

# Dynamisk signalregulering under hensyn til trafiksikkerhed, miljøforhold og fremkommelighed

Af civilingeniør Peter Christensen, COWI

## 1. Baggrund

I de fleste danske byer foretages der ikke en systematisk gennemgang og optimering af signalstyringerne. På den baggrund er det indlysende, at der kan skabes større samfundsøkonomiske gevinster ved at effektivisere signalstyringen. Engelske undersøgelser har vist, at trafiksituationen i et signalanlæg ændrer sig med ca. 5% om året. Der skal derfor ikke meget fantasi til at forestille sig, hvor meget signalsamordninger, der ikke har været berørt i 5-10 år, er ude af trit med virkeligheden.

For de enkelte vejbestyrere (Vejdirektoratet, amter og kommuner) findes i dag en række muligheder for at forbedre signalstyringen afhængig af ambitionsniveau og økonomi.

Dynamisk signalregulering er for mange ensbetydende med store centrale trafikregner. Der findes i dag en række kendte systemer. Det ville være fordelagtigt, hvis dynamisk signalregulering ville vinde større indpas som et værktøj til at styre trafikafviklingen på baggrund af trafikpolitiske valg mellem alternative styrestrategier inden for trafiksikkerhed, miljøbelastning og fremkommelighed. Flere undersøgelser har vist, at effekten af et dynamisk signalreguleringssystem kan være en forbedret fremkommelighed på 5-15% i forhold til anden signaloptimering. I forhold til signalstyring, der ikke har været underlagt nogen form for opgradering i en længere periode, vil gevinsten givet være endnu større.

En mindre ambitiøs indsats bestående i at opgradere signalstyringen via en række "simple" signalfunktioner og rutiner, kan dog have en forholdsvis stor effekt. I Sverige har man foretaget en række analyser af, hvor hurtig den økonomiske investering i forbedret signalstyring er tilbagebetalt. I forbindelse med en prøveinstallation af SOS (selvoptimering af signalanlæg) har man med baggrund i en seriefremstilling af SOS-produktet beregnet sig frem til en samfundsøkonomisk gevinst på 0,5 mio kr, der er ensbetydende med en tilbagebetalingstid på ½ år.

Man har desuden regnet sig frem til, at systematisk trafikteknisk gennemgang af signalanlæg for fejl og unøjagtigheder vil være tjent ind på få uger.

## 2. Nuværende signalstyring i Danmark

### Samordnede signalanlæg

Styringen af signalanlæg i samordning er i de fleste større danske byer tilrettelagt i faste signalprogrammer, der indkobles på faste tidspunkter, og derfor kun tillader en begrænset individuel signalstyring. Det ses desuden ofte, at eksisterende signalsamordninger, hvad enten de er håndregnet eller beregnet via et PC-baseret optimeringsprogram, er utidssvarende, fordi der ikke foretages systematisk revision, der på tilfredsstillende vis kan tilpasse sig f.eks. ændrede trafikmængder, geometriske forhold o.s.v.

Der kan være flere årsager til, at en samordnet signalstyring ikke fungerer hensigtsmæssigt som f.eks.:

- Samordning er af ældre dato, der ikke tager hensyn til ændrede trafikforhold m.m.
- Samordning er fejlindstillet

- Samordning foregår kun i ét eller få signalprogrammer, der ikke tager tilstrækkelig hensyn til variation af trafikmængder og trafikfordeling over døgnet
- U hensigtsmæssig programsift (f.eks. at morgenmyldretidsprogram udkobles for tidligt)
- Utilstrækkelige muligheder for at tilpasse signalvisning til arrangementer, fodboldkampe m.m., hvor der er en usædvanlig trafiksituation
- Signalfaser indkobles uden behov for grønt lys - ingen trafik
- Grøntider er utidssvarende
- Fejlprogrammering af styreapparat
- Manglende signalovervågning, der vil kunne øge muligheden for kontrol af fejlstyringer

### **Isolerede signalanlæg**

Kun et lille udsnit af de isoleret beliggende signalanlæg er udstyret med avanceret trafikstyring. Typisk sker der kun en forbedring af signalstyringen i forbindelse med, at det eksisterende styreapparat er udslidt og må udskiftes.

Der kan være flere årsager til, at signalstyringen i et isoleret beliggende signalanlæg ikke fungerer hensigtsmæssigt som f.eks.:

- Forældet styring - ingen eller begrænset trafikstyring
- Gamle styreapparater uden mulighed for avancerede trafikstyringsfunktioner
- Udfald af detektorer
- Langsom fejlretning ved fejl
- Manglende signalovervågning.

Mange af problemerne i signalanlæggene bliver vejbestyrerne først opmærksomme på, når de har stået på i længere tid og skaber synlige problemer, eller når borgere gentagende gange klager over forholdene. Indtil dette sker, har den dårlige signalvisning allerede forårsaget reduceret fremkommelighed, øget miljøbelastning og større risiko for ulykker.

Generelt er det et problem, at de enkelte vejbestyrere ikke er bekendt med hvilke gevinster, der ligger i at foretage en målrettet forbedring af signalstyringen. Der er heller ikke politisk vilje til at investere de nødvendige midler, måske fordi forbedringer i et signalanlæg ikke er særligt synlige.

### **3. Hvad er dynamisk signalstyring**

Dynamisk signalregulering er et begreb, der dækker over et signalsystem, hvor signalstyringen hele tiden tilpasser sig de aktuelle trafikmængder i signalanlæggene. I praksis anvendes udtrykket for et integreret signalsystem, der indeholder andre funktioner og omfatter en stor del eller alle signal-anlæg i en by. Dynamisk signalstyring benyttes i stort omfang i isoleret beliggende signalanlæg, men kaldes her oftest avanceret eller moderne trafikstyring.

I bestræbelserne på at forbedre sikkerheden, miljøet og fremkommeligheden indføres der i stigende omfang større signalstyringssystemer i europæiske byer, der har til formål at optimere signal-afviklingen dynamisk under hensyntagen til den helt aktuelle trafiksituation.

Det ville være optimalt, hvis et dynamisk signalreguleringssystem kunne tilpasses til en bestemt by og der kunne defineres forskellige individuelle styrestrategier, der træder i funktion under forudbestemte kriterier. Dette er ikke umiddelbart fuldt tilgængeligt i de nuværende systemer.

Som eksempel på styrestrategier og relaterede tiltag/signalfunktioner, der med fordel trafikpolitisk kunne anvendes, kan nævnes:

- *trafiksikkerhed* (lav samordningshastighed, prioritet for bløde trafikanter, trafikstyringsfunktioner der har til formål at hindre bagendekollisioner og rødkørsler)
- *miljø* (effektiv afvikling af bilkøer, grønne bølger, prioritering af tunge køretøjer, busprioritering)
- *fremkommelighed* (høje samordningshastigheder, grønne bølger)

Signalfunktioner, der er gunstige for miljø og fremkommelighed, vil i mange tilfælde være sammenfaldende, mens sikkerhedsfremmende funktioner vil være i modstrid hermed.

Et dynamisk signalreguleringssystem kan imødegå den situation, man i dag ser i samordnede signalanlæg, hvor det er "flaskehalsen", der i vid udstrækning dimensionerer omløbstiden. Denne omløbstid kan i andre kryds medføre unødige forsinkelser.

Et overordnet dynamisk signalstyringssystem bør kunne varetage følgende væsentlige funktioner:

- *Signaloptimering af samordnede signalanlæg* herunder mulighed for at optimere på parametrene "miljø", "trafiksikkerhed" og "fremkommelighed"
- *Signaloptimering af isolerede signalanlæg*
- *Signalovervågning*
- *Indsamling af trafikdata* (trafiktællinger, hastighedsmålinger, køretøjsklassifikation)
- *Simulation* (off-line) med mulighed for sammenligning af forskellige styrestrategier

Det dynamiske signalreguleringssystem bør desuden indeholde funktioner, der gør det muligt at tilpasse systemet til de aktuelle forhold, og samtidig indeholde særlige funktioner der f.eks. opprioriterer en bestemt strækning, integrerer vejnetshændelser i styringen, integrerer dynamisk visning af grønbølge-hastighed, integrerer udrykningsruter m.m. Et signalsystem bør således i vid udstrækning integreres til byens eventuelle eksisterende TI-systemer.

Ved valg og etablering af et dynamisk signalreguleringssystem bør det tilstræbes, at systemerne bliver åbne, således at interface mellem udstyr fra forskellige leverandører nemmere kan integreres. Det bør på denne måde også sikres, at alle nødvendige data kan kommunikere mellem systemerne. I dag medfører manglende ensartet grænsesnit, at der sker en begrænset overførsel af data mellem systemer af forskellige fabrikater.

Avanceret trafikstyring af isolerede signalanlæg har vundet større indpas i forbindelse med indførelse af microprocessorbaserede styreapparater. Et avanceret trafikstyret signalanlæg skal indeholde funktioner, der på den ene side sikrer maksimal sikkerhed, og samtidig beregner det optimale tidspunkt for skift mellem de enkelte faser og signalgrupper. Et avanceret trafikstyret anlæg bør tilsluttes et overvågningssystem, da effektiviteten er meget afhængig af detektorspolernes konstante fejlfrie funktion.

De traditionelle avancerede trafikstyringsfunktioner for isolerede signalanlæg har nogle svagheder, som man er ved at udvikle i nye signaloptimeringsprodukter.

### **Optimeringsprincipper for samordnede signalanlæg**

Der findes på markedet en række systemer, der kan foretage signaloptimering af større signalsystemer. Der skelnes mellem:

- *Centrale systemer*, hvor alle beregninger sker i en central regne-enhed (SCOOT, SCATS og MOTION). Den overordnede fremgangsmåde er, at en række detektorer indsamler data om

trafiksituationen i det meste af vejnettet, der indgår. Der beregnes herefter optimale omløbstider og tilhørende grøntidsforskydninger og grøntider. Denne beregning vil typisk foregå hvert minut eller op til hvert 15. minut.

- *Decentrale systemer*, hvor der etableres en lokal regneenhed i hver enkelt styreapparat (SPOT, PRODYN). Signalstyringen opdateres hurtigt svarende til, at der sker en trafikstyret samordning af alle kryds. Et decentralt system vil dog, såfremt det omfatter et større område og/eller mange signalanlæg, med fordel kunne knyttes sammen med en tilhørende overbygning (central styring), der udstikker de overordnede styringsprincipper

### **Optimeringsprincipper for isolerede signalanlæg**

For de isoleret beliggende signalanlæg findes der også en række muligheder for at optimere signalafviklingen. Ved optimering af isolerede signalanlæg bør intelligensen og styringen være separeret fra det overordnede dynamiske signalstyringssystem og være placeret i det enkelte styreapparat. Selv de mest decentrale dynamiske signalreguleringssystemer opererer i bedste fald med en opdateringsfrekvens på 3 sekunder, mens avanceret trafikstyring kræver en opløselighed på mindst 1/10 sekund.

Der findes en række styringsprincipper, der kan implementeres ved avanceret trafikstyring af isolerede signalanlæg:

- *LHOVRA*, der er en række svenske trafikstyringsfunktioner, som forbedrer trafiksikkerheden og minimerer forsinkelser og antal stoppede køretøjer. Desuden indeholder LHOVRA en række prioritetsfunktioner
- *MOVA*, der er et britisk kommercielt produkt, som baserer styringen på matematiske beregninger og en række algoritmer
- *SOS* (Selvoptimering af signalanlæg), der er en ny teknik, som stadig er på forsøgsstadiet. Man forsøger, at videreudvikle LHOVRA med integration af visse algoritmer, der kendes fra det britiske MOVA-princip. Desuden tilføjes nye funktioner bl.a. trafikdatabase

Fælles for både dynamisk signalregulering og avanceret trafikstyring er, at de kræver en omfattende detektering af trafikanter. Detektering sker typisk v.h.a. induktionsspoler, men videodetektering formodes at vinde mere frem.

### **4. Opgradering af signalstyringer i Danmark**

Et egentligt omfattende dynamisk signalreguleringssystem vil umiddelbart kun være relevant for de 4-5 største byer i Danmark. Der gives her et bud på en række funktioner og procedurer, der kan tages i brug af de enkelte vejbestyrere, både i mindre og større byer. Disse tiltag vurderes at have stor effekt og kan under alle omstændigheder benyttes til at få igangsat en planlægning af signalopgraderingen i en by. Indledningsvis bør følgende foretages:

1. Undersøgelse af trafikafviklingen i de signalregulerede kryds og strækninger. Herved kan evt. problemer registreres og en prioriteringsrækkefølge opstilles. Uanset om der registreres reelle problemer, bør der opstilles en rækkefølge for, hvordan signalstyringen systematisk skal opgraderes og gennemgås.
2. For at kunne opgradere signalafviklingen i et kryds eller på en strækning skal der indsamles data om trafikmængder og evt. uheldsoplysninger

For de samordnede signalanlæg kan der konkret gøres følgende:

- *Gennemgang og beregning af samordning* (evt. udførelse af TRANSYT-beregninger) og procedure for f.eks. årlig opgradering. Når først der er foretages TRANSYT-beregninger én gang vil det være mindre ressourcekrævende efterfølgende.
- *Gennemgang af samordning* for eventuelle fejlindstillinger
- *Øget anvendelse af "trafikstyret programvalg"*. Kriterier for hvornår de enkelte signalprogrammer skal ind- og udkobles gøres trafikafhængige og ikke bestemt af klokkeslet. Funktionen kræver etablering af en række målepunkter.
- *Undersøgelse af behov for specielle signalprogrammer*, der tager hensyn til ferietrafik, arrangementer, lejlighedsvis omdirigering af trafik o.s.v.
- *Gennemgang af de enkelte signalanlæg* i samordninger for uhensigtsmæssige tidssætninger, fejlprogrammeringer og unødvendig indkobling af signalfaser
- *Udvikling af specielle signaloptimeringsfunktioner*, der kan integreres i eksisterende styreapparater - f.eks. videreudvikling af funktionen "trafikstyret programvalg".
- *Etablering af signalovervågning* hvorved grøntidsindstillinger og samordninger kan kontrolleres

Sideløbende bør de enkelte signalanlæg gennemgås for fejlprogrammeringer, fejlindstillinger m.m. Ethvert anlæg bør desuden gennemgå en trafikteknisk gennemgang.

For de isoleret beliggende signalanlæg kan der konkret gøres følgende:

- *Indførelse af LHOVRA-styring* i kryds med moderne styreapparat, der er udstyret med mindre avancerede trafikstyringsfunktioner
- *Udskiftning af gamle styreapparater* og indførelse LHOVRA-teknologi
- *Etablering af signalovervågning*, der reducerer risikoen for, at fejlhæftede detektorspoler i længere tid medfører uhensigtsmæssig signalvisning.

## **5. Det videre forløb**

Det bør gøres almindeligt kendt hvor store samfundsøkonomiske gevinster, der er ved at optimeringen signalstyringen i samordnede og isolerede signalanlæg.

Det bør ligeledes være almindeligt kendt for vejbestyrerne, at der findes en række mindre økonomisk krævende funktioner og rutiner, man kan starte med at indføre og foretage systematisk.

For de større byer, hvor en systematisk gennemgang af samordninger og signalanlæg kan være temmelig ressourcekrævende, kan man overveje at indføre et dynamisk signalreguleringssystem, der er individuelt tilpasset byen.

Med etablering af nye signalstyringer bør vejbestyrerne være opmærksomme på udstyrets integritet med eksisterende styreapparater og eventuelle øvrige trafikinformatiksystemer.