Cyklisters sikkerhed i mindre vigepligtsregulerede T-kryds

Paper til Trafikdage på Aalborg Universitet august 2002

Af:
Belinda la Cour Lund
Atkins Danmark
Vejtrafik og Sikkerhed
Pilestræde 58
1112 København K
Telefon: 8233 9000
E-mail: belinda.la.cour.lund@atkinsglobal.com
Tidligere ansættelsessted: Danmarks TransportForskning

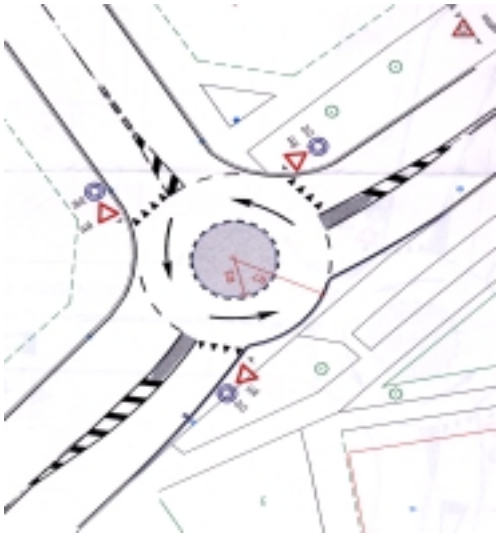
Projektformål

Formålet med projektet er, at udvikle en række nye, forholdsvis billige, forslag til designs af mindre vigepligtsregulerede T-kryds i byområde, med særligt fokus på cyklisters sikkerhed. I samarbejde med Odense Kommune er to af løsningsforslagene afprøvet. Det ene løsningsforslag består i en etablering af 5 minirundkørsler, og det andet i etablering af 15 minicykelbaner. For alle 20 kryds gælder, at der i førperioden ikke er noget cykelanlæg på strækningerne frem til krydsene. Odense Kommune har stået for ombygning af krydsene, mens evalueringen er igangsat af Vejdirektoratets afdeling for Trafiksikkerhed og Miljø og afsluttet i regi af Danmarks TransportForskning. Projektet er delvist finansieret af Trafikpulje 97.

Nedenfor følger en beskrivelse af de to løsningsforslag samt hovedresultaterne fra evalueringen.

Design af minirundkørsler

Formålet med etableringen af minirundkørslerne er, at nedsætte trafikanternes hastighed frem til og igennem krydset. Når hastigheden reduceres, får trafikanterne mere tid til at orientere sig overfor hinanden, hvilket i sidste ende forhåbentligt resulterer i færre og mindre alvorlige trafikuheld.



Figur 1 *Eksempel på plantegning for en af de fem minirundkørsler*

Af hensyn til pladsforhold og økonomi, er rundkørslerne så vidt muligt holdt indenfor eksisterende vejareal. Der er med regulering af kantsten tilstræbt en afbøjning af trafikken ind mod centrum af rundkørslen. Sidevejene er søgt opstrammet med spærreflader og midterheller. I efterperioden har tilfarterne en bredde på mellem 3,25 og 3,5 m ved vigelinien. Der er ikke etableret cykelanlæg frem til eller i rundkørslerne.

Alle fem rundkørsler er placeret på lokale fordelingsveje med bybustrafik. Personbiler kan køre igennem rundkørslen uden at skulle køre på midterøen, mens større køretøjer kan køre helt eller delvist over midterøen. Alle

minirundkørslerne har en midterø med en radius på R=3 m og en ydre cirkelradius på R=7 m. Af hensyn til buspassagerers komfort er midterøen kun ca. 7-8 cm høj. På grund af den forholdsvis lave højde, er det vigtigt at få en synlig midterø. Midterøen er anlagt i asfalt, hvor hvide sten i asfalten sikrer en lys overflade over en længere periode. På figur 1, er angivet et eksempel på en typisk plantegning for en af de fem minirundkørsler.

Prisen for minirundkørslerne ligger på ca.100.000-150.000 kr. pr. styk. Alle fem rundkørsler er blevet revideret af en uafhængig trafiksikkerhedsrevisor og godkendt af politiet.

Hypoteser- Minirundkørsler

Evalueringen af de fem minirundkørsler er lavet som et før- efterstudie baseret på hastighedsmålinger, adfærdsstudier og konfliktteknikstudier. Til brug for evalueringen er der opstillet en række hypoteser der enkeltvist som samlet har til formål at belyse den trafiksikkerhedsmæssige effekt af ombygningen af de fem vigepligtsregulerede T-kryds til minirundkørsler.

Anlæg af de fem minirundkørsler forventes at medføre at:

A Bilisternes gennemsnitshastighed på primærvejen falder

B Ligeudkørende cyklisters hastighed falder

C Det totale antal alvorlige konflikter falder

D Antallet af alvorlige konflikter med udkørende trafikanter fra sidevejen reduceres

E Bilisternes køreadfærd frem til og igennem krydset ændres ved krydsning med en samtidig ankommen cyklist

F Tidsafstanden til konfliktpunktet mellem ankomne cyklister og bilister stiger

G Bilisternes køreadfærd gennem minirundkørslen er ”mere hensynsfuld”, når der er andre trafikanter tilstede

På grund af måleusikkerhed er hypotese B udgået af undersøgelsen.

Metodebeskrivelse-Minirundkørsler

Evalueringen af de fem minirundkørsler er udført som et før- efterstudie, baseret på, hastighedsmålinger, konfliktteknikstudier samt videobaserede adfærdsstudier. Nedenfor følger en kort beskrivelse af de tre metoder.

Hastighedsmålinger
Der er foretaget hastighedsmålinger af motorkøretøjer i alle til- og frafarter. Følgende er registreret: Gennemsnitshastighed, andelen af motorkøretøjer der kører hurtigere end den skiltede hastighed på 50 km/t samt angivelse af 85%-fraktilen.

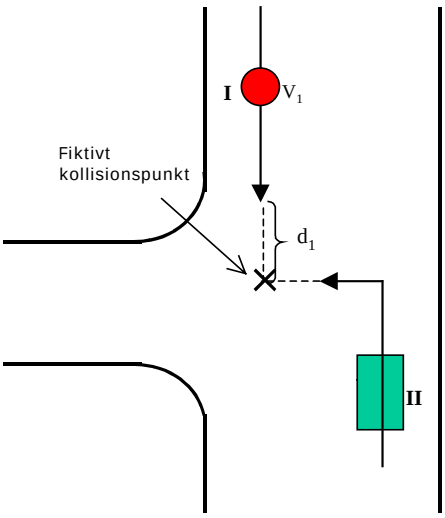
Konflikttekniksstudier
Der er foretaget konflikttekniksstudier i alle fem kryds over en periode på 3 dage før- og efter anlæg af minirundkørslerne. Konflikttekniksens styrke er, at der med få dages observationer kan indsamles data nok til at lave en vurdering af, hvorvidt en ombygning af et kryds kan forventes at have en positiv effekt på trafiksikkerheden eller ej. Hvis der i stedet skal laves en traditionel uheldsanalyse, kræver det uheldsdata fra en periode på min. 3-5 år før og efter ombygningen. Konflikttekniksstudier giver derfor mulighed for, i modsætning til uheldsanalyser, at lave en vurdering af de trafiksikkerhedsmæssige forhold kort tid efter en ombygning. Der ses kun på konflikter som er kategoriseret som værende alvorlige.

En alvorlig konflikt kendetegnes ved, at trafikanterne ufrivilligt bliver involveret i en farlig trafiksituation. Konflikter er på samme måde som trafikulykker resultatet af, at samspillet mellem køretøj, miljø og trafikant ikke fungerer. Den afværgning, som kræves for at undvige ulykken, er ofte en opbremsning, men det kan også være en svingmanøvre eller en acceleration. Ligheden mellem ulykker og alvorlige konflikter er åbenbar, og derfor kan ulykker forebygges, hvis alvorlige konflikter forebygges *(Den svenska konfliktteknikken, 1992).*

Alvorlighedsgraden af en konflikt bestemmes ud fra TU-værdien (**T**id til **U**lykke) og den hastighed som trafikanten har umiddelbart før der foretages en reaktion. TU-værdien angiver tiden fra det tidspunkt hvor en trafikant foretager en undvigemanøvre, til en kollision ville have forekommet, hvis trafikanten ikke havde reageret. TU-værdien beregnes ud fra en skønnet hastighed og afstand til konfliktpunktet, før der foretages en reaktion.

På figur 2 ses en principskitse af en konflikt mellem en ligeudkørende cyklist og en venstresvingende bilist. I dette tilfælde er det kun cyklisten, I, som foretager en afværgemanøvre. Afstanden d_1 måles fra det punkt, hvor afværgemanøvren startes, til det punkt, hvor kollisionen ville være sket, hvis cyklisten ikke havde reageret. Hastigheden V_1 er den hastighed, cyklisten kører med umiddelbart inden afværgemanøvren. Udfra hastighed V_1 og afstand d_1 beregnes TU-værdien.

$$TU = \frac{d_1}{V_1}$$



Figur 2 *Alvorlighedsgraden af en konflikt bestemmes ud fra hastighed og afstand til et fiktivt kollisionspunkt*

Effekten af ombygningerne vurderes ved at sammenligne antallet af alvorlige konflikter før og efter anlæg af minirundkørslerne, det vil sige på samme måde som antallet af uheld i en uheldsanalyse normalt vurderes. Der er dog en væsentlig forskel, idet konfliktteknikken ikke tager hensyn til den generelle uheldsudvikling og udvikling i trafikken. Der laves således en direkte sammenligning af alvorlige konflikter før og efter ombygningn. Det betyder, at det *forventede* antal alvorlige konflikter i efterperioden er lig antallet af alvorlige konflikter i førperioden. Herved bliver det muligt at beregne, hvorvidt forskellen på observerede antal alvorlige konflikter i før- og efterperioden er signifikant eller ej.

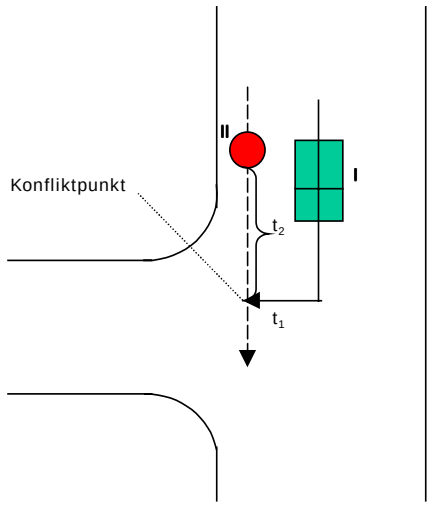
Videobaserede adfærdsundersøgelser i minirundkørsler
I alle fem kryds er der foretaget videobaserede adfærdsundersøgelser. Formålet er at undersøge, hvorvidt trafikanternes adfærd ændrer sig efter ombygning af krydsene. Følgende parametre er undersøgt før og efter ombygningen:

- Tidsafstand til konfliktpunkt mellem krydsende cyklister og bilister
- Bilisters køreadfærd ved samtidig ankomst med en krydsende cyklister

Herudover blev bilisternes køremåde over midterøen registreret i efterperioden set i forhold til, hvorvidt der er andre trafikanter tilstede i krydset eller ej.

Tidsafstand til konfliktpunkt
Hvor en cyklist og en bilist er samtidigt tilstede i observationsarealet, og hvor de krydser hinanden, registreres tidsafstanden til konfliktpunktet.

Her skal tidsafstanden forstås som den tidsmæssige afstand, fra en bils bageste punkt forlader konfliktområdet, og til forreste punkt på cyklen kommer ind i konfliktområdet (bilist passerer før cyklist), henholdsvis bagerste punkt på cyklen og forreste punkt på bilen (cyklist passerer før bilist).



Figur 3 *Eksempel på beregning af tid til konfliktpunkt. Her kører bilen før cyklisten*

På figur 3 er angivet et eksempel med en højresvingende bilist, der svinger ind foran en ligeudkørende cyklist. Tidsafstanden til konfliktpunktet beregnes fra det tidspunkt, t_1, hvor bilen forlader konfliktpunktet, til tidspunktet, t_2, hvor forreste del af cyklen ankommer. Tidsafstanden måles så som differencen t_2-t_1.

Tidsafstanden til konfliktpunktet fortæller noget om, hvor lang tid trafikanterne har til at reagere overfor hinanden ved krydsning. Jo højere tidsafstand, des mere tid til at reagere.

Bilistadfærd ved samtidig ankomst
Hvor en cyklist og en bilist er samtidigt tilstede i krydset, og den ene part foretager en svingning ind foran den anden, er bilernes køremåde registreret.
Køremåden er opdelt i tre kategorier:

1 *God køremåde*
2 *Mindre god køremåde*
3 *Dårlig køremåde*

Bilister med *god køremåde* tilpasser farten til cyklisternes og lader dem enten passere først eller kører før cyklisten på en måde, så det ikke er til gene for cyklisten. De bilister, der ikke

overtræder færdselsreglerne, men generer cyklisterne, betegnes med *mindre god køremåde*, og de der direkte overtræder færdselsreglerne med *dårlig køremåde*.

Bilistadfærden undersøges for at se, om anlæg af minirundkørsler medfører en mere hensigtsmæssig køreadfærd frem til og gennem krydset ved samtidig ankomst med en cyklist.

Bilisters køreadfærd over midterøen
For hver af de fem kryds blev der lavet en undersøgelse af bilisternes passageadfærd igennem minirundkørslen set i forhold til tilstedeværelsen af andre trafikanter i observationsarealet. Udover en samlet optælling af alle bilister, der kørte igennem minirundkørslen, blev der foretaget optællinger af ***"køreadfærden"***, fordelt på hvorvidt der var andre trafikanter tilstede i krydset eller ej. Formålet er, at undersøge hypotesen om, at andelen af biler, der kører over midterøen med begge hjulsæt, er større i de situationer, hvor der ikke er andre trafikanter tilstede i observationsarealet, set i forhold til når der er andre trafikanter tilstede.

Resultater - Minirundkørsler

Hastighedsmålinger
Resultaterne viser, at gennemsnitshastigheden på primærvejene falder mellem 1 og 16 km/t. For to af målingerne ses dog en stigning på 7 km/t. For sekundærvejene er variationerne mindre, med ændringer på mellem -2 og +3 km/t.

Andelen af bilister der kører hurtigere end den skiltede hastighed på 50 km/t, falder i efterperioden mellem 1 og 39% for primærvejene. For sekundærvejene er udsvingene mindre med ændringer på –2 til +4 km/t.

85%-fraktilen falder i efterperioden mellem +2 og +19% på primærvejene, dog ses for to af målingerne en stigning på 7%. For sekundærvejene fås ændringer på mellem –3 og +3%.

At ændringerne generelt er lavere på sidevejene er ikke uventet da hastighedsniveauet på disse veje, var lavt i forvejen. Det lave hastighedsniveau skyldes formentligt, at alle biler på sekundærvejene lige har, eller skal til, at foretage en svingning.

Samlet kan det konkluderes at hastighedsniveauet er faldet markant efter anlæg af minirundkørslerne. Faldet er størst for primærvejene.

Samlet set kan hypotese A accepteres for tre af de fem kryds.

Konfliktteknikstudier
Antallet af alvorlige konflikter, for alle fem kryds, falder fra 43 før til 16 efter anlæg af minirundkørslen. Faldet er størst for konflikter med cyklister involveret. To af faldene i de fem kryds, samt faldet i det samlede antal konflikter for alle kryds, er signifikante. Da antallet af konflikter falder i hvert af de fem kryds i efterperioden, kan hypotese C accepteres.

Konflikter hvor indkørende trafikanter fra sidevejen er involveret, falder fra 23 før til 6 efter anlæg af minirundkørslerne. Det skal pointeres, at antallet af konflikter i det enkelte kryds er forholdsvist lille. For fire af de fem kryds falder antallet af konflikter med indkørende biler fra sidevejn. Hypotese D kan derfor accepteres for fire af de fem kryds.

Bilistadfærd overfor krydsende cyklister
Bilisternes køreadfærd, overfor samtidigt ankomne cyklister, er blevet væsentligt bedre efter anlæg af minirundkørslen. I førperioden havde mellem 50 og 78% af bilisterne en *God køremåde*. I efterperioden er tallet steget til mellem 94 og 98%. I førperioden havde mellem 11 og 30% en *Dårlig køremåde* mod 0 til 2% efter.

Da bilisternes køreadfærd er blevet markant bedre for hvert af krydsene, kan hypotese E accepteres for samtlige fem kryds.

Tidsafstand til konfliktpunkt
Tidsafstanden til konfliktpunktet for samtidigt ankomne cyklister og bilister stiger, mellem 0,2 og 1,1 sekund, for fire af de fem kryds. For det sidste kryds fås et fald på 0,2 sekund. En øget tidsafstand medfører, at den fysiske afstand mellem trafikanterne bliver større.

Hypotese F kan accepteres for fire af de fem kryds.

Bilisters køreadfærd over midterøen
Andelen af bilister der kører med begge hjulsæt på midterøen, er mellem 3 og 15% større for fire af krydsene, når der ikke er andre trafikanter tilstede. For det sidste kryds, er andelen af bilister der kører over midterøen 10% større når der *er* andre trafikanter tilstede i krydset. Ved opsummering af data for de fem kryds fås, at andelen af bilister der kører igennem krydset med begge hjulsæt på midterøen, er 7% højere, hvis der ikke er andre trafikanter tilstede i krydset. Hypotese G kan altså accepteres for fire af de fem kryds.

Konklusion for minirundkørsler
Samlet set må det konkluderes, at ombygningen af de fem T-kryds til minirundkørsler, har medført en adfærdsændring hos trafikanterne, der må forventes at få en positiv effekt på trafiksikkerheden. Motorkøretøjernes hastighedsniveau er generelt faldet, samtidigt med at tidsafstanden til konfliktpunktet stiger for fire af de fem kryds. Samlet set betyder det, at trafikanterne har fået mere tid til at orientere sig overfor hinanden. Dette hænger godt sammen med, at antallet af alvorlige konflikter i efterperioden falder markant. Studierne viser, at antallet af konflikter med cyklister involveret falder markant efter anlæg af minirundkørslerne. Kombineret med at tidsafstanden til konfliktpunktet, mellem samtidigt ankomne cyklister og bilister stiger, må det forventes, at der i fremtiden sker færre cyklistuheld.

Studierne viser, at anlæg af hastighedsdæmpende minirundkørsler i mindre vigepligtsregulerede T-kryds, formentligt forbedrer trafiksikkerheden for cyklister og andre trafikanter. Anlæg af en minirundkørsel koster ca. 100.000-150.000 kr, svarende til 1/10 af en almindelig rundkørsel, og kan derfor være et godt og billigt alternativ i kryds, hvor der ikke er plads og/eller økonomi til at etablere en ”rigtig” rundkørsel.

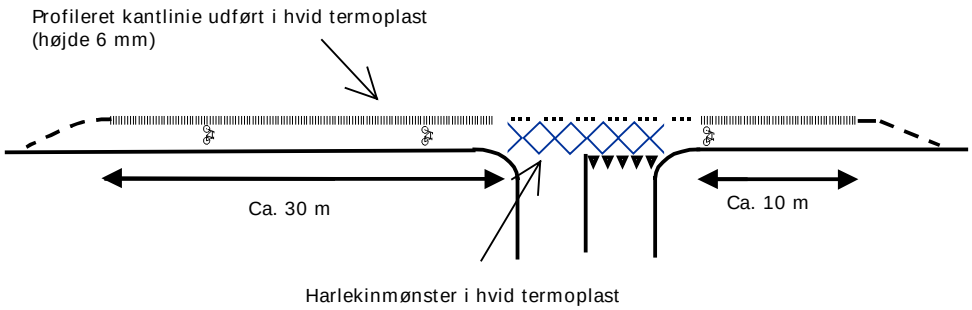
Design af minicykelbaner

Formålet med minicykelbanerne er, at give cyklisterne deres eget areal frem til og gennem krydset, at få cyklisterne til at køre på et veldefineret areal, at gøre krydsområdet mere synligt for alle trafikanter (også for sidevejstrafikanter), samt at forhindre parkering frem til krydset.

Minicykelbanen er tænkt som et tiltag på strækninger, hvor der i førperioden ikke er noget cykelanlæg frem til eller igennem krydset. Tidligere studier har peget på, at en tydeliggørelse

af konfliktarealet kan medvirke til at trafikanternes opmærksomhed overfor hinanden øges, og dermed formentligt også at trafiksikkerheden forbedres *(Cyklisters sikkerhed i byer, 1994).* Idéen med forslaget er at give cyklisterne deres eget areal frem til krydset og ved afmærkning igennem krydset at gøre cyklister og bilister mere opmærksomme overfor hinanden (gælder også for trafikanter fra sidevejen). Da bilerne ydermere ikke må parkere på cykelbanen, bør der i princippet ikke være parkerede biler i en afstand af 30 m før og 10 m efter krydset. Det må derfor forventes, at oversigtsarealet bliver bedre.

Cykelbanen anlægges på en strækning på 30 m før krydset og 10 m efter krydset med en hvid profileret rumlestribe i plastmateriale, der er synlig og mærkbar, hvis cyklister på den ene side og bilister på den anden side overskrider den. Ved cykelbanens begyndelse er malet et cykelsymbol på vejbanen. I selve krydsarealet er der anlagt et harlekinmønster, som er udført i hvid termoplast, der er smeltet ned i vejbanen. Banen er 1,8 m bred, og den profileret kantlinie har en bredde på 30 mm og en højde på 6 mm, se figur 4.



Figur 4 *Principskitse af minicykelbane*

Anlæg af minicykelbanerne forventes at medføre, at cyklisterne dels vil køre på et mere veldefineret areal og dels vil køre tættere på kantstenen end før. For at undersøge, om anlæg af minicykelbanerne får cyklisterne til at ændre placering på vejen, er der lavet en undersøgelse af cyklisternes sideværtsplacering før og efter anlæg af minicykelbanerne. På samme måde undersøges bilisternes sideværtsplacering. Dette gøres dels for at se, om bilisterne faktisk kører længere væk fra kantstenen efter anlæg af minicykelbanerne, og dels for at se, om bilisterne respekterer minicykelbanerne.

Hypoteser- Minicykelbaner

Evalueringen af de 15 minicykelbaner er lavet som et før- efterstudie baseret på adfærdsstudier og observationer i marken. Til brug for evalueringen er der opstillet er række hypoteser der, enkeltvist som samlet, har til formål at belyse den sikkerhedsmæssige effekt af minicykelbanerne.

Anlæg af minicykelbanerne forventes at medføre at:

H Cyklisternes sideværtsplacering på vejbanen ændres således, at cyklisterne kører tættere på kantstenen

I Bilisternes sideværtsplacering ændres således, at bilisterne gennemsnitligt placerer sig længere væk fra kantstenen

J Cyklisternes hastighed falder

K Tidsafstanden til konfliktpunktet for samtidigt ankomne cyklister og bilister stiger

L Andelen af biler, der holder parkeret tættere på krydset end 10 m, falder

På grund af manglende data samt måleusikkerhed er hypotese J og K udgået af undersøgelsen.

Metodebeskrivelse - Minicykelbaner

Der er kun foretaget videobaserede adfærdsundersøgelser for syv af de femten kryds. Følgende parametre er undersøgt før og efter anlæg af minicykelbanerne:

- Cyklisters og bilisters sideværtsplacering frem til og gennem krydset.
- Bilisters parkeringsadfærd

Sideværtsplacering
Cyklisters og bilisters sideværtsplacering blev målt fem forskellige steder frem til og igennem krydset før og efter anlæg af minicykelbanerne. Der registreres tre forskellige sideværtsplaceringer. Placering 1 er 1,8 m bred, svarende til cykelbanens bredde i efterperioden, placering 2 er 30 cm bred og svarer til den profilerede kantstribe i efterperioden, og placering 3 er alle dem, der kører mere end 2,10 m fra kantstenen, svarende til, at der køres på vejbanen udenfor cykelbanen og den profilerede kantstribe.

Der er kun målt sideværtsplacering på fritkørende cyklister og bilister. Det vil sige cyklister og bilister, hvis adfærd igennem krydset ikke er påvirket af tilstedeværelsen af andre trafikanter.

Parkerede biler
Ifølge færdselsreglerne må biler ikke parkere tættere end 10 m før og efter et kryds. For at finde ud af, hvorvidt bilisterne respekterer denne regel, og om anlæg af minicykelbanerne i højere grad får bilisterne til at parkere længere væk fra krydsene, er antallet af parkerede biler frem til og efter krydset optalt før og efter anlæg af minicykelbanerne.

Anlæg af minicykelbanerne medfører, at bilisterne ikke må parkere i selve banen, men gerne uden for banen. Hvis cykelbanerne får bilisterne til i højere grad at parkere længere væk end 10 m fra sidevejene, forventes det at forbedre oversigtforholdene for svingende trafik til og fra sidevejen.

Der blev talt 3 gange om dagen i 3 dage i alle 15 kryds både før og efter anlæg af minicykelbanerne

Resultater-Minicykelbaner

Cyklernes sideværtsplacering
Cyklerne kører ikke tættere på kantstenen efter anlæg af minicykelbanerne. Tværtimod kan det konstateres, at cyklisterne i høj grad vælger, at køre på vejbanen udenfor minicykelbane og den profilerede kantstribe. Efter anlæg af minicykelbanerne klager cyklisterne over, at harlekinmønsteret i selve krydsområdet bumper. De vælger derfor i høj grad, at køre udenom cykelbane og harlekinmønster. Samlet kan det konstateres, at hypotese H må forkastes.

Bilernes sideværtsplacering
Registreringerne viser, at mellem 12 og 99% af bilisterne i førperioden holder større afstand til kantstenen end 2,1 m (svarende til bredde af minibane og den profilerede kantstribe). I efterperioden, er de tilsvarende tal mellem 57 og 100%. Samlet set kan det konstateres at hypotese I kan accepteres for alle syv kryds.

Parkerede biler
Der er en tendens til, at antallet af parkerede biler i en afstand af 10 m eller mindre fra krydset falder i efterperioden. Samtidigt kan det dog konstateres, at der er tendens til, at parkerede biler holder ulovligt parkeret i selve minicykelbanen frem for udenpå banen. Samlet set kan hypotese L accepteres for alle syv kryds samlet.

Konklusion for minicykelbaner
Det kan konstateres, at anlæg af minicykelbanerne ikke har haft den forventede effekt. Harlekinmønsteret gennem krydset er ikke populært blandt cyklister fordi det bumper. Resultatet er, at cyklisterne i høj grad vælger, at køre udenom både cykelbane og harlekinmønster. Måske vil en anden markering af krydsområdet medføre, at cyklisterne i højere grad vælger at benytte minicykelbanen. Ligeledes må det forventes, at cyklisterne i højere grad ville benytte banen, hvis der var flere samtidigt ankomne biler og cyklister. Modsat viser studierne, at bilisternes sideværtsplacering er ændret efter anlæg af minicykelbanerne. Kun få biler kører i minicykelbanen eller på den profilerede stribe i efterperioden. Det er observeret, at færre biler holder ulovligt parkeret i en afstand af 10 m, eller mindre, fra krydset efter anlæg af minicykelbanen. Modsat blev det konstateret, at der var en tendens til, at bilerne parkerede i selve cykelbanen, frem for langs den profilerede kantlinie der adskiller minicykelbane og vejbane.

Bestilling af rapport
Rapporten forventes udgivet af Danmarks TransportForskning i efteråret 2002. Bestilling af rapporten kan ske ved henvendelse til Danmarks TransportForskning på e-mail: dtf@dtf.dk. Spørgsmål til projektet kan rettes til forfatteren på email: belinda.la.cour.lund@atkinsglobal.com.

Litteraturliste:

Cyklisters sikkerhed i mindre vigepligtsregulerede T-kryds
Danmarks TransportForskning, 2002
Belinda la Cour Lund
Rapporten er endnu ikke udgivet

Cyklisters sikkerhed i byer
Vejdirektoratet, Trafiksikkerhed og Miljø
Rapport 10
Vejdirektoratet 1994

Den svenska konfliktteknikken
Brochure udgivet af Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet, Sverige 1992