

# Store samfundsgevinster ved optimering og vedligeholdelse af signalanlæg

*Fremkommeligheden og forureningen påvirkes meget af, hvordan trafiksignalerne fungerer. Selv små forbedringer af signalanlæg kan give store forbedringer for trafikanterne og dermed store samfundsøkonomiske gevinster.*

Af civilingeniør Lars Jørgensen, COWI A/S • lar@cowi.dk



*Figur 1. Effekterne af trafikstyring for et firbenet kryds er beregnet ved brug af simuleringsprogrammet VISSIM.*

Trafikstyring af signalanlæg har efterhånden været benyttet i mange år. Især i trafiksvage perioder er det tydeligt for trafikanterne, at det er en fordel, at signalanlæg er trafikstyrede, da det betyder, at unødigt ventetid for rødt minimeres. Ved højere trafikbelastning er det vanskeligere for trafikanterne at gennemskue, om signalanlæggene fungerer optimalt.

Også for trafikingeniører har det tidligere været vanskeligt at beregne effekterne af trafikstyring. Eksempelvis kan DANKAP

udelukkende beregne effekterne af tidsstyring, fritliggende (ikke-samordnede) signalanlæg med en konstant trafiktilstrømning. Med de senere års udvikling af simulering af vejtrafik er det nu muligt at simulere effekterne af trafikstyring, samt samordning og overbelastning under varierende trafikforhold.

Vejdirektoratet har igangsat en undersøgelse af effekterne af optimering af signalanlæg. Undersøgelserne omfatter både fritliggende og samordnede signalanlæg. I det

følgende beskrives en analyse af effekterne af trafikstyring i fritliggende signalanlæg. Cowi har analyseret trafikafviklingen ved brug af simuleringsprogrammet VISSIM.

## **Fritliggende signalanlæg**

Som case for simuleringerne er udvalgt et firbenet signalreguleret kryds med 2-sporede veje i alle krydsets ben. Krydset er beliggende i et byområde. Driftsformen er "rød hvile", så signalanlægget viser rødt i alle retninger, hvis der ikke registreres trafik på

spoler i krydsets tilfarter. Der er ikke kapacitetsproblemer i krydset. Det vurderes, at der er mange signalregulerede kryds i Danmark med en tilsvarende geometri, trafikbelastning og styring.

Der er opstillet en VISSIM model af trafikafviklingen for et typisk hverdagsdøgn. Trafikgrundlaget for modellen er indsamlet via spoletællinger.

### Driftsform

Effekten af at vælge forskellige driftsformer for signalstyringen er undersøgt. Konsekvenserne er beregnet ved simulering af trafikafviklingen i krydset for følgende driftsformer:

- Tidsstyring med omløbstider på
  - 62 sek. i myldretiderne (kl. 7.00 - 9.00 og kl. 15.00 - 17.00)
  - 42 sek. uden for myldretiderne
- Præference, hvor signalanlægget har hvilestilling i grønt for hovedretningen
- Rød hvile, hvor signalanlægget har hvilestilling i rødt for alle retninger.

Den samlede forsinkelse i krydset for et hverdagsdøgn er for de tre driftsformer sammenlignet i figur 2. Forsinkelsen med præference og tidsstyring er henholdsvis cirka 30% og cirka 150% højere end med rød hvile drift.

Simuleringerne viser således, at det er en meget stor fordel at trafikstyre fritliggende signalanlæg. I de nye vejregler er det et krav, at fritliggende signalanlæg trafikstyres. Alligevel er der i Danmark flere eksempler på tidsstyrede fritliggende signalanlæg.

Simuleringerne indikerer også, at med så store forskelle i effekterne for tidsstyring og trafikstyring kan det være en fordel at tage signalanlæg ud af samordninger i trafiksvage perioder, hvis der er langt mellem signalanlæggene.

### Detektorfejl

Effekterne af trafikstyring i ovenstående afsnit gælder under forudsætning af, at detekteringen af trafikken i krydset fungerer. I praksis opleves imidlertid problemer med, at detektering ikke fungerer korrekt. Styreapparaterne programmeres derfor ofte til at anmelde og forlænge grøntiden til maksimum for signalgrupper, hvor detekteringen er fejlrant.

For at beregne effekten af fejl på detektorer er udført simuleringer, hvor der er forudsat at være fejl på spolerne i henholdsvis hovedretning, sideretningen og begge retninger. Det er samtidig forudsat, at der ved fejl sker en maksimal forlængelse af grøntiden for de aktuelle signalgrupper. Forskelle i den samlede forsinkelse er vist i figur 3 for et hverdagsdøgn.

Ved en enkelt defekt spole i sideretningen øges den samlede forsinkelse cirka

170% pr. hverdagsdøgn, hvilket understreger, at det er vigtigt hurtigt at opdage og udbedre detektorfejl, så generne for trafikkanterne reduceres. For at kunne reagere hurtigt på fejl er det nødvendigt at have et overvågningssystem, der udsender alarmer ved detektorfejl mv. Det er ligeledes vigtigt at have et effektivt beredskab, så detektorfejl hurtigt kan blive udbedret.

### Samfundsøkonomiske betragtninger

Resultater fra VISSIM er både forsinkelse, rejsetider, kølængder, antal stop, brændstofforbrug og udslip af CO og NOx. Disse data kan benyttes i en samfundsøkonomisk beregning af konsekvenser af valg af driftsform og fejl på detektorer.

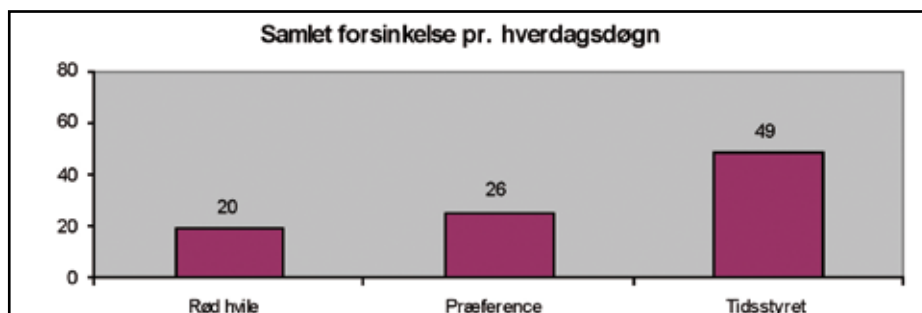
Trafiksikkerheden er ikke vurderet i VISSIM. Implementering af trafikstyring vurderes af have en sikkerhedsfremmende effekt. Med trafikstyringen kan risikoen for, at biler befinder sig i valgzonen eller dilemmazonen, når grøntiden afsluttes, reduceres. Den forventede gevinst ved trafikstyring er imidlertid ikke kvantificeret i nedenstående samfundsøkonomiske betragtninger.

Med udgangspunkt i Vejdirektoratets enhedspriser kan den samfundsøkonomiske besparelse ved at benytte driftsformen "rød hvile" i forhold til tidsstyring beregnes til 4.300 kr. pr. hverdagsdøgn. Dette beløb kan omregnes til en samlet samfundsøko-

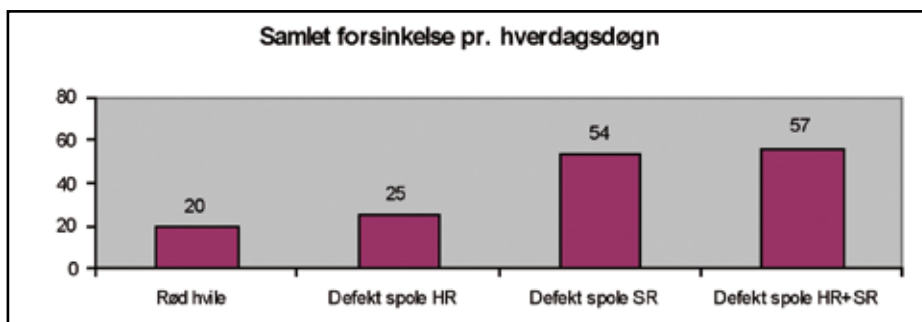
nomisk gevinst på 1,4 mio. kr. pr. år. Dette beløb skal ses i forhold til, at omkostningerne ved at etablere spoler, kabelforbindelser mv. er i størrelsesordenen 200.000 kr. Ud fra samfundsøkonomiske betragtninger vil udgifterne til etablering af trafikstyringen således være tjent hjem på 2 - 3 måneder.

Tilsvarende kan de samfundsøkonomiske omkostninger ved defekte spoler i sideretningen beregnes til ca. 5.000 kr. pr. hverdagsdøgn. Spolefejl skyldes ofte, at spolekablet bliver gravet over, eller at der er fejl på selve spolen. Hvis der er fejl på en spole, koster det maksimalt 5.000 kr. at få etableret en helt ny spole. Ud fra samfundsøkonomiske betragtninger er udgifterne til reparation af en spole således tjent hjem på et enkelt hverdagsdøgn.

Desværre ses af og til signalanlæg, hvor spolefejl ikke repareres gennem længere perioder. På samme måde som beregning af de årlige besparelser ved trafikstyring kan de årlige omkostninger ved detektorfejl beregnes. De årlige samfundsøkonomiske omkostninger ved detektorfejl for et fritliggende signalanlæg kan nemt løbe op i over 1 mio. kr. Ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv vil det således være særdeles fordelagtigt at sørge for at investere de nødvendige ressourcer i vedligeholdelse af trafikstyring af signalanlæg.



Figur 2. Samlet forsinkelse for et hverdagsdøgn sammenlignet for forskellige driftsformer.



Figur 3. Samlet forsinkelse pr. hverdagsdøgn med defekte spoler (sammenlignet med rød hvile uden defekte spoler) – HR = Hovedretning, SR = Sideretning.