

Denne artikel er udgivet i det elektroniske tidsskrift
Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet
(Proceedings from the Annual Transport Conference
at Aalborg University)
ISSN 1603-9696
<https://journals.aau.dk/index.php/td>

Analyse og implementering af DLT-anlæg i Danmark

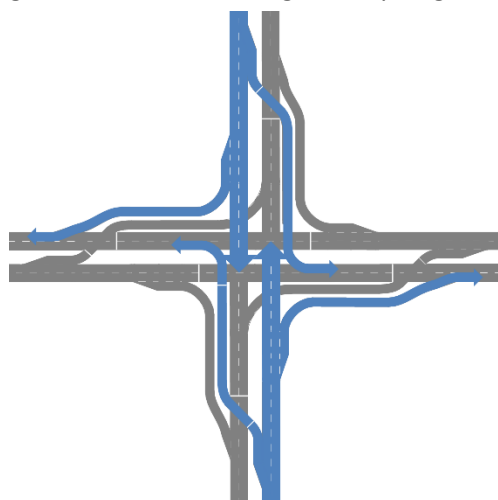
Michael Caspersen, mcaspe16@student.aau.dk
Kandidatstuderende ved Aalborg Universitet

Abstrakt

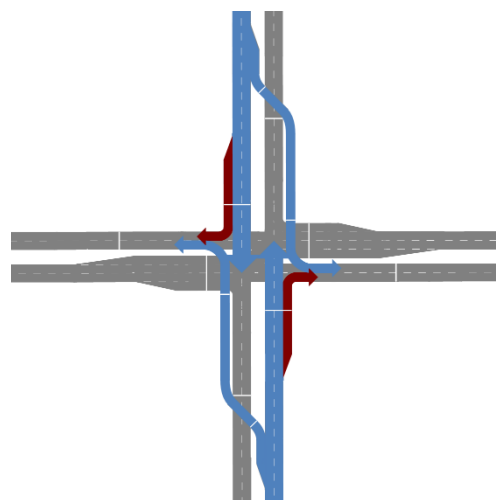
Kandidatspecialet med titlen 'Analyse og implementering af DLT-anlæg i Danmark' omhandler to teoretiske modeller til optimering af dels signalstyringen og geometrien i en 'Displaced Left Turn intersection' (DLT) - kaldet forskudt venstresvingkryds på dansk - og praktisk implementering af anlægget i et større, allerede eksisterende kryds i Danmark. I projektet indgår håndtering af bløde trafikanter, en brugerundersøgelse omkring oplevelsen og forståelsen af krydset samt evaluering af krydset ud fra både operationel effektivitet og miljøhensyn sammenlignet med et konventionelt kryds.

Introduktion

I en DLT separeres ligeud- og højresvingende fra venstresvingende, som i et tidligere kryds (førkryds), passerer modkørendes spor, og herefter parallelt med de øvrige spor, kører frem mod hovedkrydset. I hovedkrydset afvikles venstresvingende og ligeudkørende samtidigt. Under visse forudsætninger kan højresvingende ligeledes afvikles i samme fase som ligeudkørende og venstresvingende. En principskitse over geometrien i DLT-anlæg er vist på figur 1.



Figur 1: Fuld DLT med førkryds på alle ben.



Figur 2: Partiel DLT med førkryds på to ben

Der findes forskellige konfigurationer af DLT-anlæg med førkryds på ét, to eller fire ben i F- og T-kryds. Alle konfigurationer har færre faser og muliggør dermed mere afvikling end konventionelle kryds med samme omløbstid. Størrelsen af forbedringspotentialet i DLT-anlæg afhænger dog i høj grad af samordning mellem før- og hovedkryds, optimering af signalstyring generelt, længden af den forskudte venstresvingbane, mængden af venstresvingende og trafikbelastningen generelt. I projektet modelleres en partiel DLT med førkryds på to ben overfor hinanden, hvor højre- og venstresvingende ikke kan afvikles samtidig. Geometrien af en partiel DLT er vist på figur 2.

Problemanalyse

Hidtidig forskning fra USA, hvor DLT-anlæg er klart mest udbredt, dækker bredt hvad angår teoretisk kapacitet og operationel effektivitet i DLT-anlæg. Dette gælder både med konstant og varierende geometri i spidsbelastningsperioder for motorkøretøjer. I mindre omfang undersøges effekter og konsekvenser ved lavere belastning og optimeret samspil mellem motorkøretøjer og bløde trafikanter. Dertil giver analyser af trafikikkerheden tvetydige resultater ved sammenligning med konventionelle kryds. Ligeledes indgår brugernes oplevelse af, holdning til og forståelse af anlægget ej heller i litteraturen. Fokus på afvikling af mest mulig trafik i spidsbelastningsperioder afføder mindre fleksible og adaptive modeller til optimering af signalstyringen. Der er derfor mangel på klarhed af anlæggets reelle effekt over et helt døgn samt modeller tilpasset perioder med mindre belastning. Flere forslåede modeller for bløde trafikanter prioriterer i høj grad enten motorkøretøjer eller bløde trafikanter, hvorfor der ikke optimeres væsentligt eller undersøges dybere sammenhænge for kombinationen af trafikanttyper. Der er derfor generelt mangelfuldt grundlag til estimering af den operationelle effektivitet i virkelighedens verden, tilfredsstillende håndtering af alle trafikanttyper, usikkerhed om trafikikkerheden og intet overblik over brugernes holdning og forståelse af anlægget.

Derudover gør forskellene i vej- og trafikbranchen mellem Danmark og USA det udfordrende at drage anvendelige erfaringer, herunder design- og trafikikkerhedsmæssige, i den teoretiske modellering og praktiske implementering af DLT-anlæg i en dansk kontekst, hvor de danske vejregler anvendes i stedet. I projektet forsøges disse problematikker løst på fire punkter; (1) adaptiv modellering af signalstyring og geometri, (2) optimal afvikling af motorkøretøjer og bløde trafikanter i samtidig, (3) praktisk implementering og projektering af et anlæg i Danmark samt (4) undersøgelse af kryds- og manøvreforståelse samt utryghed i et DLT-anlæg.

Modellering

De to modeller i rapporten udvikles med simuleringværktøjet Vissim og signalstyringsprogrammet VisVap. Modellen omkring optimeringen af signalstyringen sikrer en optimal omløbstid og fordeling af grøntid baseret på trafikbelastningen og geometrien af krydset. Dette sker gennem tre matematiske modeller: en kølængdemodel, en progressionsmodel og en forsinkelsesmodel. Den maksimale varighed af omløbstiden og optimale afstand mellem før- og hovedkryds bestemmes i perioder med den højeste trafikbelastning med modellen omkring optimering af geometri. Derved anvendes modellen omkring optimering af signalstyring både i perioder med lav trafikbelastning, hvor omløbstiden er variabel og i perioder med den høj trafikbelastning, hvor omløbstiden er konstant. I begge modeller anvendes krav til serviceniveauet både for motorkøretøjer og bløde trafikanter. Minimumsgrøntiden bestemmes enten af bløde trafikanter eller de tre matematiske modeller, alt efter hvorvidt der færdes bløde trafikanter i det pågældende omløb eller ej.

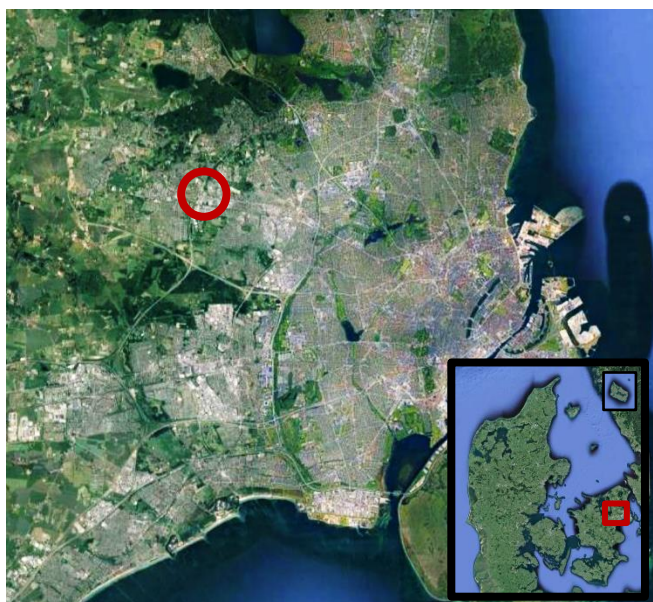
Både konventionelle kryds og DLT-anlæg simuleres med varierende trafikbelastning for både motorkøretøjer og bløde trafikanter og varierende antal spor. Derudover undersøges betydningen af højresving som shuntspor for begge typer kryds. Resultaterne fra simuleringerne evalueres og sammenlignes både ud fra den operationelle effektivitet og miljøhensyn. På den baggrund tydeliggøres under hvilke forudsætninger et konventionelt kryds eller en DLT - og en given geometriske udformning - er mest favorabel.

Brugerundersøgelse

Inden anlægget bygges i et større, allerede eksisterende kryds i virkeligheden, inddrages brugerne af et potentielt fremtidigt anlæg. Da anlæggets design er ganske eksperimentelt og kan fremtvinge forvirring og utryghed, undersøges omfanget af netop dette - såvel som vigtigheden af forskellige typer vejudstyr - i et spørgeskema. De over 500 unikke besvarelser udviser ganske god kryds- og manøvreforståelse uden særlige forståelsesmæssige eller trafikikkerhedsmæssige foranstaltninger, mens en klyngeanalyse afdækker en vis utryghed generelt men især hos især kvinder og mindre erfarne trafikanter. Vejafmærkning og skiltning ses som vigtigst af respondenterne, efterfulgt af signalanlæg og vejens forløb. Dette er problematisk ved tilfælde af kørsel ved nedsat sigtbarhed eller mindre synlige tavler og afmærkning, eksempelvis om natten, i tåge, snevejr, blanding eller andet. Til afhjælpning af disse problematikker, iværksættes tiltag, der øger trygheden og gør kørsel gennem anlægget mere intuitivt og mindre afhængigt af afmærkning og skiltning. Dette kunne potentielt indbefatte afskærmning på den forskudte venstresvingsbane, skarpere krydsning af modkørendes spor i førkrydset, øget synlighed af signalmaster, øget bredde af rabatter mellem trafikanttyper og lav hastighed.

Praktisk implementering og vurdering af potentiale

Et DLT-anlæg simuleres og projekteres som et eksempel i 'Chokoladekrydset', der befinder sig i skæringen mellem Ballerup Byvej og Ring 4 i Ballerup, som vist på figur 3.



Figur 3: Placering af Chokoladekrydset. (Kilde: Google Maps)

DLT-anlægget projekteres med afsæt i resultaterne fra de simulerede scenarier og erfaringer fra spørgeskemaet, hvorudfra der ligeledes udarbejdes en afmærknings- og skilteplan ud fra gældende vejregler. Den operationelle effektivitet af DLT-anlægget sammenlignes med det eksisterende kryds, der i spidsbelastningsperioder oplever flere hundrede meter kø og tilbagestuvning til omkringliggende kryds. Der forventes derfor en kraftig forbedring i afviklingen - både for motorkøretøjer og bløde trafikanter - samt væsentlig reduktion af kølængde, rejsetid, forsinkelse og deraf lavere brændstofforbrug og udledning af drivhusgasser. Derudover forventes en mindre utryk oplevelse, hvor både afmærkning, skiltning, signalanlæg og vejens forløb guider trafikanten komfortabelt gennem anlægget.

Sidst vurderes potentialet for DLT-anlæg i Danmark ved at undersøge trafiktal og retningsfordelingen i større kryds og sammenligne dette med den teoretiske modellering. Det forventes at DLT-anlæg i en række større kryds kan forbedre afviklingen markant og sandsynligvis også mindske utrygheden for bløde trafikanter.