

# Vejtekniske løsninger for cyklister

Effekt på sikkerhed og oplevet tryghed



# Forord og læsevejledning

## Vejtekniske løsninger for cyklister

Effekt på sikkerhed og oplevet tryghed

### Dato:

Januar 2022

### ISBN (NET):

978-87-94158-72-5

### Copyright:

Vejdirektoratet, 2022

Denne pjece giver en kort sammenfatning af effekterne på cyklisters sikkerhed, oplevede tryghed og fremkommelighed for 12 udvalgte vejtekniske løsninger inddelt i 29 løsningsvarianter. Effekterne for andre trafikantgrupper beskrives ikke.






Sammenfatningen er baseret på en omfattende litteraturgennemgang, som blev gennemført i 2020-2021 ud fra danske og udenlandske anbefalinger, erfaringer og evalueringer fra de seneste ca. 20 år. Effekterne for cyklister er sammenfattet med symbolerne i nedenstående oversigt. Effekterne på ulykker omfatter person- og materielskadeulykker.

Hensigten med pjecen er at hjælpe vej- og trafikplanlæggere og andre med at vælge de gode løsninger i arbejdet med at få flere til at vælge cyklen fremfor bilen, samtidig med at sikkerheden for cyklister forbedres. Mere information om detailudformningen af de forskellige løsninger findes i vejreglerne.

Pjecen blev publiceret første gang i 2020, og er i 2022 blevet udvidet med to kapitler om hhv. rundkørsler og fremført cykelsti med forskudt passage.

Vejdirektoratet, januar 2022.

## Effekt for cyklister i forhold til trafikikkerhed, oplevet tryghed m.m.

	<b>Positiv effekt:</b> Det er veldokumenteret, at tiltaget har positiv effekt, og effektstørrelsen er kendt.
	<b>Sandsynligvis positiv effekt:</b> Erfaringer/indirekte undersøgelser tyder på, at tiltaget har positiv effekt. Effektstørrelsen er ukendt.
	<b>Ingen/usikker/afhængig effekt:</b> 1. Det er dokumenteret at tiltaget ikke har effekt 2. Studier har tvetydige effekter 3. Effekten afhænger af a) tiltagsvariant eller b) sammenligningsgrundlag (før/uden-situation).
	<b>Sandsynligvis negativ effekt:</b> Erfaringer/indirekte undersøgelser tyder på, at tiltaget har negativ effekt. Effektstørrelsen er ukendt.
	<b>Negativ effekt:</b> Det er veldokumenteret, at tiltaget har negativ effekt, og effektstørrelsen er kendt.

# Indhold

Indledning	4
1 Afkortet cykelsti i signalregulerede kryds	5
2 Fremført cykelsti i signalregulerede kryds	7
3 Cykelbane mellem ligeud- og højresvingsbane	10
4 Fremført cykelsti med forskudt passage	12
5 Dobbeltrettede cykelstier i kryds	16
6 Cykelsignaler i kryds	19
7 Cykelinfrastruktur i byrundkørsler	21
8 Cykelinfrastruktur ved busstoppesteder	25
9 Bilparkering langs cykelsti og cykelbane	28
10 Delt sti og fællessti	31
11 2 minus 1-vej	33
12 Tilladt cykling mod ensretningen	35
13 Sammenfatning	37

# Indledning

I Danmark ønsker vi at fremme cyklismen. For at gøre dette er det vigtigt, at man som planlægger overvejer både trafiksikkerhed og oplevet tryghed for cyklister i de trafiktekniske tiltag.

Trafiksikkerhed er den objektive kvantitative viden/data vi har om, hvor mange dræbte og tilskadekomne der har været på en given lokalitet og ved forskellige vejtekniske løsninger på tværs af lokaliteter.

Oplevet tryghed for cyklisterne handler derimod om cyklisternes egen subjektive og kvalitative oplevelse af deres sikkerhed, når de færdes i trafikken, og dermed er brugere af de forskelligartede vejtekniske løsninger. Trafikanter baserer således i høj grad deres opfattelse af tryghed i trafikken på det, de selv intuitivt og følelsesmæssigt oplever.

Oplevelsen af tryghed kan påvirke trafikanternes valg af transportmiddel og ruter. En høj grad af oplevet utryghed gør cyklisten mindre tilbøjelig til fremadrettet at vælge den aktuelle rute igen og måske til at cykle i det hele taget.

Det må antages, at de svage trafikanter, som i forvejen generelt føler sig udsatte i trafikken, såsom f.eks. ældre cyklister, nemmere kommer til at føle sig utrygge.

Man kan som trafikplanlægger godt forledes til at tro, at trafiksikkerhed og oplevet tryghed går hånd i hånd: At når man vælger den mest trafiksikre løsning, og formidler dette, så vil cyklisterne også opleve den som tryk at færdes i. Men sådan forholder det sig langt fra altid.

Når man gerne vil fremme cyklisme, må man derfor ofte foretage en afvejning af trafiksikkerhed og oplevet tryghed i de vejtekniske løsninger, man vælger.

Denne pjece giver et overblik over 12 forskellige vejtekniske løsninger for cyklister i forhold til henholdsvis trafiksikkerhed for cyklisterne og cyklisternes subjektive oplevelse af tryghed. Hvor det er muligt, er cyklisternes fremkommelighed også angivet.

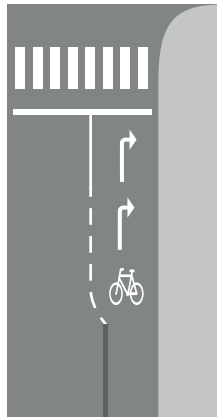
Pjecen er en opsamling af foreliggende evalueringer, og beskriver de 12 vejtekniske løsninger på et generelt niveau. Ved udformningen af et konkret anlæg vil det altid være nødvendigt at foretage en vurdering af de aktuelle forhold.

# 1 Afkortet cykelsti i signalregulerede kryds

## 1.1 Tiltaget

En afkortet cykelsti er en cykelsti (eller cykelbane), der ophører ved start af højresvingbanen typisk 15-25 meter før krydset. Cyklister og knallerter skal, uanset manøvren henne i krydset, fortsætte ind i højresvingbanen og flette med den højresvingende biltrafik. Banen afmærkes med højresvingpile og cykelsymbol.

Ideen med en afkortet cykelsti er at gøre bilister og cyklister opmærksomme på hinanden før krydset ved at bringe trafikanterne tættere sammen og i samme niveau og dermed reducere antallet af cykelulykker.



## 1.2 Effekterne

	Effekt for cyklisterne
Trafiksikkerhed	😊
Oplevet tryghed	😞
Fremkommelighed	😞

### Trafiksikkerhed

Afkortede cykelstier er et godt trafiksikkerhedstiltag for cyklister i signalregulerede kryds. Det nyeste og bedste danske studie har fundet, at ombygning fra fremført cykelsti til afkortet cykelsti reducerer antallet af cykel- og knallertulykker med ca. 60 % i det aktuelle krydsben, mens ombygning fra ingen cykelfaciliteter til afkortet cykelsti reducerer antallet af cykel- og knallertulykker med ca. 50 %. Effekterne er angivet samlet for ulykker med højresvingende biler, ulykker med venstresvingende biler fra modsatte side og trængningsulykker i tilfarten før krydset.

Før-situation	Efter-situation	Effekt på cykel- og knallertulykker*
Ingen forhold for cyklister	Afkortet cykelsti	Antal ulykker reduceres med 50 %
Fremført cykelsti ved siden af kombineret ligeud- og højresvingsbane	Afkortet cykelsti	Antal ulykker reduceres med 60 %
Fremført cykelsti ved siden af separat højresvingsbane	Afkortet cykelsti	Antal ulykker reduceres med 60 %

\* Effekten er estimeret for ulykker med højresvingende biler, ulykker med venstresvingende biler fra modsatte side og trængningsulykker i aktuelle krydsben (ulykkes-hovedsituation 1, 3 og 4).

### Oplevet tryghed

Afkortede cykelstier øger, i forhold til fremførte cykelstier (og baner), normalt cyklisternes oplevede utryghed, mens effekten vil være minimal, hvis der i førsituationen ikke var nogen cykelfaciliteter. Øget oplevet utryghed kan forklares med, at cyklisterne bliver blandet med biltrafikken. Dette kan i særlig grad være en udfordring for usikre cyklister såsom børn og ældre.

### Fremkommelighed og andre effekter

Afkortede cykelstier medfører i sammenligning med fremførte cykelstier (og baner) en potentiel forringelse af fremkommeligheden for cyklisterne, idet de ikke har eget areal og dermed i nogle tilfælde skal vige for bilerne i flettesituationen. Samtidig risikerer de, at bilerne eller en evt. bilkø spærrer for dem.

## 1.3 Brugsområde

Afkortet cykelsti er at foretrække ud fra et trafiksikkerhedsmæssigt synspunkt. Tiltaget kan medføre forringet oplevet tryghed i sammenligning med fremførte cykelstier - dette gælder især blandt usikre cyklister. Tiltaget er særlig relevant hvis:

- Der er mange knallerter, elcykler, speed pedelecs eller cykelpendlere i høj fart.
- Det går ned ad bakke.
- Der er begrænset med plads.
- Der ikke er behov for separat regulering af cyklisterne.

## 1.4 De vigtigste kilder

Berg, S. T. (2019). Afkortede cykelstier - religion eller trafiksikkerhed, Trafikdage, AAU.

Djupdræt, U. & Wass-Danielsen, M. (2017). Fremtidens krydsdesign - sikkerhed og tryghed ved fremførte og afkortede cykelstier, Trafikdage, AAU.

Høye A., Sørensen M. W. J. og de Jong T. (2015). Separate sykkelanlegg i by - Effekter på sikkerhet, fremkommelighet, trygghetsfølelse og transportmiddelvalg, TØI.

Jensen, M. L. & Sørensen, M. W. J. (2020). Trafiksikkerhed ved afkortede og fremførte cykelstier i signalregulerede kryds – en før-efter ulykkesevaluering, Via Trafik.

Jensen, S. U. (2006). Effekter af cykelstier og cykelbaner, Trafitec.

Jensen, S. U. (2006). Cyklisters oplevede tryghed og tilfredshed, Trafitec.

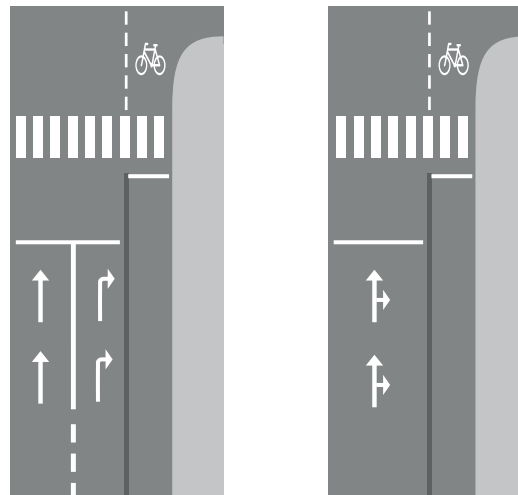
## 2 Fremført cykelsti i signalregulerede kryds

### 2.1 Tiltaget

En fremført cykelsti er en traditionel cykelsti (eller -bane), som er ført helt frem til krydset på højre side af køresporene for biltrafikken. Fremført cykelsti kombineres ofte med en 5 m tilbagetrukket stopstreg for biltrafikken. Tiltaget findes i to overordnede varianter:

- Fremført cykelsti ved siden af separat højresvingsbane for biler.
- Fremført cykelsti ved siden af kombineret ligeud- og højresvingsbane for biler.

Formålet med en fremført cykelsti er at sikre både god fremkommelighed og god oplevet tryghed for cyklister, ved at de har egen cykelsti frem til krydset. Samtidig varetages sikkerheden ved bl.a. at have tilbagetrukket stopsteg og evt. separat cykelsignal, som gør det lettere for højresvingende køretøjer og venstresvingende køretøjer (fra modsatte side) at se de ligeudkørende cyklister.



### 2.2 Effekterne

	Effekt for cyklisterne	
	Fremført cykelsti ved siden af en separat højresvingsbane for biler	Fremført cykelsti ved siden af en kombineret ligeud- og højresvingsbane for biler
Trafiksikkerhed	☹️	☹️
Oplevet tryghed	😊	😊
Fremkommelighed	😊	😊

### Trafiksikkerhed

Den trafiksikkerhedsmæssige effekt afhænger af, om tiltaget er placeret ved siden af en separat højresvingsbane for biler eller ved siden af en kombineret ligeud- og højresvingsbane, og hvilke andre løsninger der sammenlignes med.

Fremført cykelsti ved siden af en separat højresvingsbane er markant sikrere end fremført cykelsti ved siden af en kombineret ligeud- og højresvingsbane. En ombygning fra kombineret ligeud- og højresvingsbane til separat højresvingsbane reducerer således antal cykel- og knallertulykker med ca. 50 % i det aktuelle krydsben.

Hvis kryds uden cykelfaciliteter ombygges til fremført cykelsti med separat højresvingsbane, ser det ikke ud til at have nogen trafiksikkerhedsmæssig effekt. Etablering af fremført cykelsti med kombineret ligeud- og højresvingsbane øger i dette tilfælde antallet af cykel- og knallertulykker med omkring 130 %.

Ældre studier har fundet, at der ikke er nævneværdig forskel på sikkerhedsniveauet i krydsben med fremført eller afkortet cykelsti, mens nye studier finder, at etablering af fremført cykelsti (begge varianter) i krydsben, hvor der tidligere har været afkortet cykelsti, vil give en markant stigning i antallet af cykel- og knallertulykker på 200-250 %.

Før-situation	Efter-situation	Effekt på cykel- og knallertulykker*
Ingen forhold for cyklister	Fremført cykelsti ved siden af separat højresvingsbane	Ingen ændring
Ingen forhold for cyklister	Fremført cykelsti ved siden af kombineret ligeud- og højresvingsbane	Antal ulykker øges med 130 %
Afkortet cykelsti	Fremført cykelsti ved siden af separat højresvingsbane	Antal ulykker øges med 200 %
Afkortet cykelsti	Fremført cykelsti ved siden af kombineret ligeud- og højresvingsbane	Antal ulykker øges med 250 %
Fremført cykelsti ved siden af kombineret ligeud- og højresvingsbane	Fremført cykelsti med separat højresvingsbane	Antal ulykker reduceres med 50 %

\* Effekten er estimeret for ulykker med højresvingende biler, ulykker med venstresvingende biler fra modsatte side og trængningsulykker i aktuelle krydsben (ulykkes-hovedsituation 1, 3 og 4).

### Oplevet tryghed

Fremført cykelsti forbedrer cyklisternes oplevede tryghed sammenlignet med afkortet cykelsti og krydsben uden nogen cykelfaciliteter. Det skyldes, at cyklisterne får deres eget, dedikerede areal, som er fysisk adskilt fra kørebane og fortov.

### Fremkommelighed og andre effekter

Tiltaget forbedrer også cyklisternes fremkommelighed sammenlignet med afkortet cykelsti og krydsben uden nogen cykelfaciliteter, idet cyklisterne får deres eget, dedikerede areal, som er fysisk adskilt fra kørebane og fortov.



## 2.3 Brugsområde

Løsningen med fremført cykelsti ved siden af kombineret ligeud- og højresvingsbane er sikkerhedsmæssigt ikke den bedste løsning for cyklisterne. Fremført cykelsti ved siden af separat højresvingsbane er trafikikkerhedsmæssigt bedre, og kan bruges i krydsben, hvor det er særlig vigtigt med høj oplevet tryghed og/eller fremkommelighed for cyklisterne. Fremført cykelsti giver flere ulykker, og er også mere pladskrævende end afkortet cykelsti, og mindre velegnet hvis cyklisterne har høj fart.

## 2.4 De vigtigste kilder

Berg, S. T. (2019). Afkortet cykelstier - religion eller trafikikkerhed, Trafikdage, AAU.

Djupdræt, U. & Wass-Danielsen, M. (2017). Fremtidens krydsdesign - Sikkerhed og tryghed ved fremførte og afkortede cykelstier, Trafikdage, AAU.

Jensen, M. L. & Sørensen, M. W. J. (2020). Trafikkerhed ved afkortede og fremførte cykelstier i signalregulerede kryds – en før-efter ulykkesevaluering, Via Trafik.

Jensen, S. U. (2006). Effekter af cykelstier og cykelbaner, Trafitec.

Jensen, S. U. (2006). Cyklister oplevede tryghed og tilfredshed, Trafitec.



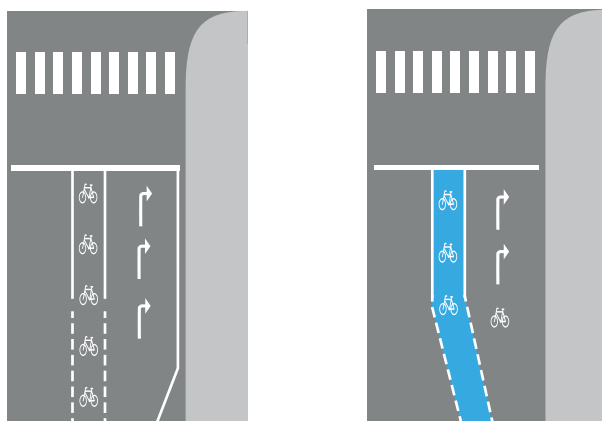
# 3 Cykelbane mellem ligeud- og højresvingsbane

## 3.1 Tiltaget

Cykelstien/-banen føres frem som opmærket cykelbane mellem ligeud- og højresvingsbanen for biltrafikken, dvs. til venstre for højresvingsbanen. Cykelbanen opmærkes med cykelsymboler, og kan også opmærkes som blå cykelfelt, mens højresvingsbanen opmærkes med svingpile og evt. også cykelsymbol.

Cykelbanen bør minimum have en bredde på 1,5 m inklusive kantlinjen mod det ligeudgående kørespor, og bredden af højresvingsbanen bør være 3,5 m. Der bør være en krydsningszone mellem de højresvingende biler og de ligeudkørende cyklister.

Ideen med tiltaget er at erstatte de farlige konflikter mellem højresvingende motorkøretøjer og ligeudkørende cykler med mindre farlige flettesituationer før selve krydset. Samtidig gøres de ligeudkørende cykler mere synlige for venstresvingende motorkøretøjer fra modsatte side. Endelig er formålet at give ligeudkørende eller venstresvingende cykler bedre fremkommelighed og bedre plads i forhold til en traditionel afkörtet cykelsti.



## 3.2 Effekterne

	Effekt for cyklisterne
Trafiksikkerhed	😊
Oplevet tryghed	😞
Fremkommelighed	😊

### **Trafiksikkerhed**

Tiltaget anbefales og bruges som trafiksikkerhedstiltag i mange lande. Der er dog kun få studier fra Danmark og Norge, som har undersøgt sikkerhedseffekten. Disse studier giver ingen entydige konklusioner, men det ser ikke ud til, at tiltaget giver flere cykelulykker. Andre studier, som indirekte har undersøgt effekten, finder, at tiltaget sandsynligvis har en positiv sikkerhedseffekt.

I sammenligning med en afkortet cykelsti vil tiltaget formentlig forringe sikkerheden for cyklisterne, men dette er ikke undersøgt.

Det er på baggrund af studierne ikke muligt at kvantificere effektstørrelsen.

### **Oplevet tryghed**

Det er ikke entydigt, om tiltaget har en positiv eller negativ effekt på cyklisternes oplevede tryghed. Effekten afhænger af før-situationen. Hvis før-situationen er, at cyklisterne cykler i højre vejside eller på en fremført cykelsti/-bane, kan tiltaget øge utrygheden. Det er både flettesituationen før krydset og det at have biler, lastbiler og busser på begge sider, som kan føles utrygt.

Hvis cyklisterne derimod i forvejen cykler midt på kørebanen og/eller i et krydsben med afkortet cykelsti, vil den opmærkede cykelbane opleves mere tryk. Dette skyldes, at en del af kørebanearealet hermed reserveres til cyklisterne.

### **Fremkommelighed og andre effekter**

Tiltaget forbedrer sandsynligvis cyklisternes fremkommelighed. For det første giver tiltaget cyklisterne bedre mulighed for at overhale en eventuel bilkø før krydset. For det andet vil det få flere til at cykle på kørebanen fremfor ulovligt på fortovet (i det omfang dette gøres), hvilket forbedrer cyklisternes fremkommelighed.

Tiltaget betragtes generelt som en forbedring blandt cyklisterne, hvis alternativet er en afkortet cykelsti, hvor cyklisterne blandes med biltrafikken.

## **3.3 Brugsområde**

Tiltaget kan udelukkende bruges i signalregulerede kryds, hvor der er separat højresvingsbane, og vil typisk etableres, hvor der er afkortet cykelsti. Det bør sikres, at flettesituationen sker ved lav hastighed, så tiltaget er mest velegnet i kryds, hvor hastigheden er 50 km/t eller lavere.

## **3.4 De vigtigste kilder**

Høye A., Sørensen M. W. J. og de Jong T. (2015). Separate sykkelanlegg i by - Effekter på sikkerhet, fremkommelighet, trygghetsfølelse og transportmiddelvalg, TØI.

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

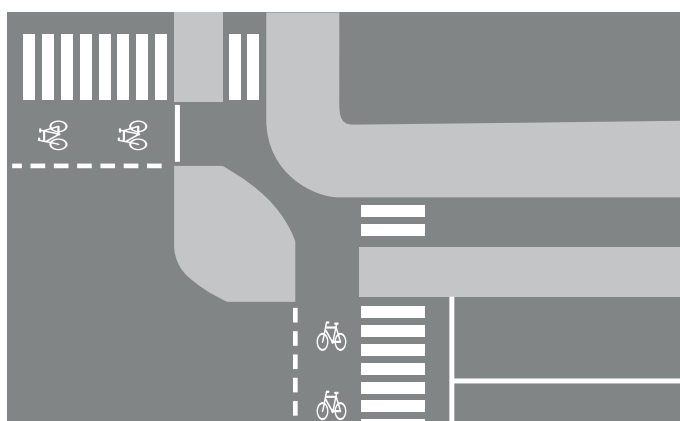
Sørensen, M. W. J. (2010). Midtstilt sykkelfelt i Oslo - Effekt på sykklisters sikkerhet, trygghet og atferd, TØI.

# 4 Fremført cykelsti med forskudt passage

## 4.1 Tiltaget

Fremført cykelsti med forskudt passage er også kendt som bl.a. den hollandske krydsløsning (Dutch design), beskyttet kryds (protected intersection design) og "Viborgkrydset". Løsningen består af en cykelsti, der er ført helt frem til stoplinjen i et signalreguleret kryds, hvorefter cykelstien er ført rundt om krydsets hjørne. Cyklisternes krydsning af den skærende vej sker dermed ved siden af fodgængernes krydsningspunkt og en smule forskudt ift. den oprindelige kørselsretning. Tiltaget kan etableres både med og uden farvet belægning på cykelinfrastrukturen.

Hensigten med løsningen er at trække cyklisterne længere frem i krydset, så de bliver mere synlige for svingende bilister samtidig med, at krydsning ved siden af fodgængerne medvirker til lettere orientering.



## 4.2 Effekterne

	Effekt for cyklisterne
Trafiksikkerhed	☹️
Oplevet tryghed	☹️
Fremkommelighed	☹️

### **Trafiksikkerhed**

Løsningen er udbredt i Holland, og der findes også eksempler i bl.a. UK, USA og Danmark. Der findes dog kun få, små eller metodesvage studier, som har undersøgt sikkerhedseffekten. Studierne peger alle i samme retning; nemlig, at tiltaget som minimum ikke forværrer trafiksikkerheden for cyklisterne i sammenligning med en traditionel fremført cykelsti. Det er på baggrund af studierne ikke muligt at kvantificere effektstørrelsen.

Særligt større synlighed af cyklisterne, som er trukket længere frem, lettere orientering, da cyklister og fodgængere krydser ved siden af hinanden samt ofte kortere krydsningslængde for cyklister forbi den tværgående vej fremhæves som positivt for de cyklendes trafiksikkerhed.

### **Oplevet tryghed**

Effekten på oplevet tryghed er ikke direkte undersøgt. Erfaringsmæssigt og teoretisk vil cyklisterne på den ene side formentlig finde løsningen mere tryk end en traditionel fremført cykelsti, da den kan give bedre oversigtsforhold og større synlighed af cyklisterne, endnu større grad af fysisk separation og afstand mellem cyklister og bilister og dedikeret cykelinfrastruktur. Venstresvingende cyklister kan også opleve større tryghed, fordi de bliver ledt ind bagved en helle, hvor de kan afvente grønt lys i den nye kørselsretning fremfor at skulle vente ude i krydset.

På den anden side kan den oplevede tryghed formentlig blive forringet for ligeudkørende cyklister, der ankommer i grøntiden, da det er svært at kommunikere til bilisterne, at man skal ligeud. Cyklistens første bevægelse kan nemlig give indtryk af, at cyklisten skal svinge mod højre. Denne problemstilling kan være særlig udtalt i kompakte kryds.

### **Fremkommelighed og andre effekter**

Effekten på fremkommelighed er heller ikke direkte undersøgt. Tiltaget kan tænkes at have både positive og negative effekter for cyklisterne afhængigt af manøvren, trafikmængde og selve krydsudformningen.

Cyklisternes fremkommelighed påvirkes positivt, hvis cyklister holdes uden for signalreguleringen ved højresving og dermed undgår at skulle standse for rødt lys.

Ventende cyklister kan dog spærre for de højresvingende cyklister og for cyklister i tværretningen. Dette gælder især, hvis det er en kompakt løsning på steder med meget cykeltrafik. Ligeledes vil venstresvingende cyklister få forlænget ventetid, da de skal afvente grønt lys i den nye kørselsretning, hvor de i et traditionelt kryds ville have lov til at færdiggøre deres venstresving uden at tage hensyn til signalerne.

For ligeudkørende cyklister medfører tiltaget en lille omvej, og hvis de ankommer i grøntiden, kan s-kurven gennem krydset afhængig af konkret udformning betyde, at de må reducere cykelfarten væsentligt. Ligeudkørende cyklister, der ankommer i rødtiden, kan holde lidt længere fremme i krydset, mens de venter på grønt lys.

Udformningen kan være mere pladskrævende end kryds med traditionel fremført cykelsti, især hvis der er meget cykeltrafik og man således skal undgå, at cykelstrømmene spærres for hinanden.

### 4.3 Brugsområde

Tiltaget kan i princippet etableres i alle signalregulerede kryds med cykelsti, men vil i sin ideelle udformning være mere pladskrævende end et traditionelt kryds. I Danmark findes tiltaget kun i et begrænset antal kryds i bl.a. Viborg, Juelsminde, Skanderborg, Virum, Lyngby og Aalborg. Løsningen er typisk etableret, hvor der tidligere har været en traditionel fremført cykelsti.

### 4.4 De vigtigste kilder

Beelen, V. J. H. (2015). Bicycle friendly junction designs: A comparison between two junction types. [www.utwente.nl](http://www.utwente.nl).

Deliali, A. m.fl. (2020). Understanding the Safety Impact of Protected Intersection Design Elements: A Driving Simulation Approach. *Transportation Research Record*.

Høye, A. (2017). Trafikksikkerhet for syklistar, rapport 1597, Transportøkonomisk institutt,

Madsen, T. K. O. & Lahrmann, H. (2014). Krydsløsninger for cyklister: Anvendelse af konfliktteknik til vurdering af forskellige løsningers sikkerhed. Aalborg Universitet.

Madsen, T. K. O. & Lahrmann, H. (2017). Comparison of five bicycle facility designs in signalized intersections using traffic conflict studies. *Transportation Research*. Part F.

Preston, A. & Pulugurtha, S. (2021). Simulating and assessing the effect of a protected intersection design for bicyclists on traffic operational performance and safety.

Rudick, R. (2020). Oakland's Quick-Build Protected Intersections are Safer. *StreetsBlogSF*.

Vestergaard, T. (2013). Ny udformning af cykelstier i signalanlæg. *Trafik & Veje*, maj.



# 5 Dobbeltrettede cykelstier i kryds

## 5.1 Tiltaget

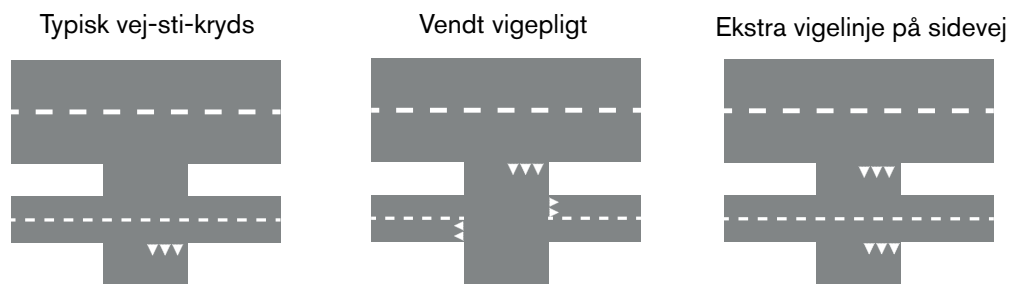
Dobbeltrettede cykelstier gennem vejryds udgør en særlig udfordring, og de bør derfor om muligt udføres som *krydsning i to plan*. Hvor dette ikke kan lade sig gøre, bør krydsning af trafikvej i niveau udføres som signalregulering eller som vigepligtsreguleret T-kryds. Cirkulære om etablering af dobbeltrettede cykelstier langs vej beskriver, hvordan cykelstierne etableres.

I *signalregulerede kryds* bør dobbeltrettede stier afvikles i egen fase, så der ikke er vigepligtsregulerede konflikter med højre- eller venstresvingende køretøjer. En dobbeltrettet cykelsti bør altid føres helt frem til krydset og maksimalt være 3 m bred ved krydset. Der skal være minimum 0,5-1 m mellem sti og kørebane.

I *vigepligtsregulerede T-kryds* anbefales følgende tre løsninger:

- Vigelinje på sekundærvejen bag krydsende sti
- Stitrafikanten pålægges vigepligten
- Vigelinjer på sekundærvejen før cykelstien og før primærvejen.










Tydelig angivelse af vigepligtsforholdene er vigtig, og vigepligten for cyklisterne kan evt. understreges ved etablering af hastighedsdæmpende foranstaltninger på stien som en hævet flade. Hvis vigepligten pålægges cyklisterne, bør den dobbeltrettede cykelsti være trukket min. 6 m væk fra primærvejen.



Udformning og effekter af dobbeltrettede cykelstier på strækninger og i rundkørsler er ikke behandlet i denne pjece.



## 5.2 Effekterne

	Effekt for cyklisterne		
	Separat reguleret signalregulering	Viepligstreguleret T-kryds hvor bilister har vigepligt	Viepligstreguleret T-kryds hvor cyklister har vigepligt
<b>Trafiksikkerhed</b>			
<b>Oplevet tryghed</b>			
<b>Fremkommelighed</b>			

### Trafiksikkerhed

Dobbeltrettede cykelstier er generelt trafiksikkerhedsmæssigt problematiske i kryds. Dette skyldes især, at bilisterne (både krydsende, højresvingende og venstresvingende fra modsatte side) ikke altid er opmærksomme på, at der kan komme cyklister fra den "forkerte" side. Højresvingende bilister kan også have svært ved at få øje på bagfrakommende cyklister i samme retning, fordi de kører for langt fra køresporet.

Signalregulerede kryds med dobbeltrettet cykelsti bør separatreguleres, da det adskiller bil- og cykeltrafikken i tid og dermed giver konfliktfri regulering (forudsat at rødt lys respekteres).

Dobbeltrettede cykelstier og vigepligtsregulerede kryds er en dårligere kombination, og tiltaget bør derfor kun laves i T-kryds. Studier viser, at der er høj ulykkesrisiko, især for de cyklister som kommer fra den "forkerte" side.

For at forbedre trafiksikkerheden i vigepligtsregulerede T-kryds kan vending af vigepligten til stitrafikanterne eller etablering af ekstra vigelinje på sidevejen være effektfulde tiltag. Yderligere eller alternativt kan hævede flader, cykelfelt samt forstærket afmærkning og skiltning være med til at øge sikkerheden.

### Oplevet tryghed

Effekterne på oplevet tryghed ved at separatregulere dobbeltrettede cykelstier i signalkryds er ikke undersøgt. Tiltaget vurderes dog med stor sandsynlighed at have positiv effekt som følge af cyklisternes tidsmæssige separation fra biltrafikken i ofte komplicerede vejkryds.

Cykling på dobbeltrettede cykelstier i vigepligtsregulerede T-kryds formodes at kunne give anledning til en vis oplevet utryghed for de cyklister, som kører i den "forkerte" side, da de kan være usikre på, om de bliver set af krydsende bilister. Farvet cykelfelt, vejafmærkning og skiltning i krydset kan minimere den oplevede utryghed.

### Fremkommelighed og andre effekter

Separat regulering i signalkryds vil typisk reducere krydsets samlede kapacitet, og evt. begrænset grøntid til cyklisterne vil medføre øget forsinkelse og dermed dårligere fremkommelighed for cyklisterne.

At pålægge cyklisterne vigepligten og evt. supplere med hastighedsdæmpende tiltag i vigepligtsregulerede T-kryds vil reducere cyklisternes fremkommelighed.

### 5.3 Brugsområde

Dobbeltrettede cykelstier er ikke velegnede langs veje, hvor der er mange sideveje eller ind- og udkørsler på tværs af stien, da bilisterne ikke altid er opmærksomme på, at der her kan komme cyklister kørende fra den "forkerte" side.

Dobbeltrettede cykelstier i F-kryds bør være signalregulerede, mens de i T-kryds også kan være vigepligtsregulerede (rundkørsler er ikke behandlet her). I vigepligtsregulerede kryds bør stitrafikanterne ud fra et trafiksikkerhedssynspunkt pålægges vigepligten. Løsningen, hvor biltrafikken har vigepligt, anbefales kun hvor der er begrænset sidevejs- trafik, eller hvor fremkommeligheden for stitrafikanterne ønskes prioriteret.

### 5.4 De vigtigste kilder

Høye, A. (2017). Trafiksikkerhet for syklister. TØI.

Høye, A., Sørensen, M. W. J. & de Jong, T. (2015). Separate sykkelanlegg i by. TØI.

Buch, T. S. & Jensen, S. U. (2013). Trafiksikkerhed i kryds med dobbeltrettede cykelstier. Trafitec.

Ministeriet for Offentlige arbejder (1984). Cirkulære om etablering af dobbeltrettede cykelstier langs vej, CIR NR 95 AF 06/07/1984.















# 6 Cykelsignaler i kryds

## 6.1 Tiltaget

Cykelsignaler benyttes til regulering af stitrafikanter i tilfarer med fremført cykelsti eller -bane i signalregulerede kryds. Tiltaget findes i en række varianter. De mest hyppige er:

- **Separat regulering:** Egen signalfase for cyklister. Hensigten er at opnå konfliktfri regulering af cykel- og biltrafik.
- **Før-grønt:** Cyklister, der holder ved stoplinjen, får grønt lys nogle sekunder før biltrafikken. Hensigten er, at cyklisterne får mulighed for at sætte tidligere i gang og være inde i krydset, når den højresvingende biltrafik afvikles.
- **Før-rødt:** Cyklister får rødt lys nogle sekunder før biltrafikken. Hensigten er at standse cykeltrafikken, hvormed højresvingende biltrafik kan afvikles.
- **Højresvingspil:** Opdeling af cykelsti i ligeud- og højresvingsbane med hhv. 3-lys cykelsignal og en 1-lys cykelhøjresvingspil. Hensigten er, at bil- og cykeltrafikken kan svinge til højre samtidig.

## 6.2 Effekterne

	Effekt for cyklisterne			
	Separat regulering	Før-grønt	Før-rødt	Højresvingspil
Trafiksikkerhed				
Oplevet tryghed				
Fremkommelighed				

### Trafiksikkerhed

Konfliktfri regulering af cykel- og biltrafik i form af separat regulering i signalregulerede kryds giver (sammen med niveaufri skæring) den sikkerhedsmæssigt bedste løsning. Separatreguleret højresving reducerer således antallet af højresvingsulykker med ca. 75 % sammenlignet med signalreguleret kryds uden separat højresvingsfase.

Før-situation	Efter-situation	Effekt på cykel- og knallertulykker*
Signalreguleret kryds uden separatreguleret højresving	Signalreguleret kryds med separatreguleret højresving	Antal cykel- og knallertulykker reduceres med ca. 75 %

\* Effekten gælder for ulykker med højresvingende biler i aktuelle krydsben (ulykkeshovedsituation 3).

Før-grønt for cyklisterne betyder, at cyklister efter rødt lys kommer hurtigere ud i krydset og dermed bliver mere synlige for højresvingende biler, busser og lastbiler. Dette medvirker med stor sandsynlighed til at reducere antallet af alvorlige højresvingsulykker.

Før-rødt for cyklisterne kan medvirke til at forebygge højresvingsulykker, da det giver højresvingende biltrafik bedre tid til at svinge til højre uden at komme i konflikt med ligeudkørende cyklister. Adfærdsstudier viser dog, at cyklister har mindre respekt for cykelsignaler end almindelige hovedsignaler. Tiltaget medfører, at cyklister i større grad når at komme over krydset, før krydsende trafikanter fra sidevejene får grønt, hvilket forbedrer sikkerheden.

### **Oplevet tryghed**

Effekterne af cykelsignaler i forhold til oplevet tryghed er ikke undersøgt. Det vurderes dog, at separat regulering med stor sandsynlighed har en positiv effekt som følge af cyklisternes tidsmæssige separation fra biltrafikken.

Før-grønt øger cyklisternes synlighed og dermed bilisternes opmærksomhed på disse, hvilket formodentlig kan øge cyklisternes oplevede tryghed en anelse.

Før-rødt og højresvingspil har sandsynligvis ingen eller kun begrænset betydning.

### **Fremkommelighed og andre effekter**

Den fremkommelighedsmæssige effekt af separatregulering afhænger af den konkrete signalplan, og om cyklisterne således samlet set får mere eller mindre grøntid. Krydsets samlede kapacitet vil dog typisk blive reduceret.

Før-grønt og før-rødt for cyklister kan føre til en marginal enten forbedring eller forringelse af fremkommeligheden for cyklisterne som følge af enten længere eller kortere grøntid. Dette kan samtidig give cyklisterne en oplevelse af at blive enten prioriteret eller nedprioriteret i forhold til biltrafikken.

Højresvingspil vil forbedre fremkommeligheden for de højresvingende cyklister.

## **6.3 Brugsområde**

Cykelsignaler kan bruges i signalregulerede kryds med fremført cykelsti eller -bane. I særlig grad kan separat regulering, men også før-grønt og højresvingspil, bruges i kryds, hvor det ønskes at prioritere cyklisterne, og/eller hvor der af hensyn til trafiksikkerheden er behov for en tidsmæssig separation af cykel- og biltrafikken.

## **6.4 De vigtigste kilder**

Buch, T. S. (2015). Højresvingskonflikter i signalregulerede kryds – Undersøgelse af konfliktende adfærd. Trafitec.

Høye m.fl. (2020). Trafikksikkerhetshåndboken, TØI, <https://tsh.toi.no/>.

Jensen, M. L., m.fl. (2018). Fastlæggelse af sikkerhedstider i trafiksignalanlæg. Via Trafik.

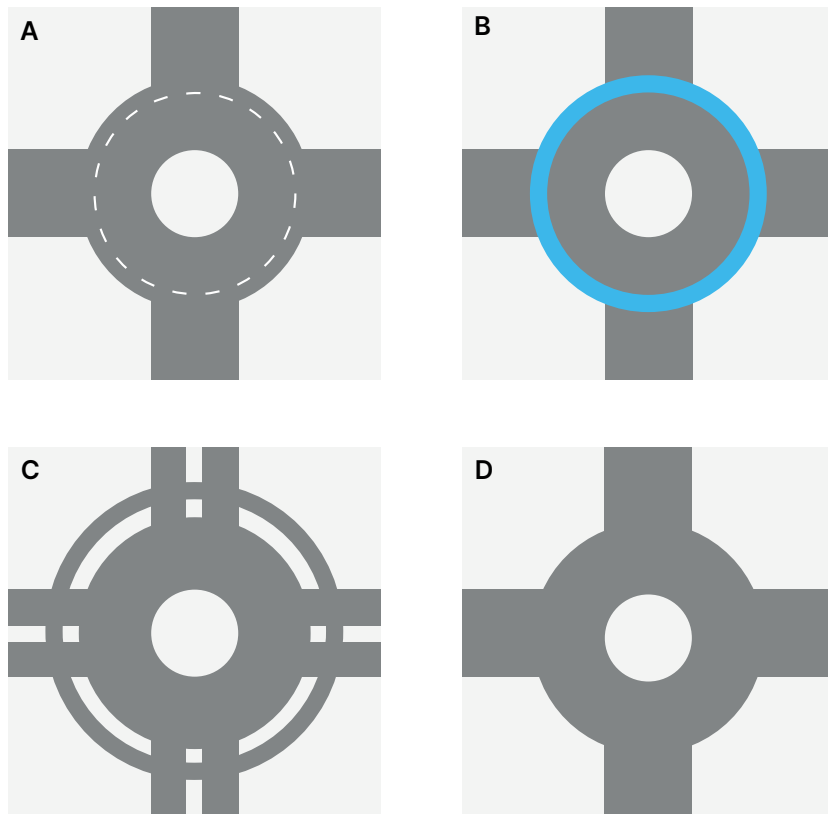
Jensen, S. U. & Buch, T. S. (2017). Trafiksikkerhedsmæssige effekter af signalanlæg – Litteraturstudie og før-efter uheldsevaluering af svingfaser. Trafitec.

# 7 Cykelinfrastruktur i byrundkørsler
















## 7.1 Tiltaget

De fleste byrundkørsler er mini- eller 1-sporede rundkørsler. 2-sporede rundkørsler findes få steder, og bør også helt undgås, hvis der er cyklister, medmindre der etableres niveaufri skæring eller alternativt tilbagetrukne cykelstiløsninger udenfor rundkørslen, hvor cyklisterne har vigepligt ved krydsning af til- og frafartsbanerne. Cykelinfrastruktur i mini- og 1-sporede rundkørsler etableres typisk som:

- **Cykelsti i rundkørslen (A)**, hvor der etableres cykelsti langs cirkulationsarealet.
- **Cykelbane i rundkørslen (A)**, hvor der afmærkes cykelbane langs cirkulationsarealet.
- **Farvet afmærkning (B)**, hvor cykelsti eller -bane etableres med blå farve.
- **Tilbagetrukket cykelsti udenfor rundkørslen (C)**, hvor cykelstien trækkes 10-15 m tilbage og cyklisterne pålægges vigepligt ved krydsning af til- og frafartsbanerne.
- **Ingen cykelinfrastruktur i rundkørslen (D)**, hvor evt. cykelinfrastruktur afsluttes før rundkørsel, og cyklisterne skal cykle sammen med biltrafikken i cirkulationsarealet.



## 7.2 Effekterne

	Effekt for cyklisterne				
	Cykelsti i rundkørsel	Cykelbane i rundkørsel	Farvet afmærkning på cykelsti og -bane	Tilbagetrukket cykelsti udenfor rundkørsel	Ingen cykelinfrastruktur i rundkørsel
<b>Trafiksikkerhed</b>					
<b>Oplevet tryghed</b>					
<b>Fremkommelighed</b>					

Cykelfacilitet i 1-sporede rundkørsler	Ulykkesrisiko: Cykel- og knallertulykker pr. mio. cykler (person- og materielskade) *
Cykelsti uden farve i rundkørsel	1,3
Cykelsti i rundkørsel, alle	1,6
Cykelsti med farve i rundkørsel	1,8
Cykelsti uden farve i rundkørsel	2,0
Cykelbane i rundkørsel, alle	2,1
Cykelbane med farve i rundkørsel	2,2
Tilbagetrukket cykelsti udenfor rundkørsel	0,5
Ingen cykelinfrastruktur i rundkørsel	0,9
<b>Gennemsnit</b>	<b>1,7</b>

\* Ulykkesrisikoen er her angivet pr. cykel og ikke pr. bil. Noget af forskellen i ulykkesrisiko kan derfor forklares med, at nogle løsninger benyttes hyppigere ved meget biltrafik end andre.

### Trafiksikkerhed

Etablering af rundkørsler er generelt et godt trafiksikkerhedstiltag. Kombinationen af rundkørsler og cykeltrafik udgør imidlertid en trafiksikkerhedsmæssig udfordring. Den bedste sikkerhedsmæssige løsning fås ved 100 % separation via en tilbagetrukket cykelstisløsning udenfor rundkørslen, eller næstbedst ved 100 % integration med biltrafikken i rundkørslen, dvs. ved ikke at have cykelfaciliteter i rundkørslen. Risikoen for cykel- og knallertulykker er ca. 1/3 og 1/2 i hhv. rundkørsler med tilbagetrukket cykelsti og rundkørsler uden cykelfaciliteter i forhold til den gennemsnitlige ulykkesrisiko for cykel- og knallertulykker i byrundkørsler.

Dårligst sikkerhed fås især, hvis der er cykelbane i rundkørslen, men også i nogen grad, hvis der er cykelsti. Ulykkesrisikoen for cykler og knallerter er ca. den samme i rundkørsler med cykelsti som i byrundkørsler generelt, mens den er 20-30 % højere i rundkørsler med cykelbane. Ulykkesrisikoen er allerhøjest, både ved cykelbane og cykelsti, hvis disse er farvede (f.eks. blå), idet ulykkesrisikoen er hhv. ca. 10 % og 40 % højere.

Derudover gælder det, at rundkørsler med hastighedsdæmpende foranstaltninger, ingen eller få fodgængerfelter samt få og vinkelrette vejgrene giver den laveste risiko for cykel- og knallertulykker. Det kan i praksis være en udfordring at sikre få og vinkelrette vejgrene, da rundkørsler ofte netop etableres, fordi der er mange og "skæve" vejgrene. Fodgængerfelter har en vigtig funktion i forhold til krydsende fodgængere.

### **Oplevet tryghed**

Størst grad af separation af cykel- og biltrafik, dvs. tilbagetrukket cykelsti udenfor rundkørslen efterfulgt af cykelsti i rundkørslen, giver størst grad af oplevet tryghed blandt cyklisterne. Dette skyldes, at cyklisterne her får deres eget, dedikerede areal, som er fysisk adskilt fra kørebane og fortov via kantsten, rabat el.lign. Ved cykelbane i rundkørslen er adskillelse fra kørebanen ikke fysisk, men kun etableret via afmærkning, hvorfor graden af oplevet tryghed er tilsvarende mindre.

Blå farve på enten cykelsti eller -bane øger generelt cyklisternes oplevede tryghed, da det gør det tydeligere, at dette er et cykelareal samtidig med, at cyklisterne i større grad føler sig prioriteret.

Størst oplevet utryghed blandt cyklister findes i rundkørsler uden cykelfaciliteter, idet cyklisterne her bliver blandet med og skal dele kørebaneareal med biltrafikken. Dette kan i særlig grad være en udfordring for usikre cyklister såsom børn og ældre, og især opleves som utrygt, hvis der er høj hastighed, meget tung trafik, smalle kørespor i rundkørslen og cykelinfrastruktur på strækningen, som afsluttes lige før rundkørslen.

### **Fremkommelighed og andre effekter**

Dårligst fremkommelighed for cyklister opnås ved tilbagetrukket cykelsti udenfor rundkørslen, hvor cyklisterne typisk får både en omvej og tillagt vigepligt. Ved dobbeltretning af den tilbagetrukne cykelsti kan venstresvingende cyklister dog opnå en genvej.

Cykelsti og -bane giver bedst fremkommelighed, da de cyklende her normalt cykler den korteste vej gennem rundkørslen samtidig med, at biltrafikken, som skal ind i og ud af rundkørslen, har vigepligt for de cirkulerende cyklister.

Ingen cykelfacilitet i rundkørslen giver også den korteste vej gennem rundkørslen, men her har de cyklende ikke eget areal og risikerer derfor, at meget biltrafik/bilkø kan forsinke indkørsel i rundkørsel og spærre for cykeltrafikken i selve cirkulationsarealet.

Blå farve har i begrænset grad betydning for de cyklendes fremkommelighed, og har som minimum ikke negativ betydning for denne parameter.

## **7.3 Brugsområde**

Rundkørsler er på mange måder et godt tiltag, men kan i byer være en udfordring for cykeltrafikken. Signalregulerede kryds vil således ofte give bedre sikkerhed for cyklisterne, især hvis der sammenlignes med en traditionel rundkørsel med cykelfaciliteter i rundkørslen.

En rundkørsel med tilbagetrukket cykelsti udenfor rundkørslen og en rundkørsel uden cykelfaciliteter giver bedst sikkerhed for de cyklende, men giver henholdsvis dårlig fremkommelighed og lav oplevet tryghed. Valg af løsning kan således kræve en prioritering mellem sikkerhed, oplevet tryghed og fremkommelighed for de cyklende.

Pladsbehov indgår også i denne ligning, da en rundkørsel med tilbagetrukket cykelsti udenfor rundkørslen er mere pladskrævende end de andre varianter. I byområder kan det derfor ofte være vanskeligt at få tilstrækkelig plads til en sådan løsning.

## 7.4 De vigtigste kilder

Daniels, S. m.fl. (2009). Injury crashes with bicyclists at roundabouts: influence of some location characteristics and the design of cycle facilities. *Journal of Safety Research*.

Daniels, S., Nuyts, E., & Wets, G. (2008). The effects of roundabouts on traffic safety for bicyclists: An observational study.

Hels, T., & Møller, M. (2007). Cyklistsikkerhed i rundkørsler. Danmarks Transportforskning.

Høye, A. (2017). Trafiksikkerhed for syklister, rapport 1597, Transportøkonomisk institutt.

Høye, A., Sørensen, M., & de Jong, T. (2015). Separate sykkelanlegg i by. rapport 1447, Transportøkonomisk institutt.

Jensen, M. m.fl. (2020). Udformning af rundkørsler i byer og sikkerhed for cyklister – Litteratur og effektstudie, Via Trafik.

Jensen, M.; Sørensen, M. & Wandall, N. (2021). Sikkerhed for cyklister i byrundkørsler og -kryds med forskellig udformning – En før-efter ulykkesevaluering, Via Trafik.

Jensen, S. (2013). Cyklisters sikkerhed i rundkørsler - sammenfatningsrapport. Trafitec.

Jensen, S. (2013). Evaluering af effekter af rundkørsler med forskellig udformning, Trafitec.

Jensen, S., & Madsen, P. (2012). Rundkørsler, sikkerhed og cyklister, Trafitec.

Jørgensen, E., & Jørgensen, N. (2002). Trafiksikkerhed i rundkørsler i Danmark. Vejdirektoratet.



# 8 Cykelinfrastruktur ved busstoppesteder

## 8.1 Tiltaget

På veje med *cykelsti* etableres busstoppesteder typisk som:

- **Busstoppested med et bredt helleanlæg** mellem cykelsti og kørebane, hvor ventende passagerer kan opholde sig, og hvor passagerer fra bussen har et udstigningsareal
- **Busstoppested med et smalt helleanlæg** mellem cykelsti og kørebane, hvor venteareal på fortov er suppleret med et lille vente-/udstigningsareal
- **Busstoppested på fortov**, hvor ventende passagerer skal opholde sig på fortovet, og hvor afstigende passagerer skal stige af direkte ud på cykelstien.

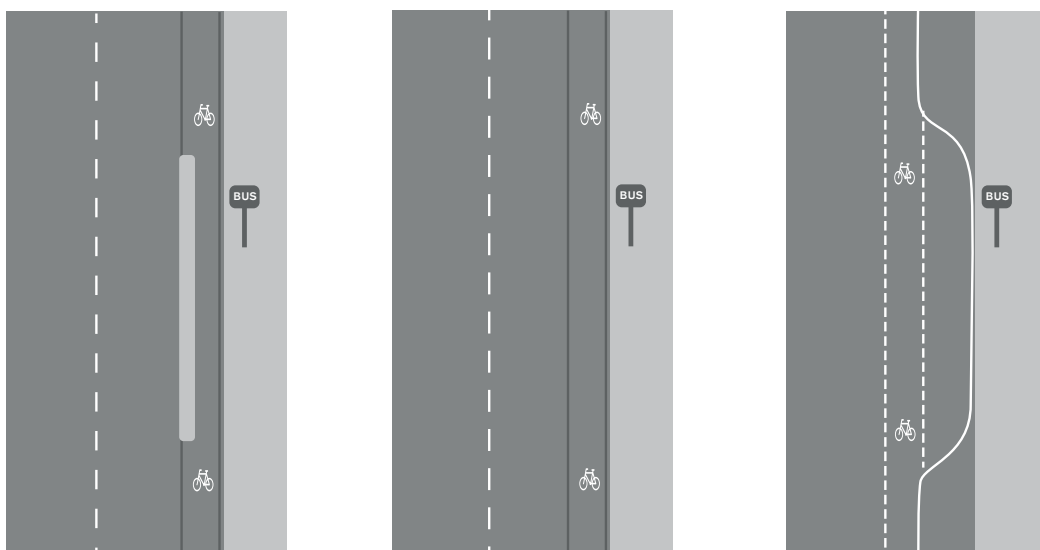
På veje med **cykelbane** etableres typisk følgende løsninger i forbindelse med busstoppesteder:

- **Forstærket cykelbane**, hvor cykelbanen opgraderes til cykelsti, og ovenstående cykelstiløsninger benyttes
- **Busstoppested på fortov**, hvor bussen kører ind og holder på cykelbanen, så cyklister må vente bagved bussen
- **Busstoppested i buslomme**, hvor cykelbanen ledes venstre om buslommen.










På veje *uden cykelfaciliteter* etableres busstoppestedet typisk ved fortovs-kanten, hvor cyklister må vente bag den holdende bus.

Busstoppesteder kan uafhængigt af evt. cykelløsning også placeres midt i vejen, men dette ses ofte kun ved BRT-ruter (Bus Rapid Transit).

Ved etablering af bushelle er det vigtig, at denne er så bred, at buspassagerer kan foretage på- og afstigning samt orientere sig uden at komme i konflikt med cyklisterne.



## 8.2 Effekterne

	Effekt for cyklisterne		
	Busstoppested ved cykelsti	Busstoppested ved cykelbane	Bushelle
<b>Trafiksikkerhed</b>			
<b>Oplevet tryghed</b>			
<b>Fremkommelighed</b>			

### Trafiksikkerhed

Busstoppesteder på veje med cykelsti og -bane udgør en trafiksikkerhedsmæssig udfordring især i form af konflikter og ulykker mellem cyklister og buspassagerer. Ulykkesrisikoen er særlig stor ved dobbeltrettede cykelstier.

Busheller reducerer generelt risikoen for ulykker mellem passagerer og cyklister.

Mange passagerer og cyklister kender ikke vigepligtsreglerne ved busstoppesteder (passagererne har vigepligt, når der er bushelle, mens cyklisterne har vigepligt, når der ikke er bushelle). Dette manglende kendskab udgør et stort sikkerhedsmæssigt problem.

Udenlandske studier finder, at der generelt er færrest cykelulykker ved stoppesteder, der er placeret midt på vejen. Denne løsning ses dog typisk kun ved BRT-ruter. Samtidig finder de, at buslommer er lidt mere trafiksikre end stoppesteder ved fortovs kant.

### Oplevet tryghed

Både cyklister og buspassagerer oplever trafiksituationen ved busstoppesteder som utryk, og studier fra bl.a. Aalborg Kommune viser, at både cyklister og buspassagerer jævnligt oplever utrygge situationer og potentielle konflikter ved busstoppestederne. Der er f.eks. ca. 80 % af de adspurgte cyklister og ca. 40 % af de adspurgte buspassagerer, som føler sig utrygge, når de enten cykler forbi et busstoppested eller stiger ind og ud ad bussen.

Kampagner og tiltag som f.eks. farvet belægning på cykelstierne ved busstoppestederne kan have en lille men positiv effekt på cyklisternes og passagerernes oplevede tryghed.

### Fremkommelighed og andre effekter

Busstoppesteder på veje med cykelsti og -bane medfører generelt forringet fremkommelighed for cyklisterne, fordi de enten skal vige for buspassagerer, sænke farten og sikre sig at passagererne overholder deres vigepligt eller vente bag ved bussen.

Etablering af busheller på strækninger med cykelsti, som pålægger på- og afstigende passagerer vigepligt, og etablering af buslommer på strækninger med cykelbane, som muliggør forbikørsel af en holdende bus, kan reducere den negative fremkommelighedseffekt.

### 8.3 Brugsområde

Kombinationen af busstoppesteder og dobbeltrettede cykelstier bør kun etableres, hvis der kan skabes en bred skillerabat mellem cykelsti og stoppested.

Når der er cykelsti, er det hensigtsmæssigt, at der etableres busheller. På steder med trange pladsforhold kan det dog være nødvendigt at udelade busheller og lade på- og afstigning foregå direkte på cykelstien.

Hvis et stoppested etableres på en strækning med cykelbane anbefales "forstærket cykelbane" eller cykelbane foran buslommen.

### 8.4 De vigtigste kilder

Baier, R. m.fl. (2007). Potenziale zur Verringerung des Unfallgeschehens an Haltestellen des ÖPNV/ÖPSV.

Berge, S. H., Hagen, O. H. & Phillips, R. O. (2019). Effekt av holdeplasser på trafiksikkerhet og fremkommelighet. TØI.

Høye m.fl. (2020). Trafikksikkerhetshåndboken (Holdeplasser for buss og trikk), TØI.

Jensen, S. U. (2006). Effekter af cykelstier og cykelbaner, Trafitec.

Nordjyllands Trafikselskab m.fl. (2018). Undgå KLASK! - Tryghed i mødet med bussen.

Vejdirektoratet (2016). Kollektiv bustrafik og BRT.



# 9 Bilparkering langs cykelsti og cykelbane

## 9.1 Tiltaget

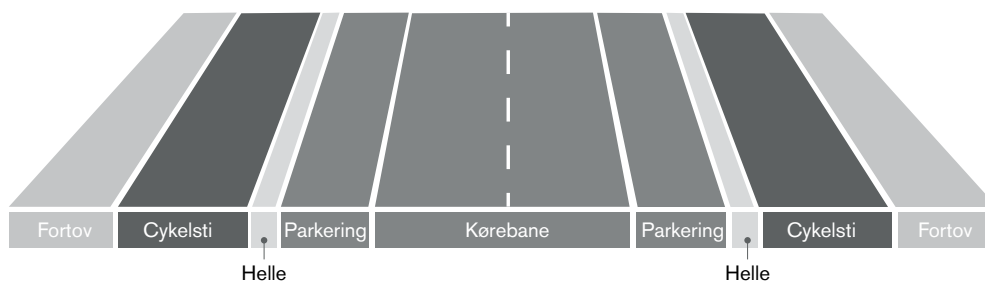
Parkering *langs cykelstier* etableres mellem cykelsti og kørebane, og kan etableres som:

- **Langsgående (parallel) kantstensparkering** med eller uden afmærket parkering
- **Langsgående (parallel) kantstensparkering** i kantstensafgrænset parkeringslomme
- **Skrå- eller vinkelret parkering**, hvor bilerne holder skråt eller vinkelret på cykelstien.
















Parkering *langs cykelbane* kan både etableres mellem cykelbane og kørebane og mellem cykelbane og fortov, hvor det sidste dog sjældent ses her i Danmark. Skrå- eller vinkelret parkering frarådes, og parkering etableres derfor typisk som:

- **Langsgående (parallel) parkering** i afmærkede båse
- **Langsgående (parallel) parkering** i parkeringsspor.

For at minimere risikoen for, at åbning af bildøre ved langsgående parkering medfører cykelulykker, bør konfliktpunktet mellem udstigende parkanter og cyklister synliggøres ved at etablere en sikkerhedsbuffer (f.eks. en repos) mellem parkeringsarealet og cykelstien/-banen. Dette virker også som helle for fodgængerne. Reposen bør være mindst være 0,8 m bred, og 1,5-2,0 m hvis den bruges af langsgående fodgængere.



## 9.2 Effekterne

	Effekt for cyklisterne				
	Parallelparkering langs cykelsti	Skrå- eller vinkelret parkering ved cykelsti	Parallelparkering langs cykelbane	Sikkerhedszone	Parkeringsforbud
<b>Trafiksikkerhed</b>					
<b>Oplevet tryghed</b>					
<b>Fremkommelighed</b>					

### Trafiksikkerhed

Parallelparkering af biler langs cykelsti og -bane kan øge risikoen for konflikter og cykelulykker - især i forbindelse med åbning af bildøre og fodgængere som krydser cykelstien/-banen til/fra de parkerede biler.

Skrå- og vinkelret parkering har begrænset betydning i forhold til cyklister på cykelstien, men giver som følge af bl.a. bakkende biler en generel høj ulykkesrisiko.

Etablering af sikkerhedszoner (afmærket eller repos) mellem cykelsti/-bane og parkering kan være et godt men pladskrævende tiltag til at forbedre cyklisternes sikkerhed. En sikkerhedszone mindsker risikoen for døryllykker med cyklister, og giver samtidig et opholdsareal for fodgængere og passagerer til og fra biler, så risikoen for cyklist-fodgængerkonflikter også reduceres.

Parkeringsforbud kan minimere disse trafiksikkerhedsproblemer, men flytning af parkeringstilbuddet til sidevejene vil øge sidevejstrafikken og dermed bl.a. øge risikoen for krydsulykker.

### Oplevet tryghed

Parkering langs cykelsti og -bane, og i særlig grad døråbninger, har en utryghedsskabende effekt for cyklisterne. I en spørgeundersøgelse fra Østrig svarer f.eks. over 80 % af de adspurgte cyklister, at parallelparkering langs cykelstien opleves utrygt. Skrå- eller vinkelret parkering ved cykelsti giver ikke de samme udfordringer med døråbninger.

Etablering af en sikkerhedszone mellem cykelsti/-bane og parkering eller øget bredde af cykelsti/-bane kan reducere cyklisternes oplevede utryghed. Samtidig kan en farvet cykelbane sandsynligvis øge parkanternes opmærksomhed, hvilket også kan medvirke til at reducere den oplevede utryghed.

### Fremkommelighed og andre effekter

Parkering langs med og tæt på cykelstier og -baner kan påvirke cyklisterne til at sænke hastigheden - både som følge af det fysisk indsnævrede gaderum og for at kunne nå at bremse/vige ved evt. åbning af bildøre eller krydsende parkanter på cykelstien/-banen.

Etablering af en sikkerhedszone mellem cykelsti/-bane og parkering eller øget bredde af cykelsti/-bane kan reducere denne fremkommelighedsdæmpende effekt.

Farvet cykelbane kan tydeliggøre cykelbanens brug og gøre bilisterne opmærksomme på ikke at parkere på eller for tæt på cykelbanen samt være særligt opmærksomme ved åbning af døre og krydsning af cykelbane. Dette kan sandsynligvis have en gavnlig effekt på fremkommeligheden.

Biler, som ulovligt parkerer helt eller delvist på en cykelbane, reducerer cyklisternes fremkommelighed, da cyklisterne må vige/bremse.

### 9.3 Brugsområde

Parkering langs med cykelsti og -bane skaber generelt udfordringer for cyklisterne både med hensyn til sikkerhed, oplevet tryghed og fremkommelighed. Hvis der etableres parallelparkering langs cykelsti eller cykelbane, bør der være en sikkerhedsbuffer mellem parkering og cykelinfrastruktur. Det er derfor nødvendigt, at gaderummet har en vis bredde.

Skrå- eller vinkelret parkering er ikke velegnet på trafikveje eller lokalveje med en vis mængde gennemfartstrafik af hensyn til sikkerheden på kørebanen.

### 9.4 De vigtigste kilder

Andersen, T. (2019). Idékatalog for cykeltrafik. Cycling Embassy of Denmark.

Høye, A. (2017). Trafiksikkerhet for syklister. TØI.

Høye, A., Sørensen, M. W. J. & de Jong, T. (2015). Separate sykkelanlegg i by. TØI .

Jensen, S. U., Rosenkilde, C. & Jensen, N. (2007). Sikkerhed og tryghed på cykelstier i København. Dansk Vejtidskrift.

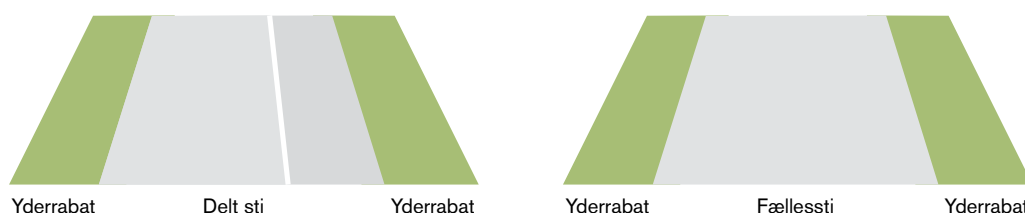
Graser, A. m.fl. (2014). Safety of urban cycling: A study on perceived and actual dangers. Transport Research Arena (TRA), Paris.



# 10 Delt sti og fællessti

## 10.1 Tiltaget

Delte stier og fællesstier er færdselsarealer forbeholdt cyklister og fodgængere, hvor de to trafikantgrupper ikke er fysisk adskilt. På en delt sti er cyklister og fodgængere adskilt via afmærkning, belægning eller andet. På en fællessti er cyklister og fodgængere ikke adskilt, og de skal således deles om stiaarealet. Delte stier og fællesstier kan anlægges langs vej eller i eget tracé, og de kan både være ens- og dobbeltrettede for cyklisterne.



Hensigten med delte stier og fællesstier er at forbedre forholdene for cyklister og fodgængere på strækninger uden infrastruktur for de lette trafikanter ved at sikre, at de får egne arealer/ruter adskilt fra biltrafikken. Tiltagene anlægges typisk som stier i eget tracé og benyttes på veje, hvor der er få cyklister og fodgængere og begrænset med plads, og hvor det således er vanskeligt at etablere cykelsti og fortov.

## 10.2 Effekterne

	Effekt for cyklisterne	
	Delt sti	Fællessti
Trafiksikkerhed	☹️	☹️
Oplevet tryghed	😊	☹️
Fremkommelighed	😊	☹️

### Trafiksikkerhed

Den sikkerhedsmæssige effekt af delte stier og fællesstier er tvetydig og afhænger af mange parametre. Antal ulykker mellem cyklister og motorkøretøjer på strækninger kan i sammenligning med blandet trafik reduceres. Derimod kan tiltagene medføre en stigning i alvorlige krydsulykker. Det gælder i særlig grad, hvis stierne er dobbeltrettede, hvor det kan overraske bilisterne, at der kommer cyklister fra den "forkerte" side.

Stierne kan også i sammenligning med cykelsti og fortov give et øget konfliktniveau internt mellem de lette trafikanter som følge af den manglende fysiske adskillelse. Det gælder i særlig grad for fællesstier, hvor cyklister og fodgængere er blandet, og ved dobbeltrettede stier hvor der er modkørende cyklister på et relativt smalt tværsnit.

### **Oplevet tryghed**

Delte stier og fællesstier opleves generelt som mere trygge end cykelbaner eller veje uden cykelfaciliteter. Dette skyldes, at cyklisterne her er fysisk adskilt fra biltrafikken og har et eget dedikeret færdselsareal (på nær i kryds).

Delte stier giver samlet set størst oplevet tryghed, da cyklisterne her også er adskilt fra fodgængerne, mens der på fællesstier kan opstå konflikter med fodgængere. Det er dog især cyklisterne, som kan gøre det utrygt for fodgængerne og ikke omvendt.

### **Fremkommelighed og andre effekter**

Delte stier giver cyklisterne relativ god fremkommelighed, da de har deres eget areal, og sti i eget trace giver også mulighed for nogle mere direkte ruter (men også omveje). Fremkommeligheden er dog ikke helt så god som på en cykelsti, der er fysisk adskilt fra fodgængere.

Delte stier giver også mulighed for etablering af mere direkte ruter, men blanding af cyklister og fodgængere (herunder hundeluffere, legende børn m.fl.) vil typisk give et lavt hastighedsniveau, medmindre der er meget få fodgængere.

Afhængig af stibredde kan modkørende cyklister på dobbeltrettede delte stier eller fællesstier have en vis fremkommelighedsreducerende effekt, især i kurver.

Udformningen ved kryds er afgørende for den samlede fremkommelighed og oplevelse af delte stier og fællesstier.

## **10.3 Brugsområde**

Delte stier og fællesstier etableres typisk kun, hvis antallet af cyklister og fodgængere er lille, eller hvor pladsforholdene er begrænsede, så det ikke er muligt at etablere både fortovej og cykelsti eller -bane.

Dobbeltrettede stier i åbent land kan være en god løsning, hvis det betyder, at krydsning(er) af vej kan undgås f.eks. i forbindelse med skoler, boldbaner og lignende.

Dobbeltrettede stier er ikke velegnede langs veje, hvor der er mange sideveje eller ind- og udkørsler på tværs af stien, da bilisterne ikke altid er opmærksomme på, at der kan komme cyklister fra den "forkerte" side.

## **10.4 De vigtigste kilder**

Høye A., Sørensen M. W. J. og de Jong T. (2015). Separate sykkelanlegg i by - Effekter på sikkerhet, fremkommelighet, trygghetsfølelse og transportmiddelvalg, TØI.

Høye, A. (2017). Trafiksikkerhet for sykklister. TØI.

Høye, A. m.fl. (2020). Trafikksikkerhetshåndboken, TØI, <https://tsh.toi.no/>.

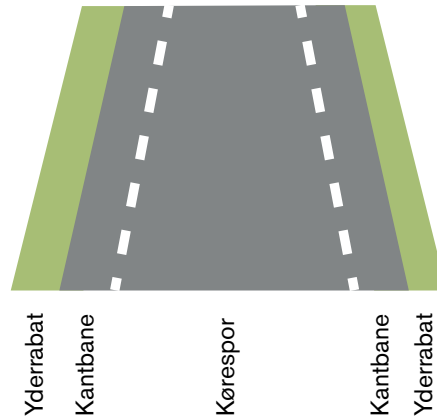
Jensen, S. & Johannessen, K. (2006). Svendborg sikker by, Dansk Vejtidsskrift.



# 11 2 minus 1-vej

## 11.1 Tiltaget

En 2 minus 1-vej er en vej, som visuelt kun har et enkelt kørespor, men som er dobbeltrettet og benyttes af trafikanter i begge retninger. Der er brede kantbaner, afmærket med brudte/punkterede kantlinjer i begge sider af vejen, der skal benyttes som vigeareal, når to modkørende biler mødes. Kantbanerne skal også benyttes af cyklister og fodgængere.



Det er vigtigt, at kantbanerne ikke er så brede, at de kan forveksles med kørespor for biltrafikken.

Hensigten med 2 minus 1-veje er dels at forbedre forholdene for cyklister og fodgængere inden for det eksisterende vejprofil og dels at forbedre trafiksikkerheden ved at reducere kørehastigheden og øge afstanden mellem kørespor og faste genstande langs vejen.

## 11.2 Effekterne

Selvom tiltaget er blevet etableret i mange danske kommuner, findes der kun få studier, som har undersøgt effekten for cyklisterne i Danmark eller andre lande.

	Effekt for cyklisterne
Trafiksikkerhed	😊
Oplevet tryghed	😐
Fremkommelighed	😐

### Trafiksikkerhed

Danske og hollandske evalueringsstudier viser, at etablering af 2 minus 1-veje giver en signifikant reduktion i det samlede antal ulykker på ca. 25 %. Effekten på ulykker med cyklister er i mindre grad undersøgt, men ser ud til at være i samme størrelsesorden.

Hastighedsmålinger fra både Danmark, Sverige, Holland og Tyskland viser, at gennemsnitshastigheden på de fleste strækninger falder med typisk 2-5 km/t - særligt hvis 2 minus 1-vejen suppleres med hastighedsdæmpende foranstaltninger og/eller nedsat hastighedsgrænse. Dette har en positiv effekt i forhold til både generel sikkerhed og sikkerhed for cyklister på strækningen.

Derimod viser flere studier, at biler og cyklister, efter ombygning til 2 minus 1-vej, passerer hinanden med kortere afstand mellem hinanden end før ombygningen, hvilket kan have en negativ effekt på sikkerheden. Derudover kan en stigning i antallet af cyklister og fodgængere, som bruger kantbanen, øge risikoen for konflikter mellem disse to trafikantgrupper. Endelig kan det udgøre en sikkerhedsmæssig risiko, hvis bilister og/eller cyklister misforstår 2 minus 1-vejene og ikke færdes på dem efter hensigten.

### **Oplevet tryghed**

Nogle studier viser, at cyklisterne føler sig mere trygge på 2 minus 1-vejene, efter de er blevet "adskilt" fra biltrafikken med den punkterede kantlinje. Samtidig har den observerede hastighedsreduktion generelt en gavnlig effekt på cyklisternes oplevede tryghed.

Andre studier viser, at cyklisterne ikke føler sig mere trygge, og at de oplever, at de bliver presset af vejen, når biler viger for hinanden ved vejindsnævninger eller ved mødesituationer mellem to biler. Den observerede kortere afstand mellem biler og cykler er også noget, som generelt bidrager til lavere oplevet tryghed blandt cyklisterne.

Forskellen i effekten kan hænge sammen med forskelle i trafikmængderne, så cyklisterne føler sig trygge på 2-1 veje med lidt trafik og utrygge på 2-1 veje med relativt meget trafik.

### **Fremkommelighed og andre effekter**

Betydningen af tiltaget på fremkommeligheden for cyklister er ikke evalueret i nogen studier. Effekten er sandsynligvis minimal.

På den ene side kan den brede kantbane sikre god fremkommelighed for cyklisterne i forhold til et traditionelt tværprofil af en smal vej.

På den anden side kan fodgængere, som går på kantbanen, og bilernes brug af kantbanen ved mødesituationer, reducere fremkommeligheden. Fremkommeligheden vil sandsynligvis være lavere end på dedikerede anlæg til cyklisterne som f.eks. cykelsti.

Forskellen i effekten på fremkommelighed kan som ved oplevet tryghed forklares med, om der er lidt eller meget biltrafik.

## **11.3 Brugsområde**

2 minus 1-veje kan bruges på smalle veje med lav trafik, lav hastighed og gode oversigtsforhold. Konkret anbefales følgende brugsområde:

- Spidstimetrafikken bør ikke overskride 300 køretøjer/t, og ÅDT (årsdøgntrafikken) bør ikke være højere end 3.000 køretøjer/døgn.
- Hastighedsgrænsen må maksimalt være 50 km/t i byområder og 60 km/t uden for byområder.
- Der skal være mødesigt svarende til den valgte hastighedsgrænse for at sikre, at trafikanter kan nå at vige, hvis de møder modkørende.
- 2 minus 1-veje bør ikke etableres på veje med stort parkeringsbehov i vejsiden.
- 2 minus 1-veje bør suppleres med hastighedsdæmpende foranstaltninger.

## **11.4 De vigtigste kilder**

COWI (2015). 2 minus 1 veje - erfaringsopsamling. Vejdirektoratet.

Lund, B. I C. (2015). Trafiksikkerhedsanalyse af '2-1' veje. Trafitec.

Erke, A. & Sørensen, M. (2008). Veger med inntrukken kantlinje udenfor tettbygd strøk: Tiltak for syklistar og gåande? TØI.

# 12 Tilladt cykling mod ensretningen

## 12.1 Tiltaget

En ensrettet vej er en vej, hvor trafikken kun må køre i én retning. Ensrettede veje kan medføre u hensigtsmæssig omvejskørsel for cyklisterne, og for at undgå dette kan cykling mod ensretningen tillades. Dette gøres via skiltning med "Ensrettet" (E 19) og undertavlen "Cykler undtaget" (U 5) eller tilsvarende ved indkørslen - og tavlen "Motorkøretøj, stor knallert, traktor og motorredskab forbudt" (C 22,1) ved udkørslen.

Udover skiltning kan tiltaget også omfatte en række fysiske eller opmærkningstiltag såsom etablering af cykelsti eller -bane mod ensretningen. Disse bør etableres med en bredde som øvrige stier.



## 12.2 Effekterne

	Effekt for cyklisterne
Trafiksikkerhed	😊
Oplevet tryghed	😊
Fremkommelighed	😊

### Trafiksikkerhed

Mange studier fra flere forskellige lande viser, at tiltaget samlet set ikke medfører trafiksikkerhedsmæssige problemer, men at tiltaget tværtimod forbedrer trafiksikkerheden. Samtidig ser det ud til, at det er mere farligt at cykle med køreretningen i ensrettede gader, end det er at cykle mod ensretningen.

Forklaringerne på bedre sikkerhed er mange:

- Det er sikrere at køre imod hinanden (fire øjne ser bedre end to)
- Der bliver mindre ulovlig fortovs cykling
- Der bliver flere cyklister og færre biler
- Bilernes hastighedsniveau reduceres
- Der bliver øget opmærksomhed og hensyn

- Der bliver kortere cykelture
- Der sker overflytning af cykeltrafikken fra det overordnede vejnet til lokalvejene
- Der bliver færre ulykker med parkerede biler.

Kryds, gadeparkering og krydsende fodgængere udgør imidlertid en trafiksikkerhedsmæssig udfordring, og dette er derfor noget, man skal være særlig opmærksom på ved den konkrete udformning af tiltaget.

Det er på baggrund af studierne ikke muligt at kvantificere effektstørrelsen.

#### **Oplevet tryghed**

Tiltaget forbedrer cyklisteres oplevede tryghed, samtidig med at det giver en markant forbedring af tilfredsheden, da cyklisterne i større grad bliver set og føler sig prioriterede. Dette er derfor et tiltag, som cykelorganisationer i flere lande ønsker at få udbredt mere. Bilister, erhvervschauffører og fodgængere er generelt mindre positive over for tiltaget.

#### **Fremkommelighed og andre effekter**

Formålet med tiltaget er primært at forbedre cyklisternes fremkommelighed. Selv om virkningen ikke er kvantificeret, synes dette formål opfyldt. Dette kan især forklares med kortere rute (genvej) og bedre fremkommelighed ved cykling på kørebanen end ved ulovlig cykling på fortov.

### **12.3 Brugsområde**

Idet dette er et entydigt godt cykeltiltag, kan det bruges i de fleste ensrettede bygader, hvor der er et ønske om at forbedre forholdene for cyklisterne. Der bør dog laves en konkret vurdering for den aktuelle gade med særlig fokus på om og hvordan kryds, gadeparkering og fodgængerkrydsninger kan udformes på en hensigtsmæssige måde.

### **12.4 De vigtigste kilder**

Alrutz, D. m.fl. (2002). Verkehrssicherheit in Einbahnstrassen mit gegengerichtetem Radverkehr, Strassenverkehrstechnik, nr. 6/2002.

Bjørnskau, T. m.fl. (2012). Sykling mot enveiskjøring. Effekter av å tillate toveis sykling i enveisregulerte gater i Oslo, TØI.

Chalanton, I. & Dupriez B. (2014). Safety aspects of contraflow cycling - Detailed analysis of accidents involving cyclists on cyclist contraflows in the Brussels-Capital Region, VIAS.






Hülsen, H. (1993). Unfälle mit Radfahrern in Bayern, Beratungsstelle für Schadenverhütung, Mitteilungen, Nr. 33, Köln.

Høye, A. m.fl. (2020). Trafikksikkerhetshåndboken, TØI, <https://tsh.toi.no/>.

PRESTO (2012). Contraflow cycling, Promoting cycling for everyone as daily transport mode.

# 13 Sammenfatning

Effekten af de 12 udvalgte vejtekniske løsninger på cyklisters sikkerhed, oplevede tryghed og fremkommelighed er sammenfattet i den efterfølgende tabel. Effekterne er ind delt i fem overordnede kategorier:

-  Positiv effekt, som er veldokumenteret
-  Sandsynligvis positiv effekt
-  Ingen/usikker/afhængig effekt
-  Sandsynligvis negativ effekt
-  Negativ effekt, som er veldokumenteret

De 12 vejtekniske løsninger er inddelt i 29 løsningsvarianter.

Oversigten viser, at de fleste løsningsvarianter typisk har både positive og negative effekter. Der er således kun ganske få løsninger, som har en positiv effekt på både sikkerhed, oplevet tryghed og fremkommelighed. De løsninger, hvor det er tilfældet, er; førgrønt i signalregulerede kryds, bushelle ved busstoppesteder, sikkerhedszone ved gadeparkering og tilladt cykling mod ensretningen i ensrettede gader. Dette er således løsninger, som er entydigt gode cykelløsninger.




























Enkelte af de vejtekniske løsninger har ingen positive effekter i forhold til trafiksikkerhed, oplevet tryghed og fremkommelighed. I disse tilfælde kan løsningerne dog forbedres ved brug af supplerende tiltag.

For de resterende løsninger er det nødvendigt at prioritere mellem sikkerhed, oplevet tryghed og fremkommelighed for cyklisterne, når man skal vælge løsning.

Endelig viser oversigten, at effekterne ofte er "sandsynlige" og sjældent så veldokumenterede i gode studier, at det er muligt at angive et effektestimater på en troværdig måde. Det er især effekterne på oplevet tryghed og fremkommelighed, der sjældent er blevet talfæstet.

Tiltag	Trafik-sikkerhed	Oplevet tryghed	Fremkom-melighed
<b>Afkortet cykelsti i signalregulerede kryds</b>			
<b>Fremført cykelsti i signalregulerede kryds</b>			
a. Ved siden af en separat højresvingsbane			
b. Ved siden af en kombineret ligeud- og højresvingsbane			
<b>Cykelbane mellem ligeud- og højresvingsbane</b>			
<b>Fremført cykelsti med forkudt passage</b>			
<b>Dobbeltrettede cykelstier i kryds</b>			
a. Separat reguleret signalregulering			
b. Vigepligtsreguleret T-kryds hvor bilister har vigepligt			
c. Vigepligtsreguleret T-kryds hvor cyklister har vigepligt			
<b>Cykelsignaler i kryds</b>			
a. Separat regulering			
b. Før-grønt			
c. Før-rødt			
d. Højresvingspil			
<b>Cykelinfrastruktur i byrundkørsler</b>			
a. Cykelsti i rundkørsel			
b. Cykelbane i rundkørsel			
c. Farvet afmærkning på cykelsti og -bane			
d. Separat cykelsti udenfor rundkørsel			
e. Ingen cykelinfrastruktur i rundkørsel			
<b>Cykelinfrastruktur ved busstoppesteder</b>			
a. Busstoppested ved cykelsti			
b. Busstoppested ved cykelbane			
c. Bushelle			

Sammenfatning

Tiltag	Trafik-sikkerhed	Oplevet tryghed	Fremkom-melighed
<b>Bilparkering langs cykelsti og cykelbane</b>			
a. Parallelparkering langs cykelsti			
b. Skrå- eller vinkelret parkering ved cykelsti			
c. Parallelparkering langs cykelbane			
d. Sikkerhedszone			
e. Parkeringsforbud			
<b>Delt sti og fællessti</b>			
a. Delt sti			
b. Fællessti			
<b>2 minus 1-vej</b>			
<b>Tilladt cykling mod ensretningen</b>			

Vejdirektoratet har kontorer i:

Aalborg, Fløng, Middelfart,  
Næstved, Skanderborg  
og København

Find mere information på  
[vejdirektoratet.dk](http://vejdirektoratet.dk)

Vejdirektoratet  
Carsten Niebuhrs Gade 43  
1577 København V

Telefon 7244 3333  
[vd@vd.dk](mailto:vd@vd.dk)  
[vejdirektoratet.dk](http://vejdirektoratet.dk)

