



Evaluering af DOGS

Adaptivt signalsystem på Ring 3 gennem
Herlev

Dynamisk
Optimering af
Grøntider og
Samordning

Vejdirektoratet
Niels Juels Gade 13
Postboks 9018
1022 København K
Tlf. 3341 3333
Fax 3315 6335
vd@vd.dk
www.vd.dk

Notat

Evaluering af DOGS
Signalsystem på Ring 3
gennem Herlev

Dato

22. oktober 2004

Forfatter

Steen Merlach Lauritzen

Foto

Steen Merlach Lauritzen

Oplag

10

Udgiver

Vejdirektoratet
Trafikafdelingen

Indholdsfortegnelse

0.	SAMMENFATNING	5
1.	INDLEDNING	7
1.1	Baggrund	7
2.	SYSTEMER TIL ADAPTIV STYRING	8
2.1	Traditionel samordning	8
2.2	Udenlandske kommercielle, adaptive styresystemer	9
2.2.1	SCOOT	9
2.2.2	SCATS	11
2.2.3	MOTION	12
2.2.4	SPOT	12
2.3	Generelle effekter af adaptiv styring	13
2.4	Myter om adaptiv styring	14
3.	SIGNALANLÆGGENE I OMRÅDET	16
4.	NUVÆRENDE TRAFIKAFVIKLING	18
4.2	Morgenmyldretiden	18
4.3	Eftermiddagsmyldretiden	19
4.4	Grøntider i eksisterende signalstyring	20
4.5	Gennemfartstrafik	22
5.	DOGS-SYSTEMETS FUNKTION	25
5.1	Nuværende signalprogrammer	25
5.2	Detektorbestykning	25
5.3	Indkobling af DOGS	25
5.4	Beregning af retningsfordeling	26
5.6	Prioritering af retning	29
5.7	Valg af omløbstid	29
5.8	Grøn bølge og omløbstid	30

6.	EKSEMPLER PÅ DOGS' ADAPTIVE EGENSKABER	35
6.1	Eksempler på DOGS' adaptive egenskaber	35
7.	KAPACITETSFORHOLD	38
7.1	Omløbstidens betydning for kapaciteten	38
7.2	Sidevejstrafikken i de enkelte kryds	44
7.2.1	Amtssygehuset	44
7.2.2	Hjortespringvej	44
7.2.3	Herlev Bygade	44
7.2.4	Frederikssundsvej	44
7.2.5	Mileparken	44
7.3	Anden fordelingsnøgle?	45
8.	MÅLINGER AF KAPACITET, REJSETID OG FORSINKELSE	47
8.1	Generelt om rejsetid i et vejsystem	47
8.2	Målinger af rejsetid	48
8.3	Målinger af kapacitet	49
8.4	Forsinkelse for sideretning og venstresvingstrømme	52
8.4.1	Ring 3/Frederikssundsvej	53
8.4.2	Venstresving mod Herlev Bygade	54
8.4.3	Mileparken	55
9.	UDVIDELSE AF DOGS-SYSTEMET	57
10.	SIMULERING	58
11.	KONKLUSIONER	59
	Bilag: Detektorplacering	60

0. Sammenfatning

Nærværende rapport beskriver resultaterne af en undersøgelse af effekten af et nyt signalstyringskoncept, DOGS, udviklet af firmaet Technical Traffic Solution, Odense. DOGS står for "Dynamisk Optimering af Grøntid og Samordning". DOGS er sat i drift i 5 signalanlæg på Ring 3 i Herlev på opdrag af Københavns Amt. Systemet er sat i drift ultimo april 2004.

DOGS er en strategi for styring af samordnede signalanlæg og kan arbejde sideløbende med en traditionel strategi med faste grøntider.

DOGS er et adaptivt system, dvs. DOGS tilpasser sig de aktuelle trafikmængder og indstiller varigheden af grønt lys i de enkelte signalanlæg efter behov. De beslutninger, som DOGS tager, er baseret på data fra detektorer nedfræset i kørebanen før hvert signalanlæg. Data behandles kontinuerligt, og beslutninger om eventuel justering i signalvisningen iværksættes umiddelbart efter.

På en vejstrækning med trafiksignaler, hvor trafikken nærmer sig kapacitetsgrænsen, kan DOGS overtage styringen og sætte grøntiderne i vejret og dermed straks tilvejebringe ekstra kapacitet. Dette sker dog i en vis udstrækning på sidevejstrafikkens og de venstresvingendes bekostning. Sidevejstrafikken kan risikere at få væsentligt forøgede ventetider, men kun såfremt sidevejstrafikken ikke har tilstrækkelig kapacitet i situationen med DOGS-styring. Hvis sidevejstrafikken i forvejen ikke er særlig stor, kan den sagtens tåle en kapacitetsnedsættelse. Der kan ikke siges noget generelt om, hvor stor kapacitetsreduktionen vil være i sideretningen, da dette afhænger af den kapacitetsreserve, som var til stede inden DOGS-styringen tog over fra den traditionelle signalstyring.

Teoretiske overvejelser tilsiger, at DOGS kan forøge kapaciteten i det hårdest belastede kryds på Ring 3 med op til 46 %, hvis der i ekstreme situationer skulle opstå behov for en sådan kapacitetsforøgelse. Ved moderat overbelastning af krydsene ved traditionel signalstyring kan DOGS eliminere overbelastningen ved at forøge kapaciteten efter behov. Det er eftervist, at kapaciteten på Ring 3 med DOGS styring er forøget med 15-25 % i situationer med moderat overbelastning. Dette har i høj grad været medvirkende til at fjerne kødannelser på Ring 3 gennem, Herlev.

Den måde, hvorpå de enkelte signalanlæg veksler i forhold til hinanden er af afgørende betydning for, om trafikanterne vil opleve en grøn bølge. DOGS måler hele tiden trafikken i de to retninger på strækningen. Ved en pludselig skæv retningsfordeling og stor trafiktilstrømning kan DOGS derfor beslutte at etablere en grøn bølge med stor kapacitet i den ene af retningerne. DOGS kan herved gribe ind i en situation, hvor der helt uforudset opstår stor trafik i den ene retning. I en situation med megen trafik i begge retninger forøger DOGS grøntiderne mere i hovedretningen end i sideretningen og tilvejebringer herved mere kapacitet på strækningen.

Når en strækning bliver overbelastet stiger ventetiderne uforholdsmæssigt meget, fordi trafikanterne risikerer at skulle standse mere end én gang for rødt lys ved det samme signalanlæg. Når kapaciteten forøges ved hjælp af DOGS, reduceres sandsynligheden for at dette sker. I forhold til en situation med moderat overbelastning i et traditionelt signalsystem, vil DOGS med stor sandsynlighed kunne forøge kapaciteten så meget, at dette ikke vil finde sted. Dermed er det også sandsynligt, at DOGS vil kunne reducere rejsetiderne langs en strækning, hvor der ved traditionel styring er overbelastning. Løst sagt kan man sige, at DOGS omprioriterer kapaciteten til fordel for hovedretningen. Totalt set vil en forøget omløbstid i systemet give større samlet kapacitet.

Når omløbstiden sættes op, vil krydsende fodgængere over hovedretningen få forøget ventetid, mens fodgængere parallelt med hovedretningen vil få reduceret ventetiden.

Når DOGS forøger kapaciteten på en strækning, der ved traditionel signalstyring ville være overbelastet, vil forsinkelserne for trafikanterne på strækningen blive reduceret, forudsat at samordningen stadig fungerer nogenlunde tilfredsstillende. Et mindre antal stop og en mindre ventetid i signalanlæg, betyder samtidig at emissionerne fra køretøjerne i hovedretningen vil blive reduceret. I den modsatte retning trækker dog det faktum, at emissionerne fra køretøjer i sideretningen som oftest vil blive forøget, især ved meget høje omløbstider i signalanlæggene.

Umiddelbart fremstår DOGS som et signalsystem, der som overbygning på et traditionelt signalsystem, kan fungere som en form for vagthund, der giver alarm og griber ind i signalstyringen, når der er ved at blive overbelastning. Derved sikres trafikanterne en så smidig trafikafvikling som muligt, og det er sandsynligt at dette også vil have en positiv afsmitning på emissionerne fra køretøjerne, da ventetiden for rødt lys og antallet af stop reduceres.

DOGS kan opfattes som et prisbilligt alternativ til andre og dyrere kommercielle, adaptive signalstyringssystemer. Til gengæld indeholder DOGS ikke den samme fleksibilitet og ikke tilsvarende rutiner til at optimere trafikafviklingen i ikke-overbelastede vejnet.

Systemet er leveret af TTS som ”en bunden opgave”. Dette indebærer, at systemets primære formål har været at løse problematikken omkring motorvejens udvidelse, og i første omgang ikke at tage hensyn til trafikken i tværretningerne. Samtidig er der indført en række restriktioner i den måde DOGS tillades at håndtere signalstyringen på. Overordnet set synes der derfor mulighed for at forfine signalstyringen yderligere, både med og uden DOGS-styringen aktiv.

1. Indledning

1.1 Baggrund

TTS har bedt Vejdirektoratet stå for en undersøgelse om de mulige effekter af en ændret signalstyring på fem signalanlæg gennem Herlev.

DOGS står for ”Dynamisk optimering af grøntider og samordning”. Systemet i Herlev er etableret af Københavns Amt som bygherre. Formålet med systemet har været at etablere en alternativ trafikstyring i de situationer, hvor der forekommer en meget stor og evt. pludselig trafiktilstrømning ad Ring 3 gennem Herlev. Sådanne situationer forekommer ofte i morgen- og eftermiddagsmyldretiden og specielt i de situationer, hvor der sker hændelser på Motorring 3. Dette får den effekt, at nogle trafikanter vælger at køre fra motorvejen og i stedet benytter Ring 3 gennem Herlev.

Når ombygningen af Motorring 3 påbegyndes i foråret 2005, forventes en endnu større del af motorvejstrafikken at blive overflyttet til Ring 3 gennem Herlev. Strækningen vil derfor blive yderligere overbelastet.

Københavns Amt har på denne baggrund fået installeret DOGS-systemet som en metode til at skabe ekstra kapacitet på Ring 3 gennem Herlev i de situationer, hvor der er brug for det. Den ekstra kapacitet tilvejebringes gennem en forøgelse af omløbstiden, som primært benyttes til forøgelse af grøntiden for tilfarterne på Ring 3. Endvidere sker der en optimering af forskydningen, således at retningen med mest trafik tilgodeses.

DOGS er fra starten tænkt som et adaptivt system, som ikke kræver store overordnede computere, men klarer styringen lokalt med mulighed for overvågning og parameterændring fra en standard PC.

2. Systemer til adaptiv styring

2.1 Traditionel samordning

Traditionel signalstyring i byområder er normalt opbygget af faste signalprogrammer. Der findes dog forskellige programmer for myldretidstrafik morgen og eftermiddage for at tilvejebringe en god grøn bølge for den retning med den største trafik. Tilsvarende er der programmer for dagtrafikken og tynd nattrafik, begge situationer med en balanceret retningsfordeling.

En samordning af en række signalanlæg består grundlæggende af tre parametre i de enkelte signalanlæg:

1. Omløbstiden, som er fælles for alle signalanlæg i samordningen
2. Grøntiderne i de enkelte faser
3. Offsetten, som bestemmer den relative forskel i grønstart for to nabosignalanlæg

Det er især den sidste parameter, som bestemmer samordningen og dermed, hvorledes kvaliteten opfattes af trafikanterne.

Ved et programsifte, fx fra morgenmyldretidsprogrammet til dagprogrammet, ændres nogle af de ovennævnte parametre, således at det samlede signalsystem bedre er tilpasset den nye trafiksituation med mindre trafik og måske en mere ligelig retningsfordeling. Selve skiftet sker over en række omløb, hvor den nye samordning løber ind. Selve ændringen kan give en lang grøntid for en retning i ét eller flere omløb, hvorved køer bygges op i tværretningen. Endvidere vil trafikanterne kunne opleve en underlig samordning under selve programsiftet.

Selvom konceptet med tidsstyret signalregulering har fungeret gennem mange årtier har det dog også visse mangler:

- Der tages ikke højde for en pludselig ændring i trafikmængderne ved trafikulykker, vejarbejde på andre strækninger, vejarbejder på eller ved vejen samt ved sportsarrangementer, udstillinger o.l.
- Der tages ikke højde for stærkt ændrede trafikmængder på hverdage omkring helligdage, fx fredag efter Kr. Himmelfart, hverdage efter jul, osv.
- Der går lang tid mellem opdateringer af samordningen, typisk kun ved ændringer/ombygninger af signalanlæg i samordningen
- Faser uden trafikbehov indkobles i alle omløb

Der er således et behov for systemer, som automatisk kan tilpasse sig ændrede trafiksituationer, hvad enten disse opstår på grund af sæsonvariation, ændret byudvikling, tilfældigt (trafikulykker), eller af ændrede vaner hos trafikanterne

2.2 Udenlandske kommercielle, adaptive styresystemer

Gennem de sidste årtier har man udviklet og afprøvet systemer på kommerciel basis, som skulle overvinde nogle af de ovennævnte svagheder, som den traditionelle samordningsteknik indebærer. Gennem en mere eller mindre omfattende detektorbestykning registreres trafikken i systemets tilfarter. Herved er det muligt ved hjælp af en række matematiske algoritmer at indstille parametrene, så signalanlæggene afvikler trafikken bedst muligt.

I det følgende gives en kortfattet beskrivelse af de forskellige systemer og af nogle af de basale forskelle, der er mellem dem.

2.2.1 SCOOT

Blandt de hidtil mest succesfulde systemer blandt de adaptive systemer er det engelske system SCOOT (Split, Cykle and Offset Optimisation Technique), som er udviklet af det engelske Transport and Road Research Laboratory (nu privatiseret under navnet TRL). SCOOT er installeret i mere end 130 byer i Storbritannien samt i ca. 40 byer i den øvrige verden. I alt er mindst 10.000 signalanlæg under SCOOT-styring.

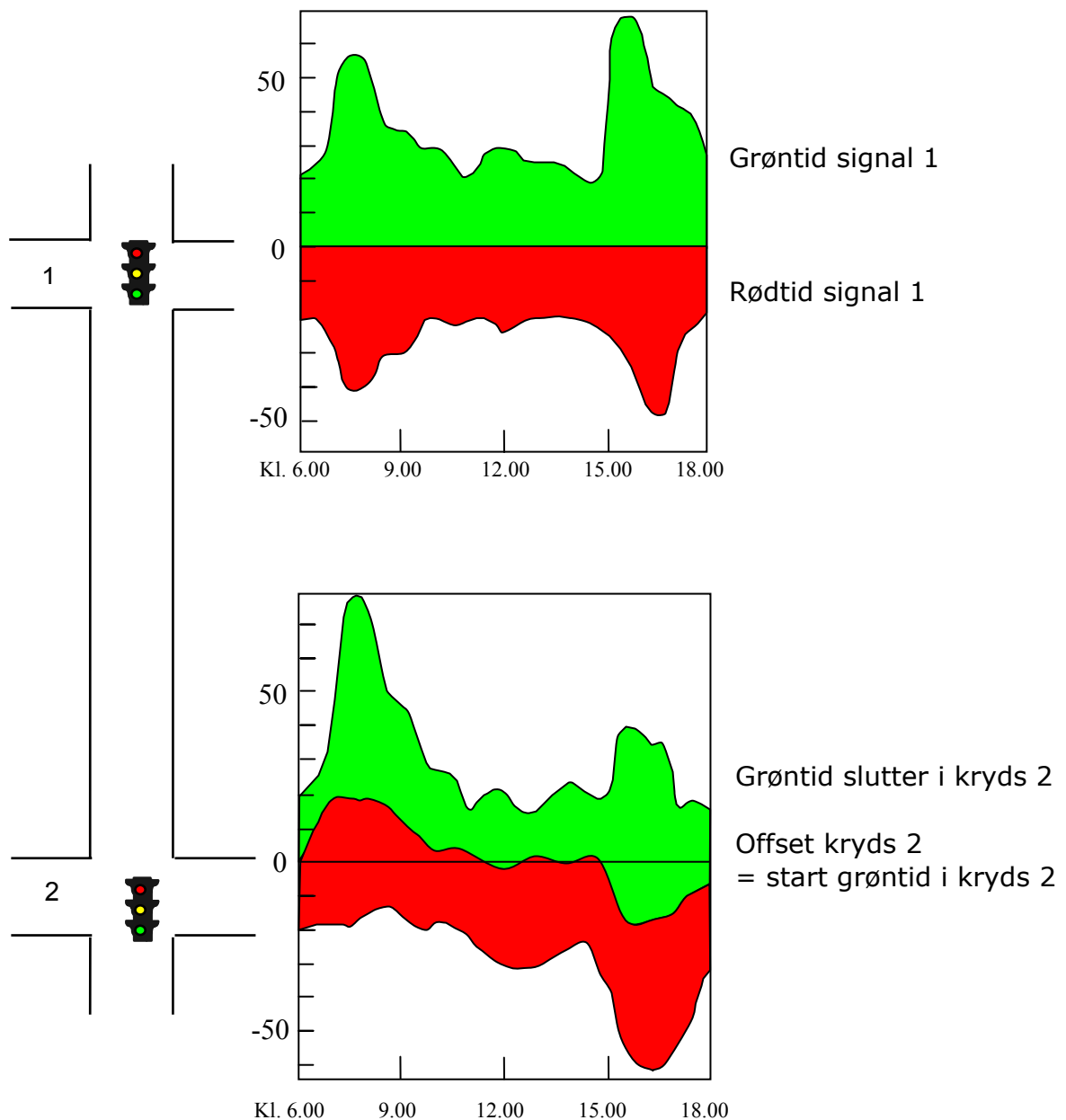
I SCOOT placeres detektorerne i frafarten i det foregående signalanlæg og tilsluttes dette. Dette sikrer korte kabelforbindelser. Alle trafikdata (detektorernes belægningsstider) transmitteres en gang hvert sekund til en central computer, der holder styr på alle signalparametre og trafikdata for alle tilsluttede signalanlæg. Det er således i denne centrale computer, at alle beregninger af signalparametre udføres og beslutninger om signalskift foretages. De enkelte styreapparater er således i princippet præget af lav ”intelligens”, når det drejer sig om styring af signalerne.

SCOOT prøver løbende at minimere en vægtet sum af antallet af køretøjsstop og kølængden i vejnettet. Dette kvalitetsmål tages som udtryk for signalsystemets effektivitet, eller snarere ineffektivitet, idet det gælder om at minimere denne værdi.

Det helt centrale i SCOOT er, at der ikke arbejdes med faste signalprogrammer. På baggrund af små registrerede trafikændringer sker der en løbende ”evolution” i signalparametrene. Hvor et traditionelt styret signalsystem ændrer omløbstid fra fx 80 sekunder til 60 sekunder over kort tid, sker dette som en glidende proces i SCOOT. Tilsvarende med offsetten, der i et traditionelt system ændres ved programsiftet, sker dette i SCOOT over mange omløb efterhånden som retningsfordelingen ændrer sig fra fx en skæv retningsfordeling med favorisering af den ene retning på en strækning til en balanceret retningsfordeling, hvor ”sol og vind” deles ligeligt mellem de to retninger.

Optimeringen i SCOOT sker ved ændring af de tre basisparametre i et samordnet signalsystem, grøntidsfordelingen, forskydningen (offsetten) og omløbstiden. Grøntidsfordelingen og omløbstiden kan ændres en gang pr. omløb, mens offsetten kan ændres en gang hvert 5.-10. minut.

På figur 2.1 er vist et eksempel på, hvorledes SCOOT kan ændre parametre over en dag i to nabo-signalanlæg. På den øverste figur er vist grøntider og rødtider i kryds 1. Omløbstiden udgøres af summen af grøn- og rødtider. På den nederste figur er ligeledes vist grøn- og rødtider, men endvidere er starten af grøntiden vist i forhold til kryds 1. Det ses, at om morgenen starter grøntiden i kryds 2 senere end i kryds 1, fordi retningsfordelingen tilsiger, at der er fordelagtigt, at lade kryds 2 starte grønt lys ca. 20 sekunder senere end i kryds 1. I dagtimerne er retningsfordelingen mere ligelig og SCOOT vælger at lade de to kryds starte grønt lys ca. samtidig. Om eftermiddagen er trafikken vendt, og hovedstrømmen går nu fra kryds 2 mod kryds 1. SCOOT tilpasser nu signalerne, så der etableres en grøn bølge for trafik fra kryds 2 mod kryds 1.



Figur 2.1 Eksempel på SCOOTs indstillinger i to signalanlæg gennem en dag.

Da forskydningen (offsetten) er vist i forhold til kryds 1, er den negativ for kryds 2, hvilket betyder tidligere grønstart i kryds 2 end i kryds 1.

Normalt opdeles et SCOOT-system i en række underområder, der hver især arbejder med en omløbstid, som ikke behøver at være den samme.

Ved flere lejligheder har SCOOT vist sin evne til hurtigt at omstille sig til en ny trafik-situation, fx fordi der er sket en pludselig omlejring af trafikken pga. trafikuheld.

2.2.2 SCATS

SCATS er en forkortelse for Sydney Co-ordinated Adaptive Traffic System. Alene navnet siger noget om, hvem som har udviklet systemet og, hvor det første gang er blevet anvendt. I Sydney er ca. 2.500 signalanlæg under SCATS-styring. SCATS har vundet stor udbredelse, især i Asien og Australien. Ca. 11.000 anlæg i mere end 50 byer på 4 kontinenter er under SCATS-styring. I Europa findes et system i Dublin.

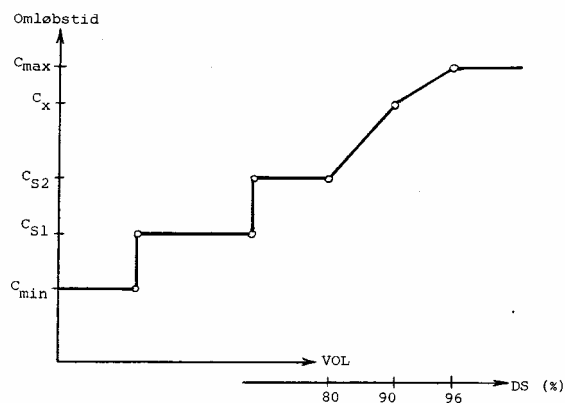
I modsætning til SCOOT arbejder SCATS ikke med stringente matematiske optimeringskriterier. Beregningerne foregår i stedet på baggrund af heuristiske regler og funktioner, som bestemmer en passende indstilling af signalerne. SCATS er et decentralt system, hvor beslutningerne foretages i styreapparatet eller i masterapparaterne.

Et større SCATS-område kan være opdelt i en række delområder, hvor der findes 10-15 samordnede signaler med hver deres omløbstid. SCATS sørger for automatisk sammenkobling af delområder, hvis der er behov for samordning på tværs af grænserne for delområder.

Detektorerne i SCATS består af en relativ kort tilstedeværelsesdetektor umiddelbart før stoplinien. Detektoren kan dels forlænge grønt lys for tilfarten, dels sende trafikmængder og belægningsdata til masterapparatet.

Fire forskellige baggrundsplaner for grøntidsfordelingen anviser grøntiderne i de enkelte kryds. Det er trafikken i en række udvalgte, strategiske kryds, som tilsammen bestemmer, hvilken grøntidsplan, som skal være gældende i alle kryds.

Detektordata bestemmer også omløbstiden. Der er foruddefineret 3 omløbstider (C_{\min} , C_{S1} og C_{S2} , hvor der kan indføres rimelige to-vejs grønbølger). Er der behov for yderligere omløbstid sker dette ved at der grøntiderne forøges proportionalt med basisgrøntiderne, dvs. ved en grøntidsfordeling på fx 60/40, vil hver 10 sekunders forøgelse af omløbstiden medføre 6 sek. forøgelse af grøntiden i hovedretningen og 4 sek. forøgelse i sideretningen. Når omløbstiden når en bestemt højere værdi C_X , tillægges al yderligere omløbstid hovedretningen i form af mere grøntid. I Australien er omløbstider på 140-160 sek. ikke unormalt.



Figur 2.2. I SCATS bestemmes omløbstiden som en funktion af trafikmængderne, under højbelastning af belastningsgraden (kapacitetsudnyttelsen).

Offsetten bestemmes med passende mellemrum på en kombination af den gældende omløbstid og retningsfordelingen på strategiske delstrækninger.

SCATS kan således betegnes som et system, der er baseret på trafikstyret programvalg men med dynamisk beregning af omløbstiden.

2.2.3 MOTION

I Europa har Siemens udviklet et system benævnt MOTION. Dette system er installeret i Odense og i Valby i alt ca. 40 signalanlæg. I Valby er systemet i udpræget grad forsynet med lokal busprioritering, da det betjener en række busser i området omkring Valby station. Systemet findes også installeret i en række tyske byer. I alt er systemet installeret i 8 byer i Europa.

MOTION har i princippet minimum én detektor pr. tilfart. Detektoren er placeret ca. 75 m fra stoplinien. MOTION beregner hvert 15. minut en omløbstid for systemet. Omløbstiden kan ændres i skridt á 5 sekunder. Dernæst beregnes grøntidsfordelingen

Herudover indeholder MOTION faciliteter for lokal trafikstyring afhængig af omfanget af detektorer tilknyttet signalanlægget. Detektorerne kan således benyttes til forlængelse af fasen eller kald af svingfase.

Offsetberegningen sker på baggrund af den trafik, der måles på delstrækninger. En matematisk model sammenholder med passende mellemrum køretøjspassagerne gennem de forskellige dele af omløbet med signalstatus. Herved kan den optimale relative grøntidsforskydning og dermed offsetten for de enkelte kryds fastsættes. Denne beregning sker ved at systemet i lighed med SCOOT søger at minimere et kvalitetsindeks bestående af en vægtet sum af stop og forsinkelse ved de enkelte stoplinier. Offsetten, der bestemmer hvorledes en evt. grøn bølge opleves af trafikanterne, bestemmes således ved egentlig optimering.

2.2.4 SPOT

I Torino, Italien, er der udviklet et system benævnt SPOT. Dette system har vundet en vis udbredelse i Italien, hvor der nu er ca. 700 SPOT-anlæg. SPOT-systemet er installeret i alle nordiske lande. Specielt i Norge har dette system fået en vis udbredelse i de senere år. I Oslo er f.eks. ca. 50 anlæg under SPOT-styring. I Danmark er SPOT af Roskilde Amt installeret i 4 signalanlæg i Køge. I alt er SPOT installeret i ca. 20 byer i Europa.

I forhold til øvrige adaptive systemer adskiller SPOT sig ved at bindingen mellem signalanlæggene i form af samme omløbstid er frigivet. De enkelte anlæg beslutter frit varigheden af grøntiderne for de enkelte faser og dermed omløbstiden. Omløbstiden kan derfor være forskellig fra kryds til kryds. Dette kan fx benyttes til busprioritering.

Detektorer er placeret i frafarterne. Data indsamlet ved det ene kryds sendes videre til nabokrydset osv. På denne baggrund udarbejder SPOT hvert 3. sekund en prognose for trafikankomsterne de næste to minutter. De enkelte styreapparater har således en prognose for trafikken i de næste minutter og har herved god tid til at beregne det optimale tidspunkt for signalveksling, således at kvalitetsindekset bliver minimeret. Kvalitetsindekset i SPOT består af følgende parametre:

- Forsinkelsen
- Antal stop
- Kølængden
- Forsinkelse for busser (hvis disse detekteres separat)
- Afvigelse fra foregående signalindstilling (sikrer små ændringer)

Styrken i SPOT består i, at når busser detekteres, kan de indgå med en større vægt i optimeringen. Herved kan SPOT give kraftig prioritering af busser samtidig med optimering af afviklingen af den øvrige trafik, både i situationer med busankomster og i situationer uden busankomster.

2.3 Generelle effekter af adaptiv styring

Undersøgelser af adaptive systemer viser stort set altid det samme: Der sker en forbedring af trafikafviklingen i form af mindre forsinkelse og dermed mindre rejsetid. Ofte kan det dog være svært at måle kvaliteten af et givet signalsystem. Der er en række faldgruber ved en sådan sammenligning mellem to signalsystemer:

- Resultatet beror høj grad beror på, hvad man sammenligner med. Hvis det tidligere signalsystem indeholder forældede samordninger er det ikke så svært at få forbedringer med et adaptivt system.
- Trafikmængderne kan have ændret sig fra før- til efterperioden. Især i situationer med overbelastning er dette af afgørende betydning, jf. næste punkt.
- På grænsen til overbelastning stiger kølængde og forsinkelse ikke lineært. En stigning i kølængden medfører en uforholdsmæssig større stigning i forsinkelsen, fordi nogle køretøjer skal vente over i et signalomløb.
- Man taler ofte om at fremkommeligheden er forøget med fx 20 % uden at skelne mellem begreberne rejsetid og forsinkelse. Normalt er sammenhængen mellem rejsetid og forsinkelse den, at en procentuel reduktion i rejsetiden er ca. det halve af den procentuelle reduktion i forsinkelsen. En ændring i forsinkelsen på 20 % vil således medføre en reduktion i rejsetiden på ca. 10 %. De endelige cifre vil dog afhænge af netudformningen og trafikbelastningen.
- Effekten af en samordning afhænger af netgeometrien. Hvis krydsene ligger med en indbyrdes optimal afstand i forhold til en tidsstyret samordning, vil gevinsten ved en adaptiv styring være mindre.
- Det kan være svært at afgrænse området, som skal undersøges. Hvis et adaptivt system leder mere trafik igennem kan dette forårsage længere køer efter området med det adaptive system.

Den bedste måde at vurdere et adaptivt system på er, at gennemføre simuleringer under kontrollerede forhold. Herved kan mønstret i køretøjsankomster holdes konstant fra før- til efterperioden. Og man får herved en troværdig og objektiv vurdering af det adaptive system.

2.4 Myter om adaptiv styring

Man hører ofte en række udtalelser om adaptiv styring. Sådanne udtalelser er imidlertid ofte myter, som har meget lidt eller intet med virkeligheden at gøre. Det svenske konsulentfirma, MOVEA, har beskrevet nogle klassiske myter omkring adaptive systemer. Her er nogle af dem med kommentarer:

Myte 1. Fremkommeligheden forøges med 20-30 % med adaptiv styring. Forkert ! Hvis den gamle samordning var dårlig eller ikke-eksisterende kan man måske opnå disse fordele. Men hvis den gamle samordning har en bare nogenlunde god kvalitet kan fremkommeligheden i form af rejsehastigheden forventes forøget med 5-10 %, hvilket modsvarer en gennemsnitlig reduktion af ventetiden i signalanlæggene med 10-20 %.

Myte 2. Adaptiv styring forøger kapaciteten. Forkert! I et overbelastet område forøger et adaptivt system ikke kapaciteten. Der er kun 3600 sekunder på en time og en del af den benyttes til faseskift. Ved fuld belastning i alle faser i et kryds er kapaciteten fuldt udnyttet, og et adaptivt system kan hverken gøre fra eller til. Et adaptivt system kan dog omfordele kapaciteten mellem tilfarter og sikre, at omløbstiden aldrig er højere end nødvendig. Herved minimeres ventetiderne bl.a. for fodgængere.

Myte 3. Et adaptivt system er let at installere og udføre trafikteknisk vedligehold på. Forkert ! Det forholder sig modsat. Installation og vedligehold, såvel driftsmæssig som trafikteknisk, kræver indgående kendskab til både trafikteknik og signalstyringsteknik. I en traditionel samordning er det let at se, om noget er uhensigtsmæssigt, eftersom den samme fejl gentages igen og igen. For at kunne se fejl i et adaptivt system kræves dyb indsigt i trafikafvikling, og der kræves en dyb indsigt i signalstyringen for at den ikke skal blive opfattet som en sort boks.

Myte 4. Et adaptivt system reducerer behovet for trafikteknisk vedligehold eftersom systemet jo passer sig selv. Forkert! Behovet forøges snarere fordi et adaptivt system har mange flere knapper at skrue på. Og dette kan være nødvendigt, hvis systemet skal fungere optimalt.

Myte 5. Adaptive systemer laver ingen grønne bølger. Forkert! Hvis det er optimalt med en grøn bølge, vil det adaptive system normalt generere en grøn bølge. Hvis det ikke er optimalt og man fremtvinger en grøn bølge gennem sin parametersætning, kan det normalt gøres

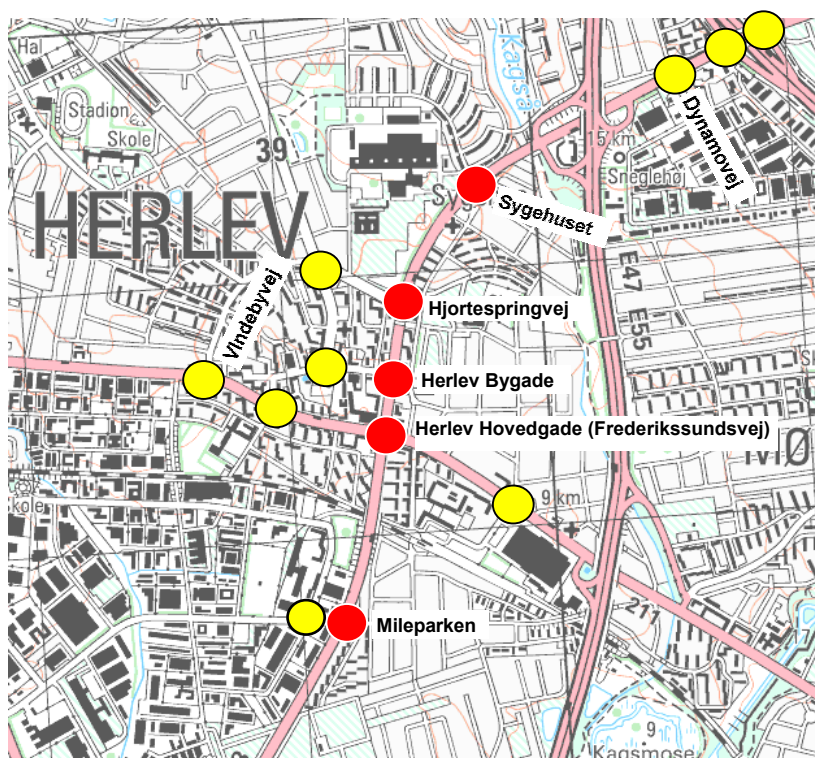
Myte 6. Alle klapper i hænderne af et adaptivt system. Forkert! Kun hvis det tidligere system er af en ringe kvalitet, vil trafikanterne fornemme et kvalitetsløft i form af en mærkbar forbedring af rejsehastigheden og færre stop. Ellers vil de fleste trafikanter næppe kunne mærke nogen forskel, selv om den er til stede.

Myte 7. Hvis man øger fremkommeligheden gennem etablering af et adaptivt system, ødes gevinsten op i form af øget trafik. Delvist sandt. Effekten reduceres med ca. 25 %. Og dette kun hvis der er tale om et undertrykt trafikbehov og kun i situationer med overbelastning.

Myte 8. Et adaptivt system er lønsomt. Sandt! Samfundsøkonomisk er det lønsomt med adaptiv styring. En førsteårsforrentning på 100 % er ikke urealistisk. Det er dog værd at gøre opmærksom på, at tuning af et traditionelt system ofte er både langt billigere og mere lønsomt. Optimering af traditionelle samordninger har således ofte en samfundsmæssig tilbagebetalingstid på 1 måned, svarende til en førsteårsforrentning på 1200 %. I forhold til andre trafikinvesteringer, fx i veje, hvor forrentningen typisk ligger på 5-10 %, er investering i signalstyringsteknik således både særdeles billig og særdeles lønsomt.

3. Signalanlæggene i området

DOGS-systemet er etableret på 5 signalanlæg på Ring 3 gennem Herlev. I umiddelbar tilknytning til DOGS-området ligger en række andre signalanlæg, som er vist på figur 3.1.



Figur 3.1. DOGS-området (røde pletter) med øvrige omkringliggende signaler (gule pletter).

Anlæggene er følgende regnet fra nord mod syd:

- Amtssygehuset
- Hjortespringvej
- Herlev Bygade
- Herlev Hovedgade ("Frederikssundsvej")
- Mileparken

Strækningen af Ring 3 gennem Herlev har to gennemgående spor for ligeudtrafik. Venstresvingende afvikles altid fra separat venstresvingsspor. Højresvingende i de større kryds har eget spor, hvorimod de deler et spor med de ligeudkørende i den syd-lige tilfart i krydset ved Mileparken.

Ring 3 gennem Herlev er anlagt før motorvejen blev bygget som en højklasset vej for at tage trafikken uden om København. Køresporene fremstår meget brede, op til 3,75 m. Kapacitetsmæssigt har trafikanterne derfor ideelle forhold.

Trafikmiljøet på Ring 3 fremgår af billedet, figur 3.2, som viser krydset ved Hjortespringvej.

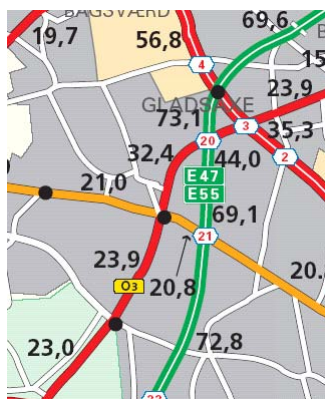


Figur 3.2. Ring 3 set mod nord ved Hjortespringvej. I baggrunden amtssygehuset i Herlev.

4. Nuværende trafikafvikling

4.1 Døgnetrafik

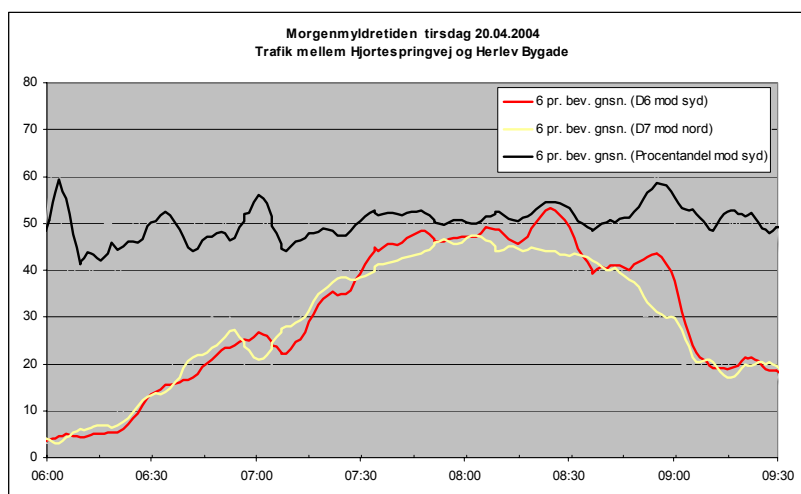
Trafikken på Ring 3 varierer henover strækningen. Størst er trafikken omkring amts-sygehuset med en hverdagsdøgnetrafik på ca. 38.000 køretøjer (ÅDT 32.400). Mindst er trafikken syd for Mileparken med en hverdagsdøgnetrafik på ca. 28.000 køretøjer (ÅDT 23.900).



Figur 4.1. Årsdøgnetrafik 2002 på de større veje omkring Herlev.

4.2 Morgenmyldretiden

Om morgenen er der en svag overvægt af trafik mod syd. På figur 4.2 er vist, hvorledes trafikken varierer kl. 6-10 på Ring 3 mellem Hjortespringvej og Herlev Bygade tirsdag den 20. april 2004. Det ses, at på det tidspunkt, hvor trafikken er størst, er der en svag overvægt af trafik mod syd. Andelen af trafik mod syd ligger i denne periode på 50-55 %.



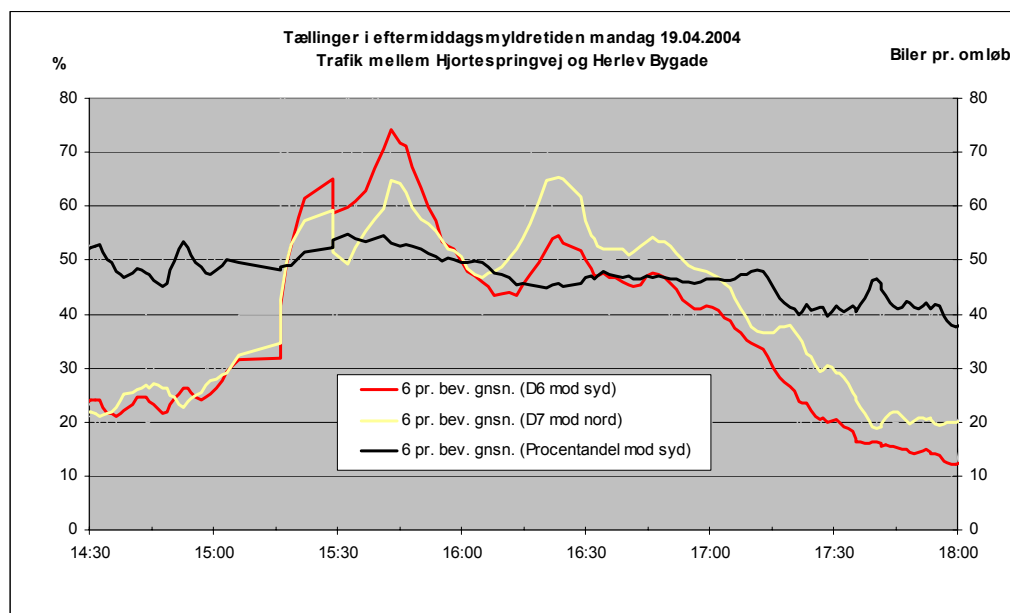
Figur 4.2. Udglattet trafik i morgenmyldretiden (ktj. pr. omløb over 6 omløb) på Ring 3 mellem Hjortespringvej og Herlev Bygade. Den sorte kurve viser andelen (%) af køretøjer mod syd.

Det ses også, at der inden trafikken topper mellem kl. 7.45 og kl. 8.15 er perioder, hvor der er mest trafik mod nord. Den samlede periode med en meget høj belastning er fra kl. 7.30 til kl. 8.45.

4.3 Eftermiddagsmyldretiden

På figur 4.3 er vist, hvorledes trafikken varierer kl. 14.30-18 på Ring 3 mellem Hjortespringvej og Herlev Bygade mandag den 19. april 2004. Mellem kl. 15.15 og kl. 16.00 er der en svag overvægt af trafik mod syd (50 - 55 %). Efter kl. 16.00 er der en svag overvægt af trafik mod nord (50 - 55 %).

Tendenserne for disse to dage bekræftes af tællinger fra andre dage.



Figur 4.3. Udglattet trafik i eftermiddagsmyldretiden (ktj. pr. omløb over 6 omløb) på Ring 3 mellem Hjortespringvej og Herlev Bygade. Den sorte kurve viser andelen (%) af køretøjer mod syd.

Om eftermiddagen synes der at være to myldretidsperioder. Den første fra kl. 15.15 til kl. 16, den anden fra kl. 16.15 til kl. 16.30.

På baggrund af figur 4.2 og 4.3 kan det konkluderes, at der ikke er nogen skæv retningsfordeling af trafikken på den centrale del af DOGS-strækningen, hverken i morgenmyldretiden eller i eftermiddagsmyldretiden.

4.4 Grøntider i eksisterende signalstyring

På figur 4.4 er vist grøntiderne for Ring 3 og i tværretningen for hvert DOGS-kryds i de tre signalprogrammer, som benyttes, når DOGS ikke har overtaget styringen.

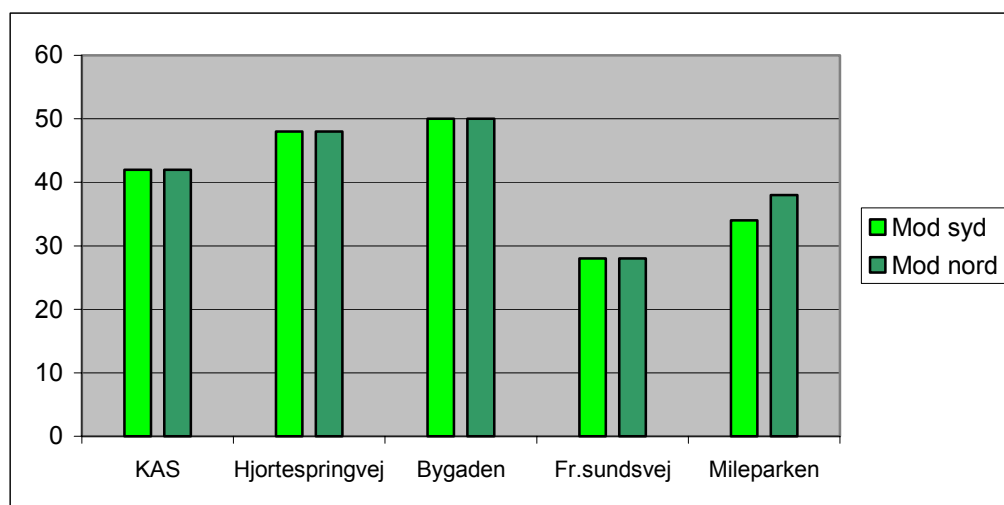
Kryds	60 sek.		80 sek. M		80 sek. E	
	Ring 3	Sidevej	Ring 3	Sidevej	Ring 3	Sidevej
Herlev Sygehus	22	10	42	10	42	10
Hjortespringvej fra syd	28	19	48	19	48	19
Hjortespringvej fra nord	28		48		34	
Herlev Bygade fra syd	30-40 ¹⁾	6-16 ¹⁾	50-60 ¹⁾	6-16 ¹⁾	50-60 ¹⁾	6-16 ¹⁾
Herlev Hovedgade (Fr.sundsvej)	16	16	28-32 ²⁾	20	28-32 ²⁾	20
Mileparken fra syd	26	15	38	15	34	20
Mileparken fra nord	26		34		34	

Figur 4.4. Grøntider for Ring 3 i de 3 signalprogrammer for dagtrafik (60 sek.), morgentrafik (80 sek.) og eftermiddagstrafik (80 sek.)

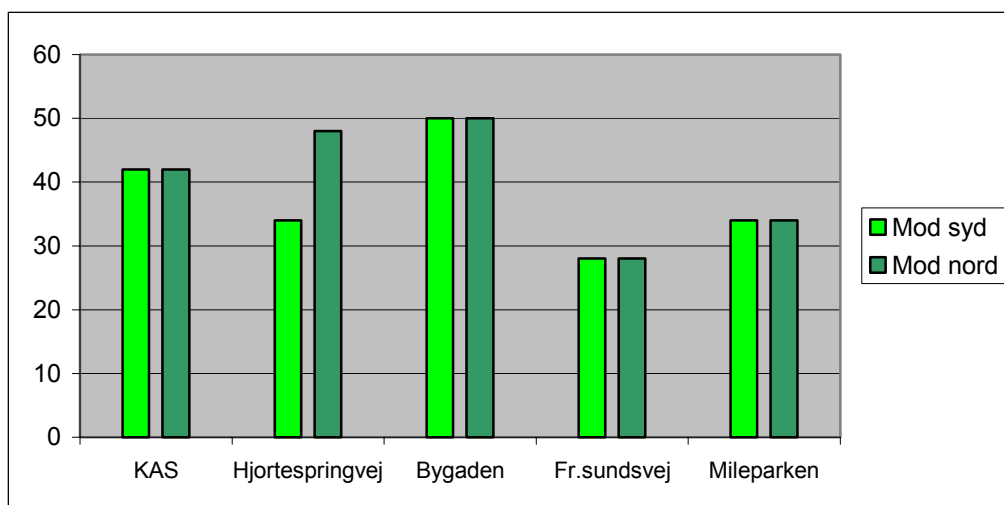
¹⁾ 60 sek. uden fodgængeranmeldelse over Ring 3, ellers 50 sek.

²⁾ 28 sek. ved fuld forlængelse for venstresvingere fra Ring 3

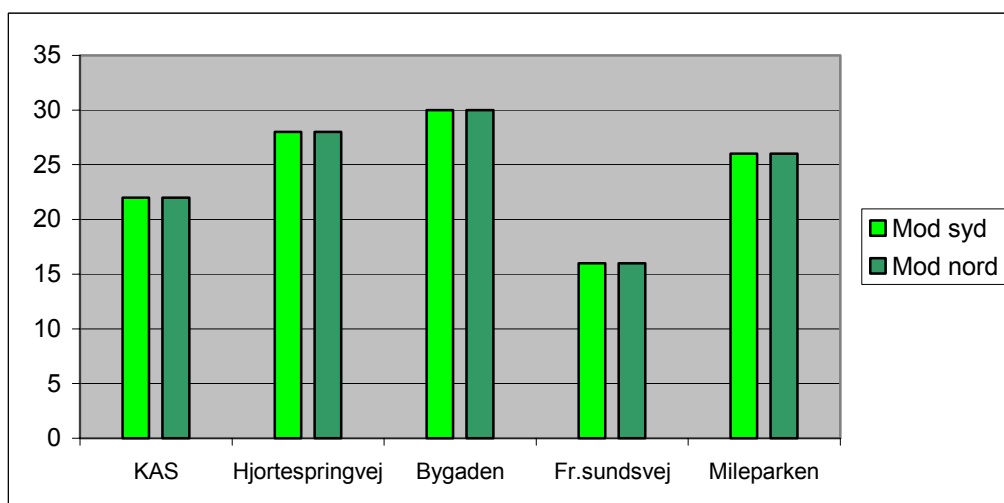
Figur 4.5 - 4.7 giver et indtryk af den relative kapacitet mellem tilfarterne på Ring 3. Billederne er dog ikke helt retvisende, idet andelen af ligeudkørende trafik varierer fra kryds til kryds. Endvidere kan lokal trafikstyring medføre lidt længere grøntid i nogle omløb i nogle af krydsene. Specielt i krydset ved Frederikssundsvej og ved Mileparken er andelen af svingende relativ stor.



Figur 4.5. Illustration af grøntiderne for Ring 3 i morgenprogrammet på 80 sekunder.



Figur 4.6. Illustration af grøntiderne for Ring 3 i eftermiddagsprogrammet på 80 sekunder.



Figur 4.7. Illustration af grøntiderne for Ring 3 i dagprogrammet på 60 sekunder.

Grøntiden er dog klart mindst i krydset ved Frederikssundsvej. I nordgående retning er andelen af svingende i dette kryds dog lille. Alt i alt må krydset ved Frederikssundsvej betragtes som flaskehalsen på DOGS-strækningen i begge retninger såvel i morgen- som i eftermiddagsmyldretiden.

Grøntiderne i dagprogrammet er vist på figur 4.7. Som det ses, fremgår flaskehalsen ved Frederikssundsvej meget tydeligt. Sædvanligvis er der dog ingen afviklingsproblemer i dagtimerne.

Især i myldretiderne kan der opstå overbelastning på DOGS- strækningen. Som det fremgår af figur 4.5-4.6 er det det store kryds ved Frederikssundsvej, som har den mindste grøntid og derfor også er det kryds, som bestemmer kapaciteten på strækningen. Grøntiden i dette kryds kan variere for trafikken på Ring 3. Det er mængden af venstresvingende trafik fra Ring 3, som afgør, om grøntiden er 28 sek., 32 sek. eller derimellem. På grund af den store trafikbelastning vil en overbelastning derfor betyde, at tilfarten mod Frederikssundsvej ikke vil blive ryddet i grøntiden.

Det er især i den myldretid, hvor samordningen er dårligst for Ring 3 frem mod Frederikssundsvej, at der er risiko for tilbagestuvning til det foregående kryds. Det vil sige om morgenen mod nord fra Mileparken og om eftermiddagen mod syd fra Herlev Bygade. Specielt om eftermiddagen er det kritisk, fordi den reducerede kapacitet for venstresvingende fra syd mod Herlev Bygade bliver så lille under DOGS, at dette kan medføre blokering af venstre spor ved starten af venstresvingslommen og dermed en forringet afvikling af biler mod nord gennem krydset ved Frederikssundsvej. En sådan situation med DOGS-styring ses på figur 4.8. Der er i en sådan situation målt forsinkelser på op til 6 minutter for den venstresvingende trafik.

Ved stigende omløbstider i DOGS, vil tendensen til kødannelse og risikoen for tilbageblokering derfor blive forøget.



Figur 4.8. Reduceret kapacitet for venstresvingende fra Ring 3 mod Herlev Bygade kan til tider give blokering af venstre spor på Ring 3.

4.5 Gennemfartstrafik

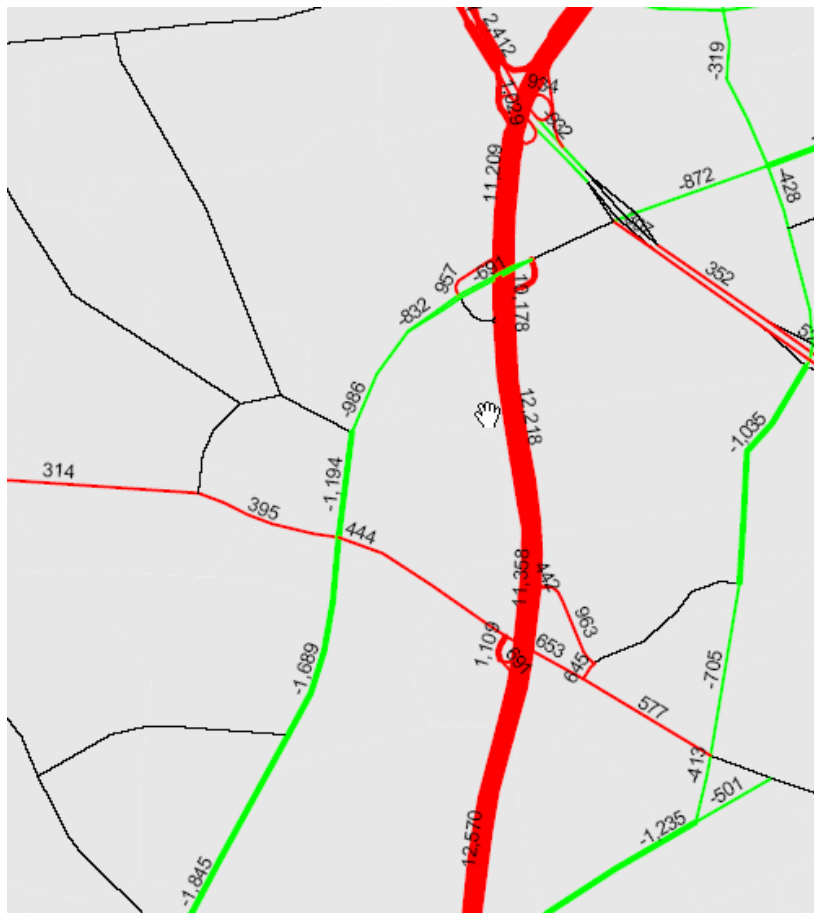
Størrelsen af gennemfartstrafikken på Ring 3 er ukendt. Ved observationer på Ring 3 er der dog noget som tyder på, at en vis del af trafikken på Ring 3 er gennemkørende trafik, som ideelt set burde have kørt ad den paralleltliggende motorvej i stedet. Under ombygningen af M3 forventes trafikken på Ring 3 at blive forøget, fordi en større andel af trafikken vil benytte Ring 3 på kortere eller længere strækninger. På figur 4.9 er vist den forventede ændring af spidstimetrafikken i begge retninger tilsammen morgen og eftermiddag i 2005, hvor anlægsarbejdet på M3 er i gang. Den største ændring ses at forekomme mellem Mileparken og Frederikssundsvej. Ændringen er på 300-350 ktj./time i begge retninger tilsammen.

The figure consists of two side-by-side screenshots of a GIS software interface, likely QGIS, showing a network diagram. The diagram features a central green line segment and several red line segments forming a network. The background is light gray. The left screenshot shows a mouse cursor clicking on a green line segment. The right screenshot shows the same network diagram with a different selection.

Aftermiddagsspiddstide

Af figur 4.9 ses endvidere, at der også vil være mere trafik (ca. 100 ktj./time) på Frederikssundsvej sydøst for Ring 3. Det fremgår imidlertid ikke, hvor stor en del, som kører hhv. mod/fra krydset ved Ring 3. Nordvest for krydset ses uændret trafik. Dette tyder på, at stigningen i trafik sydøst for Ring 3 skyldes en stigning i den svingende trafik i krydset. Da tilfarten fra Frederikssundsvej mod Ring 3 allerede i den nuværende situation er hårdt belastet, især om eftermiddagen, må der således forudses øgede fremkommelighedsproblemer i denne tilfart under ombygningen af M3.

23



Figur 4.10. Trafikændring i 2010 med udbygget M3 i forhold til en ikke-udbygget M3. Rød farve angiver mertrafik. Grøn farve angiver reduceret trafik.

På figur 4.10 er vist den forventede effekt på trafikmængden i 2010, når Motorring 3 er åbnet i 6 spor forbi Herlev. Det ses, at effekten på hverdagsdøgntrafikken udgør ca. 800-1700 køretøjer pr. døgn henover DOGS-strækningen. Den mindre trafik er beregnet i forhold til en situation uden udbygning af M3. Med anlægsarbejdet må det forventes at trafikken stiger med 2.500-4.000 pr. døgn eller ca. 10 %. Den samlede aflastning umiddelbart efter færdiggørelsen af M3 vil således være på 3.500-5.500 biler pr. døgn eller ca. 15 % af den til den tid værende trafik på Ring 3.

DOGS skal således især vise sin effekt i perioden med ombygning af M3 fra 2005-08.

5. DOGS-systemets funktion

5.1 Nuværende signalprogrammer

En beskrivelse af DOGS-systemet er udarbejdet af TTS: ”Ring 3 (fra Mileparken til Motorring 3), DOGS-styring, Funktionsbeskrivelse” dateret 30. marts 2004. I det følgende gives dog en overordnet beskrivelse af systemet og der gives en vurdering af nogle af de byggesten, som systemet består af.

Som udgangspunkt benyttes den nuværende signalstrategi, dvs. fasttidsstyring i 3 signalprogrammer:

Morgenprogram , mandag-fredag	kl. 6.20-9.00	Omløbstid: 80 sek.
Eftermiddagsprogram , mandag-torsdag	kl. 15.00-17.20	Omløbstid: 80 sek.
fredag	kl. 14.30-17.20	Omløbstid: 80 sek.
Dagprogram	øvrige tid	Omløbstid: 60 sek.

Samordningen er i morgenmyldretidsprogrammet tilrettelagt, således at trafikken mod nord favoriseres. Om eftermiddagen er trafikken mod syd favoriseret, mens de to retninger er ligeligt tilgodeset i dagsprogrammet.

5.2 Detektorbestykning

Detektorerne tilknyttet DOGS måler/beregner to eller alle af følgende parametre:

Antal køretøjer pr. omløb
Belægningsgrad (%)
Hastighed (km/t)

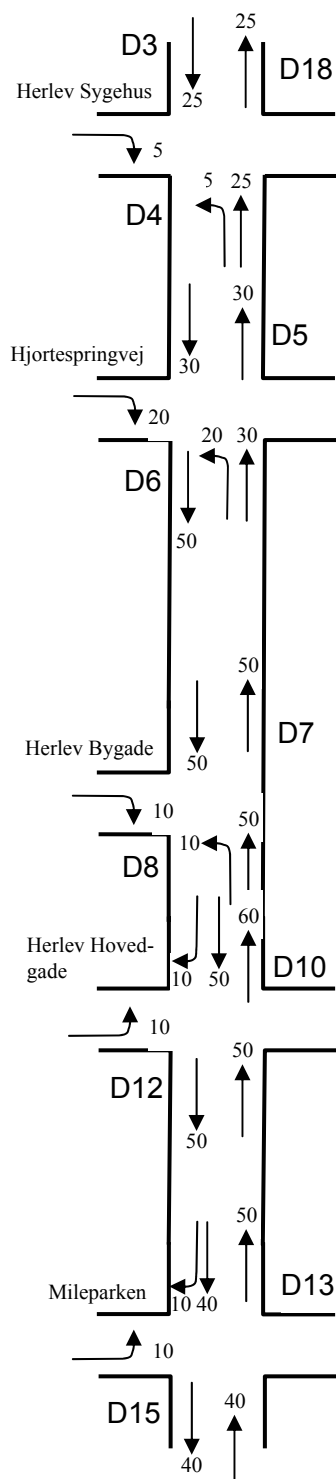
Detektorplaceringen og nummereringen er vist på bilag A. Detektorer er placeret i hvert af køresporene for ligeudkørsel. D4 betegner således to detektorer (D4.1 og D4.2) placeret i højre og venstre spor i den pågældende frakørsel.

5.3 Indkobling af DOGS

I en normal driftssituation vil det være de ovennævnte, tidsstyrede programmer, som er indkoblede. DOGS kører imidlertid hele tiden i baggrunden og undersøger løbende, om der er behov for at DOGS skal gribe ind i signalstyringen.

To kriterier skal begge være opfyldt, før DOGS griber ind:

- Trafikmængden ved tilkørslen i nord *eller* i syd skal være over visse grænseværdier
- Belægningsgraden ved indkørsel i nord *eller* i syd skal være over en fastsat grænseværdi



Figur 5.1. Tænkte trafiktil til illustration af beregning af retningsfordeling.

Tilsvarende skal to kriterier begge være opfyldt, før DOGS går tilbage til traditionel styring.

I princippet kører DOGS-systemet i baggrunden 24 timer i døgnet, dvs. DOGS vil starte op i et af de tre signalprogrammer, som er gældende. Når der ikke længere er behov for DOGS' styring, vendes tilbage til det gældende signalprogram efter tidsplanen.

5.4 Beregning af retningsfordeling

Til beregning af retningsfordelingen måler DOGS trafikken ind mod systemet fra hhv. nord og syd. Dvs. på detektorerne D3 fra nord n.f. Herlev Sygehus og D14 fra syd s.f. Mileparken. Dette benytter DOGS til at afgøre om samordningen skal favorisere trafik mod nord eller mod syd.

Retningsfordelingen beregnes af trafikintensiteten pr. omløb for detektorerne D3, D4 i nord og D13 og D14 i syd på følgende måde:

$$\text{Andel mod syd} = \frac{\text{Max}(D3; D4)}{\text{Max}(D3; D4) + \text{Max}(D13; D14)}$$

Dette betyder, at retningsfordelingen bliver beregnet ved at sammenligne de største af værdierne for de to yderst beliggende detektorer i hver ende af systemet. På figur 5.1 er vist et tænkt eksempel med trafikmængder pr. omløb i en situation, hvor retningsfordelingen overalt er 50/50, dvs. trafikken er ens mod nord og syd på alle delstrækninger og i alle symmetriske svingbevægelser. Benyttes DOGS' metode til beregning af retningsfordelingen fås:

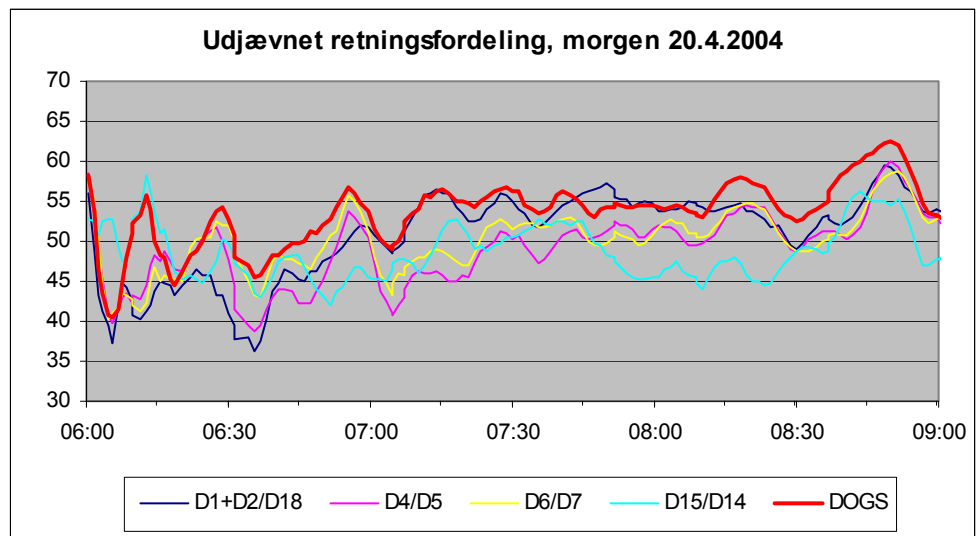
$$R = \text{Max}(D3; D4) / [\text{Max}(D3; D4) + \text{Max}(D13; D14)] = 30 / (30 + 50) = 0,38$$

I dette tænkte tilfælde beregner DOGS således en retningsfordeling på 38/62, selv om trafikken er helt ligeligt fordelt i de to retninger.

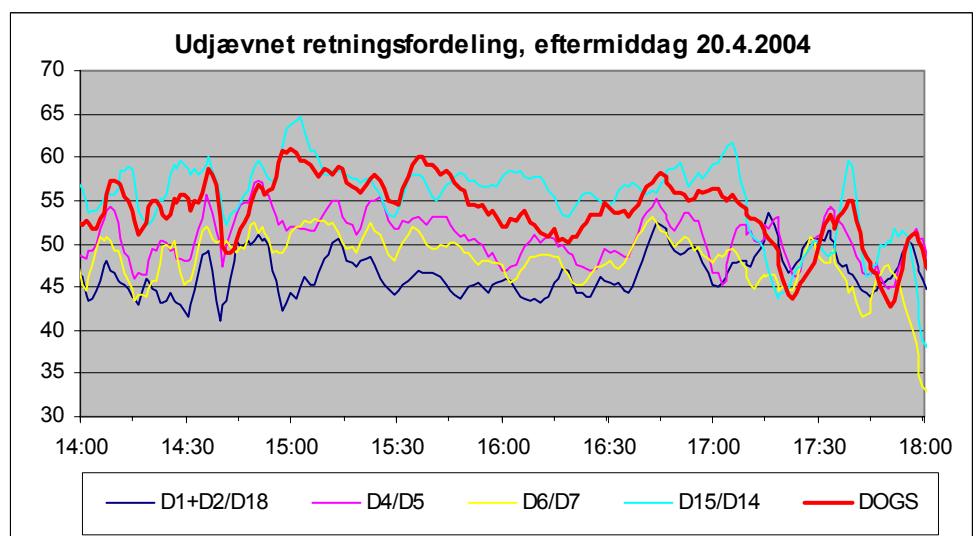
I gennemsnit er trafikken syd for Mileparken kun ca. 70 % af trafikken nord for Ring 3. (ÅDT-forholdet er 23.900 mod 32.400, hvilket svarer til 71 %). Når trafikken er helt ligeligt fordelt i systemet, vil DOGS derfor typisk beregne en retningsfordeling på 58/42 ($32,4/(23,9+32,4) = 0,58$). Retningsfordelingen skal derfor være meget skæv (meget trafik i nordlig retning), før dette vil slå igennem i form af prioritering af retningen mod nord.

På figur 5.2 og figur 5.3 er vist retningsfordelingen (mod syd), som den tilnærmelsesvist beregnes af DOGS, og som den kan beregnes ud fra detektordata i modgående retninger på samme delstrækning mellem kryds. De viste data er glidende gennemsnit over 5 signalomløb. Det ses, at DOGS i myldretiderne gennemgående har retningsfordeling mod syd større end 50 %, hvilket heller ikke er underligt set i lyset af ovenstående betragtninger.

Det ses, at om morgenen synes DOGS at give systematisk større værdier, end en beregning af retningsfordelingen på delstrækninger tilsiger. Det ses også, at retningsfordelingen varierer en del gennem myldretiden og på de forskellige delstrækninger. Efter kl. 8 ses at D15/D14 bliver mindre end 50, mens de andre retningsindikatorer stadig viser ca. 50/50. Dette mønster ses også på andre undersøgte dage. Retningsfordelingen syd for Mileparken synes derfor ikke at fungere som en indikator for retningsfordelingen på den samlede DOGS-strækning.



Figur 5.2. Retningsfordeling om morgenen beregnet af DOGS og med trafik på detektorer, som repræsenterer trafik på korresponderende delstrækninger.



Figur 5.3. Retningsfordeling om eftermiddagen beregnet af DOGS og med trafik på detektorer, som repræsenterer trafik på korresponderende delstrækninger.

Om eftermiddagen ses igen, at DOGS ligger i den øvre ende ved beregningen af retningsfordelingen. For både morgen og eftermiddag ses, at retningsfordelingen for myldretiden som helhed ligger nær 50/50.

Principielt bør retningsfordelingen beregnes med udgangspunkt i de detektorer, der fører trafik mod delstrækningerne mellem to kryds. Der foreligger følgende muligheder for beregning af retningsfordelingen (syd/nord) med de eksisterende detektorer i DOGS:

$(D1+D2)/D18$

$D4/D5$

$D6/D7$

$D8/D10$

$D12/D13$

$D15/D14$

Som det fremgår af figur 5.2 og 5.3 er beregningen af retningsfordelingen på DOGS-strækningen ikke et specielt entydigt begreb. Hvert af kurvesættene ($(D1+D2)/D18$, $D4/D5$, $D6/D7$ og $D15/D14$) er et udtryk for retningsfordelingen mod syd på delstrækninger. Den nuværende beregning i DOGS synes dog at give for høje værdier i forhold til en beregning delstrækning for delstrækning, dvs. en gennemgående overvurdering af trafikken mod syd.

Det ses endvidere, at der gennem hele de to myldretiden ikke er en klar overvægt af trafik i den ene retning, hverken i morgen- eller i eftermiddagsmyldretiden. Signalteknisk er der derfor ingen grund til, at den ene retning skal prioriteres over den anden i en normal myldretidssituation.

Hvis trafikken ved Frederikssundsvej begynder at proppe til, vil den afviklede trafik, dvs. trafikken som registreres på D10 og D12 blive konstante, forudsat den indsvingende trafik på Ring 3 i krydset er konstant. Dvs. det vil være umuligt at vurdere, om der er mere trafik i den ene retning end i den anden. Går man længere bort fra Frederikssundsvej kan effekten af indsvingende trafik blive stor. D13 nord for Mileparken er således præget af stor venstreindsvingende trafik fra Mileparken, specielt om eftermiddagen. Denne trafik kan ikke forventes at blive prioriteret af samordningen og burde derfor principielt ikke indgå i beregningen af retningsfordelingen på strækningen mellem Mileparken og Frederikssundsvej.

Forslag

Den nuværende metode til beregning af retningsfordelingen bør ændres, så den bedre modsvarer den faktiske retningsfordeling på strækningen. Set ud fra et signaloptimeringssynspunkt burde kun ligeudtrafikken måles i DOGS-systemet, dvs. der burde sættes en spærre på trafikmåleren, således at der kun blev leveret data til beregning af retningsfordelingen, når der kunne forventes trafik ad Ring 3. Dette kunne fx være fra grøntidens start +2 sekunder til grøntidens afslutning +5 (eller andre passende værdier). Dette ville sikre, at

det kun var ligeudkørende trafik på langs ad Ring 3 som indgik i beregningerne. Med dette princip ville det være balancen mellem den gennemkørende trafik i et kryds på langs ad Ring 3, som bestemte den aktuelle retningsfordeling.

Det foreslås, at retningsfordelingen beregnes på baggrund af trafikken i modsat retning på samme delstrækning mellem kryds, så længe den maksimale belægningsprocent på de nærmest bagvedliggende detektorer begge er under en vis værdi, som antyder, at der er kø fra Frederikssundsvej tilbage til det nærmeste kryds.

Når denne belægningsværdi overskrides, vil trafikmængden i den ene retning blive undervurderet. Derfor benyttes en ny strækning som kriterium osv. Rækkefølgen i denne procedure kunne være:

1. D8/D10
2. D12/D13
3. D6/D7
4. D4/D5
5. $(D1 + D2)/D18$

5.6 Prioritering af retning

Når DOGS har beregnet en retningsfordeling for et givet tidspunkt undersøges det, hvilken af de to retninger på Ring 3, som skal gives prioritet. Der findes i DOGS fire tærskelværdier, som placerer en given beregning i én af fem klasser. Hver klasse medfører valg af prioritering af retning på følgende måde:

- | | |
|--|-----------------|
| 1. Kraftig prioritering mod syd | $R > 0,65$ |
| 2. Noget prioritering mod syd (som i 80 sek. morgenprogram) | $R = 0,60-0,65$ |
| 3. Balanceret retningsfordeling (som i 60 sek. dagprogram) | $R = 0,40-0,60$ |
| 4. Noget prioritering mod nord (som i 80 sek. morgenprogram) | $R = 0,35-0,40$ |
| 5. Kraftig prioritering mod nord | $R < 0,35$ |

På nuværende tidspunkt vil DOGS følge retningsprioriteringen i det program, som er aktivt, når DOGS overtager styringen, dvs. prioritering 2 eller 4.

5.7 Valg af omløbstid

Når DOGS er aktiv, kan omløbstiden forøges eller reduceres ved stigende/faldende trafiktilstrømning. DOGS kender principielt trafiktilstrømningen til de enkelte stoppliner. Dette måles i frafarten i det foregående kryds. I det mest belastede kryds ved Frederikssundsvej søges belastningsgraden (trafikmængde/kapacitet) holdt under 90 %.

Beregningen sker ved at sammenholde tilstrømningen i de to tilfarter på Ring 3 mod Frederikssundsvej-krydset med den forventede kapacitet. I denne beregning forudsættes en vis del af trafikken at svinge i krydset. Resten vil være ligeudkørende trafik. Når

belastningsgraden overstiger 90 % sættes omløbstiden op. Tilsvarende sættes omløbstiden ned, når belastningsgraden igen underskrider 80 %.

Denne metode har to ulemper:

1. Den frasvingende trafik er ukendt
2. Kapaciteten varierer over året og med vejrliget.

Begge disse ulemper kan elimineres ved i stedet at måle frastrømningen i ligeudsporene ved spoler placeret efter stoplinien og koblet tilsignalet på en sådan måde, at der kun måles i en vis del af omløbet, fx grøntiden + 5 sek. På denne måde er det kun ligeudtrafikken for grønt lys som registreres. En kombination af antalstælling og belægningsgrad vil kunne afgøre, hvor stor belastningsgraden ved stoplinien er, og dermed om omløbstiden bør justeres op eller ned.

I enhver given situation, når DOGS er aktiv, kan omløbstiden ændres med 10 sekunder i op- eller nedadgående retning. Der er dog lagt det bånd på udsvingene i omløbstiden, når DOGS er aktiv, at omløbstiden aldrig vil kunne overstige 130 sek.

Skift af omløbstid sker med små skridt på nogle sekunder pr. omløb. Første kryds med ændret omløbstid er krydset ved Frederikssundsvej. Herefter gives ordre til øvrige kryds at forlænge grøntiden tilsvarende ved afslutningen af den efterfølgende fulde grønperiode.

Ved hver ændring i omløbstiden er der mulighed for at forøge grøntiderne i DOGS-krydsene. Dette sker ved at forøge grøntiderne på Ring 3/sideretningen i forholdet 4:1, dvs. hver 5 sek. forøgelse i omløbstiden medføre en forøgelse af grøntiden med 4 sekunder til Ring 3 og 1 sekund til sideretningen.

Betydningen af denne fordeling af grøntiden for kapaciteten på Ring 3 er nærmere belyst i kapitel 7, kapacitetsforhold.

5.8 Grøn bølge og omløbstid

I en samordning er der en nøje sammenhæng mellem krydsafstand, grønbølgehastigheden og omløbstiden. En god samordning (grøn bølge) i begge retninger kræver at køretiden skal være et multiplum af den halve omløbstid, dvs.

$$t = n \cdot C / 2,$$

hvor

t er køretiden i sekunder

n er et heltal

C er omløbstiden i sekunder

Hvis systemet er sat op med en grøn bølge i den ene retning (fx sydretningen), er samordningen og dermed kvaliteten af den grønne bølge i den anden retning (nordretningen) fastlagt ved

$$\Delta f_{\text{nord}} = C - \Delta f_{\text{syd}}$$

hvor

C er omløbstiden

Δf er tidsforskydningen i start af grønt lys i hovedretningen

I DOGS-systemet fastholdes starttidspunkterne (off-setterne) for grønt lys i de enkelte signalanlæg, når retningsprioriteten er 2, 3 eller 4, dvs. ingen eller lille prioritet i den ene retning. Dermed er Δf fastlagt i den ene retning, normalt retningen med prioritet. Som det ses af ovenstående sammenhæng, vil samordningen i den anden retning variere med omløbstiden: Jo højere omløbstid, jo højere relativ forskydning mellem signalanlæggene i den modsatte retning.

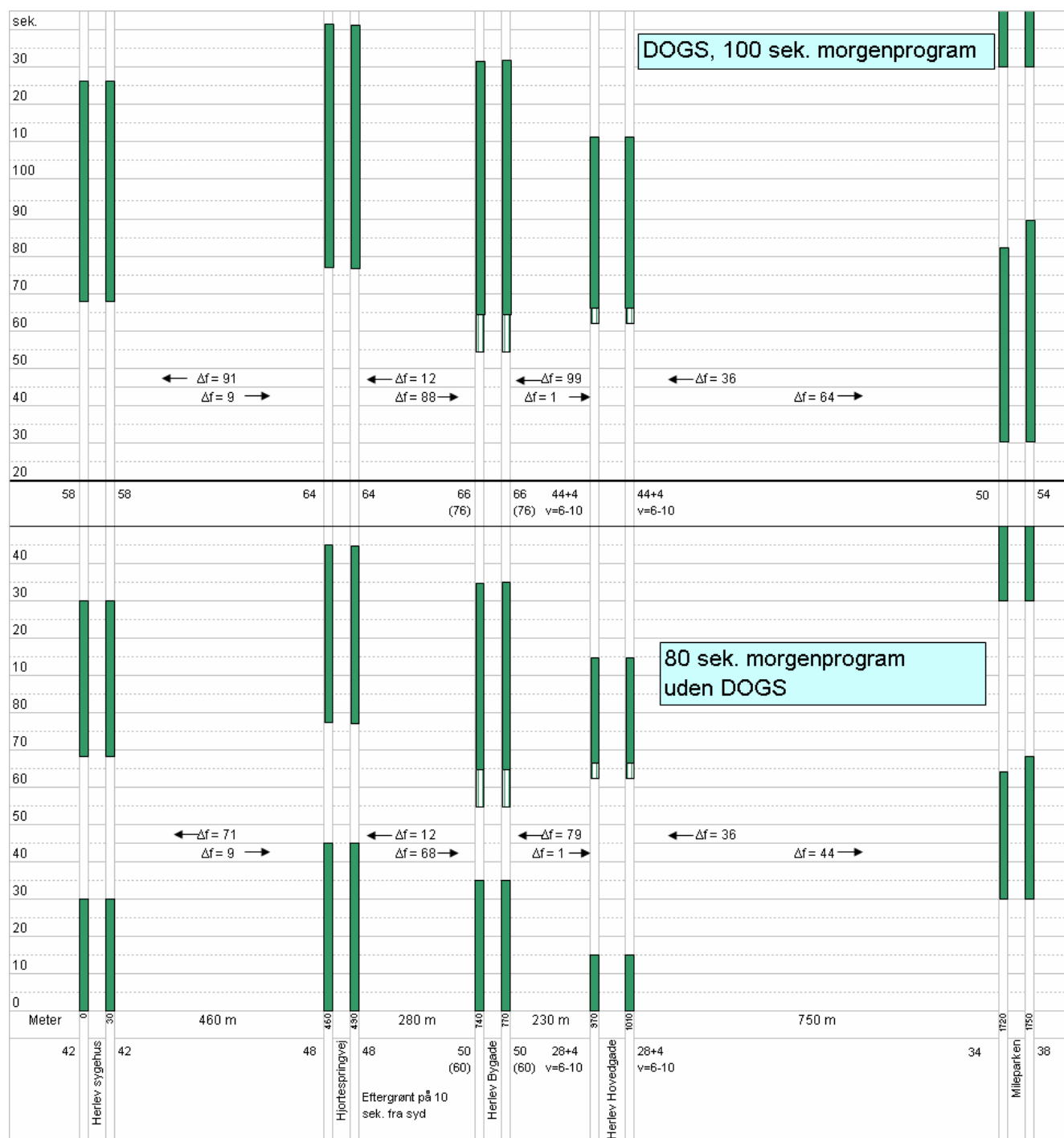
DOGS-systemets metodik er eksemplificeret ved at tage udgangspunkt i morgenprogrammet på 80 sek. Offsets for de enkelte signalanlæg er omregnet til relative forskydninger mellem grøntidsstart i de enkelte signalanlæg. En offset på 68 sek. ved amtssygehuset og 77 sek. ved Hjortespringvej betyder således, at i sydgående retning starter det grønne lys 9 sekunder senere ved Hjortespringvej end ved amtssygehuset. I nordgående retning starter det grønne lys 71 sek. senere ved amtssygehuset end ved Hjortespringvej ($9 + 71 = 80 = \text{omløbstiden}$).

Nederst på figur 5.4 er vist vej-tiddiagrammet i morgenprogrammet på 80 sek. På diagrammet er også vist den relative forskydning i hver af de to kørselsretninger. Øverst på figuren er vist, hvorledes situationen er i DOGS i et 100 sek. program, hvor alle grøntider på Ring 3 er forøget med 16 sek. i forhold til 80 sek. programmet. Også her er den relative forskydning markeret. De relative forskydninger er vist i figur 5.4

Udgangspunktet er krydset ved Frederikssundsvej. Den relative forskydning mellem Frederikssundsvej og øvrige kryds er uændret, men der sker en ændring mellem de øvrige kryds. Dette fremgår både af figur 5.4 og figur 5.5. Det ses, at selv om offsetten fastholdes for det enkelte kryds, sker der en ændring i den måde samordningen fungerer på, og dermed sker der også en ændring i den måde en trafikant vil opleve samordningen på.

I figur 5.5 er med farvemarkering vist, på hvilke delstrækninger og retninger forskydningen bliver fastholdt. Det ses fx, at i sydgående retning er samordningen den samme på 2 delstrækninger, mens der er ændret med 20 sek. på to andre delstrækninger. Helt tilsvarende er situationen i nordgående retning.

Umiddelbart ændrer DOGS således på samordningen ukontrollabelt, når omløbstiden ændres. Dette bør medføre, at kvaliteten af samordningen inspiceres grundigt for forskellige omløbstider under DOGS-styring. Eventuelt bør der indføres tiltag for at forbedre samordningen, hvis DOGS skulle lade samordningen skride i en uheldig retning.



Figur 5.4. Vej-tiddiagram for morgenprogrammet på 80 sek. og et DOGS-modificeret 100 sek. program med fastholdt offset for de enkelte kryds. Som det ses af grøntidsforskydningerne (Δf) mellem de enkelte kryds og retninger, så ændrer samordningsmønstret sig..

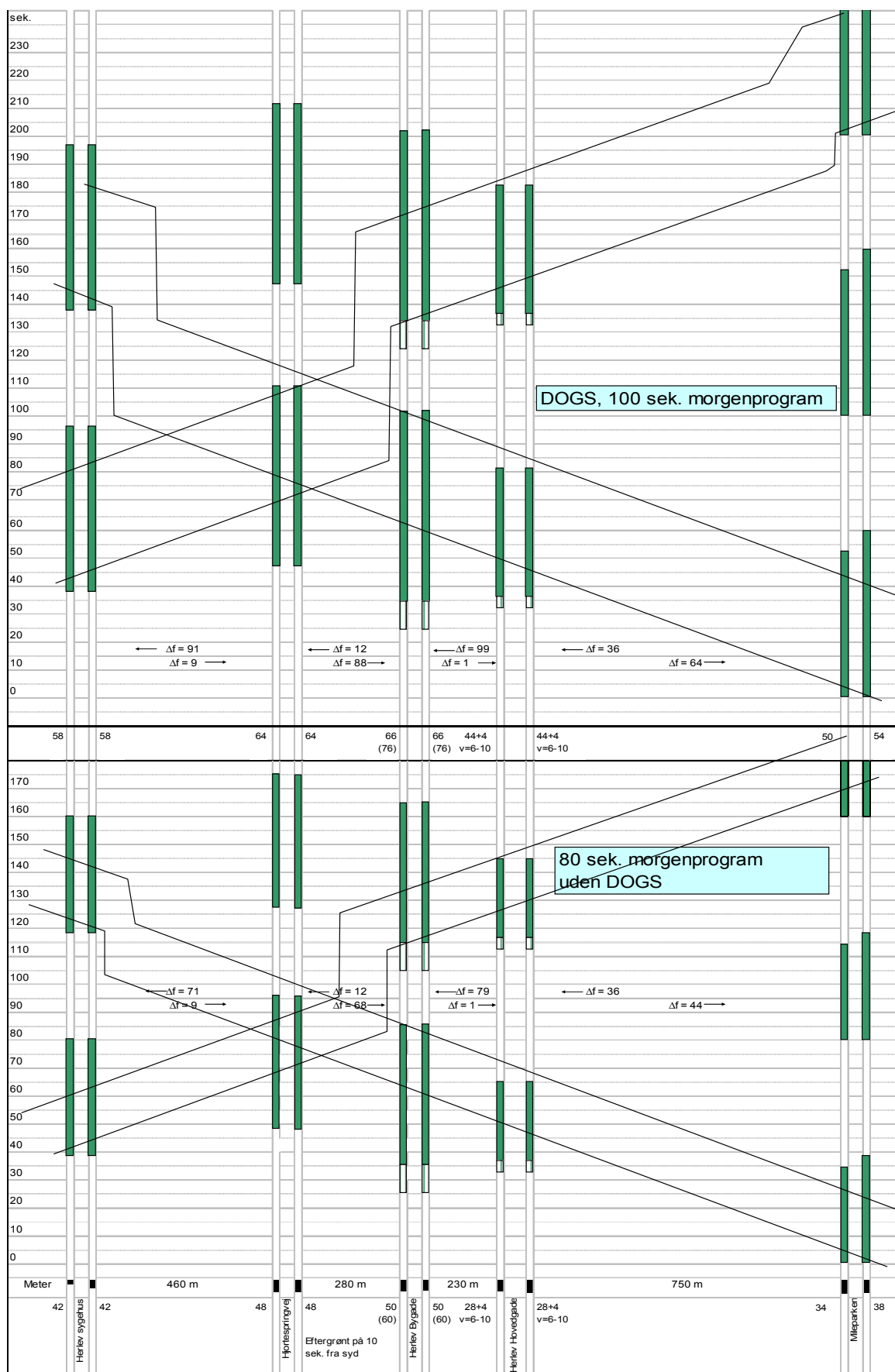
Kryds	Offset (sek.)	Relativ forskydning (sek.)			
		C = 80 sek. (eks. samordning)		C = 100 sek. (DOGS)	
		mod syd	mod nord	mod syd	mod nord
Amtssygehuset	68				
		9	71	9	91
Hjortespringvej	77				
		68	12	88	12
Herlev Bygade	65				
		1	79	1	99
Frederikssundsvej	66				
		44	36	64	36
Mileparken	30				

Figur 5.5. Oversigt over ændringer i den relative forskydning i DOGS. Ved kørsel ad Ring 3 er samordningen fra 80 sek. bevaret i DOGS for to af de 4 delstrækninger, mens den er forøget med omløbstidsforøgelsen i de to andre.

På figur 5.6 er vej-tiddiagrammer optegnet for to morgenmyldretidsprogrammer, dels et 80 sek. program uden indgriben fra DOGS, dels et 100 sek. DOGS-modificeret program. Optegningen svarer principielt til figur 5.4. Af de to vej-tiddiagrammer kan aflæses køretiderne mod hhv. syd og nord i de to situationer. Kørsel mod syd er fra venstre mod højre i diagrammet, kørsel mod nord er fra højre mod venstre. Køretiderne for et startende køretøj mod syd fra Amtssygehuset og mod nord fra Mileparken er for hver af de to situationer (80 sek. og 100 sek.) vist i nedenstående tabel:

Retning	80 sek. uden DOGS	100 sek. m. DOGS	Forskel
Mod syd	130 sek.	160 sek.	+ 23 %
Mod nord	120 sek.	140 sek.	+ 17 %

Det ses, at når omløbstiden forøges fra 80 sek. til 100 sek. vil rejsetiden for det første køretøj, som starter for grønt i den ene ende af systemet blive forøget med ca. 20 %. Det er derfor meget vigtigt, at DOGS først begynder at modificere på omløbstiden, når dette er strengt nødvendigt set ud fra et kapacitetssynspunkt. Der bør derfor sættes fokus på, om algoritmen for bestemmelse af omløbstiden er optimal, jf. afsnit 5.7.



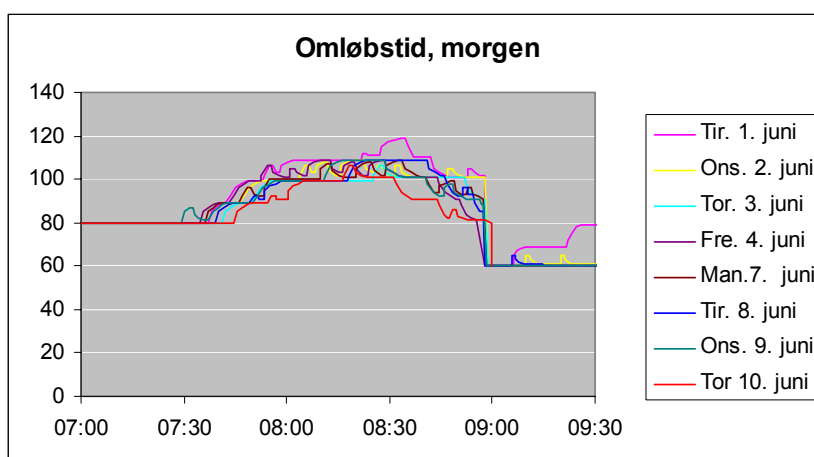
Figur 5.6. Vejtiddiagrammer for 80 sek. morgenprogram uden DOGS og 100 sek. morgenprogram med DOGS.

6. Eksempler på DOGS' adaptive egenskaber

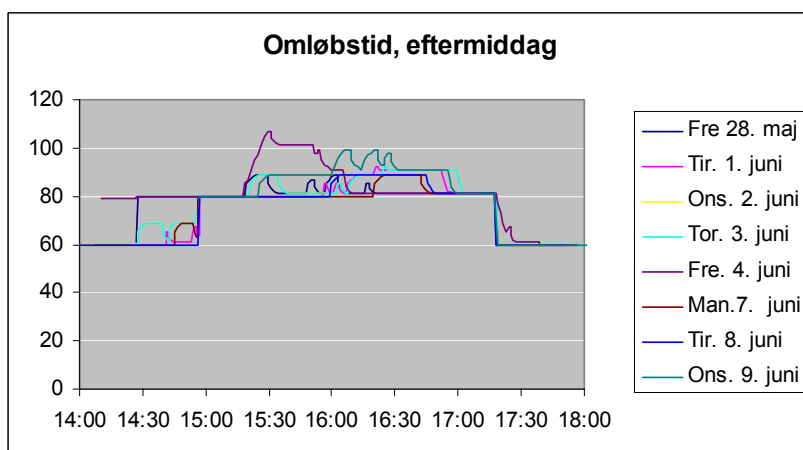
6.1 Eksempler på DOGS' adaptive egenskaber

På baggrund af de data er, som er opsamlet siden DOGS blev taget i drift, kan der udledes nogle erfaringer mht. til DOGS' evner til at tilpasse sig en ændret trafiksituation.

Figur 6.6 og 6.7 viser et diagram med omløbstiden for hhv. en morgenmyldretid og en eftermiddagsmyldretid. Myldretiden begrænser DOGS til kun at kunne påvirke omløbstiden aktivt i tidsrummene kl. 6.15-9.00 og kl. 15.00-17.15.



Figur 6.6. Omløbstider med DOGS i morgenmyldretiden.



Figur 6.7 Omløbstider med DOGS i eftermiddagsmyldretiden.

Som det fremgår af figur 6.6. og 6.7 er der et større pres på forøgelse af omløbstiden i morgenmyldretiden end i eftermiddagsmyldretiden. Dette skyldes et større pres på vejssystemet i morgenmyldretiden.

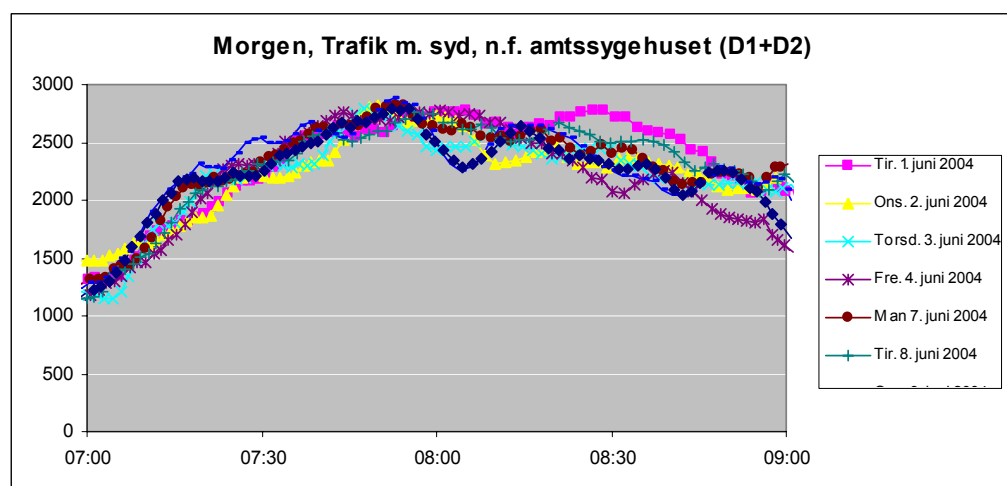
Det ses tydeligt, at DOGS sætter omløbstiden op, når myldretiden sætter ind. DOGS er dog p.t. begrænset nedadtil til 80 sek. i myldretiden.

Den 1. juni om morgenen ses, at DOGS sætter omløbstiden op til 120 sek. Tidligt om morgenen væltede en bil i nordgående retning på Motorring 3 ved Jyllingevej. Denne hændelse begyndte efterhånden også at give kø i sydgående retning. Klokken 8.15 nåede køen tilbage til Klampenborgvej. Køen var dermed ca. 12 km lang. Dette bevirkede et ekstra pres på alternativruten ad Ring 3 gennem Herlev i sydgående retning, hvorefter DOGS satte omløbstiden op til 120 sek. Overflytningen af trafik på denne tirsdag morgen vurderes at løbe op i 500-600 biler/time.

Det er bemærkelsesværdigt, at trafikken ad Ring 3 i nordgående retning er langt mere upåvirket af denne hændelse end trafikken i sydgående retning. Der synes dog at være en lille stigning i trafikken mod nord ad Ring 3, men næppe på mere end maksimalt 200-300 biler pr. time.

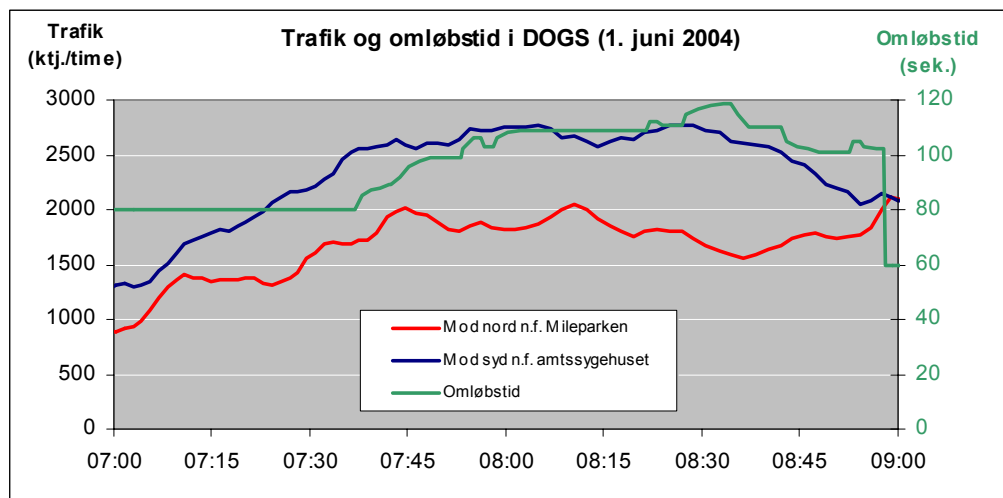
Trafikmængderne mod syd nord for amtssygehuset er for en række dage vist på figur 6.8. Dette er trafikken på vej mod det første DOGS-kryds fra nord.

DOGS synes således at have en god evne til at omstille en ændret trafiksituation med forøgede trafikmængder.



Figur 6.8. Morgentrafik mod syd nord for amtssygehuset.

På figur 6.9 er vist et eksempel fra den 1. juni 2004, hvor der var ekstra pres på Ring 3 i sydgående retning på grund af dårlige forhold på motorvejen. På denne figur er trafikken og omløbstiden kombineret.



Figur 6.9. Sammenhæng mellem trafikmængde og omløbstid i DOGS.

Det ses, at frem til ca. kl. 7.35 ændrer DOGS intet. Den stigende trafikmængde i sydgående retning bevirker nu, at DOGS langsomt forøger omløbstiden fra 80 sek. til 120 sek.

7. Kapacitetsforhold

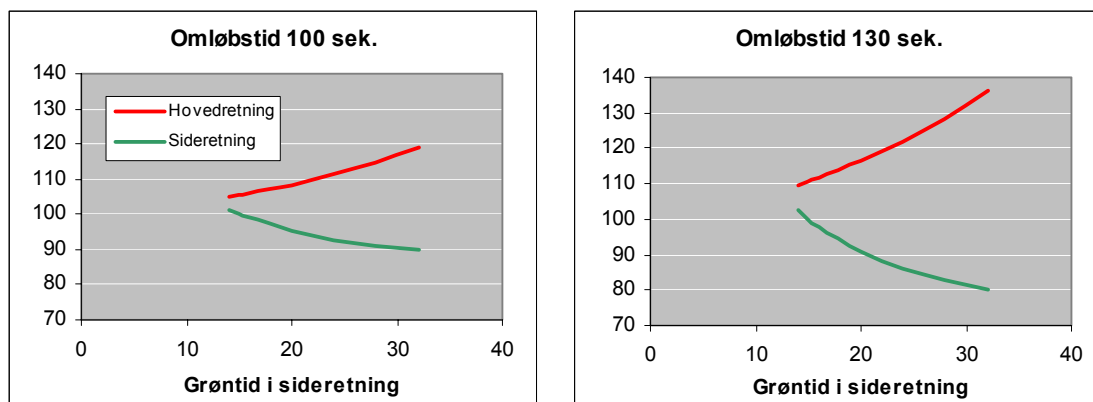
7.1 Omløbstidens betydning for kapaciteten

Omløbstiden i et signalsystem er af afgørende betydning for kapaciteten i krydsene. Jo større omløbstid, jo større kapacitet for de gennemgående strømme uden vigepligt. Dette skyldes, at spildtiden ved faseskift vil udgøre en stadigt faldende del af omløbstiden, når denne sættes i vejret.

Omvendt vil det være for strømme med vigepligt (venstresvingende og højresvingende). Her vil en større omløbstid medføre reduceret kapacitet, fordi antallet af omløb pr. time, hvor svingbevægelsen kan foretages, vil blive færre.

Ifølge funktionsbeskrivelsen for DOGS medfører en forøgelse af omløbstiden en øget grøntid til Ring 3 og sideretningen. Den ekstra grøntid fordeles i forholdet 4:1. Dvs. for hver ekstra 10 sek. omløbstid tildeles Ring 3 de 8 sek., mens sideretningen får de 2 sek.

Som illustration af, hvad dette generelt betyder for kapaciteten er der valgt et tænkt kryds med en 2-faset signalregulering og to mellem tider på hver 8 sek.. Omløbstiden før modificering af DOGS er sat til 80 sekunder. Tilbage er der i alt 64 sek. grøntid til fordeling mellem de to retninger. På figur 7.1 og 7.2 er vist den indekserede kapacitet for hhv. hovedretningen og sideretningen, når DOGS har sat omløbstiden op til 100 sek. (figur 7.1) og 130 sek. (figur 7.2). På x-aksen er vist grøntiden for sideretningen. På y-aksen er vist den indekserede kapacitet i forhold til kapaciteten i et 80 sek. omløb.



Figur 7.1. Indekseret kapacitet for hovedretning og sideretning ved omløbstider i DOGS på hhv. 100 sek. og 130 sek.

Det ses af figur 7.1, at jo højere grøntiden er i sideretningen, jo større er kapacitetsforhøjelsen for hovedretningen. Og omvendt for sideretningen: Jo større grøntid, jo større kapacitetstab. Dette skyldes, at grøntidsandelen for de to retninger ændrer sig ved stigende omløbstid og med den valgte fordeling på 4:1 mellem hovedretning og sideretning. Når grøntiden i sideretningen er kort, vil selv en lille forøgelse af grøntiden via DOGS forøge grøntidens andel af omløbstiden (grøntidsandelen) og dermed kapaciteten. Ved højere grøntider vil en ekstra tildeling af grøntid fra DOGS ikke kunne opretholde grøntidsandelen, og kapaciteten vil falde. Det ses også, at ved korte grøntider i sideretningen er der faktisk tale om en kapacitetsforøgelse, både ved omløbstider på 100 og 130 sekunder. Ved højere grøntider i sideretningen indtræder dog et kapacitetstab

For hovedretningen vil den øgede tildeling af grøntid altid forøge grøntidsandelen og dermed kapaciteten. Ved en omløbstid på 100 sek. og en grøntid på 30 sek. er gevinsten 20 %. Ved 130 sek. er den 36 %.

Ved en grøntid på 32 sek. er der tale om en 50/50-fordeling mellem de to retninger. Ved en omløbstid på 100 sek. er tabet i sideretningen på 10 %, mens det er på 20 % ved omløbstider på 130 sek.

I det følgende er der regnet på kapacitetsforholdene i krydset ved Frederikssundsvej og ved Herlev Bygade.

Omløbstid	Grøntid (sek.)		
	Ring 3	Fr.sundsvej	Venstresving Ring 3
80	28	20	10
90	36	22	10
100	44	24	10
110	52	26	10
120	60	28	10
130	68	30	10

Figur 7.2. Tabel med ændring i grøntiden i DOGS ved stigende omløbstider i krydset ved Frederikssundsvej.

I figur 7.2 er vist, hvorledes grøntiden vil ændre sig i krydset Ring 3/Frederikssundsvej, når omløbstiden under DOGS-styring sættes i vejret. For de venstresvingende fra Ring 3 (bundet venstresving) sker der ingen ændring i grøntiden. Den kan variere mellem 6-10 sek. eller udelades ved manglende behov. Dette sker dog yderst sjældent i myldretiden. Her er det derfor forudsat, at den går til maksimum, dvs. 10 sek. i hvert omløb.

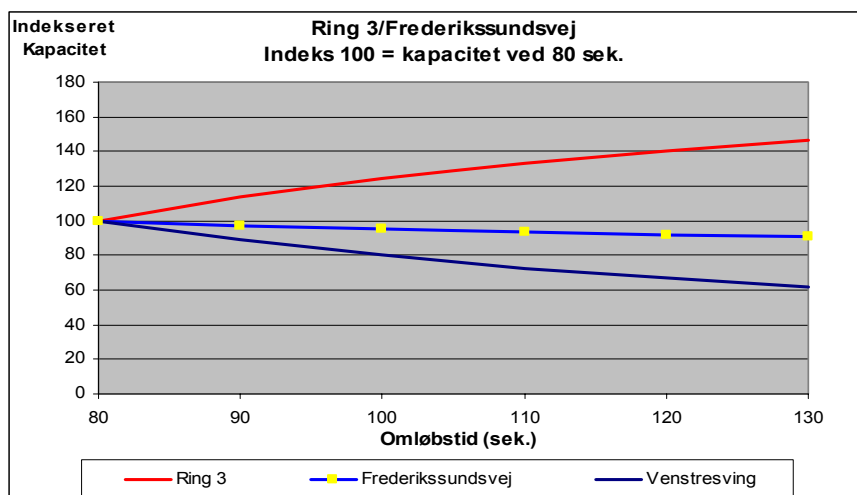
	Ligeudkørende		Venstresvingende		Ligeudkørende		Venstresvingende	
Omløbstid	Ring 3	Fr.sundsvej	Ring 3	Fr.sundsvej	Ring 3	Fr.sundsvej	Ring 3	Fr.sundsvej
Sek.	Ktj./time		Ktj./time		%		%	
80	1305	945	495	405	100	100	100	100
90	1480	920	440	360	113	97	89	89
100	1620	900	396	324	124	95	80	80
110	1735	884	360	295	133	94	73	73
120	1830	870	330	270	140	92	67	67
130	1911	858	305	249	146	91	62	62

Figur 7.3. Kapacitet i ktj./time for forskellige strømme i krydset Ring 3 / Frederikssundsvej ved forskellige omløbstider under DOGS-styring. Tallene til højre angiver kapaciteten i % i forhold til et 80 sek. program.

I figur 7.3 er kapaciteten for ligeudkørende ad Ring 3 og Frederikssundsvej samt venstresvingende beregnet på grundlag af grøntiderne og omløbstiderne i figur 7.2. Til højre i skemaet er kapaciteten indekseret. Kapaciteten ved en omløbstid på 80 sek. er sat til indeks 100 for hver af de tre strømme. Den indekserede kapacitet for venstresvingende fra Frederikssundsvej mod Ring 3 er identisk med den indekserede kapacitet for venstresvingende fra Ring 3.

Kapaciteten på Ring 3 øges med op til 46 %, når omløbstiden kommer op på de maksimale 130 sek.. Dette sker dog på bekostning af sidevejstrafikken, som får en kapacitetsreduktion på 9 %. Helt galt går det dog med kapaciteten for de venstresvingende fra såvel Ring 3 som fra Frederikssundsvej. Her er reduktionen på 38 %. Dette skyldes, at disse strømme ikke får del i den øgede grøntid, når omløbstiden sættes op. For disse strømme er det alene antallet af signalomløb pr. time, der bestemmer kapaciteten. Når omløbstiden sættes op, bliver der færre antal omløb pr. time, og kapaciteten falder.

Den indekserede kapacitet for krydset ved Frederikssundsvej er illustreret på figur 7.4.



Figur 7.4. Illustration af kapaciteten ved forskellige omløbstider i krydset ved Frederikssundsvej.

I krydset ved Herlev Bygade er de venstresvingende talt over en række omløb fredag eftermiddag den 23. april 2004. Når de indsvingende fra Hjortespringvej (1-3 køretøjer pr. omløb) har passeret mod syd, går der et stykke tid før hovedstrømmen ad Ring 3 fra Hjortespringvej mod syd når frem til Herlev Bygade. Dette tillader nogle venstresvingende at sive igennem inden hovedstrømmen når frem. Senere kan venstresvingende afvikles i mellemtiden.

På baggrund af data fra 19 signalomløb med kø i venstresvingsbanen ved rødtidens begyndelse er det opgjort, at 2,1 biler foretager venstresving i grøntiden og 2,6 biler afvikles i mellemtiden. I alt afvikles 4,7 biler pr. omløb, svarende til en kapacitet på 213 ktj./time ved en omløbstid på 80 sek.

Med indførelse af DOGS-styring vil kapaciteten for venstresvingere afhænge af antallet af faseskift pr. time, dvs. med antallet af signalomløb. Dette svarer til værdierne i højre kolonne i figur 7.3, dvs. med 20 % ved et omløb på 100 sek. og 38 % ved 130 sek. omløb.

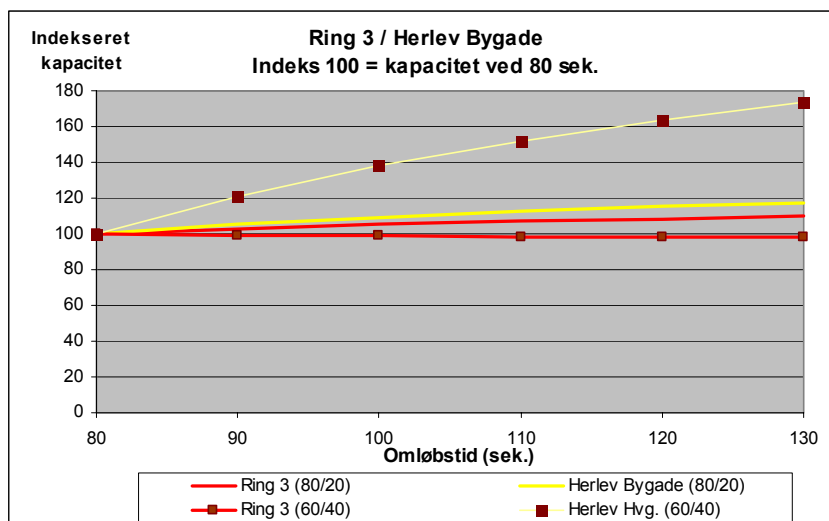
Omløbstid	Kørende ad:		Venstresvingende	Kørende ad:		Venstresvingende
	Ring 3	Herlev Byg.	Fra Ring 3	Ring 3	Herlev Byg.	Fra Ring 3
Sek.	Ktj./time		Ktj./time	%		%
80	2295	495	213	100	100	100
90	2360	520	189	103	105	89
100	2412	540	171	105	109	80
110	2455	556	155	107	112	73
120	2490	570	142	108	115	67
130	2520	582	131	110	117	62

Figur 7.5. Kapaciteten i krydset ved Herlev Bygade ved forskellige omløbstider under DOGS-styring. For Herlev Bygade er der korrigeret for den kapacitetsreducerende virkning af cyklister og fodgængere, som krydser Ring 3.

På figur 7.5 er vist en tabel analog med figur 7.3 men for krydset ved Herlev Bygade. Grøntiden for Ring 3 i 80 sek. programmerne er her 50-60 sekunder og for Herlev Bygade 6-16 sekunder. Om eftermiddagen er grøntiden for Herlev Bygade næsten altid 16 sek. Dermed er grøntiden for Ring næsten altid 50 sekunder. Der er ved 80 sek. omløbstid regnet med kapacitet svarende til en vist grøntid på 10 sekunder, fordi krydsende cyklister og fodgængere spærrer for den svingende trafik fra Herlev Bygade.

Det ses af figur 7.5, at kapaciteten for Ring 3 kan forøges med op til 10 % og for side-retningen (Herlev Bygade) med op til 17 %. Fordelingen 80/20 af den forøgede omløbstid, ses altså ikke at skade trafikken fra Herlev Bygade. Derimod ses, at kapaciteten for de venstresvingende fra Ring 3 mod Herlev Bygade falder kraftigt, når DOGS-styringen sætter omløbstiden op. Ved 100 sek. omløb er kapaciteten faldet med 20 %. Dette vil give alvorlige afviklingsproblemer, hvilket også ses på billedet, figur 4.5.

Kapacitetsforholdene ved forskellige omløbstider i krydset er illustreret på figur 7.6.



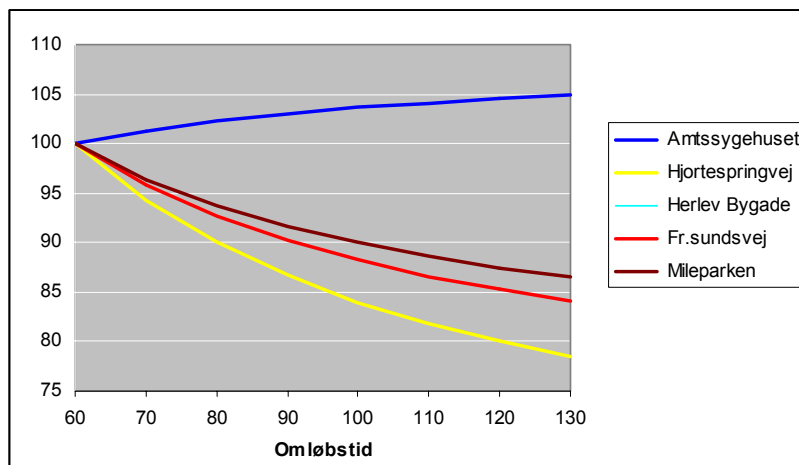
Figur 7.6. Illustration af kapaciteten ved forskellige omløbstider i krydset Ring 3-Herlev Bygade.

DOGS-styringen synes således ikke at forøge kapaciteten ad Ring 3 i krydset ved Herlev Bygade med mere end 10 %. At kapacitetsstigningen her er mindre end ved Frederikssundsvej gør måske heller ikke så meget, da krydset ved Herlev Bygade i forvejen har en lang grøntid og en højere kapacitet end flaskehalsen ved Frederikssundsvej, hvor grøntiden er ca. 20 sek. mindre.

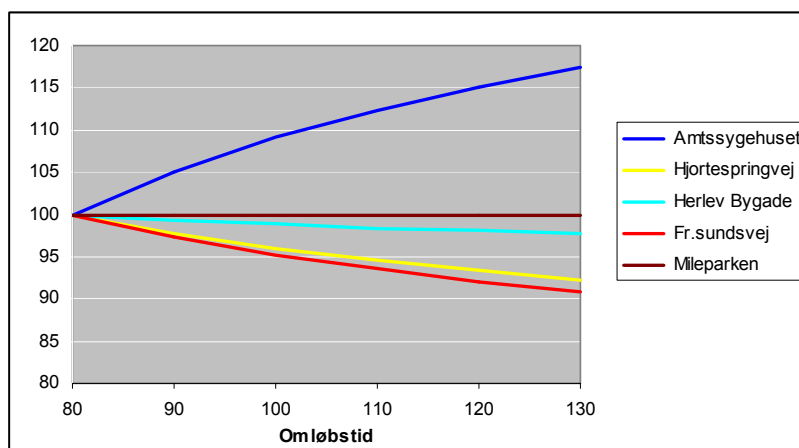
Som en generel oversigt for fremkørende sidevejstrafik for alle krydsene er på figur 7.7.-7.9 vist, hvorledes den indekserede kapacitet er for forskellige omløbstider i DOGS varierer når udgangspunktet (indeks =100) er hhv. et 60 sek. program, et 80 sek. morgenprogram eller et 80 sek. eftermiddagsprogram. Bemærk, diagrammerne omfatter ikke venstresvingere fra sideretningen med vigepligt over for modgående trafik. Kapaciteten for venstresvingende i sideretningen er tidligere omtalt.

Det ses af alle diagrammer, at når DOGS sætter omløbstiden op, sættes kapaciteten også op. Dette skyldes at udgangspunktet er en grøntid på bare 10 sek. Ekstra omløbstid betyder derfor en relativ stor forøgelse af kapaciteten her. Omvendt i de øvrige kryds, hvor kapaciteten falder med 0-10 % i myldretidsprogrammerne og 15-20 % i dagprogrammet. Især rammes Frederikssundsvej og Hjortespringvej af kapacitetsreduktion. Dette vil næppe spille nogen større rolle for trafikken fra Hjortespringvej, men måske nok for trafikken ad Frederikssundsvej.

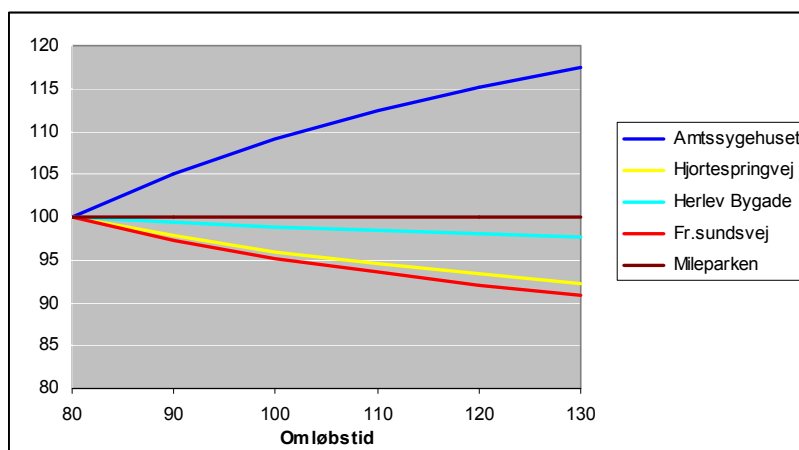
På denne baggrund bør det ud fra det eksisterende trafikale grundlag undersøges, om sideretningerne har tilstrækkelig kapacitet i dagprogrammet i en situation, hvor DOGS sætter omløbstiden kraftig i vejret, fordi en hændelse på Motorring 3 i dagtimerne, tilsiger at omløbstiden på Ring 3 forøges med et væsentligt kapacitetstab til følge.



Figur 7.7. Kapacitet for sideretningen ved forskellige omløbstider under DOGS. Indeks =100 svarer til kapaciteten i dagprogrammet på 60 sek.



Figur 7.8. Kapacitet for sideretningen ved forskellige omløbstider under DOGS. Indeks =100 svarer til kapaciteten i morgenprogrammet på 80 sek.



Figur 7.9. Kapacitet for sideretningen ved forskellige omløbstider under DOGS. Indeks =100 svarer til kapaciteten i eftermiddagsprogrammet på 80 sek.

7.2 Sidevejstrafikken i de enkelte kryds

I det følgende gives for hvert kryds en kort beskrivelse af de beregnede kapacitetsændringer for sidevejstrafikken og den venstresvingende trafik fra Ring 3. Beskrivelsen er baseret på diagrammerne i figur 7.7 - 7.9 for sidevejstrafikken samt figur 7.4 for venstresvingende fra Ring 3.

7.2.1 Amtssygehuset

Trafikken fra amtssygehuset vil vinde ved DOGS-styring. Kapaciteten bliver sat op med 0-5 % i dagprogrammet og 15-20 % i myldretidsprogrammerne. Trafikafviklingen fra amtssygehuset vil derfor blive forbedret under DOGS-styring. For den venstresvingende trafik fra Ring 3 mod amtssygehuset vil kapaciteten falde med 11 % i 90 sek. programmet og 38 % i 130 sek. programmet. Dette vil muligvis give ekstra ventetid i trafikspidsen om morgenen, hvis dette falder sammen med en høj omløbstid under DOGS-styring.

7.2.2. Hjortespringvej

Kapaciteten for trafik fra Hjortespringvej vil falde med 5-10 % i myldretidsprogrammerne og 20 % i dagprogrammet. Det skønnes, at dette ikke vil give anledning til problemer. Den store venstresvingende trafik fra syd mod Hjortespringvej vil få det vanskeligere i myldretidsprogrammerne under DOGS-styring. Kapaciteten vil falde med 11 % i 90 sek. programmet og 38 % i 130 sek. programmet. Ved store omløbstider vil muligvis kunne give anledning til problemer for den venstresvingende trafik.

7.2.3. Herlev Bygade

I myldretidsprogrammerne vil der ske en kapacitetsreduktion på 0-3 % under DOGS-styring. Dette vil ikke give anledning til problemer. I dagprogrammet vil der ske en kapacitetsreduktion på 0-15 % under DOGS-styring. Langt værre vil det dog være i myldretidsprogrammerne for de venstresvingende fra Ring 3 mod Herlev Bygade. Her vil kapacitetsreduktionen være på 20 % allerede ved en omløbstid på 100 sek. og på 38 %, hvis omløbstiden når op på 130 sek.

7.2.4. Frederikssundsvej

I myldretidsprogrammerne vil der ske en kapacitetsreduktion på 5 % i 100 sek. programmet og 10 % ved en omløbstid på 130 sek. Dette vil kunne give tendens til kødannelser specielt om eftermiddagen i tilfarten fra København. I dette kryds er det dog især de venstresvingende fra Frederikssund, som får vanskeligere vilkår. Strømmen er allerede uden DOGS hårdt belastet. Med DOGS vil kapacitetsreduktionen i myldretiden være 11-38 % ved omløbstider på 90-130 sek.

Venstresvingende fra Ring 3 får en tilsvarende kapacitetsreduktion, men disse strømme kan bedre tåle at få en kapacitetsreduktion.

7.2.5. Mileparken

Udkørende fra Mileparken, bortset fra venstresvingere mod nord, er nogenlunde neutralt stillet ved stigende omløbstider i DOGS. I dagprogrammet kan kapacitetstab nå op på 15 %. Dette skønnes ikke at ville give problemer.

Venstresvingere fra Mileparken får det dog vanskeligere under DOGS-styring, fordi modkørende fra Kantatevej og krydsende fodgængere på tværs ad Ring 3 spærrer i en del af grøntiden. Kapaciteten for venstresvingere vil derfor blive reduceret, hvilket vil medføre længere køer i Mileparken frem mod Ring 3, isære ved høje omløbstider. Kapacitetstabt løber op i 0-20 % ved en omløbstid på 100 sekunder.

7.3 Anden fordelingsnøgle?

Den anvendte faste fordelingsnøgle mellem hovedretning og sideretning synes ikke altid at være gunstig. Godt nok får trafikken på Ring 3 bedre vilkår, men forholdene for sidevejstrafikanterne kan blive forværret.

Man kunne forestille sig, at visse kryds skulle have en anden fordelingsnøgle end 80/20-fordelingen. Allerede ved en omløbstid på 80 sek. er en del af sidevejstrømmene pressede. Dette gælder specielt for de venstresvingende fra vest ad Frederikssundsvej mod nord ad Ring 3, samt for sidevejstrafik ved Mileparken og til dels Herlev Bygade. For de 2-fasede kryds, som i forvejen har en høj kapacitet, kunne man forestille sig en fordelingsnøgle på 60/40. For de 3-fasede kryds kunne man forestille sig en fordelingsnøgle på 60/30/10.

På figur 7.6 er vist, hvorledes en fordelingsnøgle på 60/40 vil påvirke kapaciteten i krydset ved Herlev Bygade.

En fordeling med 60-30-10 til hhv. Ring 3/Frederikssundsvej/venstresving fra Ring 3 giver kapacitetsændringer som vist på figur 7.5. Der vil ikke ske nogen ændring for de venstresvingende fra Frederikssundsvej ved at gå fra 80/20 til 60/30/10. Ved en sådan fordeling opnår Ring 3 en kapacitetsforøgelse på 13 % ved en omløbstid på 100 sek. og 25 % ved 130 sek.

For Frederikssundsvej opnås en forøgelse på tilsvarende 3 og 5 %. For de venstresvingende fra Ring 3 ses en reduktion i kapaciteten på 5 og 10 %. Denne kapacitetsreduktion vil trafikken formentlig kunne tåle uden ukontrollable køophobninger uanset DOGS' fordeling af ekstra grøntid ved omløbstidsforhøjelser..

Den helt store taber i dette kryds er den venstresvingende trafikstrøm fra Frederikssundsvej. Specielt fra vest er trafikafviklingen presset, da al venstresvingende trafik i myldretiden reelt skal afvikles i den efterfølgende mellemtid. Reduktionen med en fordelingsnøgle på 60-30-10 vil være på 38 %. Dette vil medføre lang kø tilbage ad Frederikssundsvej mod vest. En anden fordelingsnøgle for grøntiden vil ikke kunne ændre dette, da det er antallet af mellemtider, som er bestemmende for kapaciteten i denne trafikstrøm.

Det som er væsentligt på en overbelastet strækning er, at der er balance i kapaciteten i de enkelte kryds hen over strækningen. For stor kapacitet i et kryds kan være spildtid, hvis der ikke er køretøjer på vej gennem krydset, eller hvis trafikanterne alligevel skal standse i det næste kryds, hvor der måske ikke er tilstrækkelig kapacitet. Det ses på figur 4.5.-4.7, at da Frederikssundsvejskrydset er flaskehalsen, er der måske ikke den store grund til at forøge kapaciteten i de øvrige kryds med lige så meget som i Frede-

rikssundsvejkrydset. Ubalancen i kapacitet tilsiger, at dette kun kan være en fordel, hvis samordningen kan drage fordel heraf.

I et DOGS system bør fordelingsnøglen derfor overvejes nøje kryds for kryds. Ligeledes bør det overvejes at lade alle faser få tildeling af ekstra grøntid, når der er mere end 2 faser i signalanlægget.

8. Målinger af kapacitet, rejsetid og forsinkelse

8.1 Generelt om rejsetid i et vejsystem

Formålet med DOGS er at reducere rejsetiderne for de trafikanter, som i en højbelastningssituation færdes i hovedretningen i et signalsystem. Her kan det være relevant at se på, hvor store de procentuelle ændringer i rejsetid og forsinkelse, som en evt. rejsetidsreduktion kan medføre.

Den samlede rejsetid består af to komponenter, dels køretiden ved uforstyrret trafik, dvs. uden stop for rødt lys, dels forsinkelsen skabt af rødt lys ved signalanlæggene. Dvs.

$$T_r = t_{fri} + f$$

hvor

T_r er rejsetiden

t_{fri} er rejsetiden ved uforstyrret afvikling

f er forsinkelsen

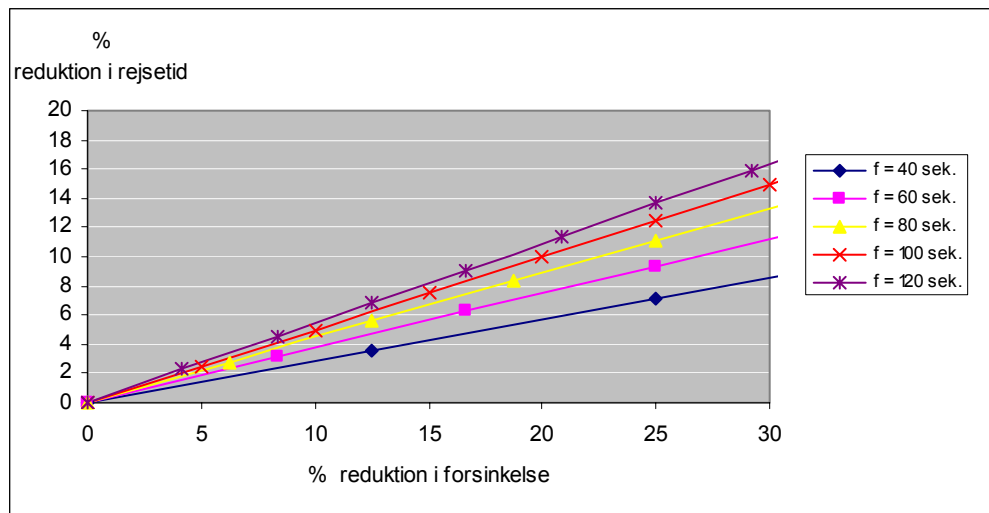
Et adaptivt system vil kun kunne påvirke den del af rejsetiden, som er forårsaget af ventetid ved signalanlæggene, dvs. forsinkelsen, f .

Strækningen har en samlet længde på 1720 m. Med en hastighed på 60 km/t vil dette give en rejsetid på ca. 100 sek. (1,7 min.), forudsat der slet ingen forsinkelse er overhovedet. Man kan så se på, hvor store procentuelle ændringer forsinkelsen vil påvirke den procentuelle reduktion i rejsetiden.

Hvis forsinkelsen f.eks. er på 50 sekunder og forsinkelsen kan reduceres med 20 % (=10 sek.) bliver rejsetiden nedsat fra 150 sek. til 140 sek. Dette svarer til en rejsetidsreduktion på 7 %.

På figur 8.1 er vist sammenhængen mellem den procentuelle reduktion i forsinkelse og i rejsetid for en tur langs Ring 3, når rejsetiden ved fri kørsel sættes til 100 sek. Hver af kurverne angiver sammenhængen mellem reduktion i forsinkelse og reduktion i rejsetid ved en given forsinkelse i udgangssituationen. Det ses, at hvis forsinkelserne i en given situation er store, så vil et adaptivt system, eller andre signaltekniske forbedringer, medføre en større procentuel reduktion i rejsetid, end hvis forsinkelserne som udgangspunkt er små. Af diagrammet kan fx aflæses, at ved en forsinkelse på 100 sek. vil en reduktion i forsinkelserne på 20 % medføre rejsetidsforbedringer på 10 %. Hvis forsinkelsen kun er på 40 sek. vil en tilsvarende procentuel reduktion i forsinkelsen kun medføre en rejsetidsgevinst på 6 %.

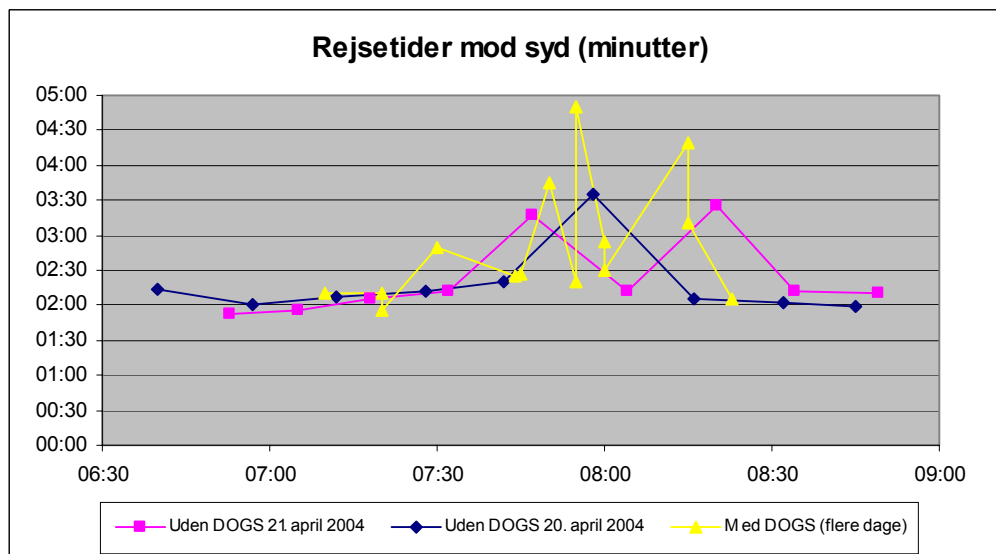
Trafikforholdene langs Ring 3 dækker i en normal myldretid kun den nedre del af forsinkelsesspektret, mens forsinkelserne formentlig kan blive gå op i 100-200 sek., når der er ekstra pres på strækningen.



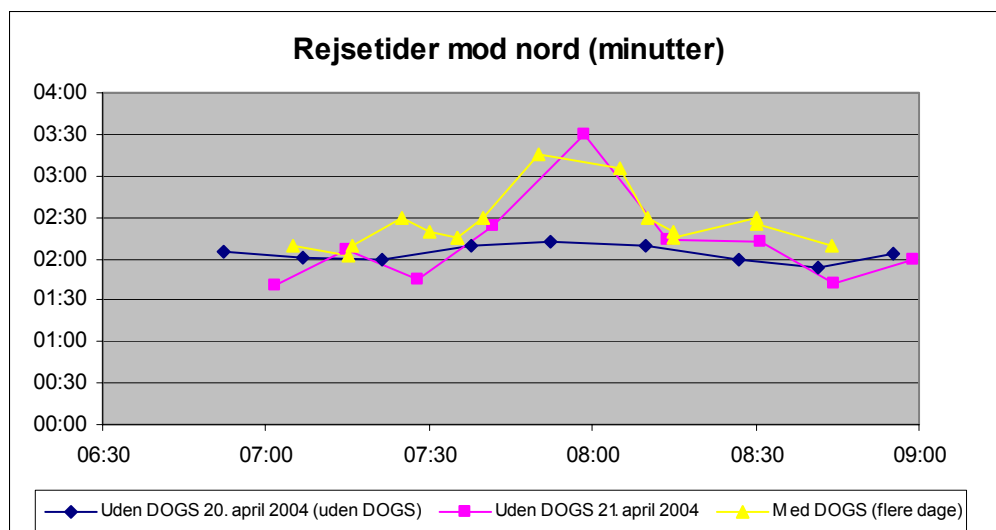
Figur 8.1. Sammenhæng mellem reduktion i forsinkelse og reduktion i rejsetid i DOGS-systemet på Ring 3.

8.2 Målinger af rejsetid

Der er gennemført rejsetidsmålinger i morgenmyldretiden ad Ring 3 både med og uden DOGS-styring. Rejsetid er registreret i begge retninger mellem Amtssygehuset og Mileparken. Målinger uden DOGS er gennemført den 20. og 21. april, mens målinger med DOGS er gennemført over flere dage. I alt er der gennemført 10-20 ture i begge retninger. Resultaterne er vist på figur 8.2.



Figur 8.2. Rejsetidsmålinger mod syd mellem Amtssygehuset og Mileparken.



Figur 8.3. Rejsetidsmålinger mod nord mellem Mileparken og Amtssygehuset.

På figur 8.3 er vist rejsetidsmålinger mod nord med/uden DOGS. I den værste myldre-tid sætter DOGS omløbstiden op for at tilpasse sig et øget behov for kapacitet. Dette kan medføre, at en grøn bølge delvis bliver ødelagt. Indtil kl. ca. 7.30 og efter ca. kl. 8.45 vil DOGS være koblet ud og det sædvanlige 80 sek. morgenprogram vil være gældende. Dette skulle alt andet lige også medføre nogenlunde samme køretid langs strækningen.

Konklusionen er, at det er yderst vanskeligt på baggrund af de gennemførte målinger at sige noget, om hvorvidt DOGS reducerer rejsetiderne. Dette kræver reelt, at alle trafiktal holdes konstant under en sådan sammenligning, og det er umuligt i praksis. Trafikudviklingen på Roskildevej ved Vestvolden kan sammenlignes med trafikudviklingen på Ring 3. På Roskildevej er trafikken kl. 7-9 vokset med 1-3 % fra den 20. april og nogle uger frem, hvor kørslerne med DOGS i drift er gennemført. Hertil kommer en række mere eller mindre tilfældigheder i den måde trafikken afvikles på fra dag til dag, bl.a. på grund af tilfældige variationer i kapaciteten. Den bedste måde at afdække, om DOGS alt andet lige kan reducere rejsetiderne, vil være at gennemføre simuleringer.

8.3 Målinger af kapacitet

Takket være de mange spoler, som er tilknyttet DOGS, er det relativt simpelt at udtrække oplysninger om trafikmængder, belægningsprocenter omløbstider mv. Et af formålene med etablering af DOGS i Herlev er at forøge kapaciteten i de tilfælde, hvor der opstår kraftig kødannelse mod et af signalanlæggene. Som beskrevet tidligere er det sandsynligt, at dette vil ske i Frederikssundsvejkrydset, fordi dette kryds har den laveste kapacitet af de 5 kryds i DOGS-systemet, jf. figur 4.5-4.7. Det har ikke været muligt at få data fra detektorerne i frafarterne fra Frederikssundsvejkrydset. I stedet er der set på data for de frafarter, der fører trafik ud af systemet, dvs. i nordgående retning D18 nord for amtssygehuset og i sydgående retning D15 syd for Mileparken. Hvis der kører mere trafik ud af systemet under DOGS-styring i forhold til en situation uden DOGS-styring, er det overvejende sandsynligt, at dette skyldes, at det centrale kryds ved Frederikssundsvej håndterer mere trafik. Kun ekstreme ændringer i trafikmønstret kunne være en anden mulig, men usandsynlig forklaring.

Trafikken på de detektorer, som bringer trafik ud af systemet (D15 og D18) er sammensat af to komponenter:

- A. Ligeudkørende trafik fra foregående kryds
- B. Indsvingende trafik fra foregående kryds

I analysen forudsættes det, at den indsvingende trafik er konstant, og at hele ændringen derfor skyldes en ændring i trafikvolumenet for ligeudkørende fra foregående kryds. Imidlertid kendes mængden af indsvingende trafik fra kryds ikke. Denne er derfor skønnet til følgende.

- C. På D18 (trafik mod nord, nord for sygehuset): 10 % indsvingere fra amtssygehuset
- D. På D15 (trafik mod syd, syd for Mileparken): 20 % indsvingere fra Mileparken

Skønnet over disse værdier er ikke afgørende, men de medvirker til at give et bedre overslag over DOGS' kapacitetsfremmende effekt. De skønnede procenter for indsvingende antages at være gældende både for morgen- og eftermiddagstrafikken. Opgørelsen er baseret på 5 dage uden DOGS-styring og 7 dage med DOGS-styring. Opgørelsen omfatter både morgen- og eftermiddagstrafik.

Analysen er udført på følgende måde: For hvert omløb er trafikmængden opgjort og omregnet til timetrafik. Trafikmængderne er herefter udglattet, så de omfatter glidende gennemsnit over 5 omløb. Beregningsperioden varierer derfor typisk fra ca. 6,7 min. (= 5 omløb á 80 sek.) til 7-8 min. (=5 omløb á 90 sek.). Denne forskel spiller ingen større rolle, når trafikken normeres til timeniveau.

Trafikmængderne er herefter reduceret med størrelsen af den indsvingende trafik på hhv. 10 og 20 % mod hhv. nord og syd uden DOGS for at finde størrelsen på den ligeudkørende trafik fra foregående kryds. Størrelsen af den indsvingende trafik er herefter i en situation med DOGS-styring fratrasket totaltrafikken for at finde den ligeudkørende trafik under DOGS-styring, idet den indsvingende trafik formodes at være konstant i perioden uden DOGS-styring til perioden med DOGS-styring. Residualet (den ligeudkørende trafik) er herefter sammenlignet i en situation uden og med DOGS-styring.

Der er to kapacitetsmål, som fremgår af opgørelsen:

- Maksimum
- Middel

Ved maksimum menes den absolut største trafikmængde (udglattet over 5 omløb) som er målt i den pågældende situation, fx morgentrafik mod nord på D18 uden DOGS. Denne parameter er målt én gang i en periode på 6,7 min. uden DOGS og 7-8 min. med DOGS.

Ved den anden parameter (middel) menes det gennemsnitlige maksimum, som er målt i den pågældende situation på en måledag. Parameteren er derfor en midling over 5 dage uden DOGS og 7 dage med DOGS. Beregningsprocessen er vist i nedenstående to tabeller, figur 8.1 og 8.2.

Uden DOGS	Målt trafik på D15 og D18		Andel	Indsvingende		Ligeudkørende	
	"Maksimum" ktj./time	"Middel" ktj./time		"Maksimum" ktj./time	"Middel" ktj./time	"Maksimum" ktj./time	"Middel" ktj./time
Morgen m. syd, D15	2116	1780	20 %	423	356	1693	1424
Morgen mod nord, D18	2308	2039	10 %	231	204	2077	1835
Eftermiddag mod syd, D15	2104	1826	20 %	421	365	1683	1461
Eftermiddag mod nord, D18	2580	2290	10 %	258	229	2322	2061

Figur 8.1. Uden DOGS. På baggrund af målt trafik er størrelsen af den indsvingende trafik og ligeudkørende trafik fra foregående kryds beregnet.

Med DOGS	Målt trafik på D15 og D18		Ligeudkørende fra foregående kryds		Ligeudkørende ændring (Uden – Med DOGS)	
	"Maksimum" ktj./time	"Middel" ktj./time	"Maksimum" ktj./time	"Middel" ktj./time	"Maksimum"	"Middel"
Morgen m. syd, D15	2207	1981	1784	1625	5,4 %	14,1 %
Morgen mod nord, D18	2601	2342	2370	2138	14,1 %	16,5 %
Eftermiddag mod syd, D15	2335	2163	1914	1798	13,7 %	23,1 %
Eftermiddag mod nord, D18	2744	2631	2486	2402	7,0 %	16,5 %

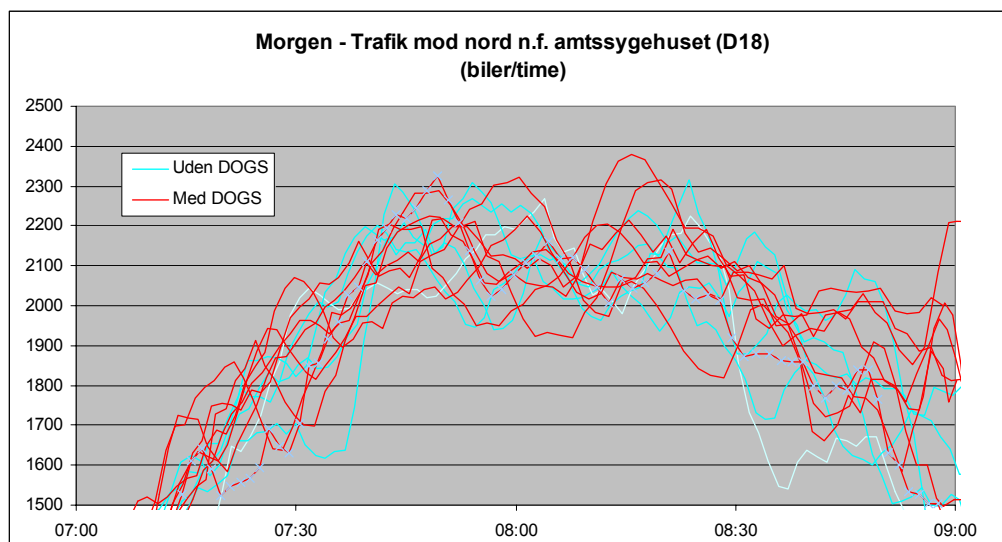
Figur 8.2. Med DOGS. De indsvingende beregnet i figur 8,1 er fratrasket målt trafik på D15 og D18. Herefter er de ligeudkørende trafikmængder i DOGS sammenlignet med de ligeudkørende trafikmængder uden DOGS.

Det ses til højre i figur 8.2, at DOGS har forøget kapaciteten gennem systemet ganske betragteligt, både når man ser på den maksimalt målte gennemstrømning overhovedet før og efter ("Maksimum", 5-14 %) og den gennemsnitligt målte maksimale gennemstrømning i myldretiderne ("Middel", 14-23 %).

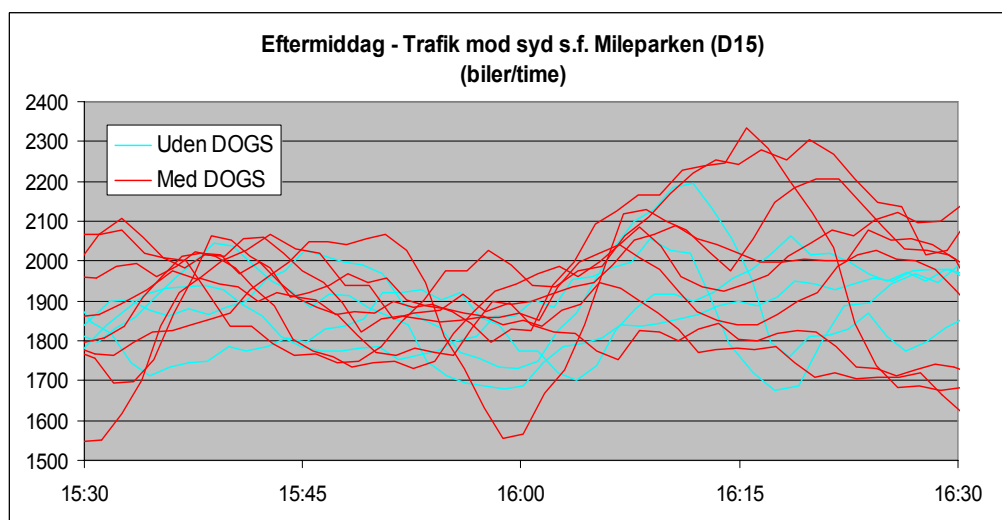
Til disse resultater vil nogle måske indvende, at trafikken kan være steget fra perioden før DOGS (april 2004) til perioden med DOGS (maj/juni 2004). Sandt er det, at trafikken stiger i denne periode på grund af en systematisk sæsonvariation. I perioden fra ca. 1. april til ca. 1. juni er morgenmyldretidstrafikken (kl. 7-9) på en sammenlignelig vej (Roskildevej) da også steget med 1-3 %. Denne stigning, som skyldes sæsonvariationen, kan altså ikke forklare stigningen på 15-25 % i gennemstrømning ud af DOGS-systemet. Stigningen må altså hovedsageligt tilskrives DOGS' evne til at tilpasse signalssystemets kapacitet til den aktuelle efterspørgsel.

Trafikken om morgenen mod nord og om eftermiddagen mod syd er optegnet på figur 8.3 og 8.4. Med blå farve er vist trafikken på dage uden DOGS-styring. Med rød farve er vist trafikken på dage, hvor DOGS har haft mulighed for at påvirke signalernes omløbstid. Det kan umiddelbart synes vanskeligt at se, om der faktisk er nogen større forskel. Om eftermiddagene ses det dog, at omkring kl. 16.15 afvikler DOGS en noget større trafikmængde end uden DOGS. Analyse af de indgående tal viser dog en kapacitetsforøgelse svarende til de cifre, der er anført i figur 8.2.

Under ombygningen af Motorring 3 forventes trafikken på Ring 3 at stige med 10-15 %. Dette ligger inden for de rammer, som DOGS kan løse. DOGS synes således let at kunne håndtere denne trafikstigning under normale trafikforhold i anlægsperioden uden væsentlige fremkommelighedsproblemer for trafikken på Ring 3.



Figur 8.3. Trafikintensitet om morgenen mod nord ud af DOGS-systemet.



Figur 8.4. Trafikintensitet om eftermiddagen mod syd ud af DOGS-systemet.

8.4 Forsinkelse for sideretning og venstresvingstrømme

Når DOGS bliver aktiv og grøntiden forøges for Ring 3, sker der i de fleste kryds en reduktion af grøntidsandelen for sideretningen og dermed en kapacitetsreduktion. Hvis belastningsgraden for sideretningen var stor inden DOGS blev sat i drift, vil dette kunne medføre overbelastning i sideretningen, når DOGS er aktiv. Derfor er der gennemført observationer og undersøgelser af dette forhold. Også for venstresvingstrømme, hvor trafikafviklingen i den modstående tilfart er mættet, sker der en kapacitetsreduktion, da der bliver færre faseskift pr. time.

8.4.4 Ring 3/Frederikssundsvej

Dette kryds er det mest belastede kryds på DOGS-strækningen. Ikke alene er der stor belastning i tilfarterne på Ring 3 men også på venstresvingsstrømmene. Specielt venstresvingsstrømmen fra vest mod nord ad Ring 3 er overbelastet. Også højresvings- og venstresvingsstrømmen fra København synes at være hårdt belastet. Til tider afvikles trafikken på kapacitetsgrænsen.

Kapacitetsanalysen i figur 7.3 viser, at kapaciteten for venstresvingsstrømmene reduceres med 20 %. Observationer i krydset har da også vist, at venstresvingsstrømmen fra vest under DOGS-styring har fået det svært. Strømmen har to venstresvingsbaner til rådighed men ingen pilfase, så i praksis skal de venstresvingende afvikles i mellemtiden, da den modsatte strøm (ligeudkørende og højresvingende fra København) normalt udfylder hele grøntiden.

Forsinkelsen er målt på videooptagelse før DOGS blev sat i drift og med DOGS i drift. I før-situationen var det normalt at en ankommende trafikant fra vest, som ønskede at svinge til venstre, blev afviklet enten ved førstkommande grønt, senest i omløbet efter. Med DOGS-styring er dette billede ændret. I den værste myldretid er det normalt at vente to omløb, dvs. trafikanten passerer stoplinien i den anden grønperiode efter ankomst. Forsinkelserne opgår til ca. 2,5 min. indtil stoplinien passerer, hvortil skal lægges tiden med afventning af modkørende (ca. 30 sek.). Enkelte køretøjer risikerer dog først at passere i den tredje grønperiode efter ankomst.

De forøgede problemer i venstresvingsstrømmen fra Frederikssundsvej vil formentlig medføre, at flere trafikanter vælger omfartsvejen vest og nord om Herlev bymidte (Vindebyvej – Hjortespringvej). Herved konverteres et problematisk venstresving fra Frederikssundsvej til et uproblematisk venstresving fra Hjortespringvej mod nord ad Ring 3.



Figur 8.5. Venstresvingskø fra Frederikssundsvej-vest mod nord ad Ring 3. Køen kan nå op på ca. 10-15 biler i to rækker. Ventetid 2-3 omløb.

I retning fra København falder kapaciteten med op til 9 %, hvis DOGS sender omløbstiden på maksimum. På figur 8.6 er vist en situation fra eftermiddagsmyldretiden, hvor køen udfylder hele højresvingslommen. Denne kø skyldes i høj grad den korte højresvingsbane samt en stor mængde spærrende, krydsende cyklister og fodgængere over Ring 3's nordlige gren. Herved sker der en tilbagestuvning af biler i højresvingsbanen, således at også den højre ligeudbane bliver blokeret. De køer, der opstår, afvikles dog relativt hurtigt igen. Omløbstiden på billedet på figur 8.6 er ca. 90 sek.



Figur 8.6. Kø på Frederikssundsvej fra København i eftermiddagsmyldretiden.

8.4.2 Venstresving mod Herlev Bygade

Også trafikken mod Herlev Bygade har fået det sværere. På figur 8.7 ses, at køen er på ca. 20 biler. På figur 8.8 ses, at køen næsten er nået tilbage til Frederikssundsvej.



Figur 8.7. Venstresvingskø om eftermiddagen fra Ring 3 mod Herlev Bygade.



Figur 8.8. Samme venstresvingskø som ovenfor. Køen når tilbage til Frederikssundsvej og generer afviklingen af de ligeudkørende mod nord ad Ring 3.

8.4.3 Mileparken

Trafikken fra Mileparken har principielt samme kapacitet i myldretiden under DOGS som uden DOGS. Den venstresvingende trafik mod nord vil dog i stor udstrækning skulle afvikles i mellemtiden. Derfor vil der ske en kapacitetsreduktion fra denne strøm. Kapacitetsreduktionen kan ikke umiddelbart opgøres, men vil ved et omløb på 100 sekunder ligge i intervallet 0-20 %.

For venstresvingende fra syd vil den viste grøntid blive forøget med DOGS-styring, da Ring 3 får tildelt mere grøntid. Der er imidlertid ikke tale om mere effektiv grøntid, da den forøgede grøntid benyttes af de modgående fra nord. Den effektive grøntid vil derfor være den samme med DOGS som uden DOGS. Da der bliver færre omløb pr. time, reduceres kapaciteten svarende til højre kolonne i figur 7.5. Dvs. en kapacitetsreduktion på 20 % ved 100 sekunders omløb og 33 % ved 120 sekunders omløb. Allerede før DOGS var dette venstresving overbelastet. Dette er blevet værre med DOGS-styring med omløbstid på typisk 90-100 sek. Da forholdene er værre ved endnu højere omløbstider, bør der indføres tiltag, der forbedrer kapaciteten for venstresvingende, bl.a. fordi de venstresvingende blokerer det venstre ligeudspor mod nord. Derved er der risiko for, at kapaciteten mod nord ad Ring 3 vil blive reduceret, fordi trafikanterne ikke kan nå frem til signalanlæggene ved Mileparken og Frederikssundsvej og dermed udnytte grøntiden maksimalt.

Det kommunale signalanlæg i krydset Mileparken/Lyskær ligger kun ca. 80 m fra Ring 3. Omløbstiden for dette signalanlæg er 48 sek. I myldretiderne er der set kø i Mileparken fra Lyskær tilbage mod Ring 3. Dette har ind i mellem haft en vis spærre-effekt for de venstresvingende fra Ring 3 fra syd, som ikke har kunnet komme frem (figur 8.9). Ligeledes er der observeret kø frem mod Ring 3 (figur 8.10). Dette er dog især et eftermiddagsfænomen og kun af kortere varighed.



Figur 8.9. Kø fra Mileparken frem mod nabosignalanlægget ved Lyskær.



Figur 8.10. Kø i Mileparken frem mod Ring 3. Krydset ved Lyskær er ved at blive blokeret.

9. Udvidelse af DOGS-systemet

Formålet med DOGS i Herlev har været at øge kapaciteten. Dette succeskriterium er også blevet opfyldt. Når gennemstrømningen øges, vil tilstrømningen naturligvis øges til kryds som ligger efter DOGS-systemet. I nordgående retning er dette signalanlægget ved Dynamovej (figur 3.1), som ligger i en afstand af ca. 850 meter fra DOGS-systemet.

Både morgen og eftermiddag er der tendens til afviklingsproblemer ad Ring 3 i dette kryds. Køerne mod nord ved Dynamovej synes dog også at være blevet længere efter at DOGS-systemet er sat i drift.

I sydgående retning er der langt (ca. 2,2 km) til det næste signalanlæg ved Ejby Industrivej. Det er ikke undersøgt, hvorledes trafikafviklingsforholdene her skulle have ændret sig efter etableringen af DOGS. Men det skønnes, at dette kryds har tilstrækkelig kapacitet til at afvikle den nord-sydgående trafik ad Ring 3 også efter etableringen af DOGS.

Ved etableringen af et DOGS-system er det vigtigt at afgrænse dette, således at en kapacitetsforøgelse ikke forværrer trafikproblemerne væsentligt. Dvs. man skal sikre sig, at efterfølgende kryds har en tilstrækkelig kapacitet til at opsuge den ekstra trafik, som DOGS-systemet kan ekspedere.

10. Simulering

Inden større ændringer i et signalsystem bliver taget i brug bør der gennemføres simuleringer, således at systemets justerbare parametre kan indstilles til det optimale. Samtidig kan systemets effekter på trafikafviklingen måles, fordi alt andet end signalsystemet er identisk i de to situationer. Det er imidlertid ikke for sent at gennemføre en sådan simuleringsserie, idet der er, er så mange ”knapper” at skrue på i DOGS, at simuleringer i høj grad også vil kunne bruges som et værktøj til at optimere det eksisterende DOGS-system i Herlev.

En række forhold vedr. DOGS i Herlev kunne være nyttige at blive klogere på. For eksempel:

- Kan beregningen af retningsfordelingen forbedres?
- Hvad sker der med kølængderne for sideveje og venstresvingsstrømme?
- Hvad sker der med kølængderne ved Dynamovej og Ejby Industrivej?
- Hvad sker der med rejsetider, antal stop, forsinkelse og emission?
- Hvorledes håndterer DOGS pludseligt opståede hændelser på M3, som bevirker at trafikken stiger hurtigt og kraftigt på Ring 3 i enten nord eller sydgående retning i morgen-, dag- og eftermiddagsprogrammet?
- Hvorledes håndterer DOGS en generel trafikstigning på 10 eller 20 procent?
- Hvad er effekterne af andre fordelinger af stigende omløbstid end den valgte 80/20? Hvad med en nøje udtænkt fordeling kryds for kryds?
- Hvad sker der, hvis man ved høje omløbstider tillader mere grøntid for venstresvingende fra Ring 3 i krydset ved Frederikssundsvej?
- Hvilken virkning har det at styre offsetten kryds for kryds afhængig af omløbstiden?
- Kan der opnås bedre styring ved måling af afstrømningen i grøntiden på Ring 3 i stedet for måling af tilstrømningen over et helt omløb?

Gennem en serie af simuleringer kan en række af de foreslåede ændringer vurderes og systemet kan trimmes ind, så det er mere trygt at lade DOGS ”stå på egne ben” i stedet for som nu, hvor der er indlagt en række restriktioner på DOGS’ udfoldelse, netop af angst for at noget kan ”gå galt”.

Det skønnes, at simuleringer, der vil kunne give svar på ovennævnte spørgsmål kan gennemføres inden for en ramme inden for kr. 100.000. København Amt forventes at iværksætte et arbejde med etablering af DOGS-systemet i Herlev.

11. Konklusioner

På baggrund af de gennemførte undersøgelser kan der drages følgende overordnede konklusioner vedr. DOGS-systemet i Herlev.

- **Kapacitet**

Både teoretiske overvejelser og analyser baseret på detektordata viser, at DOGS i væsentlig grad kan forøge kapaciteten i et overbelastet signalsystem som på Ring 3. Dette sker gennem en forøgelse af omløbstiden og grøntiderne for krydsende trafikstrømme. Teoretisk kan kapaciteten på Ring 3 i det mest kritiske kryds ved Frederikssundsvej forøges med op til 46 % ved at forøge omløbstiden fra 80 sek. til 130 sek. og ved at tildele Ring 3 uforholdsmæssigt meget grøntid i forhold til sideretningerne. Ved et omløb på 100 sek. er den teoretiske kapacitetsforøgelse på 24 %.

Dette sker dog ofte på bekostning af trafikken fra sideretningerne. For Frederikssundsvejes vedkommende betyder dette, at kapaciteten reduceres med 9 % ved 130 sek. omløb. Sammenlagt for de to krydsende strømme forøges kapaciteten med 23 % ved 130 sek. omløb og 12 % ved 100 sek. omløb.

Hvor meget kapaciteten reduceres med afhænger dog af grøntiden i det grundlæggende signalprogram. Jo mindre grøntid fra starten, jo mindre kapacitetsreduktion med DOGS-styring.

For venstresvingsstrømme fra Ring 3 reduceres kapaciteten med op til 38 %, når omløbstiden er 130 sek. Ved 100 sek. er kapacitetsreduktionen 20 %.

Under ombygningen af Motorring 3 forventes trafikken på Ring 3 at stige med 10-15 %. DOGS synes således let at kunne håndtere denne trafikstigning uden at introducere fremkommelighedsproblemer for trafikken på Ring 3.

- **Rejsetid**

Det kan ikke påvises, men heller ikke udelukkes, at DOGS kan reducere rejsetiderne for trafikanter, som kører på langs ad Ring 3. En afdækning af dette forhold kræver, at alle øvrige parametre holdes konstant. Dette kan være vanskeligt i praksis, fordi mange tilfældigheder i trafikafviklingen kan indvirke på forsinkelsen og dermed rejsetiden.

Det er dog indlysende, at i perioder med trængsel og kødannelser, hvor kapaciteten forøges, så vil dette medføre mindre ventetid for rødt, fordi trafikanterne ikke skal vente mere end én gang for rødt lys ved det samme signalanlæg. Omvendt

vil en forøgelse af omløbstiden i en vis udstrækning slå samordningen i stykker. Dette kan så medføre længere ventetider ved stop for rødt lys. Kapacitetsforøgelsen vil dog formentlig have den største effekt på rejsetiden på Ring 3.

- **Ventetid for sidevejstrafikanter**

Effekten på DOGS på sidevejstrafikanter afhænger som udgangspunkt af grønttiden for sidevejstrafikken (grøntidsandelen) og belastningsgraden i tilfarten i 80 sek. programmet. Ved lav grøntidsandel, vil sideretningen få en uforholdsmæssig stor tildeling af grøntid, hvorved kapaciteten vil stige eller blive reduceret meget lidt. Ved stor grøntidsandel vil kapacitetsreduktionen medføre forøgede ventetider. Hvis tilfarten ikke er stærkt belastet, betyder dette kun en marginal stigning i ventetiden. Er tilfarten nær kapacitetsgrænsen, kan DOGS medføre en større stigning i ventetiden.

- **Ventetider for venstresvingere**

Venstresvingere har fået længere ventetider på grund af mindre kapacitet. For trafik mod Herlev Bygade kan ventetiden nå op på over 5 minutter i eftermiddags-myldretiden. Dette er en kraftig forøgelse i forhold til tidligere. Også venstresvingende trafik fra Frederikssundsvej mod nord ad Ring 3 har fået længere ventetider.

- **Luftforurening**

Væsentlige parametre for emissionerne fra køretøjerne i et signalsystem er antallet af stop og ventetiden for rødt lys, hvor motoren kører i tomgang. Hvis signalsystemet er overbelastet skal trafikanterne flere gange for rødt lys ved samme signalanlæg, før dette passeres. DOGS forøger signalanlæggets kapacitet efter behov og reducerer derved risikoen for, at køretøjer skal standse mere end én gang ved et signalanlæg. Derved kan DOGS formentlig reducere emissionerne i hovedretningen. Dette skal dog holdes op mod de forøgede emissioner frem for alt fra venstresvingende fra hovedretningen men til dels også fra visse sideretninger, der får reduceret kapacitet og måske bliver overbelastet.

- **Simulering**

Der ventes gennemført simuleringer af DOGS-systemet i Herlev i løbet af efteråret 2004. Dette vil kunne medvirke til en afklaring af de effekter, som ikke har kunnet afdækkes ved nærværende undersøgelse. Det gælder fx forsinkelser og luftforurening. Simuleringer vil samtidig kunne medvirke til en optimering af DOGS-systemet i Herlev og af DOGS-konceptet generelt.

Ring 3 fra Mileparken til Motorring 3

Adaptiv signalstyring (DOGS-styring) ifm. udvidelse af Motorring 3

Oversigt over detektorer

