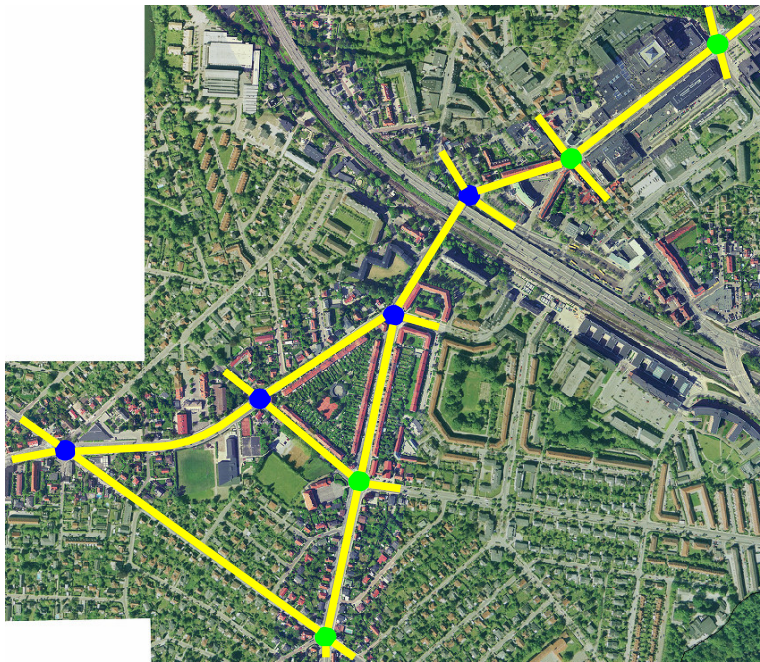


Evaluering af Københavns Amts adaptive styresystem MOTION i Lyngby

Københavns Amt har etableret flere områder med adaptiv styring inden for de seneste 3 år, heraf 3-4 områder med MOTION omfattende i alt 23 signalanlæg.

Senest er der i to etaper taget et område i drift i Lyngby omfattende i alt 8 signalanlæg. Området fremgår af vedlagte kortudsnit.



De 4 første signalanlæg, der er markeret med en blå cirkel, blev taget i drift i 2004 og de sidste 4, der er markeret med grønt, er taget i drift hen over sommeren i 2005. Det samlede område er endelig implementeret i løbet af efteråret. Vejstrækningerne der indgår, er markeret med gult.

Signalanlæggene har frem til ombygningen fungeret i et samordnet system med 3 programmer. Et program til morgenspidsbelastningen, et til eftermiddagsspidsbelastningen og et til det øvrige tidsrum. De to spidsbelastningsperioder har begge en omløbstid på 80 sekunder, og det tredje program har en omløbstid på 60 sekunder. Der har i nogle af anlæggene været en lokal trafikstyring, der har været anvendt til grøntidsforlængelse, afkortning af signalgrupper og indkobling af særlige signalgrupper.

Københavns Amt ønsker løbende at undersøge, om investeringerne i forbedringer af trafikafviklingen har det forventede afkast, og specielt om en adaptiv signalstyring har den effekt, som der generelt stilles i udsigt.

En adaptiv styring er en strategisk styring for et samlet vejområde, hvor der i styringen sker en tilpasning af signalvisningen til trafiksituationen i hele området. Dette skal sammenholdes med den mest anvendte form for trafikstyring, hvor der sker en tilpasning af signalgivingen ud fra et enkelt køretøjs bevægelse i et kryds tilfart.

En adaptiv styring kan fungere selvstændigt i et område, men kan også kombineres med en lokal, traditionel trafikstyring, således at der i de enkelte kryds kan foretages en lokal trafikstyring inden for de rammer, den adaptive styring udstikker.

Evalueringsmetode

Ved evalueringer af effekten af nye trafikstyringsfunktioner er der ofte anvendt metoder hvor der er foretaget registreringer af trafikafviklingen på såvel det eksisterende som det nye system.

Disse registreringerne kan eksempelvis være:

- Tidsforbrug ved gennemkørsel af udvalgte køretøjstyper, som f. eks. busser i ruter
- Gennemkørsel af forskellige ruter med et køretøj udstyret med en GPS plotter
- Anvende Flowing Car data, der ud over at registrere køretid og – måde også kan indsamle miljødata.
- Signalernes tidssætning i testperioderne
- Hastighedsmålinger og kødannelser på udvalgte steder
- Trafikbelastningen

Alle disse undersøgelser kræver, at der anvendes mange ressourcer på indsamling af data. Det er nødvendigt at foretage et stort antal registreringer for såvel at kunne kompensere for de tilfældige udsving i selve registreringen, som at korrigere for at trafikbelastningen ikke har været ens på de forskellige registreringstidspunkter. De indsamlede data skal herefter bearbejdes, for at der kan ske en sammenligning mellem det gamle og nye system.

Københavns Amt har vurderet, om der var andre måder at foretage en evaluering af et nyt signalstyringsystem, og er kommet frem til at anvende simuleringsprogrammet VISSIM.

VISSIM er i dag anerkendt som et reference program, som giver gode muligheder for at analysere fordele og ulemper ved alternative vejudformninger/signalstyringsystemer. Ved at anvende VISSIM opnås den fordel at trafikantadfærd, trafikmodel m.m. vil være fuldstændig ens i de undersøgte alternativer. At de mange indstillinger i VISSIM er ens for alternativerne vil have den fordel, at de afvigelser, der er imellem model og virkelighed, i stor udstrækning vil have samme indflydelse på de evaluerede alternativer. Omfanget af kalibreringen for at sikre en fuldstændig overensstemmelse mellem model og virkelighed bliver herved ikke så omfattende.

Dette betyder ikke, at modellen med sikkerhed vil være fuldstændig neutral i relation til alternativerne i alle sammenhænge. Eksempelvis er det muligt, at den trafikantadfærd, der er indbygget i VISSIM, er mere i overensstemmelse med den adfærd trafikanterne i virkeligheden har i det ene alternativ frem for det andet alternativ. Ved opstilling af trafikmodellen kan der også opstå forskelle, da trafikmodellen opbygges ved at definere trafiktilstrømningen i enkelte tilfarter og herefter ved hjælp af forskellige teknikker at definere kørslen igennem området.

Specielt kan der ved den her foretagne evaluering opstå forskelle som følge af den måde som trafikmodellen opstilles på.

Signalsystemer

Ved simuleringen er der for det eksisterende system anvendt de tidssætninger, der er beskrevet ved hjælp af signalgruppeplanerne og vej- / tiddiagrammerne. Der er alene anvendt tidssætningerne uden de lokale trafikstyringsfunktioner. De tilsvarende lokale trafikstyringsfunktioner er også implementeret i MOTION systemet, men er ligeledes udeladt i modellen. Trafikstyringerne er udeladt for at forenkle opbygningen af modellen, og udeladelsen i begge systemer betyder at de relative afvigelser vil være ens.

MOTION fungerer ved, at der i korte tidsintervaller indkobles programmer med faste omløbstider og faste grøntidsfordelinger. Tidsintervallerne har en varighed, der er et multiplum af 6 minutter. For hver anden af disse intervaller vil der ske ændringer af grøntidsfordelingen og forsætningen imellem krydsene, hvis der herved opnås en trafikantbesparelse af en vis størrelsesorden. Desuden vil der i hvert interval kunne ske ændringer af tidssætningen, hvis der skal ske ændringer af omløbstiden.

De tidssætninger, der er anvendt i hver enkelt interval, er arkiveret i det centrale styresystem og data er indlagt i VISSIM.

VISSIM model

I forbindelse med udbygningen af M3 har Vejdirektoratet og Københavns Amt fået opstillet en model i VISSIM for at kunne vurdere de trafikale situationer i forbindelse med anlægsarbejderne, herunder kapacitetsnedsættelser på forskellige strækninger.

Modellen omfatter også det område, hvor MOTION er etableret, og modellen, der er opbygget her, er med enkelte justeringer anvendt i den videre undersøgelse.

Trafikmodellen baserer sig på registreringer foretaget i MOTION og i SITRAFFIC Central. Trafikmodellen i VISSIM omfatter en definition af trafiksammensætningen, trafikbelastningen i tilfarterne af det betragtede område, samt en angivelse af hvordan køretøjerne kører igennem området ved hjælp af en rutebeskrivelse.

Denne turmatrix genereres i MOTION af det integrerede program Path Flow Estimator. Ud fra tællinger i forskellige tværsnit på vejnettet, primært på områdets randtilslutningsveje, beregner Path Flow Estimatoren en turmatrix for hvert af de fastlagte tidsintervaller. I forbindelse med estimeringen bliver der lavet en sammenligning mellem det faktisk registrerede passager i tværsnit og summen af de estimerede ruter, der passerer tværsnittet. Forskellen, der her opstår, kan dels fremkomme på grund af, at estimatet er forkert, men det kan også fremkomme på grund af, at vejmodellen i MOTION ikke er detaljeret nok, idet ikke alle veje med trafikbelastning, der er tilsluttet området, indgår i modellen, lige som der kan være trafikattraktioner og – generatorer inde i området, som ikke indgår i modellen.

Ved en traditionel opbygning af trafikmodellen i VISSIM, anvendes der forskellige trafikregistreringer fra området, som eksempelvis manuelle trafiktællinger i kryds eller maskinelle snittællinger. Disse registreringer er ikke altid udført på samme tidspunkt, lige som registreringerne ofte vil være opdelt i faste intervallængder som ofte er 15 minutter. På den baggrund vil det dog være muligt at opstille en trafikmodel, der giver en god beskrivelse af trafikbelastningen i området. Modellen vil dog lide af samme unøjagtighed som modellen i MOTION, nemlig at ikke alle adgange er defineret m.m. Umiddelbart er modellen en statisk model, men med VISSIM's trafikgenerator, vil der være mulighed for at afdække problematiske trafiksituationer, og ved opsummering af flere indstillinger at få et godt overblik over resultatet af den anvendte styring.

Ved anvendelsen af VISSIM opstilles således først en vej- og trafikmodel, hvorefter forskellige alternativer, eksempelvis styringsstrategier, analyseres. Denne fremgangsmåde kan imidlertid ikke anvendes her, idet det ikke er muligt at opbygge en trafikstyringsmodel i VISSIM, hvor der med et centralt fungerende system foretages en beregning af de optimale tidssætninger for hele nettet.

Der bliver i stedet foretaget en beregning i VISSIM af tidsforbrug og kvalitetsindikatorer ud fra den fastlagte trafikbelastning og de tidssætninger som MOTION har beregnet sig frem til. Tilsvarende kvalitetsindikatorer kan beregnes for det hidtidige signalsystem for den tilsvarende trafikbelastning.

Vurdering af resultatets validitet

Om den her beskrevne metode giver det nøjagtige billede af effekten kan være vanskelig at vurdere. Der kan således stilles følgende spørgsmål:

- Hvor god overensstemmelse er der mellem den fastlagte trafikbelastning i MOTION og den faktiske trafikbelastning, og vil det være muligt at bestemme denne?
- Har forskellen mellem den fastlagte trafikbelastning og den faktiske trafikbelastning betydning for fastlæggelsen af effekter. Vil trafikantomkostningerne blive påvirket relativt lige meget i forhold til afvigelsen?

Svaret på disse spørgsmål vil i stor udstrækning hænge sammen med svaret på spørgsmålet om, hvorvidt det i det hele taget er muligt, at anvende et simuleringsprogram til sammenligning af effekter af alternative løsningsforslag. Det vil ikke være muligt at opbygge en vej- og trafikmodel, der er fuldstændig identisk med den virkelige trafik. Som tidligere anført vil samtlige adgange til vejnettet ikke blive beskrevet i en simuleringsmodel. Det vil heller ikke være muligt i en model at beskrive den mangfoldighed og dynamik, der er i trafikken. Ved opbygningen af modellen vil vores statiske forestillingsverden altid komme til kort over for trafikens dynamik.

Det vil ved meget omhyggelige registreringer, f. eks. ved hjælp af video, være muligt at udarbejde en simuleringsmodel som kalibreres fuldstændig til en given trafiksituation der er til stede i et relativt kort tidsrum, men det betyder ikke at der for trafiksituationen umiddelbart før og efter vil være en tilsvarende god kalibrering. Modellen fungerer således kun korrekt i et meget begrænset tidsrum.

Resultaterne vil dog i stor udstrækning afspejle den effekt der opnås. Den trafikbelastning der anvendes i modellen, er en trafikbelastning, der højst sandsynlig vil forekomme hyppigt i det pågældende område. At beregningerne er gennemført på grundlag af en registrering af trafikken i et veldefineret tidsrum er ikke ensbetydende med, at de effekter, der bliver beregnet opnås i det pågældende tidsrum. Det er derimod effekter, det kan forventes, der opnås over en længere driftsperiode, hvor der med stor sandsynlighed vil opstå trafiksituationer, som de der er anvendt i simuleringen.

Beregninger i VISSIM

For hver ny trafikbelastning (hver 6. minut) beregnes de trafikale konsekvenser og kvalitetsindikatorer for begge tidssætninger (det gamle og det nye system). Tidsforbrug og kvalitetsindikatorerne beregnes på netniveau og der anvendes VISSIM netberegninger, hvor følgende beregnes:

- Det samlede antal køretøjer i nettet
- Samlet rejsetid
- Gennemsnitlig hastighed alle køretøjer
- Samlet spildtid alle køretøjer
- Samlet stoptid alle køretøjer (del af spildtiden)
- Samlet antal stop
- Gennemsnitlig spildtid alle køretøjer
- Gennemsnitlig stoptid alle køretøjer

- Gennemsnitligt antal stop

Ud over disse beregninger af trafikantomkostninger, er der foretaget en beregning af tidsforbruget på følgende 4 udvalgte ruter:

1. Fra Klampenborgvej nord for Kanalvej til Ring 4 syd for Nybrovej
2. Fra Ring 4 syd for Nybrovej til Klampenborgvej nord for Kanalvej
3. Fra Klampenborgvej nord for Kanalvej til Ring 3 syd for Nybrovej
4. Fra Ring 3 syd for Nybrovej til Klampenborgvej nord for Kanalvej



Beregningsresultater

Trafikbelastning

For at verificere om trafikbelastningen, der anvendes i modellen, er i overensstemmelse med trafiktal registreret i SITRAFFIC Central, er der i modellen etableret 9 tællesnit, hvor der også findes detektorspoler. De registrerede trafiktal fra SITRAFFIC Central og de beregnede trafiktal i VISSIM fremgår af to skemaer et for morgentrafikken og et for eftermiddagstrafikken. Trafikbelastninger er udtegnet i form af kurver så en sammenligning nemt kan foretages.

Trafikantomkostninger på vejnettet

Beregningerne er foretaget for trafikbelastninger og tidsindstillinger for hver 6 minut interval i de to timer hhv. morgen og eftermiddag. For hver sæt data er der foretaget en beregning i VISSIM, hvor selve beregningen er foretaget for en periode svarende til 30 minutter.

De trafikale konsekvenser er opgjort i intervaller af 6 minutter, således at der fås 5 intervaller med resultater for hver kørsel i VISSIM. Det første interval er ikke anvendeligt, da trafikken i dette interval endnu ikke har fordelt sig på hele vejnettet. Det andet interval er af samme grund heller ikke anvendeligt, da køretiden mellem yderpunkterne kan være

større end 6 minutter under visse omstændigheder. Hvis der i perioder er tale om en overbelastning af vejnettet, kan det sidste interval blive meget præget af store kødannelser, som måske ikke vil forekomme i virkeligheden, da den aktuelle trafik kun vil forekomme i et enkelt 6 minutters periode. Der er valgt at anvende et gennemsnit af det 3. og 4. beregningsinterval ved opgørelsen af de trafikale konsekvenser.

De beregnede trafikantomkostninger for hvert 6 minutters interval er herefter opgjort og summeret op. De samlede trafikale konsekvenser fremgår af efterfølgende skema:

	Tidligere system		
	Morgen	Efter-middag	I alt/Gns
Antal køretøjer, der er registreret, stk.	9851	11938	21789
Samlet rejsetid, timer	696,9	754,1	1451
Gennemsnitlig hastighed i km/t	18,4	18,0	18,2
Samlet spildtid alle køretøjer	458,6	472,7	931,3
Herfra stoptid	260,2	260,6	520,8
Samlet antal stop	47260	44483	91743
Gennemsnitlig spildtid pr. køretøj	111,6	104,5	107,7
Heraf gennemsnitlig stoptid	63,2	57,7	60,2
Gennemsnitlig antal stop pr køretøj	3,2	2,7	2,9

	MOTION			Forbedring
	Morgen	Efter-middag	I alt / Gns	
Antal køretøjer, der er registreret, stk.	10780	12102	22882	
Samlet rejsetid, timer	569,9	707,4	1277	
Gennemsnitlig hastighed i km/t	23,4	19,6	21,4	18%
Samlet spildtid alle køretøjer	309,3	418,5	727,8	203,5 Timer
Herfra stoptid	181,6	246,5	428,1	92,7 Timer
Samlet antal stop	28435	35794	64229	27514 Stop
Gennemsnitlig spildtid pr. køretøj	76,0	93,4	85,2	22,5 Sekunder
Heraf gennemsnitlig stoptid	44,3	55,1	50,0	10,2 Sekunder
Gennemsnitlig antal stop pr køretøj	2,0	2,2	2,1	29%

Med vægtet timesats på 105 kr/time
 Årligt antal arbejdsdage 220 stk

Bliver den årlige trafikantbesparelse 4.701.243 DKK

Der er her alene opgjort besparelsen i ventetid. Den mere glidende kørsel vil give en besparelse i brændstofforbruget, tillige med at der vil ske en reduktion af miljøbelastningen i området.

Der er ved denne opgørelse ikke foretaget en korrektion for overgangen mellem tidssætningerne imellem de enkelte intervaller, lige som der ikke er foretaget et skøn over hvor store trafikantbesparelserne kan forventes at blive ud over de to timer i

morgenspidstiden og 2 timer i eftermiddagsspidstiden i de ca. 220 arbejdsdage om året.

Trafikantomkostninger på 4 ruter

På de 4 nævnte ruter er der foretaget en opgørelse af

- Rejsetid
- Spildtid pr køretøj
- Stoptid pr køretøj
- Antal stop pr. køretøj.

Resultaterne fremgår af efterstående skema:

Rute	1				
	Antal køretøjer	Samlet rejsetid	Gen. spildtid pr. køretøj	Gen. stoptid	Antal stop pr. køretøj
	stk.	sek.	sek.	sek.	stk.
Morgen, uden MOTION	202	8755	261	142	7,0
Morgen med MOTION	251	6122	137	77	3,5
Eftm uden MOTION	192	7046	173	87	4,8
Eftm. med MOTION	213	6078	126	75	2,7

Rute	2				
	Antal køretøjer	Samlet rejsetid	Gen. spildtid pr. køretøj	Gen. stoptid	Antal stop pr. køretøj
	stk.	sek.	sek.	sek.	stk.
Morgen, uden MOTION	259	8592	229	123	7,6
Morgen med MOTION	288	7855	207	118	5,2
Eftm uden MOTION	256	7144	168	85	4,1
Eftm. med MOTION	224	8089	213	120	4,9

Rute	3				
	Antal køretøjer	Samlet rejsetid	Gen. spildtid pr. køretøj	Gen. stoptid	Antal stop pr. køretøj
	stk.	sek.	sek.	sek.	stk.
Morgen, uden MOTION	205	8249	264	141	7,2
Morgen med MOTION	244	6260	168	92	4,0
Eftm uden MOTION	217	8056	247	131	5,8
Eftm. med MOTION	217	7896	243	134	4,7

Rute	4				
	Antal køretøjer	Samlet rejsetid	Gen. spildtid pr. køretøj	Gen. stoptid	Antal stop pr. køretøj
	stk.	sek.	sek.	sek.	stk.
Morgen, uden MOTION	154	8306	217	112	6,3
Morgen med MOTION	260	6116	148	84	3,9
Eftm uden MOTION	279	6781	175	84	4,5
Eftm. med MOTION	269	6351	162	90	4,1

I morgenspidstiden er der en meget klar besparelse ved alle ruter.

Evaluering af MOTION i Lyngby
Dorrit J. Gundstrup, Københavns Amt
Niels Chresten Johannessen, **nctrafik**

I eftermiddagsspidstrafikken er besparelserne ikke så markante og ved rute 2 er der faktisk tale om en længere køretid.