

Denne artikel er publiceret i det elektroniske tidsskrift  
**Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet**  
(Proceedings from the Annual Transport Conference  
at Aalborg University)  
ISSN 1603-9696  
[www.trafikdage.dk/artikelarkiv](http://www.trafikdage.dk/artikelarkiv)

## Farver og striber - gode cykeltiltag i bykryds

*Forsker Michael W. J. Sørensen, mis@toi.no  
Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo*

---

### Abstrakt

De norske trafikmyndigheder ønsker at fremme cykeltrafikken i norske byer. En afgørende forudsætning for at opnå en større cykelandel er, at infrastrukturen tilrettelægges bedre for cykling. Udformningen af bykryds udgør en stor udfordring, idet det er her, at cyklisterne har størst ulykkesrisiko, utryghedsfølelse og forsinkelser. Formålet med dette paper har været at vurdere effekten af krydstiltag for cyklister på cyklisternes sikkerhed, tryghedsfølelse, fremkommelighed, adfærd og holdninger. I paperet er der fokuseret på opmærkningstiltagene: normalt opmærket cykelbane, farvet opmærkning, tilbagetrasket stopstreg, cykelboks, centralt opmærket cykelbane, opmærket cykelbane i højre side og opmærket cykelbane i venstre side. Centralt opmærket cykelbane har fået særlig opmærksomhed i paperet.

Studiet omfatter litteraturstudie af anbefalinger i 40 cykelhåndbøger og vejnormaler fra 10 lande samt erfaringer og effekter beskrevet/undersøgt i 65 studier fra syv lande. Der er foretaget metaanalyse af de studier, som omfatter ulykkesevaluering, og der er udviklet en ny metode til vurdering af tiltagenes effekt på cyklisternes tryghed. Endelig er der foretaget ulykkesanalyse, observations- og konfliktstudie samt stopinterview i seks analysekryds i Oslo, som har eller skal have centralt opmærket cykelbane.

Konklusionen af undersøgelseerne er, at opmærkningstiltag i kryds for cyklister i form af forskellige farver og striber er billige tiltag, som generelt kan medvirke til at forbedre cyklisternes sikkerhed, tryghed, fremkommelighed og adfærd. Tiltagene kan derfor med fordel bruges i flere byer som en del af en samlet satsning for at få flere til at cykle. For at opnå den fulde effekt af opmærkningstiltagene er det afgørende, at tiltagene løbende vedligeholdes, da tiltagene i modsat fald vil miste sin oprindelige gode effekt. Endelig konkluderes det, at det for flere af tiltagene mangler gode empiriske effektstudier, og det anbefales derfor, at der foretages flere og bedre evalueringer af især opmærket cykelbane i højre og venstre side

---

### Miljøvenlig bytransport

Cyklen er et hurtigt og fleksibelt køretøj med specielle fortrin i bytrafikken, hvor man kan nå ethvert mål. I forhold til miljø- og klimamæssige mål er der meget at hente ved tilrettelægning for cykling. I byerne er en stor andel af bilturene ofte korte, og koldstarter bidrager uforholdsmæssig meget til både lokal og global miljøbelastning. Der ligger et betydeligt potentiale for miljøforbedring og reduceret energiforbrug knyttet til de daglige korte og mellemlange bilrejser, idet de kan udføres på cykel. Helseeffekterne af daglig cykling er

godt dokumenteret og den samfundsmæssige nytte af selv små ændringer i individuelle rejsevaner kan være betydelige (Sørensen 2011).

Det er imidlertid ikke uproblematisk at cykle. Mange cyklister føler sig utrygge. Ifølge flere undersøgelser er der eksempelvis 3-5 ud af 10 cyklister, som føler sig mere eller mindre utrygge, når de cykler i Oslo (Haugberg 2009, Oslo Kommune 2010, Sørensen 2010b).

Cyklister har også en høj ulykkesrisiko. I sammenligning med bilister har norske cyklister en 5-6 gange så høj ulykkesrisiko, og tages der hensyn til underrapportering i den officielle ulykkesstatistik er risikoen 20-25 gange så høj (Elvik m. fl. 2009).

Endelig har cyklisterne i mange tilfælde også dårlig fremkommelighed. Ifølge en spørgeundersøgelse er 48 % meget utilfredse med fremkommeligheden for cyklister i Oslo (Oslo Kommune 2010). En anden spørgeundersøgelse blandt ca. 1.000 cyklister i Oslo finder, at 57 % af dem, som dagligt cykler, er mere eller mindre utilfredse med tilrettelægningen for cyklister på de ruter, hvor de normalt cykler (Haugberg 2009).

Den nyeste rejsevaneundersøgelse fra 2009 viser, at cykelandelen i Norge bare er 4 %. I Oslo er den kun 5 %, hvilket er særdeles lavt i en storby med korte afstande, mange studerende, bilkøer i myldretidstrafikken, mangel på parkeringspladser, dyr parkering og et til tider ustabil kollektivtrafiksystem (Vågane, Brechan og Hjorthol 2011).

Målet i den norske nationale cykelstrategi er, at denne cykelandel på 4 % skal fordobles i perioden 2010-2019 (Statens vegvesen 2007). I Oslo Kommunes cykelhandlingsplan for 2010-2014 er målet, at cykelandelen skal være 12 % i 2015 (Oslo Kommune 2010).

For at opfylde disse målsætninger er der behov for bedre tilrettelægning for cykling i norske byer, som vil give mindre risiko og utryghed og bedre fremkommelighed. Udformningen og regulering af bykryds udgør en særlig stor udfordring, idet det er her, at cyklisterne har størst ulykkesrisiko, utryghedsfølelse og forsinkelse. Spørgsmålet er imidlertid, om det er muligt at opfylde disse tre krav samtidig og hvordan cykelinfrastrukturen skal planlægges og udformes for at sikre dette?

## Formål

Formålet med dette paper er at undersøge og sammenfatte effekten af forskellige udformninger af cykelanlæg i kryds i byområder på især cyklisters sikkerhed, tryghedsfølelse og fremkommelighed, men også deres adfærd og holdninger. Formålet er med andre ord at beskrive, hvordan cykelanlæg bør udformes for at kunne medvirke til at forbedre forholdene for cyklister og dermed kunne medvirke til at fremme cykling i byer i Norge og andre lande. I paperet fokuseres der i særlig grad på opmærkningstiltag, især centralt opmærket cykelbane, som der er foretaget egne studier af i Oslo.

## Metode

Dette paper er baseret på følgende fem projekter:

1. Opdatering af kapitlet om den sikkerhedsmæssige effekt af cykelstier og -baner i TØIs trafikikkerhedshåndbog (Elvik m. fl. 2009). Projektet omfatter en litteraturgennemgang af 46 effektstudier fra 1969-2008 fra især Nordeuropa, Nordamerika og Australien. De bedste studier er inkluderet i metaanalyser.
2. Projekt om hvordan bykryds bør designes for at forbedre forholdene for miljøvenlig bytransport heriblandt cykeltrafik (Sørensen 2009). Projekter omfatter en litteraturgennemgang af 22 cykelhåndbøger og 18 vegnormaler fra ti lande: Norge, Danmark, Sverige, Holland, Belgien, Tyskland, England, USA, Canada og Australien.

3. Projekt hvor effektstudier og erfaringer med udvalgte krydstiltag for cykel er sammenfattet. Gennemgangen berører både effekt på sikkerhed, tryghed, fremkommelighed, adfærd og holdninger (Sørensen 2010a). Projektet omfatter en litteraturgennemgang af 65 studier fra følgende syv lande: Norge, Danmark, Sverige, England, USA, Australien og New Zealand.
4. Projekt hvor effekten af 125 forskellige trafikikkerhedstiltag på bløde trafikanters tryghedsfølelse er sammenfattet (Sørensen og Mosslemi 2009). Projektet omfatter en litteraturgennemgang af 200 studier samt en nyudviklet metode til teoretisk vurdering af effekten på tryghed.
5. Projekt hvor effekten af centralt opmærket cykelbane i seks kryds i Oslo er undersøgt. Undersøgelsen omfatter både effekt på sikkerhed, tryghed, fremkommelighed, adfærd, tilfredshed og holdninger blandt cyklister (Sørensen 2010b). Et studie af tiltaget, som omfatter alle disse punkter, er aldrig tidligere gennemført i hverken Norge, Danmark eller andre lande.

Undersøgelserne omfatter dermed både systematisk litteraturstudie, metaanalyse, teoretisk vurdering af tryghed, ulykkesanalyse, observation, konfliktstudie og spørgeundersøgelse. I det følgende beskrives disse metoder kort. For mere information om metoderne henvises til de fem projekter. Der henvises også til disse projekter for at se fuldstændige kildelister.

## Litteraturstudie

Litteraturstudierne omfatter systematiske litteratursøgninger hos forskellige forskningsinstitutter, i forskellige publikationsdatabaser som ScienceDirect, TRANSPORT fra Ovid, National Transportation Library (TRIS), ISI og British Library (BLDSC), i TØIs eget bibliotek og i forskellige tidsskrifter og relevante konferencer. Samtidig er der foretaget en åben internetsøgning på [www.google.com](http://www.google.com). Der er også foretaget søgning på "cykelhjemmesider" som eksempelvis:

- [www.slf.no](http://www.slf.no)
- [www.bicyclinginfo.org](http://www.bicyclinginfo.org)
- [www.dft.gov.uk/cyclingengland](http://www.dft.gov.uk/cyclingengland)
- [www.sykkelby.no](http://www.sykkelby.no)
- [www.velo.info](http://www.velo.info)
- [www.bicyclesafe.com](http://www.bicyclesafe.com)
- [www.cykelviden.dk](http://www.cykelviden.dk)
- [www.bikewalk.org](http://www.bikewalk.org)
- [www.cyclingresourcecentre.org.au](http://www.cyclingresourcecentre.org.au)
- [www.ctc.org.uk](http://www.ctc.org.uk)
- [www.ecf.com](http://www.ecf.com)
- [www.austroads.com.au/abc](http://www.austroads.com.au/abc)

Referencelister i fundet litteratur og cykelhåndbøger er også blevet gennemgået. Litteratursøgningen er foretaget med udgangspunkt i skandinaviske og engelske betegnelser for de udvalgte tiltag. En særlig udfordring i litteratursøgningen har været at prøve at finde såkaldt "grå litteratur", hvilket er litteratur, som ikke er udgivet i nogen officielle rapportserier, tidsskrifter eller konferencer.

## Metaanalyse

Med en metaanalyse menes en talmæssig sammenstilling af gennemførte evalueringsstudier, hvor resultaterne vægtes i henhold til undersøgelsesens størrelse. For at en undersøgelse skal kunne indgå i en metaanalyse er det nødvendigt, at undersøgelsen omfatter et resultat i form af et talmæssigt estimat på ændring i ulykkestal som følge af tiltagets implementering. En undersøgelse kan godt indeholde flere estimater for eksempel i form af estimater for forskellige ulykkestyper eller skadesgrader.

For hver undersøgelse foretages der en beregning af effektestimater og statistisk vægt. Effekt estimeres som odds ratio. Ved en før og efter undersøgelse beregnes odds ratio overordnet på følgende måde (Elvik m. fl. 2009):

- Effektestimater =  $(A/B)/(C/D)$ , hvor
- A. Antal ulykker eller tilskadekomne i forsøgsgruppe efter tiltaget er blevet implementeret
- B. Antal ulykker eller tilskadekomne i forsøgsgruppe før tiltaget er blevet implementeret
- C. Antal ulykker eller tilskadekomne i kontrolgruppe efter tiltaget er blevet implementeret
- D. Antal ulykker eller tilskadekomne i kontrolgruppe før tiltaget er blevet implementeret.

Den statistiske vægt beregnes på forskellige måde for forskellige undersøgelsesdesign, men er altid afhængig af antallet af ulykker. Jo flere ulykker der indgår i undersøgelsen, jo mere præcis må estimatet formodes at være, og jo større vægt tillægges undersøgelsen. Vægtene beregnes som det inverse af variansen af den naturlige logaritme til effektestimaterne. Det vil sige, at resultaterne får større vægt jo mindre variansen, der er et udtryk for usikkerheden, er. Vægten beregnes som funktion af den naturlige logaritme af odds ratio, da odds ratio ikke er symmetrisk og dermed ikke normalfordelt. Variansen er nemlig kun et meningsfuldt mål, når normalfordeling forudsættes, hvilket kan forudsættes ved logaritmen til odds ratio. Afslutningsvis beregnes den samlede effekt ved følgende formel (Elvik m. fl. 2009):

$$\text{Samlet effekt} = \text{eksp} \frac{\sum_{i=1}^g V_i \text{LN}(\text{effektestimater}_i)}{\sum_{i=1}^g V_i}, \text{ hvor}$$

V: statistiske vægte for effektestimaterne i til g.

## Teoretisk vurdering af tryghed

Sørensen og Mosslemi (2009) har foretaget en gennemgang af forskellige kilder, som beskriver hvilke faktorer, som har betydning for bløde trafikanters tryghedsfølelse, og hvor stor virkningen er. Det blev i alt identificeret 16 forskellige faktorer, som kan tænkes at have betydning for bløde trafikanters tryghedsfølelse, se tabel 1.

For et aktuelt tiltag vurderes det, om tiltaget kan tænkes at have positiv eller negativ effekt på hver af de 16 faktorer, og om denne effekt er stor, middel eller lille. Dette vægtes efter vigtigheden af faktorerne.

**Tabel 1. Faktorer som kan påvirke bløde trafikanters tryghedsfølelse og betydningen af denne faktor.**

Faktor	Virkning	
Trafikmængde	Mere trafik → mere utryghed	Stor betydning
Fart	Højere fart → mere utryghed	
Tung trafik	Mere tung trafik → mere utryghed	
Opmærksomme bilister	Mere opmærksomhed og hensyn fra bilister → mindre utryghed	
Bredde af vej / vejskulder	Større afstand mellem bløde trafikanter og biler → mindre utryghed	
Krydsningsafstand	Større krydsningsafstand → mere utryghed	
Bløde trafikanter	Flere bløde trafikanter → mindre utryghed	
Cykelsti / fortov	Flere cykelstier og fortov → mindre utryghed	
Separation / integration	Mere separation → mindre utryghed	
Krydsudformning	Flere 3- og 4-benede kryds → mere utryghed	
Antal kryds	Flere kryds → mere utryghed	
Vejforhold	God vejbelægning (ikke glat og huller) → mindre utryghed	
Oversigtsforhold	Bedre oversigt → mindre utryghed	
Vejbelysning	Mere vejbelæsning → mindre utryghed i mørke	
Evner og færdigheder	Bedre evner og færdigheder → mindre utryghed	
Sikkerhedsudstyr	Mere personlig sikkerhedsudstyr → mindre utryghed	Lille betydning

## Ulykkesanalyse, observations- og konfliktstudier samt spørgeundersøgelse

Projektet om centralt opmærket cykelbane er gennemført fra oktober 2008 til oktober 2010 og omfatter seks kryds i Oslo.

I tillæg til en litteraturgennemgang som omfatter 33 cykelhåndbøger og effektstudier fra otte lande heriblandt Danmark består projektet af følgende tre andre delstudier:

1. Ulykkesanalyse af 64 ulykker fra 2000-2009 i de seks kryds.
2. Observations- og konfliktstudie af 2.352 cyklister i de seks kryds.
3. Stopinterview blandt 388 cyklister i de seks kryds.

I det oprindelige undersøgelsesdesign var det planlagt at foretage før- og efterstudier i tre kryds og "efterstudier" i tre kryds, som allerede var ombygget før projektperioden. På grund af en række ydre omstændigheder, især den norske forvaltningsreform fra januar 2010, som betød, at mange veje skiftede ejer, var det ikke muligt at gennemføre studiet som planlagt. Der er således bare foretaget før- og efterstudie i ét kryds (kryds 5). I kryds 1-4 er der foretaget "efterstudier", og i kryds 6 er der bare foretaget "førstudie", idet krydset mod forventning ikke blev ombygget i projektperioden. Resultaterne er derfor mindre veldokumenteret end ønsket.

## Ingen speciel opmærkning og udformning

Tabel 2 sammenfatter effekten af cykelbaner, cykelstier og kombinerede cykel- og gangstier i kryds med og uden speciel opmærkning eller udformning.

Det er generelt ikke muligt at undersøge tiltagens betydning for ulykkernes alvorlighedsgrad, da dette sjældent er inkluderet i de gennemgåede studier. Mange af de gennemgåede studier har heller ikke undersøgt betydningen for størrelsen af cykeltrafikken. Det vil sige, at den sikkerhedsmæssige effekt omfatter ændringer i absolut antal cykelulykker som følge af tiltaget og ikke ændring i ulykkesrisiko. Hvis tiltagene medfører, at flere cykler vil reduktionen i ulykkesrisiko være større end angivet i tabel 2.

**Tabel 2. Effekt af forskellige opmærkninger og udformninger af cykelbaner og cykelstier i kryds på cyklisters sikkerhed, tryghed og fremkommelighed. Reduktion (-) er positiv og øgning (+) er negativt for cyklisterne. Parentes angiver 95 % konfidensinterval.**

Tiltag	Usikkerhed	Utryghed	Forsinkelse
	(Procentmæssig ændring i cykelpersonskadeulykker)	(Ændring i procentandel cyklister som føler sig utrygge)	(Procentmæssig ændring af rejsetid)
Cykelbane, normal udformning	-25 (-35; -13)	- (Mindre end ved cykelsti)	- (Mindre end ved cykelsti)
Cykelbane, normal udformning signalregulerede kryds	-9 (-29; +16)	- (Mindre end ved cykelsti)	- (Mindre end ved cykelsti)
Cykelsti, normal udformning	+24 (+11; +38)	-	-
Cykel- og gangsti, normal udformning	+1 (-37; +62)	Afhængig af design	Afhængig af design
Centralt opmærket cykelbane	(-)	- / (+)	(-)
Cykelbane i højre side	?	?	-
Cykelbane i venstre side	?	+	-
Tilbagetrukket stopstreg	-19 (-47; +23)	-	(-)
Cykelboks	(-)	-	-
Farvet cykelbane	-22 (-33; -8)	-	0
Anden alternativ opmærkning	-6 (-31; +29)	-	0
Afbrudt cykelsti	-31 (-45; -12)	+	+
Overkørsel	-13 (-36; +16)	-	(-)
Tilbagetrukket cykelsti	-	-	+
Fremtrukket cykelsti	-	+	+
Separat cykelsti udenom kryds til højresving	- / +	-	-

Cykelbaner uden nogen speciel krydsudformning medfører signifikant reduktion på 25 % i antal cykelkrydsulykker. I signalregulerede kryds er der et ikke signifikant fald på 9 %.

I modsætning til cykelbaner ser det ikke umiddelbart ud til, at cykelstier forbedrer cyklisternes sikkerhed i kryds. Medtages bare de nyeste studier fra efter 1990, heriblandt flere danske studier, fås en signifikant øgning på 24 % i cykelulykker. Cykelstier har en positiv sikkerhedseffekt på strækninger i form af en statistisk signifikant reduktion på 11 % i antal cykelulykker. Det ser således ud til, at anlæg af cykelsti "flytter" cykelulykkerne fra strækning til kryds. Flere ulykker i kryds kan især forklares med, at den fysiske separering af biler og cykler reducerer bilisternes og cyklisternes opmærksomhed på hinanden. Samtidig overvurderer cyklisterne deres egen sikkerhed, og de får dermed falsk følelse af sikkerhed. Den manglende opmærksomhed er problematisk i kryds, hvor de forskellige trafikantgrupper sammenblandes og skal interagere.

Cykel- og gangsti ser ikke ud til at have nogen effekt på antal cykelulykker i kryds, men det er tænkeligt, at tiltaget reducerer cyklisternes ulykkesrisiko.

Både cykelsti og cykelbane har positiv effekt i kryds for cyklisternes tryghedsfølelse og fremkommelighed. Mens cykelbane er bedre end cykelsti med hensyn til sikkerhed er det omvendt ved tryghed og fremkommelighed, hvor cykelsti sandsynligvis er bedst. Størrelsen af disse effekter er ikke kvantificeret i nogen studier.

Cykelbaner, cykelstier samt cykel- og gangstier kan i kryds opmærkes og udformes på mange mere eller mindre alternative måder. Effekten af de måske syv mest benyttede krydsopmærkninger er sammenfattet i tabel 2. Kvalitet og omfang af effektstudier for disse tiltag varierer meget. I det følgende beskrives effekten af de forskellige opmærkningstiltag med en særlig grundig beskrivelse af effekten af centralt opmærket cykelbane.

I tillæg til de syv opmærkningstiltag sammenfattes også effekten af fem forskellige fysiske tiltag. Dette er taget med for at kunne sammenligne effekten af opmærkningstiltag med effekten af fysiske tiltag.

## Centralt opmærket cykelbane

Centralt opmærket cykelbane i bykryds er en cykelbane på venstre side af bilernes højresvingsbane, se figur 1. Tiltaget er ikke inkluderet i den norske cykelhåndbog, men Oslo Kommune og Statens vegvesen har lavet forsøg med opmærkningen i signalregulerede kryds i Oslo.

### Trafiksikkerhed

Centralt opmærket cykelbane anbefales og bruges som et trafiksikkerhedstiltag i Danmark, Holland, England, USA, Canada, Australien og New Zealand til at erstatte de meget farlige konflikter mellem højresvingende motorkøretøjer og cykler, som skal lige ud, med mindre farlige flettesituationer typisk 10-70 m før selve krydset.



Figur 1. Centralt opmærket cykelbane i kryds i Oslo (foto: M. Sørensen).

Selv om tiltaget anbefales i mange lande, er der bare fundet ét studie, som direkte har undersøgt sikkerhedseffekten. Dette studie er dansk (Nielsen 1995). Studiet har ingen entydige konklusioner, men det ser ikke ud til, at tiltaget giver flere cykelulykker. Fem andre studier har indirekte undersøgt effekten og finder, at tiltaget sandsynligvis har en positiv sikkerhedseffekt (se Sørensen 2010b for kildehenvisning).

Ikke overraskende er der, som i det danske studie, for få cykelulykker i ulykkesanalysen for de seks kryds i Oslo til, at det er muligt at estimere den sikkerhedsmæssige effekt. Blandt de 64 ulykker i krydsene, alle med bare lettere tilskadekomne, var der kun 12 cykelulykker. Seks af ulykkerne er sket i kryds 5-6, hvor der ikke er nogen ulykkesefterperiode. I kryds 1-4 med både før- og efterperiode er der sket tre ulykker i hver periode. Der er bare 1-2 ulykker i hver periode, hvor centralt opmærket cykelbane kan have haft betydning. Det ser således som minimum ikke ud til, at tiltaget giver flere ulykker.

Der er også foretaget konfliktstudier i krydsene. Der er flere konflikter mellem cykler og biler i kryds med (2,4 %) end i kryds uden (1,5 %) centralt opmærket cykelbane. Det skyldes imidlertid en række andre trafikikkerhedsproblemer i krydsene med centralt opmærket cykelbane, idet de fleste af konflikterne ikke direkte har noget med tiltaget at gøre. I kryds 5 har opmærkning af en central cykelbane medført en ikke signifikant reduktion i antal konflikter mellem cykel og bil fra 2,8 % til 2,0 % af de observerede cyklister.

## Tryghed og tilfredshed

I de gennemgåede håndbøger og studier beskrives det, at centralt opmærket cykelbane giver større utryghedsfølelse blandt cyklisterne. Det er både flettesituationen før krydset, og det at have biler på begge sider, som føles utrygt. Tilvænnning og tydelig opmærkning minimerer dog denne utryghed.

Spørgeundersøgelsen i Oslo giver et andet resultat. Cyklisterne er her signifikant mere trygge og tilfredse i kryds med centralt opmærket cykelbane, end de generelt er som cyklister i byen. Der er dog omkring en tredjedel, som føler sig utrygge og utilfredse i krydsene med centralt opmærket cykelbane. Det forklares, som i litteraturen, med utryg fletning før krydset og biler på begge sider.

Før- og efteranalysen i kryds 5 viser, at cyklisterne bliver signifikant mere trygge og tilfredse efter, at en central cykelbane er opmærket. I eftersituationen var der 68 %, som føler sig mere eller mindre trygge mod 34 % i førsituationen. Der er kun 16 %, som i større eller mindre grad føler sig utrygge i eftersituationen, og blandt disse er de fleste bare lidt utrygge. Angående tilfredshed er andelen, som angiver, at de er tilfredse, steget fra 25 % i førsituationen til 37 % i eftersituationen.

To tredjedele af cyklisterne mener, at tiltaget forbedrer forholdene for cyklisterne, og at det derfor er et godt cykeltiltag, som med fordel kan benyttes i flere kryds.

Forskellen mellem fundene i litteraturstudiet og spørgeundersøgelsen med hensyn til betydningen for tryghed kan eventuelt forklares med forskellige "førsituationer". Hvis førsituationen er, at cyklisterne cykler i højre vejside, kan det føles mere utrygt at skulle cykle midt på vejen. Hvis cyklisterne derimod i forvejen cykler midt på kørebanen, vil det blive mere trygt med en opmærkede central cykelbane. Dette skyldes, at en del af kørebanearealet reserveres til cyklisterne.

## Fremkommelighed

Det ser ud til, at tiltaget forbedrer cyklisternes fremkommelighed. For det første giver tiltaget bedre mulighed for cyklisterne til at overhale en eventuel bilkø før krydset. For det andet medfører mere cykling på kørebanen i stedet for på fortovet (som er lovligt i Norge) bedre fremkommelighed, da cyklisterne generelt har dårlig fremkommelighed på fortovet. Det skyldes, at cyklisterne på fortovet skal cykle i gangfart og på fodgængernes præmisser.

## Adfærd

Observation af adfærd viser, at de fleste cyklister placerer sig rigtigt på den centralt opmærkede cykelbane. Der er dog 17 % af de cyklister, som skal lige ud, som ikke cykler på cykelbanen, men derimod cykler enten i højre side af vejen eller på fortovet. I kryds uden centralt opmærket cykelbane er andelen 24 %.

Undersøgelse af, om nogen grupper af cyklister i større grad bruger cykelbanen end andre, viser, at mænd, unge og middelaldrende, cyklister på racercykel og cyklister i cykeltøj bruger cykelbanen mere end kvinder, børn og ældre, cyklister på klassisk cykel, city bike og Oslo bycykel samt cyklister uden cykeltøj.

Blandt de cyklister, som skal til højre i krydset, er der 7 %, som har forkert adfærd og cykler på cykelbanen. Cyklisternes fejlagtige adfærd er afgørende faktor ved mange observerede konflikter. Det ser imidlertid ud til, at denne fejlagtige adfærd bliver mindre hyppig efterhånden, som cyklisterne vænner sig til opmærkningen.

Det er, som nævnt, lovligt at cykle på fortovet i Norge. Samtidig er cykelstinetet meget mindre udbygget i Oslo end i danske byer. Derfor cykler mange på fortovet. Dette er imidlertid uhensigtsmæssigt, da det, som beskrevet, giver dårlig fremkommelighed. Samtidig er det også mere farligt for cyklisten at cykle på fortovet end på kørebanen. Blandt de cyklister, som cykler på fortovet i kryds uden centralt opmærket cykelbane, angiver 59 %, at de vil begynde at cykle på kørebanen, hvis der opmærkes en central cykelbane. Det er bare de mest "svage" og utrygge cyklister som ældre og børn, som vil blive ved med at cykle på fortovet.

Fokus i undersøgelsen af centralt opmærket cykelbane har været cyklisternes adfærd. Der er imidlertid også foretaget supplerende observationer af andre trafikantgruppers adfærd. Den vigtigste observation er, at motorkøretøjer i flere tilfælde misbruger og blokerer cykelbanen. Det gælder for eksempel ved opstuvning i kørebanen til højresving eller kørsel ligeud, ved sen indkørsel i højresvingsbanen, ved placering i fejl kørebane og når højresvigende lastbiler og busser er nødt til at benytte cykelbanen for at kunne svinge. Endelig blev der også observeret flere især motorcykler, som bruger cykelbanen til at overhale en bilkø. Denne adfærd kan medføre forringet både fremkommelighed, sikkerhed og tryghed for cyklisterne.

## Opmærket cykelbane i højre eller venstre vejside

Formålet er især at forbedre fremkommeligheden for henholdsvis højre- og venstresvigende cyklister, se figur 2. Brug af cykelbane i højre side anbefales i Danmark, Holland og England, mens cykelbane i venstre side anbefales i Holland, Tyskland, USA og Australien.

Tiltagens sikkerhedseffekt er bare indirekte undersøgt i få og små studier, og disse har ingen entydige konklusioner om, hvorvidt tiltagene har positiv eller negativ effekt. Som følge af sammenblanding med biltrafikken i krydset kan cykelbane i venstreside tænkes at reducere tryghedsfølelsen.



Figur 2. Delvis opmærket cykelbane i højre side i kryds i Århus (Foto: M. Sørensen).

## Tilbagetrukket stopstreg

Ved tilbagetrukket stopstreg for biler eller fremskudt stopstreg for cykler er bilernes stopstreg trukket tilbage i forhold til gangfelt eller cyklisternes stopstreg, se figur 3. Tiltaget benyttes i signalregulerede kryds for at forhindre ulykker, hvor højresvigende biler påkører cykler, som skal lige ud. Tiltaget anbefales i blandt andet Danmark, Norge, Tyskland, England, Australien og i nogle amerikanske stater.

En metaanalyse af de bedste ulykkesevalueringer viser, at tiltaget giver en ikke signifikant reduktion i cykelulykker på 19 %. En gennemgang af forskellige studier, som ikke er inkluderet i metaanalysen, finder også, at tiltaget højst sandsynligt vil have en positiv betydning for cykelsikkerheden.



Det er bare fundet et studie, som har undersøgt effekten af tiltaget (i en "pakke" med andre tiltag) på cyklisternes tryghedsfølelse. Det konkluderer, at trygheden bliver forbedret. Tiltaget ligner cykelboks og det vurderes derfor, at tiltaget i lighed med cykelboks vil have positiv betydning for trygheden.

Tiltaget kan forbedre cyklisternes fremkommelighed, og forringe bilisterne fremkommelighed. Begge virkninger er dog minimale.



Figur 3. Tilbagetrasket stopstreg i Oslo (Foto: M. Sørensen).

Cyklisternes adfærd er ikke undersøgt i nogen studier, men et dansk studie finder, at op mod omkring en tredjedel af bilisterne overskrider stopstregen. Det er ikke fundet nogen studier om cyklisterne regelefterlevelse. Et svensk studie finder, at tiltaget forbedrer samspillet mellem bilister og cyklister.

Det er bare fundet et studie, som har undersøgt cyklisterne og bilisterne holdning til tiltaget. De mener, at tiltaget i en "pakke" med andre tiltag er et godt tiltag.

## Cykelboks

Cykelboks er et opmærket venteområde i krydset foran bilernes stopstreg og bagved fodgængerne gangfelt, se figur 4.

Tiltaget anbefales i håndbøger fra alle de 10 gennemgåede lande, men bruges bare i meget begrænset omfang i Norge. Det sidste år er tiltaget, måske som følge af de i dette paper beskrevne projekter, begyndt at blive brugt noget mere i Oslo. Det kan ikke dokumenteres, at opmærkningen giver hverken signifikant flere eller færre cykelulykker, og tiltaget ser dermed ikke ud til at medføre nogen åbenbare trafikikkerhedsproblemer.



Figur 4. Cykelboks i kryds i Oslo (Foto: M. Sørensen).

Hvis både bilister og cyklister bruger cykelboksen som tiltænkt, finder flere studier, at tiltaget sandsynligvis reducerer risikoen for cykelulykker. Det skyldes, at cyklisterne bliver mere synlige. Tiltaget kan også have en fartdæmpende effekt for biltrafikken.

Tiltaget forbedrer generelt cyklisterne tryghed. Det kan forklares med, at mere af vejarealet reserveres til cyklisterne, og at cyklisterne bliver mere synlige. Det giver imidlertid anledning til bekymring blandt flere cyklister, at der er flere bilister, som overskrider stopstregen og holder i cykelboksen ved rødt lys.

Cykelboks kan på den ene side forbedre cyklisterne fremkommelighed, da de kan køre først ud i krydset og lettere kan foretage et såkaldt lille venstresving, hvor svingmanøvreren gennemføres i én etape. På den anden side kan fremkommeligheden for bilister forringes, da de skal vente bag cyklisterne. Forskellige studier kan ikke bekræfte denne hypotese, da de ikke finder, at bilerne bliver forsinket i væsentlig grad. Et enkelt studie påpeger, at cykelboks kan have positiv effekt på fodgængerne fremkommelighed i fodgængerfelt på tværs, da opmærkningen medfører, at der er færre biler og cykler, som ved rødt lys holder i gangfeltet og "spærrer" for fodgængerne.

Der er meget forskellige resultater med hensyn til cyklisternes adfærd. På den ene side finder et studie, at der bare er 22 % af cyklisterne, som bruger cykelboksen som tiltænkt, mens et andet studie på den anden side finder, at der i nogle kryds er helt op til 97 % af de ventende cyklister, som holder i cykelboksen. Forkert adfærd forklares med manglende forståelse blandt cyklister om, hvordan tiltaget skal bruges og problemer med, at bilister ikke respekterer cykelboksen og holder i denne ved rødt lys.

Forskellige studier finder, at mellem 8 % og 55 % af de ventende biler i større eller mindre grad overskrider stopstregen og holder i cykelboksen. En undersøgelse finder, at bilisterne bliver bag stopstregen, hvis der er cyklister i cykelboksen.

For at undgå problemet med bilister som ikke respekterer opmærkningen fremhæver et studie, at det er meget vigtigt, at opmærkning af cykelboks følges op med information og kontrol. Samtidig er det vigtigt, at det hele tiden er en god og tydelig opmærkning. Farvet opmærkning og lignende har også en positiv effekt. Der er 6-19 % af cyklisterne, som cykler overfor rødt lys i signalreguleret kryds med cykelboks. To studier finder, at cykelboks ikke giver mere cykling overfor rødt lys, mens to andre studier finder en lille stigning. Flertallet af de spurte cyklister i forskellige spørgeundersøgelser mener, at cykelboks er et godt cykeltiltag, som medvirker til at forbedre forholdene for cyklisterne.

## Farvet og anden alternativ opmærkning

Tiltaget omfatter farvet eller anden særlig opmærkning af cykelbane og/eller cykelboks med blå, rød, grøn eller gul farve, cykelsymboler, forskellige mønstre eller lignende.

Tiltaget anbefales i cykelhåndbøger og lignende i både Norge, Danmark, Sverige, Holland, Belgien, Tyskland, England, USA, Canada og Australien. I Norge er det tilladt at bruge rødbrun farve, men det bruges meget sjældent, se figur 5.

Formålet med farvet belægning er at øge synligheden af cykelanlægget og derved øge bilisternes opmærksomhed. Samtidig hjælper opmærkning cyklisterne med at placere sig rigtigt i krydset.



Figur 5. Cykelboks med rødbrun farve. Cykelboksen er opmærket i Oslo i 2011, og er første gang farvet opmærkning bruges i byen (Foto: M. Sørensen).

De bedste ulykkesevalueringer viser, at farvet cykelbane i signalregulerede kryds giver en signifikant reduktion i cykelulykker på 22 %. Anden alternativ opmærkning i vigepligtsregulerede kryds giver en ikke signifikant reduktion i cykelulykker på i gennemsnit 6 %. Dette varierer mellem 5 % og 16 % for forskellige former for mønstre og symboler. Ulykkesevalueringer og konfliktstudier, som ikke er inkluderet i metaanalyserne, finder også med få undtagelser, at farvet og anden speciel opmærkning har positiv betydning for cykelsikkerheden. Ingen studier finder en negativ sikkerhedseffekt.

De gennemgåede studier finder også, at tiltaget forbedrer cyklisternes tryghed. Det hænger sammen med, at bilisterne bliver mere opmærksomme på cyklisterne. Et studie konkluderer for eksempel, at farvet opmærkning er den form for opmærkning/udformning, som i sammenligningen med en række andre tiltag giver størst tryghedsfølelse for cyklister.

Opmærkningen er ikke et fremkommelighedstiltag, og det er derfor bare fundet et studie, som har undersøgt effekten på cyklisteres fremkommelighed i kryds. Det finder, at effekten både kan være positiv og negativ afhængig af regulering, men effekten er begrænset.

Farvet opmærkning kan medvirke til at få flere til at cykle "rigtigt" i cykelbanen i krydset. Ved cykelbaner, hvor bilisterne skal vige for cyklisterne, finder en undersøgelse, at farvet opmærkning gør bilisterne bedre til at vige for cyklisterne. En anden undersøgelse finder, at bilisterne ikke bliver bedre til at vige. En undersøgelse finder, at tiltaget medfører, at både bilister og cyklister bliver dårligere til at signaliseres deres hensigter ved brug af blinklys og håndsignaler. Tiltaget kan også medføre forvirring omkring vigepligtsreglerne. Et studie finder, at tiltaget medvirker til lavere fart, når bilerne skal krydse en cykelbane. Flertallet af de spurte cyklister i forskellige spørgeundersøgelser mener, at farvet opmærkning er et godt cykeltiltag, som medvirker til at forbedre forholdene for cyklisterne.

## Fysiske krydstiltag

Fokus i dette paper er forskellige opmærkningstiltag. I det følgende sammenfattes også effekten af fem fysiske krydstiltag for at kunne sammenligne effekten af opmærkningstiltag med nogle fysiske tiltag.

### Afbrudt cykelsti

Afbrudt cykelsti i signalregulerede kryds reducerer antal cykelulykker med 31 %. Forklaringen på reduktionen er, at sammenblandingen af biler og cykler før krydset øger både opmærksomheden på hinanden og cyklisternes utryghed. I tillæg til reduceret tryghed kan tiltaget også forringe cyklisternes fremkommelighed, da en bilkø ved blandet trafik kan spærre for cyklisterne. Som følge af den gode sikkerhedseffekt anbefales tiltaget i cykelhåndbøger fra alle 10 gennemgåede lande.

### Overkørsel

Ifølge de inkluderede studier giver overkørsel i vigepligtsregulerede kryds en ikke signifikant nedgang i antal cykelulykker på 13 %. Tiltaget kan også tænkes at have positiv effekt på både tryghed og fremkommelighed, idet cyklisterne har eget vejareal separeret fra biltrafikken. Den fremkommelighedsmæssige effekt er dog minimal. Udformningen bruges ofte i Danmark, men anbefales ikke i den norske cykelhåndbog.

### Tilbage trukket cykelsti

Der er bare fundet en evaluering af tiltaget (fra Danmark), men denne er baseret på for få ulykker til, at det kan dokumenteres, om tiltaget har positiv eller negativ sikkerhedseffekt. I cykelhåndbøger fra Danmark, Norge, Sverige, Holland, England og Australien anbefales tiltaget som et sikkerhedstiltag. Det kan primært forklares med, at bilister til/fra sidevejen kan opdele deres manøvrer i to etaper, hvor de ikke skal holde øje med biler og cykler samtidig.

Udformningen har negativ effekt for cyklisternes fremkommelighed. De får en lille omvej, kan være nødt til at sænke farten og skal eventuelt stoppe helt op, hvis de er pålagt vigepligten. Tiltaget har som følge af større separering fra biltrafikken sandsynligvis en positiv, men begrænset effekt på tryghed.

### Fremtrukket cykelsti

Formålet er at få cykler og biler tættere på hinanden før krydset, så de bliver mere opmærksomme på hinanden, og så cyklerne bliver mere synlige for bilisterne. Dette skulle forbedre sikkerheden på bekostning af cyklisternes tryghedsfølelse. Dette er dog ikke bekræftet i nogen empiriske studier. Tiltaget forringer i de fleste tilfælde cyklisternes fremkommelighed som følge af at de får en omvej og kan være nødt til at sænke farten. Udformningen anbefales i svenske, hollandske og nordamerikanske cykelhåndbøger.

### Separat cykelsti udenom kryds til højresving

Tiltaget er evalueret i et enkelt dansk projekt. Denne evaluering gør det ikke muligt at konkludere, om udformningen har positiv sikkerhedseffekt, men det ser heller ikke ud til, at sikkerheden forringes. Tiltaget frarådes i den norske cykelhåndbog på grund af forventet øget risiko for konflikter mellem cyklister og forgængere. Tiltaget bruges i lande som Danmark, Holland, Tyskland og Australien. Argumentet for at bruge tiltaget er, at det især forbedrer fremkommeligheden, men også trygheden, for højresvingende cyklister.

## Konklusion

Som indledningsvis beskrevet er cykelandelen i norske byer meget lav, og man ønsker derfor at få flere til at cykle. Den lave cykelandel hænger selvfølgelig sammen med, at Norge er et kuperet vinterland, men dette er ikke hele forklaringen. Forklaringen er også, at der i utilstrækkelig grad er tilrettelagt for cykling i norske byer. Det er derfor behov for mere og bedre cykelinfrastruktur. Det gælder både på strækninger og i særdeleshed i kryds, hvor cyklisterne generelt har størst ulykkesrisiko, utryghedsfølelse og forsinkelser. Selvom Danmark er langt foran Norge med hensyn til omfang og kvalitet af cykelinfrastruktur, er der sandsynligvis stadig et forbedringspotentiale i flere danske byer.

Spørgsmålet er, hvordan kryds skal udformes for at forbedre forholdene for cyklisterne, så flere vil begynde at cykle. Forbedring af cyklisternes forhold betyder både forbedret objektiv sikkerhed, subjektiv sikkerhed og fremkommelighed. Det er en kendt sag, at det kan være vanskeligt at forbedre alle tre parametre samtidig, og at flere tiltag primært laves for at forbedre en eller måske to af de tre parametre.

## Fysiske tiltag

Som det ses af gennemgangen gælder dette problem i særlig grad for de fysiske tiltag, hvor fire ud af de fem tiltag har større eller mindre negativ effekt for en eller to parametre, se tabel 2. Her kan det således blive nødvendigt at prioritere mellem de forskellige hensyn. Men hvilket hensyn er vigtigst?

Umiddelbart kan man argumentere for, at det er vigtigst at komme frem i live og uskadet. Utryghed og fremkommelighed er imidlertid mærkbar for cyklisterne, mens faktisk risiko ikke er noget, som cyklisterne kan mærke, men bare noget fagfolk kan estimere. Cyklister vil derfor betragte forbedret tryghed og fremkommelighed som en forbedring af deres forhold, mens forbedret sikkerhed i nogle tilfælde kan blive vurderet som en forringelse.

Problemstillingen er endnu mere kompliceret. Det skyldes, at forskellige typer af cyklister har forskellig præference. For "stærke" transportcyklister kan fremkommelighed være vigtigere end tryghed, og for "svage" cyklister som børn og ældre kan tryghed være mere vigtig end fremkommelighed.

## Opmærkningstiltag

For de som udgangspunkt billigere opmærkningstiltag ser det derimod ud til, at de i større grad har positiv effekt for alle tre parametre, eller som minimum ikke har negativ effekt på nogen af de tre parametre, se tabel 2. Det er således bemærkelsesværdigt, at de billigste og mest simple tiltag ifølge denne måde at opgøre tiltagens effekt på, samlet set har de bedste effekter i kryds. Det kan således konkluderes, at "farver og striber" er et godt krydstiltag for cyklister, som i større grad bør benyttes, end det er tilfældet i dag i mange især norske byer.

## Bedst mulig effekt

For at opnå og bevare den bedst mulige effekt af disse opmærkningstiltag er det for det første vigtigt at huske, at løbende vedligeholdelse af opmærkningen er særdeles vigtig for, at tiltaget skal bevare sin positive effekt. Dette er også et forsømt område i mange norske, men også danske byer.

Selv om tiltagene bør bruges mere, end det er tilfældet i dag, er det for det andet vigtigt at huske, at for meget brug af et tiltag, det gælder især farvet opmærkning, også kan betyde, at tiltaget "mister" sin oprindelige gode effekt, idet det så ikke længere giver ekstra opmærksomhed og agtpågivenhed.

Tiltagene kan bruges som selvstændige tiltag, men endnu bedre som samlede "pakker" bestående af flere tiltag. Kombinationen af flere gode tiltag vil for det tredje give en samlet god effekt. Det kan eksempelvis være en centralt opmærket og farvet cykelbane, som afsluttes med en cykelboks.

For det fjerde bør de forskellige tiltag kombineres, så deres fordele maksimeres og deres ulemper minimeres. Det kan være at anlægge cykelstier på strækninger, som har god effekt på tryghed og fremkommelighed, og i kryds anlægge løsninger som har god sikkerhed, men måske lidt dårligere tryghed og fremkommelighed.

For det femte bør tiltagene ikke gennemføres som enkeltstående initiativer, men som en samlet satsning. "Pakken" af gode løsninger og god drift vil gøre det mere attraktivt at cykle. Det kan medvirke til, at flere begynder at cykle i norske og danske byer. Flere cyklister vil i sig selv forbedre cyklisternes sikkerhed så vel som deres tryghed. Dette kan forklares med, at bilisterne bliver mere opmærksomme på cyklisterne, jo flere cyklister der er, og at bilisterne i mange tilfælde også sænker hastighed. Dette vil medføre, at endnu flere begynder at cykle. Dette findes der flere eksempler på. Den gode cirkel er dermed sat i gang.

## Supplerende studier

Endelig viser gennemgangen, at det for især opmærket cykelbane i højre og venstre side mangler gode empiriske effektstudier. Det anbefales derfor, at der foretages flere og bedre evalueringer af disse tiltag.

Der findes også få evalueringstudier af centralt opmærket cykelbane. Der blev derfor gennemført en større undersøgelse af tiltaget i Oslo. Som beskrevet var det imidlertid ikke muligt at gennemføre studiet som planlagt, og resultaterne skal derfor tages med et vist forbehold. Det er derfor anbefalingsværdigt med før- og efterstudier i flere kryds. Dette vil forbedre dokumentationen for, hvilken effekt tiltaget har, gøre det muligt at undersøge kort- og langtidseffekten, kvantificere størrelse af effekterne for cyklisterne og i større grad gøre det muligt at undersøge om tiltaget fungerer bedre i nogen typer af kryds end andre og om nogen former for opmærkning fungerer bedst.

Det er også ønskeligt at undersøge hvilken effekt tiltaget har for bilisternes adfærd. I Oslo var det eksempelvis oprindeligt planlagt, at cykelbanen skulle have farvet belægning svarende til mange udenlandske anbefalinger. Det norske Vejdirektorat godkendte imidlertid ikke denne del af planen af frygt for, at bilisterne ikke ville forstå, at det er lovlig at krydse den farvede cykelbane for at svinge til højre. Dette skyldes, at farvet opmærkning almindeligvis ikke bruges i Norge. Det kunne derfor være relevant at undersøge om denne skepsis er berettiget.

Udover flere norske studier vil det også være relevant at foretage nye studier af tiltaget i Danmark, som har brugt tiltaget i mange år og som har en helt anden cykelkultur end i Norge. At kunne henvise til sådanne studier fra førende cykellande vil have stor betydning i forhold til at få "nye" cykellande som Norge til i større grad at bruge tiltaget.

## Kilder

Elvik, R., Høy, A., Vaa, T., og Sørensen, M. (2009). The handbook of road safety measures, Emerald.  
Oslo Kommune (2010). Sykkeltrafikk – Handlingsplan 2010-2014.

Haugberg, T. (2009). Kartlegging av sykkelvaner i Oslo og omkringliggende kommuner. Opinion.

Nielsen, M. A. (1995). Cykelbane på venstreside af højresvingsbane, Dansk Vejtidskrift, nr. 4.

Statens vegvesen (2007). Nasjonal transportplan 2010-2019 – Nasjonal sykkelstrategi – attraktivt å sykle for alle – Grunnlagsdokument for NTP 2010-2019.

Sørensen, M. (2009). Kryssløsninger i by - Internasjonale anbefalinger for å sikre miljøvennlig bytransport, TØI rapport 1004, Transportøkonomisk institutt, Oslo.

Sørensen, M. (2010a). Oppmerkingstiltak for sykler i bykryss - Internasjonale erfaringer og effektstudier, TØI rapport 1068, Transportøkonomisk institutt, Oslo.

Sørensen, M. (2010b). Midtstilt sykkelfelt i Oslo - Effekt på syklisters sikkerhet, trygghet og atferd, TØI rapport 1095, Transportøkonomisk institutt, Oslo.

Sørensen, M. (2011). Sykkelvegnett, sykkelveger og sykkelfelt, kapitel B4.1 i "Tiltakskatalogen for transport, miljø og klima (udkommer til september 2011).

Sørensen, M. og Mosslemi, M. (2009). Subjective and objective safety – The effect of road safety measures on subjective safety among vulnerable road users, TØI rapport 1009, Transportøkonomisk institutt, Oslo.

Vågane, L., Brechan, I. og Hjorthol, R. (2011). Den nasjonale reisevaneundersøkelse 2009 - nøkkelrapport, TØI rapport 1130, Transportøkonomisk institutt, Oslo.