
Total	16	26	0,06	16	0,04

Tabel 23: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af krydstype.

Omfanget af cykeltrafik synes at have betydning for omfanget af uheld, mens det synes væsentligt mindre vigtigt, om krydsene ligger i by- eller landzone. De i alt 16 kryds opdeles derfor i 11 kryds med ingen/få cyklister og 5 kryds med nogle cyklister (se Tabel 24).

Skønnet cykeltrafik	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Ingen/få	11	11	0,04	8	0,03
Nogle	5	15	0,11	8	0,06
Total	16	26	0,06	16	0,04

Tabel 24: Antal uheld og uhedsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af det skønnede omfang af cykeltrafik.

Krydsene med nogen cykeltrafik har umiddelbart en højere uhedsfrekvens. De 3-benede kryds synes at være årsag til dette mønster. De 7 3-benede kryds med ingen/få cyklister har en uhedsfrekvens på 0,02 uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer, mens de 4 3-benede kryds med nogle cyklister har en uhedsfrekvens på 0,17 uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer. Det er samtidig disse 4 kryds, der har de højeste uhedsfrekvenser blandt de 11 3-benede kryds.

Ud over lighedstræk i forhold til de konfliktende trafikstrømme ligner de 16 kryds også hinanden i forhold til størrelse. Der er i alle tilfælde tale om mindre kryds, hvor der i hovedparten af krydsene er mindre end 40 m mellem stoplinjerne i modstående krydsben. Der er dog lidt forskelle på antallet af baner til indkørende trafik, og set alene på dette antydes en sammenhæng mellem antallet af baner til indkørende trafik og uhedsfrekvenserne (se Tabel 25). Sammenhængen er dog primært for de 3-benede kryds. Der er i vid udstrækning et sammenfald mellem få baner til indkørende motorkøretøjer og ingen/få cyklister.

Antal baner indkørende	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
4-6 baner	7	4	0,03	3	0,02
7-11 baner	9	22	0,08	13	0,05
Total	16	26	0,06	16	0,04

Tabel 25: Antal uheld og uhedsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af antal baner til indkørende motorkøretøjer.

Umiddelbart kunne det forventes, at krydsene beliggende på overordnede veje med lave hastighedsgrænser ville have de laveste uhedsfrekvenser, men det mønster synes ikke at være gældende, og forskelle i omfanget af cykeltrafik er en plausibel forklaring. Det samme synes også at kunne forklare, hvorfor de få personskadeuheld også er registreret i krydsene med lave hastighedsgrænser, idet lette trafikanter oftest er blandt de tilskadekomne.

I forhold til design af delehelle synes de trekantede deleheller umiddelbart at medføre en bedre sikkerhed (se Tabel 26). Fire af krydsene med trekantede deleheller er imidlertid 4-benede rampekryds, så det er derfor ikke muligt at vurdere, om det er formen af delehellen, krydstypen eller noget tredje, der har en betydning.

Delehellens form	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Rektangulær	11	22	0,07	13	0,04
Trekantet	5	4	0,03	3	0,02
Total	16	26	0,06	16	0,04

Tabel 26: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af form af delehelle

I Tabel 27 er krydsene grupperet i forhold til placering af 3-lys venstresvingpile, henholdsvis kun i krydsets forkant og både i krydsets for- og bagkant.

Placering 3-lys v.pil	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Kun forkant	7	15	0,08	8	0,04
For-/bagkant	8	8	0,04	6	0,03
Øvrige	1	3	0,12	2	0,08
Total	16	26	0,06	16	0,04

Tabel 27: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af placering af 3-lys venstresvingpile i krydsben med bundet venstresving. Kun forkant omfatter type A-C og for- og bagkant omfatter type D-G (se Bilag 1).

Dette kunne antyde, at krydsene, hvor der både er 3-lysvenstresvingpile i krydsets for- og bagkant er sikrest. Denne antydning ses både i de begrænsede data for 3-benede kryds og 4-benede rampekryds. Der er umiddelbart ikke et sammenfald med det skønnede omfang af cykeltrafik, men lette trafikanter er dog involveret i en større andel af uheldene, hvor signalerne kun er placeret i krydsets forkant.

Tilsvarende er krydsene grupperet efter placering af hovedsignalerne (evt. 3-lys ligeudpil) i Tabel 28.

Placering hovedsignal	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Kun forkant	7	11	0,06	8	0,04
Forkant/midt	4	7	0,09	3	0,04
For-/bagkant	4	5	0,04	3	0,02
Øvrige	1	3	0,12	2	0,08
Total	16	26	0,06	16	0,04

Tabel 28: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af placering af hovedsignaler (evt. 3-lys ligeudpil) i krydsben med bundet venstresving. Kun forkant omfatter type A og D, forkant og krydsmidte omfatter type B og E, for- og bagkant omfatter type C og F og øvrige omfatter kryds med forskellig placering af hovedsignaler i krydsben med bundet venstresving (se Bilag 1).

Resultaterne kunne antyde, at placeringen af hovedsignaler i krydssets for- og bagkant er det sikreste, men det er baseret på et meget usikkert grundlag.

5.2 4-benede kryds

De 4-benede kryds opdeles i 3 undergrupper i forhold til trafikmængden. En gruppe består af kryds med meget trafik: > 20.000 indkørende motorkøretøjer, nogle/mange cyklister og fodgængerfelter i alle krydsben. Opdelingen af kryds i forhold til det skønnede omfang af fodgængere er lidt tvivlsom, og derfor vurderes det, at fodgængerfelter i alle krydsben lige så godt kan antyde et vist omfang af fodgængere. Den anden gruppe består af kryds med mindre trafik: < 20.000 indkørende motorkøretøjer og ingen/få cyklister. Den sidste gruppe består af de resterende kryds og behandles kun i mindre omfang, da krydsene netop ikke er sammenlignelige i forhold til trafikmængderne. Data om krydsene fremgår af Tabel 29. Alvorligheden af uheldene fremgår ikke af tabellen, men det lave antal personskadeuheld tyder på samme mønster, hvor krydsene med meget og lidt trafik har stort set samme uheldsfrekvenser.

4-benede kryds	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Meget trafik	14	146	0,17	87	0,10
Lidt trafik	11	42	0,16	34	0,13
Øvrige	20	79	0,10	51	0,07
Total	45	267	0,14	172	0,09

Tabel 29: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af nævnte opdeling af krydsene i forhold til trafik..

Blandt de 4-benede kryds med meget trafik er der et pænt datagrundlag pga. et stort antal uheld, mens det er mere spinkelt i de 4-benede kryds med lidt trafik. Andelen af uheld med lette trafikanter er noget lavere i krydsene med lidt trafik.

5.2.1 4-benede kryds med meget trafik

De 14 kryds har ikke blot tilfælles, at de er trafikerede, men der er også tale om fysisk store kryds (blandt undersøgelsens største) både pga. fodgængerfelter i alle krydsben, cykelfaciliteter i næsten alle krydsben og 13-16 baner til indkørende trafik i hvert kryds. Krydsene er også beliggende på store veje, hvor den overordnede vej er 4-sporet eller større, ligesom flere af sidevejene har mere end 2 spor.

Umiddelbart kunne Tabel 30 indikere, at kryds med hastighedsbegrænsning på 50 km/t på den overordnede vej (og sidevejen) har de højeste uheldsfrekvenser. Der er imidlertid stor variation i uheldsfrekvensen i de 3 kryds. Fælles for de 3 kryds

er, at de alle er blandt de af undersøgelsens kryds, hvor omgivelserne har den største grad af bymæssig karakter.

Hastighedsgrænse	Antal kryds ¹	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
50 km/t	3 (3)	55	0,24	34	0,15
60 km/t	5 (5)	39	0,16	23	0,09
70 km/t	6 (4)	52	0,14	30	0,08
Total	14 (12)	146	0,17	87	0,10

Tabel 30: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af hastighedsgrænsen på den overordnede vej. 1) antal kryds i byzone i parentes.

I 4 ud af 14 kryds er der 2 venstresvingsbaner i forbindelse med bundet venstresving i ét af krydsbenene. Disse kryds adskiller sig umiddelbart kun i begrænset omfang fra de øvrige 10 kryds i forhold til trafikikkerheden (se Tabel 31). De 4 kryds udgør imidlertid et spinkelt datagrundlag.

2 venstresvingsbaner	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Ja	4	49	0,19	35	0,13
Nej	10	97	0,17	52	0,09
Total	14	146	0,17	87	0,10

Tabel 31: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af, om der i mindst ét krydsben er to venstresvingsbaner i forbindelse med bundet venstresving.

Ligeledes er der ikke noget, der tyder på, at der blandt 4-benede kryds med meget trafik er en sikkerhedsforskel mellem krydsene afhængig af vejforløbet gennem krydset for ligeudkørende. Krydsene med en lige eller svag forsætning har ca. samme uheldsniveau som krydsene, hvor der er en forsætning i vejforløbet fra mindst ét af krydsbenene (se Tabel 32).

Vejforløb - ligeud	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Lige	7	67	0,19	41	0,11
Forsætning	7	79	0,17	46	0,10
Total	14	146	0,17	87	0,10

Tabel 32: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af, om der fra mindst ét krydsben er en forsætning for ligeudkørende motorkøretøjer.

I forhold til design af delehelle er der kun to af krydsene, hvor delehellen er trekantet i alle krydsbenene med bundet venstresving. Uheldsfrekvenserne peger i retning af, at denne form har en gunstig indflydelse på sikkerheden, men

grundlaget er spinkelt (se Tabel 33). Eksempler på udformninger af deleheller fremgår af Figur 1, side 13.

Delehellens form	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Rektangulær	9	88	0,19	54	0,12
Trekantet	2	3	0,03	0	0,00
Øvrige	3	55	0,22	33	0,13
Total	14	146	0,17	87	0,10

Tabel 33: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af form af delehelle. Øvrige dækker kryds, hvor formen varierer mellem krydsben.

I forhold til længden af delehellen, synes det at være mindre gunstigt, hvis der er mindst én delehelle i krydsene, som er mindre end 10 m lang (se Tabel 34). Der er formentlig også sammenfald med andre forhold, fx indgår krydsene med hastighedsbegrænsning på 50 km/t i denne gruppe.

Delehellens længde	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
< 10 m	8	92	0,22	58	0,14
Øvrige	6	54	0,13	29	0,07
Total	14	146	0,17	87	0,10

Tabel 34: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af længde af delehelle. < 10 m dækker kryds, hvor mindst én delehelle ikke er 10-20 m.

Der kan ikke findes en sammenhæng mellem uheldsniveauet og en yderligere opdeling af krydsene efter omfang af indkørende motorkøretøjer. Der er noget, der tyder på, at krydsene med mest cykeltrafik kan have et højere uheldsniveau, men skønnet af omfanget af cykeltrafikken er for usikkert til at vurdere dette mere nøjagtigt.

Signalplaceringerne i krydsben med bundet venstresving er inddelt i syv typer (A-G), som fremgår af *Bilag 1*. Typeopdelingen er sket på baggrund af placering af 3-lys venstresvingpile og hovedsignaler (evt. 3-lys ligeudpil). I Tabel 16 er krydsene inddelt efter disse typer. Det er primært type B, E og F, der er benyttet i krydsene med meget trafik.

Umiddelbart ses lidt flere uheld i de kryds, der har signaler placeret som type E og F. Det betyder også, at de af krydsene, hvor 3-lys venstresvingpile kun er placeret i krydssets forkant, samlet set har lavere uheldsfrekvenser, end der hvor denne type signaler også er placeret i krydssets bagkant.

Placering af signaler	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Type B	4	37	0,14	14	0,05
Type E	3	31	0,21	20	0,14
Type F	4	64	0,21	44	0,14
Øvrige	3	14	0,12	9	0,08
Total	14	146	0,17	87	0,10

Tabel 35: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af signalers placering i krydsben med bundet venstresving fordelt på type B, E og F (se Bilag 1). Øvrige omfatter kryds med forskellig placering af signaler i krydsben med bundet venstresving.

I Tabel 36 er krydsene grupperet efter det samlede antal hovedsignaler og 3-lys venstresvingpile i krydsbenene med bundet venstresving. Umiddelbart synes det at være krydsene med 7-8 signaler pr. krydsben med bundet venstresving, der har det laveste uheldsniveau.

Antal signaler	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
7-8	7	54	0,14	31	0,08
> 8	7	92	0,20	56	0,12
Total	14	146	0,18	87	0,10

Tabel 36: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af det samlede antal af hovedsignaler (evt. 3-lys ligeudpil) og 3-lys venstresvingpile pr. krydsben med bundet venstresving.

De 16 kryds med meget trafik blev bl.a. udpeget med et kriterie om fodgængerfelter i alle krydsben og ikke skønnet omfang af fodgængere, da dette skøn formodes at være mindre velegnet ved inddeling af krydsene. Af Tabel 37 kan det umiddelbart se ud til, at de kryds, hvor der formodes at være mange fodgængere også har højere uheldsfrekvenser. 2 af de 3 kryds med et skønnet stort omfang på mange fodgængere har hastighedsbegrænsning på 50 km/t i alle krydsben.

Skønnet fodgængere	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Få	6	46	0,15	25	0,08
Nogle	5	41	0,13	26	0,08
Mange	3	59	0,29	36	0,18
Total	14	146	0,17	87	0,10

Tabel 37: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af det skønnede omfang af fodgængere.

5.2.2 4-benede kryds med lidt trafik

Krydsene med lidt trafik adskiller sig på en række punkter fra krydsene med meget trafik, men samlet set er der ikke væsentligt forskel på uheldsfrekvenserne i de to grupper af kryds.

Det er ikke nødvendigvis helt rammende at omtale de 11 4-benede kryds, som kryds med lidt trafik, idet 5 af krydsene trods alt har mere end 15.000 indkørende motorkøretøjer pr. døgn. Enkelte af krydsene har en relativ stor trafikmængde på den overordnede vej, men til gengæld et beskedent antal indkørende fra de øvrige krydsben. Der er imidlertid primært tale om kryds beliggende på 2-sporede veje.

Med undtagelse af ét kryds, der er beliggende i umiddelbar nærhed af et bycentrum, er krydsene placeret i landzone, enten i udkanten af en by eller i åbent land. Der er derfor også mere end 200 m til nærliggende kryds på den overordnede vej i langt de fleste kryds. Hastighedsbegrænsningen på den overordnede vej er lokalt begrænset til 70 km/t i de 8 kryds, mens grænserne er 50 km/t, 60 km/t og 80 km/t i de resterende 3 kryds.

Størrelsen af krydsene varierer lidt afhængig af antallet af fodgængerfelter og baner til indkørende trafik, men hovedparten af krydsene er middelstore set i forhold til undersøgelsen som helhed, dvs. større end de 3-benede kryds/4-benede rampekryds og mindre end de 4-benede kryds med meget trafik.

Der er forskel på antallet af baner til indkørende trafik i de 11 kryds, hvor nogle af krydsene kan synes en anelse overdimensionerede i forhold til trafikmængderne. Uheldsfrekvenserne afhængig af antallet af baner til indkørende trafik fremgår af Tabel 38. Det ser umiddelbart ud til, at krydsene med maksimalt 2 baner til indkørende trafik pr. krydsben har de laveste uheldsfrekvenser.

Antal baner indkørende	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
8 eller færre	4	8	0,10	6	0,08
9-12	6	26	0,17	21	0,14
13 eller flere	1	8	0,35	7	0,31
Total	11	42	0,16	34	0,13

Tabel 38: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af antal baner til indkørende motorkøretøjer i krydsene.

Delehellen er trekantet i alle krydsbenene med bundet venstresving i to af krydsene, og der er derfor et yderst spinkelt datagrundlag for kryds med trekantede deleheller (se Tabel 39).

Delehellens form	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Rektangulær	8	32	0,15	25	0,12
Trekantet	2	2	0,10	2	0,10
Øvrige	1	8	0,35	7	0,31
Total	11	42	0,16	34	0,13

Tabel 39: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af form af delehelle. Øvrige dækker kryds, hvor formen varierer mellem krydsben.

Størrelsen af delehellen synes ikke at have væsentlig betydning for uheldsfrekvenserne, og det samme synes at gælde for typen af tavle på delehellen.

Ingen af de 11 kryds har 3-lys venstresvingspile placeret i krydssets bagkant i forbindelse med det bundne venstresving. Dvs. placeringen af signaler i krydsbenene med bundet venstresving kun følger type A, B eller C blandt de 11 kryds (se Tabel 40).

Placering af signaler	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Type A	4	6	0,07	6	0,07
Type B	6	32	0,22	26	0,18
Type C	1	4	0,15	2	0,07
Total	11	42	0,16	34	0,13

Tabel 40: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af signalers placering i krydsben med bundet venstresving fordelt på type A, B, og C (se Bilag 1).

Uheldsfrekvenserne kan indikere, at det er mere sikkert kun at have hovedsignaler placeret i krydssets forkant (type A), mens hovedsignaler både i forkant og midte medfører flere uheld (type B). Antallet af signaler pr. krydsben med bundet venstresving er nogenlunde det samme i krydsene med 7-8 signaler pr. krydsben i 9 ud af 11 kryds.

Det er uklart, om trafikmængden for indkørende motorkøretøjer kan have en betydning for forskellene i sikkerheden, men data er umiddelbart for små til at klarlægge, om der er et mønster. Umiddelbart er det hverken de mest trafikerede af krydsene (15.000-20.000 indkørende) eller de mindst trafikerede (5.000-10.000 indkørende), der har de højeste frekvenser.

Krydsene hvor der ikke forventes fodgængere (ingen fodgængerfelter) har umiddelbart lidt højere uheldsfrekvenser end de øvrige kryds (se Tabel 41). Frekvenserne varierer en del mellem krydsene indenfor hver gruppe.

Skønnet fodgængere	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Ingen	5	27	0,19	22	0,16
Få/nogle	6	15	0,13	12	0,10
Total	11	42	0,16	34	0,13

Tabel 41: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af det skønnede omfang af fodgængere.

5.2.3 Øvrige 4-benede kryds

De resterende 4-benede kryds er mere forskellige. Nogle har meget biltrafik, mens andre har mindre biltrafik, men til gengæld relativt mange lette trafikanter. De fleste af krydsene er relativt store, men der er også nogle, der tilhører undersøgelsens mindre kryds. Samlet set er uheldsniveauet lavere end for både krydsene med lidt trafik og krydsene med meget trafik.

I Tabel 42 er krydsene inddelt i forhold til trafikmængden for indkørende motorkøretøjer.

ÅDT mktj: indkørende	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
< 20.000	6	23	0,14	8	0,05
> 20.000	14	56	0,09	43	0,07
Total	20	79	0,10	51	0,07

Tabel 42: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af antallet af indkørende motorkøretøjer.

Blandt de 6 kryds med færre end 20.000 indkørende motorkøretøjer er uheldsfrekvenserne på næsten samme niveau som de 0,16 uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer, som er fundet for gruppen af 4-benede kryds med lidt trafik (undersøgt i afsnit 5.2.2). Umiddelbart medfører den skønnede større mængde cykeltrafik blandt de 6 kryds således ikke flere uheld, men andelen af uheld med lette trafikanter er blot væsentligt større. Der er næsten udelukkende tale om kryds i byzone med hastighedsgrænser på 50 km/t eller 60 km/t, men derudover adskiller krydsene sig ikke markant fra gruppen af 4-benede kryds med lidt trafik.

Krydsene med mere end 20.000 indkørende motorkøretøjer har til gengæld noget lavere uheldsfrekvenser end de 0,17 uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer blandt de 4-benede kryds med meget trafik (undersøgt i afsnit 5.2.1), hvor der formodes at være mere cykeltrafik. Andelen af uheld, der involverer lette trafikanter, er imidlertid også mindre. Sammenlignet med de 4-benede kryds med meget trafik adskiller krydsene sig også ved oftere at være placeret i landzone med højere hastighedsbegrænsning (> 60 km/t), færre fodgængerfelter og færre baner til

indkørende trafik. Det er ukendt, om de færre baner til indkørende trafik er en indikation af færre svingende eller bedre mulighed for svingning (færre lette trafikanter) sammenlignet med de 4-benede kryds med meget trafik. Begge dele kunne være en del af forklaringen på forskellen på uheldsfrekvenserne.

Også blandt gruppen af øvrige 4-benede kryds er der umiddelbart indikationer på, at det kan være en fordel, at delehellen er trekantet (se Tabel 43).

Delehellens form	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
Rektangulær	15	62	0,12	38	0,07
Trekantet	3	6	0,05	5	0,04
Øvrige	2	11	0,10	8	0,08
Total	20	79	0,10	51	0,07

Tabel 43: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af form af delehelle. Øvrige dækker kryds, hvor formen varierer mellem krydsben.

Krydsene med trekantede deleheller tilhører alle krydsene med mere end 20.000 indkørende motorkøretøjer, men uheldsfrekvensen er også lavere end for denne gruppe samlet set.

I forhold til placering af signaler er der ikke de store forskelle på uheldsfrekvenserne. Der er en antydning af, at det er krydsene med mere end 8 signaler (3-lys venstresvingpile og hovedsignaler) pr. krydsben med bundet venstresving, der har de laveste uheldsfrekvenser (se Tabel 44). Det er imidlertid udelukkende kryds med mere end 20.000 indkørende motorkøretøjer, og set på uheld kun med motorkøretøjer er der ingen forskel.

Antal signaler	Antal kryds	Alle uheld		Uheld – ej lette trafikanter	
		P+M-uheld	Uh.frekvens	P+M-uheld	Uh.frekvens
< 7	4	16	0,10	11	0,07
7-8	11	49	0,12	27	0,06
> 8	5	14	0,08	13	0,07
Total	20	79	0,10	51	0,07

Tabel 44: Antal uheld og uheldsfrekvenser (antal uheld pr. 1 mio. indkørende motorkøretøjer) afhængig af det samlede antal af hovedsignaler (evt. 3-lys ligeudpil) og 3-lys venstresvingpile pr. krydsben med bundet venstresving.

5.3 Opsamling

3-benede kryds og 4-benede rampekryds

De 16 kryds synes samlet set meget sikre, og der er derfor meget få data og ringe mulighed for vurdering af betydningen af andre forhold indenfor trafik og

krydsdesign. Der er noget, der tyder på, at omfanget af cykeltrafik har en betydning for krydsenes sikkerhed, og de kryds, hvor omfanget af cyklister skønnes størst, har en lidt mindre grad af sikkerhed. Det gælder primært de 11 3-benede kryds.

Det er ikke muligt at vurdere, om krydsdesign eller design af delehelle kan have indflydelse på sikkerheden. Der er antydninger af, at det er sikrest, hvis krydsene har 3-lys venstresvingspile placeret både i krydsets for- og bagkant.

4-benede kryds med meget trafik

De 14 4-benede kryds med meget trafik synes samlet set at være karakteriseret ved det højeste uheldsniveau sammenlignet med undersøgelsens andre kryds. Krydsene er alle fysisk store med mange baner til indkørende trafik og faciliteter til lette trafikanter.

Enkelte kryds synes at skille sig ud ved samlet set at have en højere uheldsfrekvens end de øvrige, men det er svært at pege på årsagen. Noget tyder dog på, at omgivelserne og den deraf følgende trafikantsammensætning alene kan være forklaringen. Det er kryds, der synes at være beliggende på steder, hvor omgivelserne har udpræget bymæssig karakter, og der er tæt til offentlig transport, indkøbsmuligheder mv. Det er således også de kryds, hvor omfanget af både fodgængere og cyklister formodes at være størst.

Krydsdesign eller design af deleheller i forbindelse med de 4-benede kryds med meget trafik synes at have begrænset indflydelse på sikkerheden. Der er dog en mulig antydning af, at trekantede deleheller kan være sikkerhedsmæssigt mest fordelagtige. Ligeledes er der indikationer på, at det er sikrest, hvis krydsene kun har 3-lys venstresvingspile placeret i krydsets forkant. Derudover er der antydninger af, at det er sikrest, hvis der maksimalt er 8 signaler (hovedsignal+3-lys venstresvingpil) pr. krydsben med bundet venstresving.

4-benede kryds med lidt trafik

De 11 4-benede kryds med lidt trafik er samlet set karakteriseret ved et forholdsvis højt uheldsniveau på niveau med de 4-benede kryds med meget trafik. Der er dog en del forskelle på uheldsfrekvenserne i de 11 kryds. Datamængden er samlet set noget begrænset, og det er derfor svært at forklare, hvorfor nogle kryds i denne gruppe klarer sig bedre end andre.

Krydsene er udvalgt på baggrund af trafikmængden. Trods en del forskelligheder i design er krydsene relativt ens i størrelse, og de er næsten alle placeret i landzone i forbindelse med kryds mellem 2-sporede veje. Det ser dog ud til, at krydsene med færrest baner til indkørende trafik har de laveste uheldsfrekvenser, måske fordi de få baner kan være en indikation af få svingende trafikanter.

Der er ikke umiddelbart noget, der tyder på, at forskelle i design af delehellerne giver anledning til væsentlige forskelle i uheldsniveauet. De laveste

uheldsfrekvenser ses blandt krydsene, hvor signaler i krydsben med bundet venstresving kun placeres i krydsets forkant. Til gengæld er uheldsfrekvenserne noget højere i de kryds, hvor hovedsignalet også placeres i krydsets midte i krydsbenene med bundet venstresving.

Øvrige 4-benede kryds

De resterende 4-benede kryds deler sig i to grupper. Den ene gruppe består af kryds med meget indkørende trafik af motorkøretøjer, men begrænset cykeltrafik. Disse har et uheldsniveau, der er markant lavere end de 4-benede kryds med meget trafik, hvor der netop også formodes at være en del cykeltrafik. Den anden gruppe består af kryds med samme mængde indkørende motorkøretøjer som de 4-benede kryds med lidt trafik, men med en formodet større mængde cykeltrafik. Til trods for de flere cyklister er uheldsfrekvenserne for krydsene ikke højere end for de 4-benede kryds med lidt trafik.

Da der er tale om en restgruppe varierer krydsene noget både i forhold til størrelse og øvrig design.

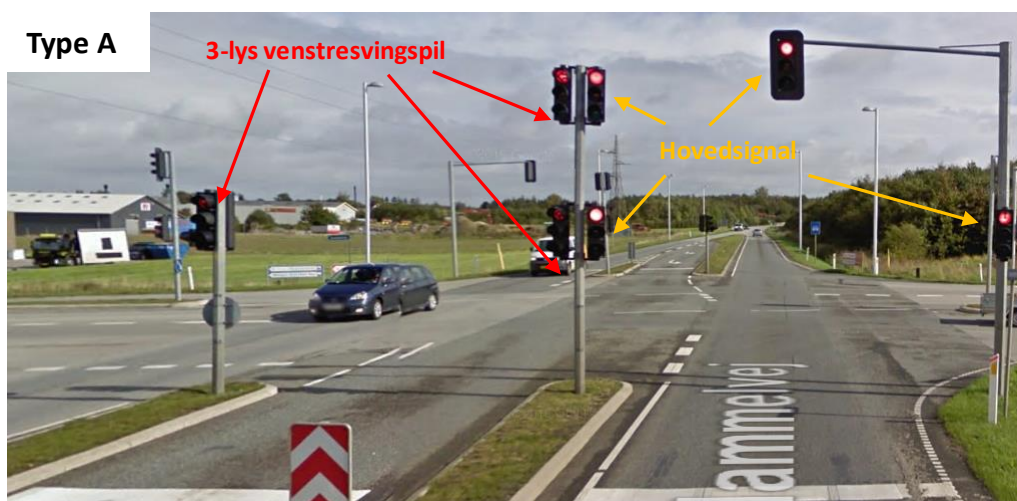
Samlet set

Efter inddeling af krydsene primært afhængig af krydstype og trafik, tyder denne delundersøgelse mest på, at forskelle på uheldsfrekvenser primært hænger sammen med disse forhold og kun i ringe grad, hvordan krydsene er designet. For nogle forhold synes en modstrid mellem resultaterne for de forskellige grupper af kryds. Det kan muligvis forklares med begrænsede data. Hovedresultaterne er:

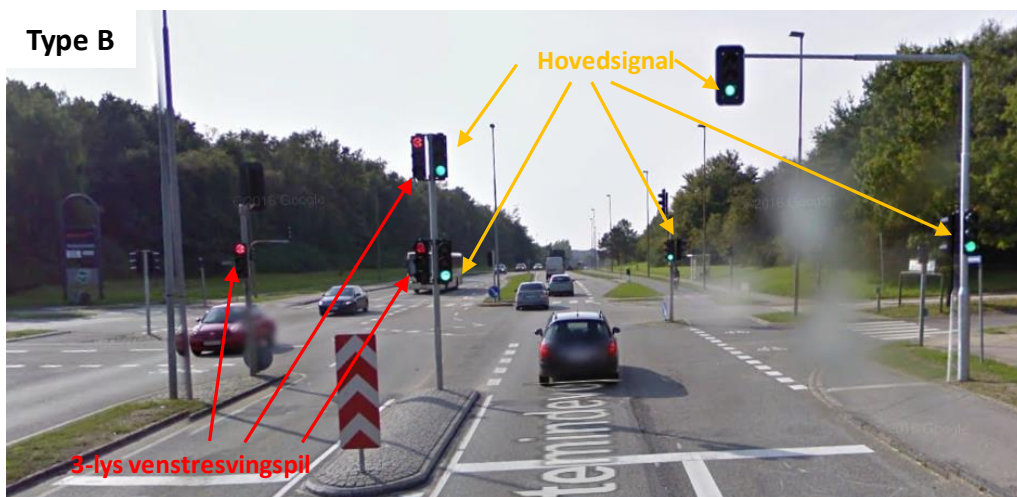
- 3-benede kryds og 4-benede rampekryds med ensrettet trafik i to krydsben (til- og frakørselsrampe) er sikrest
- De højeste uheldsfrekvenser findes blandt de to grupper af 4-benede kryds med henholdsvis mest og mindst trafik (motorkøretøjer og cyklister)
- Der er lavere uheldsfrekvenser i kryds med trekantede deleheller end i kryds med rektangulære (i nogle tilfælde er formen på trekantede og rektangulære deleheller imidlertid meget ens)
- Klar sammenhæng mellem øget cykeltrafik og højere uheldsfrekvenser i 3-benede kryds og 4-benede kryds med > 20.000 indkørende motorkøretøjer, men ikke i 4-benede kryds med < 20.000 indkørende motorkøretøjer
- Uheldsfrekvenser i kryds med signaler placeret som i type B synes højest blandt 4-benede kryds med lidt trafik, men lavest i 4-benede kryds med meget trafik. Det varierer derfor mellem grupperne af kryds, om det synes mest sikkert kun at placere signaler i krydsets forkant i krydsben med bundet venstresving, eller disse signaler bør suppleres med signaler i krydsets midte og/eller bagkant

Bilag 1 – Typeopdeling efter placering af signaler

Placeringen af signaler i krydsben med bundet venstresving er inddelt i 7 typer (type A-G) afhængig af placeringen af 3-lys venstresvingpile og hovedsignaler (evt. 3-lys ligeudpil). Krydsfotos fra Google Street View.



Type A: Hovedsignaler i krydsforkant samt 3-lys venstresvingpile i krydsforkant



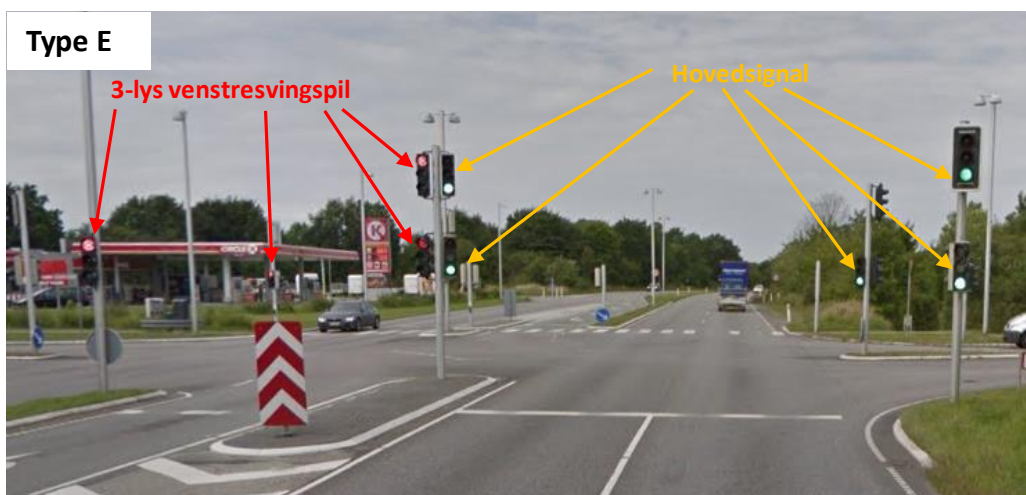
Type B: Hovedsignaler i krydsforkant midte samt 3-lys venstresvingpile i krydsforkant



Type C: Hovedsignaler i krydsets for- og bagkant samt 3-lys venstresvingpile i krydsets forkant



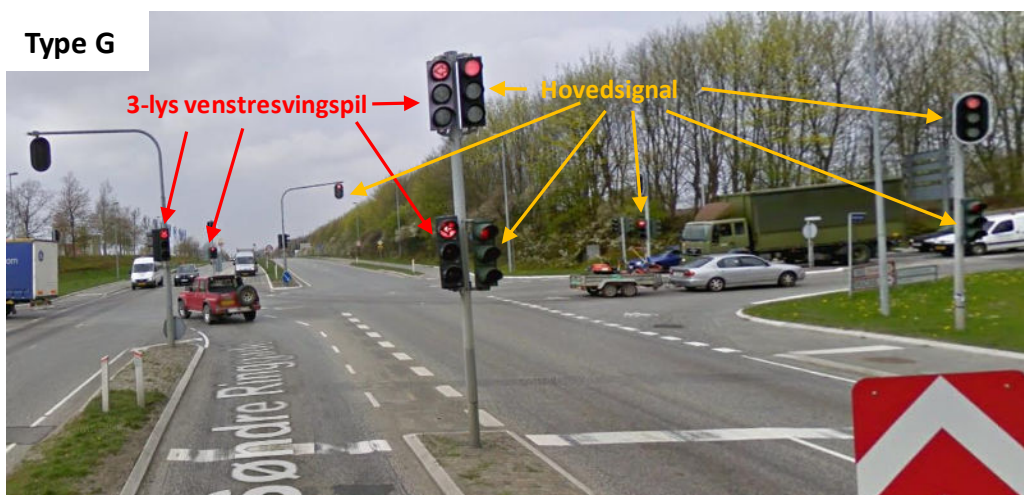
Type D: Hovedsignaler i krydsets forkant samt 3-lys venstresvingpile i krydsets for- og bagkant



Type E: Hovedsignaler i krydsets forkant og midte samt 3-lys venstresvingpile i krydsets for- og bagkant



Type F: Hovedsignaler i krydsets for- og bagkant samt 3-lys venstresvingpile i krydsets for- og bagkant



Type G: Hovedsignaler i krydsets forkant, midte og bagkant samt 3-lys venstresvingpile i krydsets for- og bagkant