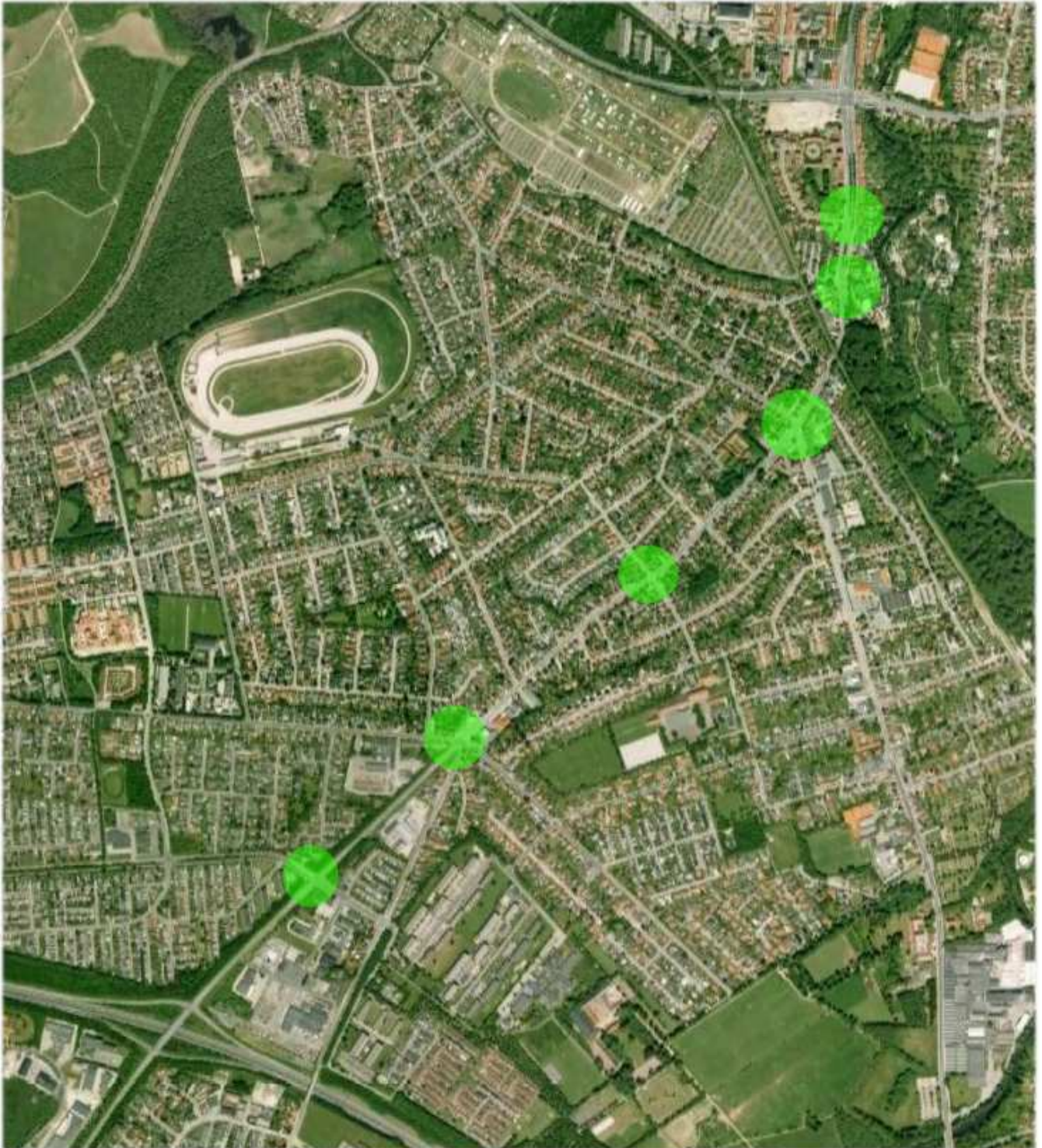


Det adaptive signalstyringsprincip MOTION

Undersøgelse af MOTION's trafikafvikling i forhold til tilbagefaldsprogrammer for en strækning i Odense



Maja Ræbild Meldgaard
10. semester, Vej- & trafikteknik
Aalborg Universitet
Forår 2009

Titel: Det adaptive signalstyringsprincip MOTION

Undertitel: Undersøgelse af MOTION's trafikafvikling i forhold til tilbagefaldsprogrammer for en strækning i Odense

Placering: 10. semester på Vej- og Trafikteknik Byggeri og Anlæg
De ingeniør-, Natur- og Sundhedsvidenskabelige Fakulteter

Tema: Civilingeniør, afgangsprøve

Periode: 11. februar – 10. juni 2009

Aflevering: 11. juni 2009

Ingeniørstuderende:

Maja Ræbild Meldgaard

Vejleder: Lars Bolet

Oplagstal: 7

Sideantal: 181

Bilagsantal: 6

I denne rapport undersøges, hvorvidt der for en strækning med seks signalanlæg i Odense opnås en bedre trafikafvikling med det adaptive signalstyringsprincip MOTION end med de oprindelige signalplaner.

Der er for projektet indsamlet data for en periode, hvor signalanlæggene styres af motion og en periode, hvor de styres af de oprindelige signalprogrammer.

Trafikafviklingen for de to styringssituationer undersøges ud fra to metoder, hvor der i metode 1 bestemmes trafikafviklingen for en 12-minuttersperiode i morgen- og eftermiddagsmyldretiden for de enkelte retninger i hvert kryds ud fra sammenhængende mellem trængsels- og serviceniveauet.

For metode 2 undersøges trafikafviklingen for hver detektor over en periode på tre dage for begge styringssituationer. Trafikafviklingen bestemmes ud fra sammenhængen mellem detektorens belægningsgrad og trafikmængde.

Ved metode 1 opnår hovedretningen, Assensvej, en god trafikafvikling i begge myldretider for de to styringssituationer. Sideretningerne i krydsene opnår derimod en dårlig trafikafvikling. Kun om eftermiddagen er der en tendens til at trafikafviklingen for sideretningerne er bedre med MOTION.

Ud fra metode 2 er der ingen tydelig tendens for hvilke styringssituation, der er bedst. Generelt for styringssituationerne er, at der i størstedelen af de tre dage er en god trafikafvikling for hver detektor.

Forord

Dette speciale er udarbejdet af ingeniørstuderende Maja Ræbild Meldgaard på B-sektorens 10. semester ved Aalborg Universitet på uddannelsen Byggeri og Anlæg med specialisering i Vej- og Trafikteknik.

I rapporten er kapitler, afsnit, figurer og tabeller nummereret numerisk. Afsnit, figurer og tabeller er nummereret i forhold til de respektive kapitler. Bilag til dette projekt er vedlagt bagerst i rapporten og angives ved kapitelnumre, som for kapitler i hovedrapporten. Vedlagt er en CD-ROM, hvor relevant data samt behandlingen heraf fremgår.

Alle kort og figurer er nordvendte medmindre andet fremgår af kortet.

Kildehenvisninger er udført efter Harvard-metoden. Dermed er internetsider, bøger, publikationer og virksomheder vist som: [Forfatter, år]. I de tilfælde, hvor der er flere kilder med samme forfatter, er kilden angivet med et bogstav efter årstallet. Fyldestgørende henvisninger er i litteraturlisten.

Jeg vil gerne rette en speciel tak til Per Hedelund hos Dansk Trafik Teknik, som kunne se potentialet i dette projekt, og derfor gerne ville afsætte tid og ressourcer til at få det til at lykkes. Kenneth Nielsen, hos Dansk Trafik Teknik, som har vist stor interesse i projektet og bidraget med viden om MOTION. Knud Knudsen, hos Dansk Trafik Teknik, som har været en stor hjælp med dataindsamling og i forbindelse med behandlingen af data.

Jeg vil yderligere rette en tak til Odense Kommune, som har givet tilladelse til dataindsamlingen for signalanlæg på en strækning i Odense.

I forbindelse med dette afgangsprojekt har jeg deltaget i VEJ-EU's (Vejsektorens Efteruddannelse) kursus i optimering af signalanlæg, hvilket har medført en stor viden inden for området og som vil danne vidensgrundlaget om status på signalanlæg i Danmark og gevinsterne ved optimering af signalanlæg, som primært er beskrevet i indledningen, men som også nævnes videre i rapporten. Jeg vil derfor gerne rette en stor tak til VEJ EU, for min mulighed for at deltage i kurset.

Abstract

This project focuses on congestion problems in large Danish cities. The increased traffic has impact upon the passability and in this context; traffic signals are of major importance to obtain an acceptable passage of the traffic. It is studied whether an adaptive regulation of signals is generating improved passage of the traffic compared to traditional signal regulation. This is done by means of two methods by studying a road section in Odense where adaptive signal regulation system MOTION has been implemented. Method 1 investigates the passage of the traffic in each intersection of the road section for periods of 12 minutes in the morning and afternoon rush hours for regulation situations with MOTION and without adaptive signal regulation. The passage of the traffic is compared on the basis of the correlation between congestion and service level. This shows that the intersection with the highest traffic load gains a better passage of traffic with MOTION in the morning whereas the traffic passes easier without adaptive regulation in the afternoon. No clear tendencies show about the general difference between the two regulation situations. Method 2 examines the passage of the traffic for each detector in the intersections. The focus is on the connection between a detector's occupancy rate and the number of passing vehicles. It shows that in the majority of the time a good passage is obtained in the traffic both with and without MOTION. Here as well it is concluded that there is no clear tendencies to which type of regulation that results in the best traffic passage.

Opsummering

Dette projekt sætter fokus på trængselsproblemerne i de større danske byer. De øgede trafikmængder har indflydelse på fremkommeligheden, og i denne sammenhæng har signalanlæg en stor betydning for at opnå en acceptabel afvikling af trafikken. Det undersøges, om et adaptivt signalstyringsprincip skaber en bedre trafikafvikling end ved traditionelle signalstyringsprincipper. Dette gøres ved at undersøge en strækning i Odense, hvor der er indført det adaptive MOTION-system, gennem to metoder. Metode 1 undersøger trafikafviklingen i hvert kryds på strækningen for 12-minuttersperioder i myldretiden om morgenen og om eftermiddagen for styringssituationer; både med MOTION og uden adaptiv signalstyring. Trafikafviklingen sammenlignes ud fra sammenhængen mellem trængsels- og serviceniveauet. Det viser sig at der i det hårdest belastede kryds opnås en bedre trafikafvikling med MOTION om morgenen, mens trafikken afvikles bedre uden adaptiv signalstyring om eftermiddagen. Dog ses ingen tydelige tendenser omkring den generelle forskel mellem de to styringssituationer. Metode 2 undersøger trafikafviklingen for hver detektor i krydsene på strækningen. Der fokuseres på sammenhængen mellem detektorens belægningsgrad og antal passerende køretøjer. Her viser det sig, at der i hovedparten af tiden opnås en god afvikling af trafikken både med og uden MOTION. Også her konkluderes det, at der ikke kan findes tydelige tendenser omkring hvilken styringssituation, der giver den bedste trafikafvikling.

Indholdsfortegnelse

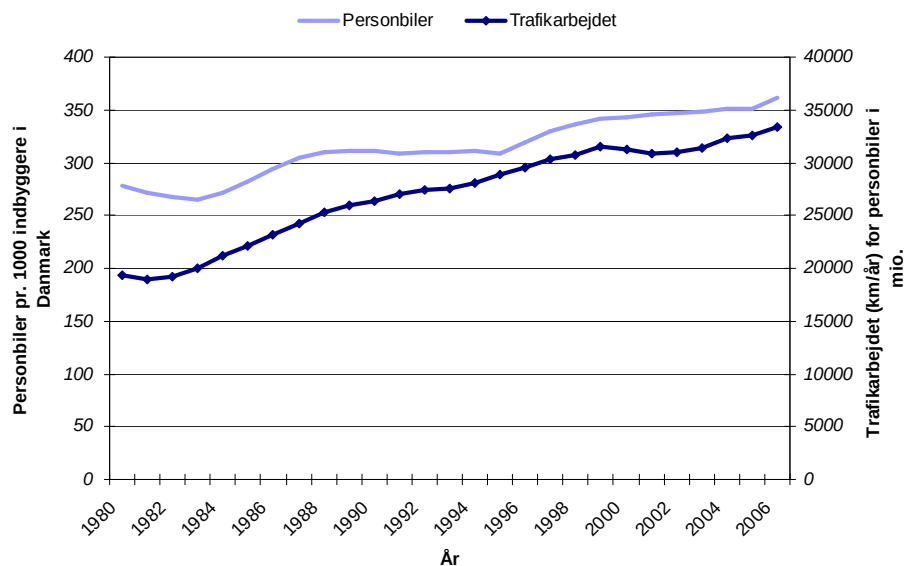
Opsummering	9
Indholdsfortegnelse	11
1 Indledning	15
1.1 Problemformulering.....	17
2 Signalanlæg.....	19
2.1 Styring af signalanlæg	19
2.2 Signalplaner	20
2.2.1 Intervaller	21
2.2.2 Omløbstid	22
2.2.3 Mellemtider	22
2.3 Samordning.....	23
2.3.1 Etablering af samordning	24
2.3.2 Typer af samordning.....	24
3 Optimering af signalanlæg	27
3.1 Samfundsøkonomiske betragtninger.....	30
4 Adaptiv signalstyring	33
4.1 SCOOT	35
4.2 SCATS	36
4.3 SPOT.....	36
4.3.1 Resultater og erfaringer med SPOT.....	37

4.4	DOGS	38
4.5	MOTION	39
4.5.1	Detaljeret beskrivelse	40
4.5.2	Resultater og erfaringer med MOTION	41
5	Dataindsamling	43
5.1	Valg af strækning.....	43
5.2	Assensvej	45
5.3	Tilbagefaldsprogrammer.....	47
5.4	Dataindsamlingsmetode.....	48
6	Databehandling	51
6.1	Metode 1	51
6.1.1	Valg af beregningsperiode.....	53
6.1.2	Krydsenes udformning	53
6.1.3	Trafikkens ankomstfordeling.....	54
6.1.4	Trafikmængder	54
6.1.5	Andelen af tung trafik og lette trafikanter	55
6.1.6	Krydsenes omløbstid	56
6.1.7	Faseinddelingen i krydsene	56
6.1.8	Grøntidsfordeling	60
6.1.9	Mellemtider	62
6.2	Vurderingsparametre for resultater af Metode 1.....	64
6.2.1	Trængselsniveau	65
6.2.2	Serviceniveau	66
6.2.3	Sammenhæng mellem trængsels- og serviceniveau	66

6.2.4	Den kritiske kølængde	67
6.3	Resultater af metode 1	68
6.3.1	Sammenligning af styringssituationerne i morgenperioderne	76
6.3.2	Sammenligning af styringssituationerne i eftermiddagsperioderne	81
6.3.3	Sammenligning af kølængder	85
6.3.4	Diskussion af resultater	88
6.4	Metode 2	89
6.5	Resultater af metode 2	92
6.5.1	Kryds 239	94
6.5.2	Kryds 249	96
6.5.3	Kryds 138	96
6.5.4	Kryds 139	99
6.5.5	Kryds 117	101
6.5.6	Kryds 140	103
6.5.7	Vurdering af resultater for metode 2	105
7	Konklusion	107
7.1	Perspektivering	108
8	Litteraturliste	111
9	Bilag A: Krydsudformning.....	115
10	Bilag B: Trafikmængder	121
11	Bilag C: Signalprogrammer	125
12	Bilag D: Grøntid.....	145
13	Bilag E: Kølængder fra Dankap	153
14	Bilag F: Grafer til metode 2	155

1 Indledning

Gennem de sidste knap 30 år har der været en jævn stigning i trafikken, jf. Figur 1.1. Den største stigning er sket på motorvejsnettet, men der har også været en kraftig stigning på det øvrige vejnet. [Infrastrukturkommissionen, 2008]



Figur 1.1: Udviklingen i trafikarbejdet og antallet af personbiler fra 1980-2007. [Danmarks Statistik, 2009]

I takt med at danskerne er blevet rigere, er bestanddelen af personbiler pr. 1000 indbyggere steget, jf. Figur 1.1. Ifølge infrastrukturkommissionens rapport er der ingen udsigt til lempelse, da forventningen er, at bilparken i Hovedstadsområdet og de større byer, Århus, Aalborg, Esbjerg og Odense, fortsat vil være i vækst. [Infrastrukturkommissionen, 2008]

Foruden den øgede bestanddel af personbiler er det blevet mere almindeligt at pendle langt for at komme til arbejdspladsen. Dette skyldes primært, at befolkningstallet er steget mest i de større bycentre, samt at folk i højere grad bliver boende, på trods af at de har skiftet arbejde. Udviklingen i erhverv og arbejdssteder er hovedsageligt sket i bycentrene og omkring motorvejene. Disse faktorer har medført en øget trafikmængde i de større byer og været medvirkende årsag til, at mange bilister i dag oplever fremkommeligheds- og kapacitetsproblemer på indfaldsvejene til de større byer. Den øgede trængsel på vejene omkring de større byer har medført kø på det overordnede vejnet samt høje ventetider for hver enkelt bilist. Trængselsproblemerne er blevet et problem for samfundet og ikke

mindst erhvervslivet, da konsekvenserne er tabt produktion og ikke optimal udnyttelse af ressourcerne. [Infrastrukturkommissionen, 2008]

I de senere år har der været fokus på trængselsproblemerne, ikke mindst i København, hvor der længe har været et ønske om, at forbedre forholdene ved indførelsen af trængselsafgifter. [Infrastrukturkommissionen, 2008]

Stigningen i fremkommeligheds- og kapacitetsproblemerne på indfaldsvejene til de større byer skyldes primært stigning i trafikmængderne i myldretiden, men signalanlæggene på indfaldsvejene har også stor betydning og kan både være til gene for trafikken eller til gavn. Dermed sagt kan signalanlæg både bidrage til at forværre trængselen eller være med til at løse trængselsproblemerne.

Signalanlæg er vigtige for at opnå en acceptabel trafikafvikling i byerne, for uden disse ville trafikken bryde sammen. Det ville være svært at få trafikken afviklet i krydsene, og trafiksikkerheden vil blive mindsket, da der vil ske flere sammenstød mellem krydsende trafikstrømme i krydsene. Signalanlæggene er med til at mindske risikoen for sammenstød, da de skiller krydsende trafikstrømme tidsmæssigt. [Lauritzen & Jørgensen, 2008]

Etableringen af signalanlæg bidrager med gener til trafikken i form af ventetid, stop og øget energiforbrug ved acceleration efter et stop. Disse gener er svære at undgå, når ønsket om at opnå en acceptabel trafikafvikling i byerne prioriteres højt, men generne kan minimeres ved at sikre, at signalanlæggene fungerer og tilpasses efter den aktuelle trafiksituation i krydsene. [Lauritzen & Jørgensen, 2008]

En yderligere stigning i trafikken vil i mange byer forværre problemerne med trafikafviklingen i myldretiden. I byerne er det krydsene, som er flaskehalsene, og det er her afviklingsproblemerne opstår. Derfor er det vigtigt, at signalanlæggene ikke bidrager yderligere til afviklingsproblemer i byerne. Hvis signalanlæg ikke optimeres ofte og tilpasses den aktuelle trafiksituation i myldretiden, vil det have store konsekvenser for trafikafviklingen i byerne. Ved at optimere signalanlæggene, så disse fungerer bedst muligt og minimere unødvendige stop ved rødt, er det muligt at opnå en acceptabel trafikafvikling.

En metode til løbende at optimere signalanlæg til den aktuelle trafiksituation og derved skabe de bedste betingelser for trafikafviklingen i signalanlæg er ifølge flere signalleverandører at indfører adaptive signalstyringsprincipper.

1.1 Problemformulering

I dette speciale ønskes undersøgt om et adaptivt signalstyringsprincip skaber en bedre trafikafvikling end almindelige signalstyringsprincipper samt hvilke effekter, som opnås med et adaptivt styringsprincip i forhold til almindelige signalstyringsprincipper.

Der er valgt at undersøge effekterne af et MOTION-system, da dette er det mest udbredte i Danmark, og da der i MOTION er indlagt tilbagefaldsprogrammer, hvis MOTION skulle være ud af drift. Tilbagefaldsprogrammer er de oprindelige signalprogrammer i signalanlæggene. Ved et MOTION-system kan der indsamles data for styringen med MOTION og med de oprindelige signalprogrammer uden tidskrævende og omkostningsrige ændringer i signalanlæggene.

Hypotesen for et MOTION-system er ud fra resultaterne af andre evalueringstyper af MOTION, at MOTION medfører en bedre trafikafvikling end de oprindelige signalprogrammer.

Derfor ønskes der i projektet undersøgt, hvilke effekter MOTION har for trafikafviklingen i myldretidsperioder og over et døgn for en udvalgt strækning.

Det afgrænses til at undersøge, hvorvidt der for en strækning i Odense opnås en bedre trafikafvikling ved styring med MOTION end med de oprindelige signalprogrammer i myldretidsperioder og over et døgn.

2 Signalanlæg

Dette kapitel er skrevet med udgangspunkt i vejreglerne *Færdselsregulering, Signaler, Lyssignaler fra 2006* [Vejdirektoratet, 2006], *Håndbog i projektering af trafikstyrede signalanlæg* [Vejdirektoratet, 2006b] og *Kapacitet og Serviceniveau* [Vejdirektoratet, 2008] medmindre andet er anført.

Formålet med at etablere signalanlæg i kryds er at begrænse antallet af konflikt-punkter mellem krydsende trafikstrømme. Dette gøres ved at adskille disse strømme tidsmæssigt og derved styre signalanlægget, hvilke trafikstrømme, som kører samtidigt og hver for sig. Ikke alle konfliktpunkter bliver fjernet i forbindelse med en signalregulering af et kryds. F.eks. bliver konflikter mellem venstresvingende og ligeudkørende fra modsatte side ikke fjernet, medmindre at venstresvingende reguleres med eget signal. Dette er også tilfældet ved ulykker mellem cyklister og højresvingende lastbiler eller biler, hvor en løsning er, at disse også reguleres separat.

Det er muligt at fjerne alle konfliktpunkter i et signalreguleret kryds, men det vil betyde, at samtlige krydsende trafikstrømme skal reguleres for sig, og at biltrafikken, cyklister og fodgængere skal signalreguleres for sig. Dette vil give et kompliceret kryds, som vil bestå af mange signaler, hvilket kan forvirre i trafikken. Yderligere vil et sådant kryds have en lang ventetid for de enkelte trafikstrømme, fra de har fået rødt til de får grønt og må køre igen.

Mængden af de uheldstyper som forekommer med svingende trafik i et signalreguleret kryds, vil blive større i forhold til et ureguleret kryds. Dette skyldes, at trafikafviklingen i krydset styres af signalanlægget, hvilket medfører, at der umiddelbart efter skiftet til grønt bliver afviklet mere trafik end i et ureguleret kryds. Dette betyder også, at de største trafiksikkerhedsmæssige problemer i signalregulerede kryds er forbundet med skiftet mellem rød og grøn for krydsende retninger. Af den årsag er der indført sikkerhedstider, som skal sikre, at skiftet mellem rødt og grønt tager så lang tid, at der ikke vil opstå konflikter mellem krydsende trafik.

2.1 Styring af signalanlæg

Signalanlæg kan styres enten tidsmæssigt eller ud fra den aktuelle trafik. Tidsstyring af signalanlæg er en statisk styring af signalanlægget ud fra en på forhånd fastlagt omløbstid, men som i løbet af en dag kan ændres, så denne er tilpasset

myldretiderne om morgenen og eftermiddagen samt en lavere trafikmængde i de øvrige tidsperioder. Ændring af omløbstiden sker på fastlagte tidspunkter. Trafikstyring af signalanlæg er derimod en fleksibel styring af anlægget. Her registreres trafikken kørende mod anlægget vha. detektorer, hvorefter grøntiden tilpasses behovet ud fra forudsætningen om, at forsinkelsen for den enkelte trafikant mindskes.

I forbindelse med trafikstyrede signalanlæg er der to former for anmeldelse af trafikken:

- Fastanmeldelse, hvor der gives grønt i hvert signalomløb, men med varierende varighed af grøntiden alt efter behovet. Den eventuelle forskel, som kan opstå mellem den nødvendige grøntid og den maksimale grøntid, vil i stedet blive givet til hovedretningen.
- Skjult anmeldelse, hvor der kun gives grønt for sidevejen, hvis der registreres trafik fra retningen via detektorer ellers bibeholder hovedretningen grønt. Der er risiko for at skjult anmeldelse kan give lange ventetider for sidevejstrafikken, hvis denne anmeldes for sent til at komme med i det aktuelle omløb. Her vil ventetiden være på mere end et omløb.

2.2 Signalplaner

Alle trafikstrømme i et signalreguleret kryds har tilknyttet en signalplan, som beskriver, hvornår den enkelte retning har grønt, gult og rødt. Signalplaner er opbygget af tre elementer:

- Intervaller: Et interval er perioden indtil signalbilledet skifter. Dvs. at der ikke sker en ændring i signalbilledet. Signalbilledet er det som lanternen viser. Hvor flere trafikstrømme samtidigt har det samme signalbillede, defineres dette som en signalgruppe. *Beskrives nærmere senere i afsnittet.*
- Mellemtid: Tiden fra skiftet mellem grønt i én retning til skiftet til grønt i en krydsende retning. *Beskrives nærmere senere i afsnittet.*
- Omløbstid: Omløbstiden er en serie af intervaller. En fastlagt rækkefølge af intervaller, der summeret giver et omløb, kaldes et program. *Beskrives nærmere senere i afsnittet.*

For hvert kryds opstilles en signalgruppeplan, som samlet viser programmerne for de enkelte trafikstrømme i signalanlægget. Derved er det muligt på et hvilket

som helst tidspunkt inden for et omløb at se signalgivningen for alle trafikstrømme.

2.2.1 Intervaller

En signalplan kan opdeles i intervaller, som enten vil vise grøn, gul eller rød i lanternen. I vejreglen "Færdselsregulering, Signaler, Lyssignaler" fra 2006 [Vejdirektoratet, 2006] er der opstillet krav til tider for nogle af de enkelte intervaller i en signalplan, som skal overholdes:

- 2 sekunder med rød-gult
- 4 sekunder med gult
- Mindst 6 sekunder med grønt

Ved dimensionering af en signalplan for en trafikstrøm bestemmes den nødvendige grøntid (eller minimumsgrøntiden) for størrelsen af trafikstrømmen. Den nødvendige grøntid beregnes ved at bestemme antallet af biler, som skal passere i et omløb fordelt på trafikstrømmens vognbaner og derefter ganget med en passagetid pr. personbilenhed, jf. Tabel 2.1. Den længste nødvendige grøntid for hver retning er den dimensioneringsgivende for retningen. [Jørgensen, 2009b]

Trafikstrøm	Passagetid pr. personbilenhed [sekunder]
<i>Ligeudkørende</i>	1,8
<i>Venstresving uden vigepligt</i>	2,2
<i>Venstresving med vigepligt</i>	(Venstresving u. vigepligt + 3 sekunder) 5,2
<i>Højresving uden vigepligt</i>	2,2
<i>Højresving med vigepligt</i>	(Vigepligt for lette trafikanter) 3,2

Tabel 2.1: Passagetid pr. personbil for enkelte trafikstrømme. [Jørgensen, 2009b]

For trafikstyrede anlæg kan længden af grøntiden variere. Der er muligheder for at forlænge grøntiden, hvor der nedenfor er nævnt to muligheder:

- Opmarchtillæg, hvilket er et tidsmæssigt tillæg til minimumsgrøntiden. Formålet med opmarchtillægget er at afvikle den trafik, som har passeret detektoren inden for minimumsgrøntiden, men som ikke når at blive afviklet. Dvs. at trafikken bliver fanget mellem detektoreren uden mulighed for at køre over detektorer, som anmelder trafik og derved sikre grønt for retningen.

- Forlængelse af grøntiden. Dette aktiveres, når en bil passerer detektoren indenfor minimumsgrøntiden, men denne ikke vil nå over for grønt. Der gives derfor en forlængelse af grøntiden efter behov, men højest op til en foruddefineret maksimal grøntid for retningen. Den maksimale grøntid er bestemt ud fra hvilke ventetider, som kan accepteres for de øvrige trafikstrømme i krydset.

Svingende trafik, der er separat reguleret kan etableres enten som før grønt eller efter grønt. Her forstås, at venstre svingende pil kan indsættes før eller efter grønt for ligeudkørende.

Hvis der efter bestemmelsen af mellemtiden og den nødvendige dimensioneringsgivende grøntid for krydset er resttid af omløbstiden, kan den resterende tid frit fordeles mellem de enkelte trafikstrømme.

2.2.2 Omløbstid

Omløbstiden har betydning for kapaciteten i krydset, samt hvilket serviceniveau trafikanterne får. Hvis der vælges en lang omløbstid tilgodeses bilister, som derved får minimeret ventetid, mens en kort omløbstid derimod vil reducere fodgængernes ventetid.

Omløbstiden fastlægges ud fra den dimensioneringsgivende grøntid og nødvendige mellemtider.

Den optimale omløbstid kan bl.a. beregnes ved at benytte programmet DanKap.

2.2.3 Mellemtider

Mellemtid defineres som tiden fra skiftet mellem grønt og gult i en retning til grønt vises i en tværkørende retning. Formålet med mellemtid er at sikre, at alle bilister er ude af krydset, før en krydsende trafikstrøm kører ud i krydset. Mellemtiden er derved den nødvendige rømningstid, som skal bruges for at undgå påkørsel mellem tværkørende retninger.

Mellemtiden skal være så kort som muligt, da denne er spildtid og derfor giver øget ventetid for trafikanter i alle retninger, da de holder stille. Den korteste mellemtid, som kan accepteres i et kryds, er sikkerhedstiden.

Sikkerhedstiden afhænger af krydsets geometri, tiden fra grønt lys slukkes til sidste trafikant kører ud i krydset samt pågældendes hastighed, og tiden fra grønt lys

tændes til første tværkørende trafikant kører ud i krydset samt dennes hastighed. Sikkerhedstiden beregnes mellem de trafikstrømme som er i konflikt, og derved opstilles en sikkerhedsmatrice, og den største nødvendige sikkerhedstid er den dimensioneringsgivende.

2.3 Samordning

Med samordning af signalanlæg menes, at der etableres grønne bølger for hovedretningen af trafikken på en strækning eller i et net af sammenhængende kryds.

Formålet med at etablere grønne bølger for hovedretningen er derved at opnå en glidende trafikafvikling, hvor stop ved rødt minimeres og derved reduceres de samlede forsinkelser for hovedretningen. Resultatet af at etablere samordninger er at opnå en større fremkommelighed i hovedretningen. [Lauritzen, 2009b]

En god samordning er, hvor trafikken kan køre med en jævn hastighed mellem krydsene og også nå over krydsene for grønt. Yderligere bør det i en god samordning være muligt, at det meste af den samlede trafik i hovedretning ved et kryds kan komme over næste kryds, uden at den sidste halvdel skal stoppe for rødt i det efterfølgende kryds. [Lauritzen, 2009b]

Ved etableringen af en samordning i flere sammenhængende kryds er der mulighed for at prioritere bestemte ruter, for eksempel i trafiksituationer, hvor den største trafikmængde i et kryds, skal svinge til enten højre eller venstre i krydset. I eksemplet vil det være en fordel at sikre, at denne trafik vil få grønt i det/de efterfølgende kryds, som derved bør være en del af samordningen. [Lauritzen, 2009b]

For at minimere bagendekollisioner i forbindelse med stop ved tætliggende kryds, bør disse altid samordnes. [Lauritzen, 2009b]

Fordelene ved at etablere en god samordning er: [Lauritzen & Jørgensen, 2008]

- At antallet af stop minimeres for retningen (hovedretningen) med samordning.
- At forsinkelser for trafikken for hovedretningen reduceres.
- At risikoen for kø mellem krydsene og for tilbagestuvning til de bagvedliggende kryds minimeres.
- At der opnås en mere glidende trafik for hovedretningen.
- At hovedretningen opnår en bedre trafikafvikling i krydsene.

- At brændstofforbruget for hovedretningen minimeres, hvilket samlet set kan give en besparelse i brændstofforbruget selv om sidetrafikken muligvis får et højere forbrug.
- At luftforureningen i byerne kan forbedres.

2.3.1 Etablering af samordning

Den samordning som er simplest at etablere er samordning i én retning, da tidsforskellen (forskydningen) for grøntids start i de efterfølgende signalregulerede kryds, skal være lig med køretiden mellem krydsene. Der er mulighed for at tage højde for afvikling af kø og indsvingende trafik, som gør at køretiden mellem de enkelte kryds forlænges. [Lauritzen, 2009b]

Det er mere kompliceret at etablere grøn bølge i begge retninger, men hvis forskydningen mellem de enkelte kryds er en $\frac{1}{2}$ eller $2/2$ omløbstid, så vil der altid være mulighed for at etablere grøn bølge i begge retninger. [Lauritzen, 2009b]

Det betyder, at den optimale krydsafstand mellem de enkelte kryds skal være et multiplum af produktet af den dimensioneringsgivende hastighed og omløbstiden eller den $\frac{1}{2}$ omløbstid. [Johannessen, 2001]

Det er muligt visuelt at kontrollere, om der på en strækning er opnået en god samordning, ved at optegne et vejtidddiagram. Et vejtidddiagram er en graf, hvor strækningen og krydsene findes ud af x-aksen og tiden i sekunder op ad y-aksen. [Lauritzen, 2009b]

De overordnede kriterier for at etablere en god samordning er, at samtlige signalanlæg i systemet skal operere med samme omløbstid. Dette betyder, at det er den længste nødvendige omløbstid ud af samtlige kryds, som er dimensioneringsgivende for omløbstiden i samordningen.

2.3.2 Typer af samordning

Der er to typer af samordning; enten med fast omløbstid eller med tilpasset omløbstid. [Lauritzen, 2009b]

Samordninger med fast omløbstid kan enten være tidsstyrede eller trafikstyrede. Med tidsstyret forstås at signalanlæggene skifter på bestemte tidspunkter til foruddefineret signalprogrammer. Disse signalprogrammer er dimensionerede efter manuelle trafiktællinger, hvor der er sikret en grøn bølge med de efterfølgende signalanlæg. Derefter er signalplanerne indlagt i de enkelte signalanlæg, hvor

de programmeres til at indkobles på bestemte tidspunkter. Med trafikstyret menes, at trafikken aktiverer forskellige processer, via detektorer, som modificerer grøntiden. Der er mulighed for at forlænge eller forkorte grøntiden afhængigt af trafikmængden i de enkelte retninger og anmeldelsen af sidevejstrafik. Trafikstyrede samordninger er at foretrække, da signalprogrammet så svarer til den aktuelle trafiksituation. [Lauritzen, 2009b]

Der er også mulighed for at etablere en anden type af samordning vha. adaptiv signalstyring. Adaptiv signalstyring er en metode, hvor omløbstiden kontinuerligt tilpasses den aktuelle trafiksituation i krydsene i samordningen. Data for trafiksituationen indsamles med detektorer. [Lauritzen, 2009b]

3 Optimering af signalanlæg

Formålet med at optimere signalanlæg er at minimere de gener, som er forbundet med signalanlæg. Nogle af de gener som opstår ved etableringen af signalanlæg er lange ventetider, trafikafviklingsproblemer, tvunget stop og heraf et højre brændstofforbrug. [Lauritzen & Jørgensen, 2008]

Der kan være mange årsager til, at signalanlæg ikke fungerer optimalt, men fælles for dem er, at de bidrager til at forværre de gener, som er forbundne med signalanlæg. De typiske årsager er: [Lauritzen, 2009a]

- At signalanlægget er indstillet anderledes end ønsket.
- At signalplanerne er dimensionerede til en anden trafiksituation. F.eks. kan der siden sidste optimering være sket ændringer i trafikmængden og –mønster i forbindelse med udbygninger eller nedlægninger af erhverv, butikker eller beboelse.
- At der er uopdagede småfejl og uhensigtsmæssigheder, som medfører uforståelige forsinkelser. Det kan for eksempel være; at sidevejstrafik, venstresvingende eller fodgængere skal vente i mere end et omløb for at få grønt, en trafikstrøm, som venter på grønt selvom der ingen trafik er i tværkørende retning, eller at en trafikstrøm opnår maksimal grøntid, uden at der er behov for dette.

I det efterfølgende er beskrevet fire forbedringsmuligheder, som kan minimere generne ved signalanlæg og bidrage til optimerede signalanlæg. [Lauritzen & Jørgensen, 2008]

1. Forbedringer af tidsstyret signalanlæg

Der er ni procent af de danske signalanlæg, som stadig er fritliggende tidsstyrede signalanlæg. [Lauritzen, 2007]

I henhold til Vejreglen ”Færdselsregulering, lyssignaler” skal nye fritliggende signalanlæg etableres som trafikstyrede med detektorer i alle tilfarter. Tidsstyring af signalanlæg kan stadig benyttes i samordninger. [Vejdirektoratet, 2006]

For at opnå en mere optimal styring af tidsstyrede signalanlæg, kan der i stedet etableres trafikstyring i signalanlægget. Der kan derved opnås en

mere fleksibel styring af signalanlægget og en bedre trafikafvikling, da signalanlægget tilpasses den aktuelle trafik. [Lauritzen, 2009a]

Tidsstyrede samordninger, som ikke optimeres til den aktuelle trafiksituation vil medføre en forøgelse af ventetiden på tre procent om året. [Lauritzen, 2000]

2. Forbedringer af detektorer

De fleste signalanlæg er trafikstyrede med detektorer. Trafikstyrede signalanlæg er afhængige af detektorerne, som har stor indvirkning på trafikafviklingen i signalanlæggene. Det er derfor af stor vigtighed, at detektorerne virker. Nogle af konsekvenserne for trafikken ved defekte detektorer fremgår nedenfor: [Lauritzen & Jørgensen, 2008]

- Der kan opstå yderligere ventetider for sidevejstrafikken, hvis detektorerne, som anmelder denne trafik er defekte.
- Grøntider kan risikere at være for lange eller for korte i forhold til grøntidsbehovet for de enkelte retninger.
- Der kan forekomme afviklingsproblemer og køproblemer, hvis f.eks. detektorer, som skal forlænge grøntiden i en retning, hvor der kører meget trafik, er defekte og derved giver retningen for lidt grøntid.

Trafikstyrede, fritliggende signalanlæg, såvel som samordnede, er meget følsomme overfor detektorfejl. Det betyder, at detektorfejl skal rettes hurtigt og helst kun forekomme i begrænset antal, for at sikre en fornuftig trafikafvikling. Dette har vist sig ikke at være tilfældet, men tværtimod er detektorfejl rimeligt udbredt. [Lauritzen & Jørgensen, 2008]

Ved at etablere overvågning i signalanlæggene kan detektorfejl opdages og repareres forholdsvis hurtigt, hvorved generne ved defekte detektorer kan minimeres. [Lauritzen & Jørgensen, 2008]

3. Forbedringer af anmeldelse af fodgængere

I signalanlæg kan fodgængere enten have fast anmeldelse eller anmeldelse ved trykknappedetektorer. Fordelene for trafikken ved at etablere trykknappedetektorer til fodgængere fremgår af nedenstående punkter: [Lauritzen, 2009a]

- Ventetiden for tværkørende trafik kan minimeres, da fodgængere kun opnår grønt ved anmeldelse. Dette er en fordel, da fodgængere skal bruge længere grøntider end bilister.

- Trafikken undgår unødvendige stop og ventetider i situationer, hvor der ikke er fodgængere, som er anmeldte.

Trykknappedetektorer har også en ulempe for fodgængerne i de situationer, hvor de ikke når at anmelde til grønt den følgende gang, men er nødt til at vente i mere end et omløb på grønt. Dette kan give utålmodige fodgængere, som går over for rødt, og farlige situationer kan opstå. [Lauritzen, 2009a]

4. Forbedringer af samordninger

Knap halvdelen af de danske signalanlæg er ikke samordnede med andre signalanlæg. I byer er det en fordel at samordne signalanlæg, da disse ofte er tætliggende. Ved at etablere samordninger kan bestemte trafikstrømme prioriteres gennem de samordnede signalanlæg. [Lauritzen, 2009a]

I vejreglen [Vejdirektoratet, 2006] anbefales det, at kryds med en afstand på mindre end 600-800 meter samordnes.

Ved at etablere en god samordning, er det muligt at reducere antallet af uheld med 19% på strækningen. Dette skyldes, at antallet af stop minimeres og derved bliver der færre hurtige og voldsomme opbremsninger. [Lauritzen, 2009b]

Som tidligere nævnt i *afsnit 2.3 - Samordning* er der en række fordele ved at etablere samordninger. Forudsætningen for at opnå disse fordele er, at der etableres en god samordning, hvor den største trafikstrøm opnår grøn bølge. For en strækning, hvor krydsafstandene mellem de enkelte kryds ikke er optimale for at opnå en grøn bølge, kan før- eller eftergrønt for venstresvingende trafik være medvirkende til at skabe en grøn bølge. [Lauritzen, 2009a]

Dårlige samordninger bør optimeres, så generne forbundne hertil bliver minimerede og i stedet giver fordele som ved en god samordning. [Lauritzen & Jørgensen, 2008]

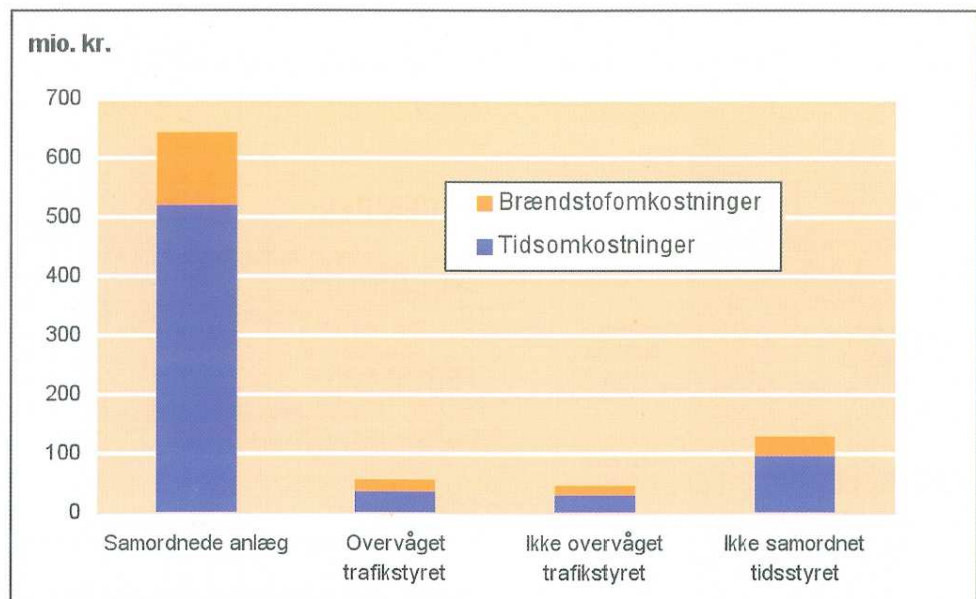
Generelt bør samordnede signalanlæg revurderes og optimeres inden for få års intervaller, for at sikre en god samordning, som er optimeret til den aktuelle trafiksituation. Det er sjældent, at dette er tilfældet. [Johannessen, 2001]

Til optimering af samordninger af signalanlæg kan programmet TRANSYT benyttes. Ofte kan der med TRANSYT-optimering opnås en bedre optimering af samordningerne end ved manuel optimering. [Lauritzen, 2009a]

3.1 Samfundsøkonomiske betragtninger

Løst vurderet er det muligt at spare 900 mio. kr. pr. år ved optimering af signalanlæg i Danmark. En femtedel heraf er i brændstofbesparelser og det resterende er i tidsbesparelser. Af figur 3.1 fremgår de årlige besparelsesmuligheder for: [Lauritzen & Jørgensen, 2008]

- Optimering af samordnede signalanlæg.
- Hurtig reparation af detektorer.
- Etablering af overvågning i trafikstyrede signalanlæg, hvor dette ikke eksisterer.
- Opgradering af fritliggende tidsstyrede signalanlæg til trafikstyring.



Figur 3.1: De årlige besparelsesmuligheder for danske signalanlæg. [Lauritzen & Jørgensen, 2008]

Ud fra figur 3.1 ses, at de største besparelser kan opnås ved at optimere samordnede signalanlæg, så disse fungerer bedst muligt. Optimering af samordninger har en besparelse på 600 mio. kr. pr. år mod kun 10 mio. kr. i etableringsomkostninger.

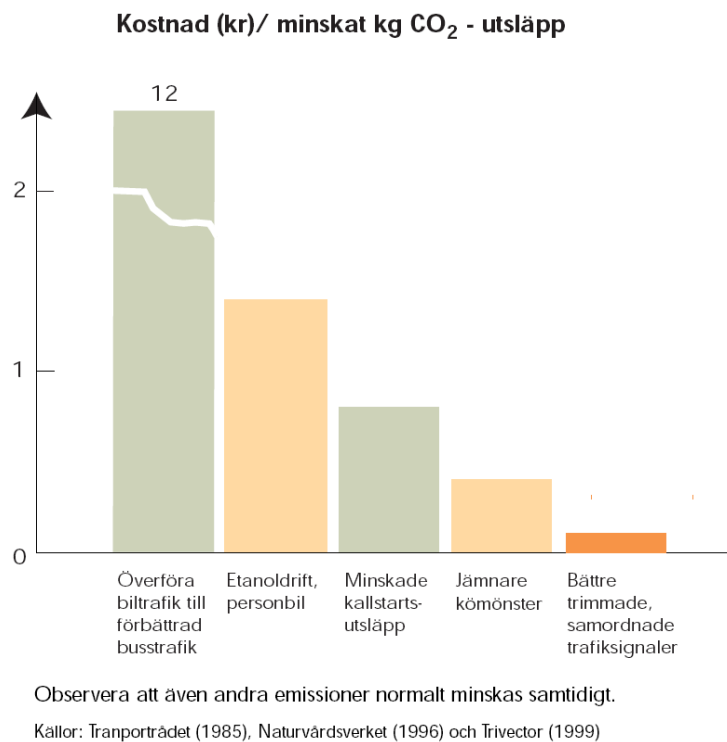
Besparelserne ved hurtigt at reparere defekte detektorer er ikke så store, som ved at optimere samordnede signalanlæg, men omkostningerne hermed er relative små og har en tilbagebetalingstid på omkring én dag. [Lauritzen & Jørgensen, 2008]

Det at optimere signalanlæg overses tit i den offentlige debat om mulighederne for at forbedre trafikafviklingen og miljøet i byerne. Der bliver ofte talt om:

- At udbygge større veje uden for byerne.
- At få bilisterne ud af byerne.
- At indføre trængselsafgifter.
- At udarbejde miljøzoner.
- At etablere P-visningssystemer.
- At investere i mere kollektiv trafik samt overføre bilister til kollektiv trafik.

Det er alle tiltag, som uden tvivl vil have en effekt på en eller anden måde, men de er forholdsvis dyre at realisere. [Lauritzen, 2000]

I henhold til en svensk undersøgelse om behovet for bedre signalanlæg i Sverige er forbedringer af signalanlæg den bedste måde at sænke CO₂-udslip i forhold til omkostningerne forbundet med optimeringer af signalanlæg. Af figur 3.2 fremgår cost-benefit for nogle trafiktekniske løsninger i forhold til, hvilke besparelser de har for CO₂-udledningen. Her ses tydeligt, hvor lønsomt det er at forbedre samordnede signalanlæg i forhold til at flytte biltrafik over i kollektiv trafik. [Vägverket, 2000] Ved at optimere signalanlæg, vil der kunne spares 0,3% af vejtransportens CO₂ -udledning. [Lauritzen & Jørgensen, 2008]



Figur 3.2: Cost-benefit for udvalgte trafiktekniske løsninger for at minimere CO₂-udledningen fra trafikken. [Vägverket, 2000]

Etableringen af adaptiv signalstyring, hvor samordnede signalanlæg opdateres med jævne intervaller, må antages at have en bedre cost-benefit i forhold til CO₂-udledningen fra trafikken.

For fem signalanlæg i Århus, hvor ønsket var at indføre adaptiv signalstyring, blev der ved TRANSYT-beregninger bestemt trafikantbesparelserne for totimersperioder i morgen- og eftermiddagsmyldretiden samt dagstimerne i forhold til den eksisterende samordning. Beregningerne viste store besparelser i ventetiden, antal stop og brændstofforbrug i løbet af et år, hvorved der konkluderes, at etableringen af et adaptivt styresystem på trods af høje etableringsomkostninger er en optimal trafikinvestering. [Johannessen, 2001]

4 Adaptiv signalstyring

Adaptiv signalstyring er et styresystem, hvor signalanlæggene i et sammenhængende net af signalanlæg automatisk tilpasses den aktuelle trafiksituation i systemet. Formålet med styresystemet er at optimere trafikafviklingen, så denne sker bedst mulig i hele systemet ud fra foruddefinerede kriterier. [Gautier, 2001]

Et adaptivt styresystem tager hensyn til trafikens afvikling i hele systemet eller i nabokrydsene, for derved at forbedre samordningen for den største trafikstrøm. Dette betyder, at adaptiv signalstyring fungerer som en central styring af signalanlæggene i systemet. [Gautier, 2001]

Generelt for adaptive signalstyringssystemer er, at der løbende indhentes data om trafikken fra detektorer i systemet i forbindelse med de enkelte kryds. Disse data behandles og danner baggrund for beregninger af omløbstiden, grøntider og mellemtider samt mulighederne for at forskyde grøntiden ved enten at forkorte eller forlænge denne. Beregningerne foregår enten en gang pr. signalomløb eller indenfor korte tidsintervaller. [Lauritzen, 2009a]

På trods af at adaptive signalstyringer automatisk tilpasses den aktuelle trafiksituation, kan et sådan system ikke tilpasse sig en trafikal udvikling. Dette skyldes, at der i systemerne er foruddefineret kriterier, som tager udgangspunkt i den aktuelle trafiksituation ved etableringen af systemet. Det er derfor fortsat nødvendigt løbende at optimere de adaptive signalstyringssystemer. Optimeringen af disse systemer er ofte meget ressourcekrævende både tidsmæssigt og økonomisk og kan som udgangspunkt kun ændres af systemkendte teknikere, primært fra leverandøren. [Jørgensen, 2009a]

Eftersom adaptive styresystemer benytter data fra detektorer, som grundlag for styringen, vil de som for trafikstyrede signalanlæg være utroligt følsomme overfor detektorfejl. [Gautier, 2001]

I takt med at adaptive styresystemer optimerer samordninger mellem flere signalanlæg, så de bliver de mest optimale i forhold til trafikken, vil adaptive styresystemer kunne reducere antallet af stop ved rødt lys. Det vil være medvirkende til, at ventetider og rejsetider mindskes. [Gautier, 2001]

Sammenligninger mellem trafikafviklingen i adaptive signalstyringssystemer og trafikafviklingen i eksisterende signalstyring, kan give et forkert billede af effek-

ten ved etableringen af adaptive systemer. Dette skyldes, at der måske sammenlignes med en meget dårlig før-situation. [Gautier, 2001]

Adaptive signalstyringssystemer har mange anvendelsesmuligheder, hvilket afhænger af de kriterier, som er indlagt i styresystemerne. Tre eksempler på anvendelsesmulighederne er listet nedenfor:

1. Begrænse trafikens CO₂-udledning ved at optimere samordninger, så trafikens brændstofforbrug mindskes, da antallet af stop ved rødt lys, ventetid og rejsetid reduceres. Strækninger, hvor der er meget tung trafik, kan med fordel samordnes, hvis krydsafstandene tillader det, da en lastbil ved acceleration efter rødt lys forbrænder omkring 2 dl dieselolie. [Lauritzen & Jørgensen, 2008]
2. Forbedre trafikafviklingen ved at skabe grønne bølger for de største trafikmængder i systemet. Udfordringerne er at optimere samordningerne bedst muligt i myldretidstrafikken. Ved kø på en strækning med adaptiv signalstyring kan grønne bølger for denne trafikstrøm medføre en bedre afvikling af køen, så der er færrest gener for trafikanterne [Lauritzen, 2009a]
3. Prioritere bestemte køretøjstyper i systemet, hvilket medfører, at disse vil tilegne sig nogle fordele i forhold til den øvrige trafik. Et eksempel kunne være busprioritering, hvor mulighederne for at forskyde grøntiden udnyttes, så grøntiden forlænges i bussen retning, hvis en bus er tæt ved krydset eller sidevejstrafikken får forkortet grøntid, så der bliver hurtigere grønt for bussen. Det samme gør sig gældende ved prioritering af lastbiler eller udrykningskøretøjer. I disse tilfælde registrerer detektorerne de køretøjstyper, som prioriteres.

Gennem tiden er der blevet udviklet en del forskellige adaptive signalstyringssystemer rundt om i verden, hvor de to mest udbredte er SCOOT og SCATS. Til sammen udgør de to systemer ca. 80% af adaptive signalstyringssystemer i verden. I Danmark benyttes tre forskellige adaptive signalstyringssystemer; UTOPIA/SPOT, DOGS og MOTION.

I det efterfølgende vil der være en overordnet beskrivelse af de fem adaptiv signalstyringssystemer. Systemet MOTION vil blive beskrevet i større detaljer, da dette system benyttes videre i rapporten.

4.1 SCOOT

SCOOT er et engelsk adaptivt signalstyringssystem, som blev udviklet i slutningen af 1970'erne. SCOOT står for Split Cycle Offset Optimisation Technique. I 2004 blev SCOOT benyttet i over 10.000 kryds i mere end 100 byer. I London findes et SCOOT-system med 3.000 kryds, og typisk er systemerne på mellem 20 og 30 kryds. I 2000 blev det muligt at indkoble busprioritering i SCOOT. [Kronborg & Davidsson, 2004]

TRANSYT var baggrunden for udviklingen af SCOOT, da det for at opnå en optimal signalstyring i samordnede signalanlæg var nødvendigt at indsamle og analysere trafikdata for hver trafiksituation i løbet af dagen. Dette er meget ressourcetrækkende både tidsmæssigt og økonomisk. Problematikken med at ikke-opdaterede signalanlæg blev mere og mere ineffektive var også medvirkende til udviklingen af SCOOT. Meningen med SCOOT var at løse disse problemer med et system, som løbende indhentede trafikdata og brugte dem til opdateringer af signalanlæggene i systemet. [TRL, 2009a]

I SCOOT-systemer er der nedlagt detektorer i frakørselssporene, dvs. at detektorerne indhenter data om den trafik, som forlader krydset og ankommer til næste kryds i systemet. Når en detektor passeres vil de informationer, som indhentes om trafikken blive sendt til SCOOT, som derefter benytter dataene til at konstruere et profil over trafikens flow gennem et omløb. Trafikflowet benyttes til at justere længden af grøntiden, grøntids-offset i efterfølgende kryds samt omløbstiden og dermed skabe en grøn bølge. [TRL, 2009a]

Processen ved SCOOT er, at den ved hvert faseskift beregner om fasen skal forlænges, forkortes eller foregå som planlagt (grøntidsforskydning). Denne beregning foregår en gang pr. signalomløb. Det er muligt at forlænge eller forkorte med 4 sek. Valget af fasens længde sker ud fra, hvilken valgmulighed, som samlet set giver den laveste sum af forsinkelser og kølængder. Hver 5 minut eller hvert 2,5 minut beregnes omløbstiden ud fra trafikbelastningen i det dimensioneringsgivende kryds. [Lauritzen, 2000]

Der er udført nogle undersøgelser af gevinsterne på forsinkelserne ved etableringen af SCOOT i nogle engelske byer. Resultaterne viste, at de typiske forsinkelser ved etableringen af SCOOT i forhold til ikke-samordnede signalanlæg var en reduktion på 23-30%. Sammenligningen med godt optimerede signalplaner var forsinkelsen reduceret med op til 27%. [TRL, 2009a]

Resultaterne af etablering af SCOOT med busprioritering i London viste, at hver bus i gennemsnit opnåede en reduktion på 3-5 sekunder i hvert signalreguleret kryds. [TRL, 2009a]

4.2 SCATS

SCATS står for Sydney Co-ordinated Adaptive Traffic System og er udviklet i Australien. Dette er også udviklet i slutningen af 1970'erne. I 2004 var SCATS installeret i mere end 11.000 kryds i over 50 byer, heriblandt i et stort system i Sydney med 2.500 kryds. På dette tidspunkt var det største system i Europa med SCATS ved Dublin med 250 kryds. [Kronborg & Davidsson, 2004]

SCATS er opbygget hierarkisk, hvor det øverste niveau står for overvågning og programmering samt underniveauer, som er uafhængige af hinanden. Det betyder, at SCATS-systemer er opdelt i mindre samordnede systemer, som løbende optimeres til trafiksituationen. [Kronborg & Davidsson, 2004]

SCATS fungerer ved, at trafikdata indhentet fra detektorer i tilfarterne danner baggrund for justeringer af grøntidsfordelingen, offsettet for grønt i de efterfølgende kryds og omløbstiden. [Traffic Tech, 2009]

Detektorerne har til formål at indhente trafikdata, som er baggrunden for om grøntiden i det enkelte kryds skal forlænges. Derudover sender detektorerne trafikdataene til en computer, der beregner den maksimale ventetid for næste omløb. Beregningerne gennemføres for hvert kryds. Det er belastningsgraden i det dimensioneringsgivende kryds, som danner baggrund for omløbstiden og det optimale offset. [Kronborg & Davidsson, 2004]

Resultater af SCATS har vist, at der kan opnås en besparelse på 20% i rejsetiden, 40% i antal stop ved rødt lys og som følge heraf en reduktion i brændstofsforbrug på 12%. [Kronborg & Davidsson, 2004]

4.3 SPOT

SPOT er udviklet af det italienske firma Mizar Automazione Spa i slutningen af 1980'erne. Spot er navnet på styringen på lokalt niveau, mens det overordnede niveau er UTOPIA. Utopia benyttes ved meget store net, som skal trafikstyres, mens Spot er trafikstyring på lokalt niveau, hvor et kryds styres i forhold til nabokrydsene. [Christensen, 2005]

SPOT er etableret i de nordiske lande Finland, Norge, Sverige og Danmark samt de europæiske lande Polen, Holland og Italien. [Kronborg & Davidsson, 2004]

SPOT er ikke bundet af, at signalanlæggene skal have samme omløbstid. De enkelte signalanlæg beregner selv længden af grøntiden for de enkelte trafikstrømme og bestemmer derved selv omløbstiden for det enkelte signalanlæg. [Lauritzen, 2004]

I SPOT-systemer indsamles data om trafikken med detektorer i frakarterne. Disse data bliver sendt til nabokrydsene og danner baggrund for signalstyringen i nabokrydset. Trafikdataene benyttes til at udforme trafikprognoser hvert tredje sekund, som beskriver trafikankomsterne for de efterfølgende to minutter. Ud fra trafikprognoserne bestemmes det mest optimale tidspunkt til at skifte signalvisning med udgangspunkt i at antallet af stop ved rødt lys, forsinkelser og kølængder er mindst mulige. [Lauritzen, 2004]

SPOT er velegnet til busprioritering, da bussernes ankomst til krydset kan forudsiges i op til 2 min før. Dette kan sikre, at busser kommer gennem krydset uden stop. SPOT har god mulighed for at udføre lokal optimering og samtidig sikre at busser får grønt ved ankomsten. [Lauritzen, 2000]

4.3.1 Resultater og erfaringer med SPOT

I forbindelse med etableringen af et SPOT-system i fire kryds på Køge Ringvej, blev der gennemført en evaluering af effekten på rejsetiden for biler og busser. Sammenligningerne blev foretaget mellem et SPOT-system med busprioritering og et tidsstyret system uden busprioritering. Resultaterne viste, at der for hovedretningen både var reduktioner og stigninger i rejsetiden. I hovedretningen med mest trafik om morgenen faldt rejsetiden med 21%, mens den om eftermiddagen steg med 11%, hvor trafikmængden var væsentligt mindre. I retningen med mest trafik om eftermiddagen faldt rejsetiden med 12,6% og den steg om morgenen med 3,4%. Årsagen til stigningerne i rejsetiden for hovedretningen er formodentlig, at de enkelte trafikstrømme er vægtet forskelligt i parameterindstillingerne i SPOT. Målinger af rejsetiden viste stort set kun stigninger i rejsetiden, hvilket skyldes at sideretningerne har lavest prioritet i SPOT. Busserne havde store reduktioner i rejsetiden efter indførelsen af SPOT. [Saeed & Jørgensen, 2001]

Den største erfaring, som blev draget efter indførelsen af SPOT på Køge Ringvej, var at SPOT er meget velegnet til strækninger eller net af signalanlæg, hvor der er kapacitetsproblemer eller hvor der i løbet af et døgn er store variationer i tra-

fikmængderne. Yderligere blev det konstateret, at SPOT er effektiv til prioritering af bustrafikken. [Saeed & Jørgensen, 2001]

Udenlandske erfaringer

I Sverige blev der i 2004 etableret SPOT på seks lokaliteter, hvor formålet var at mindske CO₂-udledningen og forbedre fremkommeligheden. I efteråret 2008 blev projektet evalueret, og resultatet var, at de seks lokaliteter tilsammen har reduceret CO₂-udledningen med 7% og mindsket forsinkelser med 19%. En yderligere gevinst var at fremkommeligheden blev forbedret betydeligt. De nævnte gevinster opnås bl.a. da antallet af stop mindskes. Beregningerne viser, at der ved etableringen af SPOT i de seks anlæg er en samfundsøkonomisk gevinst på 118 mio. svenske kr. pr. år. Det kostede knap 9 mio. kr. at etablere SPOT-systemerne og der forventes en levetid på 10 år. Dette betyder, at projektet har en tilbagebetalingsperiode på under én måned og cirka to år set i forhold til CO₂-udledningen. [Kronborg, 2008]

Erfaringerne fra et SPOT-system med busprioritering i Oslo er, at bussernes rejsetid blev forbedret med 21-25%. Derudover blev der opnået rejsetidsforbedringer for den øvrige trafik. [Saeed & Jørgensen, 2001]

I Holland blev effekterne af et SPOT-system i forhold til en manuelt optimeret signalgruppeplan, hvor busserne havde prioritet, testet. Resultatet var, at bilernes rejsetid blev reduceret med 21%. Der var ingen forandringer i rejsetiden for busserne for et SPOT-system uden busprioritering og et manuelt optimeret system med busprioritering. [Saeed & Jørgensen, 2001]

4.4 DOGS

DOGS er udviklet af det danske firma Technical Traffic Solution, nu ejet af Energi Horsens. DOGS står for Dynamisk Optimering af Grøntider og Samordning. [Technical Traffic Solution, 2009]

DOGS fungerer som et supplerende styringssystem til den normale styring, hvor der hvert minut beregnes, om der er behov for en forlængelse af grøntiderne for de enkelte trafikstrømme. DOGS kan derfor automatisk øge grøntiden, når der er behov for dette. [Technical Traffic Solution, 2009]

DOGS er etableret i Herlev på Ring 3, hvor teoretiske resultater viser, at kapaciteten i overbelastede signalanlæg øges i kraft af en forøgelse af omløbstiden og grøntiderne. Ved en forøgelse af omløbstiden fra 80 sekunder til 130 sekunder og

høj prioritering af grøntiden for hovedretningen kan kapaciteten forøges med 46%, mens den for sidevejstrafikken mindskes med 9%. Samlet vil det give en forøgelse i kapaciteten på 23%. [Lauritzen, 2004]

DOGS kan både medføre et fald og en stigning i ventetiden. I de perioder, hvor kapaciteten forøges, vil ventetiden ved rødt lys blive reduceret. Samtidigt kan en forøgelse af omløbstiden have negative virkninger på samordningen, så denne ikke skaber grønne bølger. Derved kan der opstå en stigning i ventetiden ved rødt lys. [Lauritzen, 2004]

4.5 MOTION

MOTION er udviklet af det tyske firma Siemens og står for Metode til Optimering af Trafik Signaler i On-line kontrolleret Netværk. [Dansk Trafik Teknik, 2009]

MOTION er udelukkende etableret i europæiske byer i Danmark, Tyskland, Grækenland og Tjekkiet. [Kronborg & Davidsson, 2004]

MOTION er primært en central styring af signalanlæg i et bynet, men kan også benyttes til lokal trafikstyring i de enkelte kryds. Muligheden for lokal trafikstyring afhænger af hvor godt krydset er udstyret med detektorer. MOTION benytter trafikdata, som indhentes af detektorer i tilfarterne til signalanlægget. [Lauritzen, 2009b] & [Lauritzen, 2004] Foruden trafikmængden benytter MOTION også data om belægningsgraden, som angiver hvor stor en del af tiden den enkelte detektor er belagt med trafik. Ud fra trafikmængden, som passerer en detektor og den tilhørende belægningsgrad kan opstilles nogle sammenhænge for trafikafviklingen for hver retning i krydset. [Johannessen, 2000] Sammenhængen fremgår af tabel 4.1.

Trafikdata	Trafikafvikling
<i>Få passager og en lav belægningsgrad</i>	<i>Betyder en god trafikafvikling</i>
<i>Få passager og en høj belægningsgrad</i>	<i>Betyder afviklingsproblemer og tæt trafik</i>
<i>Mange passager og en høj belægningsgrad</i>	<i>Betyder tæt trafik, som afvikles glidende i tætkørende kolonner</i>

Tabel 4.1: Definitioner af trafikafviklingen ud fra trafikdata i MOTION. [Johannessen, 2000]

MOTION er opbygget således, at der tages hensyn til samordningen med de andre signalanlæg i systemet. MOTION optimerer samordningen, så trafikanterne i hele systemet opnår et minimum af stop og ventetider. [Varberg & Jakobsen, 2001]

Ved et MOTION-system vælges der mellem foruddefineret signalplaner, hvor den som passer bedst til den aktuelle trafiksituation vælges. MOTION er ikke bundet af at benytte omløbstiden i signalplanen, hvilket betyder at MOTION kan vælge en omløbstid, som er højere end signalplanens. Det overskud i grøntid, som forekommer, vil blive fordelt mellem de enkelte retninger i signalanlægget ud fra den aktuelle trafikmængde. [Varberg & Jakobsen, 2001]

Omløbstiden i et MOTION-system bestemmes ud fra den nødvendige omløbstid i det dimensioneringsgivende kryds og ud fra nogle foruddefinerede kriterier i MOTION. MOTION kører med fast omløbstider i 10-15 minutters intervaller, hvorefter omløbstiden skiftes, hvis dette er nødvendigt. Ændringen af omløbstiden foregår i step á fem sekunder. [Lauritzen, 2009b] & [Varberg & Jakobsen, 2001]

Der er mange anvendelsesmuligheder med MOTION, f.eks. miljøbegrænsninger, busprioritering, samordninger, købestemmelser. [Dansk Trafik Teknik, 2009]

Ved busprioritering i MOTION vægtes busser højt, dvs. at en bus sættes lig et antal personbiler. På den måde opnås en højre trafikmængde for bussens retning, som derved vil få tildelt en høj grøntid. [Varberg & Jakobsen, 2001]

4.5.1 Detaljeret beskrivelse

MOTION fungerer ved at hver detektor i krydsene for hvert 90. sekund indhenter data om trafikmængden. Trafikmængden indhentes fire gange, dvs. at trafikmængden indsamles for perioder af seks minutter. Trafikmængden indhentes fire gange, da der foretages en udglatning af værdien pga. trafikvariationer i løbet af de seks minutter. [Dansk Trafik Teknik, 2009]

Trafikmængden for de seks minutter lægger til grund for valget af signalplan for de enkelte retninger. Den største omløbstid er dimensioneringsgivende og benyttes til samtlige kryds i systemet. [Dansk Trafik Teknik, 2009]

Med udgangspunkt i den valgte omløbstid, fordeler MOTION grøntid til de enkelte retninger i krydsene ud fra retningernes trafikmængde og andelen af svingende trafik. Grøntidsfordelingen i de enkelte signalanlæg er ikke faste, men der tages hensyn til samordningerne, så trafikafviklingen foregår bedst muligt. Det

betyder, at der i fordelingen af grøntid er indlagt bindinger, som afhænger af trafikafviklingen, f.eks. mulighederne for variation i grøntiden fra omløb til omløb og den tidligste grøntstart for en fase. [Lauritzen, 2009b]

For at MOTION foretager ændringer i grøntidsfordelingen, skal der være en ændring i grønttiden på mere end to sekunder. I de tilfælde hvor det kan være nødvendigt at forlænge grønttiden for en retning, da der fortsat er en del trafik som registreres ved detektorerne, giver MOTION mulighed for dette, så længe at kravene til mellemtider og minimums grøntider overholdes. [Dansk Trafik Teknik, 2009]

Hvis beregningerne viser, at der ikke skal ændres i omløbstiden ud fra trafikmængden i de seks minutter, vil der ikke ske ændringer hverken i omløbstid eller grøntid. En ny beregning af grøntidsfordelingen vil først ske efter yderligere 6 minutter. [Dansk Trafik Teknik, 2009]

Grøntidsforskydning mellem de enkelte signalanlæg bygger på en vægtet kombination af stop og ventetider i systemet samt trafikmængderne for de to retninger mellem krydsene. Alle kombinationer undersøges for hvert kryds og den kombination, som giver de laveste trafikantomkostninger vælges.

4.5.2 Resultater og erfaringer med MOTION

I Danmark er MOTION bl.a. etableret i Lyngby og Valby. Begge systemer er blevet evalueret med de effekter MOTION har haft på trafikken.

Lyngby

I Lyngby blev der etableret MOTION i otte sammenhængende signalanlæg. Før etableringen af MOTION indgik signalanlæggene i en samordning med tre signalprogrammer, morgen, eftermiddag og øvrige tidsperioder. [Gundstrup & Johannessen, 2009]

Til evaluering sammenlignes før- og eftersituationen i simuleringsprogrammet VISSIM. VISSIM benyttes til at analysere fordele og ulemper ved forskellige alternativer. Fordelen ved at benytte VISSIM er, at trafikantadfærd, trafikmodel mm. er ens for alle alternativer. [Gundstrup & Johannessen, 2009]

Evalueringen viste, at der ved etableringen af MOTION er opnået en stigning i hastigheden på 18% og at antallet af stop er blevet forbedret med 29% pr. køretøj. Spildtiden er i gennemsnit for hvert køretøj faldet med 22,5 sekund. Konklusionen var, at MOTION gav en trafikantbesparelse på ca. 4,7 mio. kr. med forud-

sætningen om at timesatsen er 105 kr/time og der årligt er 220 arbejdsdage.
[Gundstrup & Johannessen, 2009]

Valby

I Valby blev der etableret MOTION i et net af ni signalanlæg. De ni signalanlæg var før etableringen af MOTION tidsstyret med fire signalprogrammer, morgen, eftermiddag, dag og nat.

Efter etableringen blev MOTION afprøvet med fire forskellige indstillinger og derefter evalueret med førsituationen:

- Standardindstillingerne i MOTION, som optimerer trafikafviklingen.
- MOTION med busprioritering, hvor busserne er lig med et større antal personbiler.
- MOTION med lav lokal busprioritering, hvor grøntidsfordelingen i det enkelte kryds tilpasses en enkelt bus, som bliver anmeldt i det enkelte signalanlæg.
- MOTION med høj lokal busprioritering, der har de samme muligheder, som ved lav lokal busprioritering. Derudover kan den enkelte bus betyde en fjernelse af signalfaser i krydset, dvs. at venstresvingende f.eks. ikke får grønt. Denne metode er ikke med i evalueringen, da der var systemnedbrud i evalueringsfasen.

For de tre MOTION-indstillinger reduceredes bussernes rejsetid både i en to-timersperiode om morgenen og eftermiddagen. Den højeste reduktion morgen og eftermiddag forekommer ved lav lokal busprioritering på henholdsvis 17% og 27%. Den laveste reduktion opnås både morgen (9%) og eftermiddag (10%), hvor der er busprioritering.

De tre MOTION-indstillinger gav i gennemsnit en stigning i hastigheden. Den største stigning om morgenen på 5% blev opnået med busprioritering, mens den laveste på 1% var med lav busprioritering. Om eftermiddagen medførte busprioriteringen den største stigning i hastigheden på 6%, mens standardindstillingerne i MOTION gav den laveste stigning.

Københavns Kommune og det tidligere trafikelskab HUR har generelt haft gode erfaringer med etableringen af MOTION i Valby. Dette skyldes specielt, at systemet kører med optimerede signalprogrammer samt at MOTION er en fremtidssikret løsning, som tilpasses automatisk.

5 Dataindsamling

Der er indsamlet data, som danner baggrund for en vurdering af effekten af et MOTION-system i forhold til styringen af signalanlæggene før MOTION blev etableret. I MOTION er indlagt tilbagefaldsprogrammer, som træder i kraft, hvis MOTION er ude af drift. Disse tilbagefaldsprogrammer vil typisk bestå af de henstående signalstyringsprogrammer i krydsene.

Det er valgt at lave dataindsamling med et MOTION-system, da systemet er det mest udbredte i Danmark, og det på en forholdsvis let måde er muligt at koble MOTION fra og i stedet køre med tilbagefaldsprogrammerne. Ændringen i signalstyringen er foretaget af medarbejdere hos Dansk Trafik Teknik i Vejle, som normalt varetager denne type opgave. Dansk Trafik Teknik står for etablering, drift og vedligehold af MOTION-systemer i Danmark og har derved adgang til at ændre i styringen i signalanlæggene. Forudsætningen for at kunne ændre styringen i signalanlæg er at den pågældende vejmyndighed giver tilladelse til at der ændres i signalstyringen. Dataindsamlingen foregår på en strækning i Odense, hvor Odense Kommune har givet tilladelse til at der kan ændres i signalstyringen.

Med udgangspunkt i en strækning i Odense med MOTION som styresystem udføres dataindsamlingen i en situation, hvor MOTION er koblet til og en situation, hvor signalanlæggene styres af tilbagefaldsprogrammerne. Derved opnås data om trafikken og signalanlæggene for begge styringssituationer.

5.1 Valg af strækning

I Odense er der etableret fem MOTION-systemer og derfor er det oplagt at vælge et af disse systemer til dataindsamlingen. Kriterierne for valget af strækning var:

- At MOTION-systemet skal være velfungerende i dag.
- Af formålet med etableringen af MOTION var at opnå en bedre trafikafvikling på strækningen i forhold til de oprindelige signalprogrammer.
- At MOTION-systemet ikke indeholder busprioritering eller lignende, men i stedet en optimering af signalanlæggene for alt motoriseret trafik.
- At de oprindelige signalprogrammer og/eller tilbagefaldsprogrammerne er samordnet for derved at kunne sammenligne de to forsøg.

- At strækningen kan afgrænses til en passende størrelse for projektet.
- At vejmyndigheden giver tillades til at udføre forsøget i en specifik periode, da der ændres i signalstyringen.

Det nyeste af de fem MOTION-systemer, jf. figur 5.1, er etableret i 2008 på Østre Stationsvej foran Odense banegård. Her var ønsket fra Odense Kommune, at forbedre bussernes mulighed for at komme ud på Østre Stationsvej fra busterminalen. I dette system prioriteres trafikken fra busterminalen højt sammen med fodgængerovergangen, som forbinder Odense by med Odense banegård. Dette MOTION-system fravælges, da det indeholder bundende prioriteringer af bestemte trafikstrømme.



Figur 5.1: kort med markering af de fem MOTION-systemer.

Det største af de fem systemer blev etableret langs Ørbækvej i 2001 af Fyns Amt og består af 12 signalanlæg, jf. figur 5.1. Ørbækvej er indfaldsvej til Odense fra Østfyn og motorvej E20. Langs Ørbækvej ligger Rosengårdscentret og flere større butikker, der bl.a. har adgang fra Ørbækvej. Fra 2004-2008 er Rosengårdscentret blevet udvidet flere gange og ved den seneste i 2008 blev Rosengårdscentret udvidet med over 7000 m². Der er tale om en yderligere udvidelse af centret i 2010, som vil gøre butikscentret større end Fields ved København. Det vurderes, at MOTION-systemet langs Ørbækvej er for omfattende til dette projekt og det ikke er muligt at foretage en fornuftig opdeling af systemet. På grund af de mange udvidelser af Rosengårdscentret vurderes trafikmængderne og -

mønstrene i systemet at have ændret sig i et sådan omfang, at de originale signalprogrammer ikke kan benyttes til en fornuftig sammenligning med MOTION.

De resterende tre systemer blev etableret af Fyns Amt i starten af årtusindet på tre tidligere amtsveje i Odense, jf. figur 5.1. De tre systemer består hver af seks signalanlæg og er etableret langs tre større veje, som benævnes Hjallelsesvej, Assensvej og Ring 2. Fælles for Hjallelsesvej og Assensvej er, at de er indfaldsveje til Odense fra Sydfyn og motorvej E20. MOTION-systemet langs den sydlige del af Ring 2 forbinder MOTION-systemet ved Assensvej med systemet ved Hjallelsesvej. Størrelsen på de tre systemer er passende til projektet og strækningen vælges, derfor ud fra antallet af detektorer i systemet, for at opnå den største datainsamling. Yderligere opfylder de tre systemer de oplistede kriterier for valg af strækning. MOTION-systemet langs Assensvej vælges, da der er flest detektorer til indsamling af data.

5.2 Assensvej

Strækningen benævnes Assensvej, selvom strækningen har flere navne, Sønder Boulevard, Fåborgvej og Ny Assensvej.

De seks kryds, hvor MOTION blev etableret i 2001 langs Assensvej fremgår af tegningerne vedlagt i *Bilag A: Krydsudformning*. De seks kryds er beskrevet nedenfor fra nord mod syd:

- Det første kryds er et T-kryds, hvor Sønder Boulevard er den primære vej gennem krydset og Krügersvej er sidevejen. Krügersvej er adgangsvej til et boligområde. Mod nord ligger et større kryds på Ring 2. T-krydset benævnes videre i rapporten kryds 239.
- Det efterfølgende kryds er ligeledes et T-kryds, som også har Sønder Boulevard som primære vej. Sidevejen Gustav Johannsens Allé er adgangsvej til en større parkeringsplads til zoologisk have og et boligområde. Zoologisk have er placeret mellem dette kryds og kryds 239. Krydset benævnes videre i rapporten kryds 249.
- Krydset herefter er et F-kryds, hvor to større indfaldsveje til Odense mødes. Fåborgvej, som forløber nord syd, og Dalumvej, som kommer fra øst. Både Fåborgvej og Dalumvej forløber ud til motorvej E20. Sideretningen fra vest er Clausens Allé, som er en større adgangsvej til et stort boligområde. Krydset er et knudepunkt, som dagligt håndtere meget trafik fra alle retninger. Primære strømmene i krydset er nord-syd, syd-nord, nord-øst og øst-nord. Krydset benævnes videre i rapporten kryds 138.

- Det næste kryds er også et F-kryds, som består af hovedretningerne Fåborg vej fra nord og syd og sideretningerne Majas Allé fra øst og vest. Majas Allé er adgangsvej til boligområder. Krydset benævnes videre i rapporten kryds 139.
- Det efterfølgende kryds er et F-kryds, hvor Fåborgvej mod nord og Ny Assensvej mod syd er hovedretningerne gennem krydset. Sideretningen mod øst Ellekjærvej og mod vest Sanderumvej er adgangsveje til boligområder. Yderligere ligger der to store tankstationer i krydset, én ved hver sidevej, som har ud- og indkørsel fra både hovedretningerne og sideretningerne. Krydset benævnes videre i rapporten kryds 117.
- Det sydligste kryds er også et F-kryds, som består af hovedretningerne Ny Assensvej nord og syd og sideretningerne vestre Boulevard øst og vest. Mod øst er et mindre erhvervsområde og mod øst et større boligområde. Umiddelbart syd for krydset er til- og frafarter til motorvej E20. Krydset benævnes videre i rapporten kryds 140.

Afstand mellem de enkelte kryds samt afstanden fra det nordligste kryds 239 til krydset ved Ring 2 og fra det sydligste kryds 140 til til- og frafraterne til motorvej E20, fremgår af tabel 5.1, hvor stationeringen er en oprundet stationering i midten af krydsene.

Kryds	Stationering	Afstand til efterfølgende kryds
Ring 2	2070	300 m
239	2370	160 m
249	2530	370 m
138	2900	520 m
139	3420	620 m
117	4040	490 m
140	4530	440 m
Motorvej E20	4970	-
Samlet strækning-længde	-	2160 m

Tabel 5.1: Afstanden mellem hvert kryds og den samlede strækning-længde.

5.3 Tilbagefaldsprogrammer

Tilbagefaldsprogrammerne for strækningen på Assensvej er en blanding af de oprindelige signalprogrammer og nogle nyere signalprogrammer. Af tabel 5.2 fremgår årstallet for hvornår tilbagefaldsprogrammerne sidst er opdateret. I kryds 138, 139, 117 og 140 er tilbagefaldsprogrammerne identiske med de oprindelige signalprogrammer.

Kryds	239	249	138	139	117	140
<i>Sidst opdateret</i>	<i>2001</i>	<i>2006</i>	<i>1993</i>	<i>1993</i>	<i>1991</i>	<i>1993</i>

Tabel 5.2: Den sidste opdatering af tilbagefaldsprogrammerne for Assensvej.

Ud fra tabel 5.2 fremgår det at tilbagefaldsprogrammet for kryds 239 er blevet opdateret samme år, som MOTION er indført. Hvorvidt tilbagefaldsprogrammet har kørt før etableringen af MOTION vides ikke og det kan derfor ikke fastslås om dette signalprogram stemmer overens med det oprindelige signalprogram for kryds 239.

Tilbagefaldsprogrammerne for kryds 249 er blevet opdateret i 2006, hvor MOTION har kørt i fem år. Årsagen er formodentlig, at der er sket ændringer for fodgængere, som f.eks. før-grønt for fodgængere, der skal krydse Assensvej. Umiddelbart kan tilbagefaldsprogrammet for kryds 249 ikke betragtes, som det oprindelige signalprogram, da det ikke vides hvilke ændringer, som er foretaget i 2006.

Tilbagefaldsprogrammerne består af flere signalprogrammer i løbet af et døgn, morgen-, dags-, eftermiddags- og aften-/natprogram. Disse programmer indkobles på specifikke tidspunkter i løbet af døgnnet, hvilket fremgår af tabel 5.3 og er ens for de seks kryds. De seks kryds er kun samordnet i morgen- og eftermiddagsmyldretiden, jf. tabel 5.3.

Signalprogram	Morgen	Dag	Eftermiddag	Aften/nat
<i>Operativt tidsrum</i>	<i>6:45-9:00</i>	<i>9:00-14:30</i>	<i>14:30-17:15</i>	<i>17:15-6:45</i>
<i>Samordnet</i>	<i>Ja</i>	<i>Nej</i>	<i>Ja</i>	<i>Nej</i>

Tabel 5.3: Tilbagefaldsprogrammernes operative tidsrum og om krydsene er samordnet.

I hvert signalprogram er en fast omløbstid, som gældende i det tidsrum signalprogrammet styresignalanlægget. Det er kun i de tidsrum, hvor der er samordning, at de seks kryds har ens omløbstid ellers kan omløbstiden være forskellig

fra kryds til kryds. Omløbstiden for de seks kryds hen over døgnet fremgår af tabel 5.4.

Kryds	Omløbstid samordnet [sekunder]	Omløbstid ikke samordnet [sekunder]
239	72	60
249	72	54
138	72	54
139	72	66
117	72	66
140	72	66

Tabel 5.4: Omløbstiden for hvert kryds med og uden samordning.

I MOTION er der samordning mellem de seks kryds hele døgnet, hvorfor krydsene indbyrdes altid har den samme omløbstid. Omløbstiden kan, hvis MOTION beregner det nødvendigt, variere hver 6. minut. MOTION kan for omløbstiden vælge mellem 54, 62, 72, 84 og 98 sekunder, hvilket er indlagt i MOTION ved etableringen.

I hvert kryds er indlagt lokal trafikstyring, som gør at signalstyringen har mulighed for bl.a. at forlænge grøntiden for retninger, hvor der registreres meget trafik eller undlade at indkoble sideretningerne, hvis der ikke anmeldes trafik herfra. Det betyder, at grøntiden kan variere fra omløb til omløb i modsætning til MOTION, som kun kan ændre i grøntidsfordelingen hver 6. minut, hvis MOTION beregner, at det er nødvendigt.

5.4 Dataindsamlingsmetode

Der udføres dataindsamling for to situationer for den valgte strækning på Assensvej. I den første situation indsamles data for MOTION, som styresystem, mens signalanlæggene i den anden situation i stedet styres af tilbagefaldsprogrammerne indlagt i MOTION-systemet.

Dataindsamlingen af de to styringssituationer er udført for hverdagstrafikken tirsdag, onsdag og torsdag i uge 11 og 14. De to uger er valgt, så de ikke kommer i konflikt med helligdage og ferier. Mandag og fredag er fravalgt, da der er risiko for, at trafikmønstret er anderledes end de øvrige hverdage. Ved at lave dataindsamling over de tre hverdage kan det sikres, at det er en hverdagssituation, som bearbejdes i databehandlingen. Indsamlingsperioden for hver dag er fra 0:00-

24:00. Af tabel 5.5 fremgår indsamlingsdagene for de to uger med det valgte styresystem.

Indsamlingsdag	Styresystem
10.03 2009	MOTION
11.03 2009	MOTION
12.03 2009	MOTION
31.03 2009	Tilbagefaldsprogrammer
01.04 2009	Tilbagefaldsprogrammer
02.04 2009	Tilbagefaldsprogrammer

Tabel 5.5: Oversigt over indsamlingsdagene med det valgte styresystemet.

Indsamlingen af data for de to styringssituationer er foretaget af Dansk Trafik Teknik. Det har ikke været muligt at indhente den samme type data for de to situationer, da der ved styringen med MOTION kan indhentes flere data end styringen med tilbagefaldsprogrammerne. Dette skyldes, at MOTION selv indsamler data, som ikke indsamles når MOTION er frakoblet. Samlet for de to situationer er der via detektorerne i hvert kryds indsamlet data for:

- Antallet af køretøjer, som passerer detektoren i et givent tidsinterval.
- Andelen af tidsintervallet, hvor detektoren har været belagt med trafik, benævnt belægningsgraden.

Derudover er der indhentet data om signalprogrammerne herunder omløbstiden, grøntidsfordelingen og mellemtider for krydsene med de to styresituationer. For styringen med MOTION er der derudover indsamlet data om, hvornår der er sket skift i omløbstiden og ændringer i grøntidsfordelingen. Ændringerne i grøntidsfordelingen for styringen med tilbagefaldsprogrammerne er kun indhentet, som data der visuelt viser længden af grøntiden for hver retning i hvert omløb, hvilket besværliggør brugen af dette.

I MOTION er der indhentet data, forudsætninger og beregninger, for den trafikmodel, som er indlagt i MOTION. Der er bl.a. indhentet data om offsettet i signalgivningen mellem krydsene, den gennemsnitlige hastighed mellem krydsene og beregninger af trafikantomkostningerne, som MOTION benytter til at optimere styringen af signalanlæggene, så der opnås laveste trafikantomkostninger samlet set for de seks kryds. Eftersom disse data kun er indhentet for situationen med MOTION vil de ikke blive benyttet.

Efter dataindsamlingen viste det sig, at der ikke var indhentet data om retningsfordelingen af trafikken. Denne information er vigtig for at kunne bestemme tra-

fikmængderne for de, som har fælles spor. Data om retningsfordelingen blev i stedet indhentet den 15. maj, hvilket giver nogle afvigelser i forhold til at trafikmængderne ikke er ens.

6 Databehandling

Hvorvidt der er opnået en bedre trafikafvikling i de seks kryds på Assensvej med MOTION som styresystem eller med tilbagefaldsprogrammerne undersøges ved to metoder.

I metode 1 undersøges trafikafviklingen i de enkelte kryds for de to styringssituationer i morgen- og eftermiddagsmyldretiden. Trafikafviklingen vurderes ud fra beregninger af de enkelte retningers kølænge, middelforsinkelse og belastningsgrad i hvert kryds. Beregningerne foretages med Vejdirektoratets edb-program Dankap. Efterfølgende vurderes trafikafviklingen i de to styringssituationer til en vurdering af hvorvidt styringen med MOTION er bedre end styringen med tilbagefaldsprogrammerne.

I metode 2 undersøges trafikafviklingen for hver detektor for de tre dage i de to styringssituationer. Her vurderes trafikafviklingen i hver styringssituation ud fra sammenhængen mellem trafikmængden og belægningsgraden for hver detektor.

6.1 Metode 1

Ved metode 1 benyttes edb-programmet Dankap, som er udviklet af Vejdirektoratet med udgangspunkt i de gældende vejregler for kapacitets- og serviceniveau [Vejdirektoratet, 2008]. I Dankap beregnes en belastningsgrad, en middelforsinkelse og en kølængde for hver retning i krydset.

- Belastningsgraden $[B]$ angiver, hvor stor en del af beregningsperioden tilfartssporet er belastet med trafik i forhold til kapaciteten i tilfartssporet.
- Middelforsinkelsen $[t]$ angiver den gennemsnitlige forsinkelse i sekunder pr. køretøj. Middelforsinkelsen er afhængig af den ankomstfordeling trafikken har til krydset. Belastningsgraden indgår som parameter for beregningen af middelforsinkelsen.
- Kølængden $[n_{5\%}]$ angiver den kølængde, som overskrides i 5% af beregningsperioden. Belastningsgraden indgår også ved beregningen af kølængden.

Belastningsgraden benyttes til bestemmelsen af trængselsniveauet for hver retning i krydset. Middelforsinkelsen benyttes til at bestemme et serviceniveau for

de enkelte retninger. Trafikafviklingen i hver retning vurderes ud fra en sammenhæng af trængsels- og serviceniveauet for retningen. Kølængden, som overskrides i 5% af beregningsperioden benyttes til vurdering af om der er tilbagestuvning af trafik til bagvedliggende kryds. En nærmere beskrivelse af vurderingsparametrene fremgår af *afsnit 6.2 - Vurderingsparametre for resultater af Metode 1*.

Til sammenligning af de to styringssituationer udføres Dankapberegninger for en situation med MOTION og en situation uden MOTION i hvert kryds. Resultaterne i Dankap afhænger af oplysninger om trafikmængderne og signalprogrammet i krydset. Eftersom at grøntidsfordelingen i styringen med og uden MOTION afhænger af trafikmængderne i krydset, kan resultaterne fra Dankap for de to styringssituationer ikke umiddelbart sammenlignes.

Ved en antagelse om at grøntidsfordelingen for styringen med tilbagefaldsprogrammerne i myldretiden kan sættes til en gennemsnitlig grøntidsfordeling, som er repræsentativ for trafikmængderne indsamlet med MOTION, er det muligt at sammenligne Dankapberegningerne.

Der udføres derfor Dankapberegninger for de tre indsamlingsdage med MOTION med trafikmængder og signaloplysninger for den pågældende dag samt for de samme tre dage, men i stedet med signaloplysninger indsamlet ved styringen med tilbagefaldsprogrammerne.

Til beregningerne i Dankap indtastes data for de enkelte kryds, som bestemmes ud fra data indsamlet ved de to styringssituationer. Fremgangsmåden er beskrevet nedenfor og er identisk med den rækkefølge dataene indtastes.

1. Valg af beregningsperiode
2. Oplysninger om krydsets udformning
3. Valg af trafikens ankomstfordeling til krydset
4. Oplysninger om trafikmængderne for kørselsretninger i krydset
5. Oplysninger om andelen af den tunge trafik og lette trafikanter for hver kørselsretning i krydset
6. Oplysninger om omløbstiden
7. Oplysninger om faseinddelingen i krydset
8. Oplysninger om grøntidsfordelingen

9. Oplysninger om mellemtiderne mellem faserne

Bestemmelsen af de enkelte trin i fremgangsmåden fremgår af det efterfølgende.

6.1.1 Valg af beregningsperiode

Der foretages Dankapberegninger for hvert kryds for en periode i morgen- og eftermiddagsmyldretiden for de tre dage. Der vælges den samme beregningsperiode for de seks kryds. Eftersom trafikmængderne holdes konstante mellem de to styresituationer er beregningsperioden ens i begge situationer.

Til beregningerne i Dankap skal der i beregningsperioden være en fast omløbstid og grøntidsfordeling. Eftersom MOTION kan ændre omløbstiden og grøntidsfordelingen hvert 6. minut, har det indflydelse på længden af beregningsperioden.

Med udgangspunkt i trafikmængderne i myldretiden vælges den beregningsperiode, som har den længste sammenhængende periode med ens omløbstid og grøntidsfordeling. Den længste beregningsperiode i morgen og eftermiddagsmyldretiden er for de tre dage 12 minutter. Af tabel 6.1 fremgår de valgte beregningsperioder med tidspunkter for de tre dage om morgenen og eftermiddagen.

Morgen			Eftermiddag		
10.03 2009	11.03 2009	12.03 2009	10.03 2009	11.03 2009	12.03 2009
7:54	7:42	7:54	15:24	15:24	15:48
–	–	–	–	–	–
8:06	7:54	8:06	15:36	15:36	16:00

Tabel 6.1: Beregningsperiode i morgen- og eftermiddagsmyldretiden for de tre indsamlingsdage med MOTION.

6.1.2 Krydsenes udformning

I Dankap skal angives, hvor mange tilfartsspor der er i krydset og hvilke trafikstrømme, som kan benytte disse. Af *Bilag A: Krydsudformning* fremgår tegninger af de seks kryds med pile, som indikerer kørselsretningen for de enkelte spor samt en nummerering af detektorerne, der benyttes til bestemmelse af trafikmængderne i hvert kørespor.

6.1.3 Trafikkens ankomstfordeling

Formålet med MOTION er at skabe en god samordning for de største trafikstrømme i de seks signalanlæg, derfor antages det at der i hovedretningerne nord mod syd og syd mod nord er opnået en god samordning. Derfor vælges, at der er en god ankomstfordeling i tilfarterne til krydsene fra nord og syd. Med en god ankomstfordeling menes, at den trafik, som ankommer til krydset ankommer til grøntid. Sideretningerne i krydsene får i stedet tildelt en tilfældig ankomstfordeling, da de ikke indgår i samordningen.

I myldretiden om morgenen og eftermiddagen er tilbagefaldsprogrammerne samordnet, hvorfor de samme antagelser om ankomstfordelingen også er gældende for tilbagefaldsprogrammerne.

6.1.4 Trafikmængder

Trafikmængderne i krydsene bestemmes ud fra det målte antal køretøjer over en detektor i et tidsinterval for detektorer, som repræsenterer en trafikstrøm. For detektorer, som repræsenterer flere trafikstrømme bestemmes trafikmængden ud fra en retningsfordeling mellem trafikstrømmene. Det vil sige, at den samlede trafikmængden for en detektor med flere trafikstrømme multipliceres med retningsfordelingen i procent. I MOTION er retningsfordelingen bestemt i en trafikmodel ud fra nogle antagelser om trafikens ruter gennem krydsene (pathflow) og ud fra nogle foruddefinerede fordelingstal.

Data om retningsfordelingen blev ikke indsamlet i de to indsamlingsperioder, men er i stedet indhentet for den 15. maj 2009, hvor signalanlæggene styres af MOTION. Det betyder, at retningsfordeling benyttes, som en procentmæssig retningsfordeling, som er ens for de tre dage. På trods af dette vurderes det, at retningsfordelingen tilnærmelsesvis vil ligne den retningsfordeling, som de tre dage ville have haft i de valgte beregningsperioder, da Dankapberegningerne udføres for myldretidstrafik, som oftest er vanetrafik.

Trafikmængderne bestemmes for de tre indsamlingsdage med MOTION for beregningsperioderne om morgenen og eftermiddagen. Af *Bilag B: Trafikmængder* fremgår trafikmængderne, retningsfordelingen for fælles spor og andelen af tung trafik.

6.1.5 Andelen af tung trafik og lette trafikanter

Der foreligger ingen data om den tunge trafik eller de lette trafikanter for forsøgstrækningen. For hvert kryds er der foretaget antagelser af den tunge trafik ud fra vurderingerne af hovedretningerne og de omkringliggende områder i krydset. I Dankapberegningerne medtages ikke at trafikken skal holde for lette trafikanter, hvilket gør at resultaterne i Dankap ikke vil stemmeoverens med den virkelige trafiksituation. Antagelsen om lette trafikanter er ens for begge styringssituationer, hvorfor resultaterne forholdsmæssigt vil vise det samme.

Generelt antages det, at der på strækningerne nord-syd og syd-nord vil være en andel af tung trafik på 10%, da disse er hovedretningerne gennem krydsene og enten leder trafikken til eller fra motorvej E20.

I kryds 239 antages det, at der ikke kommer tung trafik fra sideretningen og at der ikke vil være svingende tung trafik fra hovedretningen. Begrundelsen herfor er, at sideretningen er adgangsvej til et mindre boligområde med begrænset trafik.

I kryds 249 antages det, at der kommer tung trafik fra sideretningen, da denne er adgangsvej til en større p-plads i forbindelse med zoologisk have. Derudover er sideretningen adgangsvej til et boligområde og der er i beregningsperioderne målt begrænset trafik fra denne retning. Det antages derfor, at det kun er trafikmængder over 10, hvor der vil være en andel af tung trafik på 10%. For trafikmængder under 10 antages, at der ikke vil være tung trafik.

I kryds 138 antages det, at der kommer en andel af tung trafik på 10% fra de fire vejgrene i krydset. Dette skyldes, at Dalumvej fra øst er en større indfaldsvej til Odense, som har forbindelse ud til motorvej E20. Trafikmængderne fra Dalumvej indikerer, at denne også er en hovedretning i dette kryds. Yderligere er Clausens Allé fra vest en større adgangsvej til et større boligområde, hvor der også kommer en del trafik i tilfarterne.

I kryds 139 antages, at der fra og til sideretningerne kun er en andel af tung trafik på 10% for trafikmængder over 10. Dette skyldes, at sideretningerne er adgangsveje til boligområder.

I kryds 117 antages, at der er en andel af tung trafik 10% fra begge sideretninger, da der i krydset er placeret tankstationer ved begge sideretninger, som bliver betjent og benyttet af tunge køretøjer. Der er ind- og udkørsel til tankstationerne både fra hovedretningerne og sideretninger.

I kryds 140 antages, at der er en andel af tung trafik på 10% for sideretningen fra øst, da den er adgangsvej til et mindre erhvervsområde. Sideretningen fra vest antages derimod kun at have en andel af tung trafik på 10% for trafikmængder over 10, da denne er adgangsvej til et boligområde.

6.1.6 Krydsenes omløbstid

Omløbstiden for hver beregningsperiode er bestemt ud fra de indsamlede data om signalprogrammerne for de tre dage i hver styringssituation. Eftersom der er samordning af krydsene har de ens omløbstid. Omløbstiden for beregningsperioderne fremgår af tabel 6.2.

<i>Dato</i>	<i>Styresystem</i>	<i>Omløbstid morgen</i>	<i>Omløbstid eftermiddag</i>
10.03.09	MOTION	98	72
11.03.09	MOTION	98	72
12.03.09	MOTION	98	84
10.03.09	Oprindelige signalpro- grammer	72	72
11.03.09	Oprindelige signalpro- grammer	72	72
12.03.09	Oprindelige signalpro- grammer	72	72

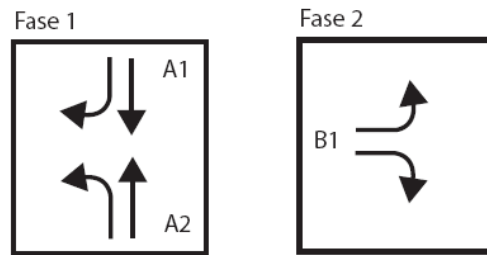
Tabel 6.2: Omløbstiden for beregningsperioderne både med og uden MOTION.

6.1.7 Faseinddelingen i krydsene

De seks kryds inddeles i faser, hvor hver fase indikerer trafikstrømme som har grønt samtidigt. Faseinddelingen benyttes i signaloplysningerne i Dankap.

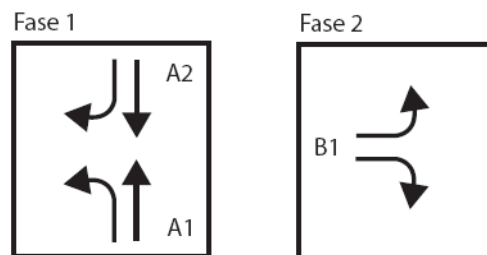
Dankap er bygget på en ens faseinddeling, dvs. at de retninger som har grønt samtidigt skal have den samme varighed af grøntiden, men dette er ikke tilfældet for kryds 138, 117 og 140. Nedenfor under disse kryds fremgår, hvad der er gjort for at løse denne problemstilling i Dankap.

Faseinddelingen og retningsbenævnelser for kryds 239 fremgår af figur 6.1:



Figur 6.1: Faseinddeling for kryds 239.

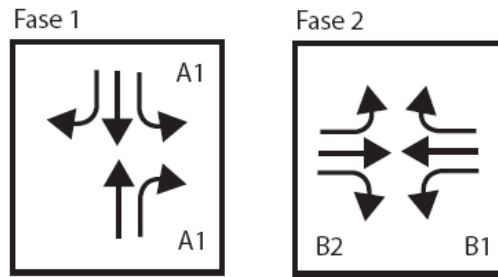
Faseinddelingen og retningsbenævnelser for kryds 249 fremgår af figur 6.2:



Figur 6.2: Faseinddeling for kryds 249.

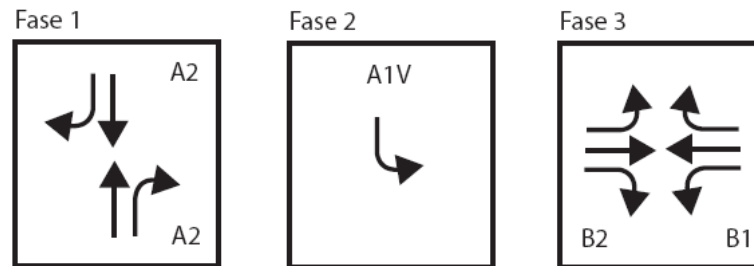
I kryds 138 er der flere trafikstrømme, hvor grøntiden lapper ind over hinanden, jf. *Bilag C: Signalprogrammer*, hvilket Dankap ikke kan håndtere. Derfor er det valgt at opdele krydset i tre situationer, hvor der for hver situation foretages antagelser om varigheden af grøntider og faseinddelingen. Ved hver situation bestemmer Dankap belastningsgraden, middelforsinkelsen og kølængden for hver trafikstrøm, men kun enkelte stemmer overens med det reelle for krydset. Det betyder, at de tre situationer tilsammen giver et overblik over belastningsgraden, middelforsinkelsen, og kølængden for hver trafikstrøm.

Situation 1, hvor det antages at grøntiden for trafikken fra nord har samme grøntid selvom venstresvingende (A1V) oprindeligt har en kortere grøntid, og at grøntiden for (A1) er identisk med grøntiden for trafikken fra syd (A2). Yderligere antages, at sideretningerne har en fase selvom højresvingende fra øst (B1H) oprindeligt har en separat fase. Ved denne situation fås resultaterne for Assensvej fra nord, dog ikke for de venstresvingende, samt for sideretningerne, dog uden højresvingende fra øst. Faseinddelingen for situation 1 fremgår af figur 6.3.



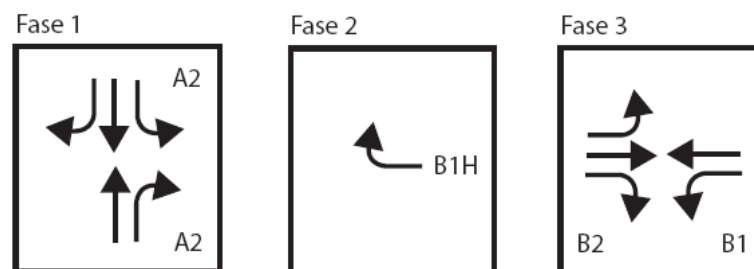
Figur 6.3: Faseinddeling for situation 1 for kryds 138.

Situation 2, hvor højresvingende og ligeudkørende fra nord og syd antages at være identisk med (A2) for derved at kunne bestemme resultaterne for (A1V), som lapper ind over (A1). Der er den samme antages om sideretningerne (B1), (B1H) og (B2), som i situation 1. Foruden (A1V) opnås i situation 2 resultaterne for (A2) og sideretningerne, dog uden højresvingende fra øst.



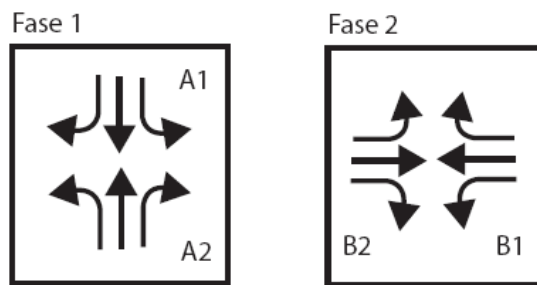
Figur 6.4: Faseinddelingen for situation 2 for kryds 138.

Situation 3, hvor det antages at retning (A1), (A1V) og (A2) er det samme, som for (A2), for derved at kunne bestemme resultaterne for højresvingende fra øst, som lapper ind over (A1). Derudover opnås resultaterne for (A2), (B1) og (B2). Faseinddelingen for situation 3 fremgår af figur 6.5.



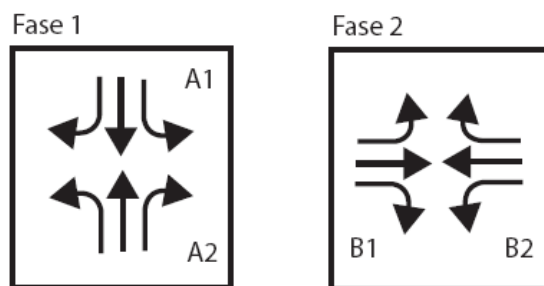
Figur 6.5: Faseinddelingen for situation 3 for kryds 138.

Faseinddelingen og retningsbenævnelser for kryds 139 fremgår af figur 6.6.



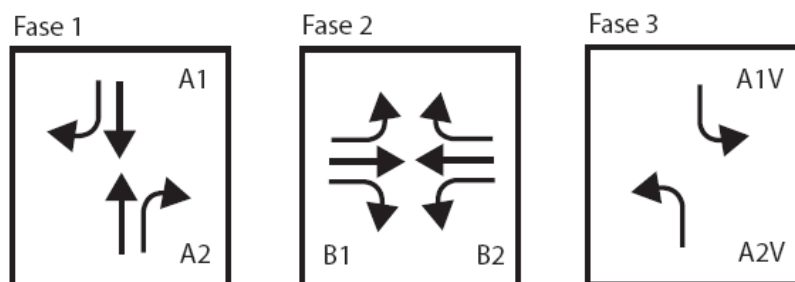
Figur 6.6: Faseinddelingen for kryds 139.

For kryds 117 antages det, at sideretningerne har den samme varighed af grøntiden, men reelt er grøntiden for sideretningen (B2) 1 sekund længere end (B1). Grøntiden for sideretningerne sættes lige grøntiden for (B1), hvorfor resultaterne for (B2) reelt har 1 sekund mere til at afvikle trafikken og derfor kan have en lavere belastningsgrad og middelforsinkelse. Faseinddelingen og retningsbenævnelser for kryds 117 fremgår af figur 6.7.



Figur 6.7: Faseinddelingen for kryds 117.

For kryds 140 antages venstresvingende fra nord og syd at have den samme grøntid. Reelt har (A1V) en kortere grøntid til afviklingen af trafikken, men det vælges, at grøntiden er identisk med (A2V), hvorfor resultaterne belastningsgraden og middelforsinkelsen reelt vil være højere for (A1V). Faseinddelingen for kryds 140 fremgår af figur 6.8



Figur 6.8: Faseinddelingen for kryds 140.

6.1.8 Grøntidsfordeling

Grøntidsfordelingen for styringssituationen med MOTION bestemmes i beregningsperioderne ud fra de indsamlede data om de pågældende signalprogrammer. Fremgangsmåde til beregningerne af grøntiderne for de enkelte retninger fremgår af *Bilag D: Grøntid*.

I MOTION kan valget af signalprogram for hvert kryds variere i løbet af døgnet. For situationen med MOTION er der ingen variation mellem signalprogrammerne i morgen- og eftermiddagsperioderne for de tre dage. De aktuelle signalprogrammer for hvert kryds fremgår af tabel 6.3, hvor nummeret refererer til signalprogrammerne vedlagt som *Bilag C: Signalprogrammer*.

Signalprogram					
239	249	138	139	117	140
5	5	6	5	5	5

Tabel 6.3: De aktuelle signalprogrammer for morgen og eftermiddag med MOTION.

Grøntidsfordelingen i beregningsperioderne i hvert kryds for de tre dage med MOTION, fremgår af tabel 6.4.

Kryds	Retning	Grøntid					
		10.03.09		11.03.09		12.03.09	
		M	E	M	E	M	E
239	A1+A2	73	47	73	47	71	56
	B1	12	12	12	12	14	15
249	A1+A2	53	40	62	40	49	52
	B1	28	17	19	15	32	15
138	A1	69	43	69	43	69	55
	A1V	45	24	42	23	43	29
	A2	22	17	25	18	24	24
	B1+B2	13	13	13	13	13	13
	B1H	41	20	38	19	39	25
139	A1+A2	75	49	75	48	63	61
	B1+B2	11	11	11	12	23	11
117	A1+A2	52	29	52	27	52	38
	B1	29	26	29	28	29	29
	B2	30	27	30	29	30	30

140	A1+A2	51	28	54	26	48	39
	A1V	9	6	6	8	12	7
	A2V	12	9	9	11	15	10
	B1+B2	16	16	16	16	16	16

Tabel 6.4: Grøntidsfordelingen i hvert kryds i beregningsperioderne for de tre forsøgsdage med MOTION. M er morgensituationen og E er eftermiddagssituationen.

For styresituationen med tilbagefaldsprogrammerne var det ikke muligt at indsamle den samme type data, hvorfor grøn timersfordelingen bestemmes ud fra data, som visuelt viser grøntiden for de enkelte retninger i krydsene. Fremgangsmåde til bestemmelse af grøntiderne for hver retning i krydsene fremgår af *Bilag D: Grøntid*.

Signalprogrammer for morgen og eftermiddag for hvert kryds fremgår af tabel 6.5, hvor nummeret refererer til signalprogrammerne vedlagt *Bilag C: Signalprogrammer*.

Signalprogram						
Kryds	239	249	138	139	117	140
Morgen	2	2	2	2	2	2
Eftermiddag	3	3	3	3	3	3

Tabel 6.5: Det aktuelle signalprogramnummer for morgen og eftermiddag uden MOTION.

Grøntidsfordelingen for styringen med tilbagefaldsprogrammerne er ikke identisk med den grøn timersfordeling, som krydsene ville være blevet tildelt, hvis tilbagefaldsprogrammerne var koblet til de tre dage MOTION var tilkoblet grundet forskellige trafiksituationer i de to perioder. Dette skyldes yderligere, at der i tilbagefaldsprogrammerne er indlagt lokal trafikstyring, som gør at grøn timersfordelingen i krydsene kan variere fra omløb til omløb. Derfor kan oplysningerne om grøn timersfordelingen ikke benyttes direkte. Yderligere skal grøn timersfordelingen i Dankap være konstant i beregningsperioderne. Derfor beregnes grøntiden i stedet som en gennemsnitlig grøntid for hver retning ud fra de fire højeste grøntider, som retningen er tildelt. De fire højeste benyttes, da grøntiden skal være repræsentativ for en 12 minutters situation med de højeste trafikmængder, hvorfor omløb med lave grøntider indikerer lave trafikmængder. Variationen af de fire højeste grøntider vurderes at være lille mellem de tre dage med tilbagefaldsprogrammerne, da grøn timersfordelingen bestemmes for morgen- og eftermiddagsmyldretid. Derfor er den gennemsnitlige grøn timersfordeling bestemt ud fra de indsamlede data for den 31.03 2009. Den gennemsnitlige grøn timersfordeling for hvert kryds kor-

rigeres efterfølgende, så mellemtider og minimumsgrøntid overholdes. Den korrigerede grøntidsfordeling antages derfor at være en repræsentativ grøntidsfordeling for en 12-minuttersperiode i myldretiderne og at den kan benyttes i Dankap, så resultaterne kan sammenlignes.

De korrigerede grøntider for hver retning i krydsene ved styring med tilbagefaldsprogrammerne for de tre dage, som behandles i Dankap, fremgår af tabel 6.6.

Kryds	Retning	Grøntid					
		10.03.09		11.03.09		12.03.09	
		<i>M</i>	<i>E</i>	<i>M</i>	<i>E</i>	<i>M</i>	<i>E</i>
239	<i>A1+A2</i>	45	51	50	51	45	49
	<i>B1</i>	14	8	9	8	14	10
249	<i>A1+A2</i>	43	43	43	43	43	40
	<i>B1</i>	12	12	12	12	12	15
138	<i>A1</i>	45	42	40	42	45	42
	<i>A1V</i>	25	28	20	28	25	26
	<i>A2</i>	18	16	23	16	18	16
	<i>B1+B2</i>	11	10	11	10	11	12
	<i>B1H</i>	21	24	16	24	21	22
139	<i>A1+A2</i>	51	52	48	52	51	52
	<i>B1+B2</i>	9	8	12	8	9	8
117	<i>A1+A2</i>	42	42	42	42	42	42
	<i>B1</i>	13	13	13	13	13	13
	<i>B2</i>	14	14	14	14	14	14
140	<i>A1+A2</i>	36	33	33	33	36	33
	<i>A1V</i>	6	8	9	8	6	10
	<i>A2V</i>	9	10	10	10	9	10
	<i>B1+B2</i>	8	10	10	10	8	10

Tabel 6.6: De korrigerede grøntidsfordelinger med tilbagefaldsprogrammerne i hvert kryds for de tre dage, som behandles i Dankap. *M* er morgensituationen og *E* er eftermiddagssituationen.

6.1.9 Mellemtider

I Dankap indtastes mellemtiden fra én fase slutter til den efterfølgende fase starter. Mellemtiden består derfor af gultiden, rødtiden og rødgultiden mellem hver

fase. For hvert kryds er indhentet data om mellemtidsmatricerne, som angiver den mindste mellemtid, der skal overholdes mellem de enkelte retninger i krydset. Mellemtiderne kan variere i løbet af døgnet, men skal overholde minimumsmellemtiderne. Mellemtidsmatricerne for hvert kryds fremgår af *Bilag C: Signalprogrammer*.

For krydsene 239, 249, 139, 117 og 140 er mellemtider mellem de enkelte faser ens i de to styringssituationer om morgenen og eftermiddagen over de tre dage. Mellemtider mellem faserne i hvert kryds fremgår af tabel 6.7.

Kryds	Retning	Fase	Mellemtid til efterfølgende fase
239	A1+A2	1	6
	B1	2	7
249	A1+A2	1	6
	B1	2	11
139	A1+A2	1	6
	B1+B2	2	6
117	A1+A2	1	8
	B2	2	9
	B1	2	8
140	A1+A2	1	7
	B1+B2 _{A2V}	2	6
	B1+B2 _{A1V}	2	9
	A2V	3	6

Tabel 6.7: Mellemtid til efterfølgende fase i krydsene 239, 249, 139, 117, 140.

Mellemtiden efter fase 2 i kryds 249 afviger fra mellemtidsmatricen med 5 ekstra sekunder. Dette skyldes, at fodgængere er anmeldt i krydset og de får grønt 5 sekunder før fase 1 starter. De 5 sekunders før-grønt skyldes, at krydset ligger ud for zoologiske haves indgang, hvorfor mange fodgængere benytter overgangen i nogle tidsrum. Der kan derved afvikles en del fodgængere inden fase 1 starter.

I kryds 117 er grøntiden i kørselsretningen B1 1 sekund længere end B2, men de starter samtidigt, hvorfor mellemtiden efter B1 og B2 er forskellig.

I kryds 140 er grøntiden for kørselsretningen A1V 3 sekunder kortere end A2V, men da de slutter samtidigt, er det mellemtiden mellem fase 2 og 3, som forlænges med 3 sekunder.

Mellemtiderne for kryds 138 varierer over de tre dage i morgen- og eftermiddagssituationen for situation 1. I situation 2 og 3 er mellemtiderne efter faserne ens for styringen med MOTION og tilbagefaldsprogrammerne. Mellemtiderne for kryds 138 fremgår af tabel 6.8.

Situation	Styresystem	Retning	Fase	10.03.09		11.03.09		12.03.09	
				<i>M</i>	<i>E</i>	<i>M</i>	<i>E</i>	<i>M</i>	<i>E</i>
<i>1</i>	<i>Oprindelig</i>	<i>A1</i>	<i>1</i>	<i>8</i>	<i>12</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
		<i>B1</i>	<i>2</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>10</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>
<i>1</i>	<i>MOTION</i>	<i>A1</i>	<i>1</i>	<i>8</i>					
		<i>B1</i>	<i>2</i>	<i>8</i>					
<i>2</i>	<i>MOTION Oprindelig</i>	<i>A2</i>	<i>1</i>	<i>5</i>					
		<i>A1V</i>	<i>2</i>	<i>5</i>					
		<i>B1</i>	<i>3</i>	<i>8</i>					
<i>3</i>	<i>MOTION Oprindelig</i>	<i>A2</i>	<i>1</i>	<i>9</i>					
		<i>B1H</i>	<i>2</i>	<i>5</i>					
		<i>B1</i>	<i>3</i>	<i>8</i>					

Tabel 6.8: Mellemtid til efterfølgende fase for kryds 138 med begge styresystemer.

6.2 Vurderingsparametre for resultater af Metode 1

I Dankap er belastningsgraden, middelforsinkelsen og kølængden, som overskrides i 5% af beregningsperioden beregnet for hver retning i de seks kryds. Beregningerne er foretaget for en morgen- og eftermiddagssituation i myldretiden for tre dage. Resultaterne fra Dankap benyttes til at vurdere resultaterne ud fra:

- Et trængselsniveau
- Et serviceniveau
- Den kritiske kølængde

Trafikafviklingen i krydsene vurderes ud fra en sammenhæng mellem trængsels- og serviceniveau, mens den kritiske kølængde benyttes til at vurdere om der er tilbagestuvning til bagvedliggende kryds.

En nærmere beskrivelse af trængselsniveauet, serviceniveauet og sammenhængen mellem dem samt den kritiske kølængde fremgår i det efterfølgende.

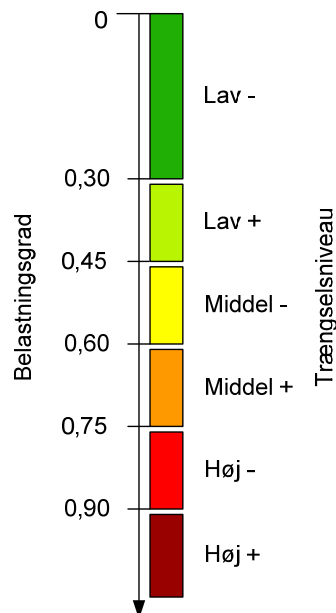
6.2.1 Trængselsniveau

I henhold til en forskningsgruppe fra det amerikanske Transportation Research Board kan der opstilles en sammenhæng mellem trængselsniveauet og belastningsgraden. Forskningsgruppen opdeler trængslen i tre klasser med tilhørende belastningsgrad. [TRB, 2008] Klassificeringen af trængsel fremgår af tabel 6.9.

Klassificering	Belastningsgrad
<i>Lav trængsel</i>	<i>0,30</i>
<i>Middel trængsel</i>	<i>0,60</i>
<i>Høj trængsel</i>	<i>0,90</i>

Tabel 6.9: Klassificering af trængsel ud fra belastningsgraden.[TRB, 2008]

Klassificeringen af trængslen benyttes til at vurdere retningernes trængselsniveau i hvert kryds. Det vælges, at underopdele klassificeringen af trængselsniveauet i tabel 6.9, da det vurderes ikke at forskellene mellem de to styringssituationer er mindre end et spring på 0,3 i belastningsgraden. Dette skyldes, at det kun er forskellene i signalprogrammerne, som påvirker belastningsgraden. Underopdelingen af trængselsniveauerne ud fra belastningsgraden fremgår af figur 6.9



Figur 6.9: Underopdeling af trængselsniveau ud fra belastningsgraden.

6.2.2 Serviceniveau

I det nye vejregelforslag om kapacitet og serviceniveau fra 2008 [Vejdirektoratet, 2008] fastsættes serviceniveauet ud fra trafikanternes ønske om fremkommelighed og manøvremlighed, og beskriver derved standarden for trafikafviklingen. Serviceniveauet er i vejreglen en kvantitativ vurdering ud fra belastningsgraden og middelforsinkelsen.

Ved en sammenligning af de to styringssituationer ønskes serviceniveauet defineret ved intervaller, som gør det mere overskueligt. Derfor benyttes i stedet definitionen af serviceniveauet fra en tidligere vejregel om vejkryds i åbent land fra 1983 [Vejdirektoratet, 1983]. Her defineres serviceniveauet ud fra intervaller af middelforsinkelsen. Denne definition kan benyttes til prioriteret kryds, rundkørsler og signalreguleret kryds [Lahrman & Leleur, 1994]

Serviceniveauet for intervaller af middelforsinkelsen med tilhørende beskrivelse af forsinkelsen fremgår af tabel 6.10.

Middelforsinkelse sek/Kt	Forsinkelsesbeskrivelse	Serviceniveau
0 – 11,9	Næsten ingen forsinkelse	A
12 – 17,9	Begyndende forsinkelse	B
18 – 23,9	Ringe forsinkelse	C
24 – 35,9	Nogen forsinkelse	D
36 – 71,9	Stor forsinkelse	E
72 - ∞	Meget stor forsinkelse (sammenbrud)	F

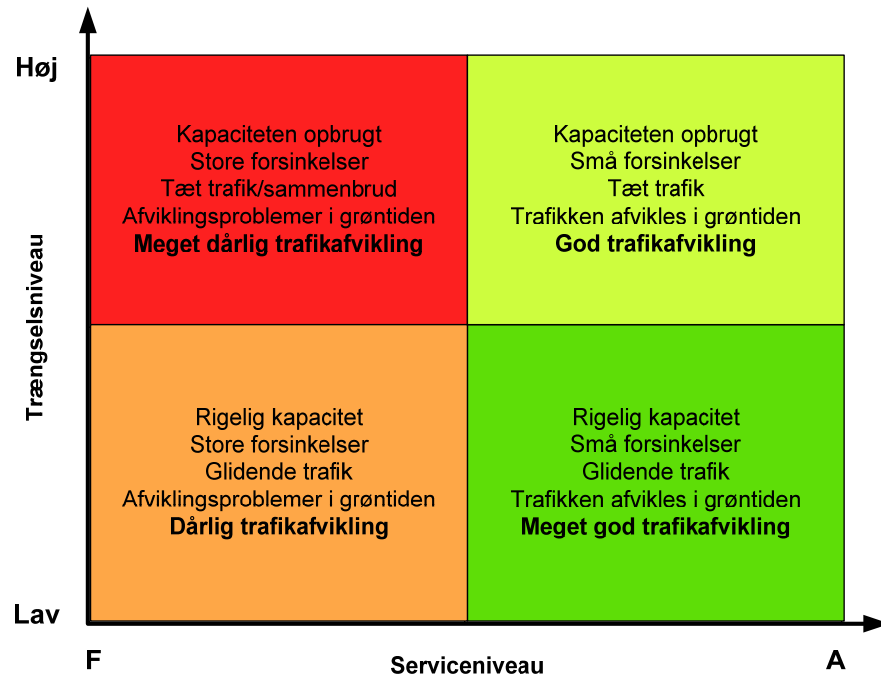
Tabel 6.10: Definitionen af serviceniveau ud fra intervaller af middelforsinkelsen med tilhørende beskrivelse.

6.2.3 Sammenhæng mellem trængsels- og serviceniveau

Trafikafviklingen for de enkelte retninger i krydsene vurderes ud fra en sammenhæng mellem trængsels- og serviceniveau. Af figur 6.10 fremgår sammenhængen mellem trængsels- og serviceniveau i forhold til trafikafviklingen.

Ud fra figur 6.10 fremgår, det at der opnås en god trafikafvikling ved et højt serviceniveau og et lavt trængselsniveau. I en sådan situation afvikles trafikken i retningens grøntid, som medfører glidende trafik med små forsinkelser. Modsat opnås der en u hensigtsmæssig trafikafvikling ved et højt trængselsniveau og et lavt serviceniveau.

Hvorvidt definitionen på god og dårlig trafikafvikling er, som i figur 6.10, kan diskuteres, men det vælges, at situationen med et højt trængsels- og serviceniveau er bedre for trafikafviklingen end at der er et lavt trængsels- og serviceniveau. Det vurderes, at trafik som kan afvikles i grøntiden uden de store forsinkelser er bedre end at trafikanterne opnår store forsinkelser grundet for lidt grøntid.



Figur 6.10: Sammenhængen mellem trængsels- og serviceniveau i forhold til trafikafviklingen.

Med udgangspunkt i figur 6.10 vurderes trafikafviklingen i hvert kryds for de to styringssituationer. Skillelinjen mellem *Dårlig trafikafvikling* og *Meget dårlig trafikafvikling* samt mellem *Meget god trafikafvikling* og *God trafikafvikling* forudsættes at være ved trængselsniveau *Middel -*, hvor *Middel -* hører til *Dårlig trafikafvikling* og *Meget god trafikafvikling*. Det forudsættes ligeledes, at skillelinjen mellem *Dårlig trafikafvikling* og *Meget god trafikafvikling* samt mellem *Meget dårlig trafikafvikling* og *God trafikafvikling*, sker ved serviceniveau *D*, hvor *D* tilhører *Dårlig trafikafvikling* og *Meget god trafikafvikling*.

6.2.4 Den kritiske kølængde

Den kritiske kølængde bestemmes med udgangspunkt i vejreglen kapacitet og serviceniveau [Vejdirektoratet, 2008]. Her udregnes den kritiske kølængde ud fra afstanden mellem krydsene og en gennemsnitlig billængde inklusiv et mellem-

rum til den bagvedkørende bil. Den kritiske kølængde angiver, derved den maksimale kø, som kan opstå før der opnås en tilbagestuvning af trafikken i bagvedliggende kryds.

I henhold til vejreglen kapacitet og serviceniveau kan den gennemsnitlige bil-længde antages at være 6 meter, når andelen af tung trafik er $\leq 10\%$. Den kritiske kølængde udregnes for hovedretningen, hvilket fremgår af tabel 6.11.

Kryds	Kritiske kølængde til bagvedliggende kryds
Ring 2	50
239	26
249	61
138	86
139	103
117	81
140	73
Motorvej E20	-

Tabel 6.11: Den kritiske kølængde mellem hvert kryds.

Den kritiske kølængde mellem krydsende sammenlignes med kølængden udregnet i Dankap, derved kan det vurderes om den kritiske kølængde overskrides i 5% af beregningsperioden. Sker dette vil der være tilbagestuvning af trafikken til bagvedliggende kryds, hvilket helst skal undgås.

Der tages ikke hensyn til sideveje og uregulerede kryds mellem de seks signalregulerede kryds, hvorfor der kan opstå tilbagestuvning i disse kryds.

6.3 Resultater af metode 1

Resultaterne af metode 1 vurderes ud fra vurderingsparametrene, som fremgår af afsnit 6.2 - *Vurderingsparametre for resultater af Metode 1*. Fremgangsmåden for vurderingen af resultaterne er derfor, at resultaterne fra Dankap for de to styringssituationer først tildeles et trængsels- og serviceniveau. Dernæst bestemmes forskellen i trængsels- og serviceniveau mellem de to styringssituationer. Forskellen illustreres, hvorudfra trafikafviklingen i de to styringssituationer vurderes for hvert kryds. Til sidst vurderes resultaterne af kølængden, som overskrides i 5% af beregningsperioden med den kritiske kølængde beregnet i afsnit 6.2 - *Vurderingsparametre for resultater af Metode 1*.

I de tre efterfølgende tabeller, tabel 6.12, tabel 6.13 og tabel 6.14, fremgår resultaterne af belastningsgraden og middelforsinkelsen for 12-minuttersperioderne om morgenen og eftermiddagen. Resultaterne er angivet for hver retning i de seks kryds med det tilsvarende trængsels- og serviceniveau for de to styringssituationer.

Af tabel 6.12 fremgår resultaterne for den 10.03 2009, hvor det ses, at Assensvej mod nord for 12-minuttersperioden om morgenen generelt har et højere trængselsniveau end Assensvej mod syd, hvilket indikerer, at der om morgenen er mest pres på retningen ind mod Odense. Tendensen er ens for de to styringssituationer. Om eftermiddagen kan der, i 12-minuttersperioden for de to styringssituationer, ikke ses en tydelig tendens mellem de to hovedretninger i de seks kryds. Det fremgår derimod, at trængselsniveauet er højt for Assensvej i begge retninger for de to styringssituationer. For sideretningerne kan der i de to styringssituationer ikke ses en tydelig tendens mellem beregningsperioden om morgenen og eftermiddagen, men det antydes, at sideretningerne generelt har et højere trængselsniveau om morgenen end om eftermiddagen.

Krydset Assensvej/Dalumvej, kryds 138, er det hårdest belastede af de seks kryds ud fra betragtningen om trafikmængderne og antallet af faser i krydset. Specielt sideretningerne har i begge styringssituationer et højt trængselsniveau, hvor venstresvingende fra både Clausens Allé vest og Dalumvej øst har de højeste belastningsgrader for de seks kryds om morgenen.

Ud fra tabel 6.12 fremgår det for de to styringssituationer, at sideretningerne generelt har et lavere serviceniveau for beregningsperioderne om morgenen og eftermiddagen end hovedretningerne. Dette indikerer, at ikke alt trafikken afvikles i den tildelte grøntid, og at hovedretningerne har en længere grøntid. I beregningsperioderne om morgenen og eftermiddagen i de to styringssituationer er der en tendens til, at ligeudkørende på Assensvej i begge retningerne oplever et højt serviceniveau. Tendensen i samme periode for de venstresvingende fra Assensvej er at retningen har et lavere serviceniveau dog ikke så lav, som for sideretningerne. I krydset Assensvej/Dalumvej, kryds 138, oplever venstresvingende fra Clausens Allé vest og fra Dalumvej øst de højeste middelforsinkelser pr. køretøj for samtlige kryds i 12-minuttersperioden om morgenen og eftermiddagen. Dette er ens i de to styringssituationer og indikerer sammenholdt med at de to retningerne også har de højeste belastningsgrader, at trafikken ikke afvikles i den tildelte grøntid, hvorfor der grundet høje trafikmængder er hurtigt voksende kødannelser.

Kryds	ID	Tilfart		Med MOTION								Uden MOTION							
				Belastningsgrad		Middelforsinkelse		Trængselsniveau		Serviceniveau		Belastningsgrad		Middelforsinkelse		Trængselsniveau		Serviceniveau	
				M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E
239	1	Assensvej N	L+H	0,30	0,50	1	3	Lav -	Middel -	A	A	0,36	0,47	3	1	Lav +	Middel -	A	A
	2	Assensvej S	V	0,07	0,11	0	4	Lav -	Lav -	A	A	0,08	0,10	3	1	Lav -	Lav -	A	A
	3	Assensvej S	L	0,50	0,36	0	0	Middel -	Lav +	A	A	0,59	0,33	0	0	Middel -	Lav +	A	A
	4	Krügervvej V	V+H	0,30	0,12	39	25	Lav -	Lav -	E	D	0,19	0,17	24	29	Lav -	Lav -	D	D
249	1	Assensvej N	L+H	0,44	0,57	9	7	Lav +	Middel -	A	A	0,39	0,53	4	5	Lav +	Middel -	A	A
	2	Assensvej S	V+L	0,81	0,30	6	2	Høj -	Lav -	A	A	0,73	0,27	1	0	Middel +	Lav -	A	A
	3	Assensvej S	L	0,79	0,50	4	1	Høj -	Middel -	A	A	0,71	0,47	1	0	Middel +	Middel -	A	A
	4	Gustav Joh. Vej V	V+H	0,80	0,26	35	24	Høj -	Lav -	D	D	1,29	0,32	55	26	Høj +	Lav +	E	D
138	1	Assensvej N	V	0,43	1,09	7	27	Lav +	Høj +	A	D	0,56	0,94	13	17	Middel -	Høj +	B	B
	2	Assensvej N	L+H	0,33	0,58	0	0	Lav +	Middel -	A	A	0,36	0,60	0	1	Lav +	Middel -	A	A
	3	Assensvej S	L+H	0,89	0,58	32	19	Høj -	Middel -	D	C	0,79	0,62	21	20	Høj -	Middel +	C	C
	4	Clausens Allé V	V	6,16	1,67	427	93	Høj +	Høj +	F	F	4,52	1,67	295	93	Høj +	Høj +	F	F
	5	Clausens Allé V	L+H	0,87	0,62	47	28	Høj -	Middel +	E	D	0,74	0,78	32	33	Middel +	Høj -	D	D
	6	Dalumvej Ø	L+V	3,17	1,90	212	104	Høj +	Høj +	F	F	2,12	3,44	121	218	Høj +	Høj +	F	F
	7	Dalumvej Ø	H	0,91	0,77	26	26	Høj -	Høj -	D	D	1,28	0,65	48	20	Høj +	Middel +	E	C
139	1	Assensvej N	L+H+V	0,46	0,72	0	1	Middel -	Middel +	A	A	0,49	0,68	0	1	Middel -	Middel +	A	A
	2	Assensvej S	L+H+V	0,95	0,83	4	2	Høj +	Høj -	A	A	1,02	0,78	6	1	Høj +	Høj -	A	A
	3	Majas Allé V	L+H+V	1,61	0,29	92	27	Høj +	Lav -	F	D	1,38	0,36	64	30	Høj +	Lav +	E	D
	4	Majas Allé Ø	L+H+V	1,01	0,59	57	30	Høj +	Middel -	E	D	0,88	0,78	39	36	Høj -	Høj -	E	E
117	1	Assensvej N	V	0,51	0,55	23	21	Middel -	Middel -	C	C	0,39	0,34	12	6	Lav +	Lav +	B	A
	2	Assensvej N	L	0,33	0,69	2	10	Lav +	Middel +	A	A	0,30	0,48	0	0	Lav -	Middel -	A	A
	3	Assensvej N	H	0,12	0,19	2	7	Lav -	Lav -	A	A	0,11	0,14	0	0	Lav -	Lav -	A	A
	4	Assensvej S	V	0,40	0,46	11	24	Lav +	Middel -	A	D	0,34	0,26	4	8	Lav +	Lav -	A	A
	5	Assensvej S	L	0,64	0,56	3	9	Middel +	Middel -	A	A	0,58	0,39	0	0	Middel -	Lav +	A	A
	6	Assensvej S	H	0,17	0,12	2	7	Lav -	Lav -	A	A	0,16	0,09	0	0	Lav -	Lav -	A	A
	7	Sanderumvej V	V	0,73	0,45	43	26	Middel +	Lav +	E	D	1,47	1,42	77	76	Høj +	Høj +	F	F
	8	Sanderumvej V	L+H	0,31	0,22	26	15	Lav +	Lav -	D	B	0,49	0,42	27	26	Middel -	Lav +	D	D
	9	Ellejærvej Ø	L+H+V	0,55	0,50	29	18	Middel -	Middel -	D	C	0,87	0,97	34	38	Høj -	Høj +	D	E
140	1	Assensvej N	V	0,37	0,32	32	23	Lav +	Lav +	D	C	0,35	0,29	23	22	Lav +	Lav -	C	C
	2	Assensvej N	L	0,51	0,79	3	13	Middel -	Høj -	A	B	0,53	0,67	3	6	Middel -	Middel +	A	A
	3	Assensvej N	H	0,03	0,06	2	8	Lav -	Lav -	A	A	0,04	0,05	2	4	Lav -	Lav -	A	A
	4	Assensvej S	V	0,92	0,69	50	33	Høj +	Middel +	E	D	0,88	0,63	37	31	Høj -	Middel +	E	D
	5	Assensvej S	L	0,78	0,79	15	18	Høj -	Høj -	B	C	0,80	0,67	13	13	Høj -	Middel +	B	B
	6	Assensvej S	H	0,06	0,06	8	12	Lav -	Lav -	A	B	0,06	0,06	7	9	Lav -	Lav -	A	A
	7	Vestre Boulevard V	V	0,18	0,20	40	26	Lav -	Lav -	E	D	0,22	0,30	33	33	Lav -	Lav -	D	D
	8	Vestre Boulevard V	L+H	0,64	0,33	40	23	Middel +	Lav +	E	C	0,89	0,51	38	29	Høj -	Middel -	E	D
	9	Vestre Boulevard Ø	V	0,62	0,28	49	27	Middel +	Lav -	E	D	0,80	0,43	45	34	Høj -	Lav +	E	D
	10	Vestre Boulevard Ø	L+H	0,35	0,30	36	23	Lav +	Lav -	E	C	0,48	0,47	31	29	Middel -	Middel -	D	D

Tabel 6.12: Resultater for metode 1 for 10.03 2009 med og uden MOTION, hvor M indikerer beregningsperioden om morgenen og E beregningsperioden om eftermiddagen.

I tabel 6.13 og tabel 6.14 fremgår resultaterne for henholdsvis den 11.03 2009 og den 12.03 2009. De to tabeller indikerer, at de to dage har de samme tendenser som for den 10.03 2009. Mellem de enkelte dage vil der dog være variationer i niveauet af trængsels- og serviceniveau, hvilket skyldes, at der mellem dagene er forskel i trafikmængderne for de to styringssituationer og signaloplysningerne for styringen med MOTION.

Kryds	ID	Tilfart		Med MOTION								Uden MOTION							
				Belastningsgrad		Middelforsinkelse		Trængselsniveau		Serviceniveau		Belastningsgrad		Middelforsinkelse		Trængselsniveau		Serviceniveau	
				M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E
239	1	Assensvej N	L+H	0,31	0,60	1	3	Lav +	Middel -	A	A	0,33	0,56	1	2	Lav +	Middel -	A	A
	2	Assensvej S	V	0,13	0,03	0	7	Lav -	Lav -	A	A	0,13	0,03	0	2	Lav -	Lav -	A	A
	3	Assensvej S	L	0,51	0,33	0	0	Middel -	Lav +	A	A	0,54	0,30	0	0	Middel -	Lav -	A	A
	4	Krøgersvej V	V+H	0,36	0,17	40	25	Lav +	Lav -	E	D	0,33	0,24	29	29	Lav +	Lav -	D	D
249	1	Assensvej N	L+H	0,39	0,71	4	8	Lav +	Middel +	A	A	0,41	0,69	4	6	Lav +	Middel +	A	A
	2	Assensvej S	V+L	0,68	0,22	1	2	Middel +	Lav -	A	A	0,72	0,20	1	1	Middel +	Lav -	A	A
	3	Assensvej S	L	0,67	0,54	1	1	Middel +	Middel -	A	A	0,71	0,50	1	0	Middel +	Middel -	A	A
	4	Gustav Joh. Vej V	V+H	0,97	1,87	47	112	Høj +	Høj +	E	F	1,08	1,87	43	112	Høj +	Høj +	E	F
138	1	Assensvej N	V	0,53	1,03	10	24	Middel -	Høj +	A	D	0,79	0,85	19	14	Høj -	Høj -	C	B
	2	Assensvej N	L+H	0,31	0,66	0	1	Lav +	Middel +	A	A	0,39	0,67	1	1	Lav +	Middel +	A	A
	3	Assensvej S	L+H	0,88	0,52	29	17	Høj -	Middel -	D	B	0,70	0,58	15	20	Middel +	Middel -	B	C
	4	Clausens Allé V	V	4,83	1,72	330	96	Høj +	Høj +	F	F	2,94	1,72	179	96	Høj +	Høj +	F	F
	5	Clausens Allé V	L+H	1,03	0,71	54	30	Høj +	Middel +	E	D	0,89	0,91	35	37	Høj -	Høj +	D	E
	6	Dalumvej Ø	L+V	2,63	3,02	175	185	Høj +	Høj +	F	F	2,04	6,68	119	455	Høj +	Høj +	F	F
	7	Dalumvej Ø	H	0,91	0,70	29	25	Høj +	Middel +	D	D	1,53	0,56	69	19	Høj +	Middel -	E	C
139	1	Assensvej N	L+H+V	0,42	0,81	0	1	Lav +	Høj -	A	A	0,47	0,75	0	1	Middel -	Middel +	A	A
	2	Assensvej S	L+H+V	0,94	0,92	3	3	Høj +	Høj +	A	A	1,07	0,85	9	2	Høj +	Høj -	A	A
	3	Majas Allé V	L+H+V	0,91	0,27	52	26	Høj +	Lav -	E	D	0,63	0,36	30	30	Middel +	Lav +	D	D
	4	Majas Allé Ø	L+H+V	0,33	0,69	40	31	Lav +	Middel +	E	D	0,23	0,97	26	43	Lav -	Høj +	D	E
117	1	Assensvej N	V	0,46	0,73	22	28	Middel -	Middel +	C	D	0,35	0,39	11	8	Lav +	Lav +	A	A
	2	Assensvej N	L	0,30	0,76	2	13	Lav -	Høj -	A	B	0,27	0,49	0	0	Lav -	Middel -	A	A
	3	Assensvej N	H	0,11	0,22	2	9	Lav -	Lav -	A	A	0,10	0,14	0	0	Lav -	Lav -	A	A
	4	Assensvej S	V	0,38	0,59	9	27	Lav +	Middel -	A	D	0,32	0,30	3	9	Lav +	Lav -	A	A
	5	Assensvej S	L	0,63	0,68	3	12	Middel +	Middel +	A	B	0,57	0,44	0	0	Middel -	Lav +	A	A
	6	Assensvej S	H	0,17	0,15	2	9	Lav -	Lav -	A	A	0,16	0,10	0	0	Lav -	Lav -	A	A
	7	Sanderumvej V	V	0,94	0,43	57	2	Høj +	Lav +	E	A	1,32	1,25	70	62	Høj +	Høj +	E	E
	8	Sanderumvej V	L+H	0,25	0,22	26	14	Lav -	Lav -	D	B	0,40	0,45	26	27	Lav +	Lav +	D	D
	9	Ellejersvej Ø	L+H+V	0,79	0,38	34	16	Høj -	Lav +	D	B	1,24	0,79	52	32	Høj +	Høj -	E	D
140	1	Assensvej N	V	0,19	0,40	33	22	Lav -	Lav +	D	C	0,13	0,44	21	23	Lav -	Lav +	C	C
	2	Assensvej N	L	0,45	0,75	2	14	Lav +	Middel +	A	B	0,53	0,60	6	6	Middel -	Middel -	A	A
	3	Assensvej N	H	0,03	0,06	1	9	Lav -	Lav -	A	A	0,04	0,05	4	4	Lav -	Lav -	A	A
	4	Assensvej S	V	0,91	0,81	53	33	Høj +	Høj -	E	D	0,61	0,88	31	36	Middel +	Høj -	D	E
	5	Assensvej S	L	0,79	0,80	13	20	Høj -	Høj -	B	C	0,93	0,63	18	13	Høj +	Middel +	C	B
	6	Assensvej S	H	0,06	0,07	7	13	Lav -	Lav -	A	B	0,07	0,06	9	9	Lav -	Lav -	A	A
	7	Vestre Boulevard V	V	0,23	0,26	40	28	Lav -	Lav -	E	D	0,23	0,41	31	35	Lav -	Lav +	D	D
	8	Vestre Boulevard V	L+H	0,77	0,40	42	24	Høj -	Lav +	E	D	0,87	0,62	36	31	Høj -	Middel +	E	D
	9	Vestre Boulevard Ø	V	0,69	0,40	53	29	Middel +	Lav +	E	D	0,72	0,64	43	38	Middel +	Middel +	E	E
	10	Vestre Boulevard Ø	L+H	0,31	0,39	36	24	Lav +	Lav +	E	D	0,35	0,60	28	30	Lav +	Middel -	D	D

Tabel 6.13: Resultater for metode 1 for 11.03 2009 med og uden MOTION.

Kryds	ID	Tilfart		Med MOTION								Uden MOTION							
				Belastningsgrad		Middelforsinkelse		Trængselsniveau		Serviceniveau		Belastningsgrad		Middelforsinkelse		Trængselsniveau		Serviceniveau	
				M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E
239	1	Assensvej N	L+H	0,29	0,49	1	3	Lav -	Middel -	A	A	0,34	0,48	3	2	Lav +	Middel -	A	A
	2	Assensvej S	V	0,04	0,05	0	3	Lav -	Lav -	A	A	0,04	0,04	2	2	Lav -	Lav -	A	A
	3	Assensvej S	L	0,52	0,44	0	0	Middel -	Lav +	A	A	0,60	0,43	0	0	Middel -	Lav +	A	A
	4	Krøgersvej V	V+H	0,29	0,40	38	31	Lav -	Lav +	E	D	0,21	0,50	24	29	Lav -	Middel -	D	D
249	1	Assensvej N	L+H	0,45	0,53	12	5	Lav +	Middel -	B	A	0,37	0,59	4	7	Lav +	Middel -	A	A
	2	Assensvej S	V+L	0,78	0,59	8	1	Høj -	Middel -	A	A	0,64	0,66	1	4	Middel +	Middel +	A	A
	3	Assensvej S	L	0,76	0,55	6	0	Høj -	Middel -	A	A	0,64	0,61	1	1	Middel +	Middel +	A	A
	4	Gustav Joh. Vej V	V+H	0,71	3,79	30	254	Middel +	Høj +	D	F	1,31	3,25	56	208	Høj +	Høj +	E	F
138	1	Assensvej N	V	0,52	0,72	9	17	Middel -	Middel +	A	B	0,65	0,68	13	13	Middel +	Middel +	B	B
	2	Assensvej N	L+H	0,37	0,60	0	0	Lav +	Middel -	A	A	0,41	0,67	0	1	Lav +	Middel +	A	A
	3	Assensvej S	L+H	0,77	0,56	28	18	Høj -	Middel -	D	C	0,75	0,71	20	21	Middel +	Middel +	C	C
	4	Clausens Allé V	V	5,00	1,72	343	103	Høj +	Høj +	F	F	3,13	1,47	193	79	Høj +	Høj +	F	F
	5	Clausens Allé V	L+H	0,96	0,53	50	33	Høj +	Middel -	E	D	0,82	0,49	33	28	Høj -	Middel -	D	D
	6	Dalumvej Ø	L+V	3,18	1,98	215	115	Høj +	Høj +	F	F	2,09	1,72	121	90	Høj +	Høj +	F	F
	7	Dalumvej Ø	H	0,92	0,92	28	33	Høj +	Høj +	D	D	1,23	0,89	45	27	Høj +	Høj -	E	D
139	1	Assensvej N	L+H+V	0,59	0,79	1	1	Middel -	Høj -	A	A	0,53	0,79	0	1	Middel -	Høj -	A	A
	2	Assensvej S	L+H+V	1,18	0,89	16	3	Høj +	Høj -	B	A	1,07	0,89	8	3	Høj +	Høj -	A	A
	3	Majas Allé V	L+H+V	0,91	0,79	42	40	Høj +	Høj -	E	E	1,45	0,87	68	38	Høj +	Høj -	E	E
	4	Majas Allé Ø	L+H+V	0,58	1,15	34	56	Middel -	Høj +	D	E	0,98	1,28	43	59	Høj +	Høj +	E	E
117	1	Assensvej N	V	0,51	0,52	23	22	Middel -	Middel -	C	C	0,39	0,35	12	7	Lav +	Lav +	B	A
	2	Assensvej N	L	0,33	0,59	2	7	Lav +	Middel -	A	A	0,30	0,46	0	0	Lav -	Middel -	A	A
	3	Assensvej N	H	0,12	0,16	2	5	Lav -	Lav -	A	A	0,11	0,13	0	0	Lav -	Lav -	A	A
	4	Assensvej S	V	0,40	0,43	10	22	Lav +	Lav +	A	C	0,34	0,28	4	8	Lav +	Lav -	A	A
	5	Assensvej S	L	0,64	0,57	3	7	Middel +	Middel -	A	A	0,58	0,44	0	0	Middel -	Lav +	A	A
	6	Assensvej S	H	0,17	0,13	2	5	Lav -	Lav -	A	A	0,16	0,10	0	0	Lav -	Lav -	A	A
	7	Sanderumvej V	V	1,30	0,52	77	32	Høj +	Middel -	F	D	1,57	1,47	86	79	Høj +	Høj +	F	F
	8	Sanderumvej V	L+H	0,30	0,23	26	19	Lav -	Lav -	D	C	0,47	0,42	27	26	Middel -	Lav +	D	D
140	9	Ellejærsvej Ø	L+H+V	0,84	0,52	36	22	Høj -	Middel -	E	C	1,33	0,96	58	37	Høj +	Høj +	E	E
	1	Assensvej N	V	0,22	0,47	29	29	Lav -	Middel -	D	D	0,25	0,40	23	23	Lav -	Lav +	C	C
	2	Assensvej N	L	0,50	0,56	5	6	Middel -	Middel -	A	A	0,49	0,56	3	6	Middel -	Middel -	A	A
	3	Assensvej N	H	0,04	0,04	4	4	Lav -	Lav -	A	A	0,04	0,04	2	4	Lav -	Lav -	A	A
	4	Assensvej S	V	0,82	1,00	44	48	Høj -	Høj +	E	E	0,97	0,86	41	36	Høj +	Høj -	E	E
	5	Assensvej S	L	0,92	0,67	21	15	Høj +	Middel +	C	B	0,90	0,67	15	13	Høj -	Middel +	B	B
	6	Assensvej S	H	0,07	0,05	10	10	Lav -	Lav -	A	A	0,07	0,06	7	9	Lav -	Lav -	A	A
	7	Vestre Boulevard V	V	0,18	0,28	39	37	Lav -	Lav -	E	E	0,21	0,37	33	36	Lav -	Lav +	D	E
	8	Vestre Boulevard V	L+H	0,67	0,32	40	29	Middel +	Lav +	E	D	0,93	0,42	40	29	Høj +	Lav +	E	D
	9	Vestre Boulevard Ø	V	0,59	0,53	49	36	Middel -	Middel -	E	E	0,72	0,65	43	35	Middel +	Middel +	E	D
10	Vestre Boulevard Ø	L+H	0,31	0,58	36	32	Lav +	Middel -	E	D	0,42	0,77	30	33	Lav +	Høj -	E	D	

Trængsels- og serviceniveauet for de enkelte retninger vurderes i det efterfølgende for hvorvidt der ved styringen med MOTION opnås et højere eller lavere niveau end ved styringen med tilbagefaldsprogrammerne.

Af tabel 6.15, tabel 6.16 og tabel 6.17 fremgår forskellen i trængsels- og serviceniveau mellem de to styringssituationer for henholdsvis den 10.03 2009, den 11.03 2009 og den 12.03 2009.

Mellem de tre dage er der ikke store variationer i forskellen mellem trængsels- og serviceniveauet for ligeudkørende på Assensvej og sideretningerne i de to styringssituationer. I morgensituationen er der for Assensvej mod syd en tendens til, at der er det samme trængselsniveau for de to styringssituationer. Om eftermiddagen er der en tendens til, at Assensvej mod syd har det samme serviceniveau eller lavere. Dette er også tilfældet for Assensvej mod nord både om morgenen og eftermiddagen. Her er mindre variationer mellem de tre dage, men overordnet viser de den samme tendens for Assensvej mod nord. Generelt for sideretningerne er der det samme serviceniveau eller lavere for de to situationer om morgenen og eftermiddagen for de tre dage.

For den 10.03 2009 oplever trafikanterne på Assensvej i begge retninger generelt det samme serviceniveau i de to styringssituationer om morgenen og eftermiddagen. Det betyder, at styringen med MOTION afvikler trafikken i hovedretningerne lige så godt, som styringen med tilbagefaldsprogrammerne. I morgenperioden kan der ikke ses en tydelig tendens for sideretningerne, som om eftermiddagen har tendens til, at MOTION enten medfører det samme serviceniveau eller højere. Venstresvingende fra Assensvej til Dalumvej og højresvingende fra Dalumvej til Assensvej har i morgenperioden et højere serviceniveau med MOTION og et lavere serviceniveau om eftermiddagen.

Kryds	ID	Tilfart		Forskel i trængselsniveau		Forskel i serviceniveau	
				M	E	M	E
239	1	Assensvej N	L+H	Lavere trængsel med MOTION	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	2	Assensvej S	V	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	3	Assensvej S	L	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	4	Krùgersvej V	V+H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Højere forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
249	1	Assensvej N	L+H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	2	Assensvej S	V+L	Højere trængsel med MOTION	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	3	Assensvej S	L	Højere trængsel med MOTION	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	4	Gustav Joh. Vej V	V+H	Lavere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Mindre forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
138	1	Assensvej N	V	Lavere trængsel med MOTION	Ens trængselsniveau	Mindre forsinkelse med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION
	2	Assensvej N	L+H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	3	Assensvej S	L+H	Ens trængselsniveau	Lavere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
	4	Clausens Allé V	V	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	5	Clausens Allé V	L+H	Højere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
	6	Dalumvej Ø	L+V	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	7	Dalumvej Ø	H	Ens trængselsniveau	Højere trængsel med MOTION	Mindre forsinkelse med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION
139	1	Assensvej N	L+H+V	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	2	Assensvej S	L+H+V	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	3	Majas Allé V	L+H+V	Ens trængselsniveau	Lavere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
	4	Majas Allé Ø	L+H+V	Højere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Mindre forsinkelse med MOTION
117	1	Assensvej N	V	Højere trængsel med MOTION	Højere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION
	2	Assensvej N	L	Højere trængsel med MOTION	Højere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	3	Assensvej N	H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	4	Assensvej S	V	Ens trængselsniveau	Højere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Højere forsinkelse med MOTION
	5	Assensvej S	L	Højere trængsel med MOTION	Højere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	6	Assensvej S	H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	7	Sanderumvej V	V	Lavere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Mindre forsinkelse med MOTION	Mindre forsinkelse med MOTION
	8	Sanderumvej V	L+H	Lavere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Mindre forsinkelse med MOTION
	9	Ellejærsvej Ø	L+H+V	Lavere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Mindre forsinkelse med MOTION
140	1	Assensvej N	V	Ens trængselsniveau	Højere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
	2	Assensvej N	L	Ens trængselsniveau	Højere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Højere forsinkelse med MOTION
	3	Assensvej N	H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	4	Assensvej S	V	Højere trængsel med MOTION	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	5	Assensvej S	L	Ens trængselsniveau	Højere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Højere forsinkelse med MOTION
	6	Assensvej S	H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Højere forsinkelse med MOTION
	7	Vestre Boulevard V	V	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Højere forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
	8	Vestre Boulevard V	L+H	Lavere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Mindre forsinkelse med MOTION
	9	Vestre Boulevard Ø	V	Lavere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	10	Vestre Boulevard Ø	L+H	Lavere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION	Mindre forsinkelse med MOTION

Tabel 6.15: Forskel i trængsels- og serviceniveau mellem de to styringssystemer for 10.03 2009, hvor M indikerer beregningsperioden om morgenen og E beregningsperioden om eftermiddagen.

For den 11.03 2009 om morgenen er serviceniveauet mellem de to styringssituationer generelt det samme for Assensvej i begge retninger, mens der om eftermiddagen ikke kan ses en tydelig tendens gennem de seks kryds. Der er dog et lavere serviceniveau i de to sydligste kryds, kryds 117 og 140 ved styringen med MOTION. Der er en tendens til at sidevejstrafikken om morgenen oplevere lavere serviceniveau, mens trafikken om eftermiddagen oplever det samme niveau eller højere med MOTION. Tendensen for venstresvingende fra Assensvej til Dalumvej og højresvingende fra Dalumvej til Assensvej er, som for den 10.03 2009, at trafikken i morgenperioden oplever et højere serviceniveau med MOTION og et lavere serviceniveau om eftermiddagen.

Kryds	ID	Tilfart	Forskel i trængselsniveau		Forskel i serviceniveau	
			M	E	M	E
239	1	Assensvej N	L+H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau
	2	Assensvej S	V	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau
	3	Assensvej S	L	Ens trængselsniveau	Højere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau
	4	Krøgersvej V	V+H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Højere forsinkelse med MOTION
249	1	Assensvej N	L+H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau
	2	Assensvej S	V+L	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau
	3	Assensvej S	L	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau
	4	Gustav Joh. Vej V	V+H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau
138	1	Assensvej N	V	Lavere trængsel med MOTION	Højere trængsel med MOTION	Mindre forsinkelse med MOTION
	2	Assensvej N	L+H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau
	3	Assensvej S	L+H	Højere trængsel med MOTION	Ens trængselsniveau	Højere forsinkelse med MOTION
	4	Clausens Allé V	V	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau
	5	Clausens Allé V	L+H	Højere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION
	6	Dalumvej Ø	L+V	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau
	7	Dalumvej Ø	H	Ens trængselsniveau	Højere trængsel med MOTION	Mindre forsinkelse med MOTION
139	1	Assensvej N	L+H+V	Lavere trængsel med MOTION	Højere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau
	2	Assensvej S	L+H+V	Ens trængselsniveau	Højere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau
	3	Majas Allé V	L+H+V	Højere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION
	4	Majas Allé Ø	L+H+V	Højere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Mindre forsinkelse med MOTION
117	1	Assensvej N	V	Højere trængsel med MOTION	Højere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION
	2	Assensvej N	L	Ens trængselsniveau	Højere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION
	3	Assensvej N	H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau
	4	Assensvej S	V	Ens trængselsniveau	Højere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION
	5	Assensvej S	L	Højere trængsel med MOTION	Højere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau
	6	Assensvej S	H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau
	7	Sanderumvej V	V	Ens trængselsniveau	Lavere trængsel med MOTION	Mindre forsinkelse med MOTION
	8	Sanderumvej V	L+H	Lavere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Mindre forsinkelse med MOTION
	9	Ellejærvej Ø	L+H+V	Lavere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Mindre forsinkelse med MOTION
140	1	Assensvej N	V	Ens trængselsniveau	Højere forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
	2	Assensvej N	L	Lavere trængsel med MOTION	Højere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau
	3	Assensvej N	H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau
	4	Assensvej S	V	Højere trængsel med MOTION	Ens trængselsniveau	Højere forsinkelse med MOTION
	5	Assensvej S	L	Lavere trængsel med MOTION	Højere trængsel med MOTION	Mindre forsinkelse med MOTION
	6	Assensvej S	H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Højere forsinkelse med MOTION
	7	Vestre Boulevard V	V	Ens trængselsniveau	Lavere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau
	8	Vestre Boulevard V	L+H	Ens trængselsniveau	Lavere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau
	9	Vestre Boulevard Ø	V	Ens trængselsniveau	Lavere trængsel med MOTION	Mindre forsinkelse med MOTION
	10	Vestre Boulevard Ø	L+H	Ens trængselsniveau	Lavere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau

Tabel 6.16: Forskel i trængsels- og serviceniveau mellem de to styringssituationer for 11.03 2009.

For den 12.03 2009 er der om eftermiddagen en tendens til, at Assensvej i begge retningerne har det samme serviceniveau i de to styringssituationer. Denne tendens ses også for Assensvej mod syd om morgenen, mens der for Assensvej mod nord ikke kan ses en tydelig tendens for de seks kryds. Der er dog en antydning af, at trafikanterne oplever et lavere serviceniveau med MOTION. For sideretningerne kan der ligeledes ikke ses en tydelig tendens i morgensituationen. I eftermiddagssituationen har sideretningerne generelt det samme serviceniveau mellem de to styringssituationer. For venstresvingende fra Assensvej til Dalumvej og højresvingende fra Dalumvej til Assensvej er tendensen, at trafikken i morgenperioden oplever et højere serviceniveau med MOTION og det samme serviceniveau om eftermiddagen.

Kryds	ID	Tilfart		Forskel i trængselsniveau		Forskel i serviceniveau	
				M	E	M	E
239	1	Assensvej N	L+H	Lavere trængsel med MOTION	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	2	Assensvej S	V	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	3	Assensvej S	L	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	4	Krùgersvej V	V+H	Ens trængselsniveau	Lavere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
249	1	Assensvej N	L+H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Højere forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
	2	Assensvej S	V+L	Højere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	3	Assensvej S	L	Højere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	4	Gustav Joh. Vej V	V+H	Lavere trængsel med MOTION	Ens trængselsniveau	Mindre forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
138	1	Assensvej N	V	Lavere trængsel med MOTION	Ens trængselsniveau	Mindre forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
	2	Assensvej N	L+H	Ens trængselsniveau	Lavere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	3	Assensvej S	L+H	Højere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
	4	Clausens Allé V	V	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	5	Clausens Allé V	L+H	Højere trængsel med MOTION	Ens trængselsniveau	Højere forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
	6	Dalumvej Ø	L+V	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	7	Dalumvej Ø	H	Ens trængselsniveau	Højere trængsel med MOTION	Mindre forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
139	1	Assensvej N	L+H+V	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	2	Assensvej S	L+H+V	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Højere forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
	3	Majas Allé V	L+H+V	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	4	Majas Allé Ø	L+H+V	Lavere trængsel med MOTION	Ens trængselsniveau	Mindre forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
117	1	Assensvej N	V	Højere trængsel med MOTION	Højere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION
	2	Assensvej N	L	Højere trængsel med MOTION	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	3	Assensvej N	H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	4	Assensvej S	V	Ens trængselsniveau	Højere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Højere forsinkelse med MOTION
	5	Assensvej S	L	Højere trængsel med MOTION	Højere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	6	Assensvej S	H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	7	Sanderumvej V	V	Ens trængselsniveau	Lavere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Mindre forsinkelse med MOTION
	8	Sanderumvej V	L+H	Lavere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Mindre forsinkelse med MOTION
	9	Ellejærvej Ø	L+H+V	Lavere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Mindre forsinkelse med MOTION
140	1	Assensvej N	V	Ens trængselsniveau	Højere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION
	2	Assensvej N	L	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	3	Assensvej N	H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	4	Assensvej S	V	Lavere trængsel med MOTION	Højere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	5	Assensvej S	L	Højere trængsel med MOTION	Ens trængselsniveau	Højere forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
	6	Assensvej S	H	Ens trængselsniveau	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	7	Vestre Boulevard V	V	Ens trængselsniveau	Lavere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau
	8	Vestre Boulevard V	L+H	Lavere trængsel med MOTION	Ens trængselsniveau	Ens serviceniveau	Ens serviceniveau
	9	Vestre Boulevard Ø	V	Lavere trængsel med MOTION	Lavere trængsel med MOTION	Ens serviceniveau	Højere forsinkelse med MOTION
	10	Vestre Boulevard Ø	L+H	Ens trængselsniveau	Lavere trængsel med MOTION	Højere forsinkelse med MOTION	Ens serviceniveau

Tabel 6.17: Forskel i trængsels- og serviceniveau mellem de to styringssituationer for 12.03 2009.

I tabellerne kan opnås ni kombinationsmuligheder, som med udgangspunkt i sammenhængen mellem trængsels- og serviceniveau, som angivet i afsnit 6.2.3 - *Sammenhæng mellem trængsels- og serviceniveau*, kan indikerer hvorvidt der opnås en bedre trafikafvikling ved styringen med MOTION end med tilbagefaldsprogrammerne. De ni kombinationsmuligheder af forskellen i trængsels- og serviceniveau fremgår nedenfor med betydningen for trafikafviklingen:

1. Ens trængsels- og serviceniveau giver den samme trafikafvikling.
2. Ens trængselsniveau og lavere serviceniveau giver en dårligere trafikafvikling.
3. Ens trængselsniveau og højere serviceniveau giver en bedre trafikafvikling.
4. Lavere trængselsniveau og ens serviceniveau giver en bedre trafikafvikling.
5. Lavere trængsels- og serviceniveau er ikke entydig og trafikafviklingen skal derfor bestemmes individuelt i hver situation.
6. Lavere trængselsniveau og højere serviceniveau giver en bedre trafikafvikling.
7. Højere trængselsniveau og ens serviceniveau giver en dårligere trafikafvikling.

8. Højere trængselsniveau og lavere serviceniveau giver en dårligere trafikafvikling.
9. Højere trængsels- og serviceniveau er ikke entydig og trafikafviklingen skal derfor bestemmes individuelt i hver situation.

Af tabel 6.15, tabel 6.16 og tabel 6.17 fremgår det ikke, hvor store forskellene er mellem de to styringssituationer samt hvilken kategori af trafikafvikling der opnås i de to styringssituationer, jf. figur 6.10 i *afsnit 6.2.3 - Sammenhæng mellem trængsels- og serviceniveau*. Dette illustreres i det efterfølgende og benyttes til en vurdering af trafikafviklingen for de to styringssituationer i morgen- og eftermiddagsperioderne.

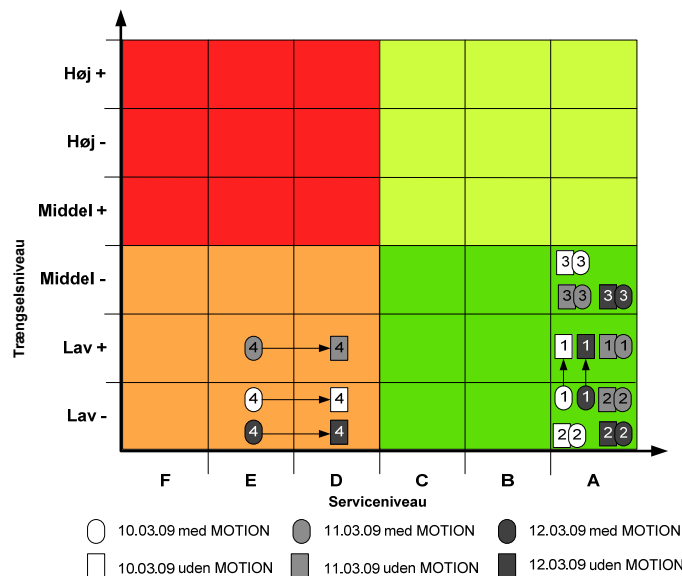
Der er udarbejdet en illustration for hvert kryds med udgangspunkt i figur 6.10, som viser, retningernes placering i figuren for henholdsvis beregningsperioderne om morgenen og eftermiddagen for de tre dage, illustreret med hver sin farve. Ud fra illustrationerne fremgår bevægelserne mellem de to styringssituationer, som pil, der har udgangspunkt i styringssituationen med MOTION. De enkelte retninger i krydset er i illustrationerne nummereret ud fra ID-nummeret, som fremgår i ovenstående tabeller med resultaterne.

6.3.1 Sammenligning af styringssituationerne i morgenperioderne

Ud fra figur 6.11 fremgår det, at der er for kryds 239 om morgenen er få bevægelser mellem de to styringssituationer, samt at de kun bevæger sig kun inden for samme kategori af trafikafviklingen. Pilene i figuren indikerer, at der for Assensvej nord opnås en lavere belastningsgrad ved styringen med MOTION, mens sideretningen får en lavere middelforsinkelse ved styringen med tilbagefaldsprogrammerne. Forskellen mellem de to styringssituationer skyldes, at der ved styringen med MOTION er en højere omløbstid og grøntid for Assensvej, hvorfor sideretningen får en højere rødtid.

For Assensvej i begge retninger opnås en *meget god trafikafvikling*, mens sideretningen opnår en *dårlig trafikafvikling*.

Det konkluderes, at sideretningen i kryds 239 har en bedre trafikafvikling ved styringen med tilbagefaldsprogrammerne.

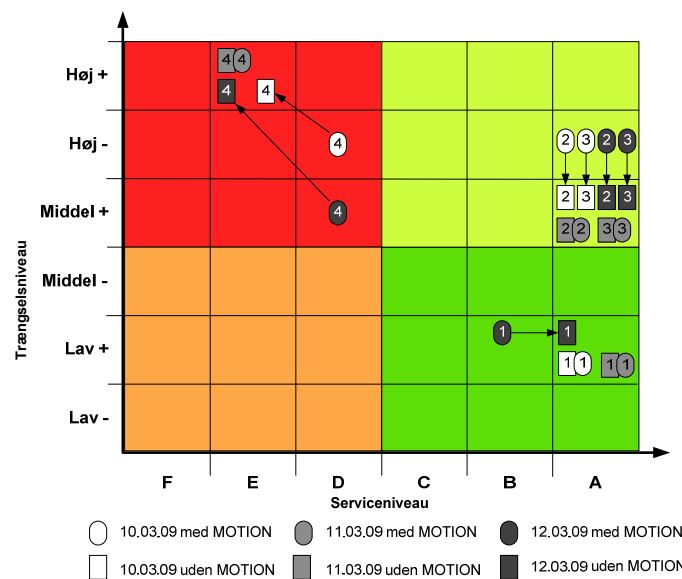


Figur 6.11: Forskelle i resultater for de to styringssituationer for kryds 239 om morgenen.

Morgensituationerne for de tre dage for kryds 249 fremgår af figur 6.12, hvor det ses, at bevægelserne mellem de to styringssituationer er indenfor samme kategori af trafikafviklingen. Pilene i figuren indikerer, at der generelt for Assensvej opnås en bedre trafikafvikling ved styringen med tilbagefaldsprogrammerne, hvilket også er tilfældet for sideretningen.

For Assensvej nord opnås en *meget god trafikafvikling* og en *god trafikafvikling* for Assensvej syd. Derimod opnår sideretningen en *meget dårlig trafikafvikling*.

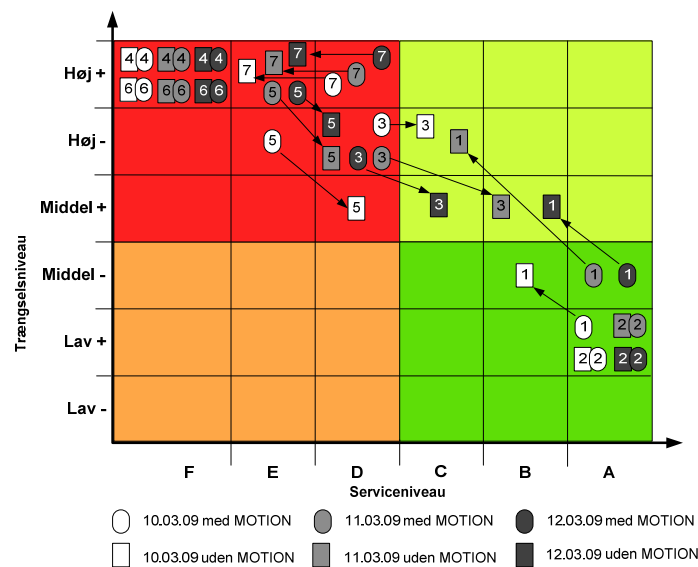
Det konkluderes, at sideretningen i kryds 249 har en bedre trafikafvikling ved styringen med MOTION, mens hovedretningerne opnår den bedste trafikafvikling med tilbagefaldsprogrammerne.



Figur 6.12: Forskelle i resultater for de to styringssituationer for kryds 249 om morgenen.

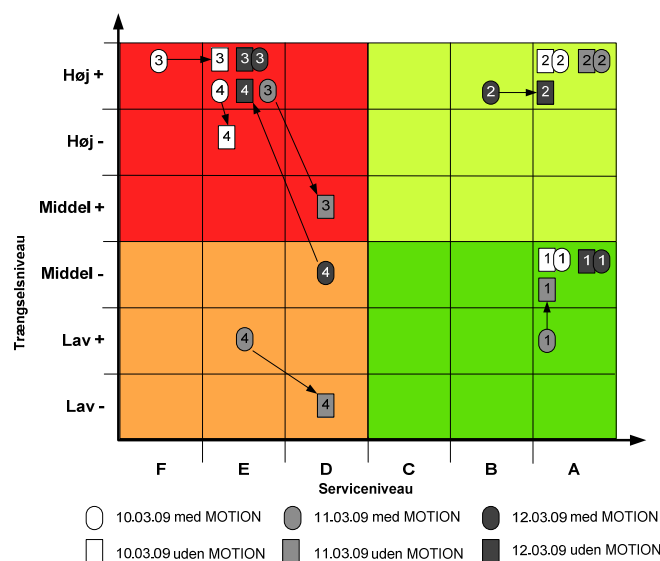
Ud fra figur 6.13 fremgår det, at sideretningerne i kryds 138 har den dårligste trafikafvikling i krydset på *meget dårlig trafikafvikling*. Bevægelserne mellem de to styringssituationer er for sideretningerne og ligeudkørende fra Assensvej nord indenfor samme kategori af trafikafvikling. Pilene indikerer, at venstresvingende fra Clausens Allé opnår en dårligere trafikafvikling ved styringen med MOTION, mens højresvingende fra Dalumvej opnår en bedre trafikafvikling med MOTION. Ligeledes fremgår det, at styringen med MOTION giver en bedre trafikafvikling af venstresvingende fra Assensvej til Dalumvej. For Assensvej fra syd er der opnået en bedre trafikafvikling ved styringen med tilbagefaldsprogrammerne.

For kryds 138 kan det konkluderes, at der for de to store retninger venstresvingende fra Assensvej nord mod Dalumvej og højresvingende fra Dalumvej mod Assensvej nord opnår en bedre trafikafvikling med MOTION.



Figur 6.13: Forskelle i resultater for de to styringssituationer for kryds 138 om morgenen.

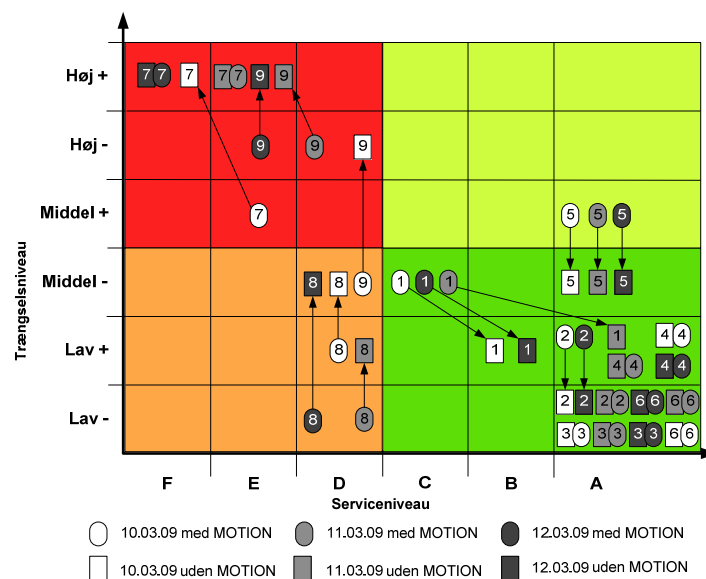
Af figur 6.14 fremgår det, at bevægelserne mellem de to styringssituationer er indenfor sammen kategori af trafikviklingen med undtagelse af der for sideretningen Majas Allé fra øst. Tendensen for Majas Allé fra vest er, at der opnås en bedre trafikafvikling for styringen med tilbagefaldsprogrammerne. I krydset er der en tendens til at sideretningerne opnår en meget dårlig trafikafvikling, mens Assensvej Nord har en *meget god trafikafvikling* og Assensvej syd en *god trafikafvikling*.



Figur 6.14: Forskelle i resultater for de to styringssituationer for kryds 139 om morgenen.

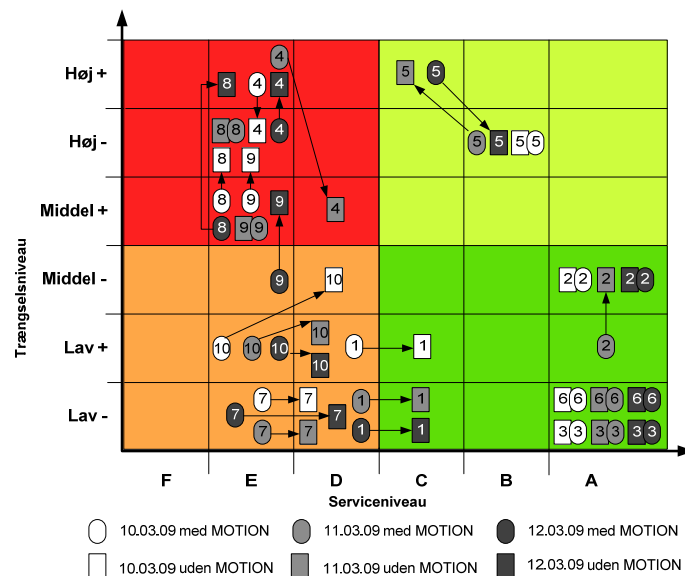
Ud fra figur 6.15 fremgår det, at ligeudkørende for Assensvej mod nord i kryds 117 har en bedre trafikafvikling ved styringen med tilbagefaldsprogrammerne. For de øvrige retninger i hovedretningerne er bevægelserne mellem de to styringssituationer indenfor samme kategori af trafikafvikling. Sideretningerne opnår den dårligste trafikafvikling i krydset for begge styringssituationer. Specielt for venstresvingende fra Sanderumvej og trafikken fra Ellekjærvej.

For kryds 117 kan det konkluderes, at der ved styringen med MOTION opnås en bedre trafikafvikling for sideretningerne, mens bevægelserne i hovedretningerne viser, at der opnås en dårligere trafikafvikling.



Figur 6.15: Forskelle i resultater for de to styringssituationer for kryds 117 om morgenen.

Af figur 6.16 fremgår det at trafikafviklingen for venstresvingende fra Assensvej nord i kryds 140 er bedre ved styringen med tilbagefaldsprogrammerne. For de øvrige retninger i krydset generelt opnås den samme trafikafviklingen mellem de to styringssituationer, da bevægelserne herimellem er inden for samme kategori af trafikafviklingen. I krydset opnår venstresvingende fra øst, ligeudkørende og højresvingende fra vest samt venstresvingende fra syd den dårligste trafikafvikling.

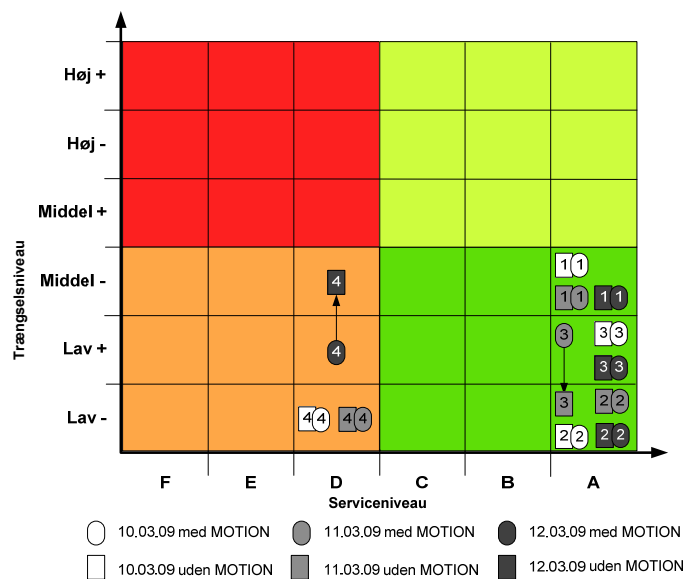


Figur 6.16: Forskelle i resultater for de to styringssituationer for kryds 140 om morgenen.

Overordnet kan det konkluderes, at der i morgensituationen for begge styringssituationer er en dårlig trafikafvikling af sideretningerne i de seks kryds. Generelt for de seks kryds er forskellene mellem de to styringssituationer indenfor den samme kategori af trafikafviklingen, hvilket indikerer, at der for beregningsperioderne om morgenen for de tre dage er en ens trafikafvikling mellem de to styringssituationer. Det er ingen tydelige tendens for trafikafviklingen mellem de to styringssituationer.

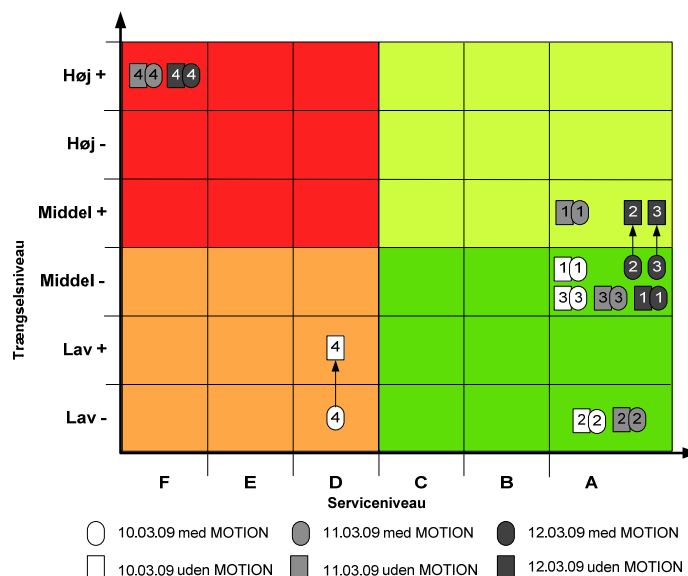
6.3.2 Sammenligning af styringssituationerne i eftermiddagsperioderne

Af figur 6.17 fremgår, det at bevægelserne mellem de to styringssituationer for kryds 239 om eftermiddag er indenfor de samme kategorier af trafikafviklingen. Sideretningen opnår en *dårlig trafikafvikling*, mens hovedretningerne har en *meget god trafikafvikling*. Det konkluderes, at der opnås den samme trafikafvikling mellem de to styringssituationer.



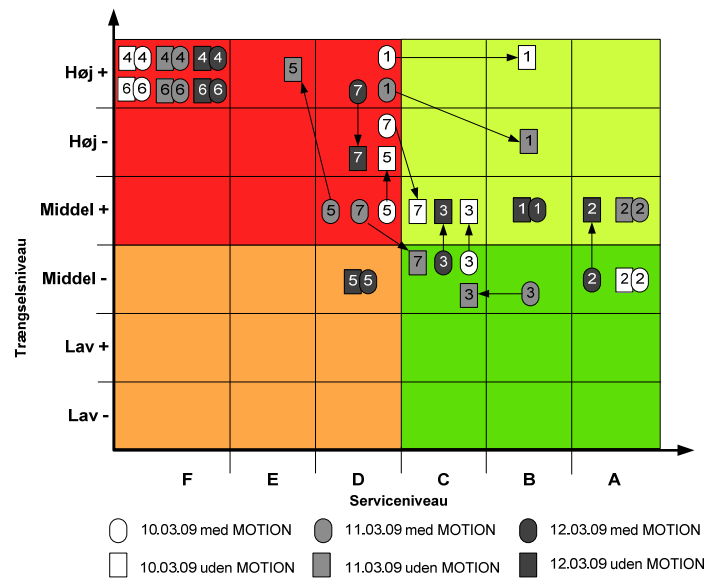
Figur 6.17: Forskelle i resultater for de to styringssituationer for kryds 239 om eftermiddagen.

Ud fra figur 6.18 fremgår det for kryds 249, at der er få bevægelser mellem de to styringssituationer. Der er en tendens til, at sideretningen opnår en *meget dårlig trafikafvikling*, mens hovedretningen har en *meget god trafikafvikling*. Generelt vurderes, det at der opnås den samme trafikafvikling i begge styringssituationer.



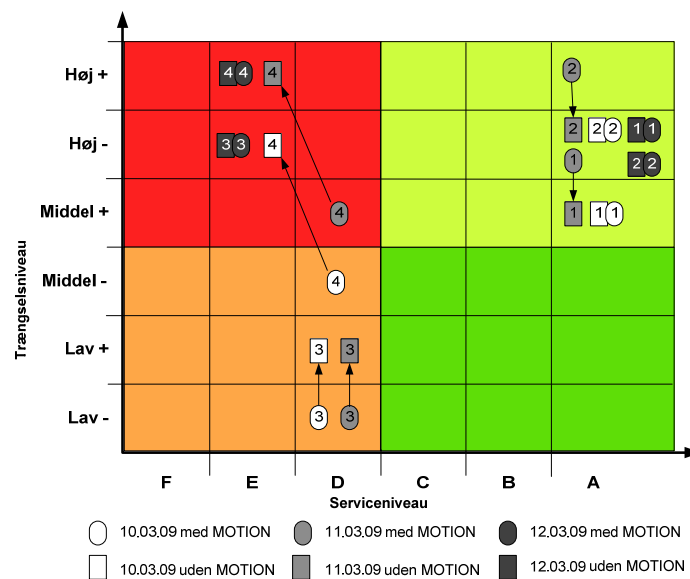
Figur 6.18: Forskelle i resultater for de to styringssituationer for kryds 249 eftermiddagen.

Ud fra figur 6.19 for kryds 138, fremgår det, at venstresvingende fra Assensvej nord til Dalumvej opnår en bedre trafikafvikling ved styringen med tilbagefaldsprogrammerne. Dette er også tilfældet for højresvingende fra Dalumvej. Assensvej syd og trafikken fra Clausens Allé opnår en bedre trafikafvikling med MOTION. Sideretningerne opnår generelt en *meget dårlig trafikafvikling* i krydset.



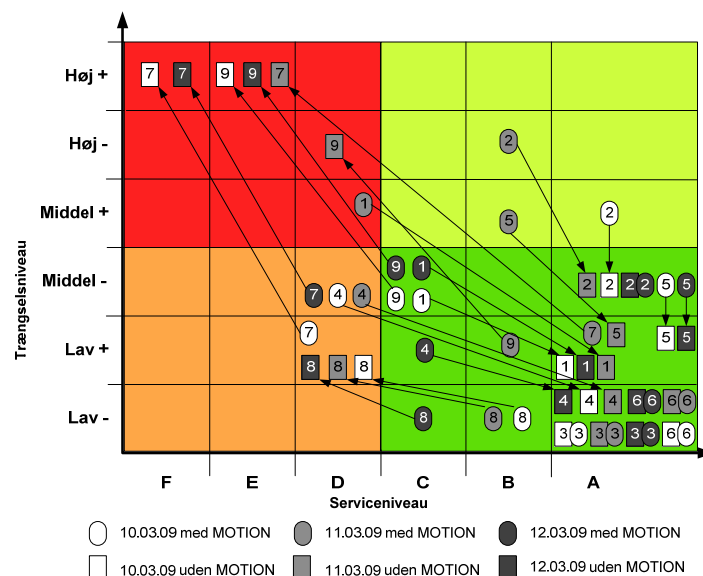
Figur 6.19: Forskelle i resultater for de to styringssituationer for kryds 138 om eftermiddagen.

Ud fra figur 6.20 for kryds 139, fremgår det, at der for sideretningerne opnås en bedre trafikafvikling ved styringen med MOTION. For Assensvej er trafikafviklingen i de to styringssituationer tilnærmelsesvis ens. Sideretningerne opnår den dårligste trafikafvikling, mens hovedretningerne opnår en *god trafikafvikling* i krydset.



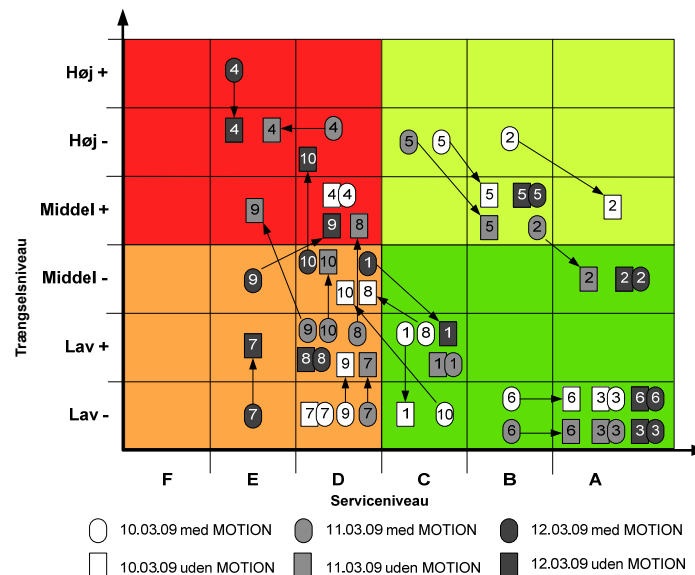
Figur 6.20: Forskelle i resultater for de to styringssituationer for kryds 139 om eftermiddagen.

Af figur 6.21 for kryds 117 fremgår det, at trafikafviklingen for sideretningerne er bedre ved styringen med MOTION. For venstresvingende fra Assensvej syd og nord samt ligeudkørende fra Assensvej nord er der generelt opnået en bedre trafikafvikling ved styringen med tilbagefaldsprogrammerne.



Figur 6.21: Forskelle i resultater for de to styringssituationer for kryds 117 om eftermiddagen.

Ud fra figur 6.22 for kryds 140 fremgår, at den generelle tendens for sideretningerne er, at der opnås en bedre trafikafvikling ved styringen med MOTION. Modsat viser den generelle tendens for hovedretningerne i begge retninger, at der opnås en bedre trafikafvikling med tilbagefaldsprogrammerne. Sideretningerne opnår den dårligste trafikafvikling i krydset.



Figur 6.22: Forskelle i resultater for de to styringssituationer for kryds 140 om eftermiddagen.

Den generelle tendens for de seks kryds mellem de to styringssituationer er at sideretningerne opnår den bedste trafikafvikling ved styringen med MOTION. Sideretningerne er dog generelt placeret i *meget dårlig trafikafvikling* eller *dårlig trafikafvikling*, mens hovedretningerne generelt er placeret i *meget god trafikafvikling* eller *god trafikafvikling*.

6.3.3 Sammenligning af kølængder

Ud fra de beregnede kølængder i Dankap, jf. Bilag E: Kølængder fra Dankap, som overskrideres i 5 % af beregningsperioden, bliver de kritiske kølængder mellem krydsene for hovedretningerne ikke overskredet. Det fremgår derimod, at kølængderne har en stor variation mellem de tre dage og de to styringssituationer. Figur 6.23 er en illustration af de største beregnede kølængder i hvert kryds for de to styringssituationer. Illustrationen viser ikke et billede af kølængderne for et bestemt tidspunkt, men de længste kølængder, som er beregnet, og som ikke nødvendigvis forekommer på samme tidspunkt. Reelt kan nogle af kølængderne

være større end vist, da køerne fra separate svingspor kan spærre for ligeud spor, hvilket Dankap ikke tager højde for.

Af figur 6.23 fremgår det, at kølængderne for hovedretningerne generelt er længere ved styringen med MOTION end med tilbagefaldsprogrammer, og at forskellen er størst for hovedretningen mod nord. For sideretningerne fra vest er det ligeledes situationerne med MOTION, som generelt giver nogle større kølængder med undtagelse af kryds 117, hvor situationen med tilbagefaldsprogrammer har større kølængder. Sideretningerne fra øst opnår generelt i krydsene en højere kølængde ved styringen med tilbagefaldsprogrammer.



Figur 6.23: Illustration af de største beregnede kølængder for hvert kryds med og uden MOTION. Rød indikerer kølængden med MOTION og gul indikerer kølængden uden MOTION. (Ikke målfast)

Den største kølængde opnås for de venstresvingende fra Clausens Allé i kryds 138 med en længde på over 500 meter, som illustreret i figur 6.24. Eftersom venstresvingssporet ikke rækker så langt, vil de venstresvingende skulle dele spor med ligeudkørende og højresvingende, hvorfor kølængden reelt vil være længere.



Figur 6.24: Illustration af den højeste kølængden beregnet i Dankap, som overskrides i 5% af beregningsperioden.

Køproblemerne for venstresvingende fra Clausens Allé kan afhjælpes ved at ændre ved omløbstiden i signalanlægget eller ændre i grøntidsfordelingen, så sideretningerne – fase 3 – opnår en længere grøntid. En ændring af grøntidsfordelingen og omløbstiden vil have negative konsekvenser for hovedretningen, som vil opnå en kortere grøntid.

Generelt for alle retninger i de seks kryds er, at kølængderne kan blive, så lange at de spærre for sidevejstrafik uden signalregulering.

6.3.4 Diskussion af resultater

I metode 1 foretages en del antagelser, som betyder, at det ikke er de virkelige situationer, der sammenlignes. Resultaterne for metode er derfor ikke så pålidelige, at de kan vise en entydig konklusion, som generelt gælder for styring af signalanlæg med MOTION.

Ud fra litteraturen er MOTION blev vurderet ved to andre metoder. Én, hvor der var etableret forskellige typer af busprioritering i MOTION, hvor bussernes antal af stop, rejsetid og stoptid blev vurderet ud fra GPS-målinger. For den anden evaluering af MOTION, blev der udarbejdet en VISSIM-model, som baggrund for vurderingen af MOTION ud fra ventetiden, rejsetiden og antallet af stop. I begge evalueringerne blev det fundet, at MOTION var bedre end de oprindelige signalprogrammer. Af litteraturen fremgår ikke hvilke antagelser, som er foretaget,

hvilket egentligt må være det vigtigste ved en evaluering. Det er muligt at dreje resultaterne i den retning, som det ønskes, ved at skrue på de enkelte faktorer.

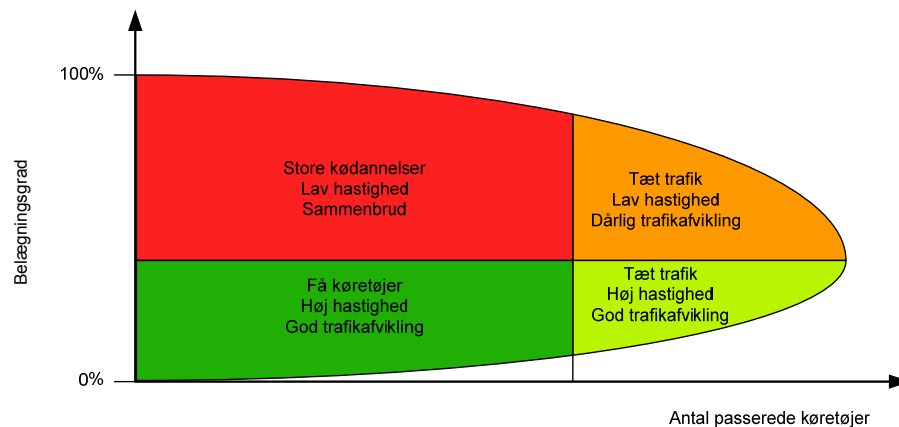
Ved dataindsamlingen af de to styringssituationer var det på forhånd ikke klargjort, hvilke data som skulle indsamles og kunne indsamles. Dette viste sig senere i processen, at være lidt uheldigt og at have betydning for resultaterne, da der blev foretaget antagelser i stedet. Ved fremtidige studier anbefales, det at vide hvilke data, som skal benyttes og undersøge om det er muligt indhente samtlige data.

Til fremtidige studier, hvor det ønskes at evaluere et adaptivt styresystem, kunne det være interessant, at undersøge forskellige metoder til evaluering af systemerne, for derved at kunne bestemme, hvorvidt de kommer med ens resultater og/eller hvilken som bedst kan benyttes.

6.4 Metode 2

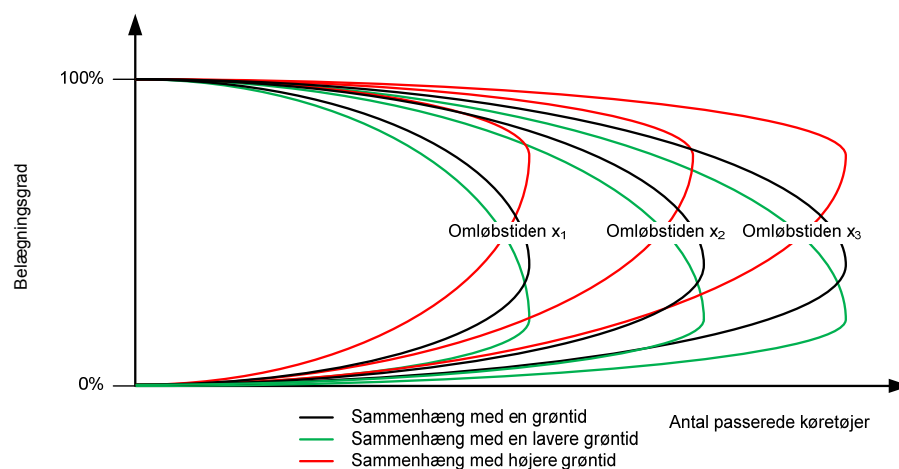
I metode 2 undersøges forskellene i trafikafviklingen for de to styringssituationer ud fra data indsamlet med detektorerne i hvert kryds for de tre dage med styring med MOTION, 10.-12.03 2009 og de tre dage med tilbagefaldsprogrammerne, 31.03-02.04 2009. For de tre dage med MOTION og de tre dage med tilbagefaldsprogrammerne opdeles hver dag i 6-minutters intervaller. Til hvert 6-minutters interval knyttes den indsamlede værdi for hver detektor af belægningsgraden, defineret som andelen af tidsintervallet detektoren er belagt og antallet af passerende køretøjer for de 6 minutter. Dette gøres ved grafisk at illustrere sammenhængen mellem belægningsgraden og antallet af køretøjer for hvert interval hen over de tre dage med og uden MOTION.

I henhold til vejdirektoratets *Håndbog i projektering af trafikstyrede signalanlæg* [Vejdirektoratet, 2006b] kan trafikafviklingen for hver detektor vurderes ud fra en teori om sammenhængen mellem detektorens belægningsgrad og antal passerende køretøjer. Teorien forudsætter, at det er den aktuelle trafiksituation, som ligger til grund for styringen af signalanlæggene. Af figur 6.25 fremgår princippet for sammenhængen med en beskrivelse af trafikafviklingen. Grænserne mellem hver kategori af trafikafviklingen er ikke klart defineres i håndbogen, men kan til dels bestemmes ud fra krydsets omløbstid og grøntidsfordeling.



Figur 6.25: Princip for trafikafviklingen ud fra sammenhængende mellem en detektors belægningsgrad og antal passerende køretøjer.

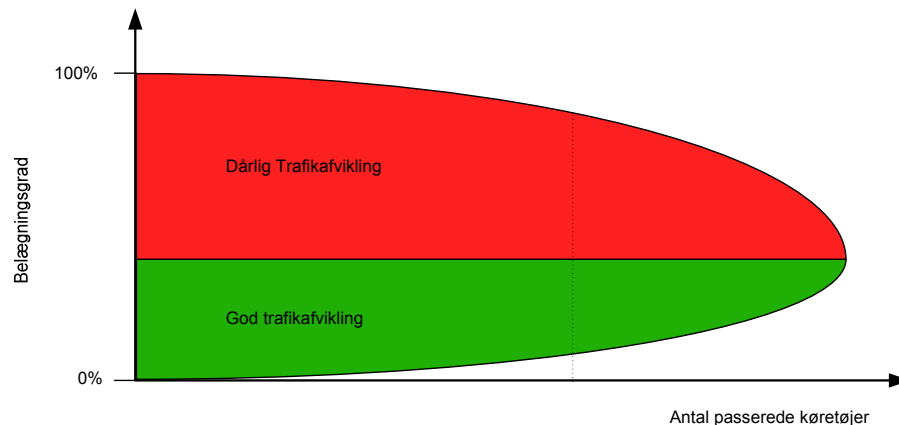
Omløbstiden og grøntiden for detektorens tilfartsspor til krydset har indflydelse på, hvor den vandrette grænse i figur 6.25 er placeret samt ved hvilken trafikmængde kurven vender. Dette er illustreret i figur 6.26, hvor det fremgår, at hvis der er varierende omløbstider, men med den samme grøntidsfordeling, vil kurven forskydes vandret. Kapaciteten i tilfartssporet er afhængig af omløbstiden, hvorfor der ved en højere omløbstid er en mindre kapacitet for sporet og der afvikles derfor færre køretøjer, så der opstår hurtigere tæt trafik og/eller kø. En lavere omløbstid giver en højere kapacitet, hvorfor flere køretøjer kan afvikles og der går længere tid inden der opstår kødannelser. Ligeledes fremgår det af figur 6.26, at der ved en konstant omløbstid, men med varierende grøntid vil være en lodret forskydning af kurven. Dette er også afhængigt af kapaciteten i tilfartssporet, som ved en lavere grøntid får en lavere kapacitet og ved en højere grøntid får en højere kapacitet.



Figur 6.26: Sammenhængen med omløbstiden, grøntiden og belægningsgraden.

Den lodrette grænse mellem god og dårlig trafikafvikling (mørke grøn og orange) på figur 6.25 kan bestemmes ud fra køretøjernes hastighed ud fra en definition om ved hvilket hastighedsinterval, der glidende trafik uden afviklingsproblemer og tæt trafik med afviklingsproblemer. Eller ud fra grænsen mellem lysegrøn og rød, hvor hastighedsintervallet for tæt trafik uden afviklingsproblemer og sammenbrud i trafikken.

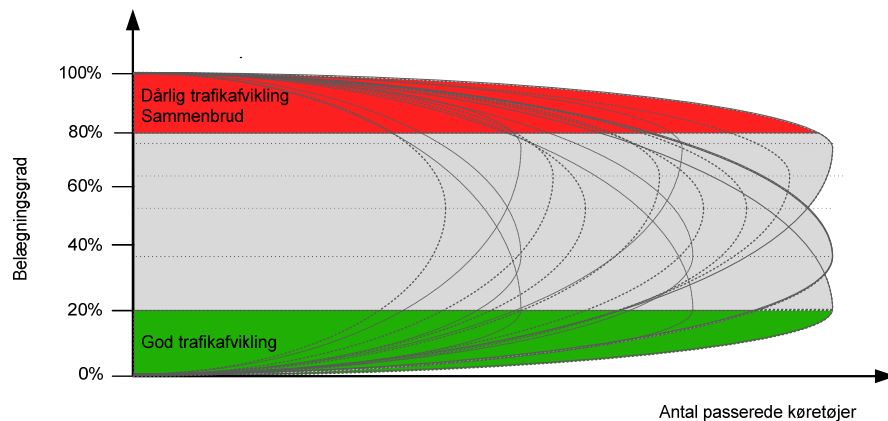
Ved dataindsamlingen for de to styringssituationer blev der ikke indhentet data om køretøjernes hastighed hen over detektoren, hvorfor de indsamlede data alene vurderes ud fra den lodrette grænse. Dette er illustreret i figur 6.27, hvor alt over grænsen defineres som dårlig trafikafvikling, mens alt under defineres som god trafikafvikling.



Figur 6.27: Princip for vurdering af de indsamlede data til sammenligning af trafikafviklingen for de to situationer.

For styringen med MOTION kan omløbstiden og grøntidsfordelingen i hvert kryds varierer hvert 6. minut. For styringen med tilbagefaldsprogrammerne varierer omløbstiden fire gange hen over døgnet, mens grøntidsfordelingen kan variere i hvert omløb. Det betyder, at der for hver detektor i de to styringssituationer vil dannes mange forskellige kurver, jf. figur 6.26, derfor vil det ikke være muligt at bestemme en lodret grænse, som er ens for alle kurver for detektoren.

Det antages dog, at detektoren har en god trafikafvikling for samtlige omløbstider og grøntidsfordelinger i begge styringssituationer ved en belægningsgrad på 20% eller mindre. Ligeledes antages, at der er en dårlig trafikafvikling for en belægningsgrad større end 80%. Dette er illustreret i figur 6.28.



Figur 6.28: Illustration af intervaller af belægningsgraden, hvor det antages, at der for detektoren opnås en god eller dårlig trafikafvikling samt en gråzone, som ikke kan defineres.

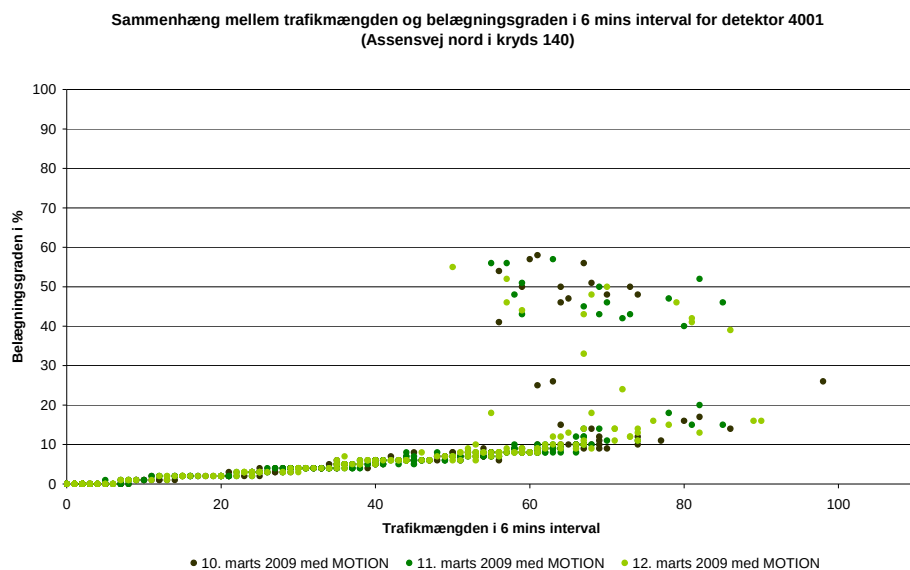
Sammenhængen mellem belægningsgraden og antal passerende køretøjer undersøges for hvor stor en andel af tidsperioden belægningsgraden er i intervallerne 0-20% - 21-40% - 41-60% - 61-80% og 81-100%. For de samme intervaller af belægningsgraden undersøges, hvor stor en andel af den samlede trafik, som befinder sig indenfor intervallerne. Dette undersøges for begge styringssituationer for derudfra at kunne sammenligne de to situationer. Intervallerne 21-40% - 41-60% samt 61-80% er i henhold til

figur 6.28 placeret i gråzonen, hvor det ikke er muligt at definere kategorien af trafikafviklingen.

6.5 Resultater af metode 2

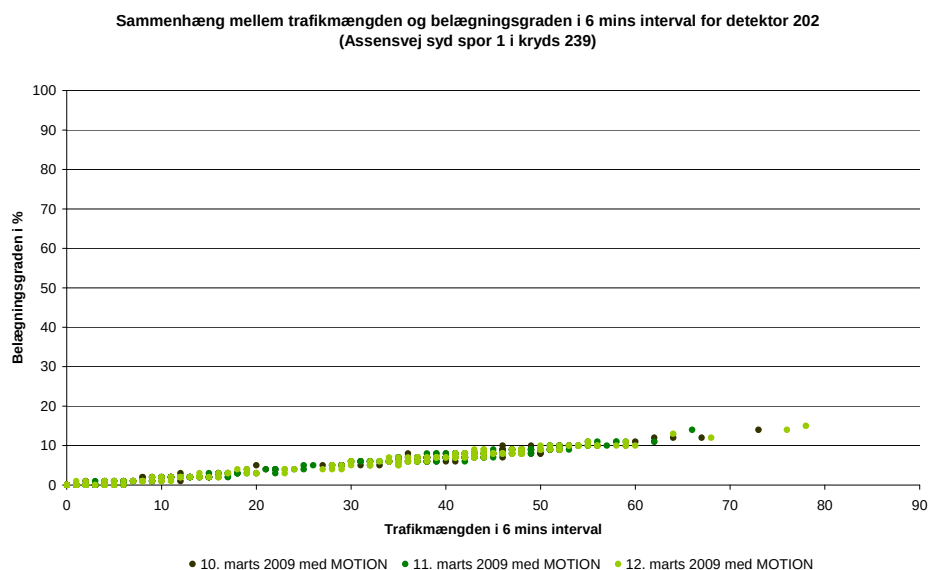
Sammenhængende mellem belægningsgraden og antal passerende køretøjer for 6-minutters intervaller for de tre dage med MOTION og de tre dage med tilbagefaldsprogrammerne, fremgår for hver detektor i de seks kryds i *Bilag F: Grafer til metode 2*. Placeringen af detektor i de enkelte kryds samt detektorens nummerering fremgår af krydstegningerne i Bilag A: Krydsudformning.

Figur 6.29 viser sammenhængen for en detektor, hvor der antydes, at kurverne vender, hvilket indikerer, at detektoren både har en god og dårlig trafikafvikling i løbet af de tre dage.



Figur 6.29: Detektor hvor det antydes, at kurverne vender og der hen over de tre dage både er en god og dårlig trafikafvikling.

Af figur 6.30 fremgår derimod sammenhængen for en detektor, hvor kurverne ikke har nået vendingspunktet, hvorfor der kun er god trafikafvikling.



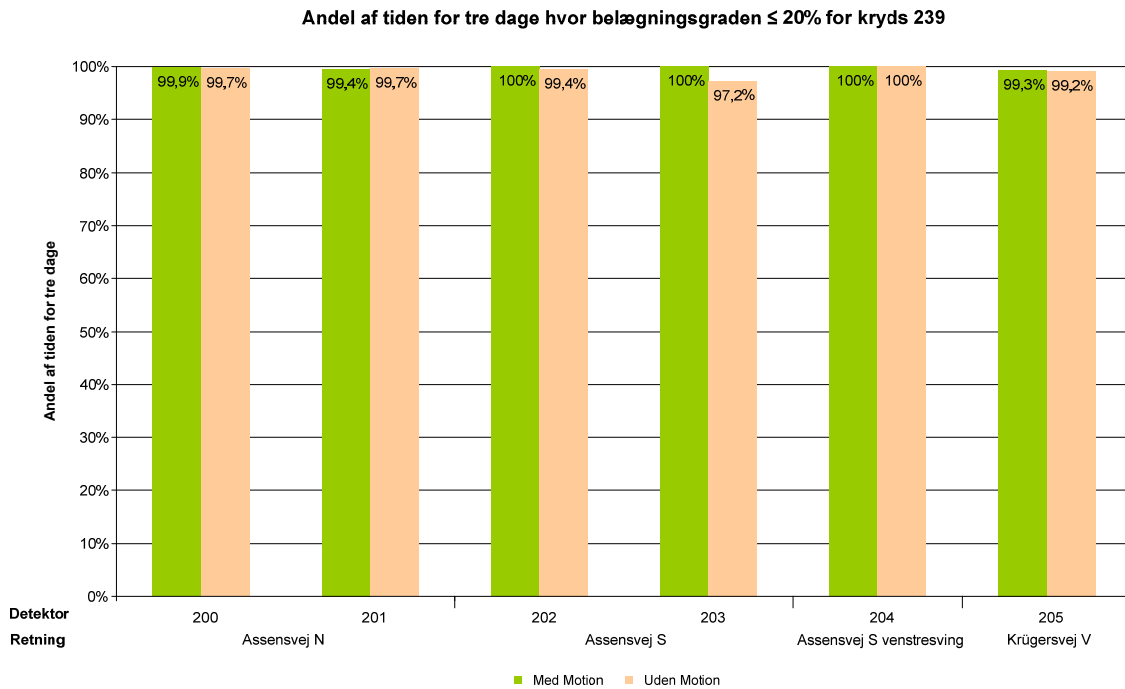
Figur 6.30: Detektor hvor der for de tre dage kun opnås en god trafikafvikling, da kurverne ikke har nået vendingspunktet.

6.5.1 Kryds 239

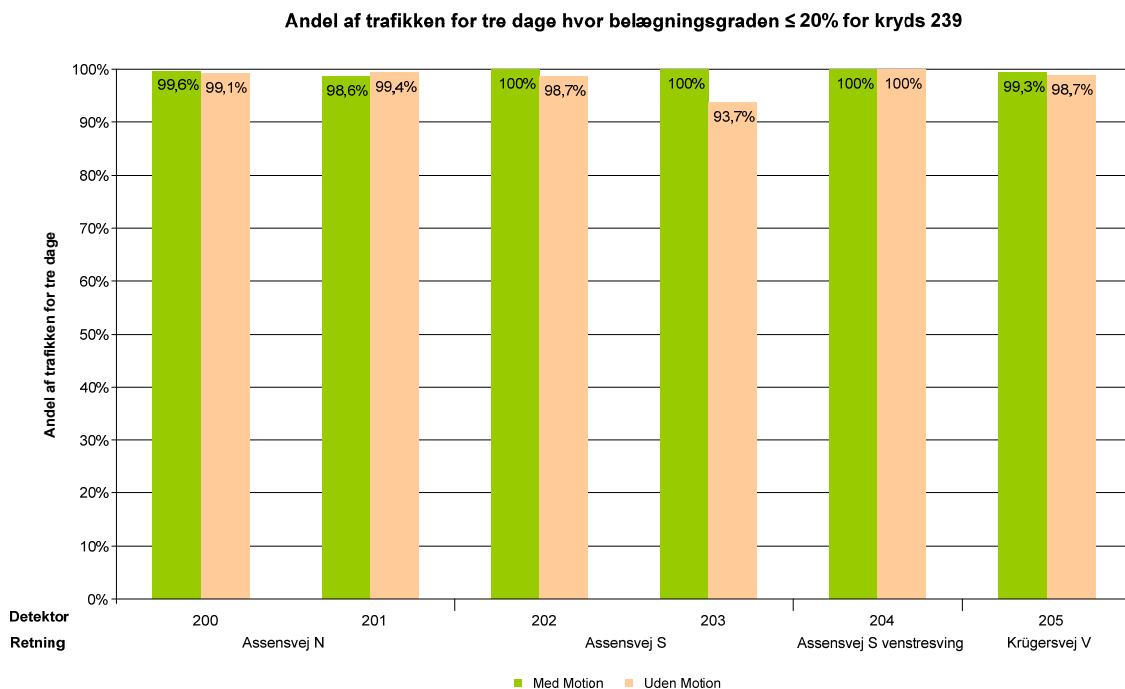
Sammenhængende mellem belægningsgraderne og trafikmængderne for detektorer (200-205) i kryds 239 fremgår af graferne i *Bilag F: Grafer til metode 2* for styringen med MOTION og styringen med tilbagefaldsprogrammerne. Ud fra graferne fremgår det, at der ved styringen med MOTION for detektorerne 200-204 er en god trafikafvikling, da der ikke er antydning af at kurverne vender. Yderligere fremgår det af figur 6.31, at næsten 100% af de 6-minutters intervaller for de tre dage har en belægningsgrad på 20% eller mindre. Sammenhængen for detektor 205, Krügersvej Vest, viser sammen med figur 6.31, at der for 4 tidsintervaller har været en belægningsgrad højere end 20%. Dette indikerer, at der for en trafikmængde på mindre end 1% af den samlede for de tre dage, jf. figur 6.32, har været en meget høj rødtid, hvormed detektoren har opnået en høj belægningsgrad og derved haft en dårligere trafikafvikling.

For styringen med tilbagefaldsprogrammerne er tendenserne for detektorerne den samme som styringen med MOTION, hvilket fremgår af graferne i *Bilag F: Grafer til metode 2*. Dog antydes, at sammenhængen for detektor 203, Assensvej Syd i det yderste spor, er tæt på vendingspunktet, hvilket også indikeres i figur 6.31, der angiver at andelen af tidsintervaller med en belægninggrad højere end 20% er knap 3%, svarende til 20 tidsintervaller for de tre dage. Andelen af køretøjer, hvor belægningsgraden er over 20% er på omkring 6%, hvilket giver en gennemsnitlig trafikmængde pr. interval på 73 køretøjer. Gennemsnittet af trafikmængderne pr. interval er for de tre dage 32 køretøjer.

Eftersom belægningsgraden for størstedel af tiden og trafikken er lavere end 20% for de tre dage med og uden MOTION, konkluderes det, at der er en god trafikafvikling for detektorerne i krydset.



Figur 6.31: Andel af tiden for de tre dage med MOTION og uden MOTION, hvor belægningsgraden $\leq 20\%$ for kryds 239.



Figur 6.32: Andel af trafikken for de tre dage med MOTION og uden MOTION, hvor belægningsgraden er $\leq 20\%$ for kryds 239.

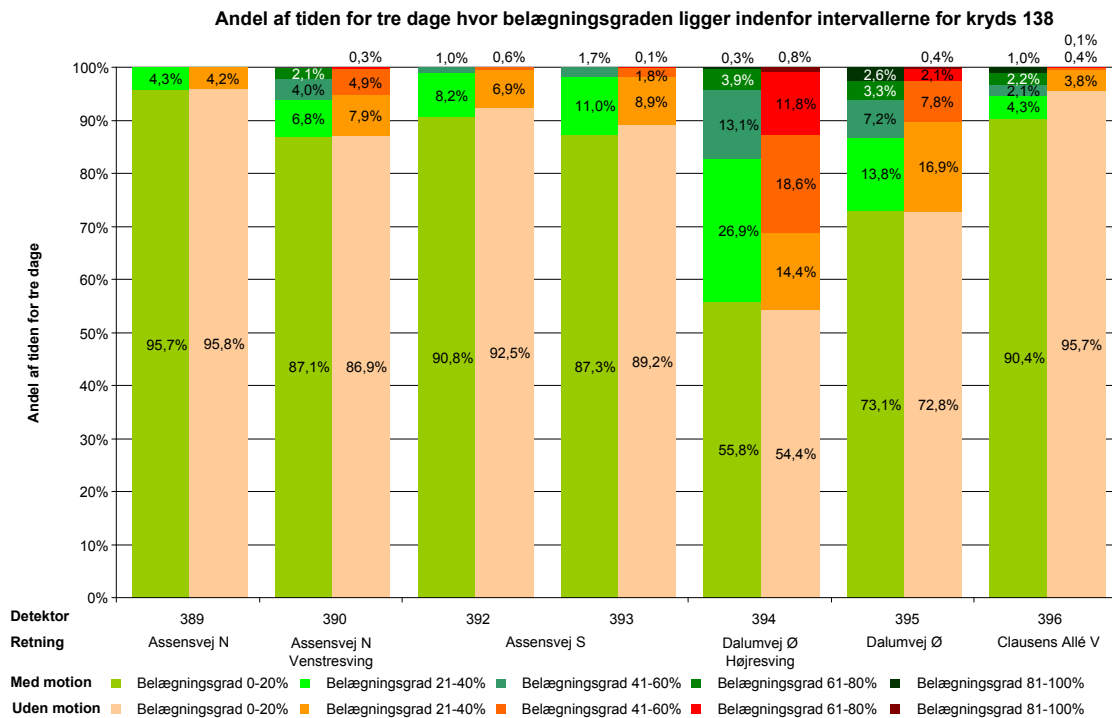
6.5.2 Kryds 249

Ud fra graferne i *Bilag F: Grafer til metode 2* for kryds 249 fremgår det, at der for begge styringssituationer i stort set alle tidsintervaller, er en belægningsgrad på 20% eller lavere. Det konkluderes derfor, at der er en god trafikafvikling for sideretningen, Gustav Johannsens Allé, i begge styringssituationer.

6.5.3 Kryds 138

I henhold til graferne i *Bilag F: Grafer til metode 2* for kryds 138 ses, at der for sammenhængen mellem belægningsgraden og antal passerede køretøjer for detektor 392 og 393, Assensvej Syd, er svagt vendende kurve. Dette er tilfældet for begge styringssituationer. Ligeledes fremgår det, at kurven for detektor 396, Clausens Allé Vest, også er svagt vendende, for styringen med tilbagefaldsprogrammerne. For detektor 390, Assensvej Nord venstresving, 394, Dalumvej Øst højresving, og 395, Dalumvej Øst, fremgår det tydeligt at kurverne vender i begge styringssituationer.

Ud fra figur 6.33 fremgår det, at alle detektorer har belægningsgrader over 20%, mens der for detektorerne, hvor der tydeligt ses en vending af kurven, opnås de højeste intervaller af belægningsgraden. Både detektor 394 og 395 har i begge styringssituationer belægningsgrader over 80%, og kun for styringen med MOTION for detektor 396, mens detektor 390 kun har belægningsgrader lavere end 80%.

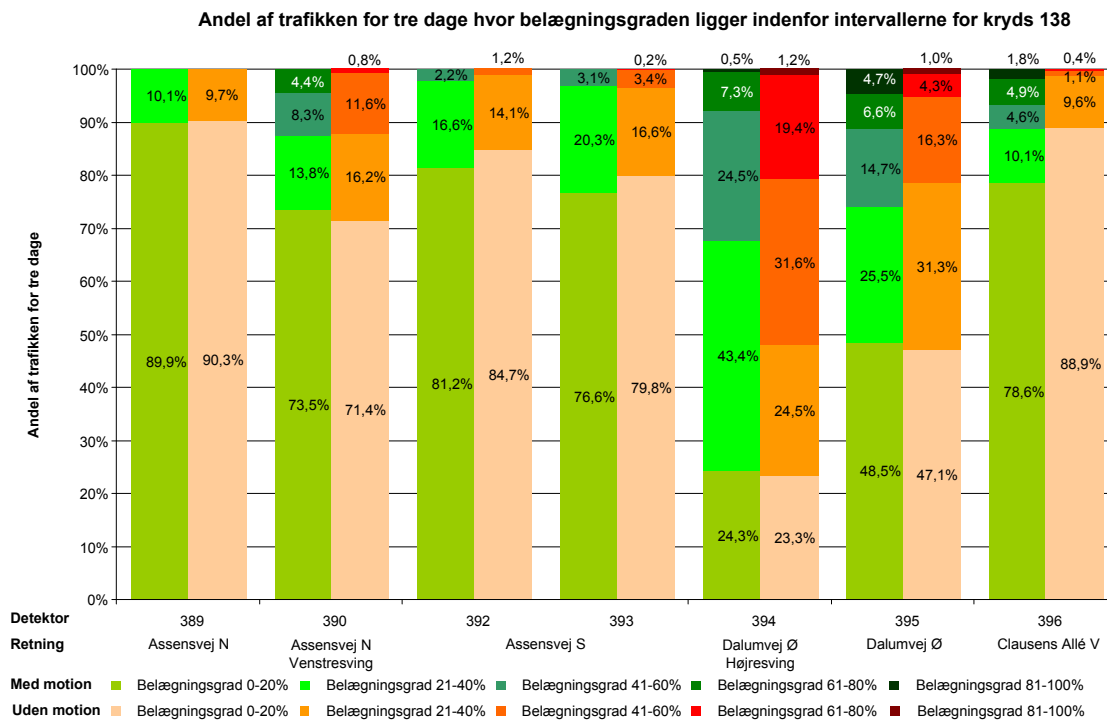


Figur 6.33: Andel af tiden for de tre dage med MOTION og uden MOTION for kryds 138, hvor belægningsgraden ligger indenfor intervallerne

Ud fra figur 6.33 og figur 6.34 kan det bestemmes, hvorvidt gennemsnittet af trafikmængderne pr. tidsinterval i intervallerne for belægningsgraden er større eller mindre end det samlede gennemsnit af trafikken pr. tidsinterval. Ud fra dette kan kurvens placering bestemmes ud fra aksen med antal passerende køretøjer på graferne i Bilag F: Grafer til metode 2. Kriterierne fremgår af nedenstående for et interval af belægningsgraden for en detektor:

- Hvis andelen af tiden for de tre dage er mindre end andelen af trafikken for de tre dage, så er den gennemsnitlige trafikmængde pr. tidsinterval højere end den samlede gennemsnitlige trafikmængde pr. tidsinterval.
- Hvis andelen af tiden for de tre dage er større end andelen af trafikken for de tre dage, så er den gennemsnitlige trafikmængde pr. tidsinterval lavere end den samlede gennemsnitlige trafikmængde pr. tidsinterval.
- Hvis andelen af tiden for de tre dage tilnærmelsesvis er det samme som andelen af trafikken for de tre dage, så er den gennemsnitlige trafikmængde pr. tidsinterval omtrent det samme som den samlede gennemsnitlige trafikmængde pr. tidsinterval.

Ud fra betragtningerne om trafikmængderne ses i figur 6.34, at den gennemsnitlige trafikmængde pr. tidsinterval, for intervaller af belægningsgraden højere end 20%, er højere end den samlede gennemsnitlige trafikmængde pr. tidsinterval. Dette er ens for alle detektorer med undtagelse af 394, Dalumvej Øst højresvingende, hvor værdierne er tilnærmelsesvis ens. Dette indikerer, at kurverne bevæger sig mod højere belægningsgrad.



Figur 6.34: Andel af trafikken for de tre dage med MOTION og uden MOTION for kryds 138, hvor belægningsgraden ligger indenfor intervallerne.

Ud fra figur 6.33 og figur 6.34 samt graferne i Bilag F: Grafer til metode 2 fremgår det, at der for detektor 389, Assensvej Nord, opnås den samme trafikafvikling mellem de to styringssituationer. De højeste trafikmængder pr. tidsinterval ligger her i intervallet 70-90 køretøjer pr. tidsinterval.

For højresvingende fra Assensvej Nord opnås tilnærmelsesvis den samme trafikafvikling, men med en lille tendens til at trafikafviklingen ved styringen med tilbagefaldsprogrammerne er bedre end med MOTION. De største trafikmængder pr. tidsinterval ligger for denne retning i intervallet 50-60 køretøjer pr. tidsinterval for styringen med MOTION og 60-70 for styringen med tilbagefaldsprogrammerne.

Generelt for Assensvej Syd er der en tendens til, at trafikafviklingen ved styringen med tilbagefaldsprogrammerne er bedre end MOTION. De største trafik-

mængder pr. tidsinterval ligger for Assensvej Syd i intervallet 40-55 køretøjer pr. tidsinterval.

For sideretningerne, uden højresvingende fra øst, er der en tendens til at der er en bedre trafikafvikling ved styringen med tilbagefaldsprogrammerne. Sideretningernes højeste trafikmængder pr. tidsinterval ligger i intervallet 25-35 køretøjer pr. tidsinterval.

Som den eneste retning i krydset har højresvingende fra Dalumvej Øst en bedre trafikafvikling ved styringen med MOTION. De højeste trafikmængder pr. tidsinterval ligger i intervallet 60-80 køretøjer pr. tidsinterval ved styringen med MOTION og 50-60 ved styringen med tilbagefaldsprogrammerne.

Ud fra dette kan det konkluderes, at der for detektorer, hvor:

- Der er registreret høje trafikmængder i begge styringssituationer, er en ens trafikafvikling.
- Der er registreret middel trafikmængder med MOTION og høje trafikmængder uden MOTION, er en bedre trafikafvikling uden MOTION.
- Der er registreret lave trafikmængder i begge styringssituationer, er en bedre trafikafvikling uden MOTION.
- Der er registreret høje trafikmængder med MOTION og middel trafikmængder uden MOTION, er en bedre trafikafvikling med MOTION.

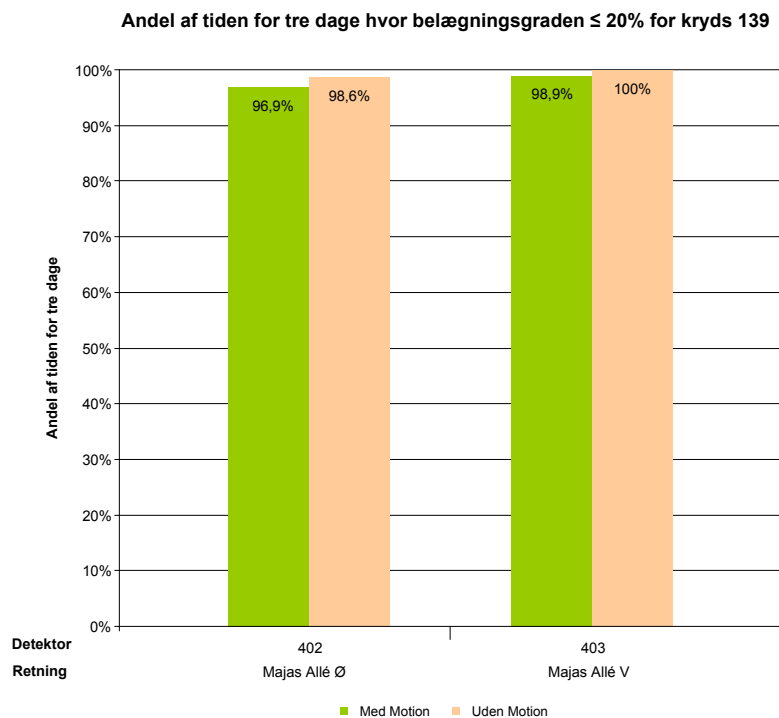
6.5.4 Kryds 139

Ud fra graferne for de to detektorer i kryds 139, jf. *Bilag F: Grafer til metode 2*, er der i de to styringssituationer ikke en tydelig tendens til at kurven vender på trods af, at belægningsgraden for enkelte tidsintervaller er højere end 20%. Af figur 6.35 fremgår det, at langt over 90% af tidsintervallerne har en belægningsgrad på 20% eller lavere. For de resterende tidsintervaller er langt de fleste placeret i intervallet 21-40% for belægningsgraden, mens enkelte ligger over 41%. Af graferne

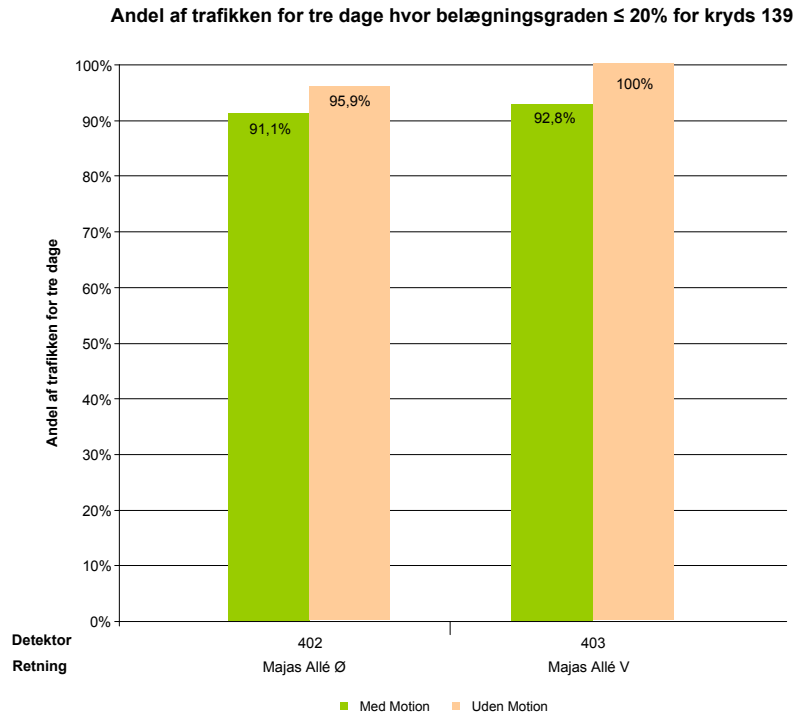
i

Bilag F: Grafer til metode 2 Bilag F: Grafer til metode 2 for kryds 139 fremgår det, at trafikmængderne med en belægningsgrad over 20% meget spredt i begge styringssituationer. For de to detektorer er trafikmængderne her højere end den gennemsnitlige trafikmængde pr. tidsinterval for de tre dage med henholdsvis 5 køretøjer for detektor 402 og 3 køretøjer for detektor 403. Andelen af trafikken for de tre dag, som har en belægningsgrad højere end 20% fremgår af figur 6.36.

Eftersom andelen af tidsintervallerne med en belægningsgrad under 20% er lavere for styringssituationen med MOTION samt at der er en større andel af trafikken for de tre dage ved en belægningsgrad over 20% med MOTION, konkluderes det, at MOTION generelt for de tre dage afvikler trafikken dårligere for sidevejene end tilbagefaldsprogrammerne. Generelt for de to styringssituationer opnås der en god trafikafvikling, da der for største delen af tiden er en belægningsgrad under 20%.



Figur 6.35: Andel af tiden for de tre dage med MOTION og uden MOTION, hvor belægningsgraden $\leq 20\%$ for kryds 139.



Figur 6.36: Andel af trafikken for de tre dage med MOTION og uden MOTION, hvor belægningsgraden $\leq 20\%$ for kryds 139.

6.5.5 Kryds 117

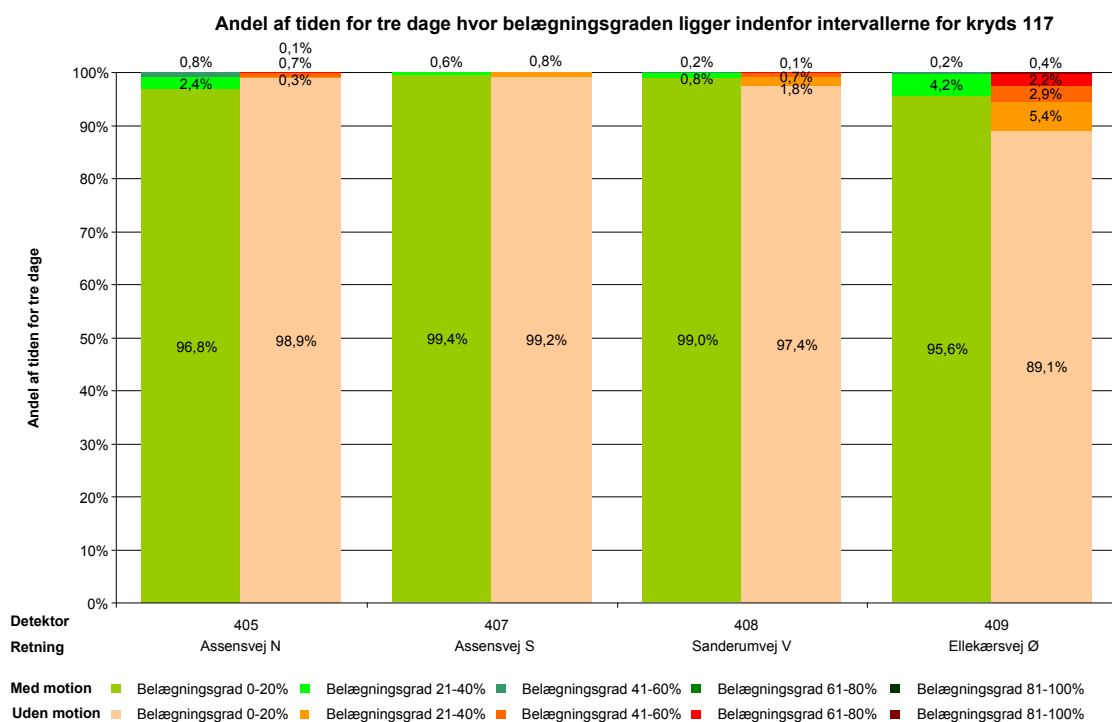
I henhold til graferne i *Bilag F: Grafer til metode 2* for kryds 117 ses, at sammenhængen for detektor 405, Assensvej Nord, og 409, Ellekærvej Øst, for styringen med MOTION, er tæt på vendingspunktet og tilnærmelsesvis har kurverne vendt. For styringen med tilbagefaldsprogrammerne ses, den samme tendens for detektor 409, Ellekærvej Øst, samt for detektor 408, Sanderumvej Vest. Af figur 6.37 fremgår disse detektorer, som dem der når de højeste intervaller af belægningsgraden. Kun detektor 409 for styringen med tilbagefaldsprogrammerne har belægningsgrader i intervallet 81-100%.

Generelt for de nævnte detektorer er andelen af trafikmængderne i intervallerne for belægningsgraden højere end andelen af tiden, jf. figur 6.38, hvorfor den gennemsnitlige trafikmængde pr. tidsinterval i intervallerne er større end det samlede gennemsnit pr. tidsinterval. Dette indikerer, at værdierne for belægningsgraden pr. tidsinterval her har en høj værdi for trafikmængden.

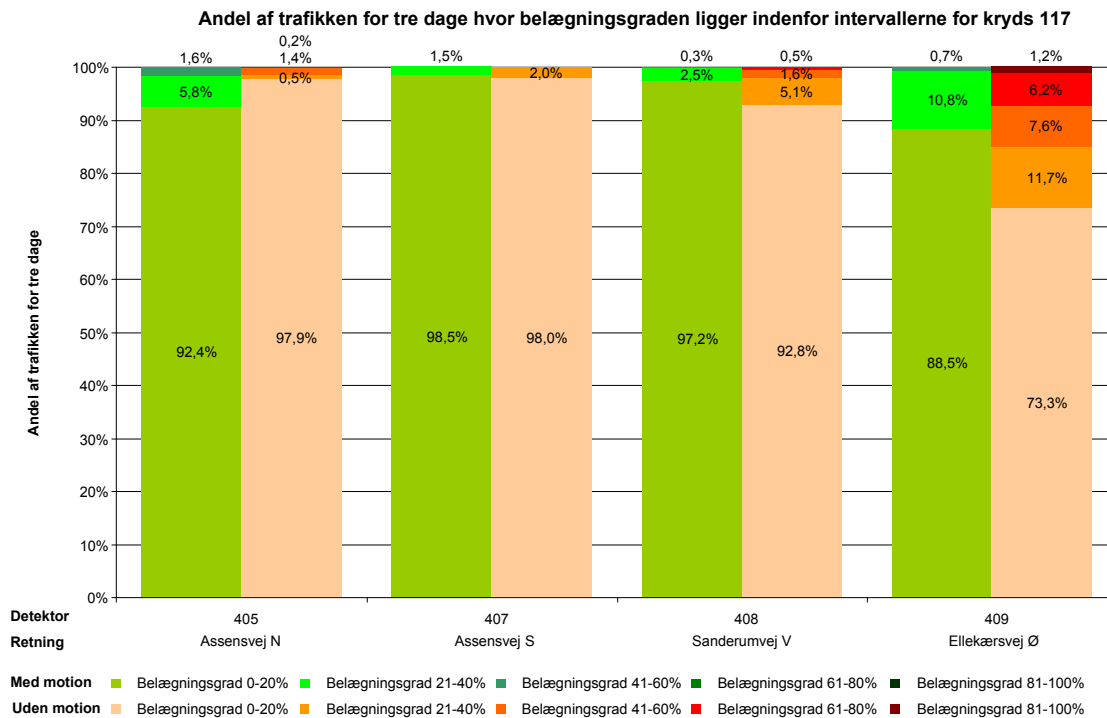
For kryds 117 kan det konkluderes, at styringen med MOTION har en bedre trafikafvikling for Ellekærvej, da styringen uden MOTION har belægningsgrader i både kategorien for god og dårlig trafikafvikling. Dette understøttes af, at det ud fra figur 6.37, figur 6.38 samt graferne i bilag xx, kan konkluderes en tendens til,

at trafikafviklingen er bedre ved styringen med MOTION, når de højeste trafikmængder pr. tidsinterval ligger i intervallet 35-45 køretøjer pr. tidsinterval. Dette er tilfældet for de to sideretninger. For trafikmængder pr. tidsinterval i intervallet 100-120 køretøjer opnås for Assensvej syd den samme trafikafvikling. Assensvej Nord har derimod en dårligere trafikafvikling med MOTION, når de højeste trafikmængder pr. tidsinterval ligger i intervallet 80-100 køretøjer pr. tidsinterval.

Generelt kan der for detektorerne konkluderes, at der opnås en god trafikafvikling i de to styringssituationer for størstedelen af tiden og trafikken for de tre dage, da belægningsgraden er mindre end 20%.



Figur 6.37: Andel af tiden for de tre dage med MOTION og uden MOTION for kryds 117, hvor belægningsgraden ligger indenfor intervallerne.



Figur 6.38: Andel af trafikken for de tre dage med MOTION og uden MOTION for kryds 117, hvor belægningsgraden ligger indenfor intervallerne.

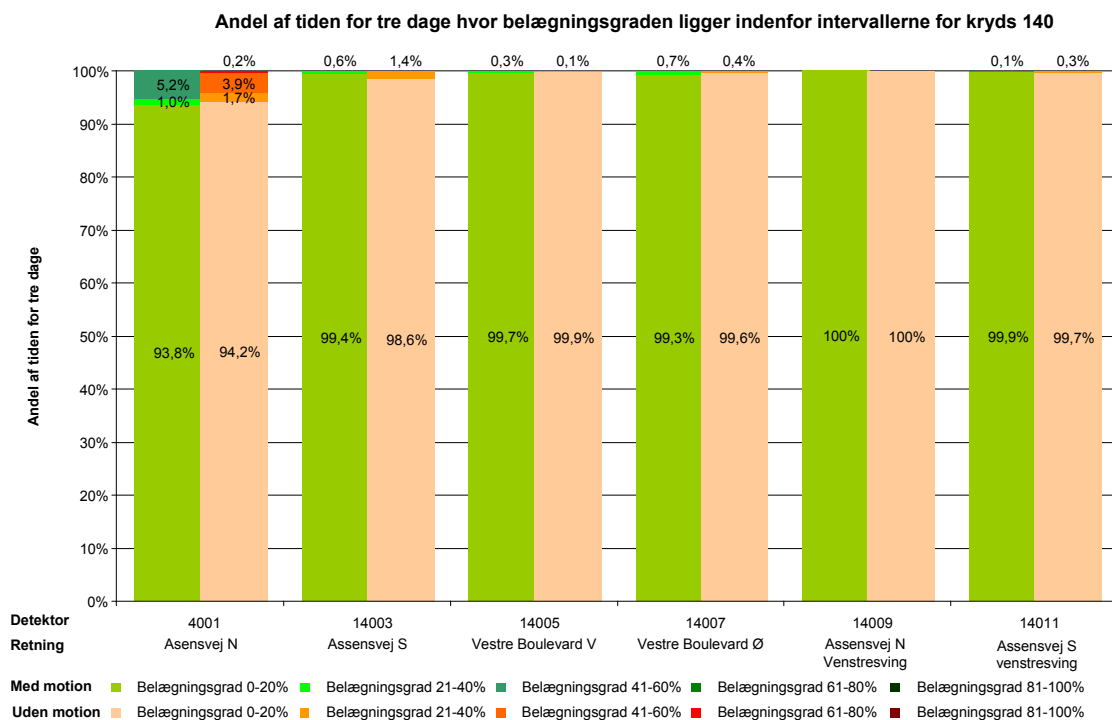
6.5.6 Kryds 140

Ud fra graferne i Bilag F: Grafer til metode 2 for kryds 140 ses, at der kun ved detektor 4001, Assensvej Nord, er en tendens til at sammenhængen mellem belægningsgraden og antal passerende køretøjer danner kurver, som vender. Af figur 6.39 fremgår andelen af tidsintervallerne for de tre dage ved intervaller af belægningsgraden for hver detektor og det ses, at kun detektor 4001, Assensvej Nord, har belægningsgrader i intervallerne 0-20%, 21-40%, 41-60% og 61-80%. Ligeledes fremgår det, at der for begge styringssituationer er en lavere andel af tidsintervallerne på 6 minutter, som har en belægningsgrad i intervallet 21-40% end for intervallet 41-60%. For styringssituationen med tilbagefaldsprogrammerne opnås belægningsgrader i intervallet 61-80%.

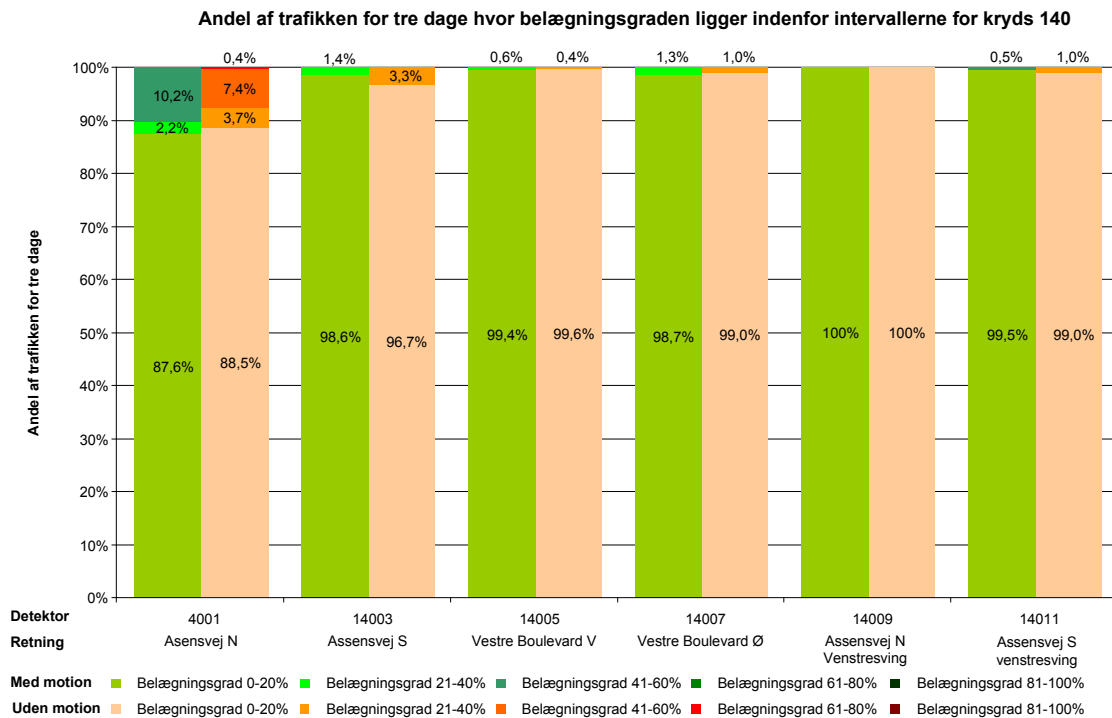
Af figur 6.40 fremgår det, at andelen af den samlede trafik for de tre dage med og uden MOTION er højere end andelen af tidsintervallerne for belægningsgrader mellem 21-40% og 41-60%. Derfor er den gennemsnitlige trafikmængde pr. tidsinterval i de to intervaller af belægningsgraden højere end det samlede gennemsnit af trafikken pr. tidsinterval. Dette indikerer, at belægningsgraderne i de to intervaller har høje trafikmængder.

Ud fra betragtningerne om intervallet af de største trafikmængder for hver detektor og andelen af tiden for de tre dage i hver interval af belægningsgraden, kan det konkluderes, at der generelt for detektorerne er den samme trafikafvikling for de to styringssituation. Dette er dog ud fra antagelsen om, at andelen af tiden for de tre dage i hvert interval af belægningsgraden tilnærmelsesvis er ens.

Generelt kan der for detektorerne i krydset konkluderes, at der for størstedelen af tiden og trafikken for de tre dage med og uden MOTION, opnås en god trafikafvikling, da belægningsgraden er mindre end 20%.



Figur 6.39: Andel af tiden for de tre dage med MOTION og uden MOTION for kryds 140, hvor belægningsgraden ligger indenfor intervallerne.



Figur 6.40: Andel af trafikken for de tre dage med MOTION og uden MOTION for kryds 140, hvor belægningsgraden ligger indenfor intervallerne.

6.5.7 Vurdering af resultater for metode 2

For metode 1 der for de seks kryds en tendens til, at der for begge styringssituationer opnås en god trafikafvikling i størstedelen af tiden og for de fleste trafikanter. Detektorerne fra Dalumvej indikerer, dog ikke denne tendens og opnår i stedet en noget mindre del tiden og trafikken for de tre dage, hvor der er en god trafikafvikling.

Den lille andel af tiden og trafikken for de tre dage i de to styringssituationer, hvor der er en belægningsgrad højere end 20% kunne indikerer, at dette er for myldretiderne om morgenen og eftermiddagen, da der typisk i disse perioder er tættere trafik.

De indsamlede data for hver detektor beskriver dog kun, hvordan trafikafviklingen er i detektorens afstand fra krydset og ikke, hvordan trafikafviklingen er i krydset. Det betyder, at der f.eks. for en detektor, som ligger langt fra krydset, kan være en god trafikafvikling, mens tilfartssporet i krydset kan have en dårlig trafikafvikling. Dette er medvirkende årsag til, at konklusionerne i metode 1 og metode 2 ikke kan sammenlignes direkte.

Yderligere er der ved metode 1 undersøgt trafikafvikling for en 12-minuttersperioden i myldretiden om morgenen og eftermiddagen for de tre dage med MOTION, mens trafikafvikling i metode 2 er undersøgt samlet for de tre dage med og uden MOTION i intervaller af 6 minutter. I metode 2 indikeres kun, at der kan være tale om en myldretid, for tiden hvor belægningsgraden er højere, men det undersøges ikke nærmere. Det kunne derfor være interessant i et fremtidigt studie at undersøge, hvor myldretidsperioderne er placeret i sammenhængen mellem belægningsgraden og antallet af passerende køretøjer for detektorerne og om der derudfra kan ses en sammenhæng mellem de enkelte kryds samt om der er en sammenhæng mellem trafikafviklingen for detektorerne og trafikafviklingen i krydset.

Der kunne ligeledes være interessant i et fremtidigt studie af sammenhængen mellem en detektors belægningsgrad og trafikmængde, at bestemme hvor stor en betydning faktorer, som omløbstiden, grøntidsfordelingen, køretøjernes hastighed og detektorernes afstand fra krydset, har for trafikafviklingen. For derud fra at kunne bestemme om der kan opstilles nogle generelle sammenhænge, som gør databehandling af detektordata mere tilgængelig i praksis.

7 Konklusion

For en strækning i Odense, Assensvej, hvor det adaptive styringsprincip MOTION er etableret undersøges det om der i en aktuel trafiksituation opnås en bedre trafikafvikling ved styringen med MOTION end for de oprindelige signalprogrammer i de seks kryds. I MOTION er indlagt tilbagefaldsprogrammer tilsvarende de oprindelige signalprogrammer.

Der udføres en dataindsamling for en periode tirsdag-torsdag først ved styringen med MOTION og dernæst en periode ved styringen med tilbagefaldsprogrammerne. Ud fra de indsamlede data for de to styringssituationer bestemmes trafikafviklingen gennem to metoder.

Ved metode 1 undersøges trafikafviklingen i hvert kryds for en 12-minuttersperiode i myldretiden om morgenen og eftermiddagen med hjælp fra edb-programmet Dankap. Ud fra resultaterne i Dankap af belastningsgraden og middelforsinkelsen bestemmes et trængsels- og serviceniveau. Trafikafviklingen for de to styringssituationer sammenlignes ud fra sammenhængen mellem trængsels- og serviceniveauet.

Der blev ved metode 1 foretaget antagelser, som har indvirkning på resultaterne, så de ikke viser et reelt billede af trafikafviklingen i de to styringssituationer. Det konkluderes, derfor at resultaterne i metode 1 ikke er pålidelige. Det kan dog ikke forkastes om resultaterne viser den samme tendens i en reel situation.

For det hårdest belastede kryds Assensvej/Dalumvej opnår de mest belastede retninger, venstresvingende fra Assensvej nord og højresvingende fra Dalumvej, en bedre trafikafvikling ved styringen med MOTION. Om eftermiddagen er dette modsat, hvor de to retninger opnår en bedre trafikafvikling med tilbagefaldsprogrammerne.

Ud fra databehandlingen med metode 1 kan det konkluderes, at der for en 12-minuttersperiode om morgenen i de seks kryds for begge styringssituationer opnås en god trafikafvikling for Assensvej, mens sideretningerne opnår en dårlig trafikafvikling. Der er ingen tydelige tendenser mellem de to styringssituationer. For en 12-minuttersperiode om eftermiddagen opnår sideretningerne en bedre trafikafvikling ved styringen med MOTION, men opnår generelt en dårlig trafikafvikling i begge styringssituationer i krydsene. Assensvej opnår generelt for

begge styringssituationer en god trafikafvikling, men der er ingen tydelig tendens mellem de to styringssituationer.

Ved metode 2 undersøges trafikafviklingen for hver detektor i krydset ud fra en sammenhæng mellem detektorens belægningsgrad og antal passerende køretøjer. Dette undersøges for de tre dage ved styring med MOTION og de tre dage ved styring med tilbagefaldsprogrammerne. Derud fra foretages en sammenligning af de to styringssituationer.

Ud fra metode 2 kan det konkluderes, at der overordnet for de seks kryds i begge styringssituationer opnås en god trafikafvikling for størstedelen af de tre dage med og uden MOTION samt for de fleste trafikanter. Der er mellem de seks kryds ingen tydelige tendenser for i hvilken styringssituation der opnås den bedste trafikafvikling.

For metode 2 opnår venstresvingende fra Assensvej nord i krydset Assensvej/Dalumvej en bedre trafikafvikling med tilbagefaldsprogrammerne, mens højresvingende fra Dalumvej har en bedre trafikafvikling med MOTION.

Konklusionerne for de to metoder er ikke mulige at sammenligne direkte, da vurderingerne af trafikafviklingen for metode 1 omhandlerer trafikafviklingen i krydsene, mens der i metode 2 vurderes trafikafviklingen for detektorerne, som ligger i en afstand fra krydset.

7.1 Perspektivering

I skrivende stund er Odense Kommune i gang med at udlicitere samtlige signalanlæg i Odense Kommune. En af hovedårsagerne til dette er et ønske fra Odense Kommune om at signalanlæg overgår til at blive intelligente.

Set ud fra resultaterne i denne rapport, kan det, for de to metoder, ikke umiddelbart bestemmes om signalstyringen med MOTION, medfører en bedre trafikafvikling end tilbagefaldsprogrammerne. På grund af manglende data for de styringssituationer samt antagelserne i de to metoder, giver resultaterne ikke et reelt billede af trafikafvikling. Resultaterne i denne rapport kan, derfor benyttes, som grundlag for en yderligere undersøgelse af trafikafviklingen for styringen med MOTION i forhold til de oprindelige signalprogrammer. De to tidligere evalueringer af MOTION, viser derimod at der ved styring med MOTION opnås en bedre trafikafvikling. Dette giver yderligere grund til at undersøge, hvor sådan systemer bedst vurderes.

Det vurderes vigtigt, at der foretages yderligere undersøgelser af intelligente signalstyringsprincipper, da disse systemer oftere er dyre at etablere end ikke intelligente samordninger. En sådan vurdering kan, derfor tydelige gøre hvad der økonomisk bedst kan svarer sig for den enkelte vejmyndighed.

Ud fra denne rapport kan det hverken tilrådes eller frarådes om Odense Kommune bør investere i intelligente signalanlæg eller om de i stedet skulle vælge at optimerer samtlige signalanlæg med en TRANSYT-optimering hvert tredje år.

8 Litteraturliste

[Christensen, 2005]

SPOT – en styringsfilosofi i udvikling, Peter Christensen, Swarco Danmark A/S, Artikel i Dansk Vejtidskrift (i dag Trafik & veje) november 2005 side 68-70

[Danmarks Statistik, 2009]

Nøgletal for transport 2008, Danmarks Statistik, Februar 2009, ISBN: 978-87-501-1740-7

[Danmarks Statistik, 2009b] *tal fra statistikbanken*

[Dansk Trafik Teknik, 2009]

Samtaler med medarbejdere hos Dansk Trafik Teknik.

[Gautier, 2001]

Adaptive signalsystemer, Eric Gautier, Artikel i Dansk Vejtidskrift (i dag Trafik & Veje) maj 2001 (5) side 36-37

[Infrastrukturkommissionen, 2008]

Danmarks Transportinfrastruktur 2030, betænkning 1493, Infrastrukturkommissionen, 2008, ISBN: 978-87-91511-83-7

[Johannessen, 2001]

Adaptive styresystemer sikre optimalt inverstering, Niels Chresten Johannessen, artikel i Dansk Vejtidskrift (nu Trafik & Veje), marts 2001 (3) side 47-49

[Jørgensen, 2009a]

Foredrag i adaptiv signalstyring i forbindelse med Vej-EU kursus (209345) i Optimering af signalanlæg, afholdt i Vejle 24.-25.marts 2009, uddelingskopier

[Jørgensen, 2009b]

Kapacitetsvurdering, Lars Jørgensen, 2009, kursusmateriale til Vej-EU kursus (209345) i Optimering af signalanlæg afholdt i Vejle 24.-25. marts 2009

[Kronborg, 2008]

Matsis – Minskede CO₂-udslæp genom Adaptiva TrafikSignaler I Stockholm, Förbättringar i sex områden med samordnade trafiksignaler, Peter Kronborg, movea, versionsnummer 1.01, 02-12-2008.

[Kronborg & Davidsson, 2004]

Adaptiv styrning av Stockholms trafiksignaler, Kunskapssammanställning och förslag, Peter Kronborg & Fredrik Davidsson, Movea Trafikkonsult AB, 2004 maj.

[Lahrmann & Leleur, 1994]

Vejtrafik – trafikteknik og trafikplanlægning, Harry Lahrmann og Steen Leleur, ISBN: 87-502-0772-5

[Lauritzen, 2000]

Optimering af signalanlæg, Steen Lauritzen, Vejdirektoratet, Artikel i Dansk Vejtidskrift (Trafik & Veje), Februar 2000 (2) side 53-55

[Lauritzen, 2004]

Evaluerings af DOGS, Steen Merlach Lauritzen, 2004, vejdirektoratet

[Lauritzen, 2007]

Samfundsbesparelser ved bedre signalanlæg, Steen Lauritzen, 2007, paper til vejforum 2007 afholdt d.5.-6. december

[Lauritzen, 2009]

Metoder til optimering af samordninger, Steen Lauritzen, 2009, kursusmateriale til Vej-EU kursus (209345) i Optimering af signalanlæg, afholdt i Vejle 24.-25. marts 2009

[Lauritzen, 2009b]

Metoder til forbedring af samordninger, Steen Lauritzen, 2009, kursusmateriale til Vej-EU kursus (209345) i Optimering af signalanlæg, afholdt i Vejle 24.-25. marts 2009

[Lauritzen & Jørgensen, 2008]

Samfundsbesparelser ved bedre signalanlæg, Steen Lauritzen & Lars Jørgensen, Vejdirektoratet, Cowi, Artikel i Dansk Vejtidskrift juni/juli 2008 s. 51-53.

[Saeed & Jørgensen, 2001]

Evaluerings af SPOT i Køge, Azhar Saeed (COWI) & Lars Jørgensen (Center for Trafik- og Transportforskning, DTU), Artikel i Dansk Vejtidskrift (nu Trafik & Veje) marts 2001 (3) side 37-39

[Techinal Traffic Solution, 2009] hjemmeside: www.tts.dk/00005/00026/00051

[Traffic Tech, 2009]

Traffic Management – SCATS, Traffic Tech, 2009, hjemmeside, set d. 7. maj. 2009, <http://www.traffic-tech.com/pdf/scatsbrochure.pdf>

[TRB, 2008]

National Cooperative Highway Research Program Report 599 – Default Values for Highway Capacity and Level of Service Analyses, Transportation Research Board, 2008, ISBN 978-0-309-09931-8, www.trb.org

[TRL, 2009a]

SCOOT, Advise Leaflet 1: The “SCOOT” Urban Traffic Control System, 2009, internetside, set d. 7. maj. 2009, http://www.scoot-utc.com/documents/1_SCOOT-UTC.pdf

[Vejdirektoratet, 1983]

Vejregler for vejkryds i åbent land, 5.30.01 *Vejtenik*, 1983. ISBN: 87-7491-110-4.

[Vejdirektoratet, 2006]

Færdselsregulering, lyssignaler, vejregel, vejregelrådet, vejdirektoratet, juli 2006, ISBN: 87-7923 -905-6

[Vejdirektoratet, 2006b]

Håndbog i projektering af trafikstyrede signalanlæg, Vejdirektoratet, 2006, ISBN: 87-7923-922-6

[Vejdirektoratet, 2008]

Kapacitet og serviceniveau, Vejdirektoratet, vejregelrådet, 2008

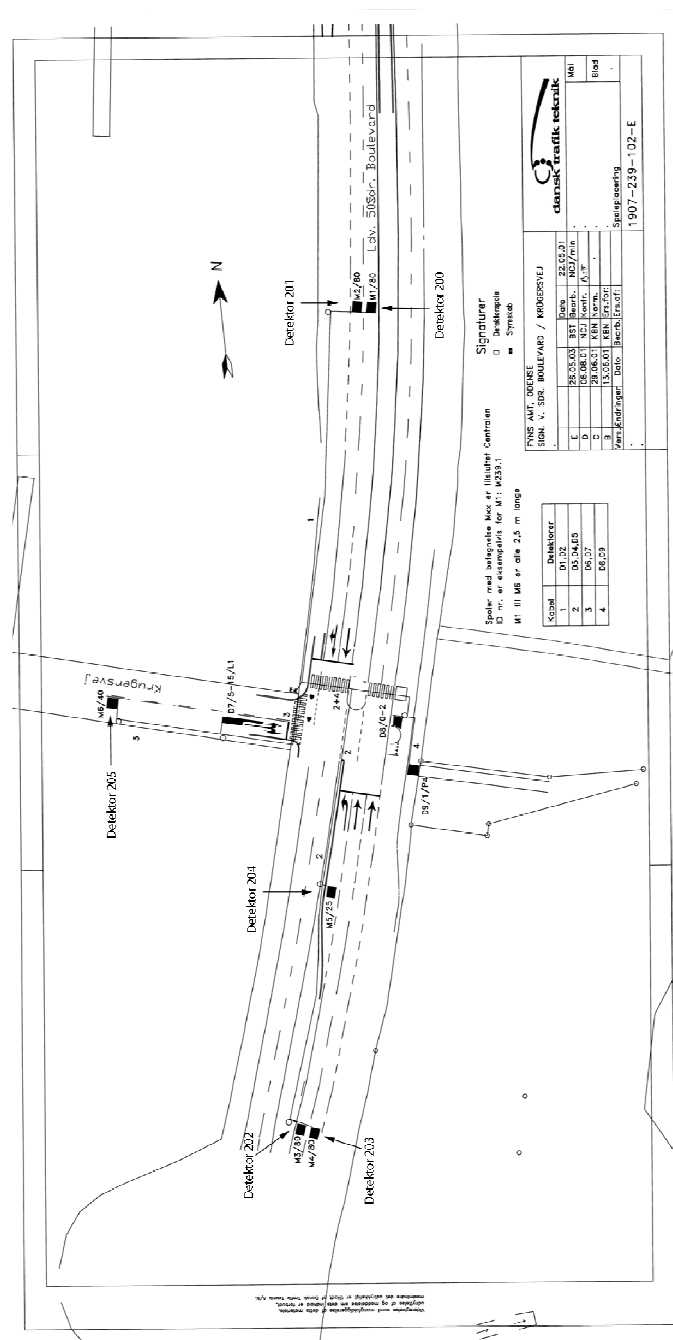
[Vägverket, 2000]

Sverige behöver bättre trafiksignaler, Peter Kronborg, Vägverket, 2000, ISSN: 1401-9612

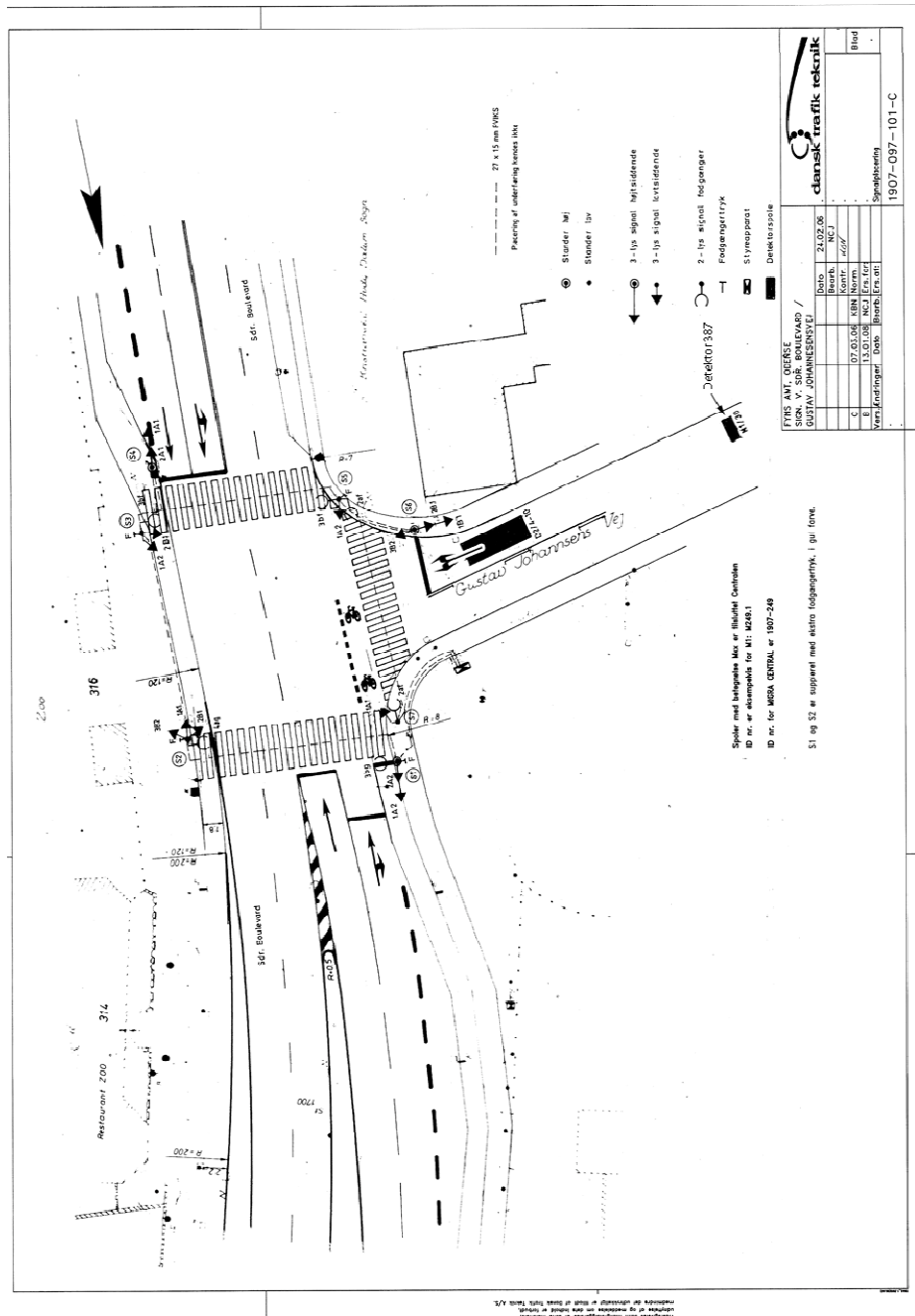
9 Bilag A: Krydsudformning

Dette bilag indeholder tegninger af de seks kryds.

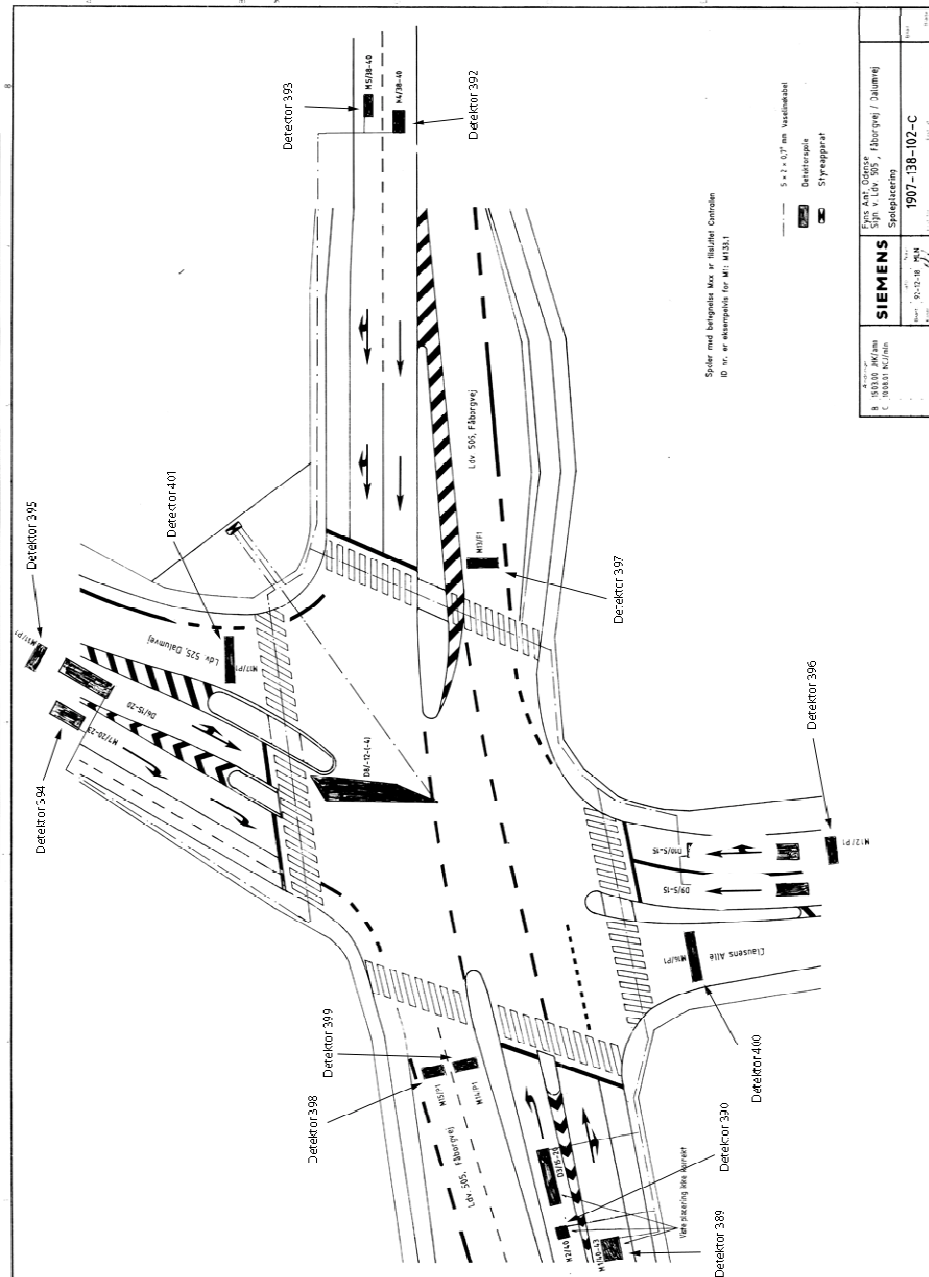
Kryds 239



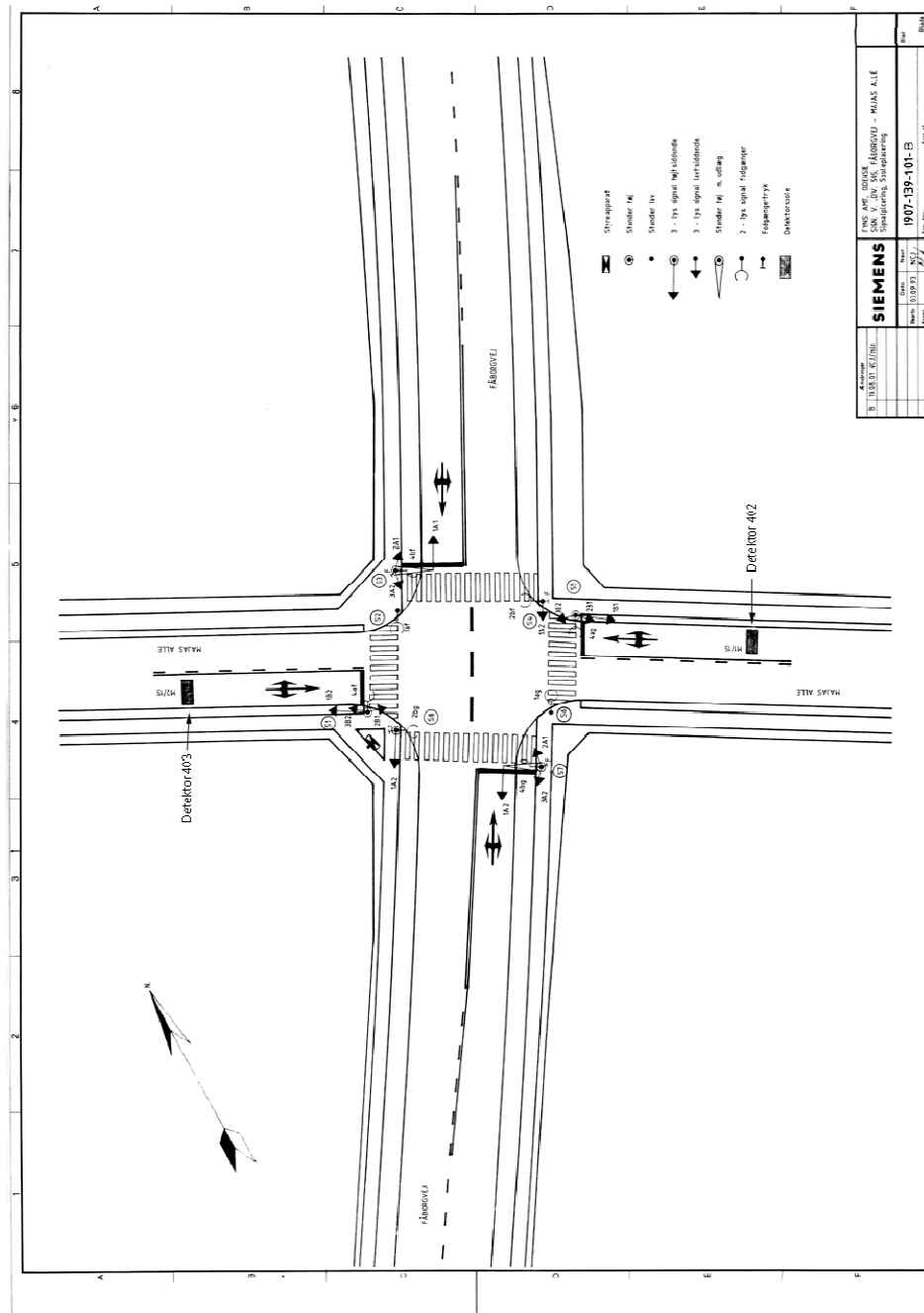
Kryds 249



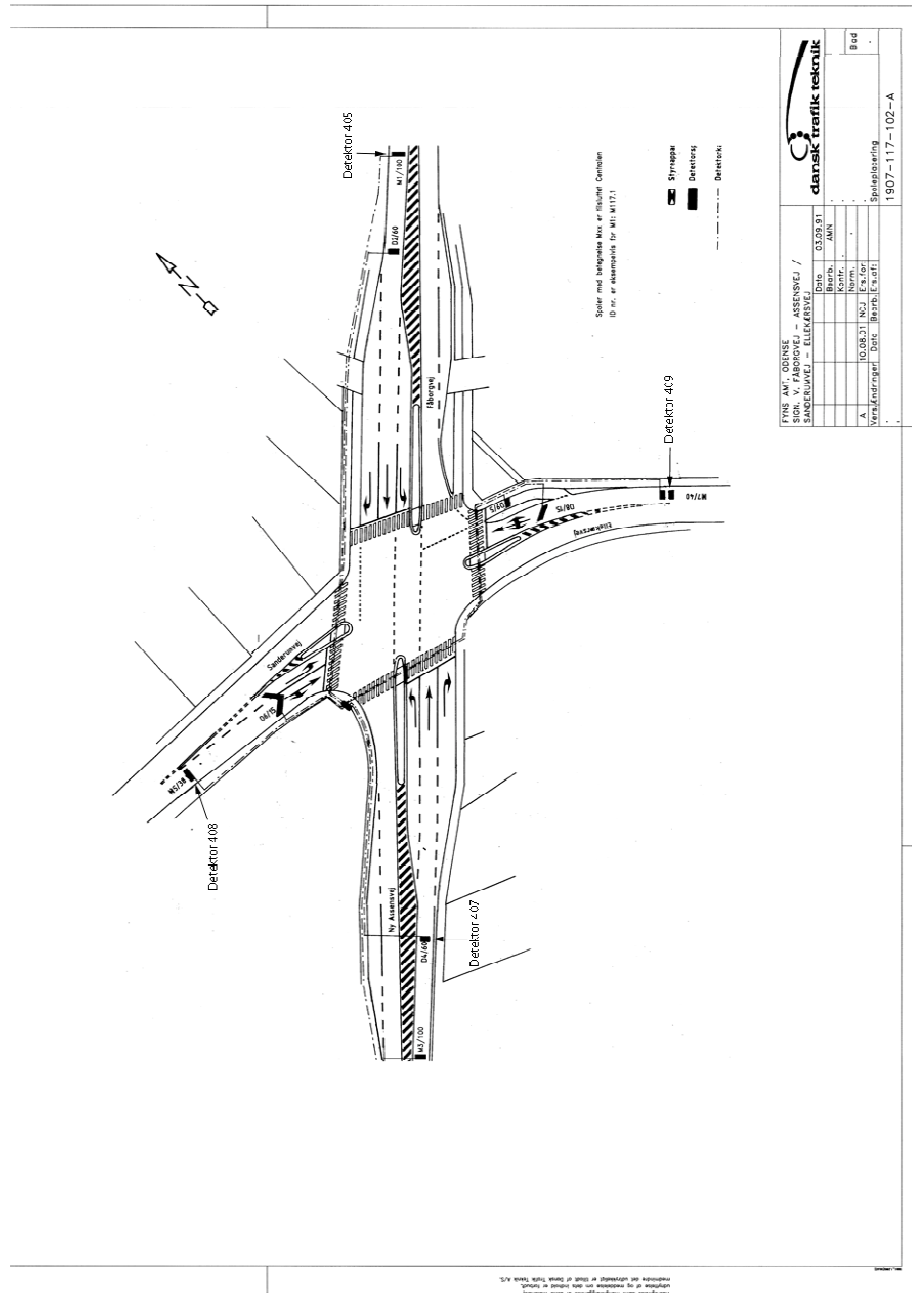
Kryds 138



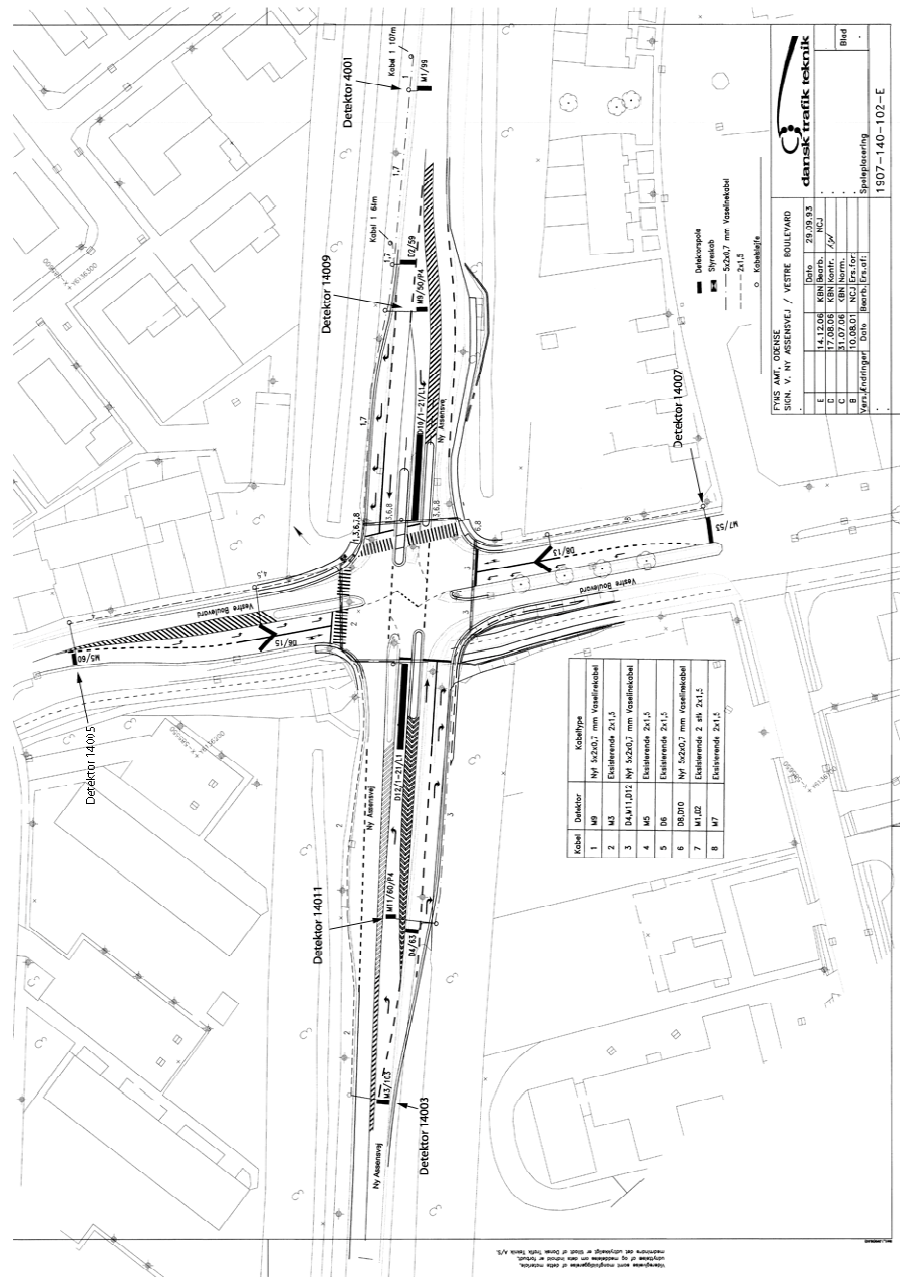
Kryds 139



Kryds 117



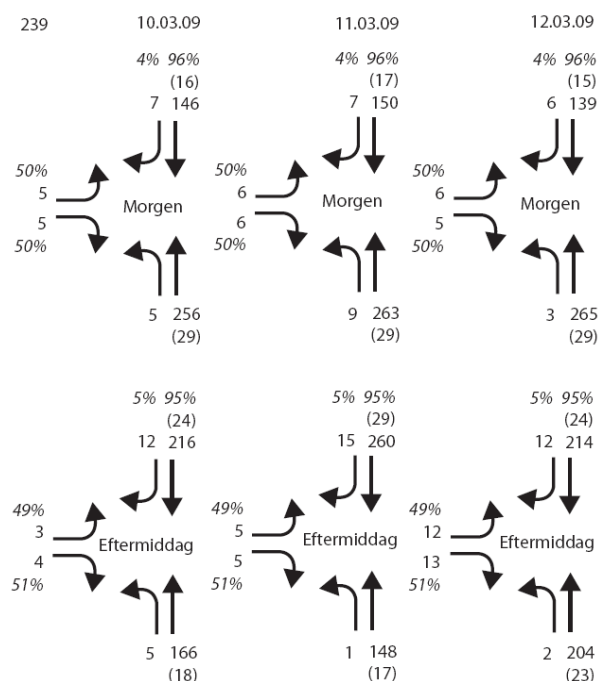
Kryds 140



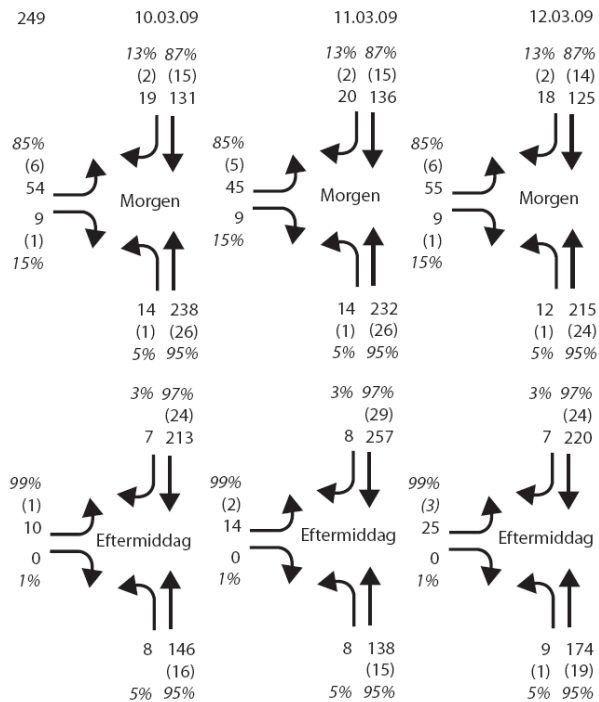
10 Bilag B: Trafikmængder

Dette bilag indeholder illustrationer, som for hvert kryds angiver trafikmængden og mængden af tung trafik for hver retning i krydset samt retningsfordelingen, hvor der er én detektor, som måler trafikmængden for flere trafikstrømme.

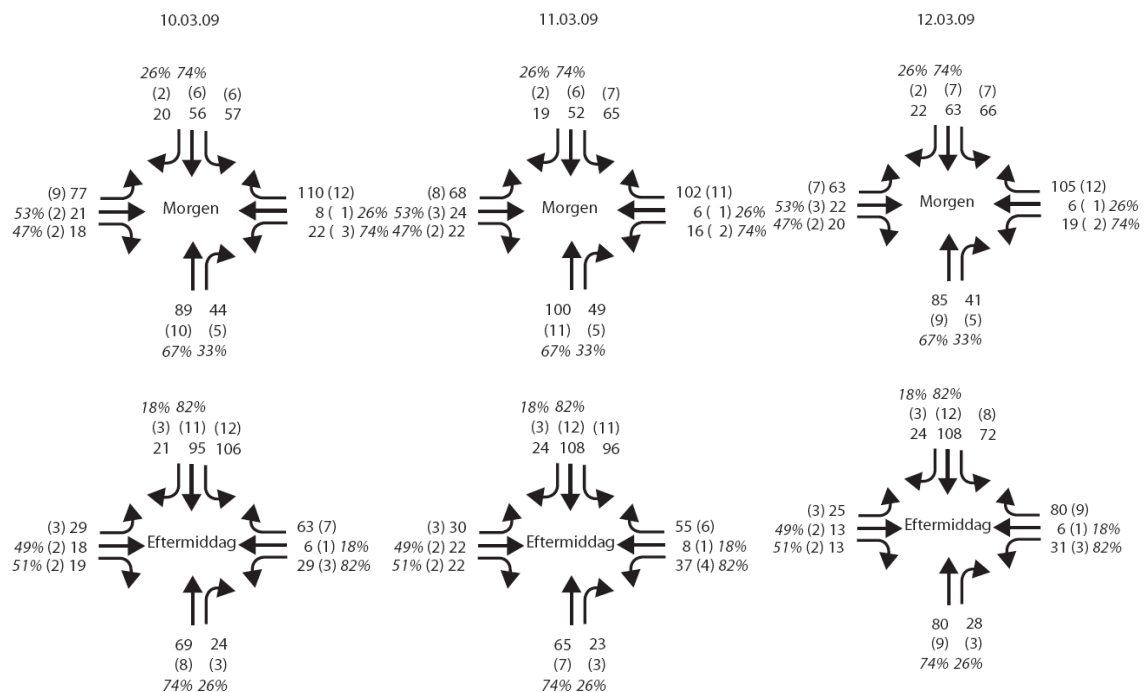
Trafikmængderne og mængderne af tung trafik er i hvert kryds angivet for den 10.03 2009, den 11.03 2009 og den 12.03 2009 i det 12-minutters interval, jf. afsnit 6.1.1 - Valg af beregningsperiode, som er valgt om morgenen og eftermiddagen for de tre dage.



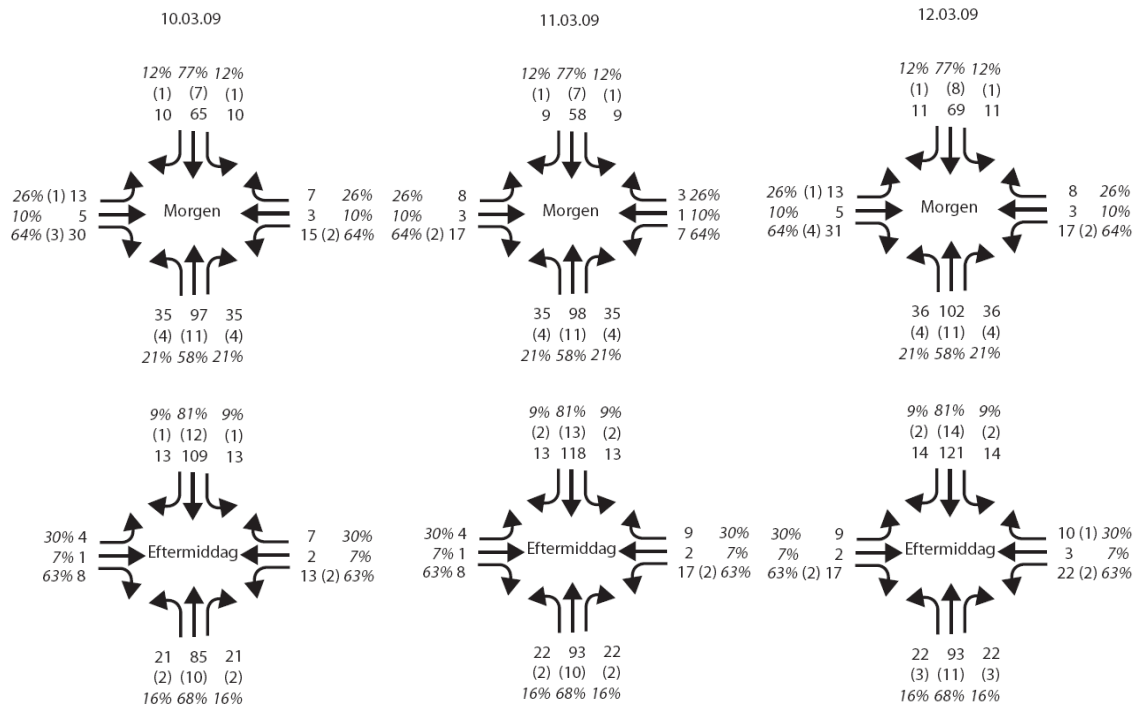
Figur 10.1: Trafikmængder, tung trafik og retningsfordeling for de undersøgte 12 minutter om morgenen og eftermiddag for den 10.-12.03.09 i kryds 239.



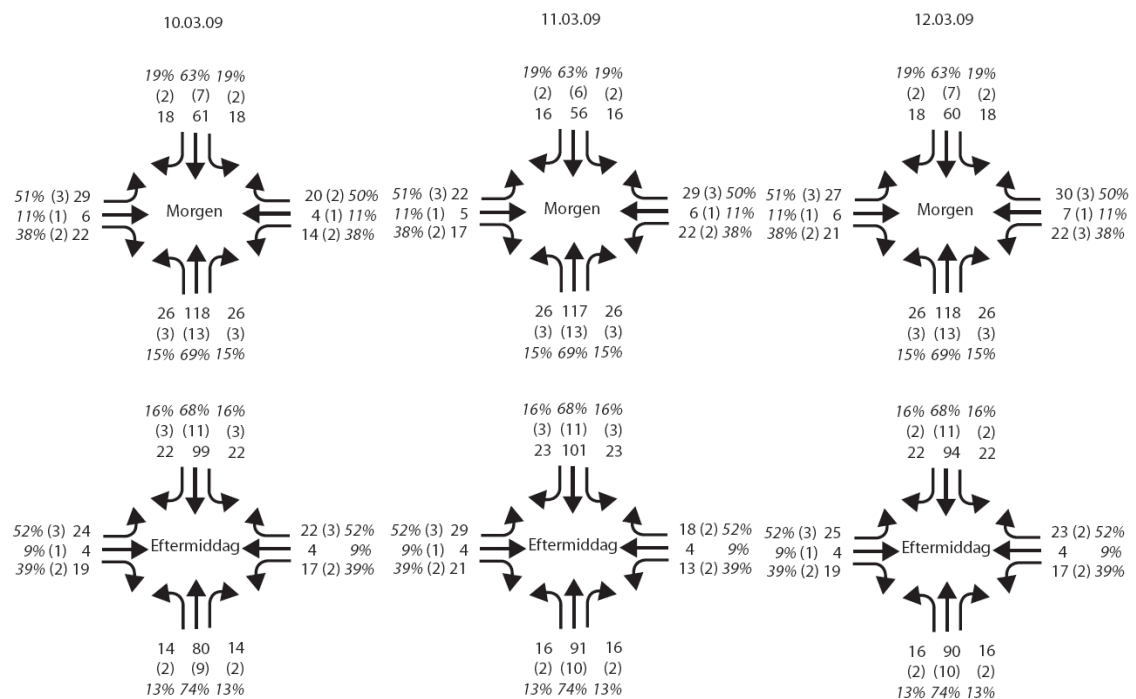
Figur 10.2: Trafikmængder, tung trafik og retningsfordeling for de undersøgte 12 minutter om morgenen og eftermiddag for den 10.-12.03.09 i kryds 249.



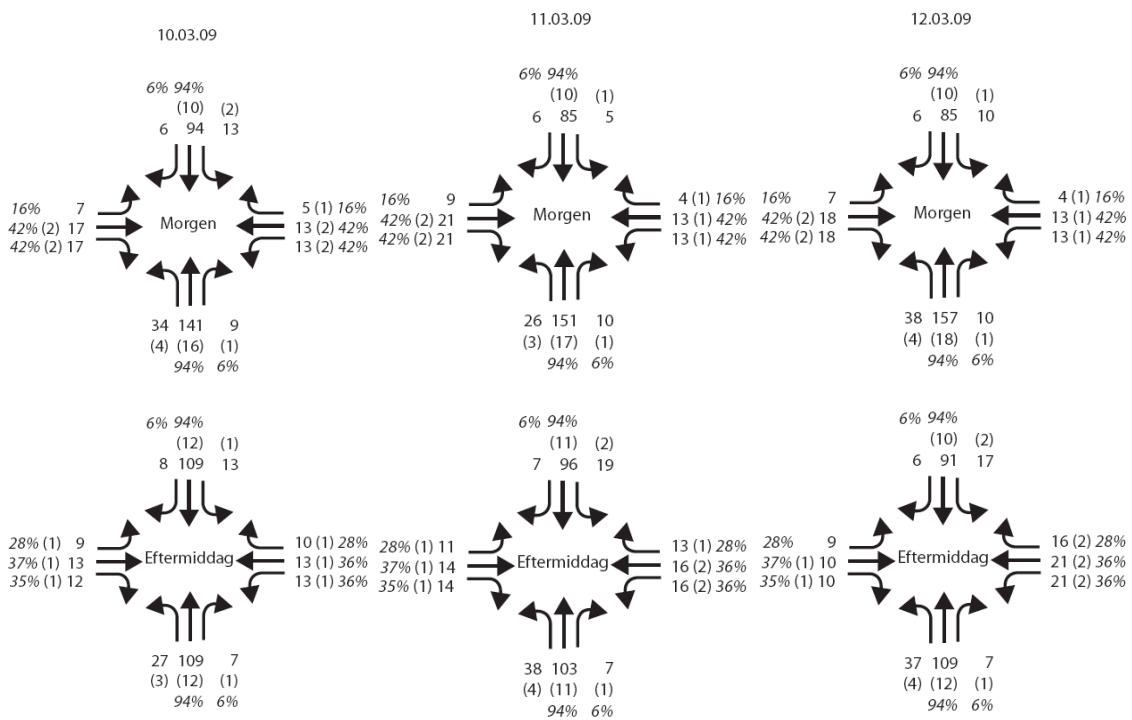
Figur 10.3: Trafikmængder, tung trafik og retningsfordeling for de undersøgte 12 minutter om morgenen og eftermiddag for den 10.-12.03.09 i kryds 138.



Figur 10.4: Trafikmængder, tung trafik og retningsfordeling for de undersøgte 12 minutter om morgenen og eftermiddag for den 10.-12.03.09 i kryds 139.



Figur 10.5: Trafikmængder, tung trafik og retningsfordeling for de undersøgte 12 minutter om morgenen og eftermiddag for den 10-12.03.09 i kryds 117.



Figur 10.6: Trafikmængder, tung trafik og retningsfordeling for de undersøgte 12 minutter om morgenen og eftermiddag for den 10.-12.03.09 i kryds 140.

11 Bilag C: Signalprogrammer

Dette bilag indeholder signalprogrammerne og mellemtidsmatricerne med og uden MOTION for de seks kryds. Signalprogrammerne er udleveret af Dansk Trafik Teknik.

Kryds 239

Mellemtider sek. til fremkørende gruppe															
Fra nærmeste gruppe	Retning	A1	A2	B1	B2Cy	af	bf	bg							
	SG	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	A1	1	1	6	6	1	6	4							
	A2	2	1	6	6	1	6	1							
	B1	3	7	7	1	7	1	1							
	B2Cy	4	7	7	1	6	1	1							
	af	5	1	6	6	1	1	1							
	bf	6	7	7	1	1	1	1							
	bg	7	7	1	1	1	1	1							
		8							1						
		9							1						
		10							1						
		11							1						
		12							1						
		13							1						
		14							1						
		15							1						
		16							1						
FYNS AMT, ODENSE															
SIGN. V. SDR. BOULEVARD / KRYGERSVEJ															
.															
Dato 06.06.01															
Bearb. NCJ/mln															
Kontr.															
Norm.															
SIEMENS															
Mellemtidsmatrix															
1907-239-202-A															
Vers. Endringer Dato Bearb.															
.															
Ers.for: Ers.af:															
Mål															
Blad															

Figur 11.1: Mellemtidsmatrice for kryds 239.

126 af 181



127 af 181

Kryds 249

Mellemtider til fremkørende gruppe [sek.]

Fra rømmende gruppe

Retning		A1	A2	B1	af	bf+bg											
	SG	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A1	1	-	6	-	6												
A2	2	-	6	-	6												
B1	3	6	6	6	-												
af	4	-	-	11	-												
bf+bg	5	15	15	-	-												
	6																
	7																
	8																
	9																
	10																
	11																
	12																
	13																
	14																
	15																
	16																

FYNS AMT, ODENSE

SIGN. V. SDR. BOULEVARD / GUSTAV JOHANNSENSVEJ


dansk trafik teknik

Dato 02.03.06

Bearb. LHJ

Kontr. *UEN*

Norm

Ers.for: 1907-097-201-E

Vers /Ændring

Dato

Bearb.

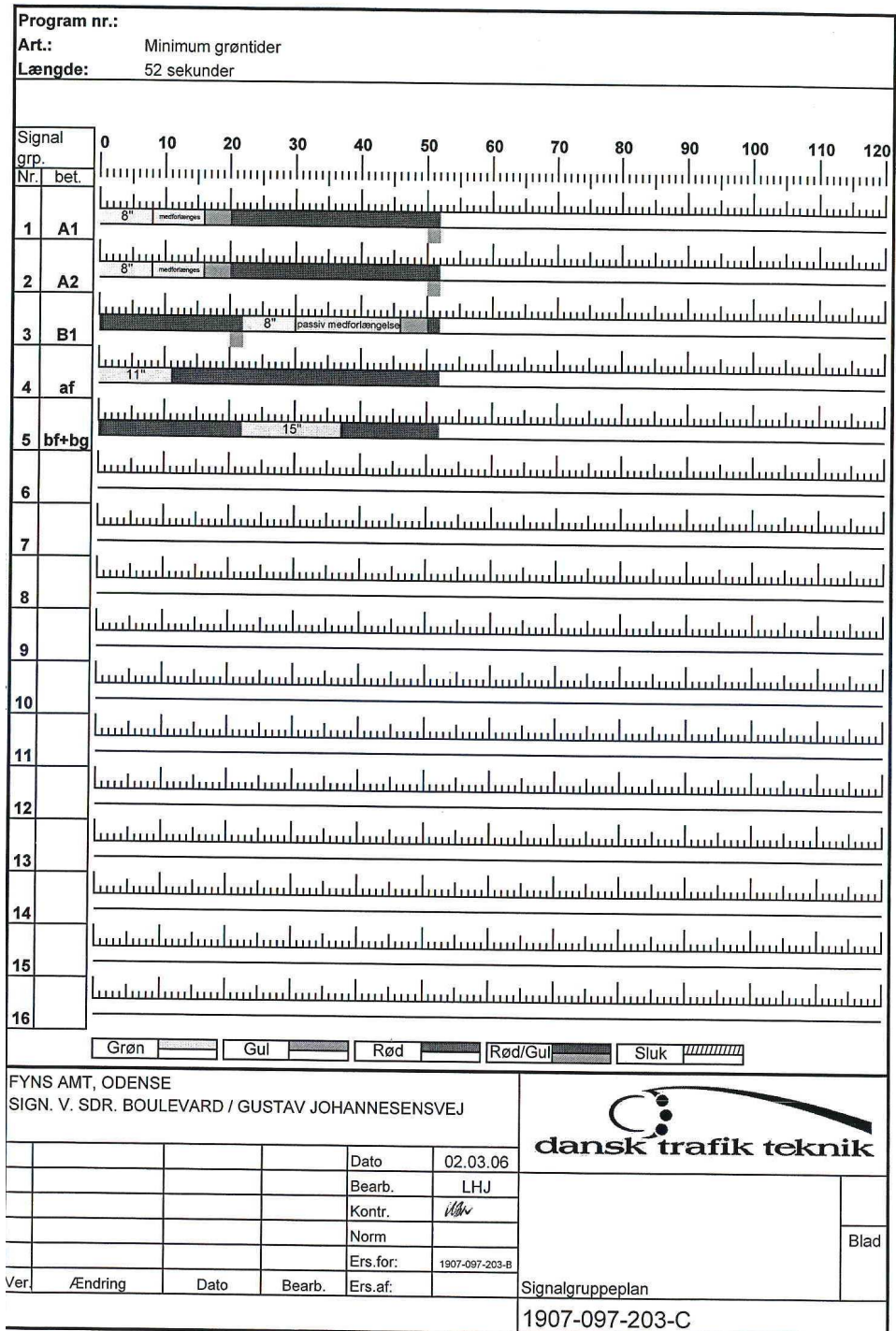
Ers.af:

Mellemtidsmatrix

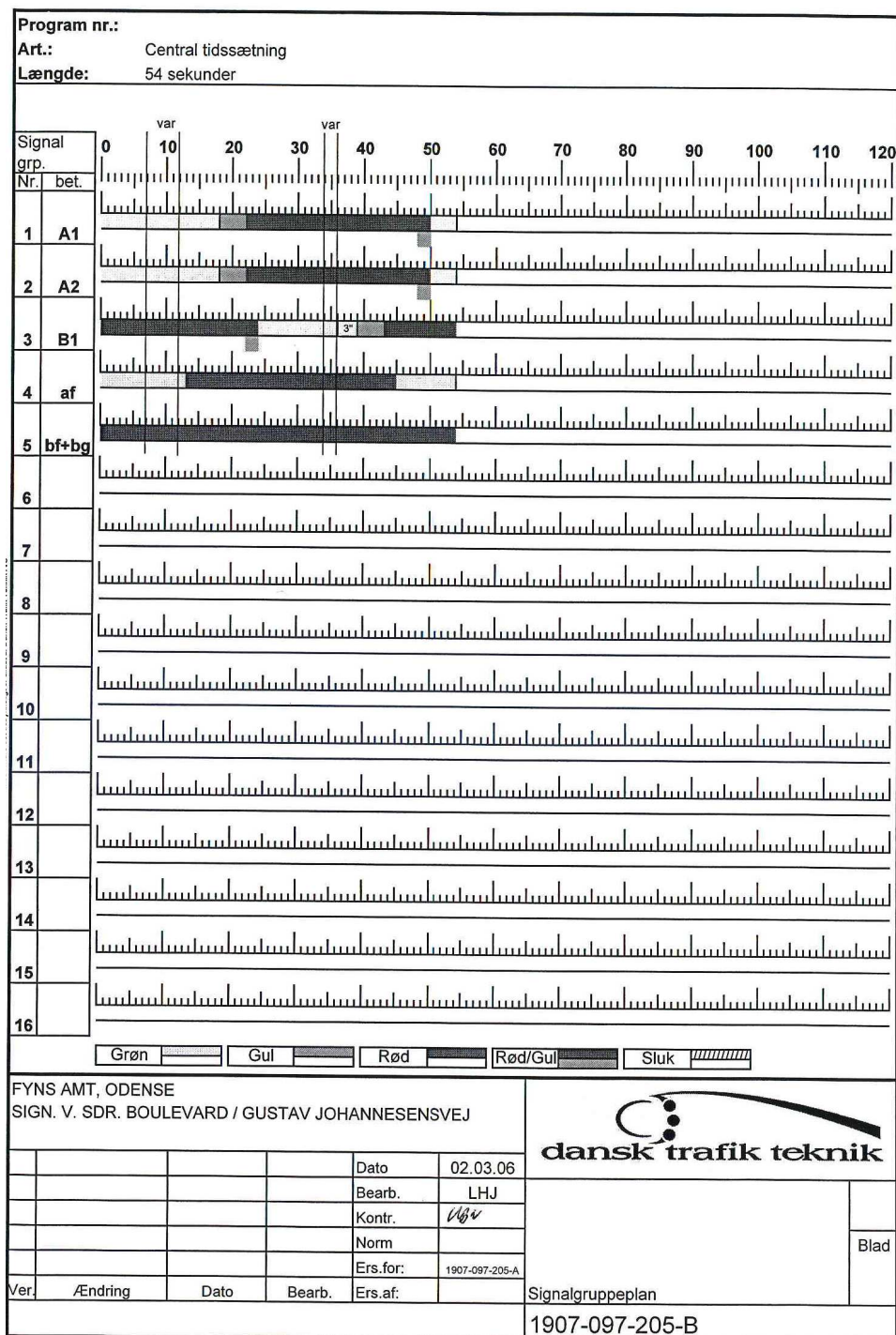
Blad

1907-097-202-C

Figur 11.4: Mellemtidsmatrice for kryds 249.



Figur 11.5: Minimums grøntider for kryds 249.



Figur 11.6: Signalprogram end for de to styringssituationer for kryds 249.

Kryds 138

		Mellemtider sek. til fremkørende gruppe															
Fra rømmende gruppe		A1	A2	A1V	B1	B2	B1H	B Cy	BCyh	af	ag	bf	bg				
	SG	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A1	1	■	—	—	8	8	—	8	—	—	—	8	8				
A2	2	—	■	5	8	8	9	8	8	—	—	8	4				
A1V	3	—	7	■	5	5	—	2	—	—	8	4	—				
B1	4	6	8	11	■	—	—	—	8	8	8	—	—				
B2	5	6	8	6	—	■	11	—	8	8	8	—	—				
B1H	6	—	4	—	—	4	■	5	—	—	4	5	—				
BCy	7	8	4	7	—	—	4	■	8	8	4	—	—				
BCyh	8	—	1	—	5	5	—	2	■	—	4	5	5				
af	9	—	—	—	6	6	—	2	—	■	—	—	—				
ag	10	—	—	5	9	9	9	9	9	—	■	—	—				
bf	11	8	4	8	—	—	6	—	5	—	—	■	—				
bg	12	4	6	—	—	—	—	—	6	—	—	—	■				
	13													■			
	14														■		
	15															■	
	16																■

FYNS AMT, ODENSE					=	
SIGN. V. LDV. 505 FÅBORGVEJ /					+	
LDV. 525 DALUMVEJ					Ers.for:	Ers.af:
			Dato	21.12.92	.	Mål
E	09.04.97	NCJ	Bearb.	AMN		.
D	02.22.93	KDK	Kontr.	NCJ		.
C	18.01.93	AMN	Norm.			Blad
B	25.12.92	AMN				.
Vers.	Ændringer	Dato	Bearb.	SIEMENS	Mellemtidsmatrix	
					1907-138-201-E	

Figur 11.7: Mellemtidsmatrice for kryds 138.



132 af 181



133 af 181



134 af 181

Kryds 139

Mellemtider sek. til fremkørende gruppe

Retning		A1	A2	B1	B2	af ag	bf bg		
	SG	1	2	3	4	5	6	7	8
A1	1		-	6	6	-	6		
A2	2	-		6	6	-	6		
B1	3	6	6		-	6	-		
B2	4	6	6	-		6	-		
af+ag	5	-	-	6	6		-		
bf+bg	6	9	9	-	-	-			
	7								
	8								

Fra rømmende gruppe

FYNS AMT, ODENSE

SIGN. V. LDV. 505 FÅBORGVEJ / MAJAS ALLE'

Dato	27.09.93	Bærb.	NCJ
Kontr.	NEJ	KBN	
Norm.			

SIEMENS

=

+

Ers.for: Ers.af:

Mål

Blad

Vers./Ændringer Dato Bærb.

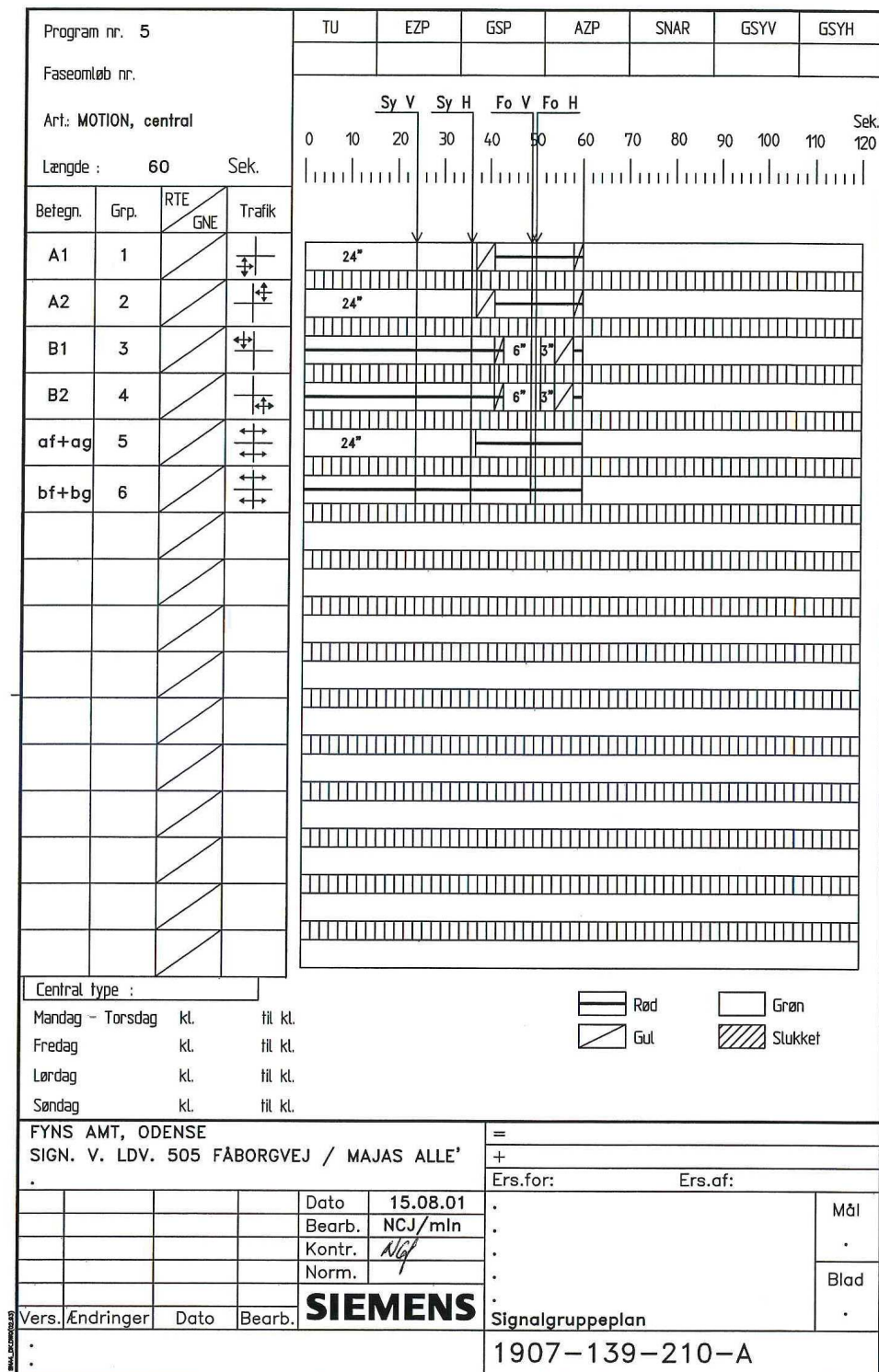
Mellemtidsmatrix

1907-139-201-A

Figur 11.11: Mellemtidsmatrice for kryds 139.



136 af 181



Figur 11.13: Signalprogram 5 med MOTION for kryds 139.

Kryds 117

Rev.		Tegn.	91-08-06 AMN
		Kont.	
		Godk.	
		Skala	

Fyns Amt, Odense
Sign. v. Ny Assensvej / Sanderumvej

ERZ ELECTRIC
DK 7000 Fredensborg. Tlf. 05 - 92 43 11

Für diese Unterlage behalten wir uns alle Rechte, auch für den Fall der Patentierung und der Entwertung eines anderen Patents. Die Unterlage ist als technisches Dokument zu verwenden, wie insbesondere Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte ist nicht gestattet. Sie kann zivil- und strafrechtlich geahndet werden.

All rights are reserved for this drawing, even in case of invention or patenting of the same. The drawing is a technical right. Reproduction, in particular, is prohibited. It is civilly and criminally actionable.

Vil forbeholder os alle rettigheder til denne tegning også i tilfælde af opfindelse eller patentering af den samme. Tegningen er et teknisk dokument, og især udelukkende til brug som teknisk dokument. Vervielfæltigelse og overgivelse til tredjemand er ikke tilladt. Overtrædelse kan medføre civil- og strafretlig forfølgelse.

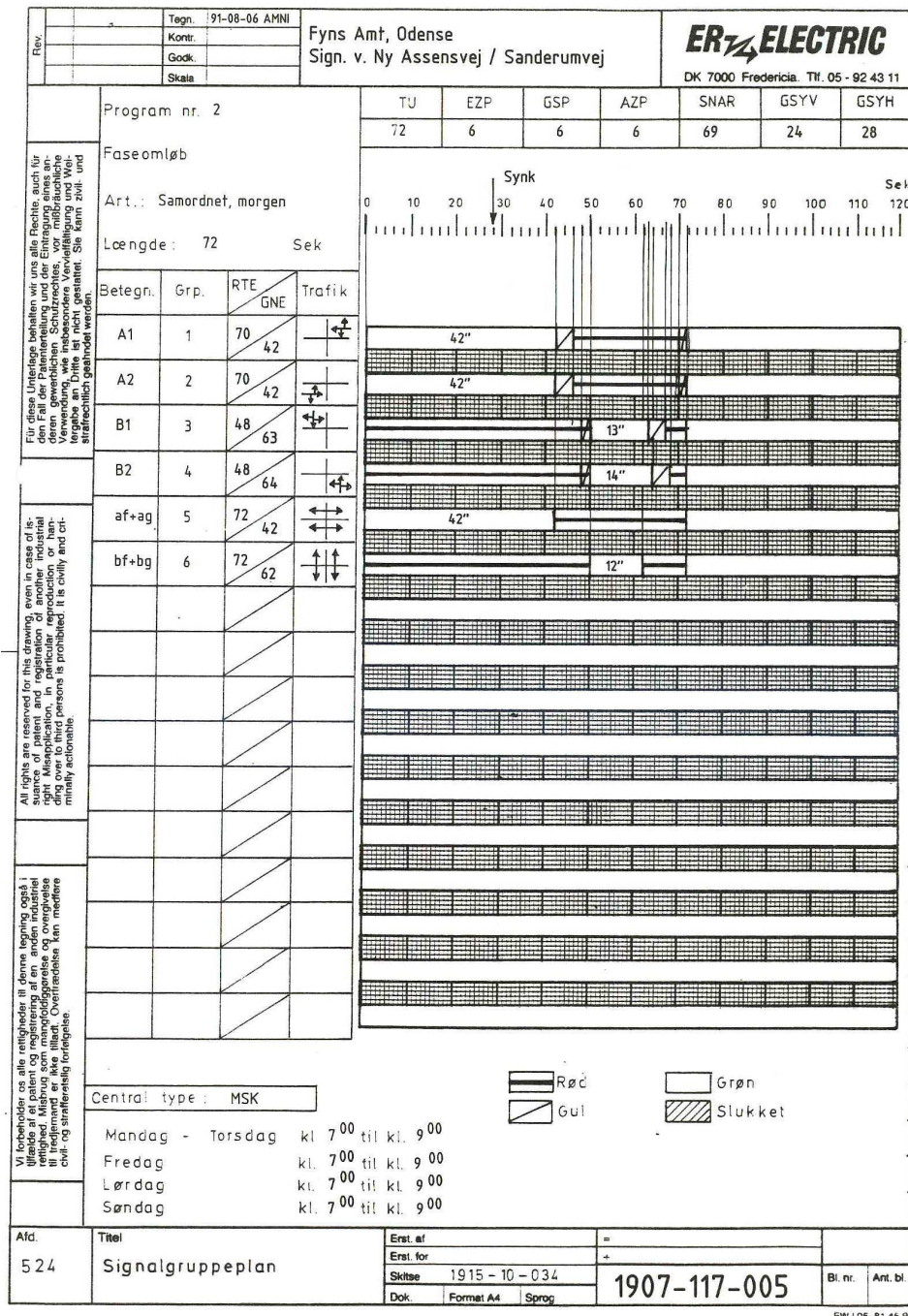
Mellemtider sek. til fremkørende gruppe

Fra rømmende gruppe

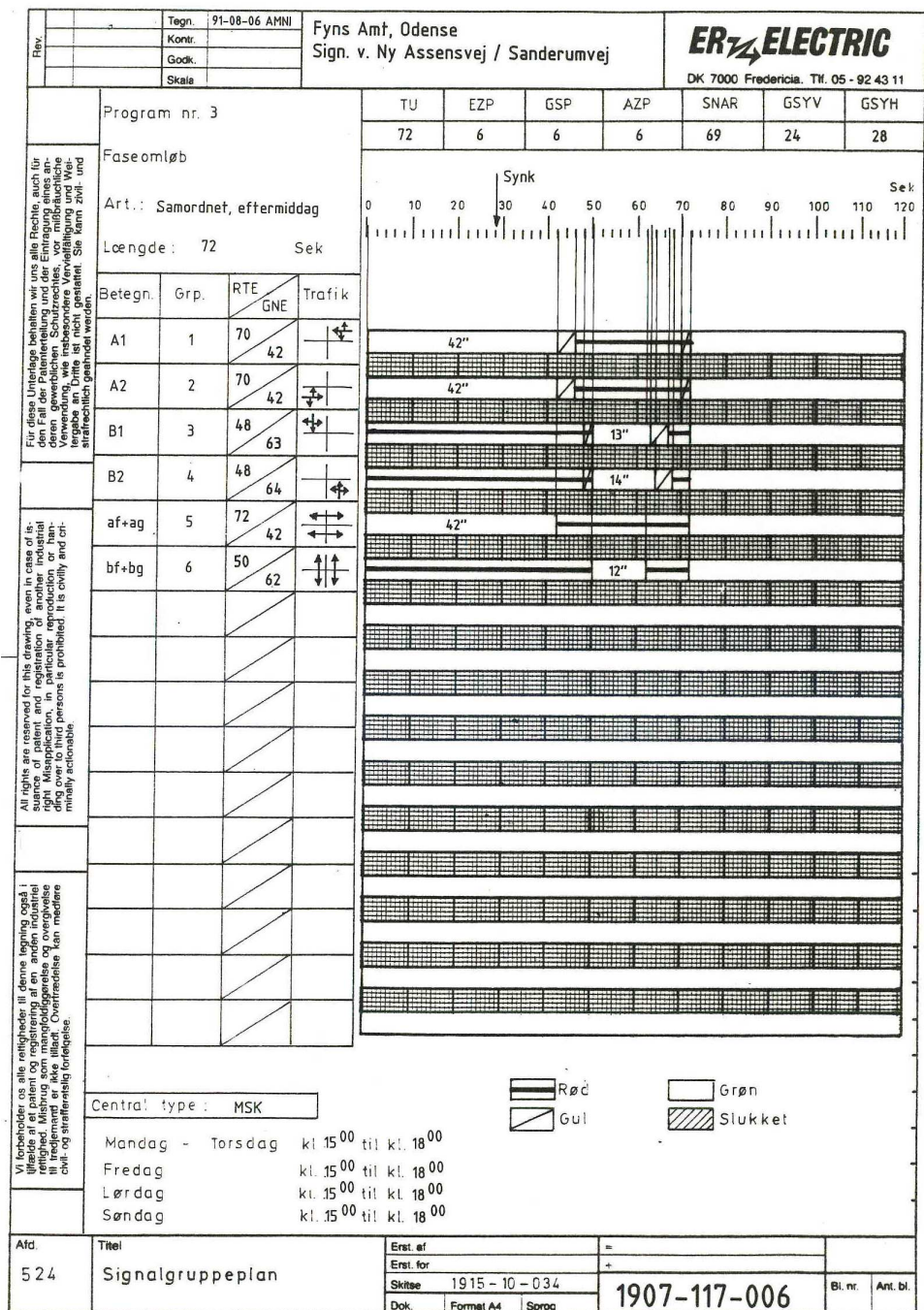
Retning	A1	A2	B1	B2	af ag	bf bg		
SG	1	2	3	4	5	6	7	8
A1	1	-	8	8	-	8		
A2	2	-	8	8	-	8		
B1	3	9	9	-	8	-		
B2	4	8	8	-	8	-		
af+ag	5	-	8	8	-	-		
bf+bg	6	10	10	-	-	-		
7								
8								

Afd.	Titel	Eret. af	=		
524	Mellemtidsmatrix MSK	Eret. for	+		
		Størrelse		1915-10-138	
		Dok.	Format A4	Sprog	
					1907-117-003
				Bl. nr.	Ant. bl.

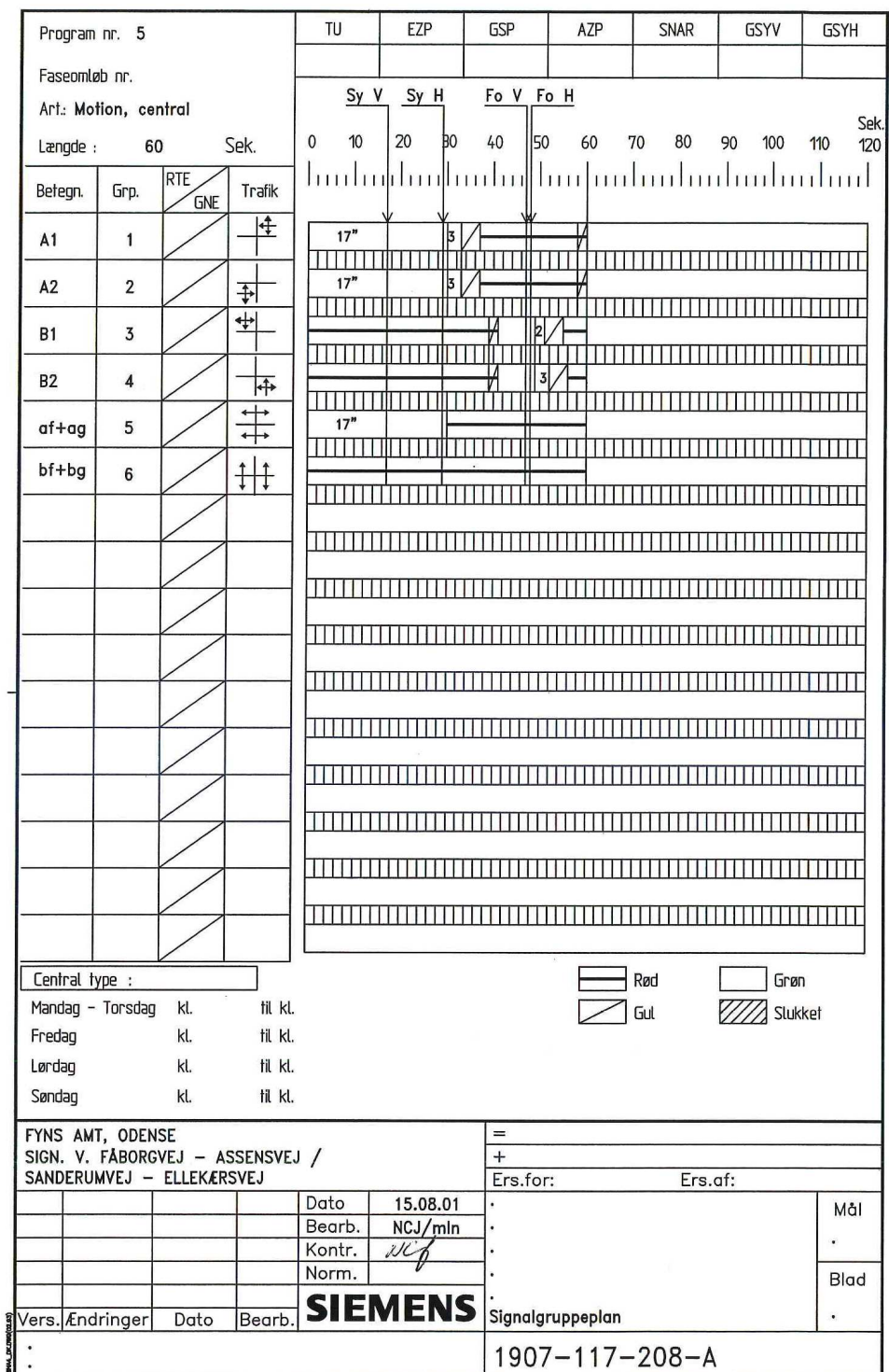
Figur 11.14: Mellemtidsmatrice for kryds 117.



Figur 11.15: Tilbagefaldssignalprogram 2 for morgen i kryds 117.



Figur 11.16: Tilbagefaldssignalprogram 3 for eftermiddag i kryds 117.



Figur 11.17: Signalprogram 5 med MOTION for kryds 117.

Kryds 140

Mellemtider til fremkørende gruppe [sek.]

Fra rømmende gruppe

Retning		A1	A2	A1V	A2V	B1	B2	af	bf								
	SG	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A1	1		-	-	5	7	7	-	7								
A2	2	-		5	-	7	7	-	7								
A1V	3	-	6		-	5	5	-	5								
A2V	4	6	-	-		5	5	6	5								
B1	5	7	7	6	6		-	7	-								
B2	6	7	7	6	6	-		7	-								
af	7	-	-	-	5	7	7		-								
bf	8	7	7	9	6	-	-	-									
	9																
	10																
	11																
	12																
	13																
	14																
	15																
	16																

FYNS AMT, ODENSE

SIGN. V. NY ASSENSVEJ / VESTRE BOULEVARD


dansk trafik teknik

Dato 29.09.93

Bearb. NCJ

Kontr. LHJ

Norm

B 31.07.06

KBN

Ers.for:

Vers Ændring

Dato

Bearb.

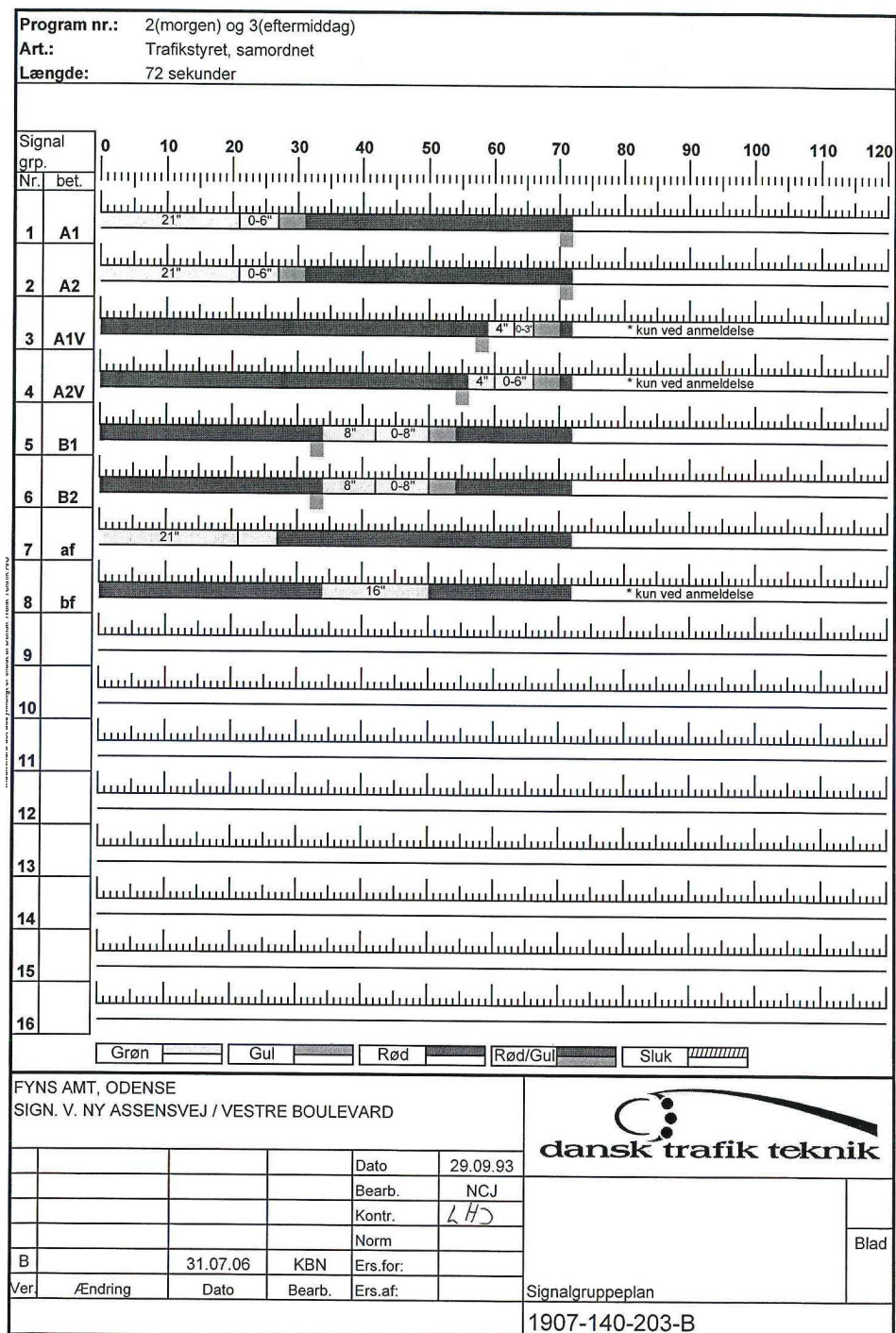
Ers.af:

Mellemtidsmatrix

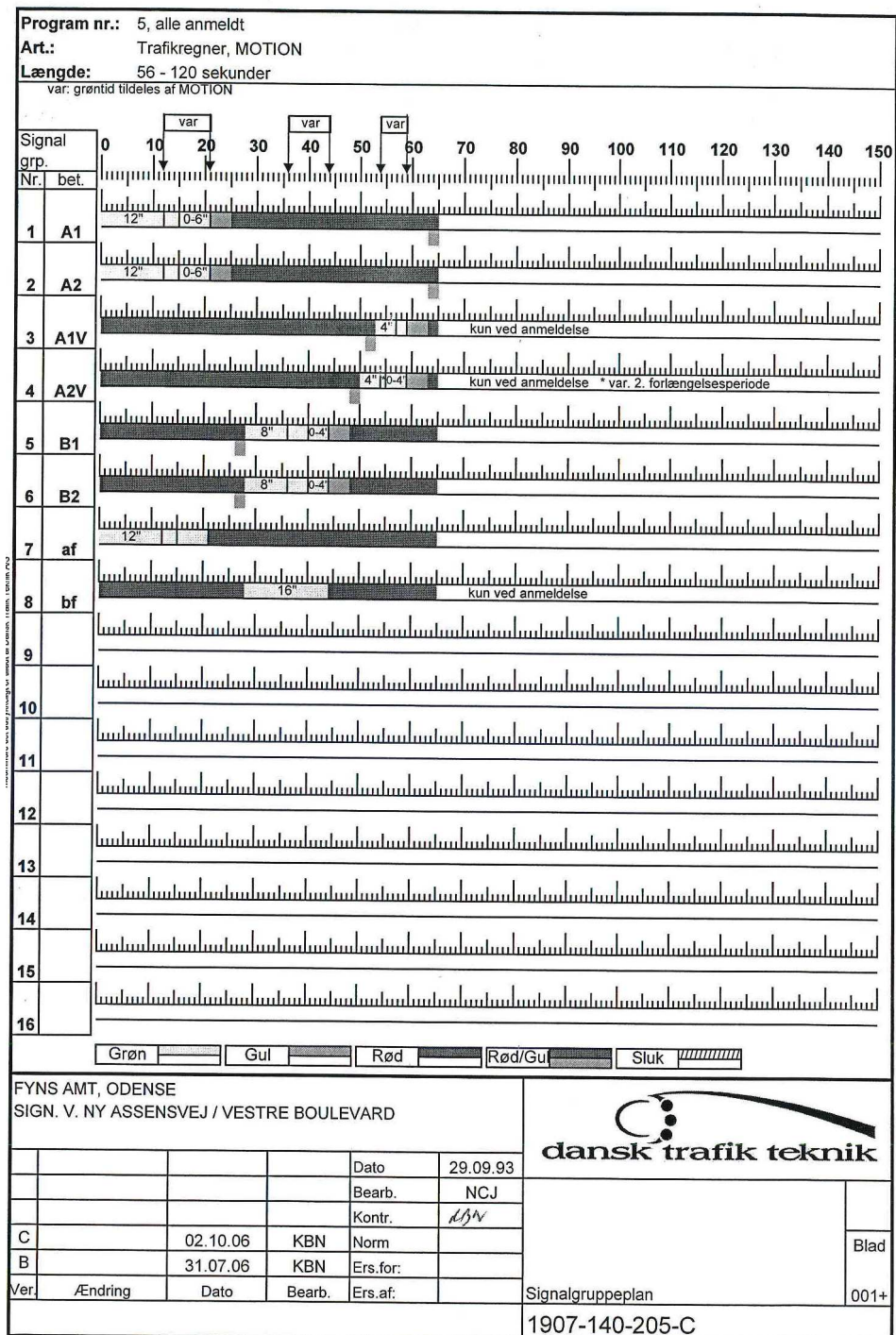
Blad

1907-140-201-B

Figur 11.18: Mellemtidsmatrice for kryds 140.



Figur 11.19: Tilbagefaldssignalprogram 2 og 3 for henholdsvis morgen og eftermiddag for kryds 140.



Figur 11.20: Signalprogram 5 med MOTION for kryds 140.

12 Bilag D: Grøntid

Dette bilag indeholder fremgangsmåden til bestemmelsen af grøntiden for de to styringssituationer.

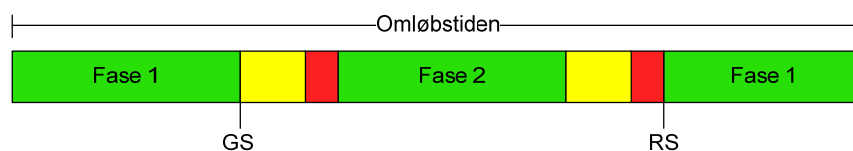
Der er ikke indsamlet den samme type data om de grøntider, som de enkelte retninger i krydsene har haft i de to styringssituationer. Derfor bestemmes grøntiden ved to forskellige fremgangsmåder.

Grøntiden for styring med MOTION

Kryds 239, 117 og 140 har ens styreapparat, og der er her indsamlet data om hvornår én fases grøntid slutter samt hvornår den efterfølgende fases rødtid slutter. Der kan fremkomme to kombinationer ved et kryds med to faser, der udregnes som vist i figur 12.1 og figur 12.2.

Hvis $GS < RS$, så er

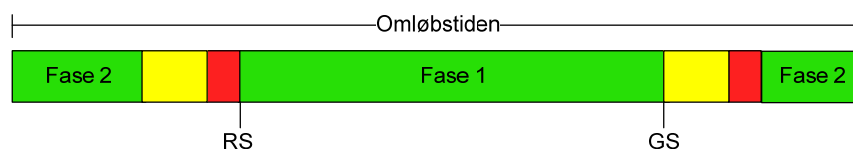
Grøntid for fase 1 = $GS + \text{omløbstiden} - RS$



Figur 12.1: Udregning af grøntid for fase 1 for $GS < RS$, hvor GS er det sekund hvor grøntid slutter for fase 1 og RS er det sekund hvor rødtid slutter for fase 2.

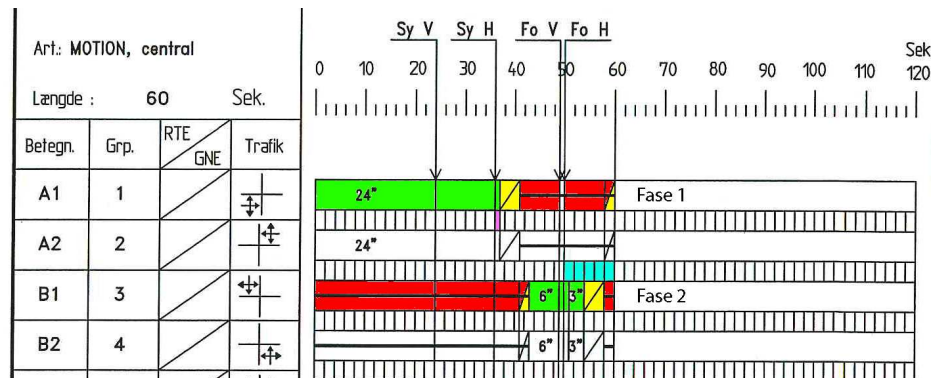
Hvis $GS > RS$, så er

Grøntid for fase 1 = $GS - RS$



Figur 12.2: Udregning af grøntid for fase 1 for $GS > RS$, hvor GS er det sekund hvor grøntid slutter for fase 1 og RS er det sekund hvor rødtid slutter for fase 2.

Kryds 249, 139 og 138 har ens styreapparat, og her er indsamlet data for hvornår én fases grøntid slutter samt hvornår den efterfølgende fase slutter. Derudover er der for et kryds med to faser indsamlet data om SyH og 1FoH placering i omløbet. SyH og 1FoH refererer til signalprogrammet, jf. figur 12.3. Her er ligeledes to kombinationsmuligheder, hvor udregningen af grøntiden fremgår nedenfor.



Figur 12.3: Udsnit af signalprogram, hvor lyserød indikerer sekunder mellem SyH og grøntid slut for fase 1 og blå indikerer sekunder mellem FoH og grøntid start for fase 2.

Hvis $SyH < FoH$, så er

$$\text{Grøntid for fase 1} = SyH + \text{omløbstiden} - FoH - S_{FoH-Gstart} + S_{SyH-Gslut}$$

hvor

$S_{FoH-Gstart}$ = sekunder fra FoH til grønt i fase 1 starter
 $S_{SyH-Gslut}$ = sekunder fra SyH til grønt i fase 1 slutter

Figur 12.4: Udregning af grøntid for fase 1 for $SyH < FoH$.

Hvis $SyH > FoH$, så er

$$\text{Grøntid for fase 1} = SyH - FoH - S_{FoH-Gstart} + S_{SyH-Gslut}$$

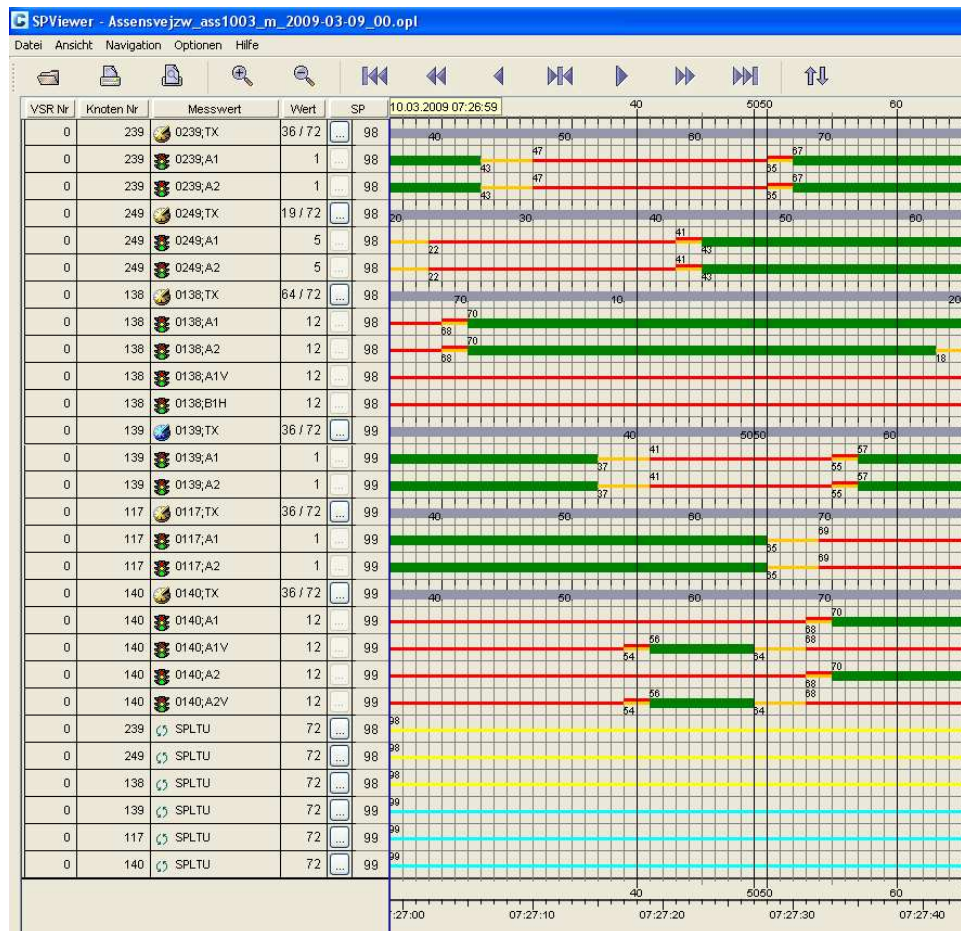
hvor

$S_{FoH-Gstart}$ = sekunder fra FoH til grønt i fase 1 starter
 $S_{SyH-Gslut}$ = sekunder fra SyH til grønt i fase 1 slutter

Figur 12.5: Udregning af grøntid for fase 1 for $SyH > FoH$.

Grøntid for styringen med tilbagefaldsprogrammerne

Der er for styringen med tilbagefaldsprogrammerne kun indsamlet data, som kan vises visuelt i edb-programmet SPViewer, jf. figur 12.6.



Figur 12.6: Udpluk fra edb-programmet SPViewer.

Som udgangspunkt bestemme grøntiden for hver retning i krydsene ud fra de pågældende signalprogrammer, men da der i tilbagefaldsprogrammerne er indlagt lokaltrafikstyring, betyder det at grøntidsfordelingen kan varierer fra omløb til omløb.

Eftersom der i Dankap skal være en konstant grøntid for hver retning i de valgte beregningsperioder, bestemmes grøntiden for hver retning i krydset for hvert omløb ud fra SPViewer. Derudfra kan bestemmes en gennemsnitlig fordeling af rest grøntiden. Den gennemsnitlige grøntid for de fire højeste værdier vælges, som en repræsentativ grøntidsfordeling, da dette antages at være "det bedste bud" for tilbagefaldsprogrammerne for trafikmængden i en 12-minuttersperiode.

De fire højeste værdier vurderes at have en lille variation i myldretiderne, hvorfor en repræsentativ grøntidsfordeling for beregningsperioderne om morgen og eftermiddagen bestemmes ud fra de indsamlede data om grøntiderne for den 31.03. 2009.

I det efterfølgende fremgår de operative grøntider for retningerne for hvert kryds i hvert omløb.

Den tildelte grøntid for beregningsperioderne for retning A1 i kryds 239 for den 31.03 2009 fremgår af tabel 12.1. Yderligere fremgår gennemsnittet af de fire højeste værdier. I beregningsperioden 7:54-8:06 er tildelt en grøntid på 117 sekunder, hvilket skyldes, at der ikke er anmeldt trafik fra sideretningen. I Dankapberegningerne er der anmeldt trafik fra alle retninger, hvorfor denne værdi ikke indgår i gennemsnittet af de fire højeste værdier.

Tidspunkt	A1		
7:42-7:54	46	48	45
	51	45	51
	45	41	51
Gns. 4 højeste	50		
7:54-8:06	41	47	41
	41	42	43
	117	40	45
Gns. 4 højeste	45		
15:24-15:36	47	50	40
	51	51	41
	42	51	50
Gns. 4 højeste	51		
15:48-16:00	48	41	41
	51	41	48
	41	48	41
Gns. 4 højeste	49		

Tabel 12.1: Den tildelte grøntid for beregningsperioderne for retning A1 i kryds 239 for den 31.03 2009 samt gennemsnittet af de fire højeste værdier.

Den tildelte grøntid for beregningsperioderne for retning A1 i kryds 249 for den 31.03 2009 fremgår af tabel 12.2. Yderligere fremgår gennemsnittet af de fire højeste værdier.

Tidspunkt	A1		
7:42-7:54	39	39	43
	39	41	42
	38	42	43
Gns. 4 højeste	43		
7:54-8:06	43	43	43
	43	41	39

	40	39	43
Gns. 4 højeste	43		
15:24-15:36	36	36	43
	43	40	36
	42	43	43
Gns. 4 højeste	43		
15:48-16:00	36	36	36
	39	36	43
	39	36	39
Gns. 4 højeste	40		

Tabel 12.2: Den tildelte grøntid for beregningsperioderne for retning A1 i kryds 249 for den 31.03 2009 samt gennemsnittet af de fire højeste værdier.

Den tildelte grøntid for beregningsperioderne for retning A1, A1V, A2 og B1H i kryds 138 for den 31.03 2009 fremgår af tabel 12.3. Yderligere fremgår gennemsnittet af de fire højeste værdier. De grå værdier udgår, da disse indikerer at der ikke har været trafik fra sideretningen B2. Eftersom minimumsgrøntider og mellemtider skal overholdes korrigeres de gennemsnitlige værdier i morgenperioderne, hvilket i tabel 12.3 fremgår som tallet i parentes.

Tidspunkt	A1			A1V			A2			B1H		
7:42-7:54	34	35	41	9	10	24	20	20	19	5	6	19
	52	49	40	23	23	23	33	29	18	20	20	19
	40	40	45	23	23	23	18	20	23	19	19	19
Gns. 4 højeste	(40) 47			(20) 23			(23) 26			(19) 20		
7:54-8:06	43	42	42	23	23	21	23	16	20	19	19	17
	40	44	44	32	32	45	11	13	14	28	28	11
	40	40	47	23	23	32	20	20	26	19	19	28
Gns. 4 højeste	45			(25) 28			(18) 21			(21) 24		
15:24-15:36	37	39	39	24	23	26	16	16	16	20	19	22
	46	34	38	34	21	24	10	16	16	30	17	20
	37	34	43	24	23	29	16	14	16	20	19	25
Gns. 4 højeste	42			28			16			24		
15:48-16:00	37	43	37	24	25	25	16	16	16	20	21	21
	40	38	48	23	25	25	16	12	15	19	21	20
	36	37	38	23	24	30	16	16	16	19	21	26
Gns. 4 højeste	42			26			16			22		

Tabel 12.3: Den tildelte grøntid for beregningsperioderne for retning A1, A1V, A2 og B1H i kryds 138 for den 31.03 2009 samt gennemsnittet af de fire højeste værdier. Tallet i parentes er den korrigerede værdi.

Den tildelte grøntid for beregningsperioderne for retning A1 i kryds 139 for den 31.03 2009 fremgår af tabel 12.4. Yderligere fremgår gennemsnittet af de fire højeste værdier.

Tidspunkt	A1		
7:42-7:54	46	46	46
	46	46	46
	49	52	46
Gns. 4 højeste	48		
7:54-8:06	51	45	52
	46	49	46
	45	48	51
Gns. 4 højeste	51		
15:24-15:36	48	52	51
	46	49	51
	46	46	52
Gns. 4 højeste	52		
15:48-16:00	52	52	52
	46	50	52
	46	52	46
Gns. 4 højeste	52		

Tabel 12.4: Den tildelte grøntid for beregningsperioderne for retning A1 i kryds 139 for den 31.03 2009 samt gennemsnittet af de fire højeste værdier.

Den tildelte grøntid for beregningsperioderne for retning A1 i kryds 117 for den 31.03 2009 fremgår af tabel 12.5. Yderligere fremgår gennemsnittet af de fire højeste værdier. Eftersom at minimumsgrønt og mellemtider i signalprogrammet skal overholdes i krydset er værdier højere end 44 et udtryk for, at der ikke er anmeldt sidevejstrafik eller at kun fodgængere er anmeldt. Disse værdier indgår derfor ikke i gennemsnittet.

Tidspunkt	A1		
7:42-7:54	42	42	42
	43	42	42
	42	42	42
Gns. 4 højeste	42		
7:54-8:06	42	43	42
	47	42	42
	42	42	42
Gns. 4 højeste	42		
15:24-15:36	42	42	42

	42	47	42
	42	42	42
Gns. 4 højeste	42		
15:48-16:00	42	42	42
	42	42	42
	42	42	42
Gns. 4 højeste	42		

Tabel 12.5: Den tildelte grøntid for beregningsperioderne for retning A1 i kryds 117 for den 31.03 2009 samt gennemsnittet af de fire højeste værdier.

Den tildelte grøntid for beregningsperioderne for retning A1, A1V, A2 og A2V i kryds 140 for den 31.03 2009 fremgår af tabel 12.6. Yderligere fremgår gennemsnittet af de fire højeste værdier. De retninger som har en grøntid på 0 er et udtryk for at der ikke er anmeldt sidevejstrafik, derfor udgår disse værdier med tilhørende værdier i den krydsende retning. Yderligere skal minimumsgrønt og mellemtider overholdes, hvorfor enkelte værdier korrigeret herfor.

Tidspunkt	A1			A1V			A2			A2V		
7:42-7:54	47	28	22	10	8	10	32	30	25	0	10	10
	27	36	33	0	5	6	42	36	37	10	5	10
	30	24	32	9	6	0	32	26	44	11	7	7
Gns. 4 højeste	33			9			34			10		
7:54-8:06	39	35	21	5	4	6	38	37	22	4	6	10
	27	43	39	5	0	4	29	43	43	10	0	8
	42	34	28	5	0	9	29	46	27	0	7	8
Gns. 4 højeste	36			6			36			9		
15:24-15:36	29	27	35	8	8	0	31	29	47	10	10	7
	21	27	24	0	6	6	36	31	28	10	10	10
	32	30	34	0	0	8	46	45	36	9	10	10
Gns. 4 højeste	33			8			32			10		
15:48-16:00	29	32	34	10	10	9	29	32	35	10	10	10
	33	33	25	10	10	8	27	35	27	4	8	10
	26	33	29	4	6	7	31	35	32	9	10	10
Gns. 4 højeste	33			10			34			10		

Tabel 12.6: Den tildelte grøntid for beregningsperioderne for retning A1, A1V, A2 og A2V i kryds 140 for den 31.03 2009 samt gennemsnittet af de fire højeste værdier.

De korrigerede grøntider af gennemsnittet af de fire højeste værdier for hver retning i de seks kryds fremgår af tabel 12.7.

<i>Kryds</i>	<i>Retning</i>	Grøntid			
		<i>Morgen</i>		<i>Eftermiddag</i>	
		<i>7:42-7:54</i>	<i>7:54-8:06</i>	<i>15:24-15:36</i>	<i>15:48-16:00</i>
239	A1+A2	50	45	51	49
	B1	9	14	8	10
249	A1+A2	43	43	43	40
	B1	12	12	12	15
138	A1	40	45	42	42
	A1V	20	25	28	26
	A2	23	18	16	16
	B1+B2	11	11	10	12
	B1H	19	21	24	22
139	A1+A2	48	51	52	52
	B1+B2	12	9	8	8
117	A1+A2	42	42	42	42
	B1	13	13	13	13
	B2	14	14	14	14
140	A1+A2	33	36	33	33
	A1V	9	6	8	10
	A2	34	36	32	34
	A2V	10	9	10	10
	B1+B2	10	8	10	10

Tabel 12.7: Grøntiderne for hvert retning i krydsene til Dankapberegningerne.

13 Bilag E: Kølængder fra Dankap

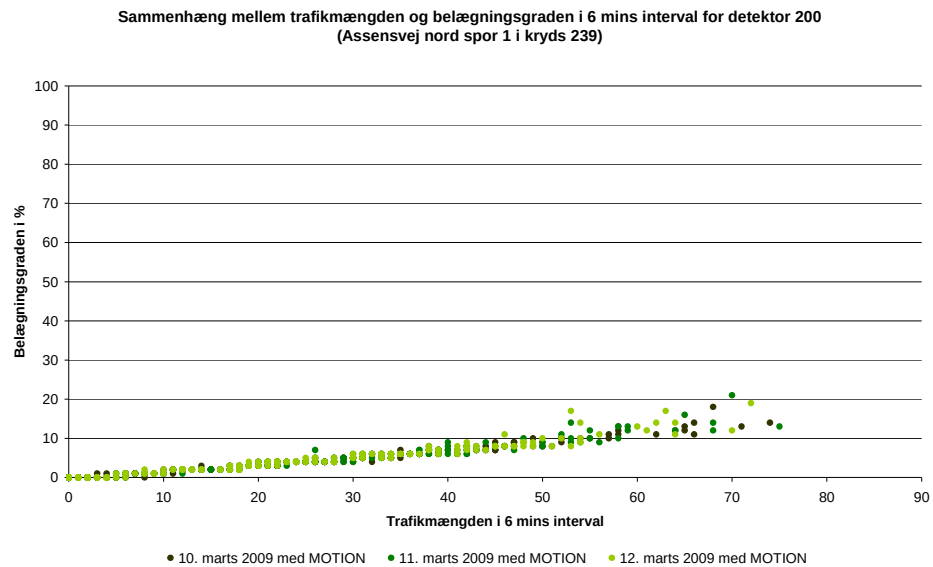
Af nedenstående tabel fremgår kølængder beregnet i Dankap, som overskrides i 5% af tiden.

Kryds	ID	Tilfart	Med MOTION						Uden MOTION						
			10.03 2009		11.03 2009		12.03 2009		10.03 2009		11.03 2009		12.03 2009		
			M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	
239	1	Assensvej N	L+H	8	12	8	15	8	13	8	10	7	13	8	11
	2	Assensvej S	V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	3	Assensvej S	L	13	8	14	8	15	11	14	7	12	7	15	10
	4	Krøgersvej V	V+H	4	1	4	1	4	6	1	1	3	1	1	6
249	1	Assensvej N	L+H	13	14	11	18	13	14	9	13	10	18	9	14
	2	Assensvej S	V+L	20	8	16	6	19	10	14	7	14	6	12	10
	3	Assensvej S	L	27	12	22	13	24	15	19	11	18	12	16	15
	4	Gustav Joh. Vej V	V+H	15	4	14	10	15	26	25	4	12	10	26	24
138	1	Assensvej N	V	11	22	13	15	13	14	10	18	12	16	11	12
	2	Assensvej N	L+H	9	14	8	16	10	16	8	14	9	16	9	16
	3	Assensvej S	L+H	17	9	19	9	16	11	13	10	13	9	12	11
	4	Clausens Allé V	V	89	18	75	19	70	17	80	18	61	19	58	13
	5	Clausens Allé V	L+H	11	8	10	9	12	7	8	8	10	9	9	6
	6	Dalumvej Ø	L+V	31	25	21	42	26	28	23	34	17	51	19	23
	7	Dalumvej Ø	H	24	12	22	10	23	17	40	11	53	10	35	15
139	1	Assensvej N	L+H+V	9	16	8	18	14	19	8	14	8	16	9	17
	2	Assensvej S	L+H+V	32	17	31	21	58	22	20	15	30	18	30	19
	3	Majas Allé V	L+H+V	31	4	9	4	13	8	22	4	7	4	24	7
	4	Majas Allé Ø	L+H+V	6	5	4	6	8	11	6	6	1	7	7	14
117	1	Assensvej N	V	6	6	5	7	6	6	5	5	4	5	5	5
	2	Assensvej N	L	10	15	9	16	10	15	7	12	7	12	7	11
	3	Assensvej N	H	4	4	4	5	4	4	1	4	1	4	1	3
	4	Assensvej S	V	7	4	6	5	7	5	5	4	5	4	5	4
	5	Assensvej S	L	20	12	20	14	20	15	14	9	14	11	14	10
	6	Assensvej S	H	5	1	5	4	5	4	4	1	4	1	4	1
	7	Sanderumvej V	V	9	6	8	6	13	7	15	12	10	11	16	13
	8	Sanderumvej V	L+H	7	5	6	5	7	5	6	5	5	6	6	5
	9	Ellejærsvej Ø	L+H+V	10	8	14	6	14	9	9	9	21	8	24	9
140	1	Assensvej N	V	5	4	1	5	4	5	4	4	1	5	1	5
	2	Assensvej N	L	15	17	13	16	15	14	13	16	12	14	11	13
	3	Assensvej N	H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	4	Assensvej S	V	10	7	8	8	11	6	8	6	6	8	9	8
	5	Assensvej S	L	26	17	27	17	32	18	20	16	24	15	24	16
	6	Assensvej S	H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	7	Vestre Boulevard V	V	1	1	4	4	1	3	1	1	1	4	1	1
	8	Vestre Boulevard V	L+H	10	6	11	6	10	5	8	6	9	7	8	5
	9	Vestre Boulevard Ø	V	5	4	5	5	5	6	5	4	4	5	4	6
	10	Vestre Boulevard Ø	L+H	6	5	6	6	6	9	5	6	5	7	5	8

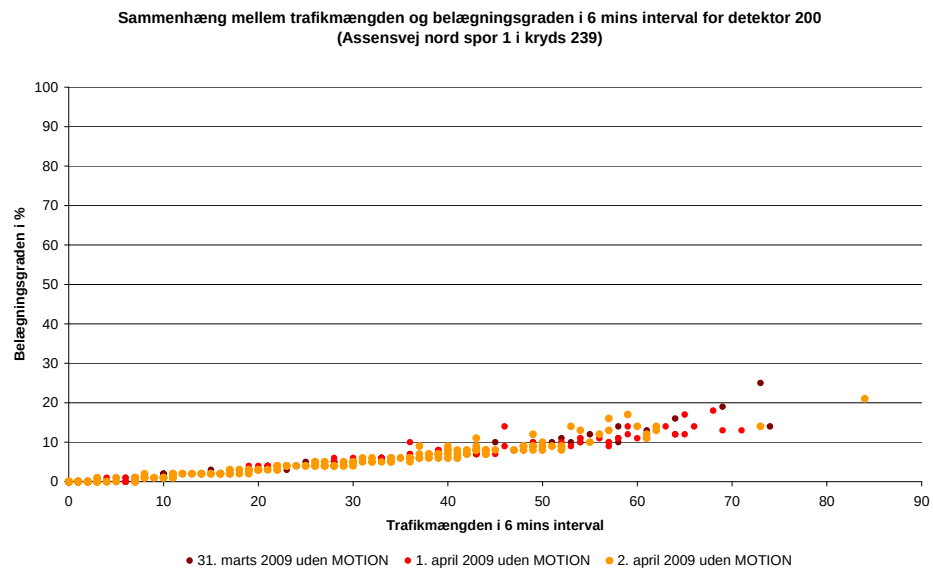
14 Bilag F: Grafer til metode 2

Dette bilag indeholder grafer, som viser sammenhængende mellem antallet af passerede køretøjer og bælgningsgraden for hver detektor i tilfarterne i krydsene. Hver prik i graferne indikerer trafikmængden og tilhørende belægningsgrad for 6-minutters intervaller for detektoren. For hver detektor er udarbejdet en graf for de tre dage med MOTION, som styrefunktion og de tre dage med tilbagefaldsprogrammerne.

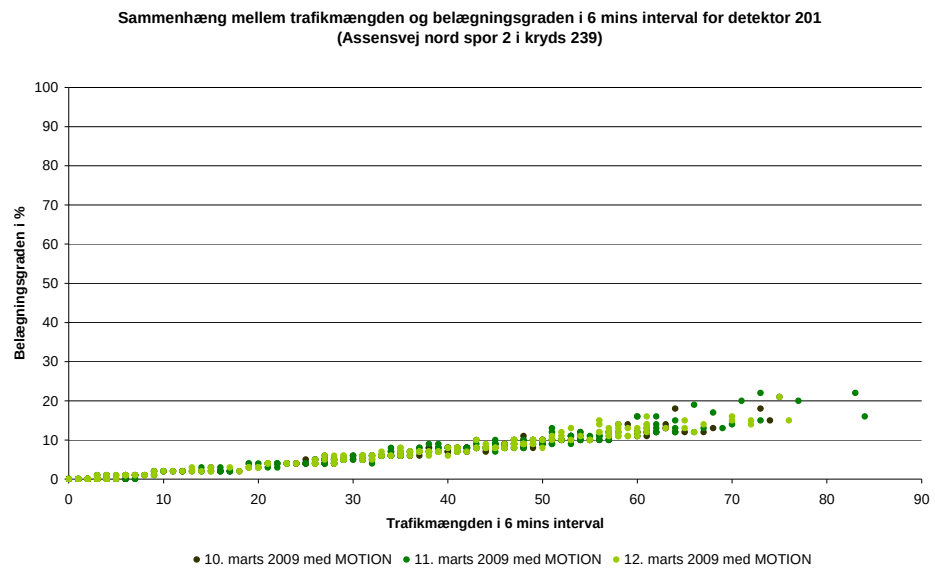
Kryds 239



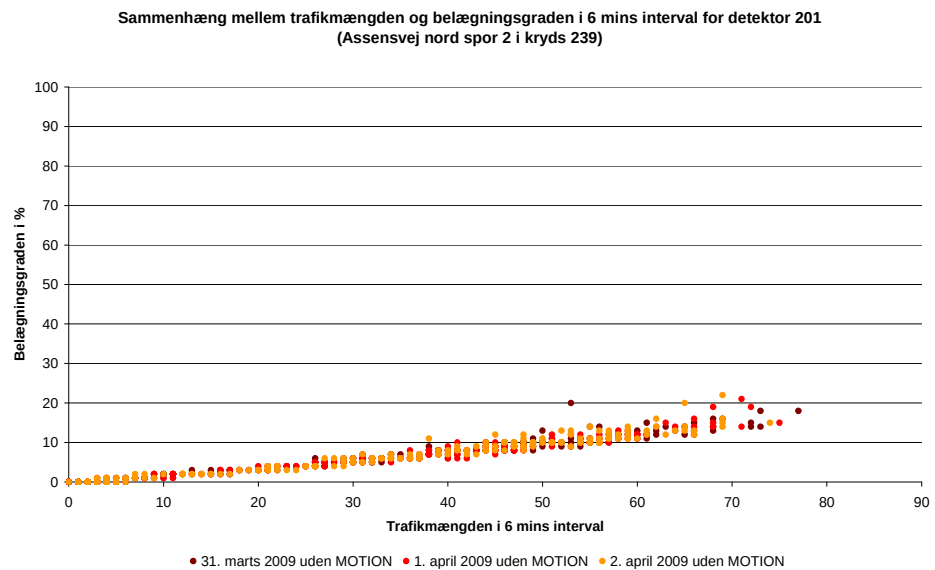
Figur 14.1: Sammenhæng mellem antallet af passerende køretøjer og belægningsgraden for detektor 200 i kryds 239 for de tre dage med MOTION.



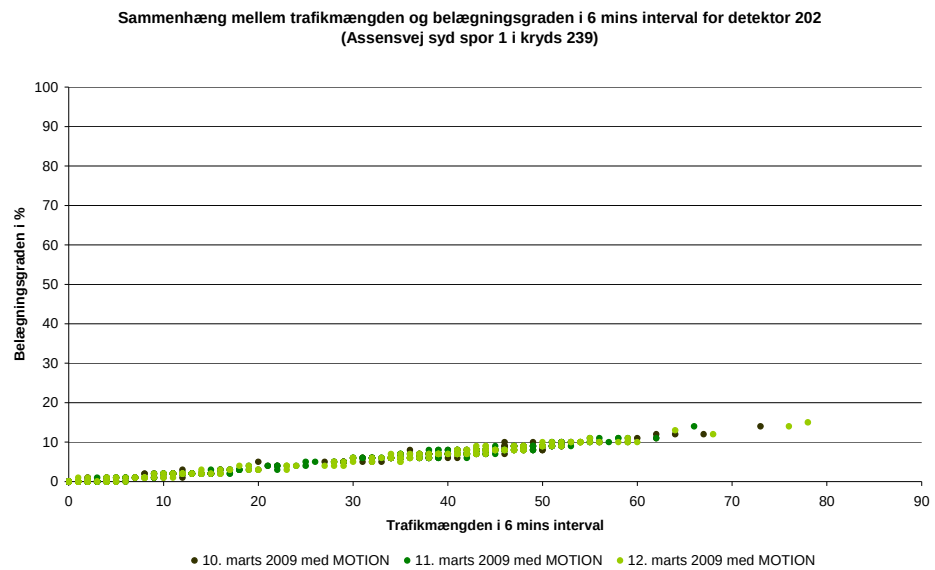
Figur 14.2: Sammenhæng mellem antallet af passerende køretøjer og belægningsgraden for detektor 200 i kryds 239 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



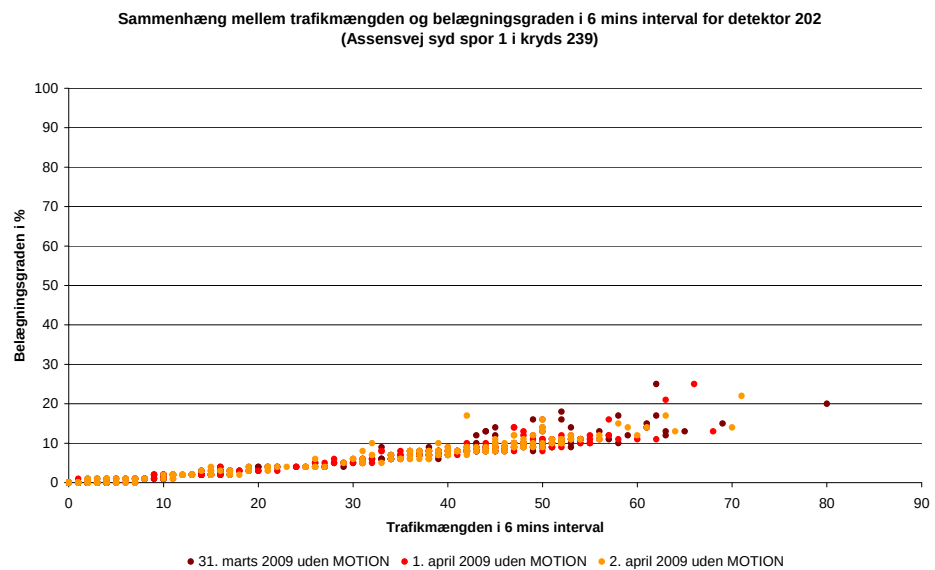
Figur 14.3: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 201 i kryds 239 for de tre dage med MOTION.



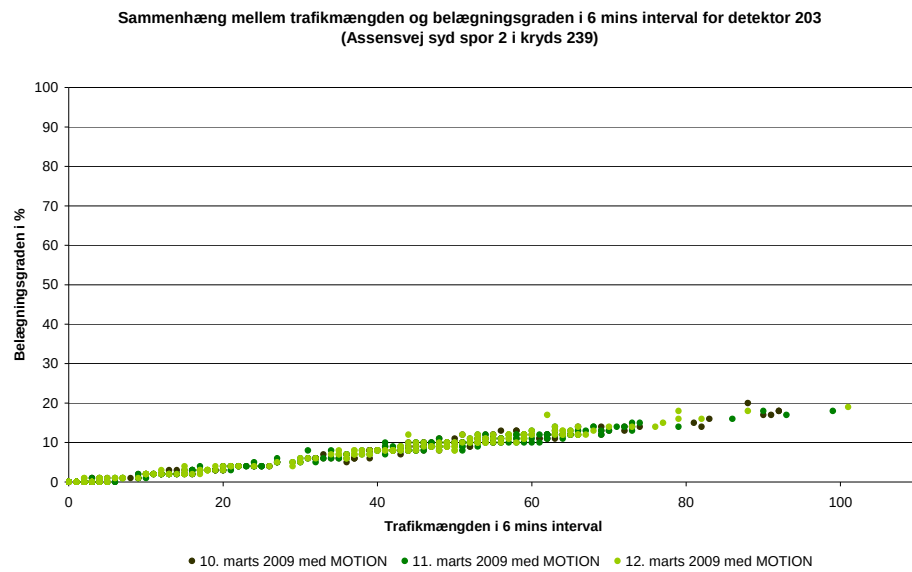
Figur 14.4: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 201 i kryds 239 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



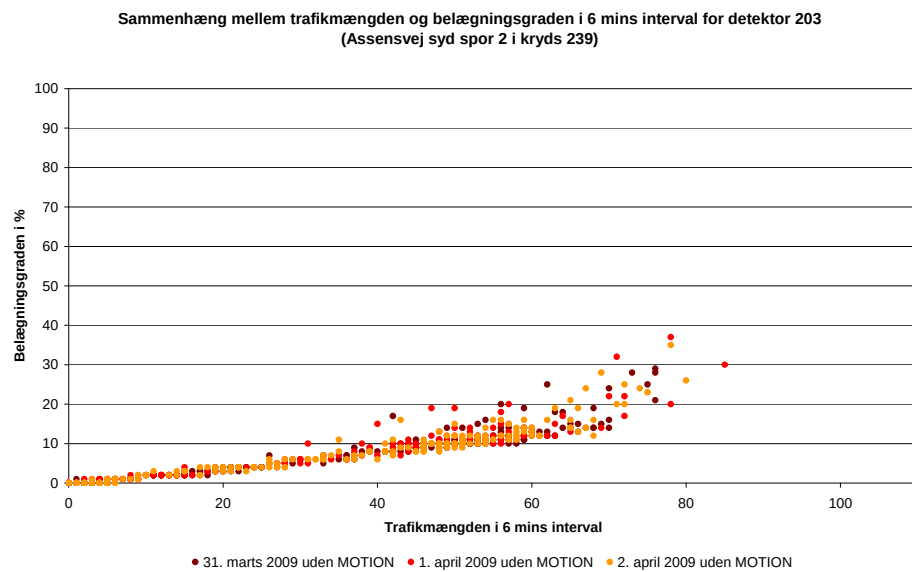
Figur 14.5: Sammenhæng mellem antallet af passerende køretøjer og belægningsgraden for detektor 202 i kryds 239 for de tre dage med MOTION.



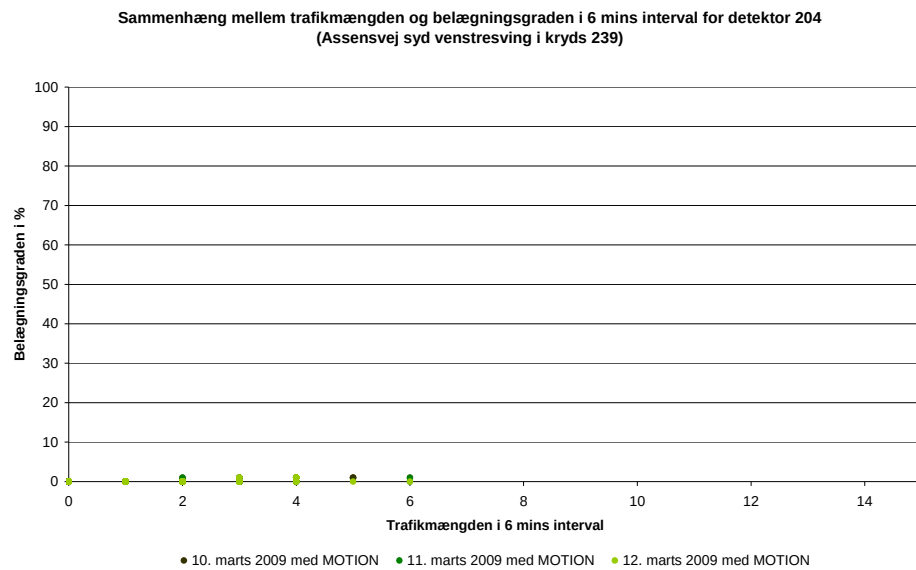
Figur 14.6: Sammenhæng mellem antallet af passerende køretøjer og belægningsgraden for detektor 202 i kryds 239 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



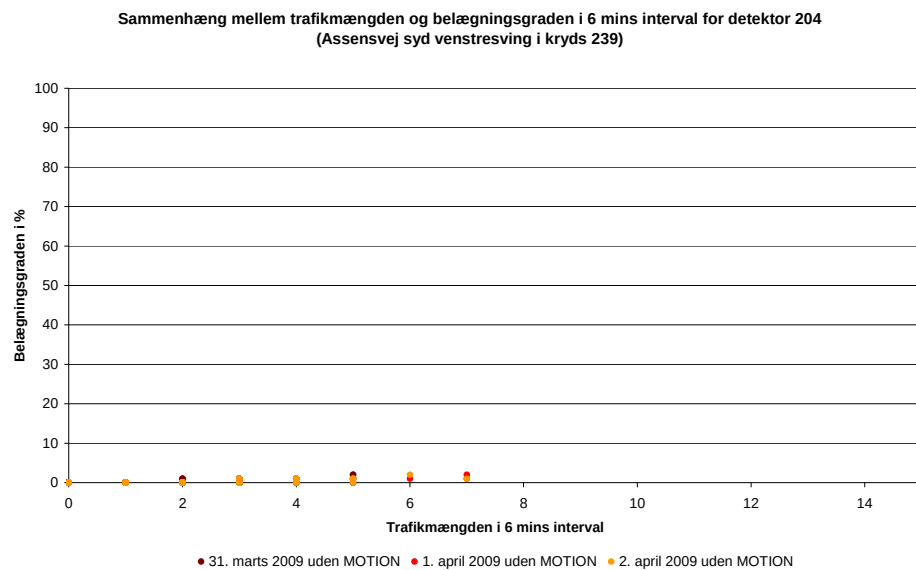
Figur 14.7: Sammenhæng mellem antallet af passerende køretøjer og belægningsgraden for detektor 203 i kryds 239 for de tre dage med MOTION.



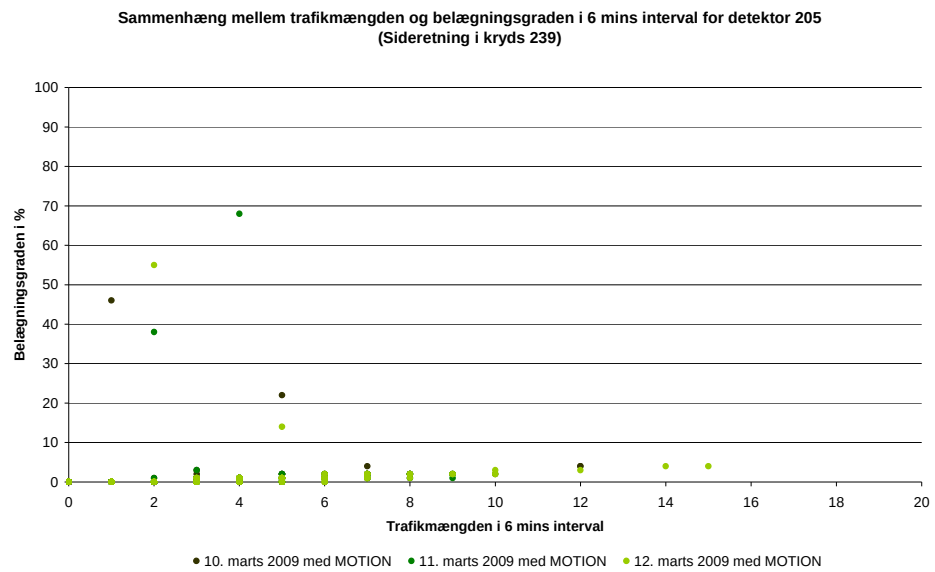
Figur 14.8: Sammenhæng mellem antallet af passerende køretøjer og belægningsgraden for detektor 203 i kryds 239 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



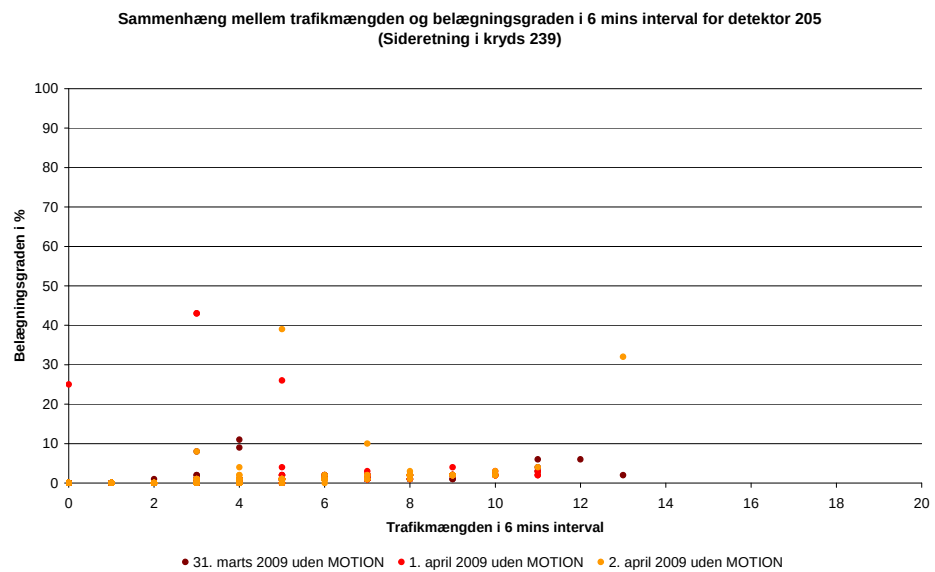
Figur 14.9: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 204 i kryds 239 for de tre dage med MOTION.



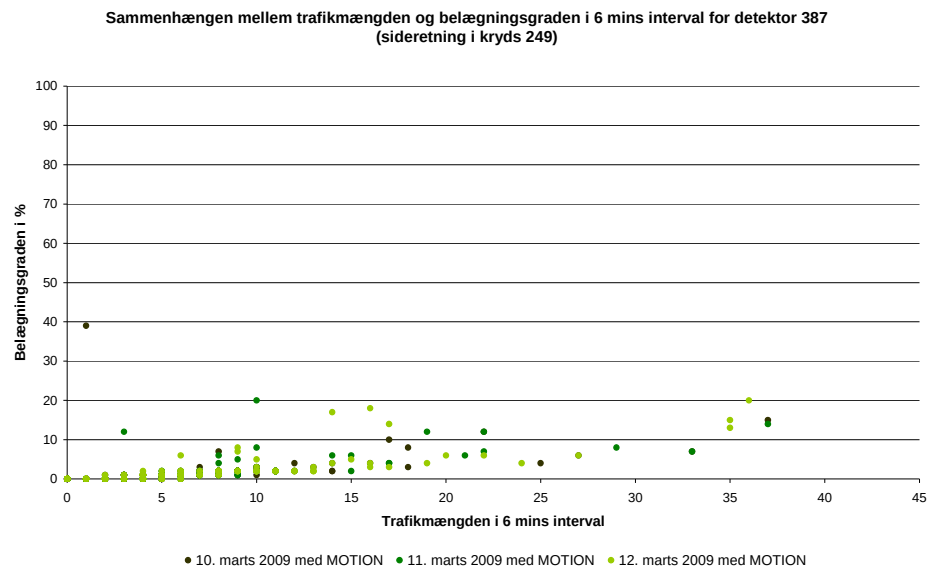
Figur 14.10: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 204 i kryds 239 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



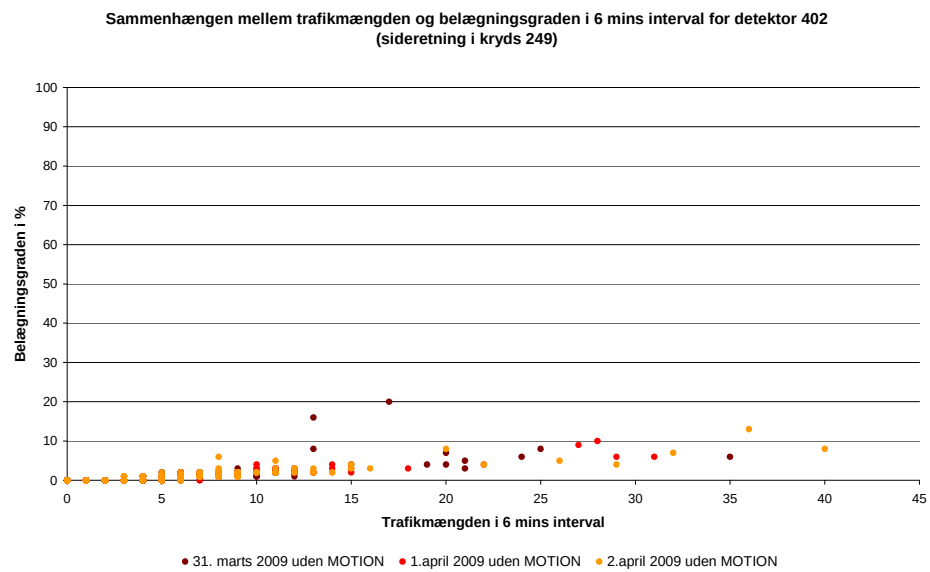
Figur 14.11: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 205 i kryds 239 for de tre dage med MOTION.



Figur 14.12: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 205 i kryds 239 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.

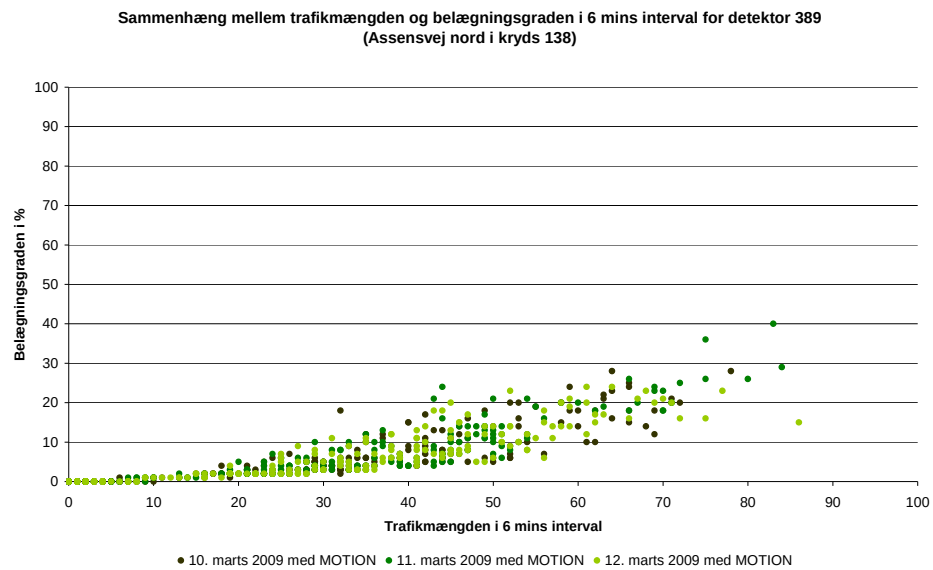
Kryds 249

Figur 14.13: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 387 i kryds 249 for de tre dage med MOTION.

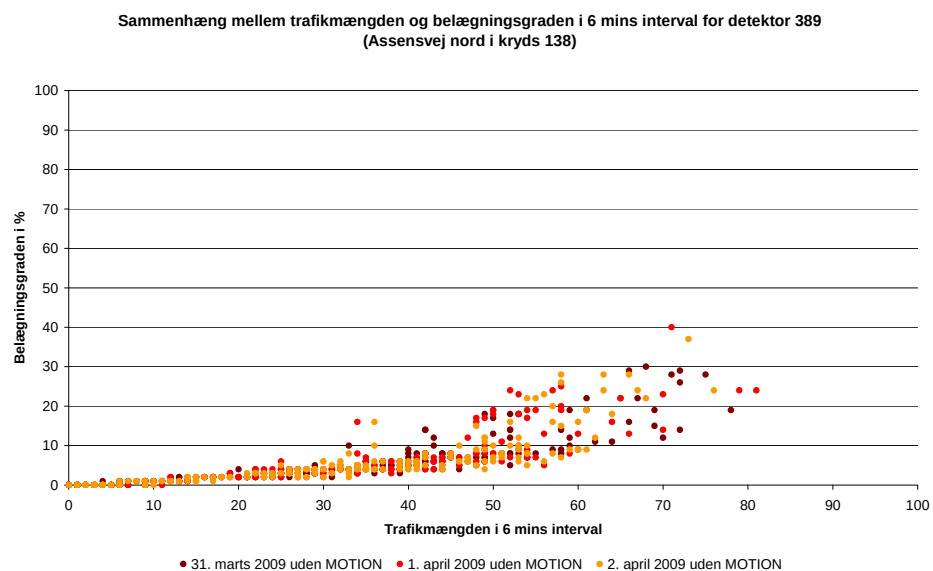


Figur 14.14: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 387 i kryds 249 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.

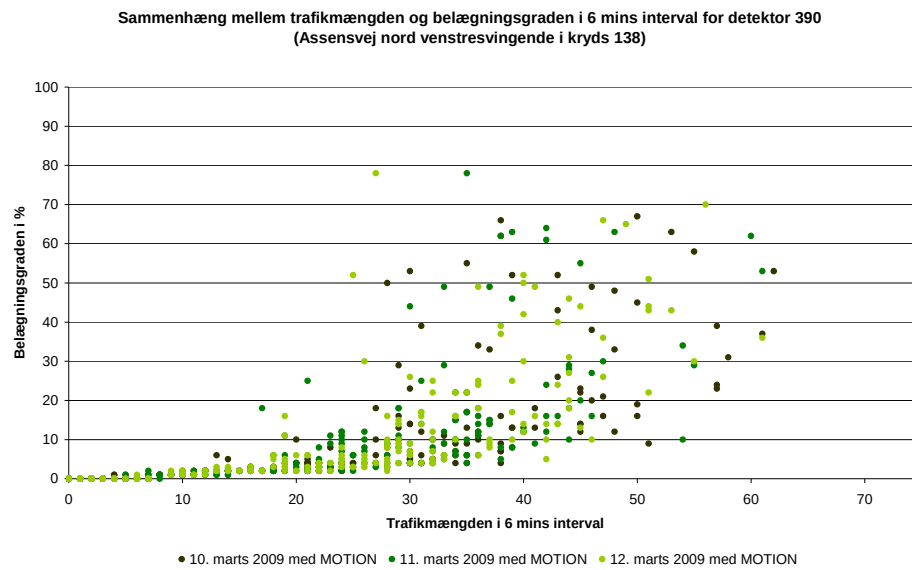
Kryds 138



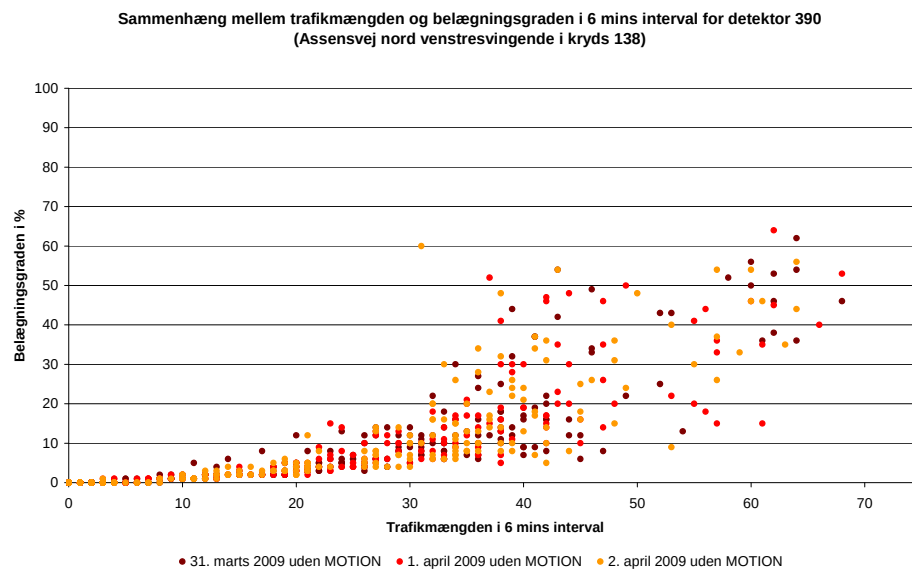
Figur 14.15: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 389 i kryds 138 for de tre dage med MOTION.



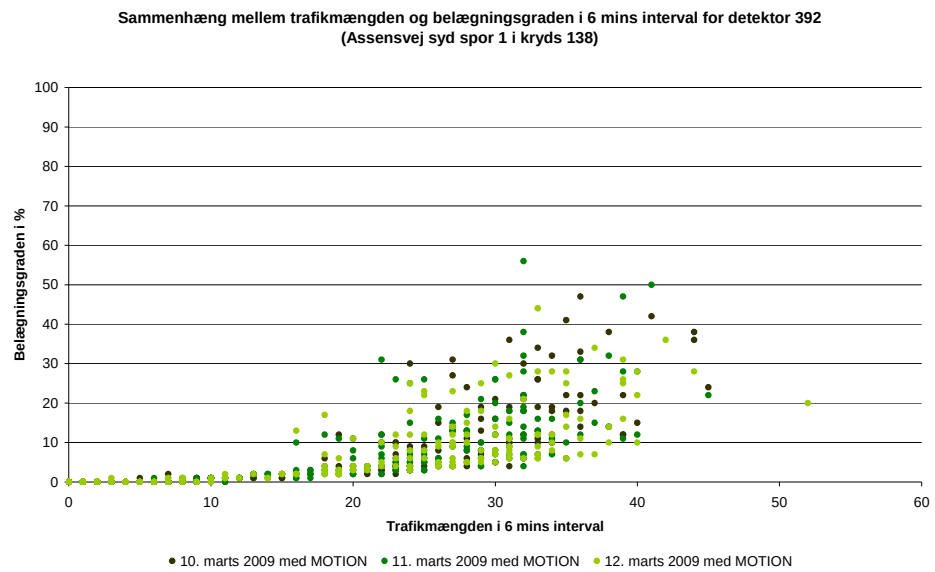
Figur 14.16: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 389 i kryds 138 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



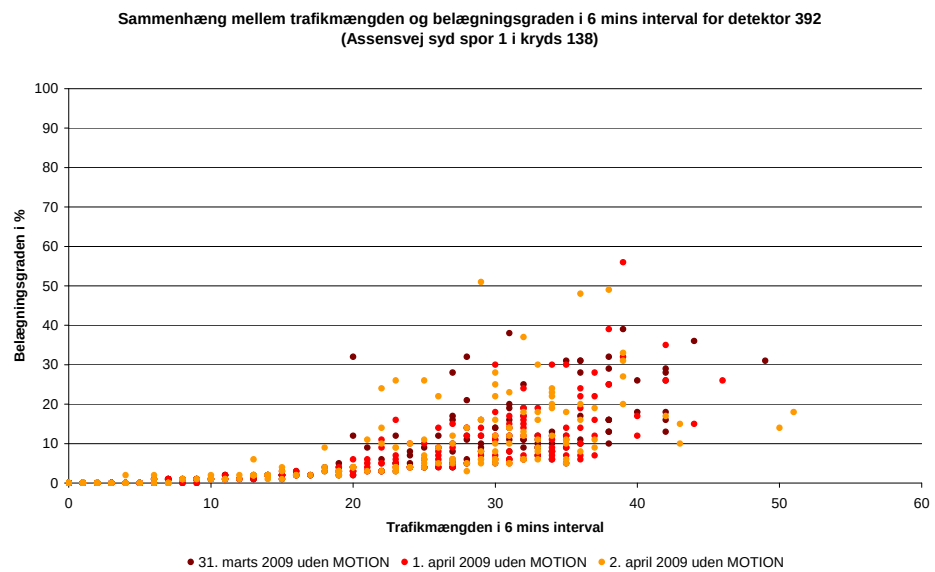
Figur 14.17: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 390 i kryds 138 for de tre dage med MOTION.



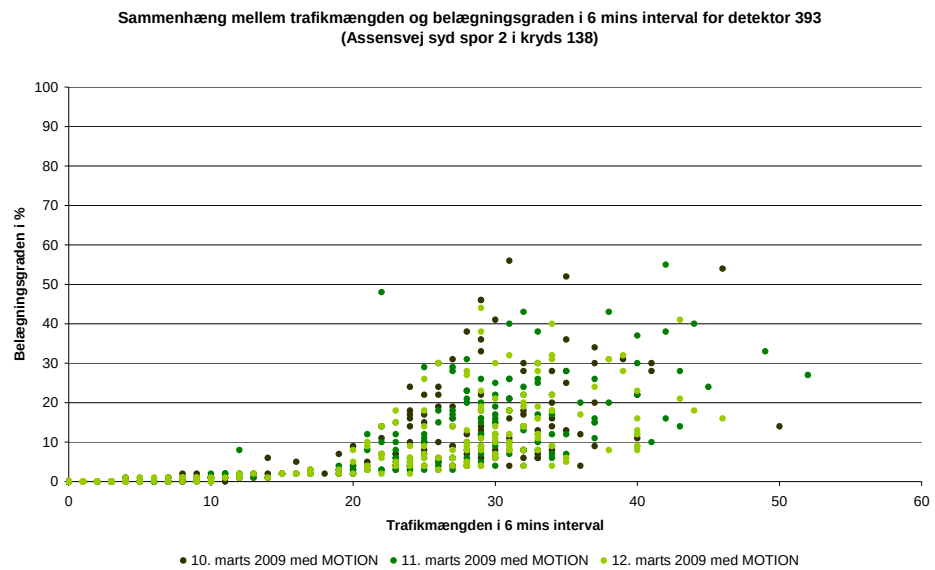
Figur 14.18: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 390 i kryds 138 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



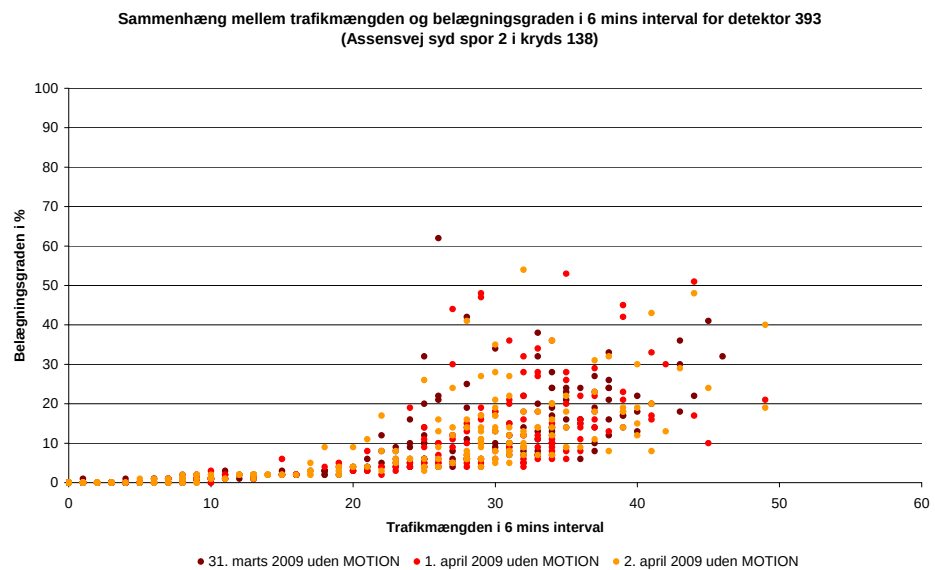
Figur 14.19: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 392 i kryds 138 for de tre dage med MOTION.



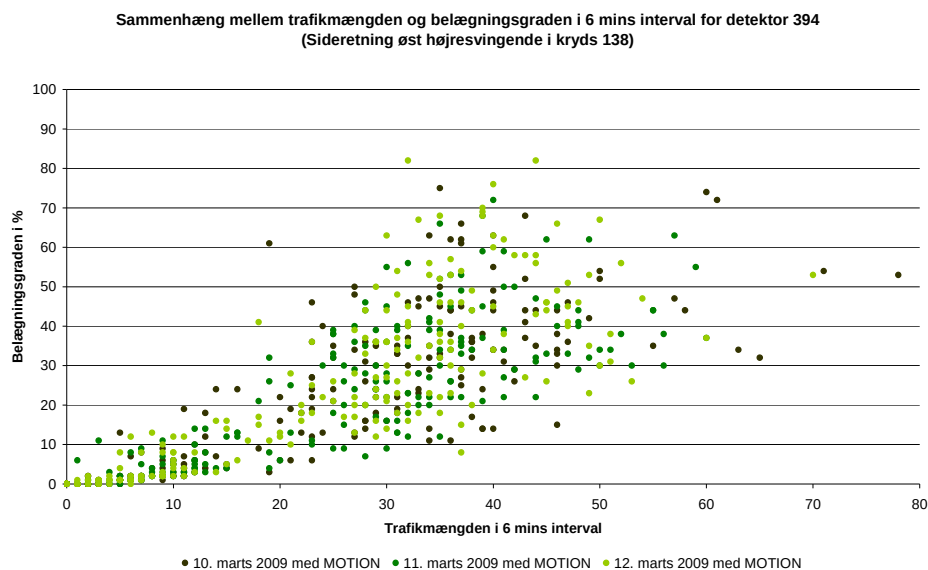
Figur 14.20: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 392 i kryds 138 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



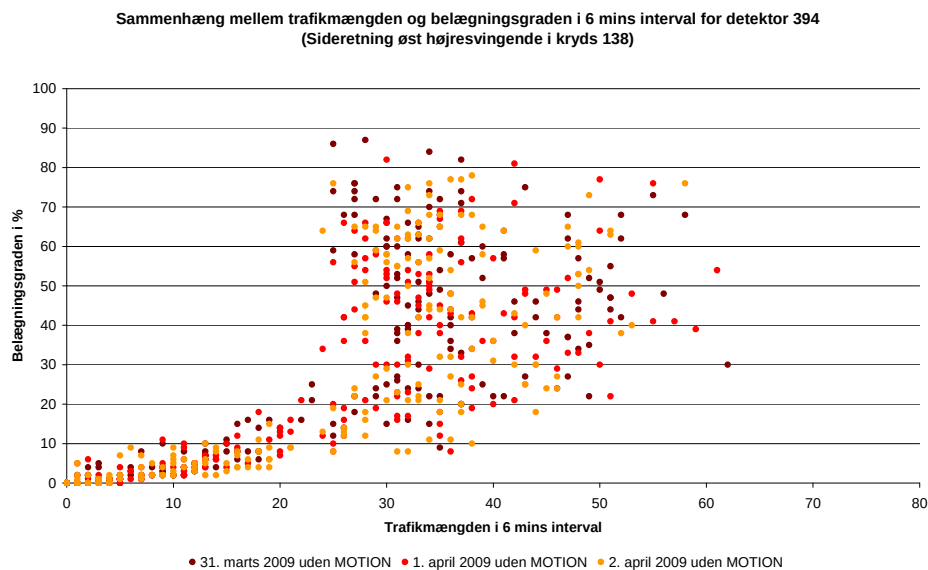
Figur 14.21: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 393 i kryds 138 for de tre dage med MOTION.



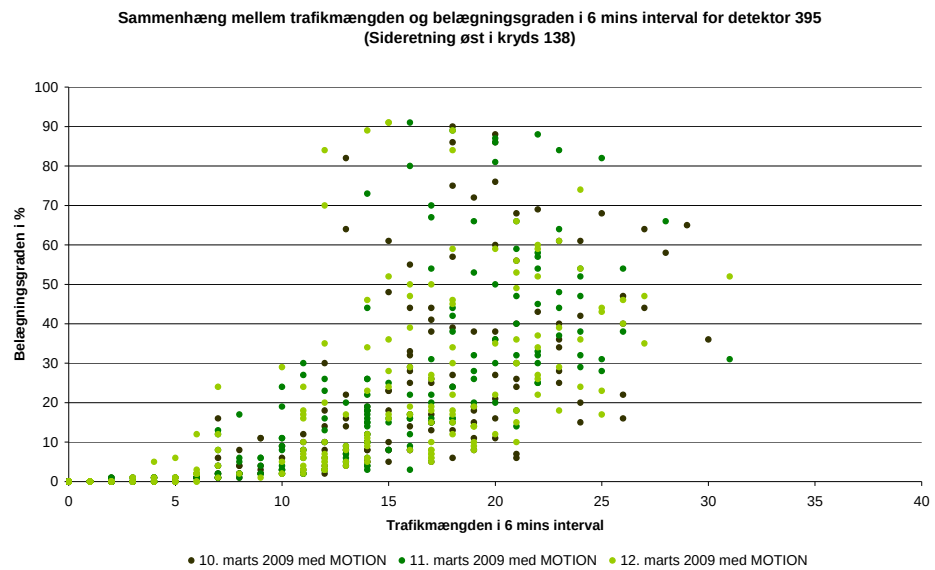
Figur 14.22: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 393 i kryds 138 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



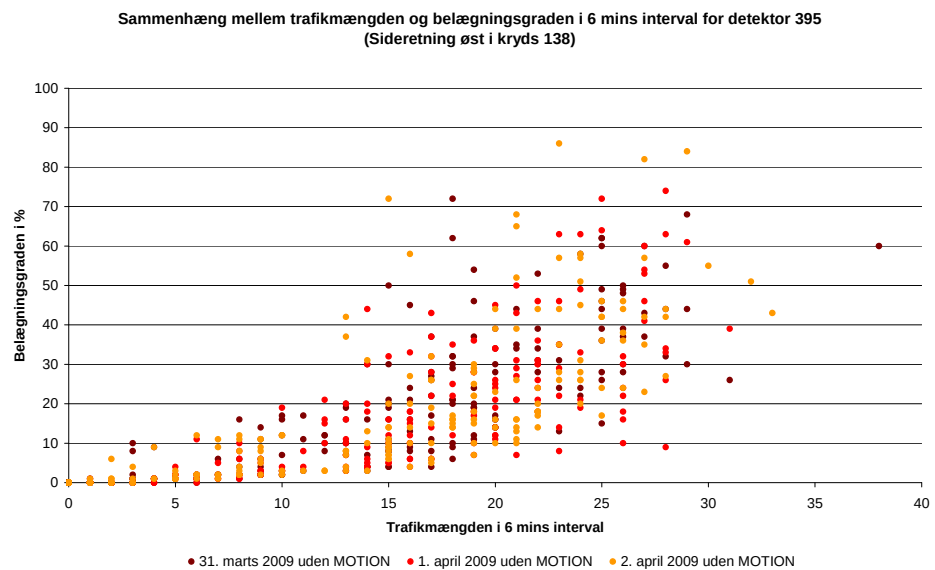
Figur 14.23: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 394 i kryds 138 for de tre dage med MOTION.



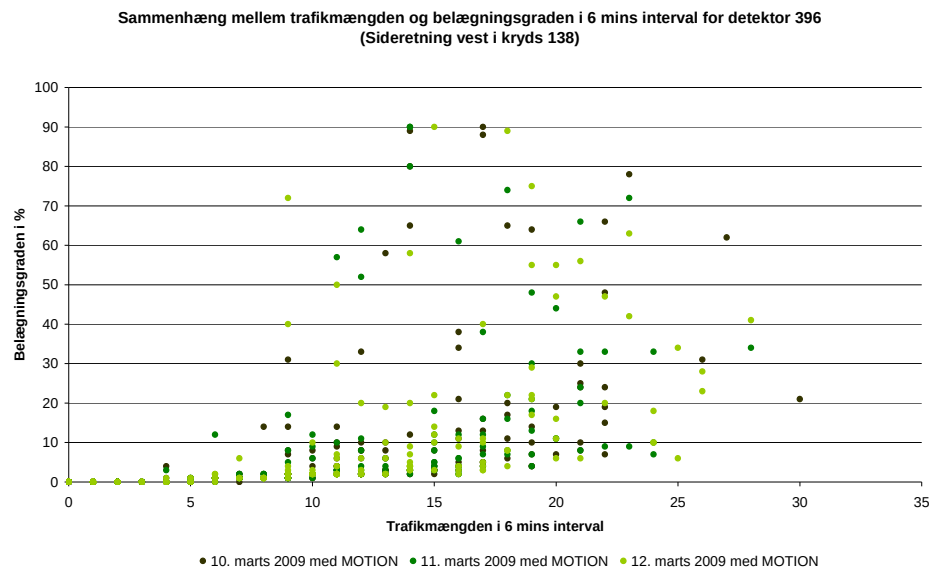
Figur 14.24: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 394 i kryds 138 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



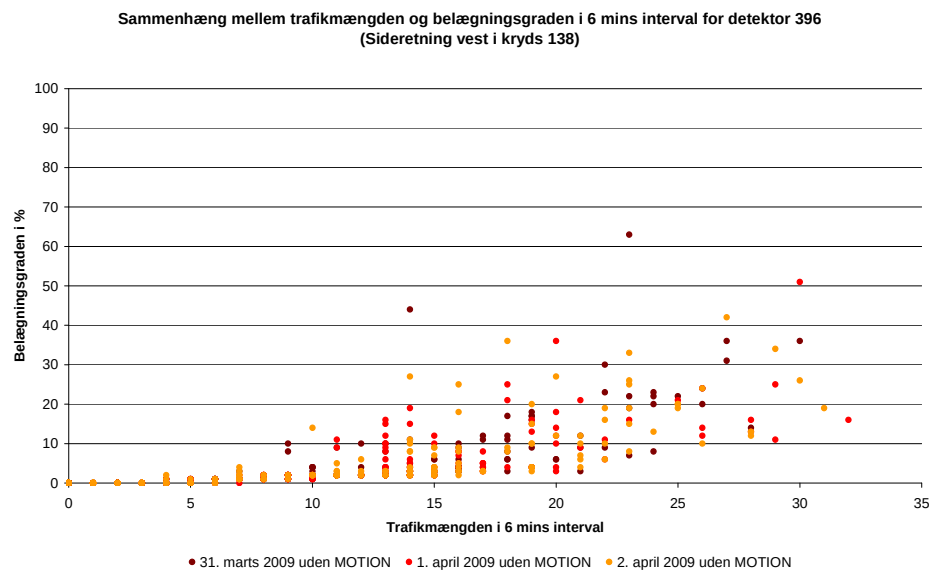
Figur 14.25: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 395 i kryds 138 for de tre dage med MOTION.



Figur 14.26: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 395 i kryds 138 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.

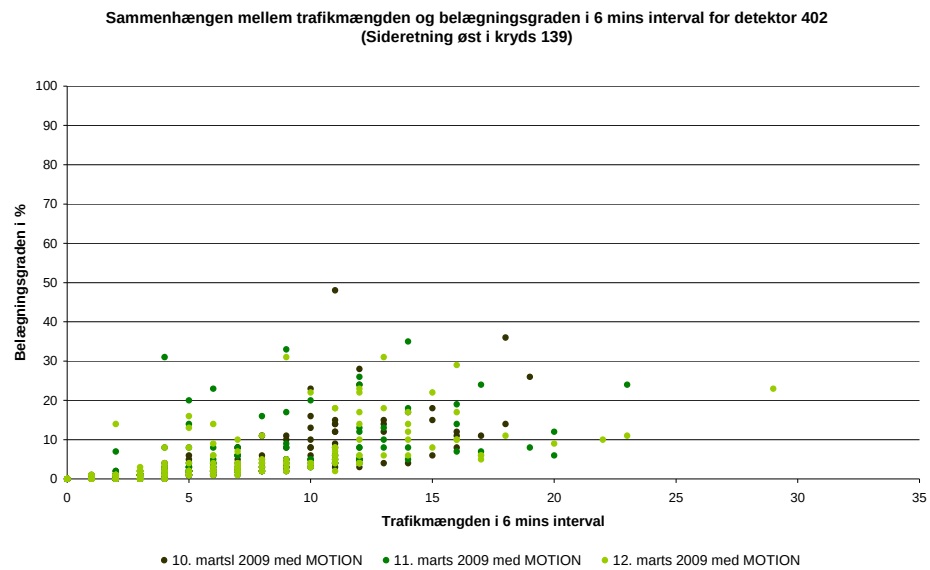


Figur 14.27: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 396 i kryds 138 for de tre dage med MOTION.

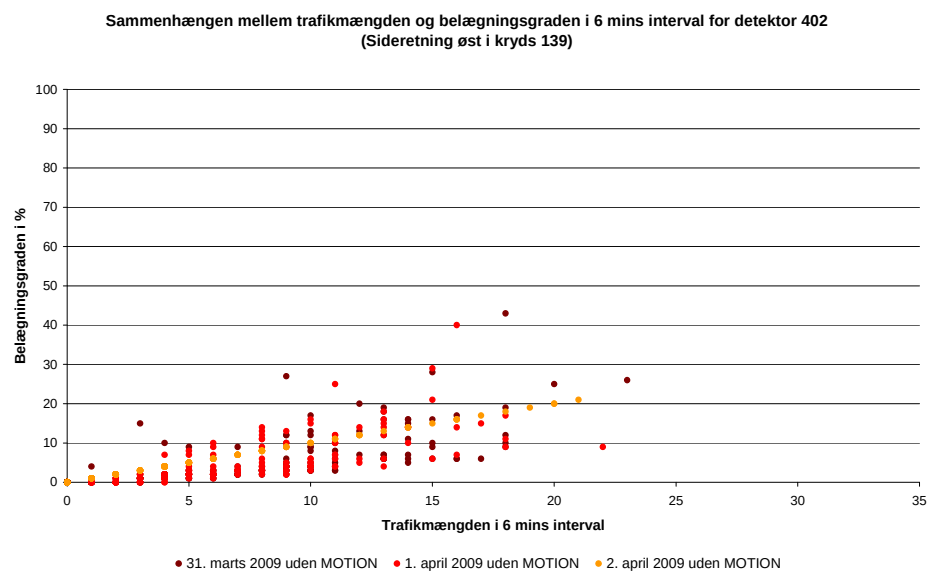


Figur 14.28: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 396 i kryds 138 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.

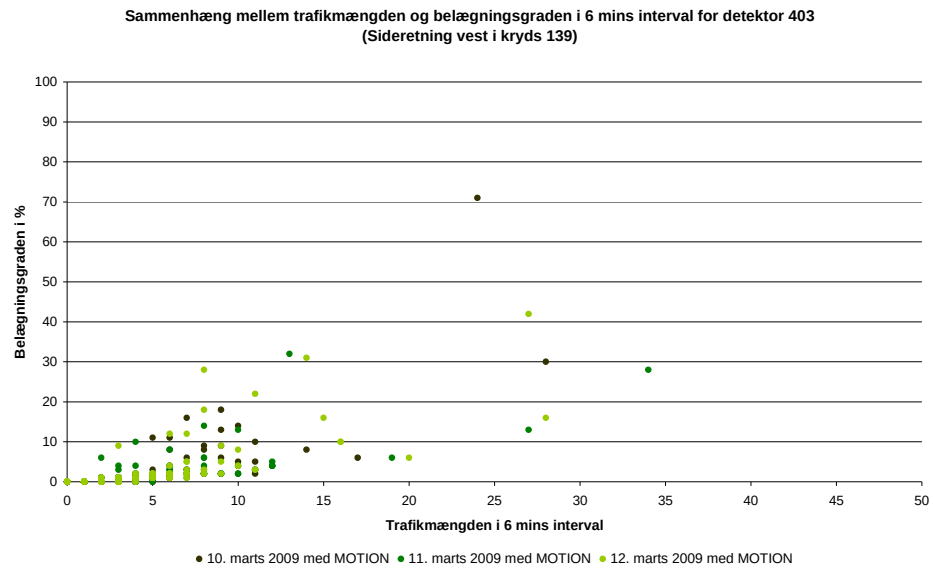
Kryds 139



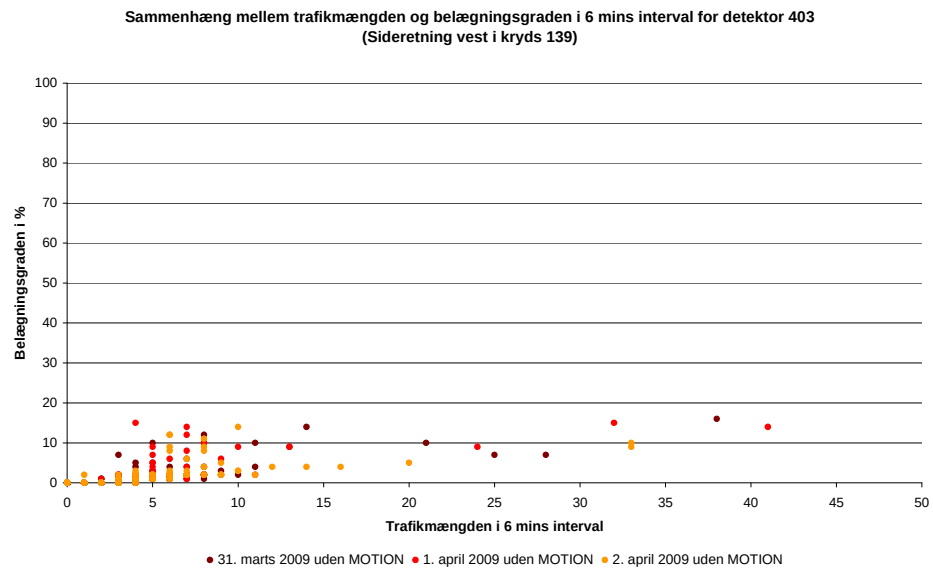
Figur 14.29: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 402 i kryds 139 for de tre dage med MOTION.



Figur 14.30: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 402 i kryds 139 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.

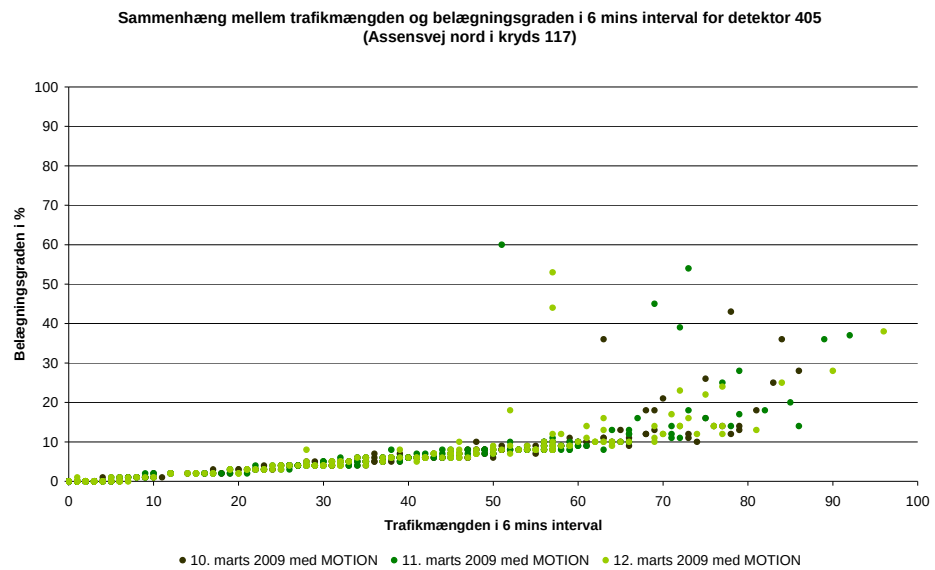


Figur 14.31: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 403 i kryds 139 for de tre dage med MOTION.

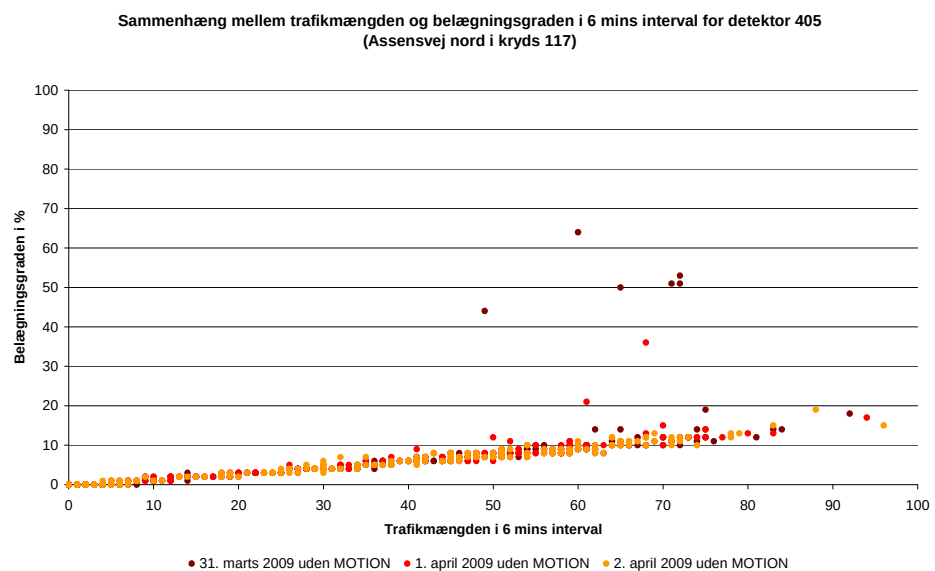


Figur 14.32: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 403 i kryds 139 for de tre dage med MOTION.

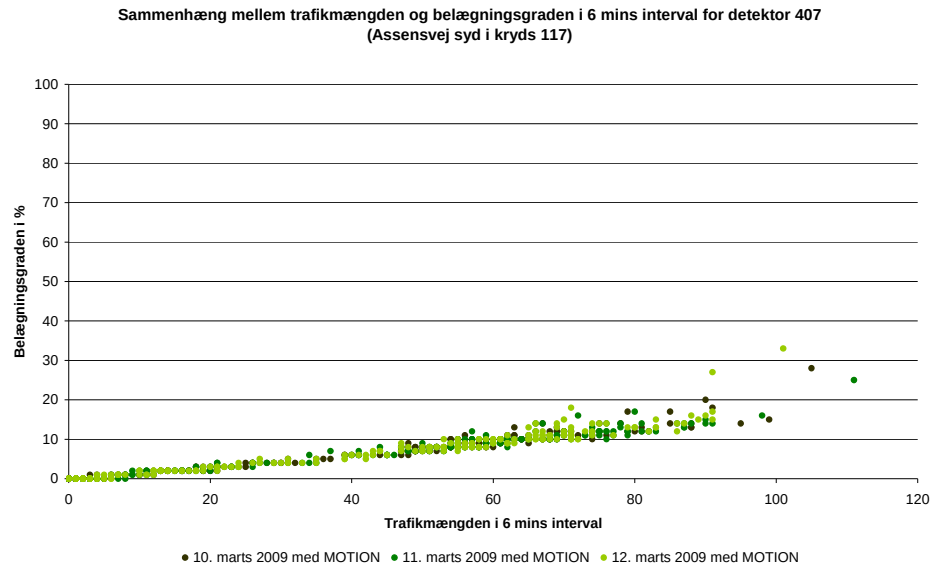
Kryds 117



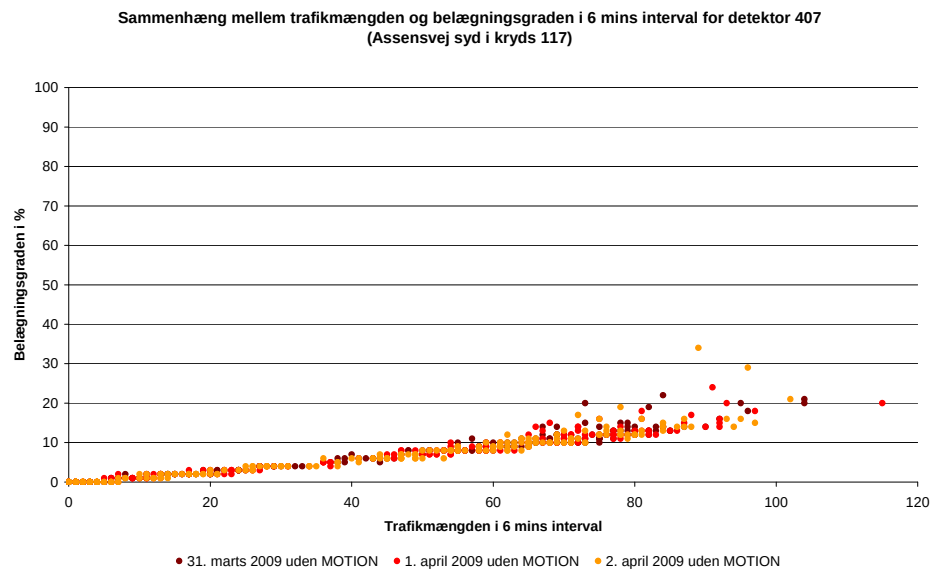
Figur 14.33: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 405 i kryds 117 for de tre dage med MOTION.



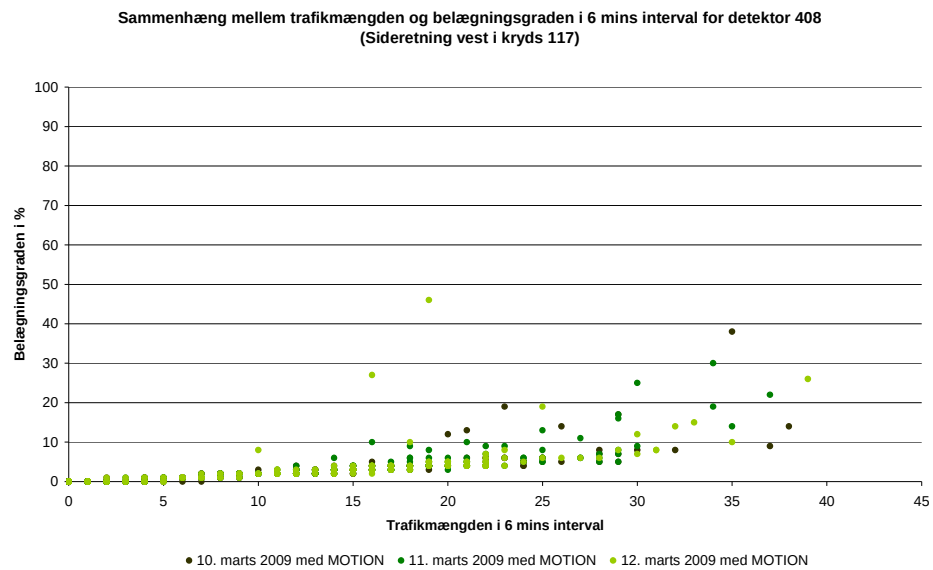
Figur 14.34: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 405 i kryds 117 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



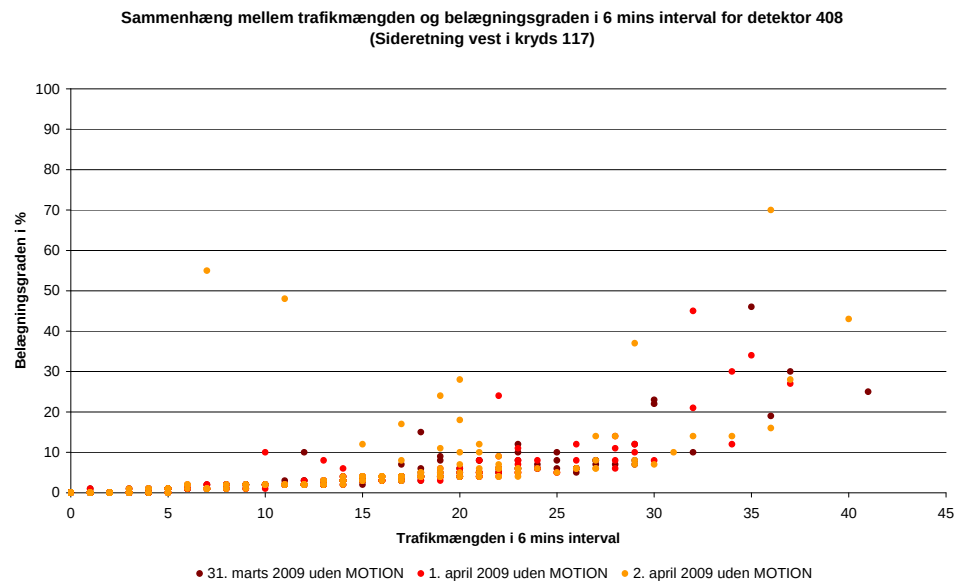
Figur 14.35: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 407 i kryds 117 for de tre dage med MOTION.



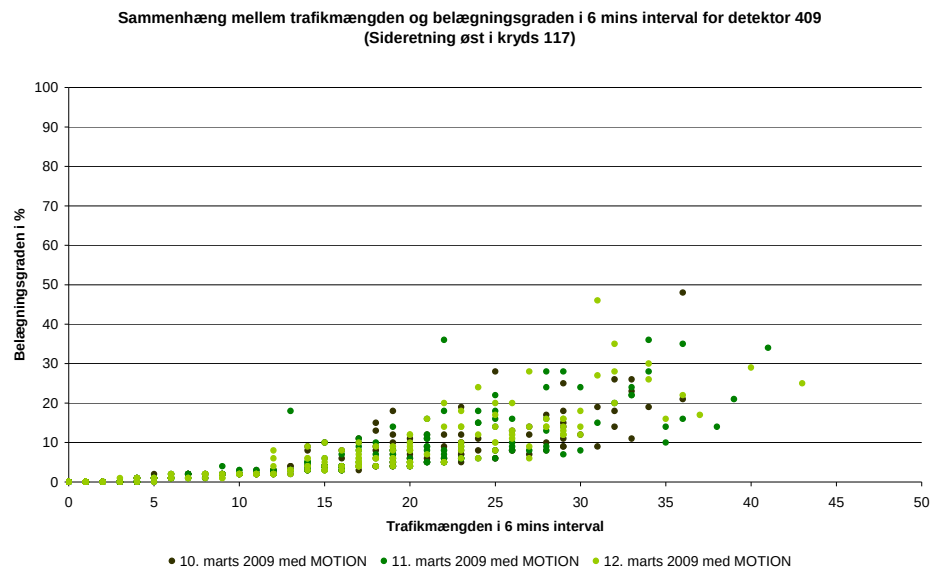
Figur 14.36: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 407 i kryds 117 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



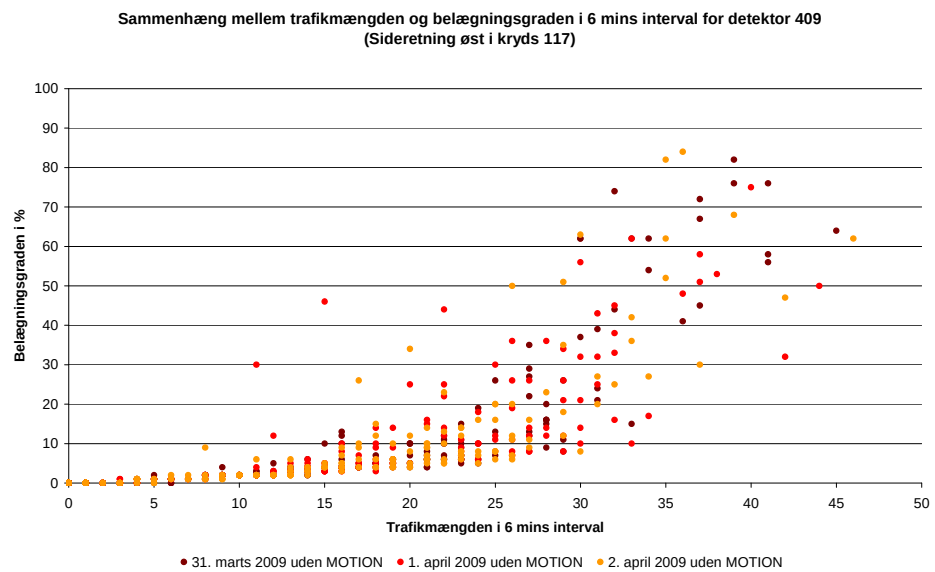
Figur 14.37: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 408 i kryds 117 for de tre dage med MOTION.



Figur 14.38: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 408 i kryds 117 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.

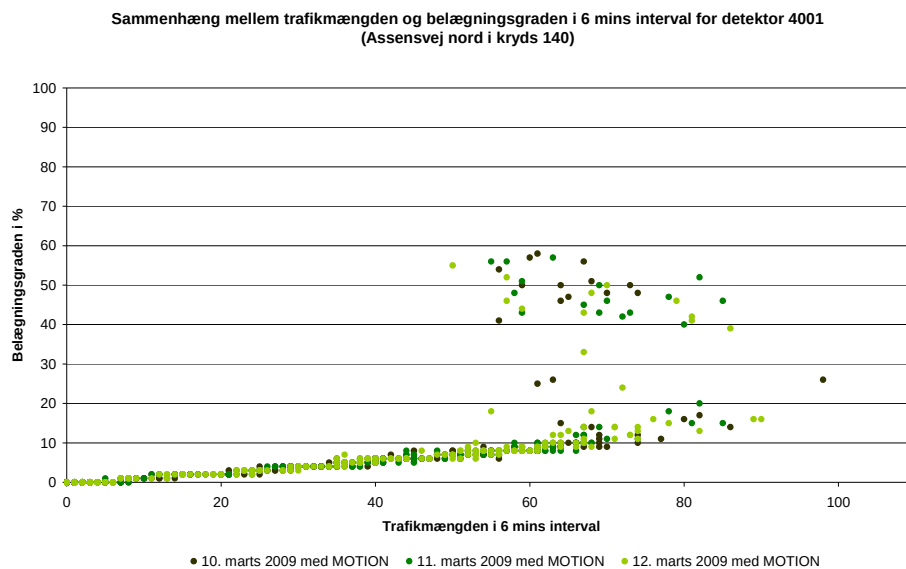


Figur 14.39: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 409 i kryds 117 for de tre dage med MOTION.

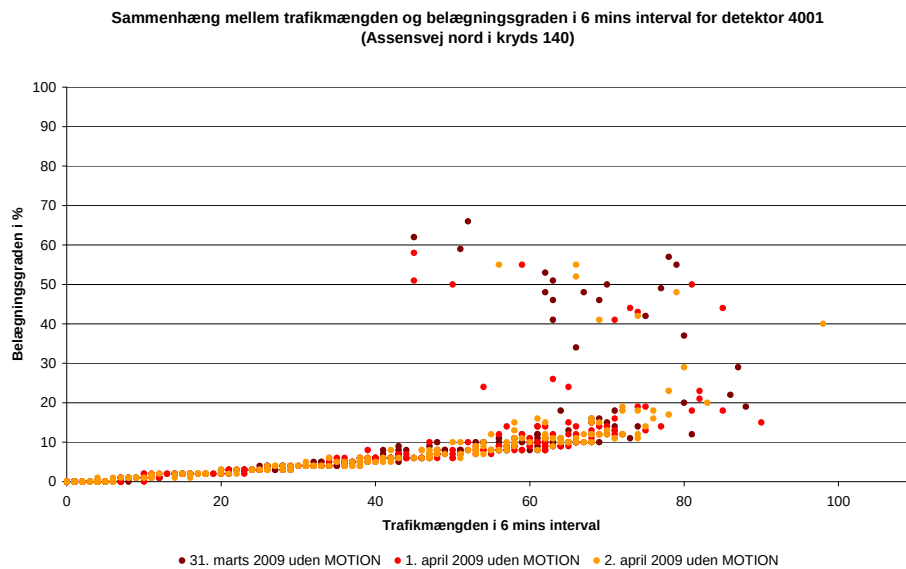


Figur 14.40: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 409 i kryds 117 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.

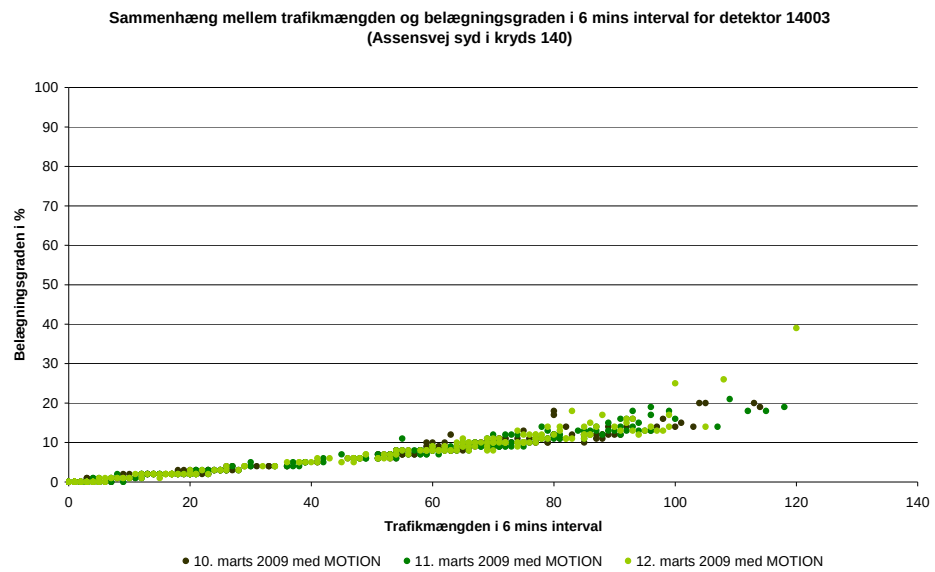
Kryds 140



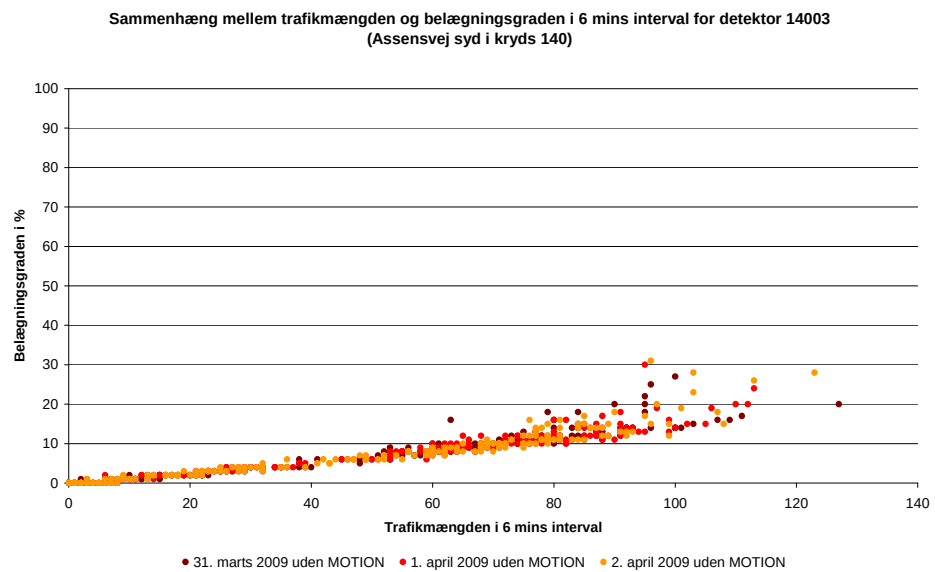
Figur 14.41: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 4001 i kryds 140 for de tre dage med MOTION.



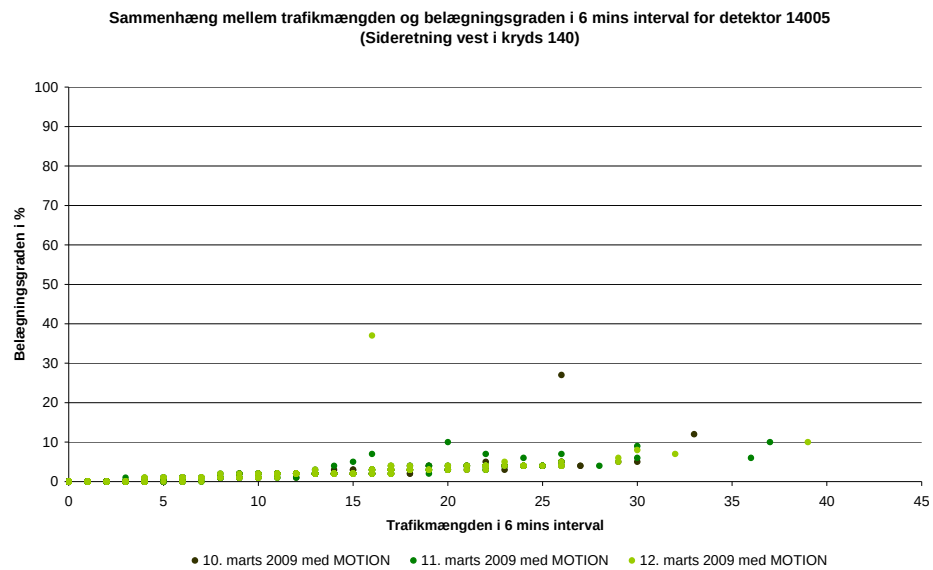
Figur 14.42: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 4001 i kryds 140 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



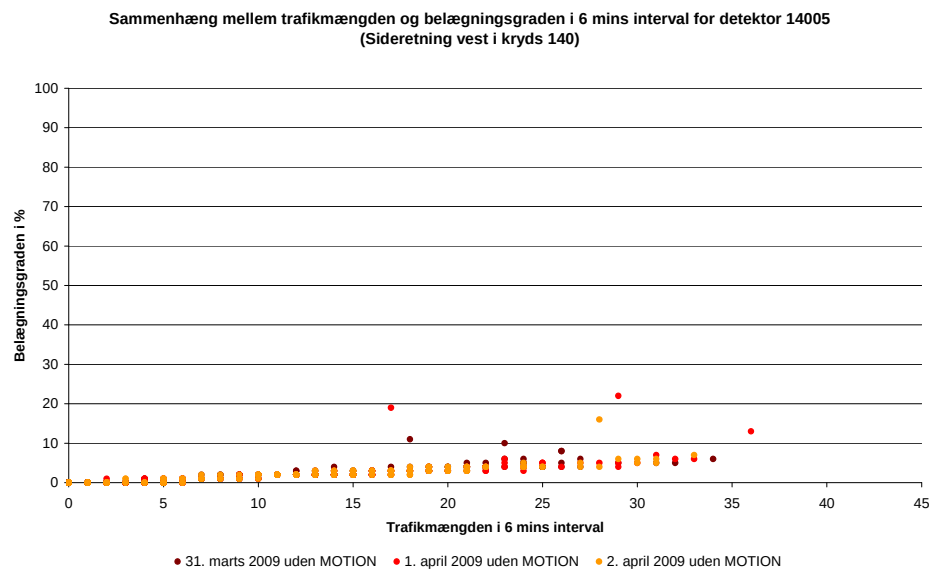
Figur 14.43: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 14003 i kryds 140 for de tre dage med MOTION.



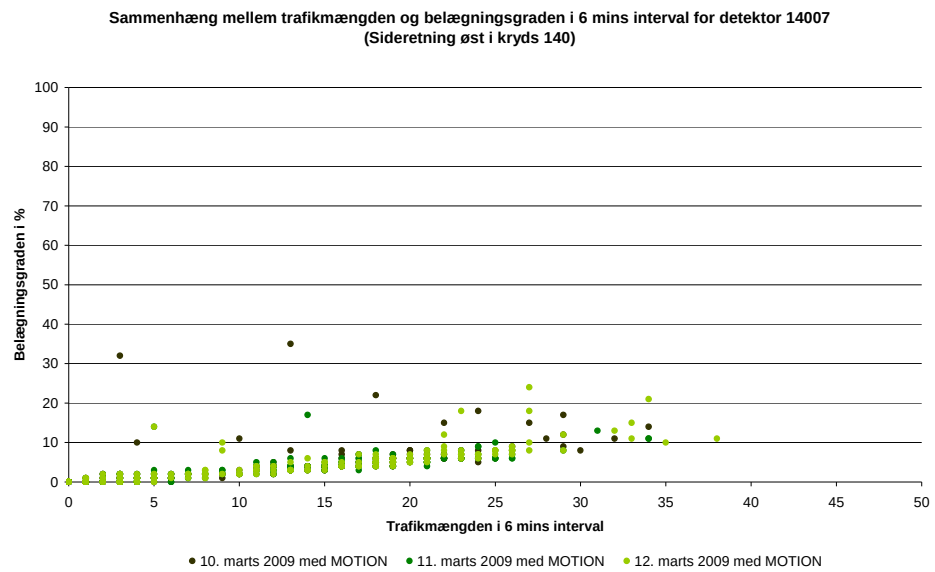
Figur 14.44: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 14003 i kryds 140 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



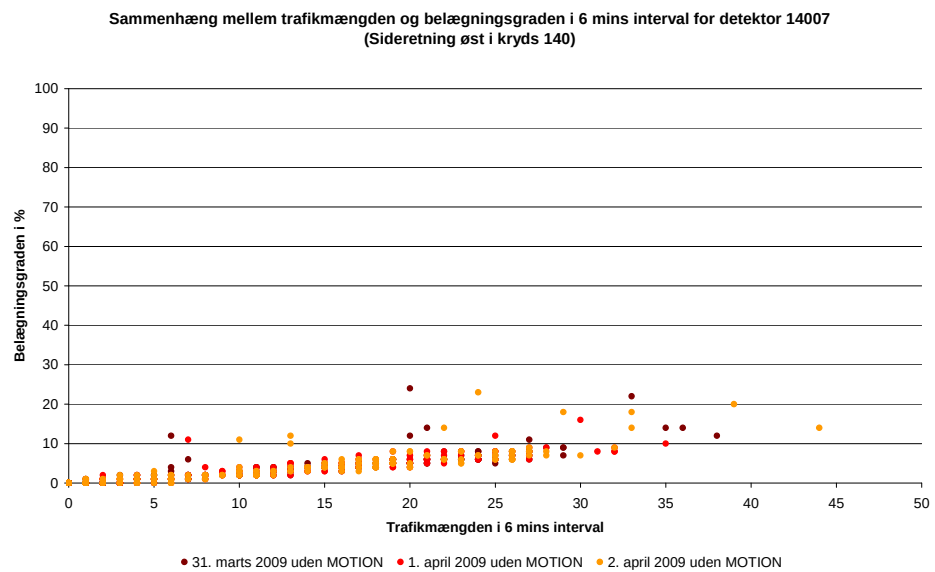
Figur 14.45: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 14005 i kryds 140 for de tre dage med MOTION.



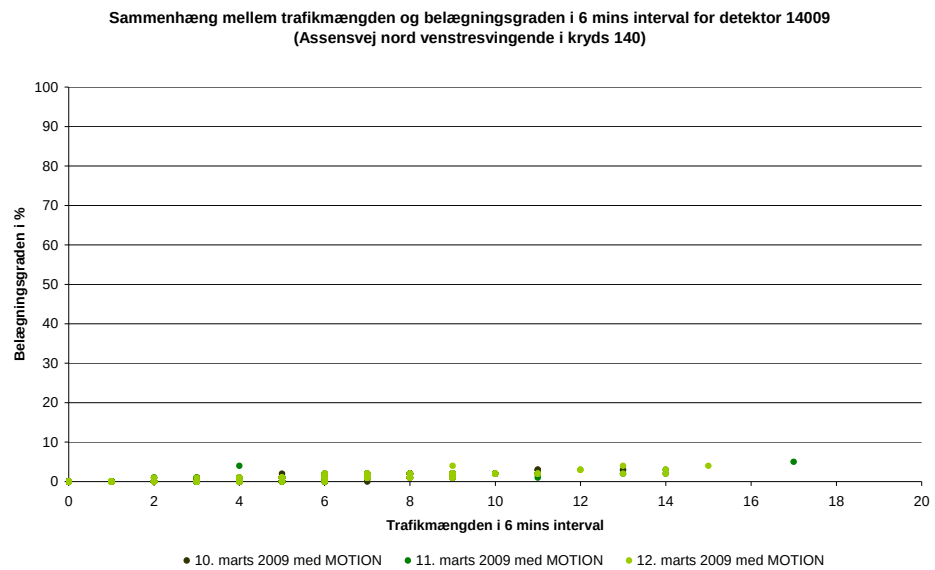
Figur 14.46: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 14005 i kryds 140 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



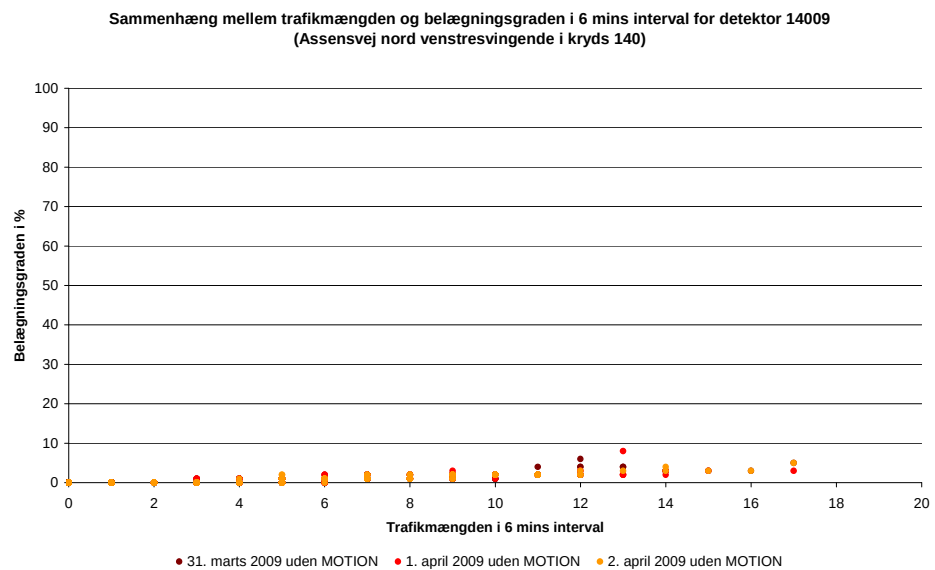
Figur 14.47: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 14007 i kryds 140 for de tre dage med MOTION.



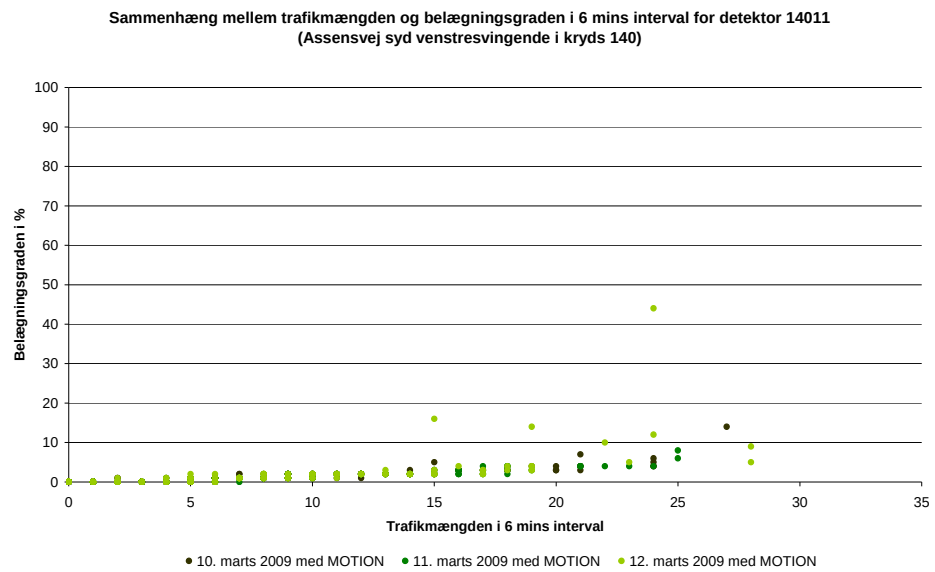
Figur 14.48: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 14007 i kryds 140 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



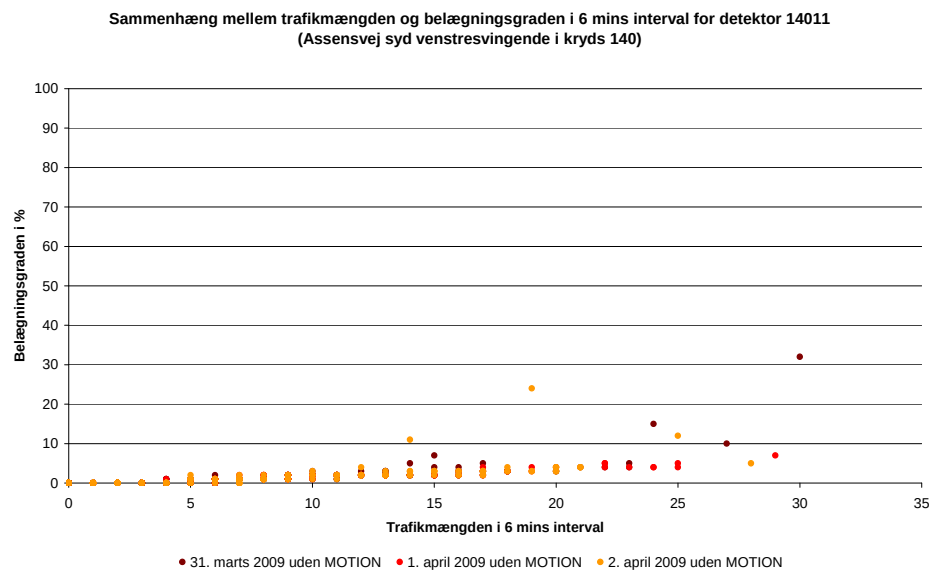
Figur 14.49: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 14009 i kryds 140 for de tre dage med MOTION.



Figur 14.50: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 14009 i kryds 140 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.



Figur 14.51: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 14011 i kryds 140 for de tre dage med MOTION.



Figur 14.52: Sammenhæng mellem antallet af passerede køretøjer og belægningsgraden for detektor 14011 i kryds 140 for de tre dage med tilbagefaldsprogrammer.