

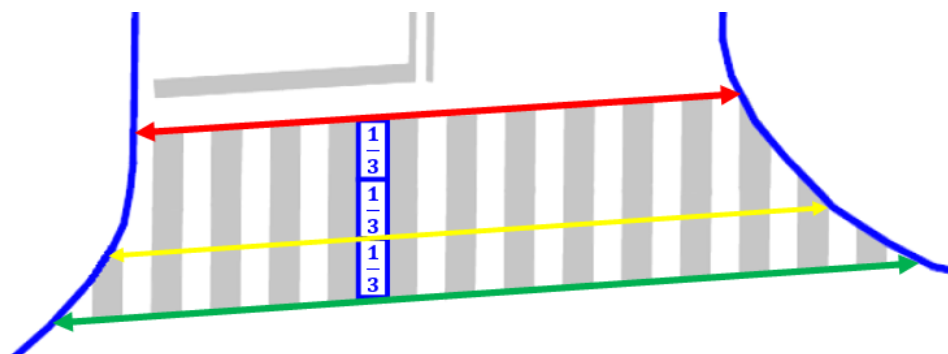


Retningslinjer for projektering

Projektering af signalanlæg, hvor Københavns Kommune er driftsherre, skal udarbejdes i overensstemmelse med disse retningslinjer og tilhørende eksempler. Udgangspunktet er vejreglerne, som altid skal overholdes, men i nogle tilfælde stiller Københavns Kommune skærpede krav. Den endelige udformning vil dog altid være en konkret vurdering.

Sikkerhedstider/Grøntidsfordeling

- Til fodgængere anvendes hastigheden 1,35 m/s for beregning af sikkerhedstid.
 - Heller under 2,0 m antages ikke som et støttepunkt.
 - Til fodgængere anvendes så vidt muligt 1,5 m/s som servicemål for minimumsgrøntiden for at kunne nå at træde ud over den sidste helle, så man kan passere hele fodgængerfeltet i ét omløb. Hvor der skal passeres et delfodgængerfelt, der ikke er signalreguleret (ofte over cykelsti), tages passagetiden af denne så vidt muligt med i komfortkravet i retningen fra delfodgængerfeltet. Hvis hellen mellem signalreguleret og ikke-signalreguleret fodgængerfelt er under 2,0 m, så skal den medtages som en del af fodgængerfeltet.
 - Minimumsgrøntiden kan være lavere, hvis der bruges fodgængerforlængelse.
- Ved fodgængerfelter, hvor længden ikke er ens i hele bredden, skal fodgængere være sikrede langs begge kanter af fodgængerfeltet ift. de mulige svingbevægelser af kørende (dvs. langs både den røde og grønne linje i eksemplet nedenfor). Hvis der er usikkerhed om, hvorvidt kørende overholder deres arealbehovskurver, kan sikkerhedstiden beregnes ved at bruge længden på den del af fodgængerfeltet, som ligger $\frac{1}{3}$ fra den længste del af fodgængerfeltet ift. bredden, som vist med den gule linje i eksemplet.



Trafik

- Der skal udarbejdes både sikkerhedstider, de laveste mulige tider fra grønt til grønt vist med decimaler, og mellemtider, de valgte minimumstider fra grønt til grønt rundet op til det nærmeste hele tal.
 - Mellemtiderne bliver programmeret som en del af det endelige signalprogram.
 - Selve signalgivningen i signalgruppeplanerne kan have større mellemtider end angivet i mellemtidsmatricen, fx hvis anlægget har flere end to faser.
 - Sikkerhedstiderne kan kun undværes ved mindre tilpasninger af eksisterende anlæg, hvis en sikkerhedsmatrice ikke allerede foreligger.
 - Der kan i særlige tilfælde gives tillæg til sikkerhedstiderne. For eksempel ved venstresvingende cyklister i overliggeren af et T-kryds, bundet venstresving som førgrønt og kørsel op eller ned af bakke. Disse tillæg skal beskrives i funktionsbeskrivelsen.
- Der skal redegøres på baggrund af en krydstælling eller andet trafikdata for grøntidsfordelingen og indkoblingstiderne. Dette skal beskrives i afsnit 3 og 4 af funktionsbeskrivelsen.
- Brugerparametre kan defineres i signalprogrammet til brug for eksempelvis styring af grøntidsfordelingen eller aktivering af særlige situationer.
- Ved anvendelse af kørekurver skal køremåde A for 15 km/t tilstræbes. Anvendes køremåde B for 5 km/t skal sikkerhedstider forlænges da det tager længere tid at få afviklet evt. køretøjer som har passeret stoplinjen bag det svingende køretøj.

Geometri

- Ved fremført cykelsti skal der være højresvingsbane for biler og plads i klemmerækken til etablering af et separat cyklistsignal og en grøn 1-lys højresvingspil for biler.
- Ved fremført cykelsti kan førgrønt for cyklister undlades når bilens stoplinje trækkes tilbage 5m. Dog skal man undgå at trække stoplinjen tilbage, hvis der kan være mange biler i krydsområdet, der skal rømme krydset efter ophør af grønt.
- Ved afkortede cykelsti skal den fælles vognbane være minimum 3,5 m bred.
- Baner med rutebustrafik skal være minimum 3,5 m brede. Deler busser og cyklister samme bane er minimumsbredden 4,5 m.
- Hvis ligeudbanen deles med svingende kan der forekomme ligeudkørende trafikanter bagved ventende svingende trafikanter. I dette tilfælde bør stoplinjen ikke trækkes tilbage. Hvis dette ikke kan undgås, skal sikkerhedstiderne øges.
- Højresvingsbane i cykelsti skal udføres smalt (ca. 1,0 m bred), med mindre der er særlig behov for en større bredde. Dette er af hensyn til trafikikkerheden og fremkommeligheden i ligeudbanen for cyklister. Ligeudbane i cykelsti bør være mindst 1,5 m bred, hvis den ligger umiddelbart op til kørebanen.

- Venstresvingsbane i cykelsti, der ligger umiddelbart op til kørebanen, bør være mindst 1,5 m bred af hensyn til trafiksikkerheden for holdene cyklister.
- Cyklister i overliggeren af et T-kryds bør tilstræbes ført udenom signalreguleringen. Af hensyn til fodgængernes sikkerhed bør:
 - Der etableres en helle mellem cykelsti og kørebane.
 - Det ikke signalregulerede fodgængerfelt være forskudt mod cyklisternes kørselsretning i forhold til det signalregulerede fodgængerfelt.
 - Der fra fem til 10 meter før fodgængerfeltet på cykelstien anlægges syv 10 cm rumleriller med 10-20-30-40-50-60 cm afstand (i alt 280 cm).

Fodgængerfelter

- Hvis der er mere end 24 meter fra fortov til fortov, skal der etableres en midterhelle.
- Ved kortere signalregulerede fodgængerfelter er det ofte en fordel for fodgængere at udelade deleheller. Især heller mellem cykelsti og kørebane bør udelades.
- I fodgængerfelter kan der laves forskellig regulering i de to retninger.
- Som udgangspunkt gives der ikke unødigt rødt, og det betyder ofte delt regulering i fodgængerfelter. Der kan dog være sikkerhedsmæssige forhold, som kræver dette.
- Fodgængerfelter må ikke være smallere end 3,5 m. Er der mange fodgængere, bør denne bredde forøges.
- Fritliggende fodgængerfelter, også i forbindelse med stikrydsninger, må ikke være smallere end 4 m. Er der mange fodgængere, bør denne bredde forøges.

Lydsignaler

- Lydsignaler etableres i det enkelte tilfælde i henhold til aftale med *Tilladelse til Vejændringer* (TTV), *Center for Trafik og Byliv* (CTB).

Trafikstyring

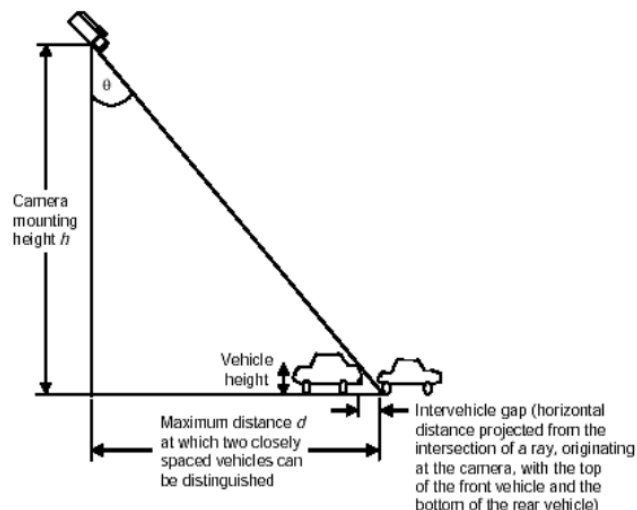
- Signalanlæg skal enten samordnes med naboanlæg indenfor 500 meter, ellers skal de trafikstyres.
- Har krydset mere end to og en halv faser bør trafikstyring overvejes.
- I signalregulerede fodgængerfelter, hvor fodgængere detekteres automatisk, bør ventetiden for fodgænger bestræbes ikke overstige 30 sekunder. Er der lang ventetid bør der etableres kvitteringslys.
- Såfremt fodgængere kun kan få grønt ved anmeldelse skal de detekteres automatisk på lige fod med øvrige trafikanter. Det kan være med termiske sensorer eller lignende.
 - Hvis en fodgænger skal kunne gå forbi detekteringspunktet uden at anmelde, kræver det forsinket anmeldelse.

- Forlængelse af fodgængere kan benyttes hvor fodgængerstrømmen kan variere pga. events, sæson, skoler eller børnehaver, eller hvor man ønsker at anvende korte minimumsgrøntider for fodgængere.
- Fodgænger- og cyklistsignaler i sideretning bør som regel medanmeldes med bilerne. Der kan bruges fodgænger- eller cyklistforlængelse til at reducere minimumsgrøntiden.
- Fodgænger- og cyklistsignaler bør som regel altid medforlænges med bilerne og busserne.

Detektortyper

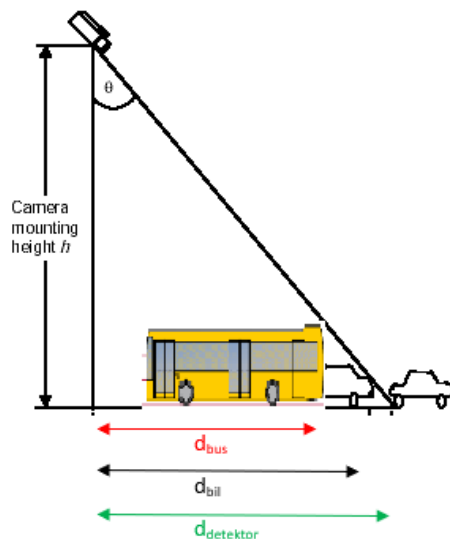
- Detektorer i vejbanen bør undgås, og derfor skal Above Ground Detection (AGD) så vidt muligt anvendes.
- Radar må kun bruges såfremt dette aftales eksplicit før der projekteres.
- Ved video eller termisk detektering skal detektorfelter for biler være på størrelse af en almindelig bil, dvs. ca. 5-6m lange.
 - Køretøjsselektering af busser eller lastbiler kan etableres ved at bruge flere 5-6m lange detekteringsfelter, der skal være belagt samtidig før der gives anmeldelse.
 - Detektorfelter for cykler har ikke denne begrænsning, og kan være mindre eller større.
 - Detektorfelter kan godt overlappe hinanden.
- Retningskobling skal som udgangspunkt altid bruges og vises med pile i detektorplanen.
- Kameraopsætningshøjden skal specificeres og der skal kunne redegøres for at den ønskede funktion af detektorfeltet vil kunne opnås.
 - *Tællefunktioner* kan ikke etableres via den traditionelle spolemetode uden at kameraet kan skelne mellem køretøjer iht. deres forventet afstand, følgetid og højde.
 - Den maksimale afstand, hvor kameraet kan skelne mellem trafikanter, kan udregnes med formlen:

$$d_{skelne} = h \times \frac{køretøjfølgetid}{køretøjhøjde}$$



- *Intervaltider* skal sættes iht. punktet, hvor køretøjet slipper fra detekteringsområdet i 3D – afhængigt af køretøjets højde – og ikke afstanden til detektorfeltet fra stoplinjen i 2D (hvor køretøjets højde antages for at være 0 m).
 - Afstanden for, hvornår et køretøj slipper detekteringsområdet, kan udregnes med formlen:

$$d_{slippe} = \frac{d_{detektor}}{h} \times (h - \text{køretøjshøjde})$$



- I ovenstående formler bruges følgende parametre:
 - h - kameraopsætningshøjden
 - $d_{detektorfelt}$ - afstanden fra kameraet til detektorfeltet
 - $køretøjfølgetid$ - trafikanternes følgetid, som kan sættes til 2,2 sek. for motorkøretøjer
 - $køretøjshøjde$ - køretøjets højde som kan sættes til ca. 1,5m for biler, 3,2 m for busser og 2,0 m for cyklister.
- Der kan læses mere om overstående i *Chapter 2, Traffic Detector Handbook: Third Edition-Volume I*. Hentet fra <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/operations/its/06108/02a.cfm>

Nedtællingssignaler

- Nedtællingssignaler skal vise den korrekte resttid enten via sekunder eller med symboler (fx en søjle eller cirkel).
 - Der kan bruges cirka seks korer af signalkablet, et nyt datakabel (CAT6) eller et separat signalkabel. Hvis der er etableret CAT6-kabelring kan nedtællingssignalet kommunikere over kabelringen med IP-kommunikation.

Bestykning og skiltning

- Opsætningen af 1-lys pilsignaler, bussignaler og cykelsignaler skal vises med figurer eller forklarende tekst på signalplanen så de opsættes korrekt i marken. Det er især placeringen i forhold til andre signaler, udformningen af lanternerne samt om cyklistsignaler vender op- eller nedad, der er vigtigt.
- Grøn 1-lys pil laves kun af nød, er ikke i sig selv sikkerhedsfremmende, og skal som udgangspunkt trafikstyres.
- Ved delte fodgængerfelter med delt regulering skal der opsættes dobbelt rød mand (1) i retningen hvorimod der forekommer grønt-bag-rødt, og (2) i retningen, hvorimod der forekommer rødt-bag-grønt, hvis rødt-bag-grønt visningen har en varighed som betyder, at fodgængere startende for grønt kan nå frem til det røde signal med 1,5 m/s, før dette skifter til grønt.
- Ved minusgrønt signal i fjerne venstre hjørne af krydset, skal man være varsom med placering af sekundært hovedsignal i synsfeltet for de venstresvingende.
- Hvis minusgrøntsignalet ikke skal have en rød-gul visning (fx når det bruges til at regulere en overkørsel), eller når rødgulvisningen skal være anderledes fra de modkørendes signaler (fx når grønt i signalerne for med- og modkørende ikke starter samtidig), skal minusgrøntsignalet programmeres som en selvstændig signalgruppe.
- Cyklistgalgemaster skal så vidt muligt undgås på grund af forhøjet påkørselsrisiko. Hvis de etableres, må der ikke monteres nedadvendte cyklistsignaler på galgen.
- Etableres nyt lyssignal bruges tavlen A19,1, *Nyt lyssignal*.



- Ændres der væsentligt et eksisterende signalanlæg bruges tavlen A99,5, *Nye signaltider*.



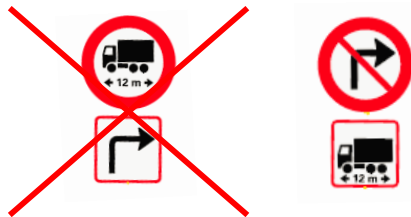
- Hvor der ikke må svinges for alle trafikanttyper (bortset fra venstresvingende cyklister, og højresvingende cyklister der er undtaget for rødt), kan der bruges ligeudpilsignaler for at understrege kørselsretningen. Der kan suppleres med ligeudpile på kørebanen.
- Der skal altid opsættes U5, *cyklister undtaget*, undertavle på hovedtavler, der forbyder sving eller påbyder en køreretning, såfremt disse ikke også skal gælde for cyklister.



- Der skal altid placeres en U5,1, *cyklister undtaget*, undertavle på signalmaster, hvor cyklister er ført udenom signalreguleringen.



- Svingforbud for lastbiler skiltes ikke med C23,1, *lastbil forbudt*, med en U6 undertavle med mindre der faktisk er lastbilforbud på sidevejen. Der skal i stedet bruges C11, *sving forbudt*, eller D11, *påbudt kørselsretning*, med en U4 undertavle, evt. med længdespecifikation.



- Hovedsignaler kan monteres nedadvendt, fx hvis:
 - Der er behov for bedre synlighed til signalhovedet fra stoplinjen, fx ved en midterhelle
 - Et lavtsiddende hovedsignal skal monteres over et opadvendt cyklistsignal (da hovedsignalet kan monteres højere på masten).
- 1-lys pile i krydsets fjerne side, hvor der kan forekomme trafik foran pilen, skal monteres højtsiddende. Dette gælder især 1-lys højresvingpile.

Signalprogram

- Særlige funktioner, der kun skal virke i særlige tidsrum, skal projekteres som særlige programmer, så indkoblingstiderne kan defineres med styreapparatets kalenderfunktion (og ikke bliver 'hard coded' i programmet).
- Hvis der kører Movias rutebusser igennem signalanlægget, skal der som udgangspunkt indarbejdes trådløs busprioritering med GPS i signalprogrammerne. Prioriteringen skal kunne aktiveres med RSMP.
- De forskellige programmer skal navngives med trafikmængde og situation, og der bør etableres ekstraprogrammer for særlige situationer, der kunne være relevant i krydset; der skal også være et manuelt håndstyringsprogram, fx:
 1. Højtrafik – mod byen
 2. Højtrafik – ud af byen
 3. Højtrafik – begge retninger
 4. Melletrafik
 5. Melletrafik – event
 6. Lavtrafik
- Der gives altid førgrønt til cyklister i overlæggen af T-kryds. Cyklister fra sideretningen kan med fordel også gives førgrønt i samme periode såfremt der er en cykelsti/-bane i sideretningens tilfart.

Dynamiske Bånd

- Signalprogrammerne skal opbygges iht. vores paradigme for dynamiske bånd med basisprogrammer (fleksibel omløbstid) og faste programmer (fast omløbstid). Basisprogrammernes dynamiske bånd forøger programmets omløbstid og de faste programmets dynamiske bånd omfordeler grøntiden.
- Basisprogrammerne optegnes med kortest mulig omløbstid rundet op til den nærmeste hele tier (fx 40 sek.), hvor alle dynamiske bånd er vist kollapsed (dvs. deres værdi er sat til 0).
- Faste programmer optegnes med den ønskede mængde grøntid. Værdien for det ene bånd, som regel den i hovedretningen, skal være udregnet automatisk for at opretholde den ønskede omløbstid i de faste programmer.
- Blå dynamiske bånd viser faste grøntidstillæg og grå dynamiske bånd viser trafikstyrede grøntidstillæg.
- På signalgruppeplanen vises båndparameternavn, -værdi og -interval for alle programmer. For faste programmer tilføjes hvad båndenes sum skal være, hvilket bånd udregnes automatisk med formel samt hvor evt. ubrugte forlængelser overføres til.
- Båndparameterværdierne vises tillige i en tabel i funktionsbeskrivelsens afsnit 5. Den automatisk udregnede parameter markeres med gråt og opsættes til at blive udregnet automatisk med et *felt*, som kan redigeres med **Alt+F9** og opdateres med **F9** i Word.

Standere

- Færdselstavler og ITS-udstyr, der skal monteres højt, må ikke monteres på lav stander med eller uden en forlængerarm.
- Ved meget smalle fortove (fx under 1,5 meter), kan stander stilles i bagkant af fortovet. Dette gælder også hvis der er lydsignaler monteret på standeren. Tavler kan tillige flyttes til bagkant af fortovet.
- Afhængigt af krydsets prioritering i det overordnede vejnet, skal der opsættes eller være mulighed for opsætning af trafikledelseskamera. Det kan være på gittermast, en høj belysningsmast eller på en videomast. Det anbefales at placere trafikledelseskameraer på master som står i en midterhelle på hovedretningen, og i bagkant af evt. fodgængerfelt, hvor den står mere beskyttet end i forhelle. Hvis masten undtagelsesvis står tæt på boliger, skal trafikledelseskameraet fysisk afskærmes. Der skal trækkes ekstra CAT6 eller CAT7-kabler til master, hvor der ønskes opsat trafikledelseskameraer.

Signalkabler

- Signalkablet skal have minimum 37 korer. Ved særlige tilfælde kan et signalkabel med færre korer accepteres, dog skal der være mindst fem korer ledige efter ombygningen.
- Ved nyanlæg skal mindst 20% af korene på en given ring eller delring være ledige.

Kabelblokke

- Det skal sikres at kabelblokke kan tilgås fra fortov. Dette er især vigtigt ifm. projekter, hvor fortovet bliver reduceret i bredden.
- Der skal sikres, at der er plads i kabelblokken til de nødvendige kabeltræk.

Datakabler

- Der skal altid etableres kabelring med CAT6 eller CAT7 datakabel. Arbejdes der kun delvist i krydset skal nye standere være forsynet med CAT6 eller CAT7 kabel til nabostandere. Ved kabeltræk over 100m, skal CAT7 altid benyttes.
- Der skal trækkes CAT6 eller CAT7 kabel fra styreapparatet direkte ud til standere, hvor man på et senere tidspunkt påtænker at opsætte detekteringsudstyr, trafikledelseskameraer eller andet ITS-udstyr. Hvis standeren er en gittermast, skal der i stedet nedlægges trækrør fra styreapparat ud til masten.

Vigepligtsforhold

- Københavns Kommune opsætter ikke vigepligtstavler for trafikanter, der reguleres af et signalanlæg. Højre vigepligt gælder dermed ved strømsvigt.
- Midlertidige vigepligtstavler kan bruges, når signalet under byggearbejdet er slukket.

Kapacitet

- Kapaciteten for cykler i et signalreguleret kryds kan udregnes i cykelkapacitetsmodellen på hjemmesiden www.cykap.dk. Modellen bruger følgende formler:
 - Antal cykler per sekund = $0,8 \times \text{cykelstibredde i meter}$
 - En ladcykel svarer til 3-4 almindelige cykler.
- Der skal redegøres på baggrund af en krydstælling eller andet trafikdata for kapaciteten. Dette skal beskrives i afsnit 3 af funktionsbeskrivelsen.

Samordning

- Et signalprojekt, der ændrer på omløbstider eller på grøntidsfordelingen i et signalreguleret kryds, der er samordnet med andre signalregulerede kryds, skal udarbejde vejtidendiagrammer med en ny samordning for disse. Hvis der etableres et nyt signalanlæg på en strækning, hvor der allerede er etableret en samordning for de øvrige kryds på strækningen, skal anlægget samordnes med disse anlæg, og ligeledes dokumenteres med vejtidendiagrammer.
- Grøntidsforlængelser og førgrønt skal vises på vejtidendiagrammerne.

Tegninger og dokumentation

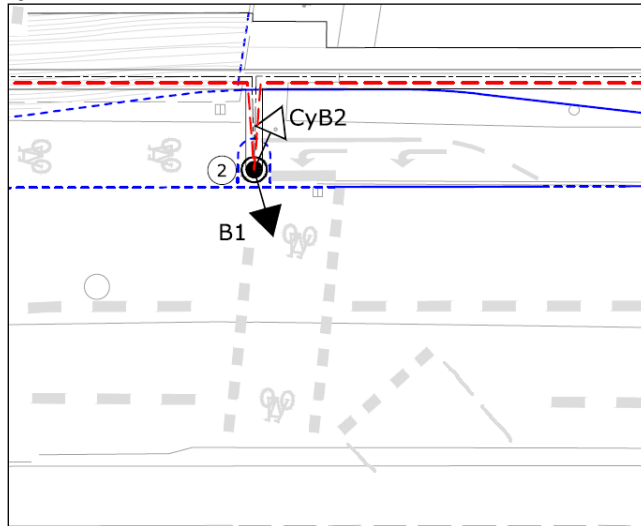
- Der skal være målestoksforhold, lineal og nordpil på alle tegninger.

- Funktionsbeskrivelsen er et levende dokument for det enkelte kryds og skal skrives i nutid for det endeligt etablerede anlæg.
 - Projektet skal altid tilføjes som en ny linje til *historik* afsnittet. Den eksisterende *historik* må ikke ændres.
 - Fremtidige ønsker beskrevet i afsnit 8 skal så vidt muligt indarbejdes i projektet og flyttes til *historik* afsnittet.
 - Specifikke vejledninger til udførelsesdelen kan skrives i et særskilt dokument.
 - Enhver figur skal være redigerbare.

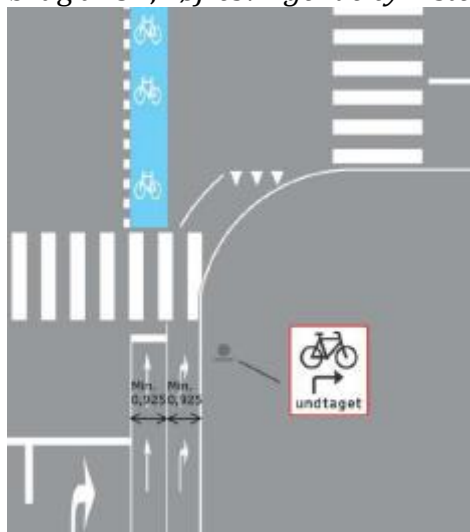
Kørebaneafmærkning

- Fritliggende stoplinjer skal være 0,5 m brede – dette omfatter stoplinjer uden fodgængerfelter som findes bl.a. ved dobbelte kryds og i T-kryds, hvor der er venstresvingende cyklister mod sidevejen.
- Cykelfelter i kryds skal mindst være afmærket frem til konfliktpunktet for venstresvingende, modkørende trafikanter.
- Den primære kørebaneafmærkning i signalregulerede kryds bør være opbygget af S21, *cykelfelt*, og S16, *afslutning af svingbane*. Hvor der er en tydelig hovedvej, kan Q47, *punkteret kantlinje*, anvendes såfremt den ikke overlapper anden afmærkning. Derudover kan der bruges:
 - Q41, *vognbanelinje*, til at lede svingende trafikanter, hvis der svinges i flere vognbaner samtidigt.
 - Q42, *varslingslinjer*, til at lede ligeudkørende trafikanter hvis krydset har en forskydning.
- Rene svingbaner op til kryds skal i god tid være adskilt fra andre baner med en bred kantlinje.
- Afmærkning for svingbaner for cyklister på cykelstien bør starte i god tid før krydset.
- Der bør ikke være overlap af anden afmærkning i cykelfelter i et kryds, og cykelfelter bør ikke overlappe hinanden.
- I T-kryds etableres mindst et ¼-cykelfelt for venstresvingende cyklister fra overliggeren. Dertil kan der suppleres med S16, *afslutning af svingbane*, for modkørende, venstresvingende bilister. Se følgende eksempel med et ½-

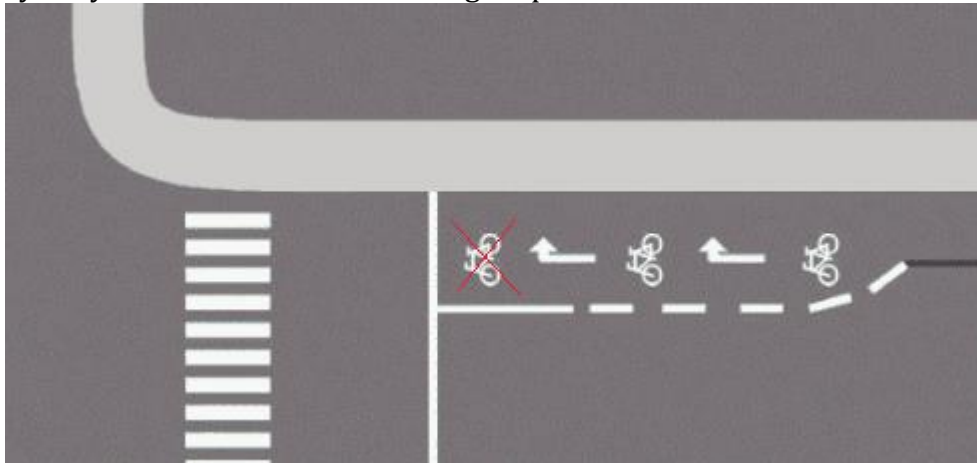
cykelfelt:



- Højresvingende cyklister bør hvor muligt undtages for signalanlægget ved brug af U7, højresvingende cyklister undtaget, undertavlen.



- Når der etableres afkortet cykelsti efterfulgt af en kombineret højresvings- og cykelbane, må V21, *cykelsymbol*, kun afmærkes i den del af banen, hvor kantlinjen er punkteret (Q47, *punkteret kantlinje*), med mindre cykelsymbolet kombineres med ligeudpil.



- Hvor der er kombineret bus- og højresvingsbane, skal V42, *bussymbol*, kombineret med ligeudpil placeres forrest ved stoplinjen, så modkørende, venstresvingende trafikanter er opmærksomme på den ligeudkørende bus.

