

LISA-programmering af letbanen langs Ring 3

Hovedstadens Letbane er i fuld gang med at etablere den kommende letbane, der løber langs Ring 3. De fleste signalanlæg skal bygges om, og alle nye styreapparater vil blive programmeret i programmet LISA og vil indeholde avancerede funktioner for letbaneprioritering.



AF BJØRN WEITEMEYER
COWI A/S
bjwr@cowi.com



**AF ROBIN BJØRNLUND
JENSEN**
COWI A/S
rbjn@cowi.com



**AF MORTEN NØRGAARD
OLESEN**
Metroselskabet og
Hovedstadens Letbane
mno@m.dk

Hovedstadens Letbane langs Ring 3 strækker sig over i alt cirka 28 kilometer mellem Lyngby og Ishøj og stopper ved 29 stationer - se figur 1.

På sin rute mellem Lyngby og Ishøj vil letbanen desuden løbe igennem 63 signalanlæg, hvoraf mange af dem har sine særlige karakteristika, herunder kryds med store indfaldsveje mod København, rampekryds ved motorveje og adgange til hospitaler og erhvervsområder. Letbanen forbinder i alt otte kommuner og krydser desuden en række af Vejdirektoratets anlæg. Derudover skal letbanen have mulighed for at komme ind og ud til CMC (Control and Maintenance Center) i Rødovre.

Aktører

Projektet er stort og indeholder mange aktører - Hovedstadens Letbane, vejmyndigheder, entreprenører, leverandører, rådgivere med mere. COWI står for signalprojekteringen og for at lave programmeringen til signalanlæggenes styreapparater. Vejmyndighederne har haft mulighed for at indmelde eventuelle lokale behov, hensyn eller problematikker, som skulle forsøges indarbejdet/afhjulpet i de nye signalstyringer. ITS Teknik står for levering og op sætning af signaludstyr og styreapparater samt upload af signalprogrammerne i styreapparaterne. Alt sammen styres og koordineres af Hovedstadens Letbane. »

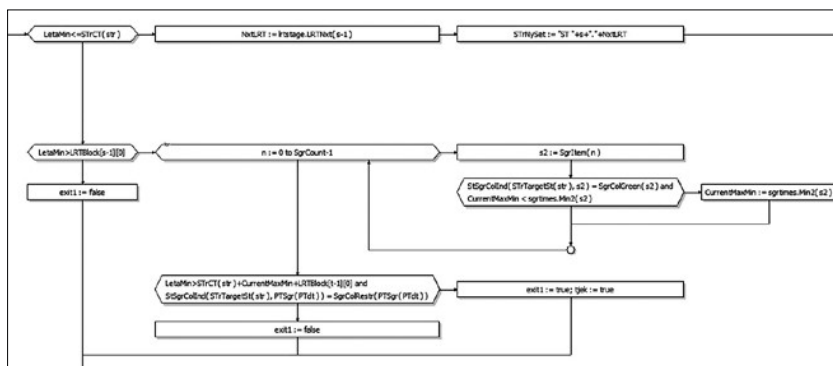
Visualisering af letbanen ved den kommende Gladsaxevej station.



Aarhus Kommune har lagt stort engagement i at udarbejde til signalprogrammering i LISA. Paradigmet er tilpasset samt suppleret med nye funktioner for at opnå den nødvendige smidighed i anlæggene og prioritering af letbanen gennem krydsene.



Figur 1: Linjeføringskort for Hovedstadens Letbane.



Figur 2: Udklip af kode der anvendes til prioritering af letbane.

Programmeringsparadigme

Det har været forudsætningen for signalstyringen, at denne skulle være fuldt programmerbar via LISA. COWI har derfor taget udgangspunkt i det paradigme, som Aarhus Kommune har lagt stort engagement i at udarbejde til signalprogrammering i LISA. Paradigmet er tilpasset samt suppleret med nye funktioner for at opnå den nødvendige smidighed i anlæggene og prioritering af letbanen gennem krydsene.

Signalprojektering og programmering i LISA

LISA er et avanceret program til projektering, evaluering, programmering og test af trafikstyrede og/eller koordinerede signalanlæg, og man kan foretage upload af data/programmer til styreapparatet - enten direkte eller via et centralsystem.

Forud for programmeringen defineres krydsgeometri, konflikt- og sikkerhedsmatrix, fase-diagram, faseovergange, signalgruppeplaner og detektorfunktioner.

Programmeringen i LISA foregår i en visuel flowcharts-baseret form - se figur 2. LISA har et åbent bibliotek, der hedder OML, som indeholder en lang række signaltekniske funktioner, der kan anvendes i programmeringen. Programmeringen kan gøre brug af tabelopslag, så fremtidig justering af fx grøntider, forlængelser, letbaneprioritering med mere let kan tilpasses. Opdateringen kan uploades direkte til styreapparatet fra LISA.

LISA kan også udføre kapacitetsberegninger. Beregningerne minder meget om DanKap-beregninger, men LISA kan regne på lidt mere komplekse faseforløb. Ved at tilføje trafiktællinger for det pågældende kryds i LISA, kan det således også anvendes til at evaluere eksisterende signalprogrammer.

Letbaneprioritering

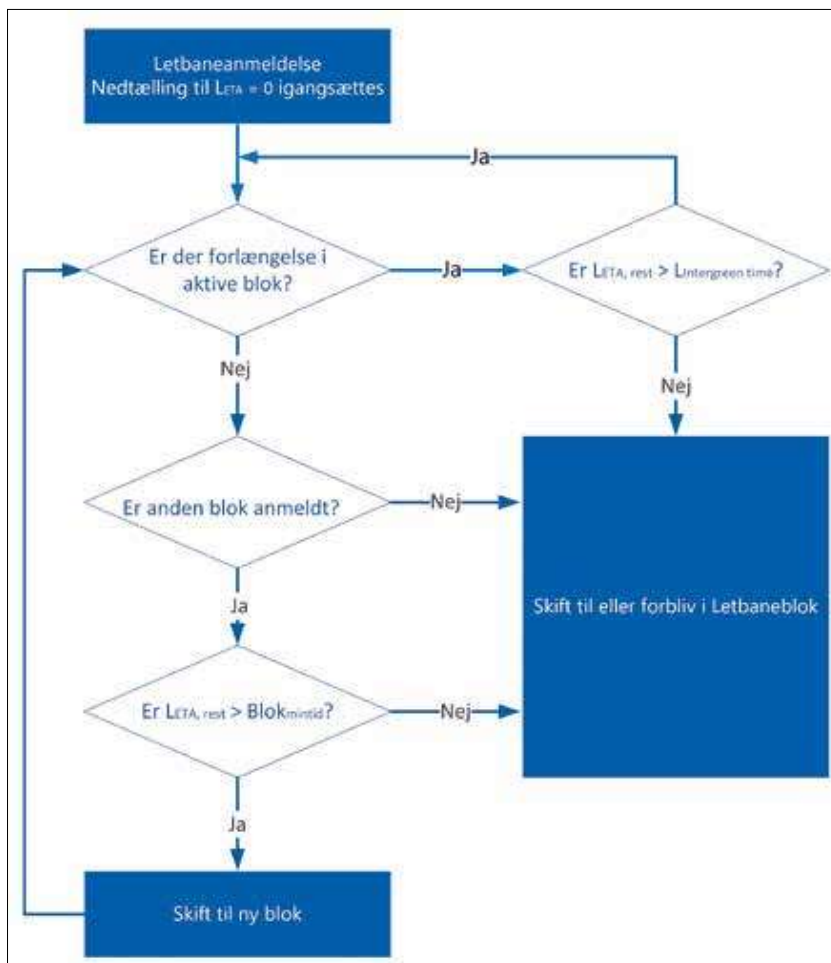
Udgangspunktet for letbanen er, at den har høj prioritet og så vidt muligt skal gen-

Eksempler på funktioner som COWI har tilføjet til programmeringsparadigmet:

- Bloktid - funktion der regner ud, hvor lang tid det tager at skifte til en letbane-fase ud fra hensyntagen til acceptable minimumsgrøntider i igangværende fase.
- Leta - funktion der konstant regner på letbanens tidsmæssige afstand, og som justeres ved hvert detektorfelt.
- Letbaneprio - funktion der på baggrund af styrediagram, Bloktid og Leta foretager valg for optimal indkobling af letbanen

nemkøre strækningen med få stop undervejs. Samtidig skal den øvrige trafik generes mindst muligt, og det tilstræbes, at alle trafikantgrupper kan opnå et acceptabelt serviceniveau i signalkryds.

COWI har udviklet en signalteknisk løsning, der baserer sig på letbanens ETA (forventet tid til ankomst). I mange af anlæggene detekteres letbanen i stor afstand fra stoplinjen, og derfor er der mulighed for at kunne prioritere og indkoble denne smidigt i signalprogrammet. I programmeringen er implementeret en kode/funktion, der konstant regner på, hvor lang tid der er til letbanens ankomst i krydset, og hvilke faser det er muligt at indkoble, inden letbanen ankommer til stoplinjen. Dette har i mange anlæg resulteret i flere faser for at sikre letbanens indkobling på det rette tidspunkt, samtidig med at den øvrige trafik prioriteres. Hvis programmets beregninger viser, at der er tilstrækkelig tid til at indkoble en anden fase, inden letbanen ankommer, gøres dette. Hvis det viser sig, at den næste anmeldte fase ikke kan indkobles, inden letbanen ankommer, bliver signalprogrammet i den nuværende fase, medmindre grønt er tilladt for letbanen i den



Figur 3: Overordnet princip for letbaneprioritering.

næste fase. I dette tilfælde indkobles næste fase, men letbanesignalet aktiveres først, når letbanen er i en passende afstand til krydset, se figur 3.

På denne måde sikrer man en intelligent styring, der prioriterer letbanen og den øvrige trafik.

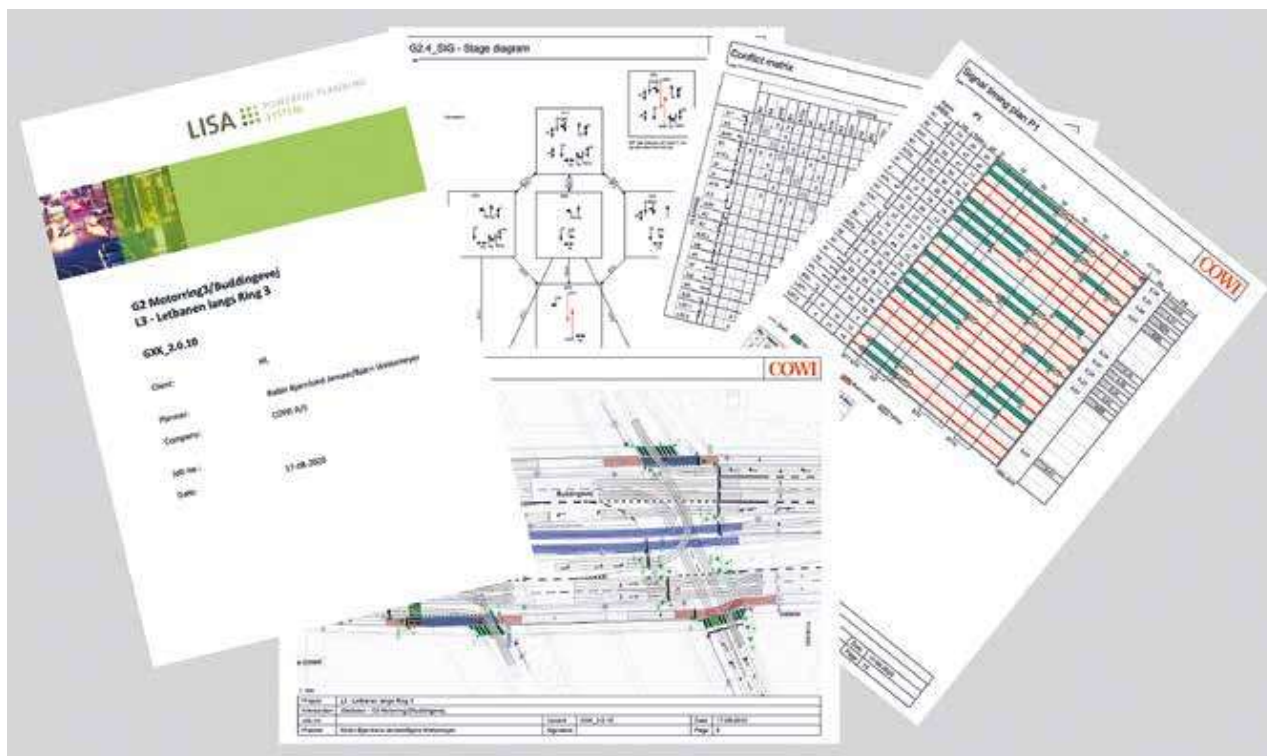
LISA, OCIT m.m.

Hovedstadens Letbane havde i signaludbuddet stillet krav om en åben protokol, der kunne arbejde sammen med LISA. ITS Teknik, som vandt signaludbuddet, har tilbudt et centralt overvågningssystem samt styreapparater, som er programmerbare med LISA og anvender protokollen OCIT. LISA og OCIT er to vidt forskellige

ting - LISA er et planlægnings- og programmeringsværktøj, mens OCIT er en række protokoller for kommunikationen mellem centraler og udstyr. Andre protokoller kan også benyttes, hvis de er udviklet og integreret til at kunne håndtere overførsel af styreapparatslogik fra LISA.

Det er således ikke påkrævet at vælge OCIT som protokol, hvis det samtidig ønskes at anvende LISA til programmering. Ligeledes vil et styreapparat altid kunne omprogrammeres med leverandørens eget software, selvom det oprindeligt blev programmeret med LISA.

LISA kan via OCIT og det centrale system opdatere et signalprogram ude i marken fra distancen. Enkelte sikkerheds- »



Figur 4: Illustration af den signaldokumentation myndigheder kan forvente at se fra signalprojekter lavet i LISA.

mæssige ændringer som fx sikkerhedsstuder skal dog altid opdateres direkte i styreapparatet. De fleste producenters OCIT-baserede overvågningssystemer til vejtrafik har samtidig mulighed for at indsamle al trafikafvikling inklusiv alle detektorinput hele døgnet. I letbanen langs Ring 3 lagres al trafikstyring (signalafvikling, detektorinput, programskifte med mere) samt trafiktællinger på centralt niveau.

Signaldokumentation i LISA

I princippet vil det altid være det ilagte signalprogram fra LISA, som er gældende signaldokumentationen.

I det konkrete projekt er muligheden for dokumenthåndtering i LISA benyttet, og funktionsbeskrivelsen er integreret, så al dokumentation er samlet - se figur 4. Kun udvalgte dele er medtaget i den endelige skriftlige dokumentation, da denne ellers vil kunne blive yderst omfattende. Til brug for myndighedsbehandling og anden skriftlig fremsendelse er udvalgt de elementer, der normalt indgår i en

ditionel signaldokumentation - dog med enkelte nye tilføjelser. Som noget nyt vises fx alle faseovergange i form af korte signalgruppeplaner.

Status for letbanen langs Ring 3

Anlægget af selve letbanen og de tilhørende vejanlæg er flere steder påbegyndt efter afslutning af ledningsomlægninger. Hovedvejskrydset i Glostrup vil som et af de første kryds blive færdiggjort i løbet af foråret 2021, hvor det nye signalanlæg også sættes i drift. I løbet af de kommende tre år færdiggøres vejanlæggene og krydsene på strækningen. Når vejanlæg på en delstrækning er blevet udført, rykker entreprenøren for letbanens transportsystem ind og etablerer blandt andet skinner og køreledningsanlæg. De nye signalanlæg bliver altså taget i brug over en længere periode, inden letbanen åbner. Programmeringen af de nye signalanlæg skrider godt frem, og de første programmer er undervejs igennem vejmyndighedernes godkendelser efter trafikikkerhedsrevision. Efter færdiggørelsen af

krydsene overdrages de nye signalanlæg til vejmyndighederne.

Parallelt med myndighedsbehandlingen er COWI og ITS Teknik i gang med de sidste tests af implementeringen i styreapparater. De første resultater viser overensstemmelse mellem LISA's output og styreapparaternes input, og det forventes at implementeringen vil skride planmæssigt frem. Cirka 35-40 signalprogrammer ud af 63 anlæg er allerede færdige og mangler kun lidt justering i forhold til trafikikkerhedsrevision og myndighedsbehandling.

For Hovedstadens Letbane og vejmyndighederne er det vigtigt at få leveret et signalsystem og en programmering, som understøtter en fleksibel trafikafvikling og en let adgang til trafikteknisk optimering. Rundt regnet vil 300.000 bilister dagligt køre igennem krydsene på letbanens strækning, og trafikken omkring Ring 3 fordeler sig meget dynamisk afhængigt af det aktuelle trafikbillede. En optimal og adaptiv signalstyring bliver derfor nøglen til god fremkommelighed for både vejens trafikanter og letbanen. ●