

MOTION i Valby – adaptivt signalstyresystem

Forfattere: civilingeniør Torben Abildgaard Knudsen, Hovedstadens Udviklingsråd (HUR)
civilingeniør Peter Bäckér Hansen, Københavns Kommune, Vej & Park
civilingeniør Nicoline Varberg, Københavns Kommune, Vej & Park

1. Indledning

Københavns Kommune og HUR har i fællesskab investeret i et såkaldt adaptivt signalstyresystem til optimering af trafikafviklingen, herunder især bus trafikken, i et område i Valby. Signalstyresystemet er etableret som et demonstrationsprojekt.

Ved et adaptivt signalstyresystem forstås et system, der adapterer/tilpasser lyssignalernes grøntider samt de grønne bølger til den aktuelle trafikmængde og det aktuelle trafikmønster. Filosofien i systemet er at indsamle de aktuelle tælledata på en række detektorspoler i kørebanen og på baggrund heraf lade en computer beregne den optimale signalgivning i området. Styresystemet hedder *Motion*, er leveret af Siemens A/S og er det første af sin slags i Danmark. *Motion* er ligeledes installeret i ca. 50 signalanlæg i Piræus (Athens havneby) i Grækenland, men disse anlæg indeholder – i modsætning til projektet i Valby – ingen brug af busprioritering.

Hovedsucceskriteriet for projektet er en reduktion af rejsetiden for busserne gennem området på 20 %, uden at dette sker på bekostning af den øvrige trafik. I dette paper præsenteres de foreløbige resultater fra en evaluering af signalstyresystemet, foretaget i foråret/sommeren 2001.

2. Motion-systemet i Valby

2.1 Generelt om Valby

Motion er installeret i 9 signalanlæg i Valby, henholdsvis på Vigerslev Alle, Toftegårds Alle og Valby Langgade. På nedenstående figur ses de 9 signalanlægs placering samt en angivelse af hvilke buslinier, der er omfattet af denne evaluering.



Området er udvalgt på følgende baggrund:

- Toftegårdsbroen (dvs. Toftegårds Alle mellem Rughavevej og Lyshøjgårdsvej) over jernbanen udgør en flaskehals med dårlig fremkommelighed for både biler og busser.
- Der er store konfliktende trafikmængder på de tre hovedstrøg: Toftegårds Alle, Vigerslev Alle og Valby Langgade, herunder også mange krydsende buslinier gennem området

Trafiktallene for Valby viser følgende værdier - for begge retninger tilsammen:

Toftegårds Alle: 2.300 køretøjer/spidstime

Vigerslev Alle: 2.100 / 1.300 køretøjer/spidstime (henholdsvis øst / vest for Toftegårds Alle)

Valby Langgade: 750 / 500 køretøjer/spidstime (henholdsvis øst / vest for Toftegårds Alle)

Trafiktallene beskriver den nuværende situation, hvor Nordre Fasanvejsbroen (ca. 1,7 km. nord for krydset Toftegårds Alle/Valby Langgade) er spærret for al gennemkørsel, hvilket begrænser den nord- og sydgående trafik en del.

Busstrafikken fordeler sig på følgende måde – ligeledes begge retninger tilsammen:

Toftegårds Alle: 61 / 85 busser/spidstime (henholdsvis nord / syd for Lyshøjgårdsvej)

Vigerslev Alle: 68 / 35 busser/spidstime (henholdsvis øst / vest for Toftegårds Alle)

Valby Langgade: 32 / 18 busser/spidstime (henholdsvis øst / vest for Toftegårds Alle).

2.2 Generelt om *Motion*

Motion-systemet består af en centralt placeret computer, som er forbundet til de 9 signalanlæg i Valby-området. Data om den aktuelle trafiksituation sendes løbende fra ca. 125 nedfræsedede detektorspoler i området via styreapparaterne til den centrale computer. Detektorspolerne registrerer såvel biler som busser. De registrerede data benyttes af *Motion* til udformning af en fuldstændig trafikmodel af den samlede vægtede trafikbelastning på de enkelte vejstrækninger og i samtlige kryds, herunder svingbevægelserne. Beregningerne foretages hvert 5. minut.

På grundlag af den udregnede trafikbelastning beregnes den optimale omløbstid for hvert signalanlæg af *Motion*, hvorefter den største af de beregnede omløbstider, oprundes til nærmeste 10 sek. og vælges for samtlige signalanlæg i området. Der benyttes således kun omløbstiderne: 50, 60, 70, 80, 90 & 100 sek. i Valby, idet flere muligheder vil betyde hyppigere skift i omløbstiden. Den fælles omløbstid fastholdes i signalanlæggene i intervaller af 15 minutter. Formålet med at vælge en fælles omløbstid er, at det giver mulighed for etablering af grønne bølger mellem signalanlæggene, mens formålet med at vælge den længste omløbstid er at sikre, at belastningsgraden i hvert signalanlæg er under 100 %.

Motion foretager herefter en beregning af den grønne bølge, således at antal stop og ventetiden for køretøjerne gennem området minimeres. Ligeledes beregnes den optimale grøntidsfordeling for hvert enkelt kryds, herunder et eventuelt behov for svingfaser i krydsene. Også her fastholdes den grønne bølge og grøntidsfordelingen i intervaller af 15 minutter. Dette er dog ikke tilfældet, når *Motion* suppleres med lokal busprioritering i hvert enkelt signalanlæg, idet denne form for styring har mulighed for at optimere grøntidsfordelingen i hvert eneste signalomløb i forhold til busserne. Styreformen er nærmere beskrevet i det følgende afsnit

2.2 Evaluering af *Motion*-systemet

Motion-systemet giver mulighed for en række forskellige indstillinger, som afvikler trafikken efter forskellige strategier. Derudover er der i dette projekt suppleret med lokale specialprogrammerede busprioriteringsfunktioner. Disse skal efter hensigten gribe ind og overstyre *Motion*'s centrale anvisninger og dermed prioritere busserne endnu højere, end *Motion*-systemet selv ville gøre det. Den lokale busprioritering er implementeret i Valby i to forskellige former, kaldet mild og kraftig lokal busprioritering og er beskrevet nedenfor.

Igennem foråret/sommeren 2001 er følgende forskellige systemindstillinger afprøvet og evalueret:

- **Før-situation (A):** Før *Motion*-systemet blev taget i brug, blev trafikken afviklet på traditionel vis med 4 tidsstyrede signalprogrammer (henholdsvis morgen-, eftermiddags-, dag- og natprogram). Denne Før-situation danner udgangspunkt for en sammenligning med de øvrige indstillinger.
- ***Motion* (B):** Angiver standardindstillingen af *Motion*-systemet, hvor den samlede trafikafvikling søges optimeret uden særlig hensyntagen til busserne.
- ***Motion* med busvægte (C):** Angiver en *Motion*-indstilling, hvor systemet har mulighed for at vægte busserne højere end de øvrige køretøjer i optimeringsberegningen. Ved denne indstilling vil en bus beregningsmæssigt svare til et større antal biler, hvorved den pågældende retning vil blive prioriteret højere ved fordelingen af grøntid m.m. Ulempen ved denne fremgangsmåde er imidlertid, at *Motion* forventer, at disse "fiktive" biler også skal afvikles videre igennem de øvrige signalanlæg i området – uanset at bussen holder ind ved næste busstoppested.
- ***Motion* med mild busprioritering (D):** Angiver en lokal busprioriteringsmetode, hvor den enkelte bus – via en anmeldelsesspole og det lokale styreapparat – har mulighed for at tilpasse grøntidsfordelingen i krydset, således at bussen har en god chance for at køre gennem signalanlægget uden stop – enten ved at forlænge grønt eller ved at fremskynde grønt i sin retning. Ulempen ved denne metode er, at samordningen kan forstyrres, og at sideretningen kan få længere ventetid.
- ***Motion* med kraftig busprioritering (E):** Angiver en lokal busprioriteringsmetode med samme muligheder som ved den milde busprioritering. Derudover har bussen ved den kraftige busprioritering mulighed for i det enkelte signalanlæg at fjerne en signalfase (f.eks. en venstresvingspil) eller at forøge omløbstiden i et enkelt omløb. Begge dele har konsekvenser for grøntidsfordelingen i det følgende signalomløb men vil forøge bussens chance yderligere for at nå gennem signalanlægget uden stop. Ulempen ved denne metode er, at der formodentlig vil ske store forstyrrelser i samordningen, sideretningen kan få længere ventetid, og hovedretningen vil muligvis i det efterfølgende omløb have for lidt kapacitet.

På grund af systemnedbrud i evalueringsfasen har det desværre ikke været muligt at måle på effekten af denne indstilling. Indstillingen vil eventuelt blive evalueret på et senere tidspunkt.

De enkelte indstillinger er evalueret i følgende testperioder:

- **Før-situation, uden *Motion* (A):** Tirsdag d. 6/2-2001 til torsdag d. 8/2-2001 (Uge 6)
- ***Motion* (B):** Tirsdag d. 27/2-2001 til torsdag d. 1/3-2001 (Uge 9)
- ***Motion* med busvægte (C):** Tirsdag d. 13/3-2001 til torsdag d. 15/3-2001 (Uge 11)
- ***Motion* med mild busprioritering (D):** Tirsdag d. 3/4-2001 til torsdag d. 5/4-2001 (Uge 14)

For alle de ovenstående indstillinger (A) til (C) og for hver testperiode er der indsamlet aktuelle tælledata, hastighedsdata, belægningsdata samt data fra signalanlæggene om omløbstider, grøntidsfordeling og grønne bølger. For indstilling (D) er der kun et begrænset antal data til rådighed pga. en forkert systemopsætning i evalueringsperioden. Dataene er opsamlet for både biler og busser.

Derudover er der for indstillingerne *Motion* (B), *Motion* med busvægte (C) og *Motion* med mild busprioritering (D) udført håndterminalmålinger i de respektive testperioder fra tirsdag til torsdag fra kl. 7-11 og kl. 13-17. Tilsvarende er der for de førnævnte tre indstillinger udført stopursmålinger i de respektive testperioder om onsdagen mellem kl. 7-11 og kl. 13-17. Dataene fra håndterminal- og stopursmålingerne er udelukkende gældende for bustrafikken.

Som sammenligningsgrundlag for stopurs- og håndterminalmålingerne er der som Før-situation (A) benyttet PTS-data (data fra HT-bussernes Passager-Tælle-System) fra perioden 1/9-30/11 2000.

Forud for hver testperiode har der været en tilvænningsperiode på 1-2 uger, hvor den pågældende indstilling har kørt aktivt i Valby - men uden dataopsamling. Formålet med dette har været dels at tilpasse indstillingen til de aktuelle forhold og dels at give trafikanterne i området en mulighed for at vænne sig til de ændrede trafikforhold.

I det følgende præsenteres resultaterne af de foretagne effektmålinger.

3. Evaluering af rejsetider for busserne

3.1 Metode

Bussernes rejsetid gennem området er målt ved at placere trafiktællere med synkroniserede ure på fire nøglepunkter i området - i følgende kryds:

- Vigerslev Alle / Sjælør Boulevard (linie 16, 100S og 650S)
- Vigerslev Alle / Ramsingsvej (linie 16 og 650S)
- Toftegårds Alle / Gl. Køge Landevej (linie 39)
- Toftegårds Alle / Valby Langgade (linie 39 og 100S)

Trafiktællerne har noteret, hvornår busserne er kørt henholdsvis ind og ud af området det pågældende sted, og et eventuelt ophold i signalanlægget er regnet med. Efterfølgende er de indsamlede data parret linievis, hvorved der fås målinger af bussernes rejsetid mellem måleposterne. Disse stopursmålinger af rejsetiden er sammenlignet med PTS-tal fra efteråret 2000, hvilket er data fra før implementeringen af *Motion* i Valby, men efter spærringen af Nordre Fasanvejsbroen.

3.2 Resultater

Nedenfor ses den procentvise reduktion af bussernes rejsetid i forhold til Før-situationen (A)

%vis reduktion af bussernes rejsetider ved forskellige indstillinger af <i>Motion</i> -systemet									
Linie og retning	Tidsrum	Morgen kl. 7-9				Eftermiddag kl. 15-17			
	Indstilling	(A)	(B)	(C)	(D)	(A)	(B)	(C)	(D)
16 mod Brøndbyskoven <i>Mod vest</i>	Rejsetid	4:25	3:17	3:30	3:12	4:24	4:02	4:43	3:30
	Reduktion	-	26%	21%	28%	-	8%	-7%	20%
	Antal ture	13	8	12	11	14	8	11	8
16 mod Emdrupvej <i>Mod øst</i>	Rejsetid	4:28	4:04	3:51	4:07	4:45	4:04	3:50	3:58
	Reduktion	-	9%	14%	8%	-	14%	19%	16%
	Antal ture	19	9	11	10	19	8	7	10
650S mod Avedøre St. <i>Mod vest</i>	Rejsetid	3:45	3:14	3:08	2:49	4:42	2:55	3:30	2:43
	Reduktion	-	14%	16%	25%	-	38%	26%	42%
	Antal ture	14	12	14	13	13	17	17	16
650S mod Hellerup St. <i>Mod øst</i>	Rejsetid	3:24	3:21	3:35	3:32	4:02	2:45	2:50	3:04
	Reduktion	-	1%	-5%	-4%	-	32%	30%	24%
	Antal ture	11	17	17	17	19	17	14	16
39 mod Svanemøllen St. <i>Mod nord</i>	Rejsetid	3:01	3:33	3:34	-	3:19	3:12	3:22	-
	Reduktion	-	-18%	-18%	-	-	4%	-2%	-
	Antal ture	17	6	14	-	9	11	14	-
39 mod Friheden St. <i>Mod syd</i>	Rejsetid	3:06	2:17	3:22	-	2:13	2:14	3:06	-
	Reduktion	-	26%	-9%	-	-	-1%	-40%	-
	Antal ture	13	8	15	-	21	11	12	-
100S mod Svanemøllen St. <i>Mod nord</i>	Rejsetid	6:15	5:24	4:51	4:51	6:42	5:18	5:17	5:21
	Reduktion	-	14%	22%	22%	-	21%	21%	20%
	Antal ture	29	15	24	25	25	21	21	2
100S mod Øresundsvej <i>Mod syd</i>	Rejsetid	6:07	4:46	4:51	4:52	5:47	4:59	4:53	4:37
	Reduktion	-	22%	21%	20%	-	14%	16%	20%
	Antal ture	31	17	22	23	29	23	23	3
Vægtet gennemsnitlig rejsetids-reduktion		-	12,6%	8,9%	16,7%	-	18,6%	10,3%	26,8%
Indstillinger:									
(A): Før-situation, uden <i>Motion</i> (PTS-tal fra efteråret 2000, dvs. data fra før implementeringen af <i>Motion</i> og efter spærring af Nordre Fasanvejsbroen)									
(B): <i>Motion</i> (busser og biler vægtes lige højt i optimeringen)									
(C): <i>Motion</i> med busvægte (busser tildeles en højere vægt end bilerne ved <i>Motion</i> -beregningerne)									
(D): <i>Motion</i> med mild lokal busprioritering (busserne griber aktivt ind i signalstyringen)									

Det fremgår af ovenstående tabel, at brugen af *Motion* i Valby giver anledning til gode reduktioner i rejsetiden for busserne, specielt i eftermiddagsmyldretiden, hvor den vægtede gennemsnitlige rejsetids-reduktion er på 10,3% - 26,8 %. I morgenmyldretiden er det tilsvarende tal på 8,9 % - 16,7 %.

Det fremgår endvidere, at indstillingen *Motion* med mild busprioritering (D) giver den største vægtede gennemsnitlige reduktion af rejsetiden af de tre indstillinger, nemlig henholdsvis 16,7% og 26,8%. Indstillingen *Motion* (B) ser desuden ud til at være at foretrække frem for indstillingen *Motion* med busvægte (C), idet der for indstillingen *Motion* (B) er målt vægtede gennemsnitlige rejsetids-reduktioner på 12,6% og 18,6% i forhold til 8,9% og 10,3% for indstillingen *Motion* med busvægte (C).

Af de foretagne håndterminalmålinger fremgår, at opholdstiderne ved stoppestederne ved de tre indstillinger (B), (C) og (D) er af samme størrelsesorden, hvorfor rejsetidsreduktionerne næppe kan tilskrives varierende passagemængder.

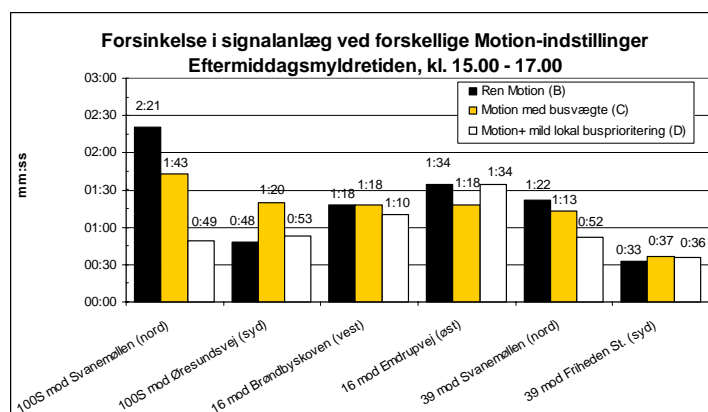
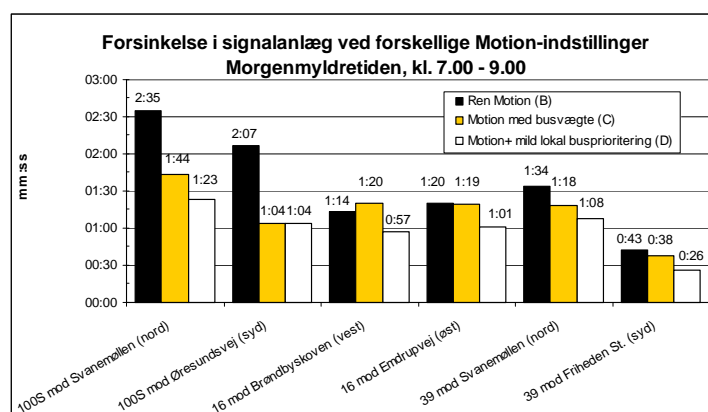
4. Evaluering af bussernes forsinkelse i signalanlæggene

4.1 Metode

Der er gennemført håndterminalmålinger på udvalgte buslinier for at analysere, hvordan rejsetiden med busserne gennem området fordeler sig. Trafiktællere udstyret med håndterminaler har kørt med busserne og registreret varigheden af en række hændelser, herunder bl.a. ophold i signalanlæg, ophold ved stoppesteder og fri kørsel. I denne sammenhæng er det især den signalrelaterede forsinkelse, forstået som den tid, bussen bruger på at bremse og holde stille for rødt lys, der er analyseret.

4.2 Resultater

Håndterminalmålingerne er gennemført i de perioder, hvor *Motion*-systemet har kørt med indstillingerne (B), (C) og (D), svarende til *Motion*, *Motion* med busvægte og *Motion* med mild busprioritering. Det er således kun forskellene indstillingerne imellem, der kan analyseres, idet der ikke er gennemført tilsvarende håndterminalmålinger i Før-situationen (A). I de følgende to figurer er forsinkelsen i signalanlæggene ved forskellige *Motion*-indstillinger sammenlignet for henholdsvis morgen- og eftermiddagsmyldretiden.



Det fremgår af de to ovenstående figurer, at der opnås betydelige reduktioner i den signalrelaterede forsinkelse ved indstillingen *Motion* med mild busprioritering (D) i forhold til indstillingerne *Motion* (B) og *Motion* med busvægte (C). Nøgletallene fra de to figurer er angivet i følgende tabel:

Sammenligning af forsinkelse i signalanlæg													
Linie og retning		Morgen kl. 7-9					Eftermiddag kl. 15-17						
		(B)	(C)	(D)	(B-C)	(C-D)	(B-D)	(B)	(C)	(D)	(B-C)	(C-D)	(B-D)
100S	Svanemøllen	2:35	1:44	1:23	33%	20%	46%	2:21	1:43	0:49	27%	52%	65%
	Antal ture	4	15	9	-	-	-	4	9	3	-	-	-
100S	Øresundsvej	2:07	1:04	1:04	50%	0%	50%	0:48	1:20	0:53	-67%	34%	-10%
	Antal ture	5	14	9	-	-	-	4	10	3	-	-	-
16	Brøndbyskoven	1:14	1:20	0:57	-8%	29%	23%	1:18	1:18	1:10	0%	10%	10%
	Antal ture	10	5	7	-	-	-	6	10	6	-	-	-
16	Emdrupvej	1:20	1:19	1:01	1%	23%	24%	1:34	1:18	1:34	17%	-21%	0%
	Antal ture	9	4	6	-	-	-	7	11	7	-	-	-
39	Svanemøllen	1:34	1:18	1:08	17%	13%	28%	1:22	1:13	0:52	11%	29%	37%
	Antal ture	14	14	8	-	-	-	13	16	5	-	-	-
39	Friheden	0:43	0:38	0:26	12%	32%	40%	0:33	0:37	0:36	-12%	3%	-9%
	Antal ture	16	15	10	-	-	-	12	15	5	-	-	-
Vægtet gennemsnit					18,4%	18,4%	34,4%				-2,4%	15,2%	13,5%

Indstillinger:
 (B): *Motion* (C): *Motion* med busvægte (D): *Motion* med mild lokal busprioritering
 (B-C): Procentvis reduktion af den signalrelaterede forsinkelse ved indstilling (C) i forhold til (B)
 (C-D): Procentvis reduktion af den signalrelaterede forsinkelse ved indstilling (D) i forhold til (C)
 (B-D): Procentvis reduktion af den signalrelaterede forsinkelse ved indstilling (D) i forhold til (B)

Det ses af ovenstående tabel, at effekten ved indstillingen *Motion* med mild busprioritering (D) på den vægtede gennemsnitlige signalrelaterede forsinkelse er henholdsvis 34,4% (morgen) og 13,5% (eftermiddag) i forhold til indstillingen *Motion* (B), og tilsvarende henholdsvis 18,4% (morgen) og 15,2% (eftermiddag) i forhold til indstillingen *Motion* med busvægte (C). For indstillingen *Motion* med busvægte (C) fås værdierne 18,4% (morgen) og -2,4% (eftermiddag) i forhold til indstillingen *Motion* (B).

5. Evaluering af trafikafviklingsforhold for den øvrige trafik

5.1 Evaluering af køretøjs-hastigheden

På baggrund af tælle- og belægningsdata fra de nedfræsedede detektorspoler i kørebanerne i Valby beregnes værdier for hastighed og eksponentielt udglattet hastighed automatisk i *Motion*-systemet. Disse hastigheder er beregnet vha. data fra enkeltspoler og med en gennemsnitlig køretøjslængde på 4,5 m.

Nedenfor er angivet den eksponentielt udglattede hastighed for 14 målepunkter på Toftegårds Alle, Vigerslev Alle og Valby Langgade i henholdsvis morgen- (kl. 7-9) og eftermiddagsmyldretiden (kl. 15-17). Værdierne er et gennemsnit af de beregnede hastigheder tirsdag til torsdag i hver af testperioderne – og henholdsvis for indstillingerne: Før-situationen (A), *Motion* (B) og *Motion* med busvægte (C). På grund af en forkert systemopsætning foreligger der pt. kun hastighedsdata for indstillingen: *Motion* med mild lokal busprioritering (D) fra tirsdag den 20. marts 2001, hvilket er 2 uger før testperioden.

%vis stigning i køretøjs-hastigheden [km/t] ved forskellige indstillinger af <i>Motion</i> -systemet
--

Placering	Målested	Tidsrum	Morgen, kl. 7-9				Eftermiddag, kl. 15-17			
		Indstilling	(A)	(B)	(C)	(D)	(A)	(B)	(C)	(D)
Toftegårds Alle. Mellem Valby Langgade og Rughavevej. <i>Mod syd</i>	85 inderbane	Hastighed	44,66	49,64	43,76	45,70	36,04	40,10	41,37	41,25
		Stigning	-	11,2%	-2,0%	2,3%	-	11,3%	14,8%	14,5%
	89 yderbane	Hastighed	33,09	33,63	37,76	34,40	32,08	31,38	34,51	32,58
		Stigning	-	1,6%	14,1%	3,9%	-	-2,2%	7,6%	1,6%
Toftegårds Alle. Mellem Rughavevej og Lyshøjgårdsvej. <i>Mod syd</i>	97 inderbane	Hastighed	24,79	25,19	26,97	25,94	26,97	27,60	27,25	28,62
		Stigning	-	1,6%	8,8%	4,6%	-	2,4%	1,0%	6,1%
	95 yderbane	Hastighed	26,39	27,24	28,75	26,59	28,79	29,97	29,67	29,86
		Stigning	-	3,2%	9,0%	0,78%	-	4,1%	3,1%	3,7%
Toftegårds Alle. Mellem Rughavevej og Lyshøjgårdsvej. <i>Mod nord</i>	70 inderbane	Hastighed	35,97	33,96	37,46	35,22	23,35	25,65	28,99	27,48
		Stigning	-	-5,6%	4,1%	-2,1%	-	9,9%	24,2%	17,7%
	68 yderbane	Hastighed	25,80	27,93	29,36	27,94	25,95	26,90	28,17	26,93
		Stigning	-	8,3%	13,8%	8,3%	-	3,7%	8,6%	3,7%
Toftegårds Alle. Mellem Lyshøjgårdsvej og Vigerslev Alle. <i>Mod nord</i>	72 inderbane	Hastighed	32,05	31,05	32,07	32,04	29,97	29,54	29,88	32,74
		Stigning	-	-3,1%	0,08%	-0,04%	-	-1,4%	-0,29%	9,2%
	76 yderbane	Hastighed	37,65	37,66	38,90	35,57	33,39	32,12	34,43	35,98
		Stigning	-	0,02%	3,3%	-5,5%	-	-3,8%	3,1%	7,7%
Vigerslev Alle. Mellem Trekronergade og Sjælør Boulevard <i>Mod vest</i>	135 inderbane	Hastighed	39,70	38,94	39,96	40,73	38,14	38,98	39,12	37,95
		Stigning	-	-1,9%	0,64%	2,6%	-	2,2%	2,6%	-0,51%
	139 yderbane	Hastighed	50,93	52,88	51,27	48,31	46,67	47,54	45,98	46,37
		Stigning	-	3,8%	0,67%	-5,2%	-	1,9%	-1,5%	-0,64%
Vigerslev Alle. Mellem Trekronergade og Sjælør Boulevard <i>Mod øst</i>	30 inderbane	Hastighed	38,67	37,93	42,68	39,32	40,40	40,21	41,74	42,14
		Stigning	-	-1,9%	10,4%	1,7%	-	-0,46%	3,3%	4,3%
	34 yderbane	Hastighed	43,65	44,45	43,23	42,59	46,26	48,49	48,37	48,83
		Stigning	-	1,8%	-0,96%	-2,4%	-	4,8%	4,6%	5,5%
Valby Langgade. Mellem Toftegårds Alle og Gl. Jernbanevej <i>Mod vest & øst</i>	108 <i>mod vest</i>	Hastighed	35,31	37,33	38,12	35,31	30,36	29,46	32,73	32,48
		Stigning	-	5,7%	8,0%	0,0%	-	-3,0%	7,8%	7,0%
	121 <i>mod øst</i>	Hastighed	29,78	31,09	31,50	30,75	28,39	25,77	30,16	28,86
		Stigning	-	4,4%	5,8%	3,3%	-	-9,2%	6,2%	1,7%
Gennemsnitlig hastigheds-stigning i forhold til (A)			-	2,1%	5,4%	0,9%	-	1,4%	6,1%	5,8%
Indstillinger:										
(A): Før-situationen, uden <i>Motion</i>										
(B): <i>Motion</i> (busser og biler vægtes lige højt i optimeringen)										
(C): <i>Motion</i> med busvægte (busser tildeles en højere vægt end bilerne ved <i>Motion</i> -beregningerne)										
(D): <i>Motion</i> med mild busprioritering – men data er kun for tirsdag den 20. marts 2001 (2 uger før testperioden)										

Ovenstående data viser en gennemsnitlig hastighedsstigning i Valby i forhold til Før-situationen (A), idet der for nedenstående indstillinger er registreret følgende gennemsnitlige hastigheds-stigninger:

- *Motion* (B): 2,1% (morgen) og 1,4% (eftermiddag)
- *Motion* med busvægte (C): 5,4% (morgen) og 6,1% (eftermiddag)
- *Motion* med mild busprioritering (D): 0,9% (morgen) og 5,8% (eftermiddag)

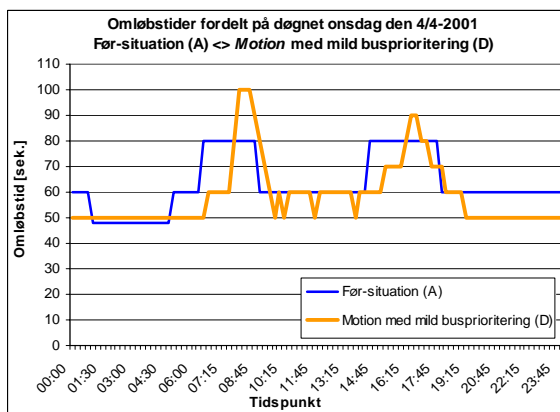
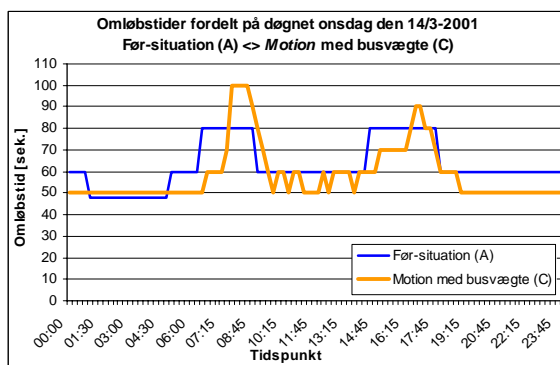
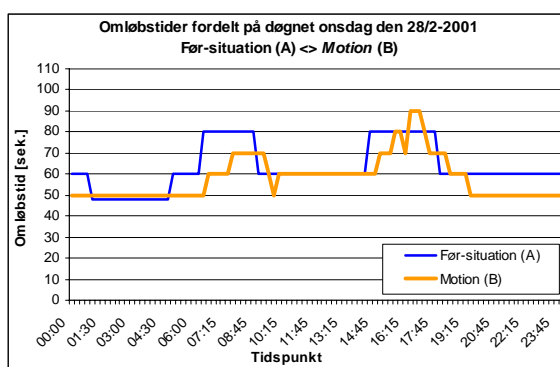
Der er således en god indikation af, at brugen af *Motion* i området i Valby også har været gavnlig for biltrafikken samt for flaskehalsproblemerne omkring Toftegårdsbroen.

5.2 Evaluering af signalanlæggenes omløbstider

Før implementeringen af *Motion* i Valby blev der udelukkende brugt tidsstyrede signalprogrammer, hvor signalanlæggenes omløbstid var afhængig af tidspunktet på dagen og ugedagen. I Valby blev der således brugt følgende indkoblingstider på hverdage:

- Natprogram 48 sek. indkoblet kl. 01.00-05.00
- Morgenprogram 80 sek. indkoblet kl. 6.20-9.00
- Eftermiddagsprogram 80 sek. indkoblet kl. 14.30-18.00, dog kl. 14.00-18.00 om fredagen.
- Dagprogram 60 sek. indkoblet i døgnets øvrige timer.

I *Motion* beregnes omløbstiderne ud fra de aktuelle trafikmængder og indkobles uden hensyntagen til tidspunkt på døgnet. Nedenfor ses 3 figurer, der viser Før-situationen (A) i forhold til hver af de tre indstillinger *Motion* (B), *Motion* med busvægte (C) og *Motion* med busprioritering (D). De 3 figurer er baseret på data fra en enkelt onsdag i hver af de tre testperioder.



Af ovenstående figurer fremgår det, at *Motion*-systemet i alle tre indstillinger (B), (C) og (D) ofte vælger kortere signalomløb, end der blev benyttet i Før-situationen (A), specielt i aftentimerne efter kl. 19. For spidsbelastningerne i morgen- og eftermiddagsmyldretiden vælges der derimod længere signalomløb på 90 og 100 sek. ved de tre *Motion* indstillinger end i Før-situationen (A).

At der nu i højere grad benyttes kortere omløbstider i signalanlæggene i Valby er generelt godt for alle trafikanter i Valby, idet korte omløb giver korte ventetider. Imidlertid er der typisk flest fodgængere i myldretiderne, hvilket også er tidspunktet med de længste omløbstider og deraf følgende lange ventetider for fodgængerne, specielt for dem på tværs af hovedretningen. Der er således sket både en forbedring og en forringelse af forholdene for trafikanterne, som følge af de ændrede omløbstider for signalanlæggene i Valby.

At det har været muligt at opnå forbedringer med hensyn til kortere signalomløb skyldes blandt andet, at der nu benyttes en kortere minimums-grøntid for fodgængerne i Valby. I *Motion* er der således benyttet en minimums-grøntid for fodgængerne på 8 sek, hvor der i Før-situationen (A) blev benyttet minimums-grøntider på mellem 10 og 14 sek. afhængigt af fodgængerfelternes længde i de enkelte signalanlæg. Disse korte fodgængergrøntider er dog kun aktuelle på tidspunkter, hvor der indkobles et 50 sek. signalprogram, hvilket typisk sker i de sene nattetimer og i de tidlige morgentimer. Derudover betyder den kortere minimums-grøntid for fodgængerne, at der i de to korteste signalprogrammer med omløbstiderne 50 og 60 sek. ikke længere er garanti for grøn bølge for fodgængerne over hele fodgængerfeltet i de signalanlæg i Valby, hvor der benyttes delt fodgængerregulering.

6. Konklusioner

På baggrund af de foretagne evalueringer kan følgende konkluderes:

- At projektets hovedsucceskriterium – at bussernes rejsetid gennem området i Valby skal reduceres med 20 % – er opfyldt ved indstillingen *Motion* med mild busprioritering (D). Af stopursmålingerne fremgår det, at der er målt følgende vægtede gennemsnitlige reduktioner i bussernes rejsetid i forhold til Før-situationen (A), (PTS-data fra efteråret 2000):
 - Indstillingen *Motion* med mild busprioritering (D): 16,7% (morgen) og 26,8 % (eftermiddag)
 - Indstillingen *Motion* med busvægte (C): 8,9% (morgen) og 10,3% (eftermiddag)
 - Indstillingen *Motion* (B): 12,6% (morgen) og 18,6% (eftermiddag)
- At håndterminalmålingerne viser betydelige reduktioner i den gennemsnitlige forsinkelse i signalanlæggene i området ved indstillingen *Motion* med mild busprioritering (D) i forhold til de to øvrige indstillinger *Motion* (B) og *Motion* med busvægte (C), størst om morgenen. Desuden er der målt en reduktion af den gennemsnitlige forsinkelse i signalanlæggene ved indstillingen *Motion* med busvægte (C) i forhold til indstillingen *Motion* (B), igen størst om morgenen. Målingerne viser følgende procentvise reduktioner, indstillingerne imellem, af den gennemsnitlige forsinkelse i signalanlæggene:
 - Indstillingen (D) i forhold til (B): 34,4% (morgen) og 13,5% (eftermiddag)
 - Indstillingen (D) i forhold til (C): 18,4% (morgen) og 15,2% (eftermiddag).
 - Indstillingen (C) i forhold til (B): 18,4% (morgen) og -2,4% (eftermiddag)
- At der er sket en lille stigning i hastighedsniveauet for den samlede trafik i Valby, hvilket indikerer, at forbedringen i bussernes rejsetid ikke har været på bekostning af fremkommeligheden for den øvrige trafik. Projektets hovedsucceskriterium er således også opfyldt på dette punkt. Af eva-

lueringen af hastighedsniveauet fremgår det, at der er målt følgende gennemsnitlige hastighedsstigninger i Valby i forhold til Før-situationen (A), (uge 6):

- Indstillingen *Motion* med mild busprioritering (D): 0,9% (morgen) og 5,8% (eftermiddag)
- Indstillingen *Motion* med busvægte (C): 5,4% (morgen) og 6,1% (eftermiddag)
- Indstillingen *Motion* (B): 2,1% (morgen) og 1,4% (eftermiddag).
- At *Motion*-systemet i alle tre indstillinger (B), (C) og (D) – samlet set over hele døgnet – benytter kortere signalomløb end i Før-situationen (A), hvilket indikerer, at trafikanterne i Valby generelt har fået kortere ventetider i signalanlæggene. Omvendt viser evalueringen også, at de af *Motion*-systemet valgte signalprogrammer i myldretidernes spidsbelastningsperioder er længere end de tilsvarende myldretidsprogrammer i Før-situationen (A). Dette giver længere ventetider for fodgængerne, hvilket er uheldigt, da det typisk er i disse perioder, at der er flest fodgængere.

Derudover kan det konkluderes, at Københavns Kommune og HUR generelt har haft positive erfaringer med brugen af *Motion*-systemet i Valby. Det har hidtil været et styresystem som - efter en indledende indkøringsperiode – har kørt stabilt og som har præsteret at køre med relevante variable programmer over hele døgnet. Dertil kommer, at systemet i høj grad er fremtidssikret, idet systemet automatisk vil tilpasse sig eventuelle fremtidige ændringer i trafikmønsteret i området – uden indgriben fra Københavns Kommune's eller HUR's side.