

Variable hastighedstavler

Effektundersøgelse af variable hastighedstavler ved kryds på veje i åbent land



Laura Sand Pedersen

Det Ingeniør-, Natur og Sundhedsvidenskabelige Fakultet

Vej- og Trafikteknik

11.06.09

Titel:

Variable hastighedstavler

– Effektundersøgelse af variable hastighedstavler ved kryds på veje i åbent land

Projektperiode:

1. februar – 11. juni 2009

Studieretning:

Vej- og Trafikteknik 10. semester

Studerende:

Laura Sand Pedersen

Vejleder:

Lars Bolet

Oplagstal: 3

Sideantal: 130

Synopsis:

Indenfor ITS er variable hastighedstavler et af de elementer som anvendes mere og mere på det danske vejnet. Blandt andet ses variable hastighedstavler anvendt som hastighedsreducerende tiltag i kryds, hvor der er blevet udpeget sorte pletter som følge af for høj hastighed. Her er det muligt at skilte hastigheden ned via variable hastighedstavler, når der detekteres sidevejstrafik eller svingende trafik fra primærvejen.

I denne rapport ses der nærmere på effekten af variable hastighedstavler ved kryds på veje i åbent land. For at kunne dokumentere effekten af variable hastighedstavler mht. at reducere hastigheden i kryds, er der i rapporten først redegjort for den nyeste viden på området. Der er redegjort for undersøgelser foretaget i hhv. England, Sverige og Danmark.

Herudover er hastighedsdata fra tre forskellige kryds langs rute 26 ved hhv. Bajlumvej, Vestmorsvej samt Lyngbro, hvor Vejdirektoratet i 2008/2009 har opsat variable hastighedstavler, analyseret. Hastighedsdataene er analyseret ud fra middelhastigheder og 85 % fraktiler. De fundne ændringer i middelværdierne er, udover den hastighedsreducerende effekt, ydermere blevet anvendt til, at give en indikation af, hvor stor en ændring i antallet af uheld, der kan forventes, som følge af variable hastighedstavler.

Resultatet af undersøgelsen af den nyeste viden på området samt analysen af hastighedsdataene fra de tre betragtede kryds, viste, at variable hastighedstavler i flere tilfælde var medvirkende til en signifikant reduktion af hastigheden. Ydermere blev det fundet, at der kan forventes en reduktion af antallet af dræbte på op til 40 %, ved brugen af variable hastighedstavler i de undersøgte kryds.

FORORD

Denne rapport er udarbejdet af Laura Sand Pedersen på 10. semester - Civilingeniøruddannelsen i Vej- og Trafikteknik ved institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet.

Temaet for afgangsprøvet er ”*Variable hastighedstavler ved kryds på veje i åbent land*”. Rapporten består af en hovedrapport, hvori bilagsdelen også er indeholdt.

Litteraturlisten findes bagerst i hovedrapporten. Ved kildehenvisning er Harvard metoden anvendt.

Til rapporten er der vedlagt en CD, hvor anvendte databaser og beregninger findes. Ydermere indeholder CD'en en digital version af hovedrapporten samt oversigtstegninger af de analyserede kryds.

Jeg vil gerne rette en meget stor tak til Civilingeniør Kasper Grøndahl Rosenstand, Vejdirektoratet, for videregivelse af information om data samt svar på tvivlsspørgsmål vedrørende databearbejdningen. Jeg vil ligeledes rette en meget stor tak til Cand. Scient. Mikkel Ib Peschardt, Cowi, for hjælp til databearbejdningen af de modtagne hastighedsdata.

1 RESUMÉ

Variable hastighedstavler ses flere steder anvendt som et hastighedsreducerende tiltag i kryds, hvor der er blevet udpeget sorte pletter som følge af for høj hastighed. Her er det muligt at skilte hastigheden ned via variable hastighedstavler, når der detekteres sidevejs-trafik eller svingende trafik fra primærvejen.

Variable hastighedstavler udformes som lysende tavler, når de er aktiveret, hvilket gør dem mere iøjefaldende for trafikanterne end almindelige faste tavler. Hermed tiltrækker de trafikanternes opmærksomhed og stimulerer derfor trafikanterne til at aflæse dem. Ved samtidig at sikre, at de variable hastighedstavler, i højere grad end faste tavler, viser aktuelle, troværdige og relevante informationer, kan trafikanterne påvirkes til at ændre adfærd og dermed reducere hastigheden eller have mere agtpågivenhed overfor fare forude.

Hensigten med denne rapport er, at dokumentere, om variable hastighedstavler ved kryds på veje i åbent land har en hastighedsnedsættende effekt.

For at kunne dokumentere effekten af variable hastighedstavler, er der taget udgangspunkt i den viden, der på nuværende tidspunkt foreligger på området. Der er i rapporten redegjort for undersøgelser fra England, Sverige og Danmark. Her blev det fundet, at der kunne opnås en reduktion i middelhastighederne på op til 15 km/t, og en reduktion i hastighederne ved 85 % fraktilen på op til 9 km/t. Undersøgelserne viste også, at det var muligt at reducere antallet af uheld, som følge af de variable hastighedstavler.

I rapporten er hastighedsdata fra tre kryds langs rute 26, hvor Vejdirektoratet i 2008/2009 har opsat variabel hastighedstavler, blevet analyseret ud fra middelværdier og 85 % fraktiler, hvorved det har været muligt, at kunne dokumentere en effekt af de variable hastighedstavler.

I analysen af de variable hastighedstavler, er der foretaget en sammenligning af de fundne hastigheder, før systemerne blev taget i brug, med efter-perioden i situationer, hvor tavlerne er hhv. tændte eller slukkede. Herudover er der set på effekten af de variable hastighedstavler i efter-perioden samt i før-perioden, fra slukket til tændt tavle. Tavlerne har ikke været synlige for trafikanterne i før-perioden.

Analysen af de tre kryds langs rute 26 viste, at det som følge af brugen af variable hastighedstavler, var muligt, at reducere middelhastighederne med op til 9 km/t. Ved 85 % fraktilen var det muligt at reducere hastigheden med op til 12 km/t. Alle hastighedsreduktionerne var signifikante. Ved at anvende Power modellen, viste analysen også, at det var muligt, at reducere antallet af uheld som følge af de variable hastighedstavler.

RESUMÉ

Anskues undersøgelsesnes samlede resultater, kan det konkluderes, at de variable hastighedstavler har været medvirkende til en hastighedsreduktion gennem krydsene. Variable hastighedstavler som et hastighedsreducerende tiltag ved kryds på veje i åbent land, kan derfor anbefales, men de forskellige undersøgelser viste også, at det er nødvendigt, at der tages højde for forskellige faktorer, der kan påvirke den forventede effekt af tavlerne. Det blev bl.a. fundet, at trafikanterne i forvejen sætter hastigheden ned, når de kan se svingende trafik i krydsene og det kan dermed diskuteres, om variable hastighedstavler på steder, hvor oversigtsforholdene er gode, er nødvendige.

I en videre anbefaling af variable hastighedstavler, skal der tages højde for, at der på nuværende tidspunkt ikke har været foretaget langsigtede undersøgelser, samt hvilke konsekvenser tavlerne får på længere sigt. Dette er et vigtigt aspekt, der bør undersøges nærmere i fremtiden.

Nøgleord: Variable hastighedstavler, ITS, Hastighedstilpasning, Kryds på veje i åbent land

1 ABSTRACT

A large number of variable speed signs have been installed as a speed reducing initiative in junctions, where a large number of injury accidents have been spotted due to speed in excess of the limit. By using variable speed signs it is possible to display a lower speed limit when sideway traffic or turning traffic is detected in the junctions.

Variable speed signs are designed as glowing signs when they are activated which makes them more eye-catching to the drivers than regular speed signs. It is therefore possible to attract the driver's attention and stimulate them to read the signs. By making sure that the variable speed signs are showing, to a greater extent than regular signs, up-to-date, trustworthy and relevant information it is possible to encourage drivers to change behaviour, travel at a lower speed or have more attention to oncoming hazards.

The aim of this report is to document the effect of the variable speed signs on speed in junctions on rural road.

To document an effect on the variable speed signs basis have been taken on the present knowledge that exists on the field. In the report there has been taken account for studies carried out in England, Sweden and Denmark. These studies showed that it was possible to reduction mean speed of up to 15 km/h and to reduce the speed at the 85 % quantile of up to 9 km/h. The studies also showed that is was possible to reduced injury accidents due to the signs.

In the report collected speed data from tree junctions on route 26, where the Danish Road Directorate in 2008/2009 have installed variable speed signs, have been analyzed on the basis of mean speed and the 85 % quantile by which it was possible to document an effect on the variable speed signs.

In the analysis of the variable speed signs speed have been compared before the signs were active with the after-period where the signs were on and off. In addition to this the effects of the signs have been compared in the before- and after-period for the signs being on and off. In the before-period the signs have been covered.

The analysis of the variable speed signs on route 26 showed that it was possible to reduce the mean speed of up to 9 km/h. At the 85 % quantile it was possible to reduce the speed of up to 12 km/h. All reductions were significant. By using the Power model the analysis also showed that it was possible to reduce the number of injury accidents.

ABSTRACT

By viewing the outcome of studies it is possible to draw the conclusion that variable speed signs have an influence on the speed through the junctions. Variable speed signs can therefore be recommended as a speed reducing initiative in junctions on rural roads but it is also necessary to take different factors that can influence the expected effect of the signs into account. In some studies it was found that the drivers already reduced the speed when they could see turning traffic in the junction, and it can therefore be argued if variable speed signs are necessary when the drivers already have a good overview towards the junction.

In a future recommendation of variable speed signs it is necessary to take into account that there exists no long-term studies about variable speed signs and what consequences the signs may have. This is an important aspect that should be studied closely in the future.

Keywords: Variable speed signs, ITS, Speed adaptation, Junction on rural roads

INDHOLDSFORTEGNELSE

INDHOLDSFORTEGNELSE	1
1 INDLEDNING	5
2 ITS	7
2.1 ITS ANVENDT I DANMARK	8
2.1.1 ITS ved vejarbejde.....	10
2.1.2 ITS i byen.....	10
2.1.3 ITS gennem medier.....	11
2.2 UDVIKLINGEN AF ITS I DANMARK	12
2.3 UHELDSBEKÆMPELSE.....	13
3 PROBLEMFORMULERING	17
4 METODE	19
5 FORSKNING PÅ OMRÅDET	21
5.1 DANSKE UNDERSØGELSER.....	21
5.1.1 Hastighed	22
5.1.2 Uheld.....	25
5.2 ENGELSKE UNDERSØGELSER	25
5.2.1 Hastighed	27
5.2.2 Uheld.....	28
5.2.3 Trafikanternes opfattelse.....	29
5.3 SVENSK UNDERSØGELSE.....	30
5.3.1 Hastighed	31
5.3.2 Uheld.....	33
5.3.3 Trafikanternes opfattelse.....	34
6 SAMMENFATNING	37
7 VARIABLE HASTIGHEDSTAVLER	41
7.1 KRYDSLOKALITETER	41
7.2 SYSTEMBESKRIVELSE.....	43
7.2.1 Overvågning af systemet	43
7.2.2 Trafikstyring af tavlerne.....	44
7.2.3 Effektregistrering	45
7.3 DATA.....	46
7.4 DRIFTSSIKKERHED.....	48
7.4.1 Bajlumvej.....	49
7.4.2 Vestmorsvej	49
7.4.3 Lyngbro	49
8 BAJLUMVEJ	51

INDHOLDSFORTEGNELSE

8.1	PROJEKTEVALUERING	51
8.2	FØR- OG EFTERUNDERSØGELSE	52
8.2.1	<i>Trafikkens fordeling over døgnet</i>	53
8.2.2	<i>Kødannelse</i>	54
8.2.3	<i>Middelhastighed</i>	56
8.2.4	<i>85 % fraktil</i>	59
9	VESTMORSVEJ	65
9.1	PROJEKTEVALUERING	65
9.2	FØR- OG EFTERUNDERSØGELSE	66
9.2.1	<i>Trafikkens fordeling over døgnet</i>	67
9.2.2	<i>Kødannelse</i>	68
9.2.3	<i>Middelhastighed</i>	70
9.2.4	<i>85 % fraktil</i>	72
10	LYNGBRO	77
10.1	PROJEKTEVALUERING	77
10.2	FØR- OG EFTERUNDERSØGELSE	78
10.2.1	<i>Trafikkens fordeling over døgnet</i>	79
10.2.2	<i>Kødannelse</i>	80
10.2.3	<i>Middelhastighed</i>	82
10.2.4	<i>85 % fraktil</i>	83
11	STATISTISKE TESTS	89
11.1	BAJLUMVEJ	90
11.2	VESTMORSVEJ	91
11.3	LYNGBRO	92
12	TRAFIKSIKKERHEDSMÆSSIGE EFFEKTER	95
12.1	BAJLUMVEJ	95
12.2	VESTMORSVEJ	98
12.3	LYNGBRO	100
13	SAMMENFATNING	103
14	DISKUSSION	109
14.1	KRYDSUDFORMNING	109
14.2	OVERSIGTSFORHOLD	110
14.3	TRAFIKMÆNGDE	110
14.4	DATAINDSAMLINGSPERIODER	110
14.5	SVINGENDE TRAFIK	111
14.6	TAVLERNES UDFORMNING	111
14.7	SAMMENFATNING	112
15	KONKLUSION	115
15.1	VURDERING AF UNDERSØGELSERNE	116

15.2	PERSPEKTIVERING	116
16	LITTERATURLISTE	119
	BILAG A STATISTISKE TESTS	121
A.1	ANALYSE VARIABLE	121
A.2	STATISTISK TEST	121
A.2.1	<i>Normalfordeling</i>	122
A.2.2	<i>Uafhængighed</i>	123
A.2.3	<i>Varianshomogenitet</i>	123
A.2.4	<i>t-test</i>	125
	BILAG B POWER MODELLEN.....	129

1 INDLEDNING

Kravene til trafikken og dens standard er hele tiden under pres fra omgivelserne og bevirker, at der hele tiden sker en stigende udvikling indenfor trafikmæssige tiltag. Bl.a. er kravet om fremkommelighed, forbedret færdselssikkerhed samt forbedret miljø nogle af de efterspørgsler, der er stærkt stigende. Både fra befolkningen, men også fra regeringen, der skal sikre, at efterspørgslerne bliver efterkommet, og at der samtidig skabes ny viden på området.

Intelligente Transport Systemer (ITS) er noget af det nyeste, der er udviklet indenfor vejfaget, og der sker stadig en rivende udvikling på området. Indenfor ITS findes mange forskellige aspekter med hver deres styrker og svagheder indenfor forskellige problemfelter. Undersøgelser har bl.a. vist, at ITS er meget brugbar til at løse fremkommelighedsproblemer - både i Danmark og i udlandet. Samtidig er ITS et godt virkemiddel, i forsøget på at få trafikanterne til at sænke hastigheden. Det er veldokumenteret, at der er en relation mellem hastighed og antallet af uheld, og implementeringen af ITS vil alt andet lige bevirke, at der bliver færre dræbte og tilskadede i trafikken. Hertil kommer Infrastrukturkommissionens trafikhandlingsplan fra 2008, der anbefaler en større brug af ITS i Danmark. Ved at anvende disse systemer aktivt, kan kapaciteten på vejnettet øges med 5 – 10 % og antallet af uheld reduceres med 25 – 30 % (Aagaard-Svendsen et al. Januar 2008).

Indenfor ITS findes der mange forskellige systemtyper, der kan guide trafikanterne på forskellige måder. Bl.a. informationer omkring trafikken kan blive videregivet til trafikanterne via variable tavler (VMS), opsat langs den respektive vejstrækning. Herudover kendes ITS fra medierne og andet teknologisk udstyr i bilen. Informationerne, der bliver videregivet, kan både være omkring rejsetider, nedsatte hastigheder, køvarslingen mm.

I forbindelse med udviklingen indenfor ITS og dermed variable tavler, har Vejdirektoratet fokuseret på forskellige indsatsområder, hvor det er muligt at anvende ITS. I sammenhæng hermed er en ny vejregel for brugen af variable tavler sendt i høring sommeren 2008. Som en del af en erfaringsopbygning, har Vejdirektoratet flere steder i landet iværksat forsøgsprojekter, der skal afdække brugen af variable hastighedstavler som et hastighedsnedsættende tiltag. Bl.a. er der udført forsøg omkring hastighedstilpasning ved kryds på veje i åbent land. Disse forsøg har til formål at mindske antallet af uheld, der ofte sker som følge af dårlige oversigtsforhold i krydsene samt for høje hastigheder på primærvejen ved udkørsel fra sekundærvejen.

INDLEDNING

Denne rapport har fokus på effekten af variable hastighedstavler ved kryds på veje i åbent land mht. hastigheden og dermed antallet af ulykker.

2 ITS

Begrebet Intelligente Transport Systemer (ITS) dækker over nye systemer og teknologisk udstyr, der er med til at lette trafikken og gøre transport af mennesker og gods bedre, mere miljørigtig og mere sikker. ITS omfatter forskellige systemer, der på en intelligent måde styrer biler og personer i bevægelse, så transporten effektiviseres. ITS anvendes bl.a. til trafikovervågning, dataopsamling, trafikstyring og vejvisning. Ved hele tiden at indsamle data omkring trafikken, er det muligt at styre denne til fordel for de rejsende. (Rørbech 2005)

Selvom mange ikke tænker over det, er ITS en del af alle rejsendes hverdag og benytter det bevidst eller ubevidst, i større og mindre grad. Mange vælger selv benytte sig af ITS, der f.eks. kan være integreret i den bil, der køres i eller via mobiltelefonen, hvor rejsende kan informere sig om trafikken via ITS systemer. Derudover findes ITS i stor udstrækning på de danske veje, hvor informationer omkring vejen og trafikken gives via ITS-baserede systemer. Det kan f.eks. være køvarsling langs motorvejen, hvor trafikanterne bliver informeret omkring kødannelse på den givne strækning via dynamiske tavler, der er koblet til et overordnet trafikstyrende system. Herudover kan ITS anvendes til at give trafikanterne informationer omkring rejsetider langs den respektive vej, hvormed trafikanterne har mulighed for at orientere sig omkring trafikken tilstand længere fremme og har dermed mulighed for at foretage et andet rutevalg. ITS er dermed en form for service til trafikanter og rejsende, der giver den fordel, at fremkommeligheden på vejnettet kan forbedres samtidig med, at trafiksikkerheden øges. Udover at anvende ITS til visuelle informationer for trafikanterne, er ITS også integreret i meget af det vejudstyr, der anvendes i trafikken, og hvor trafikanterne ofte ikke tænker over, at det eksisterer. Bl.a. signalanlæg er noget af det vejudstyr, der ofte passerer i trafikken og hvor ITS systemer længe har været en integreret del. Her kan ITS f.eks. anvendes til at samordne signalanlæggene eller forlænge grøntiden i et enkelt signalanlæg, hvormed fremkommeligheden på de mest belastede veje i krydsene kan tilgodeses.

ITS er meget mere end blot de før nævnte aspekter, men en ting er sikkert, alle trafikanter og rejsende anvender dem – enten bevidst eller ubevidt. Samtidig bliver ITS et stadigt mere brugt og nødvendigt virkemiddel for at få den voksende trafik til at glide og ved opdagelsen af de fordele, der er ved at informere trafikanter og rejsende omkring de respektive forhold, er det derfor nærliggende at interessere sig for de muligheder, der er for at kombinere den moderne teknologi og det stigende transportbehov i nye intelligente transportløsninger. Dette kapitel vil give en gennemgang af, hvordan ITS og de aspekter der er indeholdt heri, bliver anvendt i Danmark. Herudover gives en beskrivelse af

udenlandske forsøg med ITS, der med fordel kan anvendes og integreres på det danske vejnet.

2.1 ITS ANVENDT I DANMARK

Indenfor ITS findes et bredt spektrum af muligheder, der kan hjælpe med at optimere trafikken og give informationer om trafikken til trafikanterne. Da ITS bliver anvendt over alt, er det derfor svært at give en entydig definition af, hvad ITS er og hvad det kan bruges til og ofte er ITS blot et begreb, der ligger bag selve anvendelsen af forskellige systemer.

ITS anvendes ofte til at registrere og formidle den aktuelle trafiksituation, der dækker over indsamling af informationer omkring den aktuelle trafikafvikling. Disse informationer kan herefter formidles videre til trafikanterne via tavler på vejen, trafikradio og internettet, således at trafikanterne kan optimere deres rejseplaner og rutevalg. De informationer, der gives kan både være begrænset til allerede observeret trafik, men ofte gives også informationer omkring forventede kødannelser og andre hændelser, som kan påvirke trafikken.

Ved at videregive de registrerede informationer via tavler langs den respektive vej, tales der om trafikstyring. Her kan ITS og derved trafikstyring bl.a. anvendes til at opnå en mere effektiv udnyttelse af transportsystemet og skabe bedre fremkommelighed ved at give dynamiske informationer til trafikanterne omkring aktuelle hændelser på vejnettet. Herudover kan det integreres i trafiksikkerhedsarbejdet og dermed skabe forbedring af trafiksikkerheden på vejnettet. I Danmark arbejder Vejdirektoratet på nuværende tidspunkt med tre former for trafikledelse – Information, Lokal trafikstyring samt Strækningsdækkende trafikstyring. Disse former for trafikstyring ses ofte anvendt på landets motorveje samt enkelte større veje.

Trafikledelsesformen Information indeholder det, at informere trafikanterne om den trafikale situation omkring forskellige hændelser som f.eks. uheld, advarsler, glat føre mm. Information kendes blandt andet fra Trafikken.dk, hvor trafikanterne kan søge om rejsetider og køer. Herudover kendes Information fra variable tavler langs veje, som informerer trafikanterne omkring rejsetider og forsinkelser, en spærret bro mm. Effekten af Information er, at det sikres, at alle trafikanter er informeret omkring trafiksituationen og at nogle evt. kan ændre deres planlagte rute, hvormed kapaciteten bliver mere ligeligt fordelt på det omkringliggende vejnet. (Krenk et al. 2007)

Under Lokal trafikstyring indgår systemer, der kan informere trafikanterne på steder, hvor der ofte opstår kødannelse, og som gennem teknologisk udstyr kan styre trafikafviklingen

på den mest hensigtsmæssige måde. Lokal trafikstyring kendes fra variable tavler opsat langs veje, og som angiver, om der eventuelt er glat føre, tåge samt kødannelse. Effekten heraf er primært, at antallet af uheld, som f.eks. bagendekollisioner, reduceres. (Krenk et al. 2007)

Strækningsdækkende trafikstyring indeholder systemer, der informerer og varsler trafikanterne omkring rejsetider, hastigheder og kødannelse, og styrer trafikafviklingen på strækninger med stor trafikbelastning. Effekten af strækningsdækkende trafikstyring har vist sig at kunne reducere antallet af uheld med 10 – 30 %. Herudover bevirker de færre uheld en stor tidsbesparelse for de øvrige trafikanter. (Krenk et al. 2007). På figur 1 ses eksempler på trafikledelse langs de danske motorvejsstrækninger.



Figur 1. Eksempler på trafikledelse langs de danske motorveje. Tv. - køvarsling, midtfor - rejsetidsinformation, th. – videoovervågning af trafikken. (Krenk et al. 2007)

De førnævnte trafikledelsesformer er alle opstillet af Vejdirektoratet, med det formål at illustrere forskellige scenarier indenfor trafikledelsesfunktioner. Baggrunden for opstillingen af de tre scenarier er, at præsentere forskellige metoder til at forbedre den stigende trængsel på det overordnede vejnet, og samtidig give brugbare alternativer til at øge den fremtidige kapacitet ved stadig, at bibeholde vejenes nuværende udformning. Samtidig understøtter scenarierne Infrastrukturkommissionens trafikhandlingsplan fra 2008, hvor det anbefales at udnytte nye teknologier som ITS-baserede systemer til at øge fremkommeligheden og kapaciteten på vejnettet (Aagaard-Svendsen et al. Januar 2008).

2.1.1 ITS VED VEJARBEJDE

Udover Vejdirektoratets opstillede scenarier for brugen af ITS-baserede systemer, anvendes trafikledelse også i stigende grad ved vejarbejde. Her er fordelene, at tavlevisningen umiddelbart let kan ændres, afhængig af den aktuelle arbejdssituation på stedet. Samtidig kan de variable tavler sættes ud af drift, når vejarbejdet ikke foregår, og giver dermed en positiv betydning for trafikafviklingen i disse perioder. På sigt forventes det, at trafikanterne får større respekt for, at afmærkningen er retvisende, og dermed at sikkerheden for vejarbejderne forøges. På figur 2 ses et eksempel på brugen af variable tavler ved vejarbejde.



Figur 2. Eksempel på variable tavler ved vejarbejde. (Krenk et al. 2007)

2.1.2 ITS I BYEN

Ud over anvendelsen af ITS til trafikstyring på større veje og ved vejarbejder, ses trafikledelse også anvendt i de større byer. Her har ITS, som tidligere beskrevet, i mange år været anvendt til at optimere signalanlæggene via grønne bølger, der øger fremkommeligheden på de mest belastede veje i krydsene. Herudover kan signalanlæggene arbejde sammen med computere, der er installeret i byens busser. Signalanlæggene kan registrere, når busserne er på vej mod krydset og skifte til grøn, hvormed bussernes fremkommelighed i byen øges. Denne form for ITS forbedrer bussernes mulighed for at holde tidsplanen og det kan dermed blive mere attraktivt at benytte bussen i byen frem for bilen.

ITS kan også anvendes til trafikstyring af den parkeringssøgende trafik i byerne. Ved hjælp af vejvisningstavler, der leder til byens parkeringspladser og samtidig angiver, om der er ledige pladser, kan den parkeringssøgende trafik mindskes. Tavlerne er dynamiske, hvilket betyder, at de hele tiden giver en opdateret orientering om ledige

parkeringspladser. Hermed får trafikanterne en god service og byens parkeringsøgende trafik mindskes. (Rørbech 2005). På figur 3 ses et eksempel fra Aalborg, hvor der er anvendt dynamisk parkeringshenvisning.



Figur 3. Dynamiske parkeringshenvisning i Aalborg. (Agerholm 2009)

2.1.3 ITS Gennem Medier

I mange år har ITS været formidlet gennem radioen, der et par gange i timen giver trafikinformationer. Hermed kan trafikanterne før og under rejsen holde sig ajour med rejsetider, kødannelse og andre aktuelle hændelser. Problemet med denne form for information har været, at informationerne ofte kommer for sent og at trafikanterne derved ikke har mulighed for at finde alternative ruter eller afbryde rejsen helt.

En anden form for ITS, der har haft stor oprejsning de seneste år og som kan afhjælpe for sene meddelelser omkring trafikken, er GPS. Ud over at give trafikanterne information omkring rejsens varighed og rute, kan den også angive, hvor på strækningen der eventuelt er kødannelse og efter ønske foreslå en anden rute. Bivirkningerne ved et sådant system er, at en eventuel kødannelse på den oprindelige rute kan flytte sig til alternativruten, såfremt alle trafikanter med en GPS installeret i bilen vælger alternativruten.

Mange biler har i dag indbygget intelligente systemer, der hjælper føreren under kørslen. F.eks. Anti-blokeringsbremse systemer (ABS), Elektronisk Stabiliseringsprogram (ESP), der er et sikkerhedssystem, der kan forhindre, at køretøjet vælter eller skrider ud, afstandssensorer og vognbaneskiftalarm. Herudover er der systemer, der kan overvåge kørslen som f.eks. intelligent farttilpasning (ISA) og sorte bokse, der ved uheld kan afsløre, hvilken hastighed bilen kørte med.

2.2 UDVIKLINGEN AF ITS I DANMARK

I fremtiden arbejdes der i Danmark på at forbedre og udbygge de eksisterende trafikledelsessystemer via den nyeste viden og forskning indenfor området. Selvom trængslen på det danske vejnet hele tiden stiger, er Danmark stadig et lille land, og det kan derfor være svært at være forgangsløst indenfor ITS. Det er derfor nødvendigt at indhente viden fra udlandet, hvor der f.eks. har været anvendt andre metoder indenfor ITS til bekæmpelse af den stigende trængsel. Hertil kommer også Infrastrukturkommissionens trafikhandlingsplan fra 2008, hvor det anbefales at velafprøvede systemer fra udlandet kan implementeres i Danmark (Aagaard-Svendsen et al. Januar 2008).

I Holland er det f.eks. forsøgt at udvide motorvejenes kapacitet ved at bruge "Peak lane", hvor motorvejens nødspor inddrages til trafikafvikling i myldretiden. Herudover er det også forsøgt at lave "Plus lane", hvor to brede motorvejsspor bliver lavet om til tre smallere spor. På figur 4 ses eksempler fra hollandske forsøg. Undersøgelser af forsøgene viste, at kapaciteten og rejsetiden blev forbedret, kørslen blev mere homogen og antallet af ulykker faldt. (Krenk et al. 2007)



Figur 4. Eksempler på hhv. Peak og Plus lane fra hollandske forsøg. (Krenk et al. 2007)

Andre udenlandske forsøg vedrører blandt andet indførelsen af vejafgifter, der indbefatter afgifter, der opkræves for omkostninger knyttet til brugen af infrastruktur. Det kan f.eks. være broafgifter, som vi også kender fra Danmark. I udlandet ses også betalingsringe og kørselsafgifter (Roadpricing) på bl.a. motorveje og ved indfaldsvejene til større byer. Her opkræves der afgifter på baggrund af, hvornår og hvor langt, der køres samt hvilket køretøj, der er tale om. I London og Stockholm er der f.eks. indført en betalingsring omkring den indre by. Evalueringer fra London viser, at trafikken ind i betalingsområdet er faldet med ca. 15 % og trængslen med ca. 30 %. Det vurderes, at 20-30 % af bilisterne har omlagt turen, så de undgår betalingszonen. Desuden er rejsetiden for busser forbedret markant, hvilket kan være med til at fremme den kollektive trafik. I Stockholm var målet med betalingsringen, at reducere trafikken ind og ud af den centrale del af byen. Evalueringer viser at reduktionen blev 20-25 %. Køtidene blev reduceret 30-50 % i og omkring bykernen, og luftforureningen faldt med omkring 14 % inden for betalingsringen. Effekterne af forsøgene må tilskrives selve indførelsen af

betalingsringen, men det skal samtidig tages i betragtning, at tiltagene ikke er mulige uden ITS systemer. (Krenk et al. 2007)

Selvom udenlandske undersøgelser viser, at kørselsafgifter og betalingsringe, baseret på ITS systemer, er meget effektive, er der meget modstand overfor sådanne tiltag i Danmark. Bl.a. mener mange, at bilejere i forvejen betaler for meget i skatter og afgifter, og at disse ikke skal hæves mere i form af kørselsafgifter. Samtidig må der tages højde for ligheden i samfundet, da kørselsafgifter kan bevirke, at det kun er de velhavende, der har råd til at køre indenfor betalingsringene.

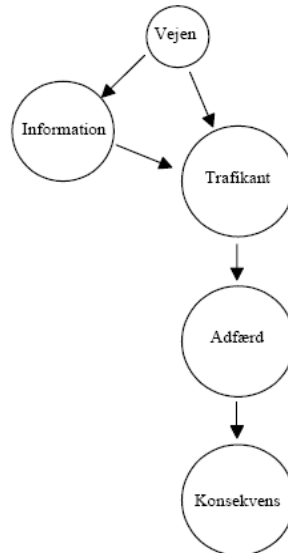
2.3 UHELDSBEKÆMPELSE

ITS er mere end bare trafikledelse til trafikanterne. ITS kan også anvendes til at hjælpe trafikanterne med at foretage de rigtige valg i trafikken og dermed forebygge eventuelle uheld. Bl.a. kan der ved hjælp af variable tavler varsles omkring farlige vejkurver, kryds forude, tåge mm. Hermed er det muligt at påvirke trafikanternes hastighed og dermed trafikikkerheden. De variable tavler kan være slukkede, tændte, ændre budskab afhængigt af tidspunkt på dagen og vise, om der f.eks. køres for hurtigt, og det er derfor et godt virkemiddel til specifikt at være målrettet mod bestemte trafikanter eller situationer.

Som tidligere beskrevet har variable tavler langs motorveje mindsket antallet af bagendekollisioner, idet trafikanterne er opmærksomme på eventuelle kødannelser, og derfor nedsætter hastigheden. På det øvrige vejnet er hastigheden også skyld i mange uheld, og undersøgelser har vist, at uheldsrisikoen er hastighedsafhængig således, at højere hastigheder fører til flere og mere alvorlige uheld. For at mindske antallet af uheld er det derfor nødvendigt at nedsætte hastigheden. (Leleur, Lahrman 1994)

I Danmark er det efterstræbt, at alle veje skal være selvforklarende. Hermed menes, at vejens udformning og omgivelser alene skal give besked til trafikanten om, hvilken adfærd der forventes. Hertil kommer vejens udstyr, tavler, opstribning mm., der giver trafikanten ekstra information omkring vejen, hastigheden og farer forude. I mellem disse informationer er det dokumenteret, at trafikanten frasortere de informationer, han anser som irrelevant og handler dermed ud fra hans egen opfattelse af trafiksituationen (Leleur, Lahrman 1994). På figur 5 ses en illustration af den selvforklarende vej. Her er det illustreret, at vejen giver information til trafikanten, denne information vil påvirke trafikantens adfærd og dermed give en konsekvens for trafiksituationen. Hertil kommer så informationer fra f.eks. tavler og opstribning på vejen, der ligeledes kan bidrage til trafikantens adfærd og dermed konsekvensen af den aktuelle handling. Informationen kan også komme fra variable tavler, der målrettet giver trafikanten besked om vejens forløb og funktion forude og giver dermed ekstra relevant information til trafikanten. Risikoen

ved anvendelsen af variable tavler kan dog også være, at der på sigt er risiko for, at trafikanten sortere mindre aktuel information fra, hvilket f.eks. kunne være information givet via faste tavler.



Figur 5. Den selvforklarende vej.

På skoleveje er der lavet forsøg med variable tavler, hvor tavlerne angiver en midlertidig reduceret hastighedsgrænse ved skoletidens begyndelse og slutning. Tavlerne er slukket udenfor denne periode. Undersøgelser har vist, at det skærper trafikanternes agtpågivenhed og motiverer dem til at nedsætte hastigheden, når budskabet er helt aktuelt. (Rørbech 2005). På figur 6 ses et eksempel på en variable hastighedstavle ved et skoleområde.



Figur 6. Eksempel på forsøg med variable tavler på skolevej.

Vejdirektoratet har i de seneste år udført forsøg med variable hastighedstavler ved kryds på veje i åbent land, der er de lokaliteter på det danske vejnet, hvor kombinationen af mange konfliktpunkter og høj hastighed er med til at danne grundlag for mange uheld. For at reducere hastigheden og dermed antallet af uheld, skiltes hastigheden, via variable tavler, ned, når der detekteres sidevejstrafik eller svingende trafikanter fra primærvejen.

Foreløbige undersøgelser har vist, at trafikanterne nedsætter hastigheden, og at der over en årrække kan forventes et fald i antallet af uheld. (Herrstedt, La Cour Lund 2006)

Opsætningen af variable tavler er stadig et meget nyt tiltag i Danmark og indtil nu har der kun været evalueret på korttidseffekten af tavlerne. Dermed kan det endnu ikke siges, om tavlerne mister deres effekt over en given tidsperiode, når trafikanterne vænner sig til tavlerne. Samtidig er der en risiko for, at trafikanterne mister respekten for faste tavler, idet det bliver kendt for trafikanten, at variable tavler altid giver målrettet og aktuel information.

Ovenstående viser således, at mulighederne med variable tavler er mange, og at de kan have en positiv effekt på hastigheden og dermed også på antallet af uheld, men at der stadig mangler og er behov for en undersøgelse af langtidseffekten på tiltagene.

3 PROBLEMFORMULERING

Et af de elementer indenfor ITS, der hurtigt har udviklet sig og er implementeret flere steder på det danske vejnet, er variable tavler. Variable tavler kan anvendes til mange formål, dels fordi det er muligt at vise flere forskellige budskaber på samme tavle, og dels fordi det er muligt at vise midlertidige budskaber. Antallet af variable vejtavler er hastigt stigende, og både Vejdirektoratet og kommunerne opsætter variable tavler, især i forbindelse med sorte pletter. Siden 2003 er der etableret variable tavler ved kryds på veje i åbent land 15 steder i landet. Heraf står det tidligere Frederiksborg Amt for seks af lokaliteterne, Sønderjylland og Århus Amt for tre og herudover har Vejle, Kolding og Ringkøbing Amt stået for en hver (Olsen 30-03-2009).

Der er udarbejdet et forslag til en vejregel for variable tavler, der på nuværende tidspunkt er i høring. Vejregelhæftet beskriver grundlæggende, hvordan projektering, implementering, drift og effektmåling af variable vejtavler bør gennemføres, hvilke tavler der kan anvendes, og i hvilke situationer de er hensigtsmæssige. Formålet med hæftet er, at det sikres, at evalueringen samt anvendelsen af tavlerne bliver ensartet. Samtidig er det nødvendigt for nye tiltag af denne art, at lave evalueringer samt erfaringsopsamlinger.

Variable tavler er forbundet med meget store omkostninger i forhold til faste tavler, idet der er vedvarende omkostninger igennem driftsfasen. For at gøre tavlerne rentable, har det derfor været vigtigt at kunne dokumentere en effekt af tavlerne, inden de blev anbefalet. Der har derfor været fortaget forskellige forsøg med variable tavler, hvor Vejdirektoratet ønskede at dokumentere, om trafikanternes valg af hastighed og adfærd kunne påvirkes gennem de variable tavler og det, at trafikanterne kunne se årsagen til den nedsatte hastighed. Denne evalueringsfase vil med vejregelhæftet omkring brugen af variable tavler fortsætte, hvormed effekten af tavlerne på kort og lang sigt kan dokumenteres.

Især det at give trafikanterne en årsag, har vist sig at være effektivt i forsøget på at få hastigheden ned. Samtidig udformes variable tavler som lysende tavler, når de er aktiveret, hvilket gør dem mere iøjefaldende for trafikanterne end almindelige faste tavler. Hermed tiltrækker de trafikanternes opmærksomhed og stimulerer derfor trafikanterne til at aflæse dem. Ved samtidig at sikre, at de variable tavler, i højere grad end faste tavler, viser aktuelle, troværdige og relevante informationer, kan trafikanterne påvirkes til at ændre adfærd og dermed sætte hastigheden ned eller have mere agtpågivenhed overfor fare forude.

I og med at der på nuværende tidspunkt stadig foreligger meget lidt viden om brugen af variable tavler som et hastighedsnedsættende tiltag, ønskes det igennem denne rapport at

PROBLEMFORMULERING

anskueliggøre, om der kan findes en effekt ved brugen af variable tavler, da de ellers blot er en ekstraudgift for vejmyndighederne. Denne problemstilling leder frem til følgende initierende problem:

Hvilken effekt har de variable tavler, ved kryds på veje i åbent land, på hastigheden og dermed antallet af uheld og hvordan reagerer trafikanterne på tavlerne, acceptere de dem?

4 METODE

For at få svar på problemstillingen vil der i rapporten først foretages et litteraturstudie. Her vil forskellige undersøgelser vedrørende variable hastighedstavler i kryds blive analyseret. De betragtede undersøgelser er foretaget i hhv. Danmark, England og Sverige og det er herigennem muligt at anskueliggøre den nyeste viden på området. I litteraturstudiet bliver undersøgelserne betragtet ud fra tre forskellige variabler:

- Hvilken effekt har de variable tavler haft på hastigheden.
- Hvilken effekt har de variable tavler haft på antallet uheld.
- Hvordan opfatter trafikanterne de variable hastighedstavler og acceptere de dem.

Efter litteraturstudiet vil indsamlede data fra tre kryds langs rute 26 ved hhv. Bajlumvej, Vestmorsvej og Lyngbro, hvor Vejdirektoratet i 2008/2009 har opsat variable hastighedstavler på primærvejen, blive analyseret.

For at kunne lave en effektevaluering af de variable hastighedstavler i de tre kryds, er der i rapporten foretaget en analyse af de indsamlede hastighedsdata. Disse data siger noget om, hvordan hastigheden har fordelt sig over døgnet, og om de variable hastighedstavler har været tændt. Ved at lave en statistisk bearbejdning af disse data, kan det påvises, om trafikanterne har nedsat hastigheden, når tavlerne har været tændt. Altså om de variable tavler har haft en effekt.

Den statistiske bearbejdning vil indeholde en sammenligning af middelhastighederne, før systemerne blev taget i brug, med efter-perioden i situationer, hvor tavlerne er hhv. tændt eller slukkede. Herudover vil hastighedernes 85 % fraktil sammenholdes mellem før-perioden og efter-perioden med hhv. tændt og slukket tavle. Ved alle tre kryds er de variable tavler opsat inden førdata blev indsamlet, idet tavlerne har været dækket til for trafikanterne. Herved er det også muligt, at sammenholde før- og efter-perioden for både situationer med hhv. tændt og slukket tavle.

For at kunne evaluere de variable tavlers effekt, skal de registrerede hastighedsdata fra krydsene tilknyttes de variable tavlers aktuelle visning, for på den måde at fastlægge, om hastighedsdataene er registreret ved hhv. tændt eller slukket tavle. I de modtagne tavlelogninger angives en dato og et tidspunkt for, hvornår de forskellige tavler er hhv. tændte eller slukkede. Der kan derfor ud fra tavlelogningerne ses et tidsinterval for de aktuelle visninger. Der er samtidig registreret hastighedsdata på de udlagte spoler med en angivelse af dato og tidspunkt for registreringen. Da tavlelogningerne og hastighedsdataene begge indeholder en tidsstempling for registreringen, er det muligt at

METODE

koble dataene således, at der til hver hastighedsdata bliver knyttet en tavlelogning – altså om tavlene har været tændte eller slukkede ved den givne hastighedsregistrering. Det er derved muligt at evaluere effekten af de variable tavler ved de enkelte kryds.

Efter de registrerede hastighedsdata er koblet sammen med en tavlelogning, er forskellige former for fejldata frasorteret. Fejldata kan f.eks. være, hvis de enkelte tavler er tændt i urealistisk lang tid eller hvis der er registreret afvigende hastighedsdata. Da mængden af svingende trafik på rute 26 omkring de tre kryds, ikke er særlig stor, vurderes det, at tavlelogninger tændt i mere end 10 min. samt de tilhørende hastighedsdata, kan sorteres fra. Udover sådanne fejldata, er svingende trafik også sorteret fra, da denne form for trafik ofte har en meget lav hastighed og dermed vil påvirke resultatet af undersøgelsen. Her er det valgt at sortere hastighedsdata mindre end 40 km/t fra, hvorved det vurderes, at både svingende trafik samt urealistiske lave hastigheder udelades af effektundersøgelsen.

Da hastighedsregistreringen ved de tre kryds er foregået over flere måneder og på forskellige tidspunkter af året, er det i effektundersøgelsen af de variable tavler, muligt at frasortere en del af de indsamlede efterdata. Det kan f.eks. være udeladelse af efterdata, hvor der kan forventes en stor mængde ferietrafik eller perioder, hvor hastigheden må forventes lavere, grundet årstiden. Herudover er enkelte førdata udeladt, da der i de respektive perioder har været kendskab til vejarbejde ved krydsene, mens førdata blev indsamlet.

Som afslutning på projektet vil de analyserede data fra de tre kryds sammenholdes med resultaterne fra de betragtede forskningsundersøgelser, for at se, om særlige faktorer spiller en rolle på de fremkomne resultater.

5 FORSKNING PÅ OMRÅDET

I dette kapitel gennemgås forskellige undersøgelser vedrørende variable tavler ved kryds på veje i åbent land. Undersøgelserne er foretaget i Danmark, England og Sverige. De forskellige undersøgelser gennemgås ud fra tre forskellige variabler, hhv. hastighed, uheld og trafikanternes opfattelse af tavlerne, såfremt disse fremgår af undersøgelserne. Hensigten er at klarlægge den nuværende viden, der foreligger omkring variable tavler i kryds på veje i åbent land, samt at lokalisere, om der findes andre effekter ved tavlerne.

5.1 DANSKE UNDERSØGELSER

I Danmark er der foretaget forskellige forsøgsprojekter med brug af variable hastighedstavler (VMS) til hastighedstilpasning på strækninger gennem kryds på veje i åbent land. Alle forsøgsprojekterne er udført af Vejdirektoratet i forbindelse med et vejregelforberedende arbejde med henblik på at udarbejde en vejledning i brugen af variable tavler til hastighedstilpasning på veje udenfor byer. De opstillede variable hastighedstavler viser en midlertidig reduceret hastighedsgrænse på den overordnede vej, når der detekteres sidevejstrafik. I forsøgsprojekterne har der ikke været foretaget en undersøgelse af trafikanternes opfattelse af de variable hastighedstavler.

I den efterfølgende gennemgang af danske undersøgelser omkring variable hastighedstavler, er der foretaget et udvalg af forskellige foreliggende undersøgelser. Det er her valgt at se nærmere på forsøgsprojekter fra Hundestedsvvej (rute 16), Idvej (rute 25) samt et kryds ved Isterødvej (rute 19).

Ved forsøgsprojektet på Hundestedsvvej er de variable hastighedstavler placeret 200 m før T-krydset ved Evetoftevej. Hastighedsbegrænsningen på strækningen er skiltet til 70 km/t med fast tavle, når de variable hastighedstavler er slukkede. Ved sidevejstrafik ad Evetoftevej aktiveres de variable hastighedstavler, der angiver en reduceret hastighed på 60 km/t på strækningen gennem krydset. En undertavle på den variable hastighedstavle angiver ”Svingende trafik”. Evalueringen i dette kryds baseres på en sammenligning af hastigheder for biler, der kører frem mod krydset, hvor bilisten har set en tændt tavle hhv. en slukket tavle. Effekten af de variable hastighedstavler baseres alene på registrering af hastigheden for frit kørende biler, der fortsætter ligeud i krydset. Dvs. at eventuel køkørsel og svingende trafik er sorteret fra. Samtidig er biler med campingvogne og trailere samt landbrugskøretøjer sorteret fra. I alt er der foretaget 443 observationer fordelt på 236 og 207 observationer med tændt hhv. slukket tavle. Alle observationer er foretaget på en enkelt hverdag i dagtimerne mellem kl. 8.00 – 16.00. (Herrstedt, La Cour

Lund 2006). Af undersøgelsen fremgår det ikke, hvornår de variable hastighedstavler er blevet opsat samt hvor stor trafikmængden er på primær- og sekundærvejen.

I forsøgsprojektet på Idvej (rute 25) i krydset ved Sommersted, er de variable hastighedstavler placeret på primærvejen ca. 300 m før et 4-benet kryds. Krydset ligger i en vejkurve i åbent land. Hastighedsbegrænsningen på strækningen er 80 km/t, når de variable hastighedstavler ikke er tændt. Ved sidevejstrafik fra den krydsende vej, aktiveres tavlerne, hvorved hastighedsbegrænsningen reduceres til 70 km/t på strækningen gennem krydset. På de variable hastighedstavler angiver to undertavler hhv. ”0 – 300 m” og ”Krydsende trafik”. Samtidig angiver en diagramorienteringstavle fra både øst og vest på primærvejen, at der forude kommer et 4-benet kryds. Fra øst og vest er diagramorienteringstavlen placeret hhv. før og efter de variable hastighedstavler. Ligesom for krydset ved Hundestedvej, er registreringen kun foretaget for frit kørende biler, hvor biler med campingvogne og trailere samt landbrugskøretøjer er sorteret fra. I alt er der foretaget 345 observationer fordelt på 141 og 204 observationer med hhv. tændt og slukket tavle. Alle observationer er foretaget over to hverdage i dagtimerne mellem kl. 11.00 – 17.00. (Herrstedt, La Cour Lund 2006). Af undersøgelsen fremgår det ikke, hvornår de variable hastighedstavler er blevet opsat samt hvor stor trafikmængden er på primærvejen.

Forsøgsprojektet på Isterødvej er lidt anderledes end de to forrige kryds, da systemet består af fire variable hastighedstavler uden undertavle. Tavlerne er placeret således, at der på hver side af T-krydset er placeret to tavler. På Isterødvej, øst for T-krydset ved Tulstrupvej, er hastighedsbegrænsningen fast skiltet med 90 km/t. Vest for krydset er der fast skiltet med 80 km/t. Når de variable hastighedstavler aktiveres, angives en lokal hastighedsnedsættelse på 70 km/t gennem krydset. Dagligt kører der ca. 10.000 køretøjer igennem krydset. I foråret 2007 blev systemet etableret og dataindsamlingen i krydset er foretaget i ca. en måned før og efter denne periode. I dette forsøg er der lavet en før – efterundersøgelse. I alt blev der foretaget 900.000 registreringer. (Rosenstand 2008)

5.1.1 HASTIGHED

Der blev i alle tre undersøgelser fundet en hastighedsreduktion som følge af de variable hastighedstavler.

I forsøgsprojektet ved Hundestedvej faldt gennemsnitshastigheden signifikant ved tændt tavle med 3 - 4 km/t – undersøgelsen nævner ikke med hvilket signifikansniveau. Ved 85 % fraktilen for alle biler samlet, viste undersøgelsen en reduktion på 3 km/t, jf. tabel 1. Selvom undersøgelsen viser en middelhastighedsreduktion og en 85 % fraktil på 3 - 4 km/t, ses det ud fra tabel 1, at hastighedsgrænsen i alle tilfælde overskrides væsentligt. Sammenholdes hastighedsfordelingen for alle biler ved tændt og slukket tavle, viser

undersøgelsen at hastigheden forskubber sig nedad, når de variable hastighedstavler er tændte (Herrstedt, La Cour Lund 2006).

<i>Hundestedvej</i>	<i>VMS tavle</i>	<i>Alle biler</i>			
		<i>PB/VB/LB/BUS</i>	<i>PB/VB</i>	<i>PB</i>	<i>LB/BUS</i>
<i>V middel</i>	Tændt	70 km/t	70 km/t	70 km/t	70 km/t
	Slukket	73 km/t	74 km/t	73 km/t	73 km/t
<i>V 85 %</i>	Tændt	79 km/t	79 km/t	80 km/t	78 km/t
	Slukket	82 km/t	81 km/t	81 km/t	85 km/t
<i>Antal obs.</i>	Tændt	236	215	193	21
	Slukket	207	185	165	22

Tabel 1. Registrerede hastigheder for ligeud kørende biler ved "Tændt tavle", der viser en hastighedsbegrænsning 60 km/t og ved "Slukket tavle", hvor fast tavle viser en hastighedsbegrænsning på 70 km/t – Hundestedvej. (Herrstedt, La Cour Lund 2006)

Undersøgelsen ved Idvej ved Sommersted viser ligeledes at variable hastighedstavler har en effekt på trafikanternes hastighed. Resultatet af undersøgelsen ved Idvej viste, at middelhastigheden og 85 % fraktilen begge faldt med 5 km/t for alle biler samlet set, jf. tabel 2. Selvom middelhastigheden og 85 % fraktilen er faldet, ses det tydeligt ud fra tabel 2, at hastighedsgrænserne bliver væsentligt overskredet. Som for Hundestedvej bliver hastighedsfordelingen på Idvej også skubbet nedad, når de variable hastighedstavler er tændt. (Herrstedt, La Cour Lund 2006)

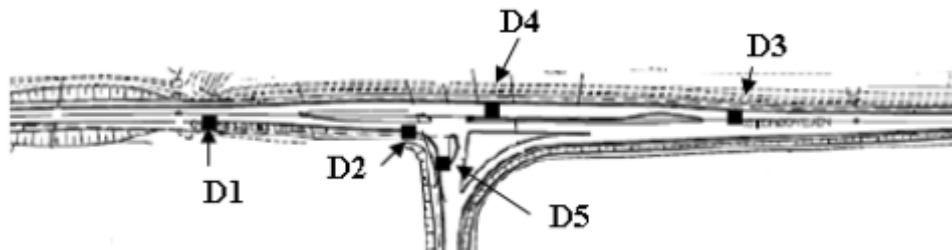
<i>Idvej</i>	<i>VMS tavle</i>	<i>Alle biler</i>			
		<i>PB/VB/LB/BUS</i>	<i>PB/VB</i>	<i>PB</i>	<i>LB/BUS</i>
<i>V middel</i>	Tændt	80 km/t	81 km/t	82 km/t	75 km/t
	Slukket	85 km/t	86 km/t	85 km/t	76 km/t
<i>V 85 %</i>	Tændt	90 km/t	93 km/t	93 km/t	82 km/t
	Slukket	95 km/t	96 km/t	95 km/t	87 km/t
<i>Antal obs.</i>	Tændt	141	113	101	28
	Slukket	204	185	162	19

Tabel 2. Registrerede hastigheder for ligeud kørende biler ved "Tændt tavle", der viser en hastighedsbegrænsning 70 km/t og ved "Slukket tavle", hvor den generelle hastighedsgrænse på 80 km/t for veje uden for byer er gældende – Sommersted. (Herrstedt, La Cour Lund 2006)

Selvom resultaterne af de to undersøgelser viser en hastighedsreduktion, når de variable hastighedstavler er tændte, bør der tages forbehold for resultatet, idet mængden af data er meget lille og foretaget over en meget kort periode. Samtidig ses det ud fra både tabel 1 og tabel 2, at hastigheden for lastbiler og busser er meget lav i forholdt til hastigheden for personbiler og varebiler. I og med at undersøgelserne anskuer resultatet ud fra hastigheden på alle biler, vil lastbilernes og bussernes i forvejen lave hastighed bevirke, at

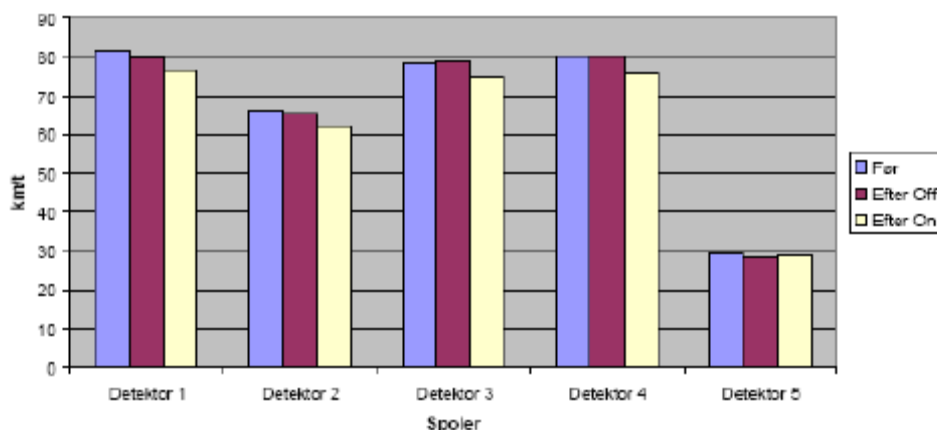
resultatet er bedre, end hvis resultaterne blev anskuet hver for sig. Anskues resultaterne ved 85 % fraktilen for personbiler, ses det, at der her kun opnås en hastighedsreduktion på 1 og 2 km/t for hhv. Hundestedvej og Idvej.

I undersøgelsen på Isterødvej er den overordnede konklusion, at de variable hastighedstavler, har haft en hastighedsnedsættende effekt. I forsøgsprojektet har der været anvendt fem detektorer til at foretage effektregistreringen, jf. figur 7, hvilket har gjort det muligt at sammenligne alle målesnit.



Figur 7. Placering af detektorer i T-krydset ved Isterødvej. (Rosenstand 2008)

Da forsøget indeholder en måneds før-målinger, er der i undersøgelsen sammenlignet tre forskellige datasæt hhv. før-perioden, efter-perioden med slukket tavle samt efter-perioden med tændt tavle. På figur 8 ses en sammenligning af gennemsnitshastigheden i de forskellige detektorsnit. Sammenlignes gennemsnitshastighederne for før-perioden med efter-perioden, hvor tavlerne har været slukket, ses der ikke en ændring af hastigheden. Derimod ses et fald i hastigheden ved tændt tavle ved detektorsnit 1 – 4. Detektorsnit 5 er placeret på sidevejen og har i forvejen en lav hastighed grundet svingende trafik. (Rosenstand 2008)



Figur 8. Gennemsnitlig hastighed i hverdage i de forskellige detektorsnit. (Rosenstand 2008)

I undersøgelsen blev der fundet en reduktion af middelhastigheden på 4 – 5 km/t ved sammenligning mellem efter-perioden med slukket hhv. tændt tavle. Betragtes 85 % fraktilen viste undersøgelsen et fald i hastigheden fra 90,5 km/t til 84 km/t, altså et fald på 6,5 km/t. (Rosenstand 2008)

Af undersøgelsen fremgår det ikke, hvordan reduktionen af hastigheden er beregnet, og ses resultatet af hastighedsreduktionen over alle fem målesnit, må der alt andet lige forventes et hastighedsfald, idet målesnit 2 og 5, jf. figur 7, i forvejen har lave hastigheder som følge af svingende trafik. Herudover er en af ulemperne ved undersøgelsen, at svingende og langsomt kørende trafik ikke er sorteret fra, hvilket påvirker hastigheden i nedadgående retning, og giver dermed et mere positivt resultat, end hvis hastigheden for personbiler og lastbil/busser blev anskuet hver for sig.

5.1.2 UHELD

Ingen af de tre undersøgelser har været i drift så længe, at det er muligt at sige noget signifikant omkring, hvordan uheldsbilledet ser ud som følge af de variable hastighedstavler. Kun for forsøget på Hundestedvej har der været foretaget en uheldsvurdering. Her har det været muligt at sammenligne uheldsdata fra en 5-årig periode, før etableringen af de variable hastighedstavler, med en 2,5-årig periode efter etableringen. Antallet af uheld kan sige noget om tavlernes påvirkning af hastigheden og dermed uheldsbilledet, men resultatet er ikke signifikant. I tabel 3 ses antallet af uheld før og efter de variable hastighedstavler er blevet opsat. Tabellen indikerer et væsentligt fald i antallet af uheld pr. år.

<i>Periode</i>	<i>Antal uheld</i>	<i>Uheld/år</i>
<i>Før (1999 - 2004)</i>	13	2,6
<i>Efter (medio 2005 – ultimo 2007)</i>	1	0,4

Tabel 3. Antal uheld før og efter opsættelsen af variable hastighedstavler på Hundestedvej.
(Rosenstand 2008)

5.2 ENGELSKE UNDERSØGELSER

Siden 1970'erne har der været anvendt variable tavler i England og gennem de sidste år har etableringen af variable tavler været stigende. Flere steder er der lavet undersøgelser af effekten af de forskellige tavler.

Da fart og antallet af uheld hænger uløseligt sammen, har variable tavler været anvendt i forsøget på at få hastigheden sat ned ved bl.a. at advare omkring forud kommende farer. Selvom mange overholder hastighedsgrænserne og sænker farten efter forholdene, er det svært at nå de bilister, der er ligeglade med hastighedsgrænserne og som ikke kører efter forholdene. Her har Department for Transport¹ set muligheden i at nedsætte hastigheden ved brugen af variable tavler, idet der kan skiltes på specifikke strækninger, steder og

¹ I Storbritannien er Department for Transport ansvarlig for anliggender, der vedrører trafik og transport.

tidspunkter, hvor bilisterne kan se, at hastighedsnedsættelsen har et formål og er relevant. Undersøgelser har vist, at ved at angribe hastighedsproblemet på denne måde, vil mange bilister ændre adfærd og følge anvisningen på skiltene. (Winnett, Wheeler 2002)

For at udarbejde ”best practice” og en teknisk vejledning i brugen af variable tavler i England, har Department for Transport udført en fuldskala undersøgelse, hvor lokaliteter med variable tavler i hele England bliver inddraget. Denne undersøgelse har resulteret i rapporten ”Vehicle-activated signs – a large scale evaluation” (Winnett, Wheeler 2002), som indeholder undersøgelser af brugen af variable tavler ved kryds, skarpe kurver samt ved indkørsler til byer, hvor der ønskes en hastighedsnedsættelse. I den efterfølgende beskrivelse af undersøgelsen, vil der kun blive taget udgangspunkt i de lokaliteter, hvor kryds i åbent land er indeholdt. Herved er det muligt at have et sammenligningsgrundlag disse lokaliteter imellem.

Den engelske undersøgelse indeholder bearbejdningen af tre forskellige krydslokaliteter placeret på veje i åbent land i hhv. Norfolk, West Sussex og Wiltshire. Hastigheden på strækningerne ved krydsene er hhv. 50 mph (80 km/t), 40 mph (64 km/t) og 70 mph (112,6 km/t). I modsætning til de danske forsøg, er der i England ikke opsat variable hastighedstavler, men variable tavler med angivelse af et kryds samt teksten ”SLOW DOWN”, jf. figur 9. I Norfolk og i West Sussex blev skiltene suppleret med blinkene lys. Herudover afviger undersøgelsen fra de danske, idet alle tavlerne i undersøgelsen kun bliver aktiveret af bilister, der overskrider hastighedsgrænsen, og dermed ikke som i de danske undersøgelser, når der er trafik fra sidevejen eller svingende trafik fra primærvejen.



Figur 9. Variabel tavle ved Norfolk - tændt hhv. slukket. (Winnett, Wheeler 2002)

I alle kryds er der blevet indsamlet før- og efterdata i minimum syv sammenhængende dage. Efterdata blev indsamlet ca. en måned og derefter et år efter, at tavlerne var blevet sat op. I krydset ved Norfolk var det også muligt at indsamle data efter en tre-årig periode. I krydslokaliteterne blev der både målt hastighedsdata 45-50 m efter krydset og 110-120 m før krydset. Ved Norfolk blev der herudover målt hastighedsdata 10-20 m fra

krydset, hvormed det var muligt at sortere svingende trafik fra. De variable tavler i Norfolk, West Sussex og Wiltshire blev etableret i hhv. februar 1998, september 2000 og december 1999. (Winnett, Wheeler 2002). Undersøgelsen giver ingen oplysning omkring mængden af trafik på de enkelte lokaliteter.

5.2.1 HASTIGHED

Resultatet af undersøgelsen blev, at middelhastigheden i krydsene ved Norfolk og West Sussex faldt, mens middelhastigheden kun faldt i det vestgående spor ved Wiltshire, jf. tabel 4. Overordnet viste undersøgelsen en hastighedsreduktion på mellem 0,8 – 7,4 mph (1,3 – 11,9 km/t).

<i>Placering</i>	<i>Retning</i>	<i>Hastighedsgrænse</i>	<i>Middelhastighed</i>		<i>Ændring</i>
			<i>Før</i>	<i>Efter</i>	
<i>Norfolk</i>					
<i>Felthorpe</i>	Syd	50 mph	45,6 mph	42,2 mph	-3,4 mph
<i>Felthorpe</i>	Nord	50 mph	53,2 mph	45,8 mph	-7,4 mph
<i>West Sussex</i>					
<i>A24/B2135</i>	Syd	70 mph	60,2 mph	55,0 mph	-5,2 mph
<i>A24/B2135</i>	Nord	70 mph	67,2 mph	60,0 mph	-7,2 mph
<i>Wiltshire</i>					
<i>Bradford Leigh</i>	Vest	40 mph	28,3 mph	27,5 mph	-0,8 mph
<i>Bradford Leigh</i>	Øst	40 mph	33,0 mph	34,2 mph	1,2 mph

Tabel 4. Ændring af middelhastigheder i de betragtede kryds i England. (Winnett, Wheeler 2002)

I undersøgelsen fra England er der ikke beregnet en 85 % fraktil, men derimod er der beregnet en procentdel af bilister, der kører over den tilladte hastighed, jf. tabel 5. Ud fra tabellen ses det, at andelen af trafikanter, der kører for stærkt er faldet, og at den største ændring ses ved krydsene ved Norfolk og West Sussex. I hastighedsreduktionen ved Norfolk skal det også tages i betragtning, at hastighedsdata indsamlet tre år efter etableringen af de variable tavler er indeholdt i resultatet. Selvom resultatet ikke skelner mellem, hvornår de enkelte hastigheder er indsamlet, kunne hastighedsreduktionen tyde på, at trafikanterne, efter en 3-årig periode, ikke mister respekten for de variable tavler.

<i>Placering</i>	<i>Retning</i>	<i>%</i>		<i>Ændring %</i>
		<i>Før</i>	<i>Efter</i>	
Norfolk		>50 mph		
<i>Felthorpe</i>	Syd	29	12	-17
<i>Felthorpe</i>	Nord	63	25	-38
West Sussex		>70 mph		
<i>A24/B2135</i>	Syd	17	6	-11
<i>A24/B2135</i>	Nord	37	12	-26
Wiltshire		>40 mph		
<i>Bradford Leigh</i>	Vest	20	11	-9
<i>Bradford Leigh</i>	Øst	27	26	-1

Tabel 5. Procentandele af bilister, der kører over den tilladte hastighed. (Winnett, Wheeler 2002)

Af den engelske undersøgelse fremgår det ikke tydeligt, om det f.eks. er i den nordlige eller sydlige retning, jf. tabel 5, der er målt hastigheder hhv. 45 – 50 m og 110-120 m fra krydsene. Sammenlignes den målte hastighed med de to forskellige afstande, må det formodes, at hastighedsdata er målt 45 – 50 m før krydset i sydlig og vestlig retning for hhv. Norfolk, West Sussex samt Wiltshire, da der her findes de laveste hastigheder. Denne antagelse er lavet, da det må forventes at bilisterne efter 110 – 120 m efter krydset, har sat hastigheden op igen. Det er samtidig nødvendigt at sætte spørgsmålstegn ved resultaterne fra West Sussex og Wiltshire, da svingende trafik ikke er sorteret fra og dermed påvirker hastighedsresultatet i nedadgående retning.

Selvom undersøgelsen generelt viser et stort hastighedsfald som følge af de variable tavler, viser middelhastighederne, før undersøgelsen blev gennemført, at hastigheden i forvejen ligger langt under det tilladte. Det kunne derfor have været værdifuldt, hvis der i undersøgelsen havde været foretaget en beregning af 85 % fraktilen. Dette resultat ville kunne sige noget mere om de bilister, der altid overskrider hastighedsgrænserne, og om de variable tavler har haft nogen effekt på dem. I undersøgelsen er der dog set på den procentdel af bilister, der overskrider hastighedsgrænsen, og her fås det indtryk, at de variable tavler har haft en stor effekt på nedsættelse af hastigheden. Af undersøgelsen fremgår det ikke, om resultaterne er signifikante.

5.2.2 UHELD

Undersøgelserne fra England indeholder også en vurdering af ændringen i antallet af uheld, da der for krydsene ved Norfolk og Wiltshire forelægger en efter-periode på hhv. 2,7 og 1 år. Undersøgelsen indeholder ikke uheldsvurdering af krydset ved West Sussex.

Resultaterne af uheldsvurderingerne er ikke signifikante, men kan give en indikation af, hvilken effekt variable tavler kan forventes at give mht. trafikikkerheden. Antallet af uheld, der indgår i undersøgelsen, er alle sket indenfor 50 m, på hver side af krydsene. I tabel 6 ses resultatet af uheldsundersøgelsen, hvor der ses en kraftig reduktion i antallet af uheld pr. år i krydset ved Norfolk.

<i>Placering</i>	<i>Før</i>				<i>Efter</i>				<i>Ændring</i>
	PIA	KSI	År	PIA/år	PIA	KSI	År	PIA/år	
<i>Norfolk</i>	16	5	5,0	3,2	4	2	2,7	1,5	-54,0 %
<i>Wiltshire</i>	10	2	2,5	4,0	4	1	1	4,0	0 %

Tabel 6. Ændring af uheld ved Norfolk og Wiltshire. PIA – Personal injury accident og KSI - Accident involving fatal or serious injury. (Winnett, Wheeler 2002)

Selvom tabel 6 viser en uændret eller nedsættelse i antallet af personskadeuheld pr. år, mangler der en konklusion på ændringen i antallet af alvorligt tilskadekomne. Ud fra tabellen ses det, at antallet af alvorligt tilskadekomne er faldet ved Norfolk, men at de er steget i krydset ved Wiltshire. Der er selvfølgelig ikke nogen grund til at konkludere noget på et dårligt resultat, når der ikke foreligger tilstrækkeligt data, men det sætter spørgsmålstegn ved troværdigheden af undersøgelsen, når dårlige resultater ikke kommenteres på lige fod med positive.

5.2.3 TRAFIKANTERNES OPFATTELSE

For at få indsigt i, hvordan trafikanterne opfatter de variable tavler, blev der i den engelske undersøgelse i år 2000 lavet en trafikantundersøgelse af 346 trafikanter i Norfolk. I år 2001 blev trafikantundersøgelsen lavet i Wiltshire, hvor 100 trafikanter deltog. Resultaterne af undersøgelseerne var stort set den samme. Formålet med undersøgelseerne var at få indsigt i de faktorer, der kan påvirke trafikanternes reaktion på tavlerne. I undersøgelseerne indgik både variable tavler ved kryds, skarpe kurver samt variable hastighedsskilte og det kan derfor ikke specificeres, hvor mange der deltog ved netop variable tavler i kryds.

I undersøgelseerne blev trafikanterne spurgt omkring det skilt, de lige havde passeret, både slukket og tændt, deres forståelse af skiltet, hvordan det fungerede, om skiltene var en god idé og hvorfor. Ca. 70 % af trafikanterne var mænd og hovedparten af deltagernes alder lå mellem 21 - 60 år. 80 % af trafikanterne på de forskellige lokaliteter benyttede ruten mindst en gang om måneden.

Resultatet af undersøgelsen, hvor variable tavler ved kryds indgik, viste, at størstedelen af de adspurgte mente, at det var trafikanternes hastighed, der aktiverede tavlerne. Mellem 30 og 60 % af de adspurgte mente, at formålet med tavlerne var, at få trafikanterne til at

sænke hastigheden samt at advare mod fare forude. Størstedelen af de adspurgte mente ikke, at en aktiveret tavle betød, at de ville modtage en bøde. Overordnet mente de adspurgte, at variable tavler var en god idé. (Winnett, Wheeler 2002)

5.3 SVENSK UNDERSØGELSE

I 2002 besluttede den svenske regering, at der skulle udføres en undersøgelse omkring brugen af variable tavler på forskellige dele af vejnettet i Sverige. Projektet skulle starte ved udgangen af år 2003 og løbe over en 4-årig periode. Projektet blev udført af Vägverket², og i 2006 udkom den første rapport omkring resultaterne ved brugen af variable hastighedstavler ved kryds. Undersøgelserne af de opsatte tavler skulle både indeholde en effektregistrering af, om hastigheden var faldet, om antallet af uheld var faldet og hvordan trafikanterne opfattede tavlerne. Samtidig skulle undersøgelserne danne basis for en socioøkonomisk undersøgelse, hvilket der ikke vil blive set nærmere på i denne rapport. (Lindkvist et al. 2006)

Undersøgelsen omkring variable hastighedstavler ved kryds indeholdte seks forskellige krydslokaliteter med varierende udformning, hhv. E4 ved Sundsvall, E4 ved Hudiksvall, E65 ved Lemmeströ, E22 ved Fogdarp, hovedvej 21 ved Vanneberga og hovedvej 11 ved Kyrkheddinge. Alle kryds er beliggende på veje i åbent land udtagen E4 Sundsvall, hvorfor dette kryds ikke medtages i den videre gennemgang. Alle primærvejene havde en ÅDT på 8.000 – 12.000 køretøjer og en hastighedsgrænse, der varierer fra 70 – 110 km/t.

Ved Hudiksvall består systemet af et 3-benet kryds med overvejende tung trafik og en hastighedsgrænse på 110 km/t før krydset. Ved passage gennem krydset er hastighedsgrænsen 90 km/t. Afhængig af årstiden, kan hastighedsgrænserne ændres fra hhv. 110 km/t til 80 km/t og fra 90 km/t til 70 km/t. De variable hastighedstavler aktiveres, når der enten er sidevejstrafik eller når køretøjer fra hovedvejen skal foretage venstresving til sekundærvejen. (Lindkvist et al. 2006)

Krydset ved Lemmeströ består af et 4-benet kryds med svingspor. Inden de variable hastighedstavler blev opsat, var hastighedsgrænsen udenfor krydset 90 km/t og 70 km/t gennem krydset. Efter opsætningen af de variable hastighedstavler, er hastighedsgrænsen på hele strækningen 90 km/t. Når der detekteres trafik fra sidevejene samt når trafik fra hovedvejen skal svinge til venstre, aktiveres de variable hastighedstavler og angiver en hastighedsgrænse på 70 km/t. (Lindkvist et al. 2006)

² Vägverket er Sveriges statslige myndighed, der varetager vejopgaver.

Ved Fogdarp er der et 3-benet kryds, hvor den højeste tilladte hastighed er 90 km/t. De variable hastighedstavler aktiveres ved sidevejstrafik samt ved venstresvingende trafik fra hovedvejen, hvor der angives en hastighedsgrænse på 70 km/t. (Lindkvist et al. 2006)

Krydset ved Vanneberga er udformet som et 4-benet kryds. Udenfor krydset var den tidligere hastighedsgrænse på 90 km/t og 70 km/t gennem krydset. Efter opsætningen af de variable hastighedstavler er det tilladt at køre 90 km/t på hele strækningen. De variable hastighedstavler aktiveres når der kommer trafik fra sidevejene samt når køretøjer fra hovedvejen skal svinge til venstre. I disse situationer angiver de variable hastighedstavler en hastighedsgrænse på 50 km/t. (Lindkvist et al. 2006)

Krydset ved Kyrkheddinge er ikke udformet som et traditionel 4-benet kryds. Her er sidevejene tilsluttet som til- og afkørselsramper, hvor der umiddelbart efter indfletningerne er placeret et busstoppested. Den overordnede hastighed gennem krydset er 90 km/t. Når der detekteres trafik fra tilkørselsramperne hhv. busser ved stoppestederne, angiver de variable hastighedstavler en hastighedsgrænse på hhv. 70 km/t og 50 km/t. (Lindkvist et al. 2006)

I forsøgsprojekterne fra Sverige blev data opsamlet via sensorer i asfalten, og på enkelte lokaliteter blev der anvendt kamera overvågning, hvor data automatisk kan trækkes ud. Førdata blev indsamlet i efteråret 2003. De variable hastighedstavler blev sat op i efteråret 2004, og efterdata blev indsamlet otte måneder senere. Inden projektet gik i gang, var der sat et overordnet mål for funktionen af de opsatte systemer. Tavlerne måtte kun være ude af drift 45 timer om året, hvilket blev overholdt i alle tilfælde. Undersøgelsen angiver ikke, hvor i krydset de respektive hastigheder er målt. På figur 10 ses eksempler på variable hastighedstavler på forskellige lokaliteter i undersøgelsen.



Figur 10. Variable hastighedstavler ved hhv. Lemmeströ, Hudiksvall samt ved Vanneberga. (Lindkvist et al. 2006)

5.3.1 HASTIGHED

Det overordnede resultat af den svenske undersøgelse viser, at middelhastigheden er faldet, både når de variable hastighedstavler har været tændte og slukkede. I undersøgelsen var det forventet, at bilisterne over tid ville lære, at en slukket tavle betød,

FORSKNING PÅ OMRÅDET

at der ingen sidevejstrafik var, og dermed ville sætte hastigheden op. Resultatet af undersøgelsen viste, at bilisterne ikke kompenserede herfor.

Resultaterne af undersøgelsen indeholder middelværdier for samtlige målepunkter både før og efter krydsene. I de situationer, hvor de variable hastighedstavler har været tændte, viser undersøgelsen, at både middelhastigheden og 85 % fraktilen er faldet i forhold til før-perioden, jf. tabel 7. I de scenarier, hvor de variable hastighedstavler har været slukkede, falder middelhastigheden også, undtagen ved Lemmeströ. Ved 85 % fraktilen er det kun ved Kyrkheddinge og ved Fogdarp, at der ses et fald i hastigheden, jf. tabel 8. (Lindkvist et al. 2006)

Strækning	Hastighed km/t (Før)			Hastighed km/t VH tændt (Efter)			Forandring km/t (Efter-før)	
	Skilt	Middel	85 %	VH-skilt	Middel	85 %	Middel	85 %
E4 Hudiksvall	90	90,1	103	80	85,1	99	-5	-4
11 Kyrkheddinge	90	90,5	100	50 (70)	82,5 (83,8)	94 (96)	-8 (-6.7)	-6 (-4)
21 Vanneberga	70	70,8	80	50	59,3	71	-11,5	-9
E22 Fogdarp	90	88,0	101	70	73,4	95	-14,6	-6
E65 Lemmeströ	70	86,5	101	70	81,7	95	-4,8	-6

Tabel 7. Gennemsnitsværdier (alle køretøjer) for middelhastigheden og 85 % fraktilen på hovedvejen i alle forsøgslokaliteterne. Tabellen angiver hastigheden før og efter opsætningen af de variable hastighedstavler. **Tændt tavle.** (Lindkvist et al. 2006)

Strækning	Hastighed km/t (Før)			Hastighed km/t VH slukket (Efter)			Forandring km/t (Efter-før)	
	Skilt	Middel	85 %	VH-skilt	Middel	85 %	Middel	85 %
E4 Hudiksvall	90	90,1	103	110	89,8	105	-0,3	+2
11 Kyrkheddinge	90	90,5	100	90	88,0	98	-2,5	-2
21 Vanneberga	70	70,8	80	90	70,7	86	-0,1	+6
E22 Fogdarp	90	88,0	101	90	81,7	96	-7	-5
E65 Lemmeströ	70	86,5	101	90	90,4	103	+3,9	+2

Tabel 8. Gennemsnitsværdier (alle køretøjer) for middelhastigheden og 85 % fraktilen på hovedvejen i alle forsøgslokaliteterne. Tabellen angiver hastigheden før og efter opsætningen af de variable hastighedstavler. **Slukket tavle.** (Lindkvist et al. 2006)

Selvom hastigheden generelt er faldet efter opsætningen af de variable hastighedstavler, viser undersøgelsen, at en stor andel af køretøjerne stadig overskrider de tilladte hastighedsgrænser, jf. tabel 9.

Strækning	Hastighedsgrænse		Hastighedsovertrædelse (km/t) hos hhv. personbiler og (lastbiler) (%)				
	Før	Efter (VH)	Før	Efter (VH)			110
				50	70	80	
E4 Hudiksvall	90	80/110	43 (27)			58 (63)	8 (1)
11 Kyrkheddinge	90	50/70/90	55 (21)	98 (99)	86 (84)		49 (15)
21 Vanneberga	70	50/90	59 (82)	84 (92)			13 (14)
E22 Fogdarp	90	70/90	54 (24)		56 (66)		33 (13)
E65 Lemmeströ	70	70/90	89 (95)		78 (86)		51 (24)

Tabel 9. Hastighedsgrænser og bilisternes hastighedsovertrædelser før og efter indførelsen af de variable hastighedsgrænser i krydsene. (Lindkvist et al. 2006)

Resultatet af før- og efterundersøgelsen på alle forsøgslokaliteter viser, at når de variable hastighedsgrænser er lavere end den tidligere faste hastighed, så kører en større andel af bilister over de tilladte hastighedsgrænser, sammenlignet med før-perioden. Når hastigheden på de variable hastighedstavler er højere end den tidligere faste grænse, kører en mindre del af bilisterne over de tilladte hastighedsgrænser. Når hastighedsgrænsen på de variable hastighedstavler er lig med den tidligere faste hastighedsgrænse, er hastighedsovertrædelsen lavere end før opsætningen af de variable hastighedstavler. Undersøgelsen konkluderer, at variable hastighedsgrænser i kryds gør, at bilisternes hastighedstilpasning er blevet bedre på trods af, at mange stadig overskrider de tilladte grænser. (Lindkvist et al. 2006)

I den svenske undersøgelse er det valgt, ligesom i de danske undersøgelser, at resultatet af undersøgelsen omkring faldet i hastigheden, som følge af de variable hastighedstavler, er lavet ud fra hastigheden af alle køretøjer samlet set. Dette vil alt andet lige give en lavere hastighed som følge af, at lastbiler og busser i forvejen har lavere hastigheder end personbiler. Samtidig fremgår det ikke af undersøgelsen, om svingende trafik er sorteret fra, hvilket igen vil give en lavere hastighed og dermed et misvisende resultat af undersøgelsen. Der kan samtidig sættes spørgsmålstegn ved valget af nedsatte hastighedsgrænser gennem krydsene, idet undersøgelsen f.eks. viser, at mellem 84 – 99 % kører over hastighedsgrænsen på 50 km/t.

5.3.2 UHELD

Ingen af de undersøgte krydslokaliteter har været i drift så længe, at det er muligt at sige noget signifikant om, hvordan uheldsbilledet ser ud som følge af de variable hastighedstavler. I den svenske undersøgelse er det derfor valgt at lave en trafikikkerhedsbetragtning ud fra Power modellen, der sætter hastigheden i relation til antallet af uheld, indtil det nødvendige datamateriale foreligger. Herved har det været muligt at inddrage trafikikkerheden i den socioøkonomiske betragtning, undersøgelsen

også indeholder. Her blev det fundet, at de variable hastighedstavler vil give et fald i uheldsomkostninger på ca. 42 %. (Lindkvist et al. 2006)

Undersøgelsen indikerer dermed, at variable hastighedstavler har en positiv effekt på antallet af uheld, idet de medvirker til en lavere hastighed gennem kryds, hvor der findes mange konfliktpunkter.

5.3.3 TRAFIKANTERNES OPFATTELSE

I undersøgelsen fra Sverige er der lavet en analyse af trafikanternes opfattelse og meninger omkring de variable hastighedstavler ved krydset ved Fogdarp og Hudiksvall.

I Fogdarp blev der både foretaget et før- og efterstudie i hhv. maj 2004 og i maj 2005. I før-perioden blev der udsendt 500 spørgeskemaer, hvoraf 51 % af de adspurgte gav svar. I efter-perioden blev der udsendt 430 spørgeskemaer – hovedsageligt til samme personer som i før-perioden. Her gav 43 % svar. Både i før- og efterstudiet var der 37 % kvindelige deltagere samt 63 % mænd. Gennemsnitsalderen var 50 år. Hovedparten af deltagerne boede i nærheden af krydset og mente at krydset var kendt for dem. 70 % benyttede strækningen flere gange om måneden. Hovedparten havde også lagt mærke til, at de variable hastighedstavler var blevet sat op. (Lindkvist et al. 2006)

I Hudiksvall blev undersøgelsen foretaget ved interview af bilister, der benyttede sig af en nært beliggende rasteplads. Der blev gennemført 100 interviews. Her var de adspurgte fordelt mellem 90 % mænd og 10 % kvinder. Gennemsnitsalderen var 48 år. Halvdelen af de adspurgte benyttede strækningen flere gange om måneden. (Lindkvist et al. 2006)

I undersøgelseerne blev trafikanterne spurgt om deres mening af tavlernes effekt, tavlernes pålidelighed og nytte, samt om de accepterede og overtrådte de variable hastighedsgrænser.

Halvdelen af de adspurgte mente, at den tidligere hastighedsgrænse på 90 km/t var alt for høj. 90 % mente, at den høje hastighed gjorde det svært at svinge til og fra hovedvejen. Efter opsætningen af de variable tavler mente flere, at det var blevet lettere at svinge ud på hovedvejen. Hovedparten mente dog, at det var uændret. Hovedparten af de adspurgte mente, at hastigheden ved svingende trafik i krydset var passende, men ca. 20 % mente at den stadig var for høj – både med og uden svingende trafik. Også i Hudiksvall anså størstedelen, at hastighedsgrænsen ved svingende trafik var passende, men ca. 33 % mente den var for høj. (Lindkvist et al. 2006)

Ca. 90 % af de adspurgte mente, at den viste hastighedsgrænse altid eller oftest stemte overens med den givne situation, altså om der var sidevejstrafik. I undersøgelsen fra

Fogdarp kunne det konstateres, at bilisternes mening om den viste hastighed havde betydning for den samlede mening vedrørende variable hastighedstavler. Jo mindre de adspurgte mente, at hastigheden stemte overens med trafiksituationen, jo dårligere syntes de om variable hastighedstavler. Undersøgelsen viste også en sammenhæng mellem deltagernes mening om variable hastighedstavler, og hvor meget hastighedsgrænsen blev overskredet. Den overordnede holdning til variable hastighedstavler var god. (Lindkvist et al. 2006)

Både i Fogdarp og Hudiksvall mente trafikanterne, at de var blevet bedre til at efterleve hastighedsgrænserne som følge af de variable hastighedstavler. 60 % mente, at andre bilister tit og ofte kørte over de tilladte hastighedsgrænser. Godt 50 % mente at deres respekt for hastighedsgrænserne var steget efter opsætningen af de variable hastighedstavler, 40 % mente at den var som før og ca. 5 % mente at den var faldet. (Lindkvist et al. 2006)

Overordnet viste undersøgelsen at det både i Fogdarp og Hudiksvall kunne konstateres, at formålet med de variable hastighedstavler var opnået, idet flere trafikanter efterlever og accepterer hastighedsgrænserne.

6 SAMMENFATNING

Gennemgangen af danske, engelske og svenske undersøgelser vedrørende brugen af variable tavler ved kryds på veje i åbent land, viser tydeligt, at tavlerne har en effekt i forhold til hastighedstilpasning. I undersøgelserne er der både indeholdt 3- og 4-benet kryds.

I de danske undersøgelser indgik tre forskellige krydslokaliteter, hvor der var blevet opsat variable hastighedstavler, der blev aktiverede, når der var sidevejstrafik fra sekundærvejen eller svingende trafik fra primærvejen. I to af krydsene var der undertavler, med angivelsen af hhv. ”Svingende trafik” samt ”0 – 300 m” og ”Krydsende trafik”. I to af de danske undersøgelser blev der fundet en reduktion i middelhastigheden og 85 % fraktilen på mellem 3 – 5 km/t. Ved en tredje danske undersøgelse blev hastighedsreduktionen ved 85 % fraktilen fundet til 6,5 km/t. Ud fra disse resultater må det konkluderes, at variable hastighedstavler har haft en hastighedsnedsættende effekt.

De danske undersøgelser har ikke været i drift så længe, at det har været muligt at sige noget signifikant om, hvordan de variable tavler påvirker antallet af uheld. Med de foreliggende data, ses dog en klar tendens til et faldende antal uheld pr. år.

I England indgik tre forskellige kryds i undersøgelsen, hvor der var blevet opsat variable tavler med angivelsen af et kryds samt teksten ”SLOW DOWN”. Tavlerne blev aktiverede, når bilisterne overskred den tilladte hastighedsgrænse. Resultatet af undersøgelsen fra England viste en reduktion i middelhastigheden på 0,8 – 7,4 mph (1,3 – 11,9 km/t). Andelen af bilister, der overskred hastighedsgrænsen, faldt med 1 – 38 %. Ud fra de engelske resultater må det konkluderes, at de variable tavler har haft en hastighedsnedsættende effekt.

Heller ikke de engelske undersøgelser har været i drift så længe, at det har været muligt at sige noget signifikant om effekten af variable tavler med henblik på nedsættelsen af antallet af uheld. Ud fra de foreliggende data viser sig en tendens til en reduktion i antallet af uheld.

I den engelske undersøgelse indgik også en analyse af trafikanternes opfattelse af de variable tavler. Her blev trafikanterne spurgt om det skilt, de lige havde passeret, hvordan det fungerede, og om skiltene var en god idé. Resultatet af undersøgelsen viste, at størstedelen af de adspurgte mente, at formålet med tavlerne var at få trafikanterne til at sænke hastigheden samt at advare mod fare forude. Størstedelen mente også, at det var en god idé med variable tavler.

SAMMENFATNING

I den svenske undersøgelse indgik fire forskellige krydslokaliteter, hvor der var opsat variable hastighedstavler uden undertavle. Tavlerne blev aktiverede, når der blev detekteret sidevejstrafik, svingende trafik fra primærvejen, samt når der var busser ved eventuelle busstoppesteder. Resultatet af de svenske undersøgelser viste, at middelhastigheden faldt med 4,8 – 14,6 km/t og 0,1 – 7 km/t for hhv. tændt og slukket tavle. Ved 85 % fraktilen var hastighedsreduktionen på 4 – 9 km/t og 2 – 5 km/t for hhv. tændt og slukket tavle. I undersøgelsen blev der set nærmere på, hvor stor en andel af trafikanterne, der overskred de tilladte hastighedsgrænser. Her viste undersøgelsen, at der ved hastighedsgrænser på 50 – 80 km/t var mellem 58 – 99 %, der overskred hastighedsgrænserne, mens det ved hastighedsgrænser på 90 – 110 km/t kun var mellem 1 – 49 %, der overskred hastighedsgrænserne. Ud fra resultaterne må det konkluderes, at de variable hastighedstavler har haft en hastighedsnedsættende effekt, men at mange trafikanter stadig overskrider hastighedsgrænserne.

Heller ikke i den svenske undersøgelse har det været muligt at sige noget signifikant om, hvordan effekten af de variable tavler har påvirket antallet af uheld. I stedet har undersøgelsen anvendt Power modellen, der sætter hastigheden i relation til antallet af uheld, hvorved det er fundet, at der ved brugen af variable hastighedstavler kan opnås en besparelse i omkostningerne forbundet med uheld på 42 %.

I den svenske undersøgelse indgik også en undersøgelse af trafikanternes opfattelse af de variable tavler. Her blev trafikanter spurgt om deres mening til de variable tavlers effekt, deres pålidelighed og nytte, samt om de accepterede eller overtrådte de variable hastighedsgrænser. Resultatet af undersøgelsen viste, at størstedelen af de adspurgte mente, at tavlerne var pålidelige, og godt 50 % mente, at deres respekt for de variable hastighedsgrænser var steget. Flere mente, at det var blevet nemmere at svinge ud på primærvejen, men størstedelen mente, at det var uændret.

Anskues undersøgelsesernes samlede resultater, jf. tabel 10, ses det, at hastighedsreduktionerne ligger mellem 3 – 14,6 km/t for middelværdierne og at de største hastighedsreduktioner ses i undersøgelserne fra England og Sverige. Sammenholdes resultaterne ud fra tabellen, kan det derved konkluderes at tiltagene i England og Sverige har haft den bedste effekt på hastigheden. Her skal der dog tages højde for, at undersøgelserne ikke kan sammenlignes på lige fod med hinanden, da udformningen af krydsene, tavlernes placering og funktion har været vidt forskellige. Især udformningen af forsøgsprojekterne fra England afviger meget fra de danske og svenske undersøgelser, da de variable tavler ikke angiver en nedskiltet hastighed, men en angivelse af et kryds forude. Samtidig bliver disse tavler kun aktiveret af trafikanter, der overskrider hastigheden. På trods af det, ses en stor hastighedsreduktion i de engelske undersøgelser og sammenholdes disse med den tilhørende trafikant undersøgelse, hvor størsteparten af de deltagende mente, at en aktiveret tavle medførte en bøde, kunne dette faktum også

have en betydning for hastigheden. I de danske og svenske undersøgelser gives kun et påbud om en lavere hastighed, hvilket ikke nødvendigvis medfører en bøde.

Lokalitet	Tilladt hastighed km/t			Middelhastighed km/t		85 % fraktil		Ændring km/t	
	Før	Efter tændt	Efter slukket	Tændt	Slukket	Tændt	Slukket	Middelværdi (Slukket)	85 % fraktil (Slukket)
				(Før)	(Efter)				
Hundestedsvvej	80	60	-	70	73	79	82	-3	-3
Idvej	80	70	-	80	85	90	95	-5	-5
Isterødvej	90/80	70	-	-	-	-	-	-5	-6,5
Felthorpe, Syd	80	-	-	(73,4)	(67,9)	-	-	-5,5	-
Felthorpe, Nord	80	-	-	(85,7)	(73,7)	-	-	-12,1	-
A24/B2135, Syd	112,6	-	-	(96,8)	(88,5)	-	-	-8,4	-
A24/B2135, Nord	112,6	-	-	(108,1)	(96,5)	-	-	-11,6	-
Bradford Leigh, Vest	64	-	-	(45,5)	(44,2)	-	-	-1,3	-
Bradford Leigh, Øst	64	-	-	(53,1)	(55)	-	-	1,9	-
E4 Hudiksvall	90	80	110	85,1	89,8	99	105	-5 (-0,3)	-4 (2)
11		50		82,5				-8 [-6,7]	
Kyrkheddinge 21		[70]	90	[83,8]		94 [96]		(-2,5)	-6 [-4] (-2)
Vanneberga	70	50	90	59,3	70,7	71	86	-11,5 (-0,1)	-9 (6)
E22 Fogdarp	90	70	90	73,4	81,7	95	96	-14,6 (-7)	-6 (-5)
E65 Lemmeströ	70	70	90	81,7	90,4	95	103	-4,8 (3,9)	-6 (2)

Tabel 10. Oversigt over de samlede resultater fra de respektive undersøgelser. Det er valgt at angive de engelske resultater i km/t, for på den måde at have et bedre sammenligningsgrundlag.

Et endnu uafklaret spørgsmål vedrørende variable tavler, er langtidseffekten. Selvom der i resultaterne for krydset ved Norfolk indgår data, indsamlet tre år efter etableringen af de variable tavler, og at der stadig ses en tydelig hastighedsreduktion, vides det ikke, hvordan de variable tavler vil påvirke hastigheden på længere sigt. En langtidseffekt i England kunne være, at trafikanterne mister respekten for tavlerne, idet de finder ud af, at en aktiveret tavle ikke udløser en bøde.

I Sverige og Danmark er langtidseffekten af tavlerne heller ikke undersøgt endnu, men her kunne de variable hastighedstavler have den konsekvens, at respekten for de faste tavler forsvinder, idet trafikanterne lærer, at variable tavler giver troværdig og opdateret information, hvormed signalværdien fra faste tavler forsvinder.

En vigtig faktor i undersøgelserne er også den overordnede hastighed på vejene og hvor meget hastigheden sænkes ved sidevejstrafik. Sammenlignes f.eks. de danske undersøgelser fra Hundestedsvvej og Idvej, ses den største hastighedsreduktion ved Idvej,

SAMMENFATNING

hvor hastigheden kun ændres fra 80 km/t til 70 km/t, mod 60 km/t ved Hundestedvej. Dette resultat kan eventuelt tilskrives det, at trafikanterne kører efter, hvordan vejen er udformet og de omkringliggende omgivelser, og at disse faktorer først og fremmest giver trafikanten besked om, hvilken adfærd der forventes. Hertil kommer så vejens udstyr som f.eks. variable tavler, der kan give trafikanten ekstra information om f.eks. hastigheden. Hermed kunne det tænkes, at mange trafikanter anser reduktionen på 20 km/t som for meget og dermed kun sænker hastigheden en smule. Dette forhold kunne også tilskrives den engelske undersøgelse ved krydset ved Wiltshire, hvor hastighedsgrænsen på den overordnede vej kun er 64 km/t (40 mph), og hvor middelværdien stiger i efterundersøgelsen.

I undersøgelserne fra Sverige er den overordnede hastighed gennem krydsene flere steder hævet, når der ikke detekteres sidevejstrafik. Den store hastighedsreduktion fra undersøgelserne kunne dermed tillægges det, at trafikanterne har fået mere respekt for hastighedsreduktion på de variable tavler. Samtidig ses også en hastighedsreduktion, når de variable tavler er slukkede, hvilket kan tilskrives det, at størstedelen af de deltagende i trafikant undersøgelsen mente, at hastigheden gennem krydset var for høj, når tavlerne var slukkede.

Overordnet må det konkluderes at de enkelte resultater fra undersøgelsen skal læses uafhængigt af hinanden, da forsøgsprojekterne er opstillet under vidt forskellige forhold, der kan have en indflydelse på trafikanternes hastighed. Faktorer som busstoppesteder, oversigtforhold, trafikmængde, tavleudformning og antallet af sideveje, er blot nogle af de aspekter, der indgår i de forskellige undersøgelser og må alt andet lige have en betydning for hastigheden. Samtidig må dataindsamlingsmetoden, den periode dataene er indsamlet over samt frasortering af sidevejstrafik, også spille en rolle.

Samlet for alle undersøgelser, kan det dog konkluderes, at de variable tavler har haft en effekt i større eller mindre grad og at variable tavler, ud fra undersøgelsens resultater, kun kan anbefales. Til denne tese skal dog ligges det faktum, at der på nuværende tidspunkt ikke har været foretaget langsigtede undersøgelser af variable tavler samt hvilke konsekvenser tavlerne får på længere sigt – dette er et vigtigt aspekt, der bør undersøges nærmere i fremtiden.

7 VARIABLE HASTIGHEDSTAVLER

Ud over at se på hvilken viden, der på nuværende tidspunkt foreligger indenfor brugen af variable tavler som hastighedsnedsættende tiltag ved kryds på veje i åbent land, indeholder rapporten også en analyse af indsamlede hastighedsdata fra tre kryds langs rute 26, hvor Vejdirektoratet i 2008 og 2009 har opsat variable hastighedstavler på primærvejen.

Dette kapitel indeholder en kort præsentation af de tre forskellige krydslokaliteter samt en kort beskrivelse af formålet med de variable hastighedstavler på de respektive krydslokaliteter. Herudover gennemgås forsøgenes overordnede systembeskrivelse, datatilvejebringelsen af hastighedsdataene samt om systemerne har været driftssikre i forsøgsperioderne.

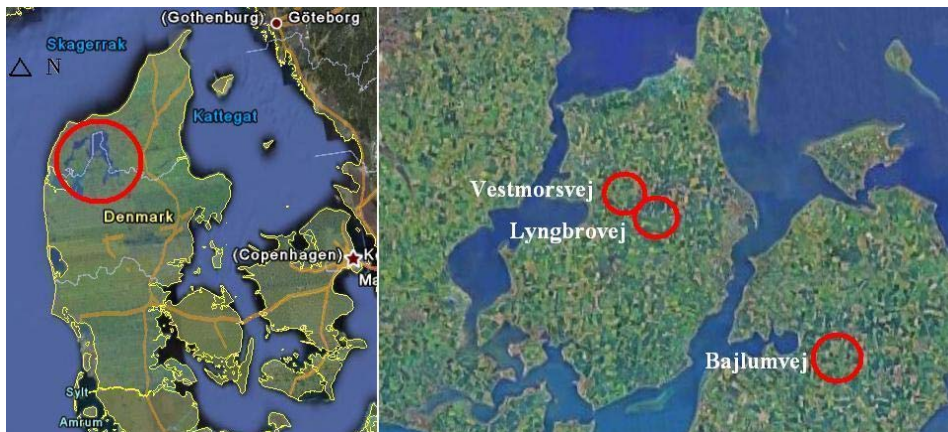
De efterfølgende kapitler indeholder en gennemgang af forsøgene på de tre lokaliteter. I disse kapitler bearbejdes og analyseres de indsamlede hastighedsdata og tavlelogninger. Kapitlerne er opbygget således, at principperne omkring bearbejdningen af krydsene er beskrevet ved hvert kryds, og det er dermed muligt at læse hvert kryds for sig. Der vil i disse kapitler derfor også forekomme gentagelser.

Ved at lave en analyse af de indsamlede data bliver det muligt at konkludere, om de variable tavler har haft en hastighedsnedsættende effekt på de respektive lokaliteter. For at kunne sige, om en eventuel reduktion i hastigheden, som følge af de variable hastighedstavler, er signifikant, laves statistiske test på de fundne middelværdier. Herudover anvendes Power modellen på de fundne resultater, for at give en indikation af, i hvor stor en grad, de variable hastighedstavler påvirker antallet af uheld i krydsene. Som afslutning på rapporten, vil de fundne resultater blive diskuteret i forhold til den nuværende viden, der foreligger på området.

7.1 KRYDSLOKALITETER

De tre kryds, der betragtes, er alle beliggende på rute 26, der er hovedlandevejen gennem Thy-Mors området. De tre kryds er placeret ved Vestmorsvej og Lyngbro på Mors hhv. på Bajlumvej ved Salling, jf. figur 11.

VARIABLE HASTIGHEDSTAVLER



Figur 11. Placering af de tre betragtede kryds langs rute 26. (Google 2009)

Krydset ved Vestmorsvej og Lyngbro er begge udformet som fuldt kanaliseret 4-benet kryds og krydset ved Bajlumvej er udformet som et kanaliseret 3-benet kryds, jf. figur 12.



Figur 12. Krydslokaliteter ved hhv. Vestmorsvej, Lyngbro og Bajlumvej. (Google 2009)

Hastigheden på rute 26 er ofte for høj, og svingende og krydsende trafikanter har ofte svært ved at overskue trafikken i krydsene. Den nuværende hastighedsgrænse langs rute 26 er på store dele af strækningen 80 km/t, men enkelte steder er vejen udformet som en motortrafikvej med en hastighedsgrænse på 90 km/t. Bl.a. er den tilladte hastighedsgrænse 90 km/t ved Vestmorsvej og Lyngbro. Efter etableringen af de variable hastighedstavler for disse kryds, ophører strækningens motortrafikvej-status ca. 400 m før krydsene. Ved alle tre krydslokaliteter er der etableret kanaliseringsanlæg for alle svingende trafikanter. Samtidig er der etableret midterheller ved alle kryds - udført med faste heller. Rute 26 er ved alle tre krydslokaliteter to-sporede. På figur 14, figur 15 og figur 16 ses illustrationer af krydsudformningerne. (Vejdirektoratet 2008a), (Vejdirektoratet 2008b), (Vejdirektoratet 2007)

Det overordnede formål med opsætningen af de variable hastighedstavler er at øge trafikikkerheden i krydsene ved at sænke trafikanternes hastighed. For at sætte hastigheden ned gennem krydsene, er der langs primærvejen etableret to variable hastighedstavler på hver side af krydsene i hhv. nord og sydgående retning. De variable hastighedstavler aktiveres, når der detekteres sidevejstrafik eller svingende trafik fra primærvejen, og angiver en lokal hastighedsbegrænsning. Den lavere hastighed skal gøre

det nemmere for venstresvingende trafik på primærvejen samt svingende eller krydsende trafik på sekundærvejen at vurdere, hvornår der er en forsvarlig åbning i trafikken på primærvejen og derved øge trafiksikkerheden i krydsene.

7.2 SYSTEMBESKRIVELSE

De variable tavler er opstillet på rute 26 frem mod krydsene i højre side af vejen i begge retninger. 50 m før krydsene opstilles variable hastighedstavler med lokal hastighedsbegrænsning. Ved krydsene ved Vestmorsvej og Lyngbro er den lokale hastighedsbegrænsning på 70 km/t og ved Bajlumvej er hastighedsbegrænsningen på 60 km/t. 200 m før krydsene opstilles ligeledes variable hastighedstavler med lokal hastighedsbegrænsning på 70 km/t for hhv. Vestmorsvej og Lyngbro og 60 km/t ved Bajlumvej. Ydermere angives der via variable undertavler ”0 – 100 m” og ”0 – 250 m” ved Bajlumvej. Når de variable hastighedstavler ikke er aktiverede vil de være sorte. På figur 13 ses billeder af de variable tavler. (Vejdirektoratet 2008a), (Vejdirektoratet 2008b), (Vejdirektoratet 2007)

De variable hastighedstavler er udformet som lysdiodetavler med en diameter på 70 cm. De variable undertavler ved Bajlumvej uformes ligeledes som lysdiodetavler med en versalhøjde på 170 mm. Begge tavletyper skal kunne skifte budskab indenfor 1 sek.



Figur 13. Anvendte variable tavler ved de respektive kryds. (th.) slukket tavle, (midt) Bajlumvej samt Vestmorsvej og Lyngbro (th.).

7.2.1 OVERVÅGNING AF SYSTEMET

Trafikledelsessystemet er trafikstyret og skal primært fungere uafhængigt. Systemet skal dog kunne fjernovervåges og –betjenes fra Vejdirektoratets Trafikinformationscenter (T.I.C.). Herved er det muligt at slukke tavlerne, hvis de ikke fungerer optimalt og troværdigheden ved tavlerne kan dermed sikres.

Informationer omkring systemets aktivitet sendes kontinuerligt hvert 5. min til T.I.C. Disse informationer indeholder oplysninger om tidspunkter for, hvornår tavlerne er blevet tændte hhv. slukkede (log med tidsstempling) samt oplysninger om evt. fejl på systemet.

Når systemet er sat i drift, er det vigtigt, at systemet fungerer pålideligt, således at trafikanterne kan føle tillid til det. Situationer, hvor systemet åbenlyst ikke fungerer, vil være skadeligt for systemets virkning på trafikanternes adfærd. Derfor skal systemet overvåges kontinuerligt, således at der ved eventuelle systemfejl kan ske udbedringer indenfor en arbejdsdag, efter at fejlen er blevet registreret i T.I.C. Hvis systemet registrerer strømsvigt, er systemet indstillet til at lukke ned efter 15 min og samtidig give T.I.C. besked herom. Når strømmen vender tilbage, skal systemet automatisk tænde og ligeledes give T.I.C. besked herom. (Vejdirektoratet 2008a), (Vejdirektoratet 2008b), (Vejdirektoratet 2007)

7.2.2 TRAFIKSTYRING AF TAVLERNE

De variable tavler styres ved brug af trafikdetektorer. I de tre kryds er der to typer af detektorer. En til registrering af passage og en til registrering af tilstedeværelse. Detektorerne for registrering af passage giver impuls for hvert køretøj, der passerer detektoren. Detektorerne til registrering af tilstedeværelse giver impuls, når et køretøj passerer. På de vedlagte tegninger af de tre kryds, der findes på den vedlagte CD, ses placeringen af de forskellige detektorer til trafikstyring af systemet.

Detektorerne, der styrer de variable tavler, er ved Bajlumvej placeret på rute 26 i venstresvingssporet 50 m før afslutningen af sporet. Herudover er der placeret en detektor i midterrabatten på rute 26 for trafikanter fra Bajlumvej, der skal mod syd ad rute 26 og som gør ophold ved midterrabatten. På Bajlumvej er der placeret en detektor 50 m før og ved vigelinien. På Vestmorsvej og Lyngbro er detektorerne til styring af de variable hastighedstavler placeret 50 m før venstresvingssporenes afslutning på primærvejen (rute 26) samt 50 m før vigelinien på sekundærvejene. (Vejdirektoratet 2008a), (Vejdirektoratet 2008b), (Vejdirektoratet 2007)

De variable hastighedstavler tændes ved aktivering af detektorerne og slukker 10 sek. efter et køretøj har passeret detektoren før vigelinien eller ved venstresvingssporenes afslutning på rute 26 – tavlens ”time out værdi”. Efter et køretøj ikke længere holder ved detektorerne, slukker de variable tavler efter 2 sek. – ”time out værdi”. Bliver ingen af detektorerne aktiveret indenfor ”time out værdien”, slukker tavlerne. (Vejdirektoratet 2008a), (Vejdirektoratet 2008b), (Vejdirektoratet 2007)

Ved krydset på Bajlumvej færdes også cyklister. Disse detekteres og aktiverer de variable hastighedstavler, når de holder ved vigelinien ved Bajlumvej. Her er der etableret en

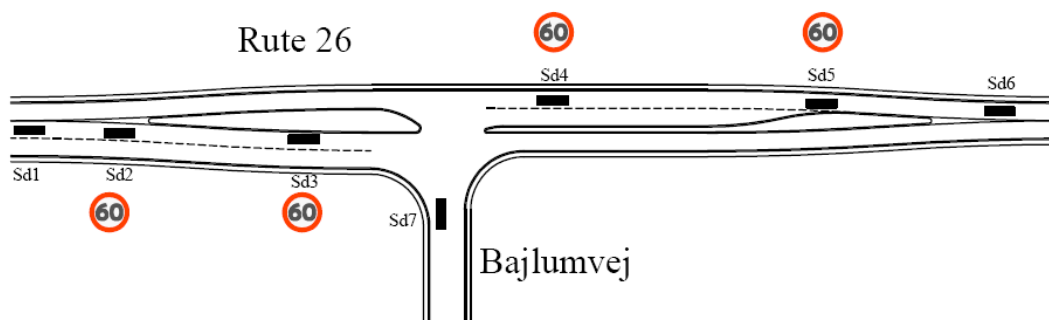
kantsten, der sikre, at cyklisterne ikke kører ved siden af kørebanen og derved ikke detekteres. På Vestmorsvej og Lyngbro kan der også færdes cyklister på tværs af primærvejen. Disse detekteres som øvrige køretøjer.

7.2.3 EFFEKTREGISTRERING

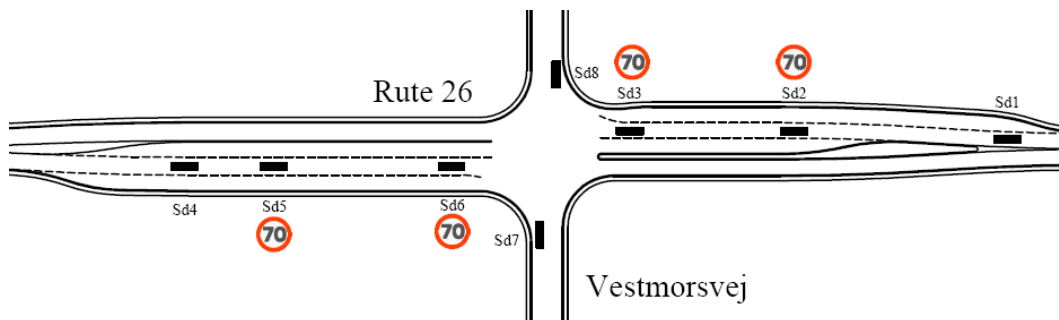
Til effektevalueringen anvendes systemets trafikstyrende detektorer. Herudover er der, 300 m, 150 m samt lige før krydsene, placeret detektorer i begge retninger, der skal registrer hastigheden. Samtidig er der på sidevejene placeret detektorer, der skal registrere svingende trafik fra primærvejen.

Detektorerne placeret 300 m nord hhv. syd for krydsene på rute 26, anvendes til at registrere hastigheden for enkeltkøretøjer inden disse eventuelt reducerer hastigheden som følge af det farlige vejkryds og den aktuelle afmærkning. Herved er det muligt at følge udviklingen i strækningens generelle hastighedsniveau, der kan variere som følge af forskellige forhold. F.eks. generelle ændringer i respekten for hastighedsgrænserne.

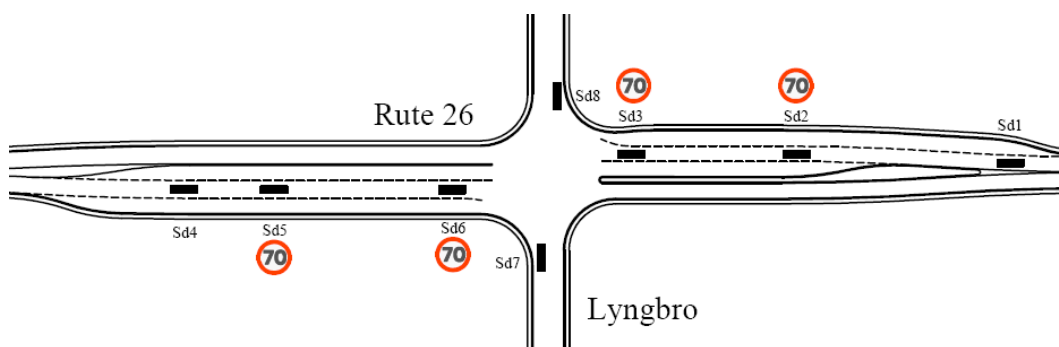
De resterende detektorer er placeret efter den første og den anden variable hastighedstavle i hhv. nord- og sydgående retning. Disse detektorer registrerer hastigheden for enkeltkøretøjer i positioner inden krydset, hvor trafikanterne gerne skulle have reduceret hastigheden som følge af kendskab til krydset, afmærkningen eller som følge af trafiksituationen. Da detektorerne er placeret efter den første og den anden variable hastighedstavle i hhv. nord- og sydgående retning, er det muligt at registrere effekterne af disse. På figur 14, figur 15 og figur 16 ses illustrationer af hhv. Bajlumvej, Vestmorsvej samt Lyngbro, hvor placeringen af de detektorer, der registrerer hastigheden, er angivet. Af figurerne fremgår det, at detektorernes nummer (1 - 6) ikke er placeret samme sted ved de enkelte kryds.



Figur 14. Illustration af krydset ved Bajlumvej, med placering af detektorer.



Figur 15. Illustration af krydset ved Vestmorsvej, med placering af detektorer.



Figur 16. Illustration af krydset ved Lyngbro, med placering af detektorer.

Detektorerne på sidevejene anvendes til at registrere, om lav hastighed på detektoren på rute 26 umiddelbart før krydsene skyldes et køretøj, der fortager en svingmanøvre fra rute 26 til en af sidevejene.

Når systemerne etableres, er alle variable tavler tildækkede i en periode mens førdata til brug i effektevalueringen opsamles. Hermed er det muligt at opsamle hastighedsdata gennem krydset, uden at trafikanterne er påvirkede af de variable hastighedstavler, men hvor det stadig registreres, om tavlerne er tændte eller slukkede. Når førdata er indsamlet, sættes de variable hastighedstavler i normaldrift, hvorved tavlerne bliver synlige for trafikanterne. Hastighedsmålingerne fortsætter hermed med henblik på vurderingen af effekten af systemerne.

7.3 DATA

Til effektevalueringen af de variable hastighedstavler anvendes de data, der bliver opsamlet via de trafikstyrende detektorer samt de detektorer, der registrer hastigheden.

De data, der bliver registreret af de trafikstyrende detektorer er angivet i tabel 11. I tabellen er der angivet en dato samt et tidspunkt, hvor tavlerne har skiftet visning. Kolonnen "Core" angiver, at der ved de respektive tavlelogninger, ikke er fejl på systemet og i kolonnen "Status" angives, om de variable tavler har været tændte eller slukkede

samt hvilken tavle (VMS1 – 4), der er blevet aktiveret. ”Change” og ”ZipFil” anvendes ikke.

	Dato	Change	core	Status	ZipFil
	2008-09-12 01:30:14	1 - change	core	VMS3 is ON	13.09.2008
	2008-09-12 01:30:15	1 - change	core	VMS4 is ON	13.09.2008
	2008-09-12 01:30:16	1 - change	core	VMS1 is ON	13.09.2008
	2008-09-12 01:30:17	1 - change	core	VMS2 is ON	13.09.2008
	2008-09-12 01:30:24	1 - change	core	VMS3 is OFF	13.09.2008
	2008-09-12 01:30:25	1 - change	core	VMS4 is OFF	13.09.2008
	2008-09-12 01:30:26	1 - change	core	VMS1 is OFF	13.09.2008
	2008-09-12 01:30:27	1 - change	core	VMS2 is OFF	13.09.2008
	2008-09-12 02:26:22	1 - change	core	VMS1 is ON	13.09.2008
	2008-09-12 02:26:22	1 - change	core	VMS3 is ON	13.09.2008
	2008-09-12 02:26:23	1 - change	core	VMS2 is ON	13.09.2008
	2008-09-12 02:26:23	1 - change	core	VMS4 is ON	13.09.2008
	2008-09-12 02:26:32	1 - change	core	VMS1 is OFF	13.09.2008
	2008-09-12 02:26:32	1 - change	core	VMS3 is OFF	13.09.2008
	2008-09-12 02:26:33	1 - change	core	VMS2 is OFF	13.09.2008
	2008-09-12 02:26:33	1 - change	core	VMS4 is OFF	13.09.2008
	2008-09-12 02:53:08	1 - change	core	VMS1 is ON	13.09.2008
	2008-09-12 02:53:08	1 - change	core	VMS3 is ON	13.09.2008
	2008-09-12 02:53:09	1 - change	core	VMS2 is ON	13.09.2008
	2008-09-12 02:53:09	1 - change	core	VMS4 is ON	13.09.2008
	2008-09-12 02:53:18	1 - change	core	VMS1 is OFF	13.09.2008
	2008-09-12 02:53:18	1 - change	core	VMS3 is OFF	13.09.2008
	2008-09-12 02:53:19	1 - change	core	VMS2 is OFF	13.09.2008
	2008-09-12 02:53:19	1 - change	core	VMS4 is OFF	13.09.2008
	2008-09-12 03:21:14	1 - change	core	VMS3 is ON	13.09.2008
	2008-09-12 03:21:14	1 - change	core	VMS1 is ON	13.09.2008
	2008-09-12 03:21:15	1 - change	core	VMS2 is ON	13.09.2008
	2008-09-12 03:21:15	1 - change	core	VMS4 is ON	13.09.2008
	2008-09-12 03:21:26	1 - change	core	VMS1 is OFF	13.09.2008

Post: [Navigation icons] 30 af 93492

Tabel 11. Eksempel på data fra tavlelogningen.

De registrerede hastighedsdata angives i en separat tabel, jf. tabel 12. Her angives ligeledes en dato og et tidspunkt for registreringen. Herudover angives i kolonnen ”Speed”, køretøjernes hastighed (km/t). I kolonnen ”Gab (sec) from last vehicle” angives, hvor langt der er mellem registreringen af de enkelte køretøjer i sekunder. ”FilNavn” angiver hvilken detektor, den pågældende registrering er foretaget ved. ”Class”, ”Occupancy (sec)” ”Length” og ”ZipFil” anvendes ikke.

VARIABLE HASTIGHEDSTAVLER

Id	Date	Speed	Class	Occupancy (sec)	gap (sec) from last vehicle	Length	FilNavn	ZipFil
1659809	01-10-2008 00:02:07	133	0	0,1	245,3	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659810	01-10-2008 00:02:20	100	0	0,1	12,7	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659811	01-10-2008 00:03:16	89	0	0,2	55,2	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659812	01-10-2008 00:03:54	89	0	0,2	38	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659813	01-10-2008 00:06:32	81	0	0,2	157,7	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659814	01-10-2008 00:07:03	89	0	0,2	31	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659815	01-10-2008 00:08:11	100	0	0,1	68	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659816	01-10-2008 00:14:45	73	0	0,2	393,4	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659817	01-10-2008 00:17:48	89	0	0,2	183,3	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659818	01-10-2008 00:22:18	112	0	0,1	269,6	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659819	01-10-2008 00:24:51	112	0	0,1	152,8	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659820	01-10-2008 00:25:32	197	0	0,1	41,1	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659821	01-10-2008 00:25:38	100	0	0,1	5,7	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659822	01-10-2008 00:26:34	81	0	0,2	55,9	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659823	01-10-2008 00:29:03	101	0	0,1	149,3	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659824	01-10-2008 00:30:55	116	0	0,1	112,1	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659825	01-10-2008 00:32:50	100	0	0,1	114,9	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659826	01-10-2008 00:34:01	80	0	0,2	70,7	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659827	01-10-2008 00:34:38	116	0	0,1	36,1	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659828	01-10-2008 00:36:32	89	0	0,2	114,3	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659829	01-10-2008 00:45:36	81	0	0,2	544,1	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659830	01-10-2008 00:46:52	89	0	0,2	75,5	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659831	01-10-2008 00:47:04	133	0	0,1	11,8	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659832	01-10-2008 00:47:19	80	0	0,2	14,8	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659833	01-10-2008 00:48:30	135	0	0,1	71	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659834	01-10-2008 00:48:55	81	0	0,2	24,8	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659835	01-10-2008 00:51:03	90	0	0,2	127,7	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659836	01-10-2008 00:54:46	80	0	0,2	222,9	0	sd1_00.txt	1.10.2008
1659837	01-10-2008 00:56:33	126	0	0,1	106,9	0	sd1_00.txt	1.10.2008

Post: 29 af 599729

Tabel 12. Eksempel på registrerede hastighedsdata.

For at kunne lave en effektevaluering af de variable hastighedstavler, er det nødvendigt at kombinere de registrerede hastighedsdata fra krydsene med tavlers aktuelle visning, for på den måde at fastlægge, om hastighedsdataene er registreret ved hhv. tændt eller slukket tavle. Da der i tavlelogningerne er angivet en dato og et tidspunkt for, hvornår de forskellige tavler er hhv. tændte eller slukkede, kan der ud fra logningerne ses et tidsinterval for de aktuelle visninger. De registrerede hastighedsdata er ligeledes tilknyttet en dato og et tidspunkt for registreringen, og via tidsstemplingen er det muligt at koble dataene således, at der til hver hastighedsdata bliver knyttet en tavlelogning – altså om tavlen har været tændt eller slukket ved den givne hastighedsregistrering. Det er derved muligt at evaluere på effekten af de variable hastighedstavler ved de enkelte kryds.

7.4 DRIFTSSIKKERHED

I projekt materialet omkring forsøgene med variable hastighedstavler gennem de respektive kryds, er der ikke opsat en overordnet målsætning for, hvornår systemerne fungerer driftssikkert. Hermed er der ikke fastsat en grænse for, hvor mange timer i registreringsperioden tavlerne må være ude af drift og det er dermed ikke muligt herudfra, at vurdere, om de målte data er brugbare til en videre evaluering af de variable hastighedstavler som et hastighedsreducerende tiltag i kryds. Driftssikkerheden af systemerne bestemmes dermed ud fra en overordnet vurdering af, hvor ofte systemerne har været ude af drift i registreringsperioderne. Herudfra er det muligt at anskue i hvor stor en grad, systemerne har været driftssikre og dermed, om hastighedsregistreringerne

er brugbare til en evaluering af de variable hastighedstavlers effekt. Der tages ikke stilling til, om systemerne fungerer så optimalt, at troværdigheden ved tavlerne kan opretholdes.

7.4.1 BAJLUMVEJ

Ved at se på de registrerede tavlelogninger for Bajlumvej, kan det ud fra de samlede logninger ses, at de variable hastighedstavler samt logningen heraf har fungeret i 96,5 % af forsøgsperioden. Ses der specifikt på den valgte efter-periode, jf. kapitel 8 Bajlumvej, har tavlelogningerne været ude af drift seks gange i tidsintervaller på mellem 5 sek. til 1 min. Overordnet må det for Bajlumvej konkluderes, at systemet har fungeret så driftssikkert i forsøgsperioden, at de registrerede hastighedsdata, er brugbar for en videre evaluering af variable hastighedstavler som et hastighedsreducerende tiltag i kryds.

7.4.2 VESTMORSVEJ

Ud fra de registrerede tavlelogninger for Vestmorsvej, blev det fundet, at de variable hastighedstavler samt logningen heraf har fungeret i 97,6 % af forsøgsperioden. I dette tal, er der set bort fra de 14 dage i før-perioden, den 4. marts til den 17. marts 2009, hvor hele systemet har været ude af drift. På trods af de mange dage, hvor systemet ikke har fungeret, må det overordnet konkluderes, at de registrerede hastighedsdata er brugbar for en videre evaluering af variable hastighedstavler som et hastighedsreducerende tiltag.

7.4.3 LYNGBRO

De registrerede tavlelogninger for Lyngbro viste, at de variable hastighedstavler samt logningen heraf har fungeret i 86,4 % af forsøgsperioden. I dette tal, er perioden på 7 dage i før-perioden, den 5. marts til den 11. marts 2009, hvor hele systemet har været ude af drift, indeholdt. Herudover mangler der i efter-perioden data efter den 7. april 2009, hvilket forkorter efter-perioden med 12 dage. På trods af de mange dage, hvor systemet ikke har fungeret, må det overordnet konkluderes, at de registrerede hastighedsdata er brugbar for en videre evaluering af variable hastighedstavler som et hastighedsreducerende tiltag.

8 BAJLUMVEJ

På rute 26 ved Bajlumvej er hastigheden ofte for høj, og trafikanterne har svært ved at overskue trafikken i krydset. Vejdirektoratet har registreret et antal trafikuheld i krydset, og som konsekvens af uheldene blev der på rute 26 ved Bajlumvej i sommeren 2008 etableret et trafikledelsessystem, der ved hjælp af variable hastighedstavler kan ændre den nuværende hastighedsgrænse fra 80 km/t til 60 km/t gennem krydset, såfremt der detekteres sidevejstrafik fra Bajlumvej eller svingende trafik fra rute 26. Den lavere hastighed skal gøre det nemmere for venstresvingende trafik på primærvejen samt svingende trafik på sekundærvejen at vurdere, hvornår der er et tilstrækkeligt gab i trafikken på primærvejen. (Vejdirektoratet 2007)

Formålet med trafikledelsessystemet er at reducere hastigheden på rute 26, når der er trafikanter, der ønsker at foretage venstresving fra rute 26 til Bajlumvej eller skal køre ud på rute 26 fra Bajlumvej. Ved at opsætte variable hastighedstavler er det muligt at opnå at:

- Venstresvingende trafikanter fra rute 26 til Bajlumvej får lettere ved at vurdere, hvornår der er et gab i trafikken på rute 26.
- Trafikanter fra Bajlumvej får lettere ved at vurdere, hvornår der er et gab i trafikken på rute 26.
- Risikoen for kollision i krydset reduceres.

8.1 PROJEKTEVALUERING

Formålet med trafikledelsessystemet er at øge trafiksikkerheden i krydset. Dette gøres bl.a. ved at nedbringe hastigheden gennem krydset, når der er svingende trafik og ved at gøre det nemmere for svingende trafik at vurdere, hvornår det er sikkert at køre ud. Effekten af systemet evalueres ud fra en før- og efterundersøgelse.

Indsamlingen af før-data til brug i evalueringen, blev foretaget i august 2008 umiddelbart inden systemet blev synligt for bilisterne. I uge 33 2008 blev der foretaget vejarbejde i krydset, hvor venstresvingssporet på rute 26 blev forlænget bagud. I denne periode var der en midlertidig hastighedsreduktion gennem krydset, hvorfor data fra uge 33 er sorteret fra i evalueringen. For at kunne sammenligne data fra før- og efterperioden sorteres data indsamlet før uge 33 ligeledes fra. Førundersøgelsen indeholder derved kun data indsamlet fra den 18. august til den 5. september 2008. Da der kan forventes en ændret kørselsadfærd i weekenderne, er disse også sorteret fra i den betragtede før-periode. I før-

perioden er der indsamlet ca. 500.000 hastighedsregistreringer fordelt over syv hastighedsdetektorer.

Efterundersøgelsen blev foretaget fra den 12. september 2008 til den 9. januar 2009. For at foretage en pålidelig evaluering af systemet, sorteres data indsamlet i november, december samt januar fra, da det må forventes, at bilisterne har indstillet deres kørsel til årstidens forhold, og at hastigheden derved formentligt er lavere end i september og oktober. Samtidig sorteres data indsamlet i uge 42, hvor efterårsferien falder, samt den efterfølgende del af oktober fra, da der også her må forventes en ændret kørselsadfærd. Den samlede efter-periode bliver derved fra den 12. september til den 10. oktober 2008, hvor weekendtrafik ligeledes er sorteret fra. I den betragtede efter-periode er der indsamlet ca. 600.000 hastighedsregistreringer fordelt over syv hastighedsdetektorer.

Udover frasortering af weekendtrafik samt trafik, der kan være påvirket af årstiden, er andre forskellige fejldata sorteret fra. Det kan f.eks. være, hvis de variable tavler er tændt i urealistisk lang tid, eller hvis der er registreret afvigende hastighedsdata. De forskellige fejldata er yderligere beskrevet i kapitel 4 Metode. Frasorteringen af de beskrevne data, har betydet, at ca. 100.000 registreringer er frasorteret i før-perioden hhv. ca. 200.000 i efter-perioden.

Trafikledelsessystemet ved Bajlumvej har fungeret på samme måde i før- og efter-perioden, kun med den forskel, at systemet ikke har været synligt for trafikanterne i før-perioden. Det er derfor muligt at undersøge effekten af de variable hastighedstavler ud fra fire forskellige situationer:

- Før systemet blev taget i drift – uden svingende trafik (Før - OFF)
- Før systemet blev taget i drift – med svingende trafik (Før - ON)
- Efter systemet blev taget i drift – uden svingende trafik (Efter - OFF)
- Efter systemet blev taget i drift – med svingende trafik (Efter - ON)

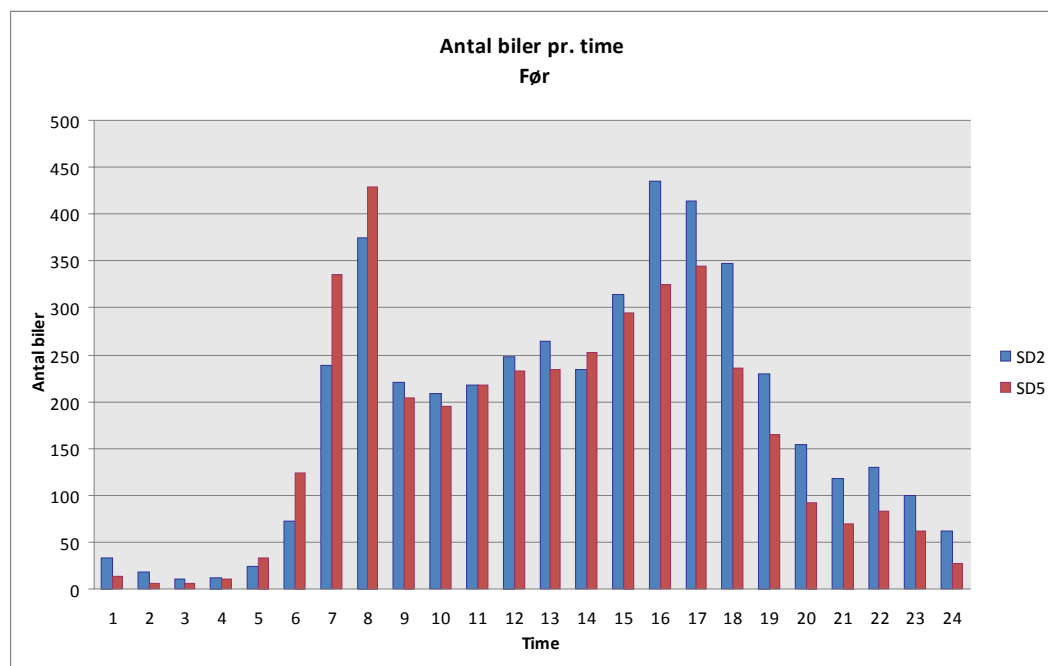
8.2 FØR- OG EFTERUNDERSØGELSE

For at kunne lave en effektevaluering af de variable hastighedstavler i krydset ved Bajlumvej, laves, som tidligere nævnt, en før- og efterundersøgelse af de indsamlede hastighedsdata. Før- og efterundersøgelsen vil indeholde en sammenligning af middelhastighederne før og efter systemerne blev taget i brug, i de fire nævnte situationer, hvor tavlerne er hhv. tændte eller slukkede. Ydermere analyseres hastighedernes 85 % fraktil. For at kunne dokumentere, om de variable hastighedstavler er medvirkende til en signifikant hastighedsreduktion gennem krydsene, laves en statistisk bearbejdning af de fundne middelværdier, jf. kapitel 11 Statistiske tests.

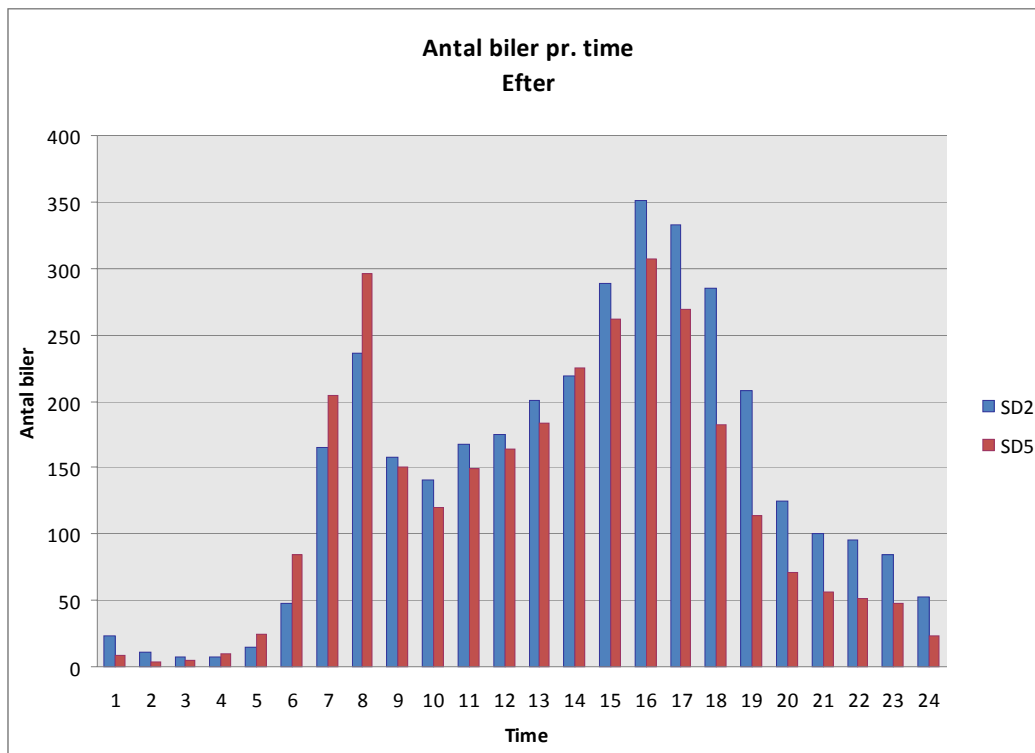
Under afsnit 8.1 Projektevaluering er perioden før, hvornår før- og efterdata er blevet indsamlet samt hvilke data, der er sorteret fra, beskrevet. De forskellige frasorteringer gør de tilbageværende data meget pålidelige og vil derfor bevirke, at der kommer et mere troværdigt resultat af tavlernes effekt. Udover troværdigheden af de respektive data, er det også vigtigt at kigge på, hvordan trafikken egentlig ser ud på strækningen, og om der forekommer kødannelse, der kan påvirke resultatet. Som indledning til før- og efterundersøgelsen vil trafikens fordeling over døgnet, samt om der forekommer kødannelse langs strækningen, derfor først blive betragtet.

8.2.1 TRAFIKKENS FORDELING OVER DØGNET

På figur 17 og figur 18 ses fordelingen af trafikken på rute 26 over et hverdagsdøgn. På hver figur er den nord- og sydgående trafik angivet – detektor 2 og 5, for hhv. før- og efter-perioden. På figurerne ses det tydeligt, at den største trafikintensitet ses om morgenen og om eftermiddagen. Ud fra figurerne kan det ikke entydig siges, at trafikken er retningsbestemt, men der er i begge figurer en antydning af, at den største trafik ses i sydgående retning om morgenen og i nordgående retning om eftermiddagen. Overordnet ses det, at trafiksituationen i før- og efter-perioden er meget ens. Samlet set passerer ca. 7.000 køretøjer krydset ved Bajlumvej pr. hverdagsdøgn.



Figur 17. Antal registrerede køretøjer pr. time i gennemsnit for et hverdagsdøgn i før-perioden. Detektor 2 – Nordgående trafik. Detektor 5 – Sydgående trafik.

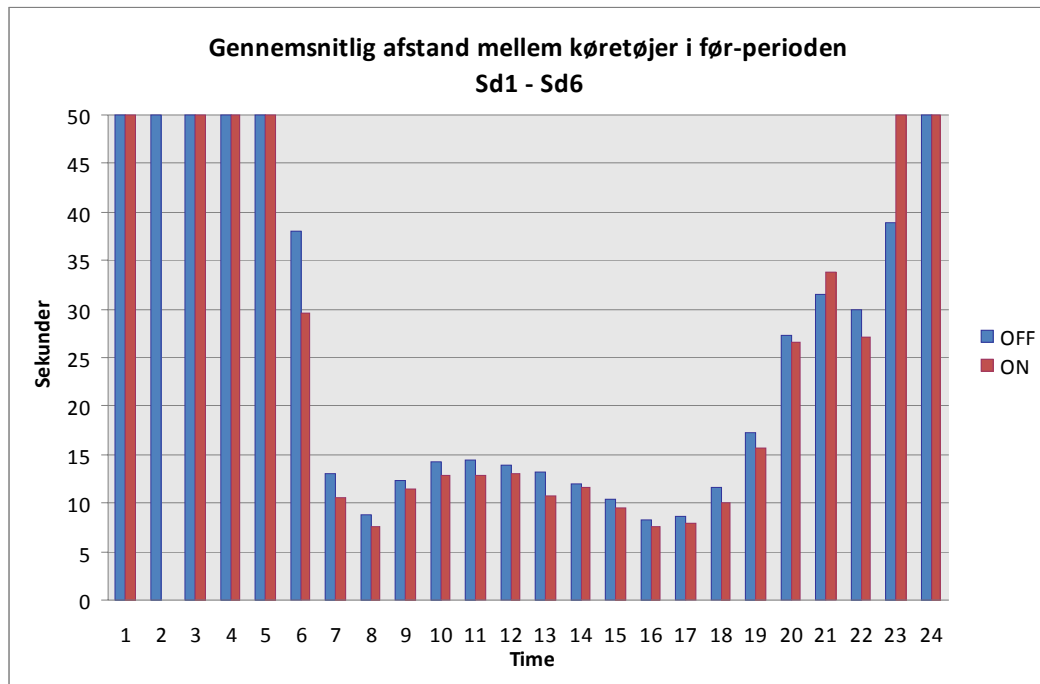


Figur 18. Antal registrerede køretøjer pr. time i gennemsnit for et hverdagsdøgn i efter-perioden. Detektor 2 – Nordgående trafik. Detektor 5 – Sydgående trafik.

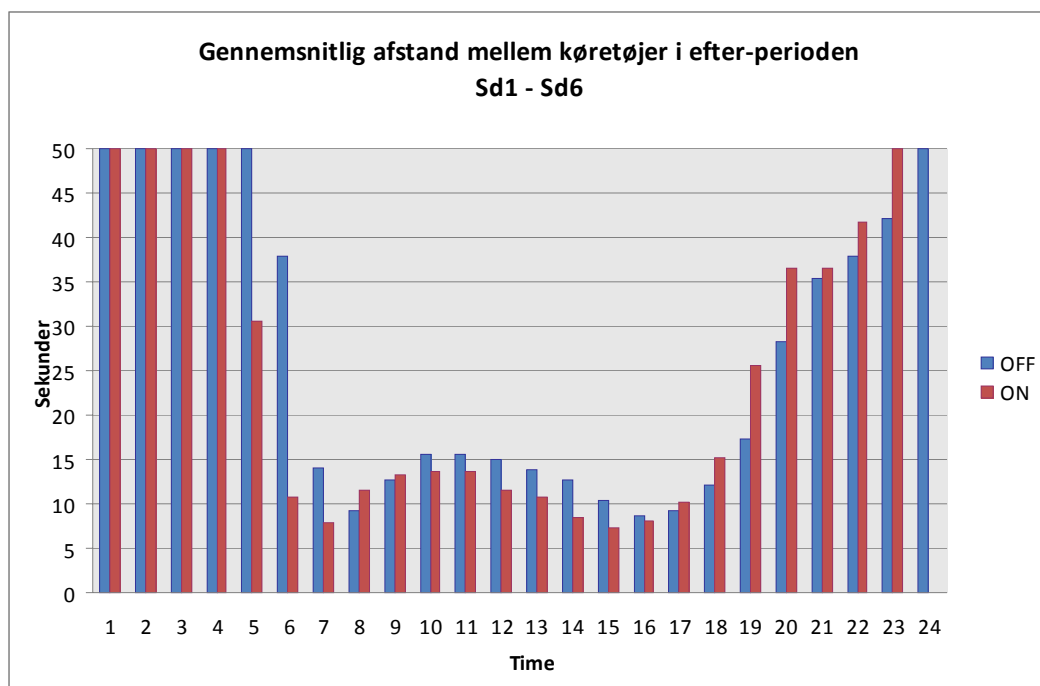
8.2.2 KØDANNELSE

Kødannelse langs strækningen kan påvirke trafikanternes hastighed og medfører, at den enkelte trafikant ikke har et frit hastighedsvalg. Det er derfor nødvendigt at få en indikation af, om der forekommer kødannelse på strækningen, samt om kødannelsen opstår på bestemte tider af døgnet. Ydermere er det nødvendigt for den videre evaluering af effekten af de variable hastighedstavler, at tage stilling til, hvordan køkørsel skal håndteres. Ved at se på figur 17 og figur 18, må det forventes, at eventuelle kødannelser kan forventes at ske om morgenen og om eftermiddagen.

På figur 19 og figur 20 ses en optegning af den gennemsnitlige afstand mellem køretøjerne i før- og efter-perioden. På figuren er afstanden mellem køretøjerne fordelt med hensyn til, om tavlerne har været tændte eller slukkede, da det derved kan vurderes, om en tændt tavle kan have påvirket afstanden mellem køretøjerne og derved medvirke til kødannelse. På figurene ses det, at afstanden mellem køretøjerne er nogenlunde den samme, uanset om tavlerne er tændte eller slukkede. Samtidig kan det ud fra figurene ses, at afstanden mellem køretøjerne mellem kl. 7.00 og 19.00 er så lille, at der formentlig foregår nogen køkørsel i dette tidsrum.



Figur 19. Afstand mellem køretøjer i før-perioden. Afstande større end 50 sek. vises ikke.



Figur 20. Afstand mellem køretøjer i efter-perioden. Afstande større end 50 sek. vises ikke.

Vælges det at sortere køkørsel fra i før- og efterdataene, er det muligt at beregne effekten af de variable tavler for frit kørende køretøjer. Bibeholdes de køkørende køretøjer, er det muligt at finde effekten af de variable tavler, som trafiksituationen nu en gang ser ud ved krydset. Her skal der dog tages højde for, at der i den statistiske betragtning af de fundne

resultater kræves, at stikprøver og observationer i stikprøverne er uafhængige, jf. kapitel 11 Statistiske tests. Bibeholdes køkørsel i datasættene, er observationerne i stikprøverne ikke uafhængige, da alle trafikanter ikke har haft et frit hastighedsvalg, men hvis trafikmønstrene i før og efter-perioden er sammenlignelige, er det muligt at antage, at fordelingen af frie og køkørende trafikanter er den samme. Da figur 19 og figur 20 viser, at afstanden mellem køretøjerne i før- og efter-perioden er meget ens, kan der argumenteres for, at antage, at middelværdien er baseret på hele populationen, uden at de køkørende køretøjer sorteres fra. (Overgaard 2009)

For at få et billede af, hvordan tavlerne påvirker trafikanternes hastighedsvalg, er det valgt at bibeholde køkørsel i datasættene i de efterfølgende analyser af hastigheden gennem krydset ved Bajlumvej.

8.2.3 MIDDELHASTIGHED

Formålet med de variable hastighedstavler er at få hastigheden gennem krydset sat ned, når der er svingende trafik. I analysen af middelhastighederne ses både på ændringerne af de målte hastigheder fra før- til efter-perioden med hhv. tændt og slukket tavle samt forskellen i hastighederne ved tændt og slukket tavle i før- og efter-perioden. Detektor 7 er kun medtaget ved middelhastigheden for at illustrere, at hastigheden er blevet målt her – den udelades i de øvrige analyser, da den ikke siger noget om effekten af de variable tavler.

I tabel 13 ses middelhastighederne for de forskellige detektorer. Her ses det, at hastigheden som følge af en tændt tavle falder fra før- til efter-perioden. Ved detektor 1 og 6, der er de ydre detektorer, ses et fald i middelhastigheden på 3,7 km/t og 1,5 km/t, hvilket er uventet, da detektorerne ligger så langt fra de variable hastighedstavler, at trafikanterne ikke i så stor en grad bliver påvirket af dem. Umiddelbart før detektor 1 og 6, har der i både før- og efter-perioden været skiltet med ”Farligt vejkrøds”, og hastighedsreduktionen kan derfor ikke tilskrives, at trafikanterne reagerer på varslet.

<i>Detektorer</i>	<i>Før</i>			<i>Efter</i>			<i>Ændring Efter - Før</i>	
	<i>OFF</i>	<i>ON</i>	<i>Forskel</i>	<i>OFF</i>	<i>ON</i>	<i>Forskel</i>	<i>OFF</i>	<i>ON</i>
<i>Nordgående trafik</i>								
<i>Sd1</i>	84,2	82,8	-1,4	83,9	79,1	-4,8	-0,3	-3,7
<i>Sd2</i>	81,3	79,5	-1,8	80,5	72,8	-7,7	-0,7	-6,8
<i>Sd3</i>	84,6	80,3	-4,3	84,0	75,5	-8,5	-0,6	-4,8
<i>Sydgående trafik</i>								
<i>Sd4</i>	89,5	85,9	-3,6	89,2	83,9	-5,3	-0,3	-2,0
<i>Sd5</i>	87,2	80,3	-6,9	86,6	77,4	-9,2	-0,6	-2,9
<i>Sd6</i>	86,6	78,6	-8,0	86,4	77,1	-9,3	-0,3	-1,5
<i>Bajlumvej</i>								
<i>Sd7</i>	46,0	45,6	0,4	46,2	46,8	0,6	0,1	1,2

Tabel 13. Middelhastighed fordelt på hver detektor, hverdag kl. 00.00 - 24.00. [km/t]

Ud fra tabellen ses det også, at hastigheden bliver reduceret fra før-perioden til efter-perioden, når tavlerne er slukkede. Denne ændring kan eventuelt tillægges det, at mange af de trafikanter, der kører igennem krydset, er stedkendte og ofte passerer krydset. Hermed kan de været blevet bevidste omkring de variable hastighedstavler og sætter dermed hastigheden ned på trods af en slukket tavle.

Overordnet kan det ud fra tabellen ses, at middelhastigheder målt umiddelbart efter en variabel hastighedstavle (detektor 2 - 5), er faldet mellem 2,0 – 6,8 km/t fra før- til efter-perioden, når tavlerne er tændte, og at de største hastighedsreduktioner ses for strækningen i nordgående retning. Ved besigtigelsen af krydslokaliteten var det tydeligt, at de sydgående trafikanter havde gode oversigtsforhold over krydset, hvorimod de nordgående trafikanter først har oversigt over krydset ca. 150 m før. De sydgående trafikanter har dermed gode muligheder for at vurdere trafiksituationen lang tid før, de passerer krydset, og sænker derfor ikke hastigheden, hvis de ikke mener det er nødvendigt. Da de nordgående trafikanter ikke har denne mulighed, er de mere tilbøjelige til køre efter de informationer, de variable hastighedstavler giver dem. På figur 21 ses to billeder af oversigtsforholdene ved Bajlumvej.



Figur 21. Oversigtsforhold ved Bajlumvej. Billederne er taget mod nord. Tv. ses oversigtsforholdet for de sydgående trafikanter. Th. ses oversigtsforholdet for de nordgående trafikanter, der ankommer til krydset.

Ses der på ændringen af middelhastigheden ved hhv. tændt og slukket tavle i før- og efter-perioden, fremgår det af tabel 13, at der sker en stor hastighedsreduktion, når der er svingende trafik. De største hastighedsreduktioner ses i efter-perioden, hvor de variable hastighedstavler er synlige for trafikanterne.

I før-perioden ses den største hastighedsreduktion ved den sydgående trafik og resultaterne fra før-perioden kunne tyde på, at den sydgående trafik sætter hastigheden ned før krydset, uanset hvad en tavle ville vise. Denne konklusion passer også godt med, at de sydgående trafikanter har gode oversigtsforhold over krydset og dermed er på forkant med trafiksituationen. For de nordgående trafikanter ses ikke en så markant hastighedsreduktion ved tændt og slukket tavle i før-perioden, og det kan igen tilskrives det, at de ikke har gode oversigtsforhold og dermed ikke har mulighed for at tage bestik af trafiksituationen. Det er først 150 m før krydset (detektor 2), at trafikanterne får udsyn over krydset og sænker hastigheden, hvis der er svingende trafik. Ved detektor 3 ses det, at hastigheden ved slukket tavle stiger igen, hvilket kan tyde på, at trafikanterne sætter hastigheden op, når de kan se, at der ikke er trafikanter på sidevejen.

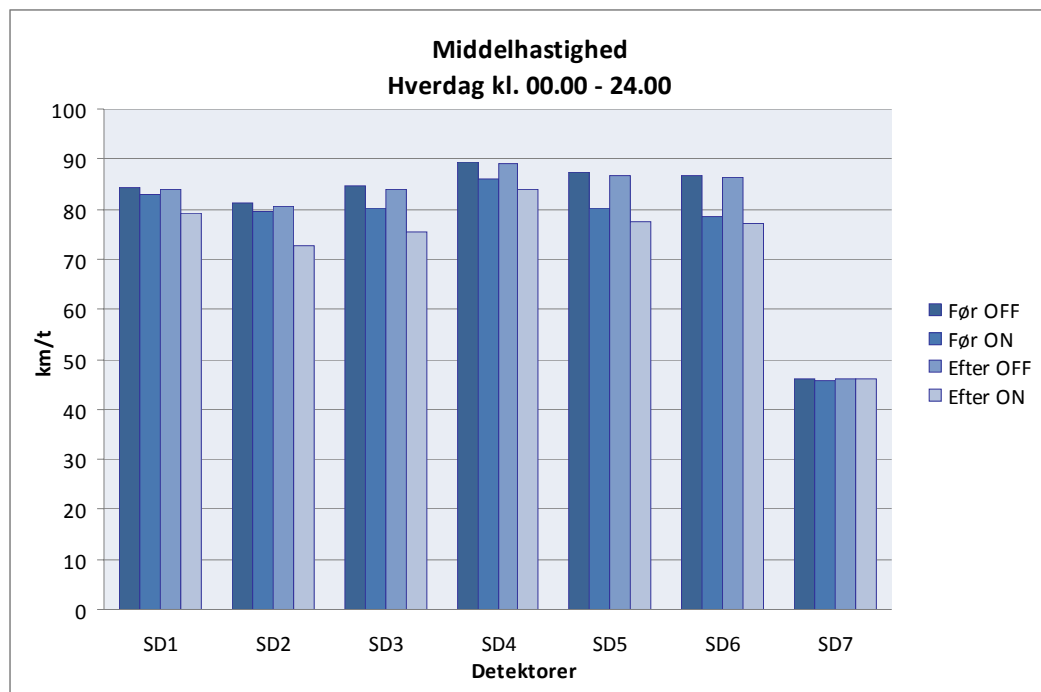
For den nordgående trafik ses det, at de variable hastighedstavler giver en stor hastighedsreduktion i middelhastighederne fra før- til efter-perioden. Dette kan tilskrives det, at de nordgående trafikanter i efter-perioden, via de variable tavler, bliver gjort opmærksom på, at der sker noget længere fremme, og at de skal sætte hastigheden ned. Da de ikke har udsyn over krydset, er det forventelig, at mange trafikanter dermed reagerer på de variable hastighedstavler.

Da oversigten over krydset for den sydgående trafik er god, kan det diskuteres, om variable hastighedstavler for denne retning er nødvendig, da trafikanterne i forvejen nedsætter hastigheden. Samlet set tyder forskellen i før- og efter-perioden på, at de sydgående trafikanter er bevidste om krydset, og at de sætter hastigheden ned, når de kan

se svingende trafikanter. Derimod har de variable hastighedstavler en markant effekt for de nordgående trafikanter, da disse ikke har gode oversigtsforhold over krydset.

Ud fra middelværdierne i tabellen fremgår det, at hastighedsgrænsen i alle tilfælde overskrides i væsentligt omfang – både med tændt og slukket tavle for alle detektorerne.

På figur 22 ses et søjlediagram over middelhastighederne for før- og efter-perioden med hhv. tændt og slukket tavle. Diagrammet kan i forhold til tabel 13 give et mere visuelt billede af, hvordan hastigheden ændrer sig som følge af de variable tavler.



Figur 22. Søjlediagram over middelhastighederne i før- og efter-perioden for hhv. tændt og slukket tavle. SD1- 3 er detektorer for nordgående trafik, SD4-6 er detektorer for sydgående trafik.

8.2.4 85 % FRAKTIL

Ud over en sammenligning af middelhastighederne er 85 % fraktilerne for de forskellige situationer også fundet, jf. tabel 14. 85 % fraktilen angiver den hastighed, 85 % af de registrerede trafikanter kører lavere end. I tabellen ses det, at der ved tændt tavle sker et hastighedsfald i alle tilfælde undtagen fra før- til efter-perioden ved detektor 6. Samtidig ses også et fald ved 85 % fraktilen, når tavlerne er slukkede.

Ligesom ved middelhastighederne ses også store hastighedsreduktioner, når før- og efter-perioden betragtes hver for sig. I efter-perioden er hastighedsreduktionen for hhv. den nord- og sydgående trafik næsten den samme og ligger mellem 3,8 – 9,9 km/t, hvorimod den største hastighedsreduktion for før-perioden ses ved den sydgående trafik. Her ligger

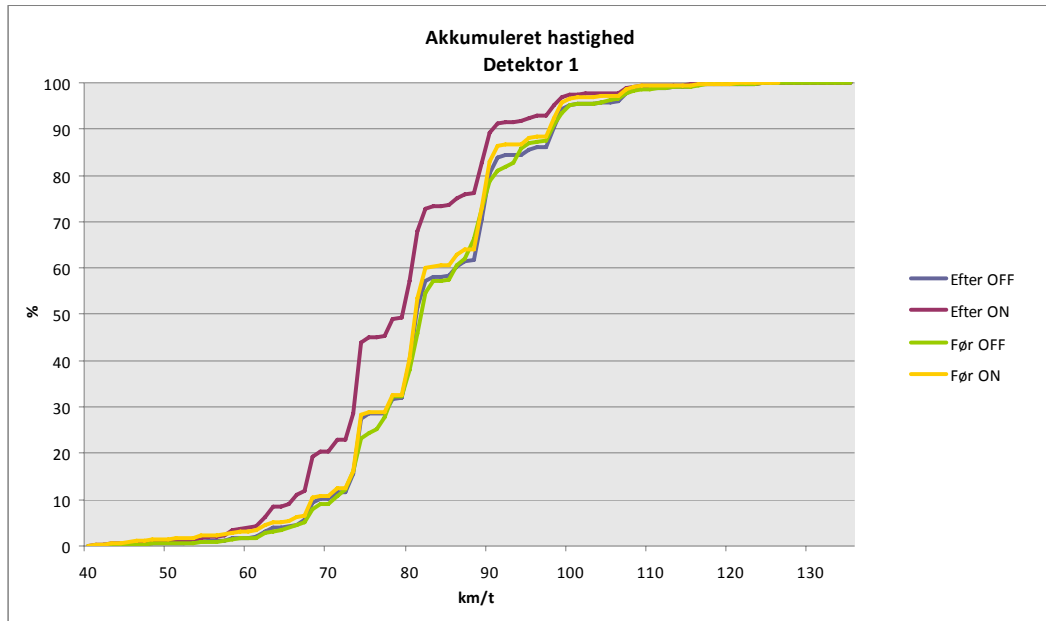
hastighedsreduktionen mellem 1,2 – 9,0 km/t. Ses der på ændringen fra før- til efter-perioden, ses den største hastighedsreduktion ved den nordgående trafik, hvor den største reduktion er på 5,9 km/t for detektor 3.

Ligesom for middelværdierne ses det her, at hastighedsgrænsen overskrides i væsentligt omfang ved alle detektorer.

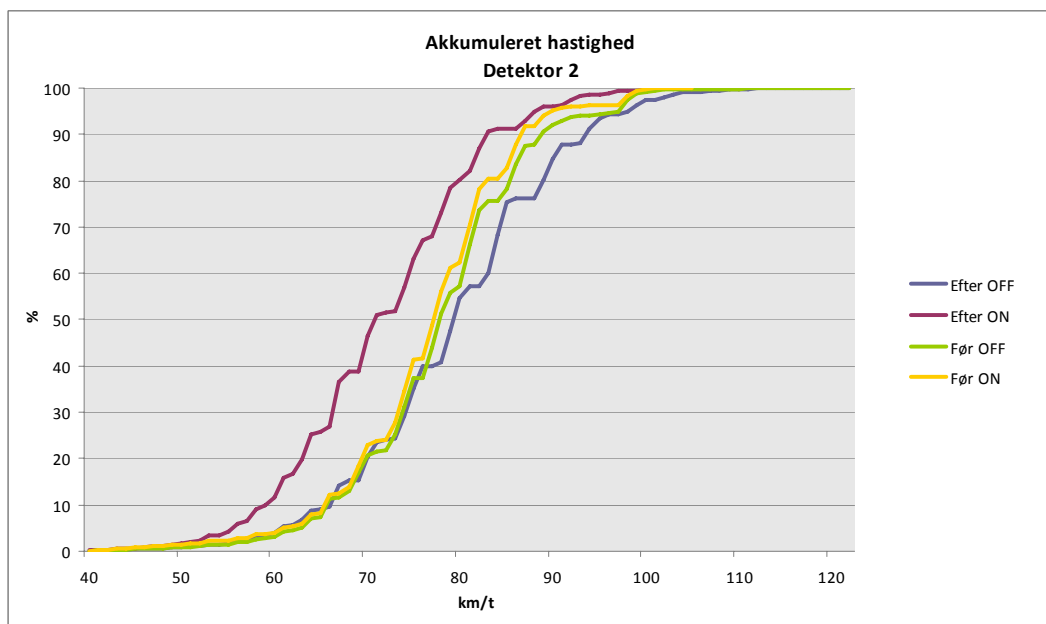
<i>Detektorer</i>	<i>Før</i>			<i>Efter</i>			<i>Ændring Efter - Før</i>	
	<i>OFF</i>	<i>ON</i>	<i>Forskel</i>	<i>OFF</i>	<i>ON</i>	<i>Forskel</i>	<i>OFF</i>	<i>ON</i>
<i>Nordgående trafik</i>								
<i>Sd1</i>	94,7	90,7	-4,0	95,5	88,6	-6,9	0,8	-2,1
<i>Sd2</i>	90,4	89,2	-1,2	89,7	84,1	-5,6	-0,7	-5,2
<i>Sd3</i>	94,8	90,9	-3,9	94,8	84,9	-9,9	0,0	-5,9
<i>Sydgående trafik</i>								
<i>Sd4</i>	99,4	95,6	-3,8	99,3	95,5	-3,8	-0,1	-0,1
<i>Sd5</i>	97,5	91,3	-6,2	97,1	90,3	-6,8	-0,4	-1,0
<i>Sd6</i>	97,0	88,0	-9,0	97,5	88,3	-9,2	0,5	0,3

Tabel 14. 85 % fraktil fordelt på hver detektor, hverdag kl. 00.00 – 24.00. [km/t]

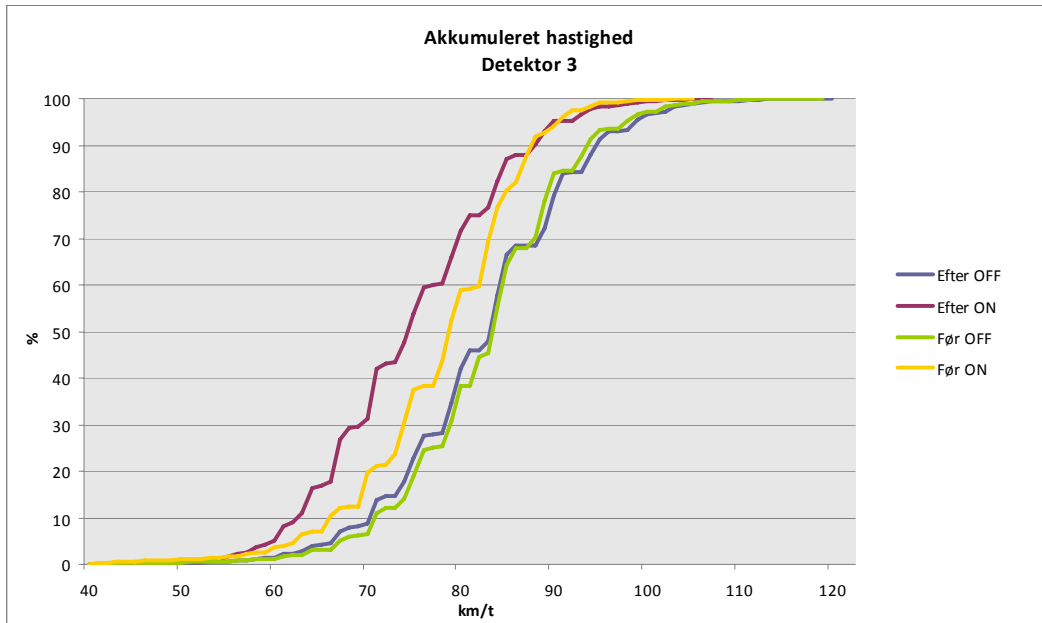
For at give et mere visuelt billede af, hvordan hastigheden fordeler sig på de respektive detektorer, ses den akkumulerede hastighed for detektor 1 – 6 på figur 23 til figur 28. Den akkumulerede hastighed viser, hvor stor en andel af trafikanterne, der køre en given hastighed, og ud fra kurverne kan 85 % fraktilen aflæses. På figur 23 til figur 25 ses hastighedsfordelingen for den nordgående trafik. Her ses det, at den akkumulerede hastighedskurve for tændt tavle i efter-perioden er forskudt meget mod venstre i forholdt til de øvrige situationer, hvilket viser, at trafikanterne i efter-perioden med tændt tavle sætter hastigheden ned. På samme måde ses det, at den akkumulerede hastighedskurve for efter-perioden med tændt tavle, sydgående trafik, figur 26 til figur 28, også ligger mere til venstre, men at før-perioden med tændt tavle også er rykket meget til venstre. Dette indikerer, at de gode oversigtsforhold for de sydgående trafikanter gør, at de i god tid er opmærksomme på trafiksituationen i krydset, på trods af, at de ikke bliver påvirket af de variable tavler.



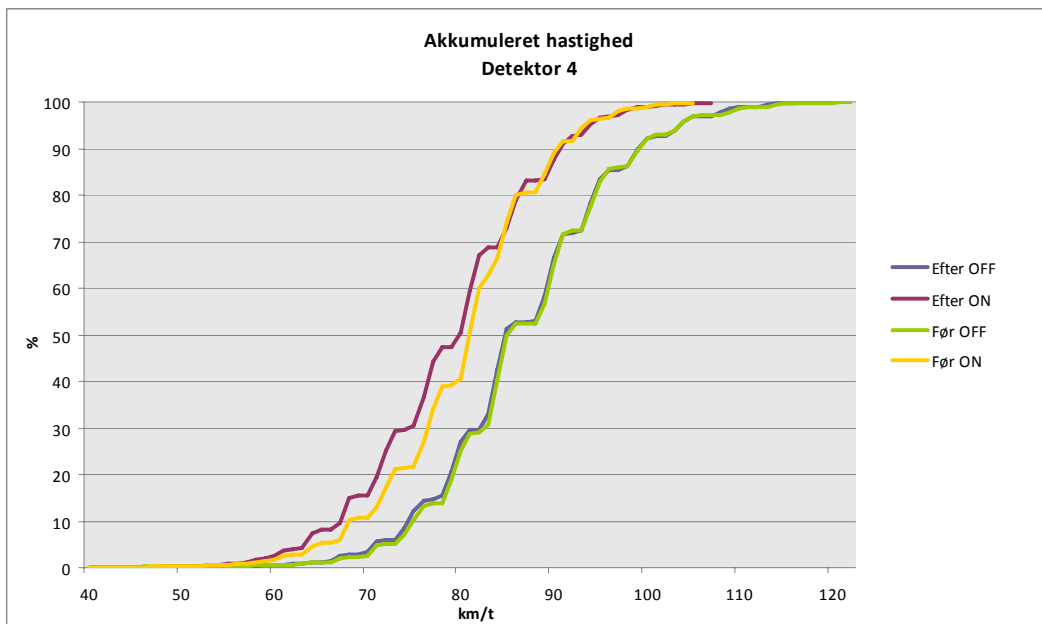
Figur 23. Hastighedsfordelingskurve for detektor 1.



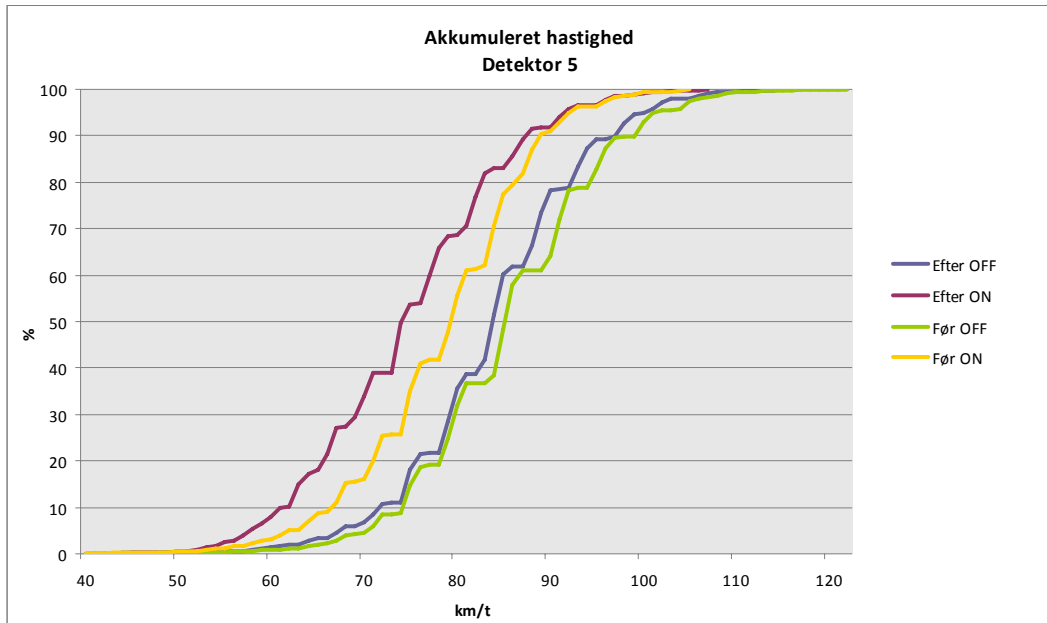
Figur 24. Hastighedsfordelingskurve for detektor 2.



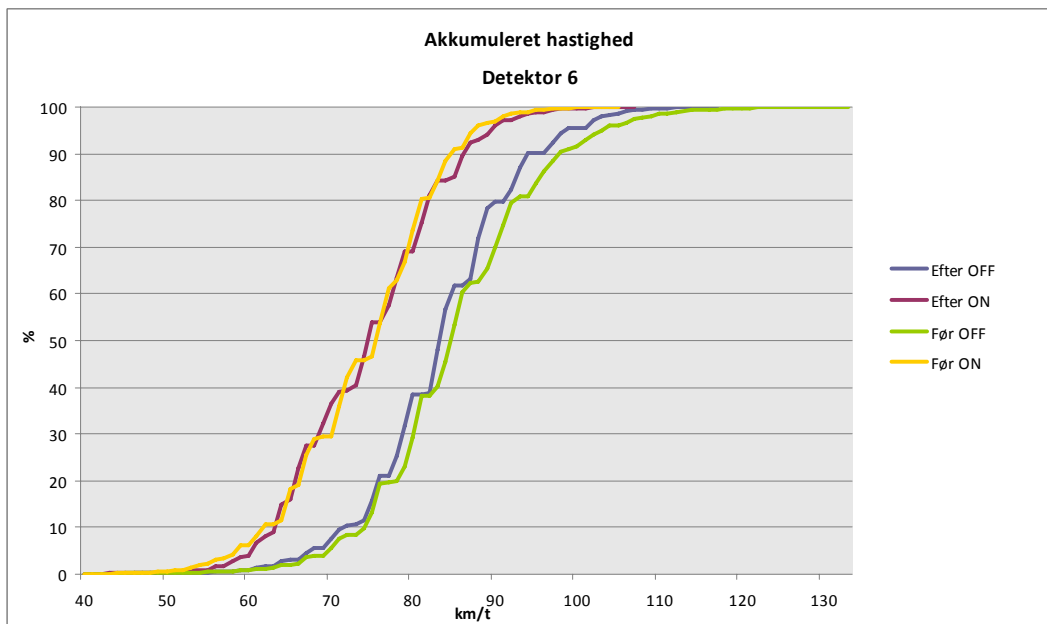
Figur 25. Hastighedsfordelingskurve for detektor 3.



Figur 26. Hastighedsfordelingskurve for detektor 4.



Figur 27. Hastighedsfordelingskurve for detektor 5.



Figur 28. Hastighedsfordelingskurve for detektor 6.

9 VESTMORSVEJ

På rute 26 ved Vestmorsvej er hastigheden, ligesom for Bajlumvej, ofte for høj og trafikanterne har svært ved at overskue trafikken i krydset. For at gøre krydset mere overskueligt for trafikanterne, blev der i vinteren 2009 opsat variable hastighedstavler langs rute 26, der giver en lokal hastighedsbegrænsning på 70 km/t, når der detekteres sidevejstrafik eller der er svingende trafikanter på rute 26. Den lavere hastighed skal gøre det nemmere for svingende trafikanter, at vurdere, hvornår der er en tilstrækkelig åbning i trafikken og derved minimere risikoen for kollision. (Vejdirektoratet 2008b)

Formålet med trafikledelsessystemet ved Vestmorsvej er at reducere hastigheden på rute 26, når der er svingende trafikanter på primærvejen samt svingende trafikanter fra sekundærvejene. Rute 26 ved Vestmorsvej har, inden trafikledelsessystemet blev opsat, haft motortrafikvej-status. Efter etableringen af de variable hastighedstavler, ophører denne status ca. 400 m før krydset i begge retninger, hvorefter hastighedsgrænsen er 80 km/t gennem krydset. Ved at opsætte de variable hastighedstavler er det muligt at opnå at:

- Svingende trafikanter fra rute 26 får lettere ved at vurdere, hvornår der er gab i trafikken på rute 26.
- Trafikanter fra sekundærvejene får lettere ved at vurdere, hvornår der er gab i trafikken på rute 26.
- Risikoen for kollision i krydset reduceres.

9.1 PROJEKTEVALUERING

For at undersøge, om de variable hastighedstavler i krydset ved Vestmorsvej har en hastighedsnedsættende effekt gennem krydset, laves en før- og efterundersøgelse af registrerede hastighedsdata.

Førdata blev indsamlet fra den 9. februar til den 19. marts 2009 – umiddelbart inden systemet blev synligt for trafikanterne. I før-perioden har systemet været ude af drift fra den 3. marts til den 18. marts, hvorfor denne periode ikke er indeholdt i førdataene. Da der kan forventes en ændret kørselsadfærd i weekenderne samt i ferieperioder, er disse data sorteret fra. Hermed er perioden fra den 9. februar til den 16. februar sorteret fra, da vinterferien falder i uge 7 i området omkring Mors. I den betragtede før-periode er der indsamlet ca. 460.000 hastighedsregistreringer fordelt over syv detektorer. Der er ikke modtaget data fra detektor 8.

Efterdata blev indsamlet fra den 20. marts til den 19. april 2009. Da påsken falder indenfor denne periode, er data indsamlet fra den 6. april til den 13. april sorteret fra. Herved er de tre hverdage inden påske også sorteret fra, da der her kan forventes en ændret kørselsadfærd. Weekendtrafik er ligeledes sorteret fra i efter-perioden. Samlet set, er der i den betragtede efter-periode indsamlet ca. 600.000 hastighedsregistreringer.

Udover frasortering af weekend- og ferietrafik, er andre forskellige fejldata sorteret fra, jf. kapitel 4 Metode. Frasorteringen af de beskrevne data, har betydet, at ca. 180.000 registreringer er frasorteret i før-perioden hhv. ca. 230.000 i efter-perioden.

Trafikledelsessystemet ved Vestmorsvej har fungeret på samme måde i før- og efter-perioden, kun med den forskel, at systemet ikke har været synligt for trafikanterne i før-perioden. Det er derfor muligt at undersøge effekten af de variable hastighedstavler ud fra fire forskellige situationer:

- Før systemet blev taget i drift – uden svingende trafik (Før - OFF)
- Før systemet blev taget i drift – med svingende trafik (Før - ON)
- Efter systemet blev taget i drift – uden svingende trafik (Efter - OFF)
- Efter systemet blev taget i drift – med svingende trafik (Efter - ON)

Da før- og efterdata er indsamlet over måneder, hvor der er stor forskel på de vejrmæssige forhold, er det nødvendigt at tage højde for dette i før- og efterundersøgelsen. Førdata er indsamlet i februar og starten af marts måned, hvor der må forventes vinterføre. Derimod er efterdata indsamlet i slutningen af marts og april måned, hvor det må forventes, at der ikke længere er vinterføre. Det kan derfor forventes, at hastighedsregistreringerne vil bære præg af årstiden, og at før- og efterundersøgelsen vil blive misvisende, når effekten af de variable hastighedstavler bliver sammenlignet fra før- til efter-perioden.

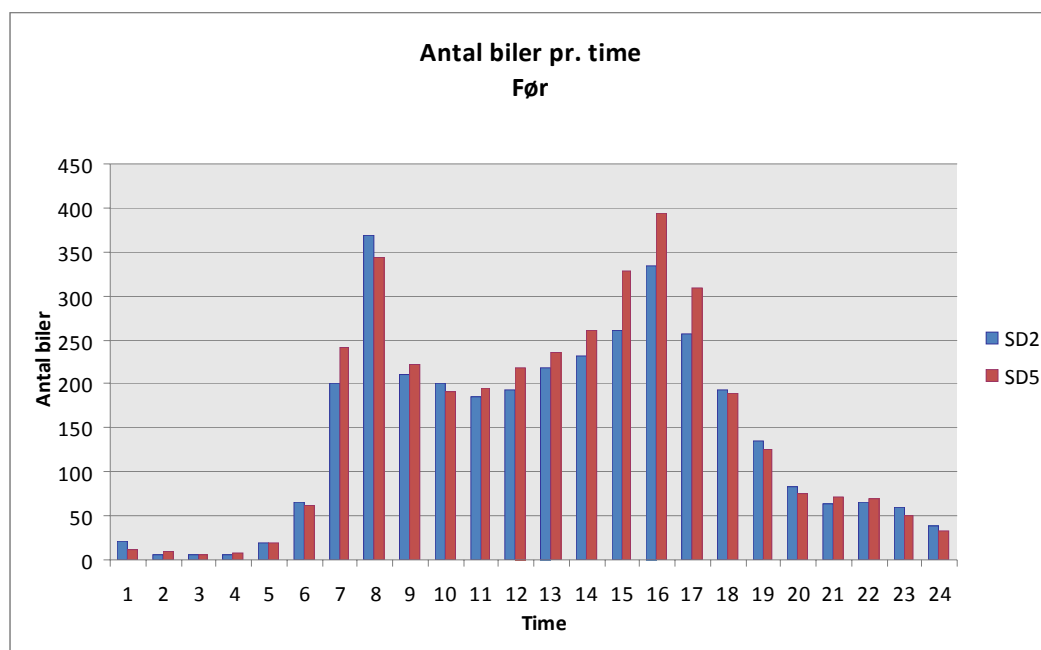
9.2 FØR- OG EFTERUNDERSØGELSE

For at kunne lave en effektevaluering af de variable hastighedstavler i krydset ved Vestmorsvej, laves som for de øvrige kryds, en før- og efterundersøgelse af de indsamlede hastighedsdata. Før- og efterundersøgelsen indeholder en sammenligning af middelhastighederne før og efter systemet blev taget i brug, i de fire nævnte situationer, hvor tavlerne er hhv. tændte eller slukkede. Ydermere analyseres hastighedernes 85 % fraktil. For at kunne dokumentere, om de variable hastighedstavler er medvirkende til en signifikant hastighedsreduktion gennem krydset, laves en statistisk bearbejdning af de fundne middelværdier, jf. kapitel 11 Statistiske tests.

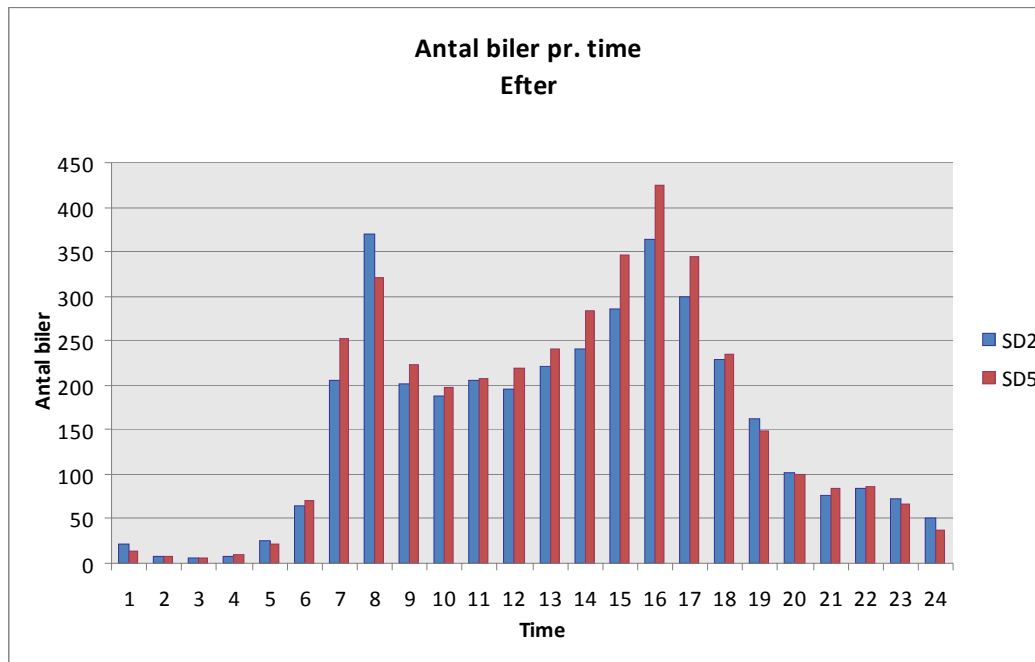
Under afsnit 9.1 Projektevaluering er perioden for, hvornår før- og efterdata er blevet indsamlet samt hvilke data, der er sorteret fra, beskrevet. De forskellige frasorteringer gør de tilbageværende data mere pålidelige og vil bevirke, at der kommer et mere troværdigt resultat af tavlernes effekt. Her skal der dog tages højde for, at hastighedsdataene er indsamlet over måneder, hvor der kan forventes forskelligt føre. Udover troværdigheden af de respektive data, er det også vigtigt at kigge på, hvordan trafikken ser ud på strækningen, og om der forekommer kødannelse, der kan påvirke resultatet. Som indledning til før- og efterundersøgelsen vil trafikens fordeling over døgnet, samt om der forekommer kødannelse langs strækningen, først blive betragtet.

9.2.1 TRAFIKKENS FORDELING OVER DØGNET

På figur 29 og figur 30 ses fordelingen af trafikken på rute 26 ved Vestmorsvej over et hverdagsdøgn. På hver figur er den nordvest- og sydøstgående trafik angivet – detektor 2 og 5, for hhv. før- og efter-perioden. På figurene ses det tydeligt, at den største trafikintensitet ses om morgenen og om eftermiddagen. Ud fra figurene kan det ikke entydig siges, at trafikken er retningsbestemt, men der er i begge figurer en antydning af, at den største trafikintensitet ses i sydøstgående retning om morgenen og i nordvestgående retning om eftermiddagen. Overordnet ses det, at trafiksituationen i før- og efter-perioden er meget ens. Samlet set passerer ca. 8.000 køretøjer krydset ved Vestmorsvej pr. hverdagsdøgn.



Figur 29. Antal registrerede køretøjer pr. time i gennemsnit for et hverdagsdøgn i før-perioden. Detektor 2 – Nordvestgående trafik. Detektor 5 – Sydøstgående trafik.

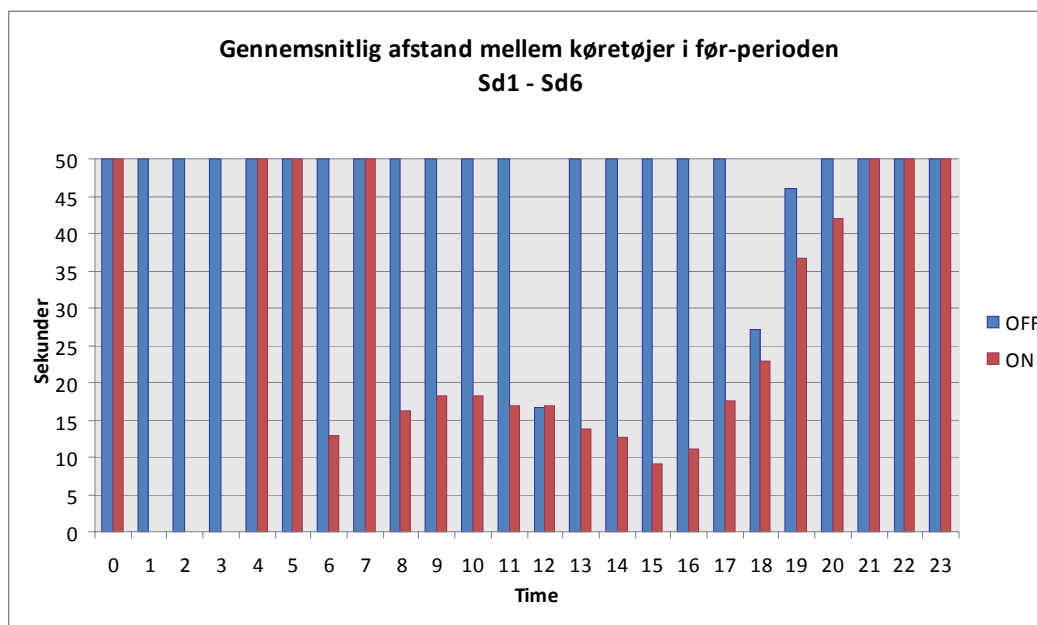


Figur 30. Antal registrerede køretøjer pr. time i gennemsnit for et hverdagsdøgn i efter-perioden. Detektor 2 – Nordvestgående trafik. Detektor 5 – Sydøstgående trafik.

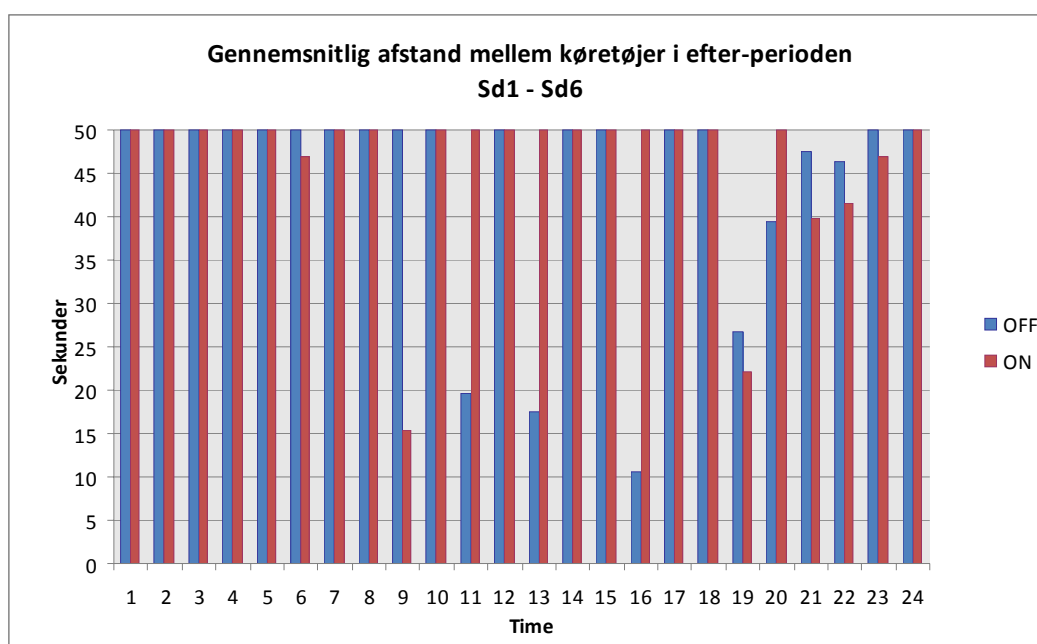
9.2.2 KØDANNELSE

Kødannelse langs strækningen kan påvirke trafikanternes hastighed og medfører, at den enkelte trafikant ikke har et frit hastighedsvalg. Det er derfor nødvendigt at få en indikation af, om der forekommer kødannelse på strækningen, samt om kødannelsen opstår på bestemte tider af døgnet. Ydermere er det, ligesom for Bajlumvej, nødvendigt for den videre evaluering af effekten af de variable hastighedstavler, at tage stilling til, hvordan køkørsel skal håndteres. Ved at se på figur 29 og figur 30, må det forventes, at eventuelle kødannelser især kan forventes at ske om morgenen og om eftermiddagen.

På figur 31 og figur 32 ses en optegning af den gennemsnitlige afstand mellem køretøjerne i før- og efter-perioden. På figuren er afstanden mellem køretøjerne fordelt med hensyn til, om tavlerne har været tændte eller slukkede, da det derved kan vurderes, om en tændt tavle kan have påvirket afstanden mellem køretøjerne og derved medvirke til kødannelse. På figurerne ses det, at afstanden mellem køretøjerne er større når tavlerne er slukkede. Samtidig kan det ud fra figur 31 ses, at der i før-perioden foregår nogen køkørsel i tidsrummet mellem kl. 6.00 og 18.00. I efter-perioden kan der forventes køkørsel i tidsrummet mellem kl. 9.00 og 16.00, jf. figur 32.



Figur 31. Afstand mellem køretøjer i før-perioden. Afstande større end 50 sek. vises ikke.



Figur 32. Afstand mellem køretøjer i efter-perioden. Afstande større end 50 sek. vises ikke.

Ligesom for Bajlumvej vælges det at beholde køkørende trafikanter i datasættene, da det er muligt at konkludere, at trafikmønstrene i før og efter-perioden er nogenlunde sammenlignelige. Der kan derved argumenteres for, at antage at middelværdien er baseret på hele populationen, uden at de køkørende køretøjer sorteres fra. (Overgaard 2009)

9.2.3 MIDDELHASTIGHED

Formålet med de variable hastighedstavler er at få hastigheden gennem krydset sat ned, når der er svingende trafik. I analysen af middelhastighederne ses både på ændringerne af de målte hastigheder fra før- til efter-perioden med hhv. tændt og slukket tavle samt forskellen i hastighederne ved tændt og slukket tavle i før- og efter-perioden. Ligesom for Bajlumvej er der også placeret detektorer på sidevejene, men disse er udeladt af den efterfølgende analyse, da de ikke siger noget omkring effekten af de variable hastighedstavler.

I tabel 15 ses middelhastighederne for de forskellige detektorer, hvis placeringer ses på figur 15. I tabellen ses det, at hastigheden fra før- til efter-perioden stiger. Denne hastighedsstigning må tilskrives dataindsamlingsperioderne, idet førdata er indsamlet i februar og marts måned, hvor det kan forventes, at trafikanterne kører med lavere hastighed, grundet vejrforholdene. Efterdata er indsamlet i marts og april, hvor der ikke forventes glatføre mm.

Detektorer	Før			Efter			Ændring Efter - Før	
	OFF	ON	Forskel	OFF	ON	Forskel	OFF	ON
Nordvestgående trafik								
Sd1	87,6	86,0	-1,6	90,9	88,5	-2,4	3,4	2,5
Sd2	82,5	77,1	-5,4	84,7	79,0	-5,7	2,2	1,9
Sd3	84,2	78,7	-5,5	86,8	79,3	-7,4	2,6	0,6
Sydøstgående trafik								
Sd4	85,6	80,8	-4,8	87,4	83,5	-3,9	1,8	2,6
Sd5	81,5	75,1	-6,4	82,0	76,4	-5,6	0,4	1,3
Sd6	82,9	76,4	-6,5	83,9	77,2	-6,7	1,0	0,8

Tabel 15. Middelhastighed fordelt på hver detektor, hverdag kl. 00.00 - 24.00. [km/t]

Ud fra tabellen ses det, at hastigheden i både før- og efter-perioden falder, når tavlerne er tændte. Ved flere af detektorerne ses det, at der i efter-perioden sker et større hastighedsfald fra slukket til tændt tavle i forholdt til før-perioden, men at der også i før-perioden sker en væsentlig hastighedsnedsættelse og ved enkelte detektorer, et større fald end i efter-perioden. Den store hastighedsreduktion i før-perioden kan tyde på, at trafikanter, uanset hvad en tavle viser, sætter hastigheden ned.

Overordnet kan det ud fra tabellen ses, at middelhastigheder målt umiddelbart efter en variabel tavle (detektor 2, 3, 5 og 6), er faldet mellem 5,4 – 6,5 km/t og 5,6 – 7,4 km/t for hhv. før- og efter-perioden, fra slukket til tændt tavle, hvor den største hastighedsreduktion ses for den sydøstgående trafik.

Ved besigtigelsen af krydslokaliteten var det tydeligt, at de nordvestgående trafikanter havde gode oversigtsforhold over krydset, hvorimod de sydøstgående trafikanter først havde fuld oversigt over krydset ca. 200 m før. De nordvestgående trafikanter har dermed gode muligheder for at vurdere trafiksituationen lang tid før, de passerer krydset, og sænker derfor ikke hastigheden i så høj en grad, som de sydøstgående trafikanter. På figur 33 ses to billeder af oversigtsforholdene ved Vestmorsvej.

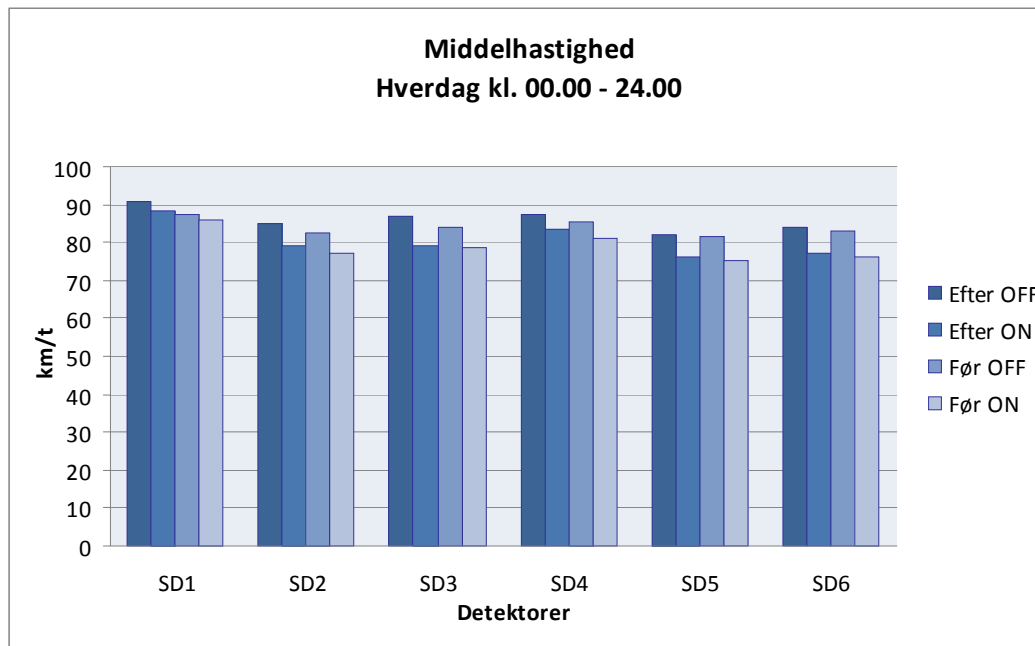


Figur 33. Oversigtsforhold ved Vestmorsvej. Billederne er taget mod nordvest, hvor oversigtsforholdet for de sydøstgående trafikanter ses.

Da hastighedsreduktionen i før-perioden er nogenlunde den samme som for efter-perioden, hvor tavlerne er synlige for trafikanterne, kan det diskuteres, om variable hastighedstavler for dette kryds er nødvendigt, da trafikanterne i forvejen nedsætter hastigheden når der er svingende trafik. Her skal der dog tages højde for de betragtede dataindsamlingsperioder, da det må forventes, at en del af de hastighedsreduktioner, der ses i før-perioden må bero på vinterføre.

Ud fra middelværdierne i tabellen fremgår det, at hastighedsgrænsen i alle tilfælde overskrides i væsentligt omfang – både med tændt og slukket tavle for alle detektorerne.

På figur 34 ses et søjlediagram over middelhastighederne for før- og efter-perioden med tændt hhv. slukket tavle. Diagrammet kan i forhold til tabel 15 give et mere visuelt billede af, hvordan hastigheden ændrer sig som følge af de variable hastighedstavler.



Figur 34. Søjlediagram over middelhastighederne i før- og efter-perioden for hhv. tændt og slukket tavle. SD1- 3 er detektorer for nordvestgående trafik, SD4-6 er detektorer for sydøstgående trafik.

9.2.4 85 % FRAKTIL

Ud over en sammenligning af middelhastighederne er 85 % fraktillerne for de forskellige situationer også fundet, jf. tabel 16. I tabellen ses det, at der kun sker et hastighedsfald ved detektor 1 fra før- til efter-perioden.

Detektorer	Før			Efter			Ændring Efter - Før	
	OFF	ON	Forskel	OFF	ON	Forskel	OFF	ON
Nordvestgående trafik								
Sd1	101,3	97,5	-3,8	101,0	103,8	2,8	-0,3	6,3
Sd2	94,8	88,4	-6,4	97,6	90,6	-7,0	2,7	2,2
Sd3	95,8	89,0	-6,8	99,6	90,1	-9,5	3,8	1,1
Sydøstgående trafik								
Sd4	98,0	89,3	-8,7	99,0	93,3	-5,7	1,0	3,9
Sd5	91,5	85,4	-6,1	95,1	87,0	-8,1	3,6	1,7
Sd6	93,4	85,0	-8,5	97,1	85,3	-11,7	3,6	0,4

Tabel 16. 85 % fraktil fordelt på hver detektor, hverdag kl. 00.00 – 24.00. [km/t]

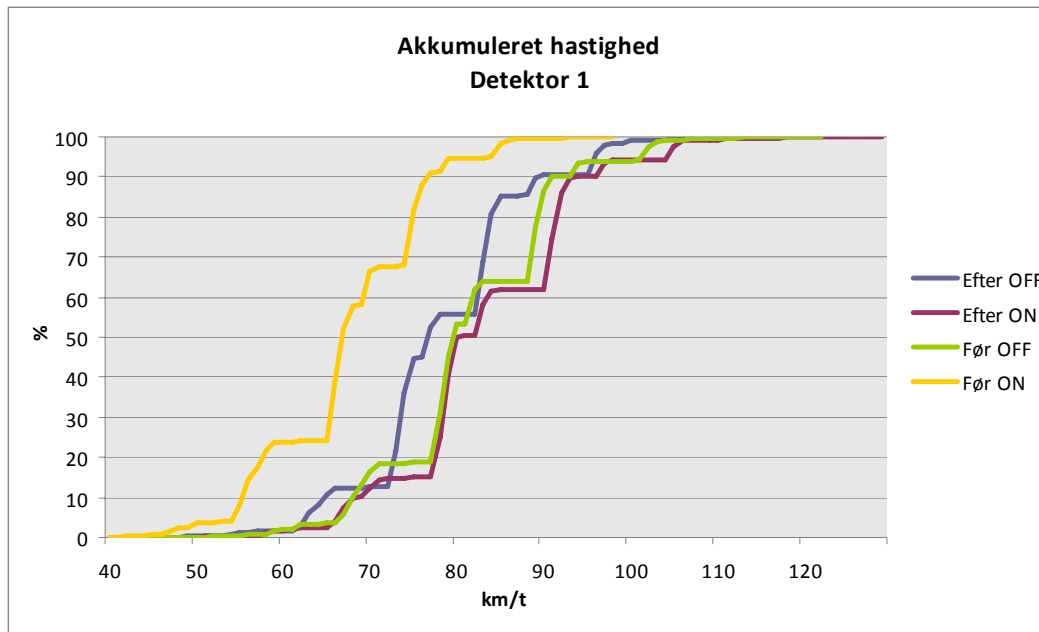
Ligesom ved middelhastighederne ses store hastighedsreduktioner, når før- og efter-perioden betragtes hver for sig. I efter-perioden ses store hastighedsreduktioner ved alle detektorer undtagen detektor 1, hvor hastigheden stiger. I efter-perioden ses en reduktion

i 85 % fraktilen på mellem 5,7 – 11,7 km/t, hvor de største reduktioner ses ved de detektorer, der ligger tættest på krydset (detektor 3 og 6). For før-perioden ligger hastighedsreduktionen mellem 3,8 – 8,7 km/t, hvor de største reduktioner også ses ved detektorerne tættest på krydset. Den største hastighedsreduktion i før-perioden ses dog ved detektor 4, der ligger længst væk fra krydset.

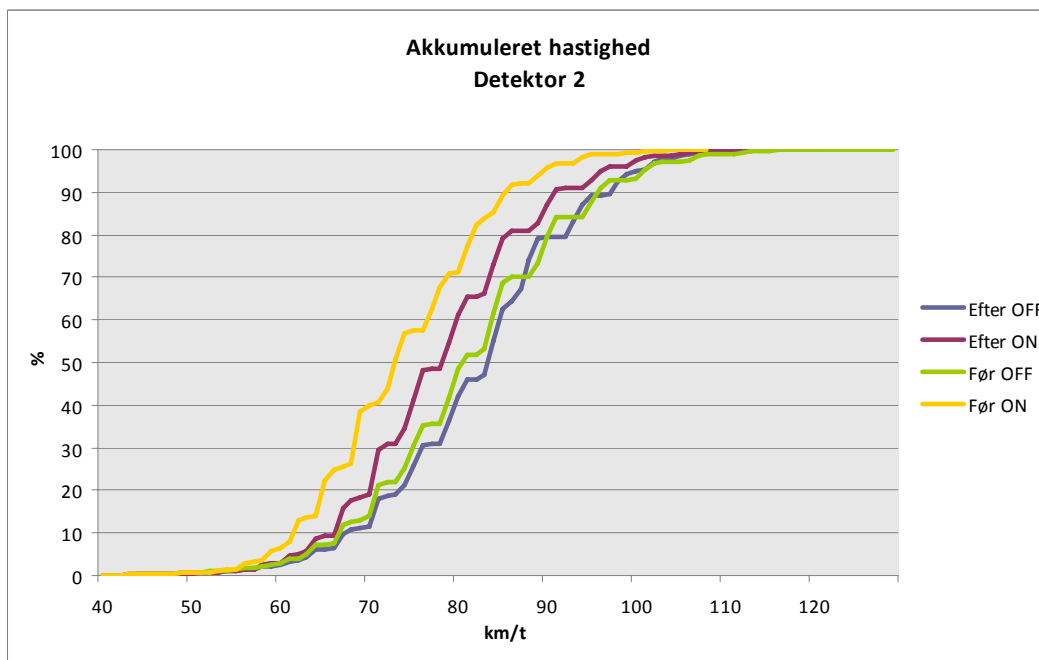
Ligesom for middelværdierne ses det i tabel 16, at hastighedsgrænsen overskrides i væsentligt omfang ved alle detektorer.

For at give et mere visuelt billede af, hvordan hastigheden fordeler sig på de respektive detektorer, ses den akkumulerede hastighed for detektor 1 – 6 på figur 35 til figur 40. Den akkumulerede hastighed viser, hvor stor en andel af trafikanterne, der kører en given hastighed, og ud fra kurverne kan 85 % fraktilen aflæses.

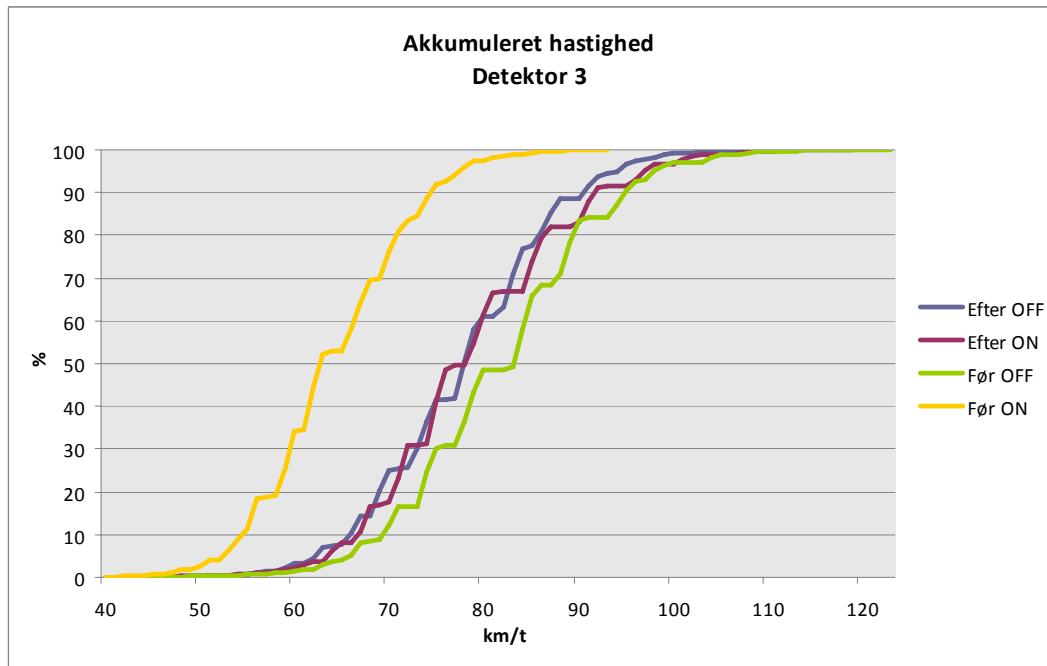
På figur 35 til figur 37 ses hastighedsfordelingen for den nordvestgående trafik. Her ses det, at den akkumulerede hastighedskurve for tændt tavle i før-perioden er forskudt meget mod venstre i forholdt til de øvrige situationer, hvilket tyder på, at det generelle hastighedsniveau i før-perioden er meget lavere end i efter-perioden med tændt tavle. Den akkumulerede hastighedskurve for efter-perioden med tændt tavle ses dog også forskudt mod venstre i forholdt til efter-perioden med slukket tavle. På samme måde ses det, at den akkumulerede hastighedskurve for før-perioden med tændt tavle, sydøstgående trafik, figur 38 til figur 40, også ligger mere til venstre, men at efter-perioden med tændt tavle også er rykket meget til venstre. De akkumulerede hastighedskurver indikerer, at trafikanterne i god tid er opmærksomme på trafiksituationen i krydset og at de nedsætter hastigheden når de kan se svingende trafikanter fra sidevejene – med og uden variable hastighedstavler. Samtidig må det forventes, at årstidens forhold gør sig gældende i de lave hastigheder, der ses i før-perioden.



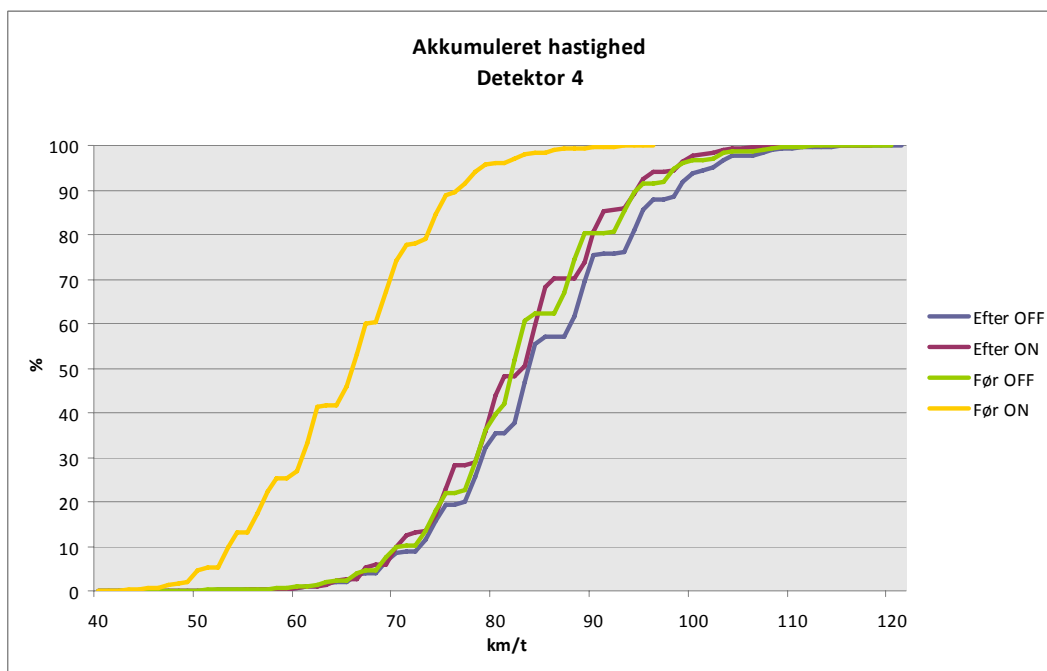
Figur 35. Hastighedsfordelingskurve for detektor 1.



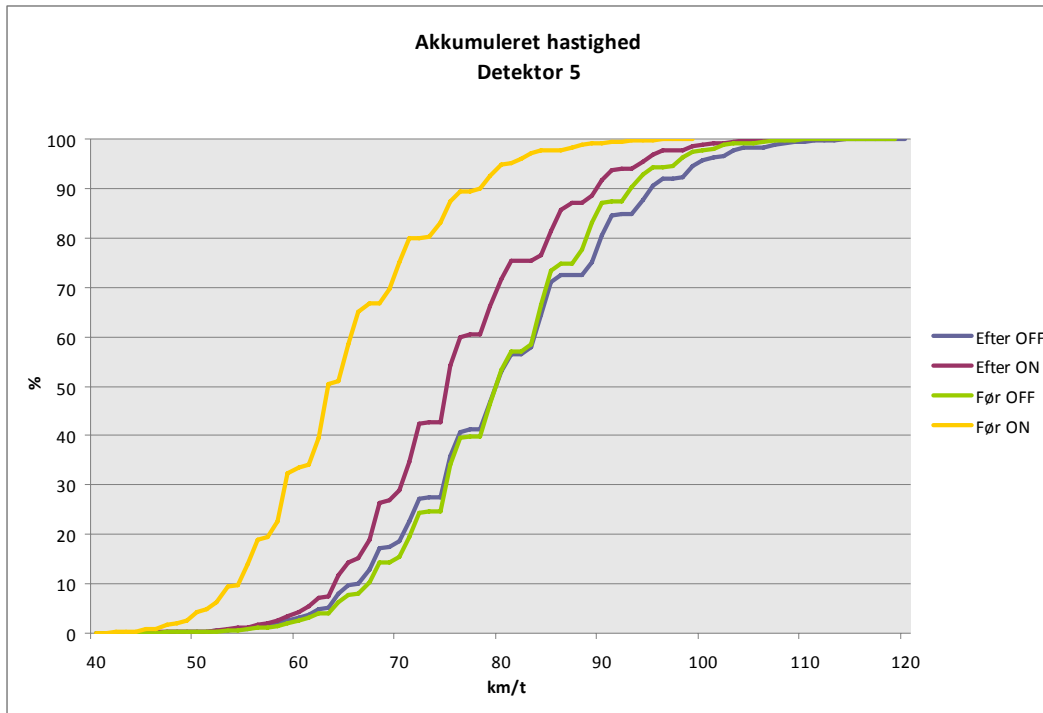
Figur 36. Hastighedsfordelingskurve for detektor 2.



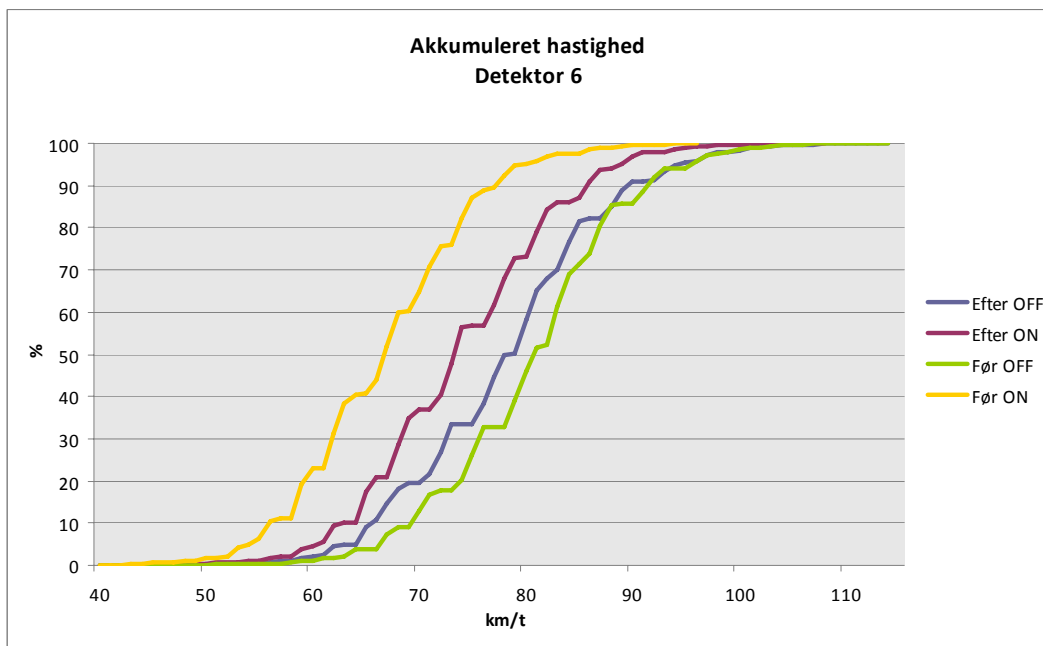
Figur 37. Hastighedsfordelingskurve for detektor 3.



Figur 38. Hastighedsfordelingskurve for detektor 4.



Figur 39. Hastighedsfordelingskurve for detektor 5.



Figur 40. Hastighedsfordelingskurve for detektor 6.

10 LYNGBRO

På rute 26 ved Lyngbro er hastigheden, ligesom for de to øvrige kryds, ofte for høj og trafikanterne har svært ved at overskue trafikken i krydset. For at gøre krydset mere overskueligt for trafikanterne, blev der i vinteren 2009 opsat variable hastighedstavler langs rute 26, der giver en lokal hastighedsbegrænsning på 70 km/t, når der detekteres sidevejstrafik eller der er svingende trafikanter på rute 26. Den lavere hastighed skal gøre det nemmere for svingende trafikanter, at vurdere, hvornår der er en tilstrækkelig åbning i trafikken og derved minimere risikoen for kollision. (Vejdirektoratet 2008a)

Formålet med trafikledelsessystemet ved Lyngbro er at reducere hastigheden på rute 26, når der er svingende trafikanter på primærvejen samt svingende trafikanter fra sekundærvejene. Rute 26 ved Lyngbro har, inden trafikledelsessystemet blev opsat, haft motortrafikvej-status. Efter etableringen af de variable hastighedstavler, ophører denne status ca. 400 m før krydset i begge retninger, hvorefter hastighedsgrænsen er 80 km/t gennem krydset. Ved at opsætte de variable hastighedstavler er det muligt at opnå at:

- Svingende trafikanter fra rute 26 får lettere ved at vurdere, hvornår der er gab i trafikken på rute 26.
- Trafikanter fra sekundærvejene får lettere ved at vurdere, hvornår der er gab i trafikken på rute 26.
- Risikoen for kollision i krydset reduceres.

10.1 PROJEKTEVALUERING

For at undersøge, om de variable hastighedstavler i krydset ved Lyngbro har en hastighedsnedsættende effekt gennem krydset, laves en før- og efterundersøgelse af de registrerede hastighedsdata.

Førdata blev indsamlet fra den 9. februar til den 19. marts 2009 – umiddelbart inden systemet blev synligt for trafikanterne. I før-perioden har systemet været ude af drift fra den 5. marts til den 11. marts, hvorfor denne periode ikke er indeholdt i førdataene. Da der kan forventes en ændret kørselsadfærd i weekenderne samt i ferieperioder, er disse data sorteret fra. Dermed er vinterferien, der falder i uge 7, den 9. februar til den 16. februar, sorteret fra. I den betragtede før-periode er der indsamlet ca. 570.000 hastighedsregistreringer fordelt over syv detektorer. Data fra detektor 8 er ikke modtaget.

Efterdata blev indsamlet fra den 20. marts til den 19. april 2009. Da påsken falder indenfor denne periode, er data indsamlet fra den 6. april til den 13. april sorteret fra.

Herved er de tre hverdage inden påske også sorteret fra, da der her kan forventes en ændret kørselsadfærd. Weekendtrafik er ligeledes sorteret fra i efter-perioden. I efter-perioden har systemet været ude af drift fra den 7. april til den 19. april, hvorfor denne periode ikke er indeholdt i efterdataene. Samlet set, er der i den betragtede efter-periode indsamlet ca. 280.000 hastighedsregistreringer.

Udover frasortering af weekend- og ferietrafik, er andre forskellige fejldata sorteret fra, jf. kapitel 4 Metode. Frasorteringen af de før beskrevne data, har betydet, at ca. 200.000 registreringer er frasorteret i før-perioden hhv. ca. 100.000 i efter-perioden.

Trafikledelsessystemet ved Lyngbro har fungeret på samme måde i før- og efter-perioden, kun med den forskel, at systemet ikke har været synligt for trafikanterne i før-perioden. Det er derfor muligt at undersøge effekten af de variable hastighedstavler ud fra fire forskellige situationer:

- Før systemet blev taget i drift – uden svingende trafik (Før - OFF)
- Før systemet blev taget i drift – med svingende trafik (Før - ON)
- Efter systemet blev taget i drift – uden svingende trafik (Efter - OFF)
- Efter systemet blev taget i drift – med svingende trafik (Efter - ON)

I før- og efterundersøgelsen er det nødvendigt at tage højde for de anvendte registreringsperioder, da disse er fortaget over måneder, hvor der er stor forskel på de vejrmæssige forhold. Førdata er indsamlet i februar og starten af marts, hvor der må forventes vinterføre. Derimod er efterdata indsamlet i slutningen af marts og april måned, hvor det må forventes, at der ikke længere er vinterføre. Det kan derfor forventes, at hastighedsregistreringerne vil bære præg af årstiden og at før- og efterundersøgelsen vil blive misvisende, når effekten af de variable hastighedstavler bliver sammenlignet fra før- til efter-perioden.

10.2 FØR- OG EFTERUNDERSØGELSE

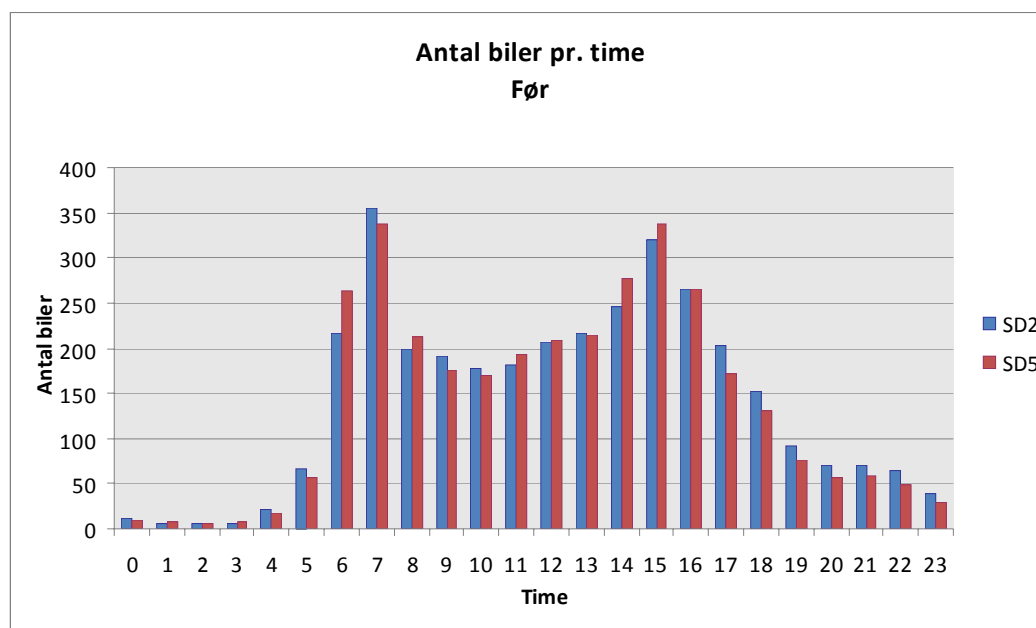
For at kunne lave en effektevaluering af de variable hastighedstavler i krydset ved Lyngbro, laves som for de øvrige kryds, en før- og efterundersøgelse af de indsamlede hastighedsdata. Før- og efterundersøgelsen indeholder en sammenligning af middelhastighederne før og efter systemet blev taget i brug, i de fire nævnte situationer, hvor tavlerne er hhv. tændte eller slukkede. Ydermere analyseres hastighedernes 85 % fraktile. For at kunne dokumentere, om de variable hastighedstavler er medvirkende til en signifikant hastighedsreduktion gennem krydset, laves en statistisk bearbejdning af de fundne middelværdier, jf. kapitel 11 Statistiske tests.

Under afsnit 10.1 Projektevaluering er perioden for, hvornår før- og efterdata er blevet indsamlet samt hvilke data, der er sorteret fra, beskrevet. De forskellige frasorteringer gør de tilbageværende data mere pålidelige og vil bevirke, at der kommer et mere troværdigt resultat af tavlernes effekt. Som for Vestmorsvej, skal der også tages højde for de anvendte dataindsamlingsperioder, der kan påvirke resultatet af undersøgelsen.

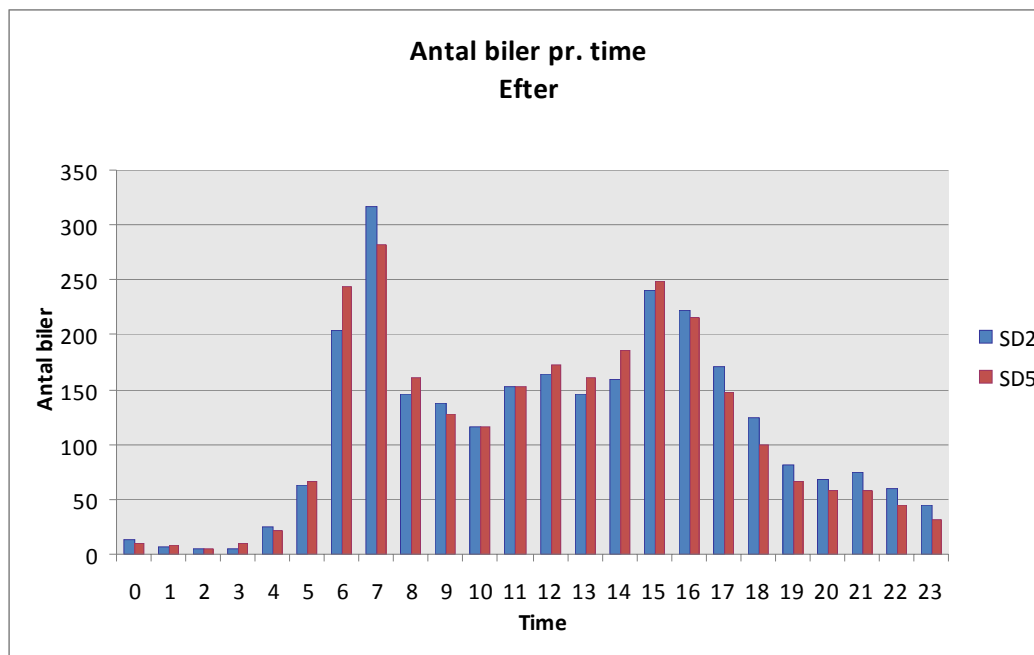
Udover troværdigheden af de respektive data, er det også vigtigt at kigge på, hvordan trafikken ser ud på strækningen, og om der forekommer kødannelse, der kan påvirke resultatet. Som indledning til før- og efterundersøgelsen vil trafikens fordeling over døgnet, samt om der forekommer kødannelse langs strækningen, derfor først blive betragtet.

10.2.1 TRAFIKKENS FORDELING OVER DØGNET

På figur 41 og figur 42 ses den gennemsnitlige fordeling af trafikken på rute 26 ved Lyngbro over et hverdagsdøgn. På hver figur er den nordvest- og sydøstgående trafik angivet – detektor 2 og 5, for hhv. før- og efter-perioden. På figurerne ses det tydeligt, at den største trafikintensitet ses om morgenen og om eftermiddagen. Ud fra figurerne kan det ikke entydig siges, at trafikken er retningsbestemt, men der er i begge figurer en antydning af, at den største trafik ses i sydøstgående retning om morgenen og i nordvestgående retning om eftermiddagen. Overordnet ses det, at trafiksituationen i før- og efter-perioden er meget ens. Samlet set passerer ca. 6.000 køretøjer krydset ved Lyngbro pr. hverdagsdøgn.



Figur 41. Antal registrerede køretøjer pr. time i gennemsnit for et hverdagsdøgn i før-perioden. Detektor 2 – Nordvestgående trafik. Detektor 5 – Sydøstgående trafik.

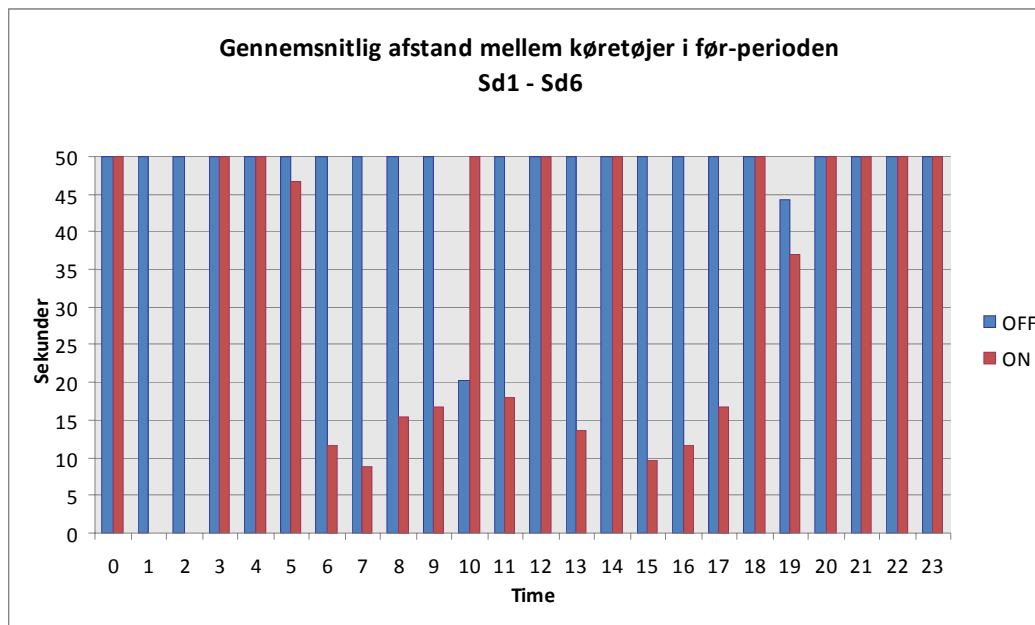


Figur 42. Antal registrerede køretøjer pr. time i gennemsnit for et hverdagsdøgn i efter-perioden. Detektor 2 – Nordvestgående trafik. Detektor 5 – Sydøstgående trafik.

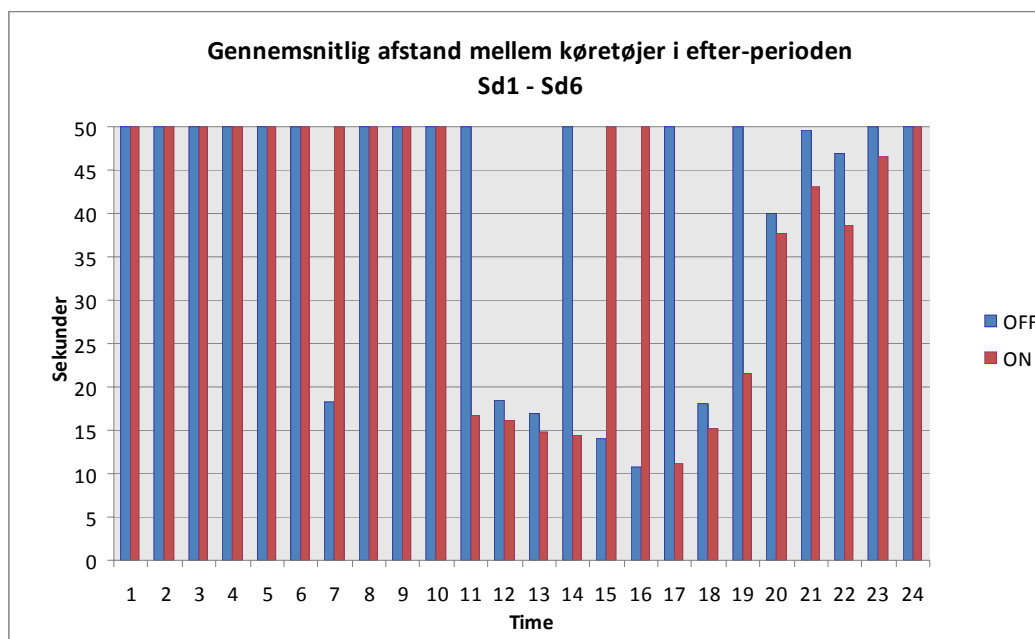
10.2.2 KØDANNELSE

Kødannelse langs strækningen kan påvirke trafikanternes hastighed og medfører, at den enkelte trafikant ikke har et frit hastighedsvalg. Det er derfor nødvendigt at få en indikation af, om der forekommer kødannelse på strækningen, samt om kødannelsen opstår på bestemte tider af døgnet. Ydermere er det, ligesom for de øvrige kryds, nødvendigt for den videre evaluering af effekten af de variable hastighedstavler, at tage stilling til, hvordan køkørsel skal håndteres. Ved at se på figur 41 og figur 42, må det forventes, at eventuelle kødannelser især kan forventes at ske om morgenen og om eftermiddagen.

På figur 43 og figur 44 ses en optegning af den gennemsnitlige afstand mellem køretøjerne i før- og efter-perioden. På figuren er afstanden mellem køretøjerne fordelt med hensyn til, om tavlerne har været tændte eller slukkede, da det derved kan vurderes, om en tændt tavle kan have påvirket afstanden mellem køretøjerne og derved medvirke til kødannelse. På figurene ses det, at afstanden mellem køretøjerne er større når tavlerne er slukkede. Samtidig kan det ud fra figur 43 ses, at der i før-perioden foregår noget køkørsel i tidsrummet mellem kl. 6.00 og 17.00. I efter-perioden kan der forventes køkørsel i tidsrummet mellem kl. 11.00 og 19.00 samt omkring kl. 7.00, jf. figur 44.



Figur 43. Afstand mellem køretøjer i før-perioden. Afstande større end 50 sek. vises ikke.



Figur 44. Afstand mellem køretøjer i efter-perioden. Afstande større end 50 sek. vises ikke.

Ligesom for de øvrige kryds vælges det at bibeholde køkørende trafikanter i datasættene, da det kan konkluderes, at trafikmønstrene i før og efter-perioden er nogenlunde sammenlignelige. Der kan derved argumenteres for, at antage at middelværdien er baseret på hele populationen, uden at de køkørende køretøjer sorteres fra. (Overgaard 2009)

10.2.3 MIDDELHASTIGHED

Formålet med de variable hastighedstavler er at få hastigheden gennem krydset sat ned, når der er svingende trafik. I analysen af middelhastighederne ses både på ændringerne af de målte hastigheder fra før- til efter-perioden med hhv. tændt og slukket tavle samt forskellen i hastighederne ved tændt og slukket tavle i før- og efter-perioden. Ligesom for de øvrige kryds er der også placeret detektorer på sidevejene, men disse er udeladt af den efterfølgende analyse, da de ikke siger noget omkring effekten af de variable hastighedstavler.

I tabel 17 ses middelhastighederne for de forskellige detektorer. Her ses det, at hastigheden fra før- til efter-perioden ved slukket tavle stiger, hvilket kan tilskrives det, at førdata er indsamlet i februar og marts måned, hvor trafikanterne kører med lavere hastighed, grundet vejforholdene. Efterdata er indsamlet i marts og april, hvor der ikke kan forventes glatføre mm. Fra før- til efter-perioden ved tændt tavle ses dog et fald i hastigheden, hvilket ikke er forventet, grundet de forskellige dataindsamlingsperioder.

<i>Detektorer</i>	<i>Før</i>			<i>Efter</i>			<i>Ændring Efter - Før</i>	
	<i>OFF</i>	<i>ON</i>	<i>Forskel</i>	<i>OFF</i>	<i>ON</i>	<i>Forskel</i>	<i>OFF</i>	<i>ON</i>
<i>Nordvestgående trafik</i>								
<i>Sd1</i>	89,7	89,1	-0,6	93,4	88,8	-4,6	3,7	-0,2
<i>Sd2</i>	85,8	84,2	-1,6	89,4	82,5	-7,0	3,7	-1,7
<i>Sd3</i>	87,7	84,9	-2,9	90,8	83,8	-7,0	3,0	-1,1
<i>Sydøstgående trafik</i>								
<i>Sd4</i>	87,7	86,3	-1,4	89,9	86,0	-3,9	2,2	-0,3
<i>Sd5</i>	85,7	83,1	-2,6	88,1	81,5	-6,6	2,4	-1,6
<i>Sd6</i>	85,7	82,8	-2,9	88,3	81,0	-7,3	2,6	-1,8

Tabel 17. Middelhastighed fordelt på hver detektor, hverdag kl. 00.00 - 24.00. [km/t]

Overordnet kan det ud fra tabellen ses, at middelhastigheder målt umiddelbart efter en variabel tavle (detektor 2, 3, 5 og 6) har de største hastighedsreduktioner fra før- til efter-perioden, når tavlerne er tændte.

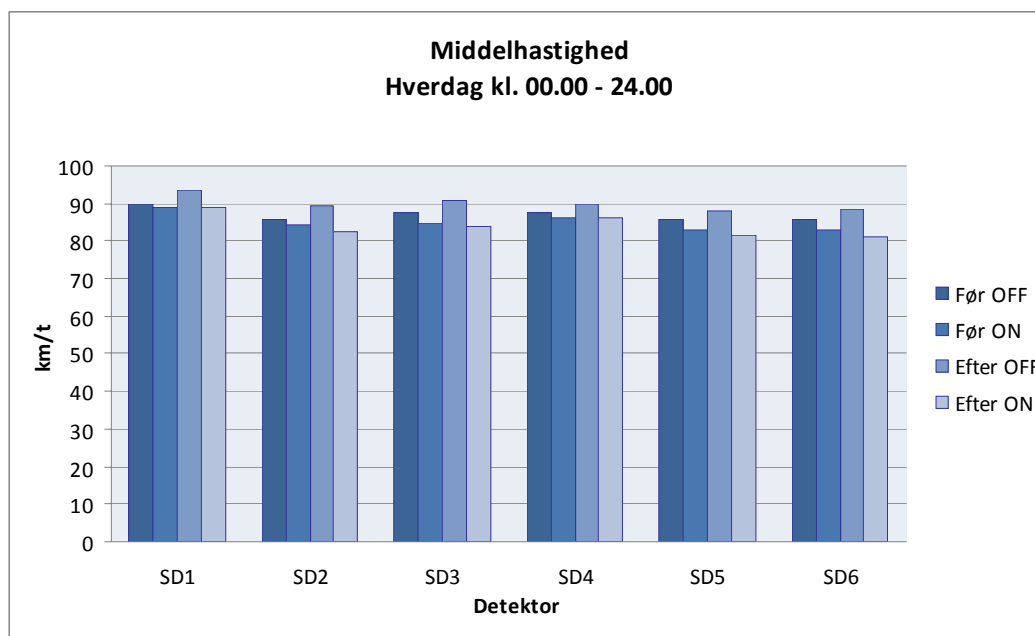
Hastighedsreduktionerne i nordvest- og sydøstgående retning er meget ens og ved besigtigelsen af krydslokaliteten var det tydeligt, at oversigtsforholdene over krydset var gode fra begge retninger.

Ses der på ændringen af middelhastigheden ved hhv. tændt og slukket tavle i før- og efter-perioden, fremgår det af tabel 17, at der sker en stor hastighedsreduktion, når der er svingende trafik. De største hastighedsreduktioner ses i efter-perioden, hvor de variable hastighedstavler er synlige for trafikanterne. Her ligger hastighedsreduktionen på mellem

3,9 – 7,3 km/t. I før-perioden ses den største hastighedsreduktion ved de detektorer, der ligger tættest på krydset – reduktionen mellem 1,4 – 2,9 km/t. Overordnet kan det ud fra før-perioden ses, at trafikanterne sætter hastigheden ned før krydset, på trods af, at de variable hastighedstavler ikke er synlige.

Ud fra middelværdierne i tabellen fremgår det, at hastighedsgrænsen i alle tilfælde overskrides i væsentligt omfang – både med tændt og slukket tavle for alle detektorerne.

På figur 45 ses et søjlediagram over middelhastighederne for før- og efter-perioden med hhv. tændt og slukket tavle. Diagrammet kan i forhold til tabel 17 give et mere visuelt billede af, hvordan hastigheden ændrer sig som følge af de variable hastighedstavler.



Figur 45. Søjlediagram over middelhastighederne i før- og efter-perioden for hhv. tændt og slukket tavle. SD1- 3 er detektorer for nordgående trafik, SD4-6 er detektorer for sydgående trafik.

10.2.4 85 % FRAKTIL

Ud over en sammenligning af middelhastighederne, er 85 % fraktillerne for de forskellige situationer også fundet, jf. tabel 18. I tabellen ses det, at der ved tændt tavle sker et hastighedsfald i alle tilfælde undtagen fra før- til efter-perioden ved detektor 1. Når tavlerne er slukkede ses en stigning i hastigheden fra før- til efter-perioden.

Ligesom ved middelhastighederne ses også store hastighedsreduktioner, når før- og efter-perioden betragtes hver for sig. I efter-perioden er hastighedsreduktionen for hhv. den nordvest- og sydøstgående trafik næsten den samme, undtagen for detektor 1, og ligger

mellem 2,3 – 8,2 km/t. Den største hastighedsreduktion for før-perioden ses ved den sydøstgående trafik, hvor hastighedsreduktionen ligger mellem 3,4 – 4,3 km/t.

Ligesom for middelværdierne ses det her, at hastighedsgrænsen overskrides i væsentligt omfang ved alle detektorer.

<i>Detektorer</i>	<i>Før</i>			<i>Efter</i>			<i>Ændring Efter - Før</i>	
	<i>OFF</i>	<i>ON</i>	<i>Forskel</i>	<i>OFF</i>	<i>ON</i>	<i>Forskel</i>	<i>OFF</i>	<i>ON</i>
<i>Nordvestgående trafik</i>								
<i>Sd1</i>	98,3	97,3	-1,0	103,9	101,5	-2,3	5,6	4,3
<i>Sd2</i>	98,4	95,4	-3,0	102,4	95,0	-7,4	4,0	-0,4
<i>Sd3</i>	99,8	98,1	-1,7	102,8	94,6	-8,2	3,0	-3,5
<i>Sydgøstgående trafik</i>								
<i>Sd4</i>	99,9	95,5	-4,3	101,7	94,9	-6,8	1,9	-0,7
<i>Sd5</i>	96,9	93,2	-3,8	98,4	91,6	-6,8	1,5	-1,5
<i>Sd6</i>	96,5	93,1	-3,4	97,9	89,8	-8,0	1,4	-3,2

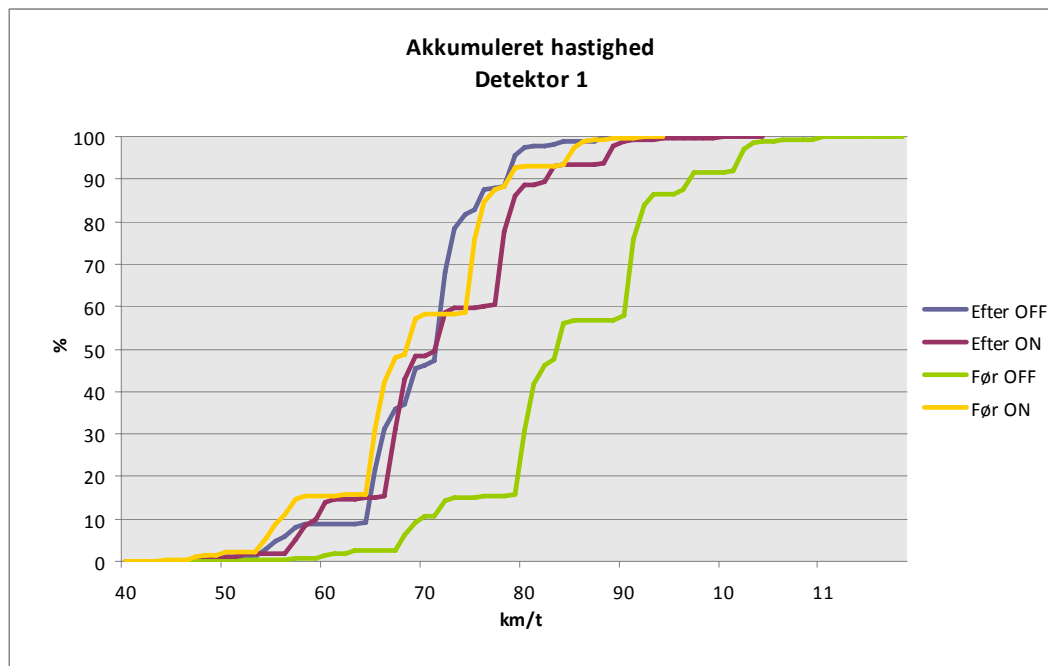
Tabel 18. 85 % fraktil fordelt på hver detektor, hverdag kl. 00.00 – 24.00. [km/t]

For at give et mere visuelt billede af, hvordan hastigheden fordeler sig på de respektive detektorer, ses den akkumulerede hastighed for detektor 1 – 6 på figur 46 til figur 51. Den akkumulerede hastighed viser, hvor stor en andel af trafikanterne, der køre en given hastighed, og ud fra kurverne kan 85 % fraktilen aflæses.

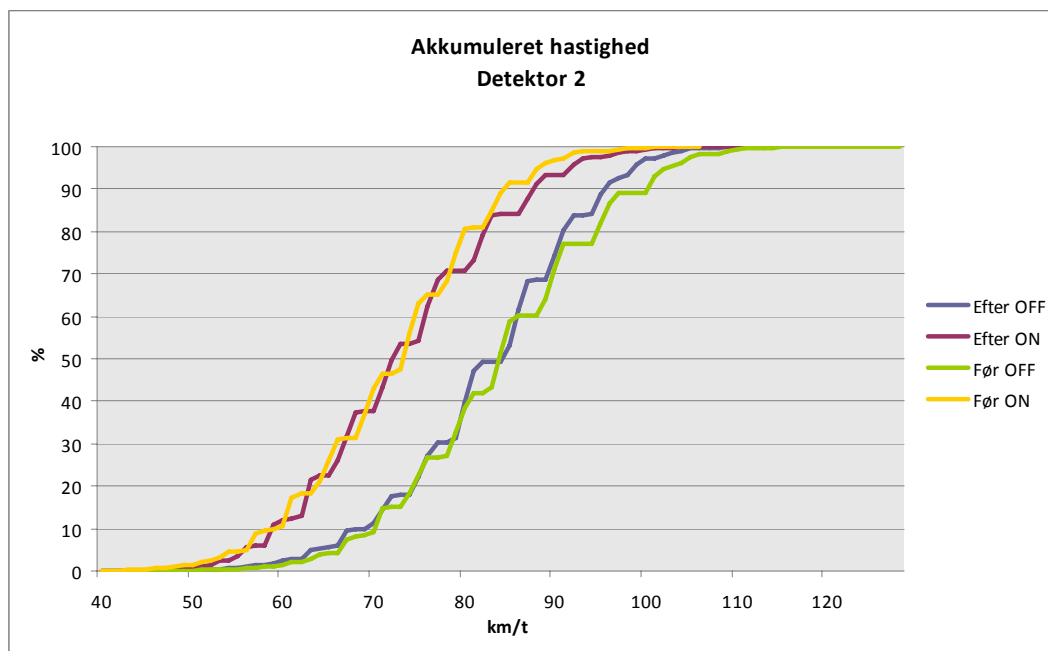
På figur 46 til figur 48 ses hastighedsfordelingen for den nordvestgående trafik. Her ses det, at den akkumulerede hastighedskurve for tændt tavle i både før- og efter-perioden er forskudt meget mod venstre i forholdt til de øvrige situationer. Dette tyder på, at det generelle hastighedsniveau, når der er svingende trafik i krydset, er lavt – både med og uden variable hastighedstavler. For detektor 1 og 3 ses også, at den akkumulerede hastighedskurve for efter-perioden med slukket tavle er forskudt mere mod venstre, end i før-perioden med slukket tavle. For detektor 1 ses det, at før-perioden med slukket tavle, er forskudt meget mod højre, hvilket viser, at trafikanterne kører meget hurtigere her, sammenlignet med de øvrige perioder.

På samme måde ses det, at den akkumulerede hastighedskurve for før- og efter-perioden med tændt tavle, sydøstgående trafik, figur 49 til figur 51, også er forskudt mod venstre i forholdt til de øvrige situationer, hvor der ikke er svingende trafik. De akkumulerede hastighedskurver indikerer, at trafikanterne i god tid er opmærksomme på trafiksituationen i krydset og at de nedsætter hastigheden når de kan se svingende trafikanter fra sidevejene – med og uden variable hastighedstavler. Samtidig må det

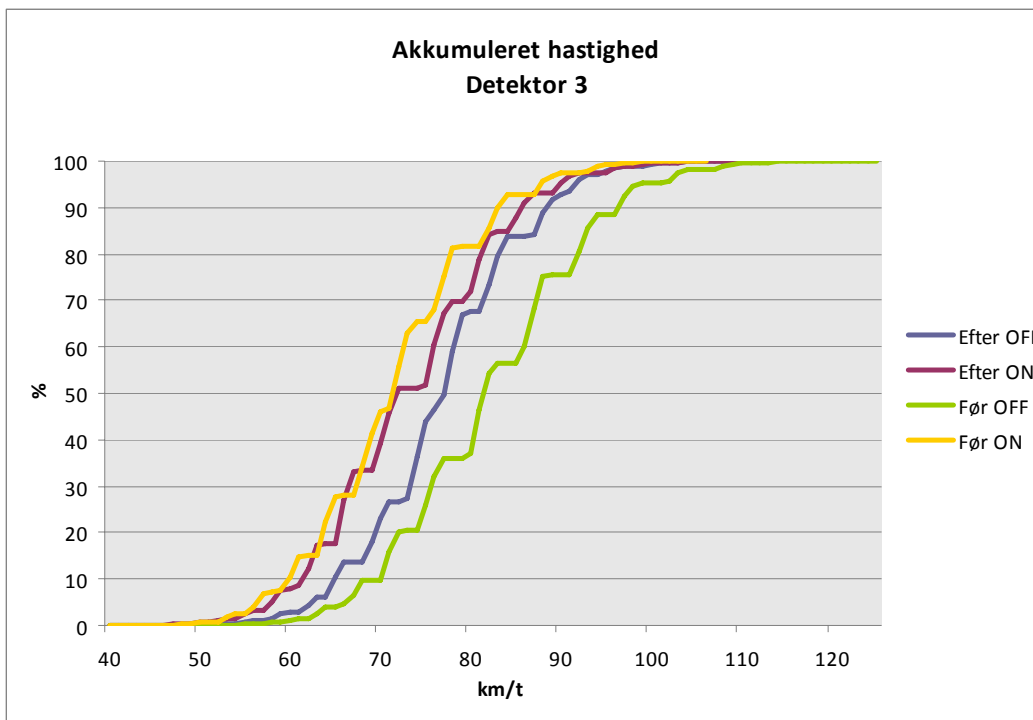
forventes, at årstidens forhold gør sig gældende i de lave hastigheder, der ses i før-perioden. Hertil kommer dog, at der for detektor 6 ses, at den akkumulerede hastighed for før-perioden med slukket tavle, ligger mere til højre end de øvrige perioder.



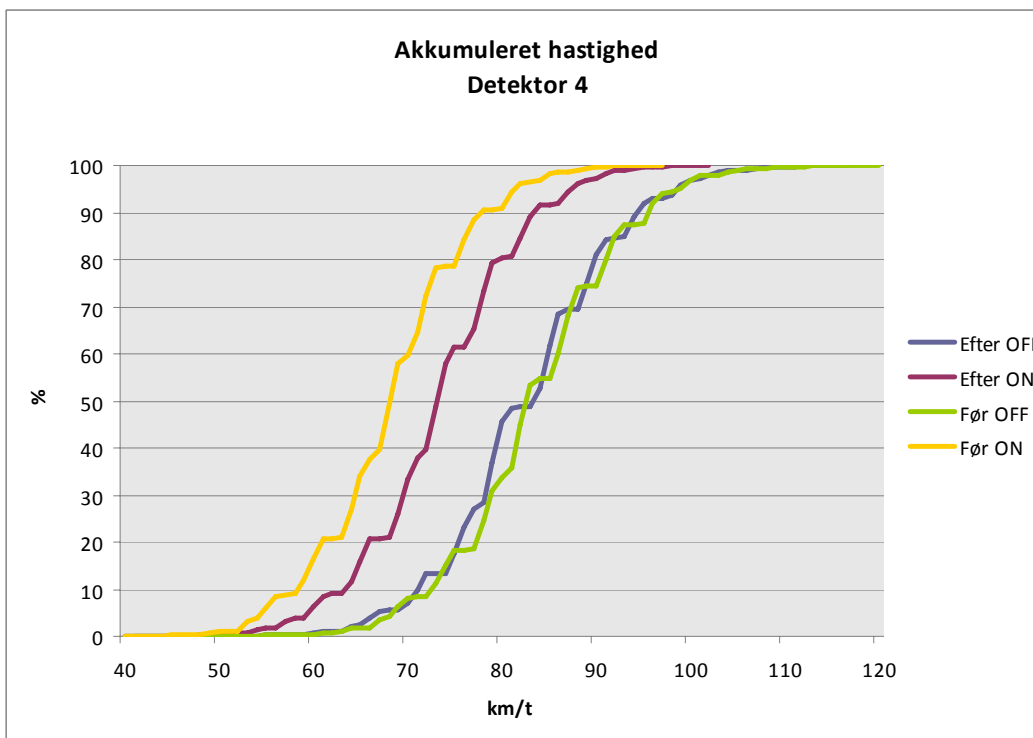
Figur 46. Hastighedsfordelingskurve for detektor 1.



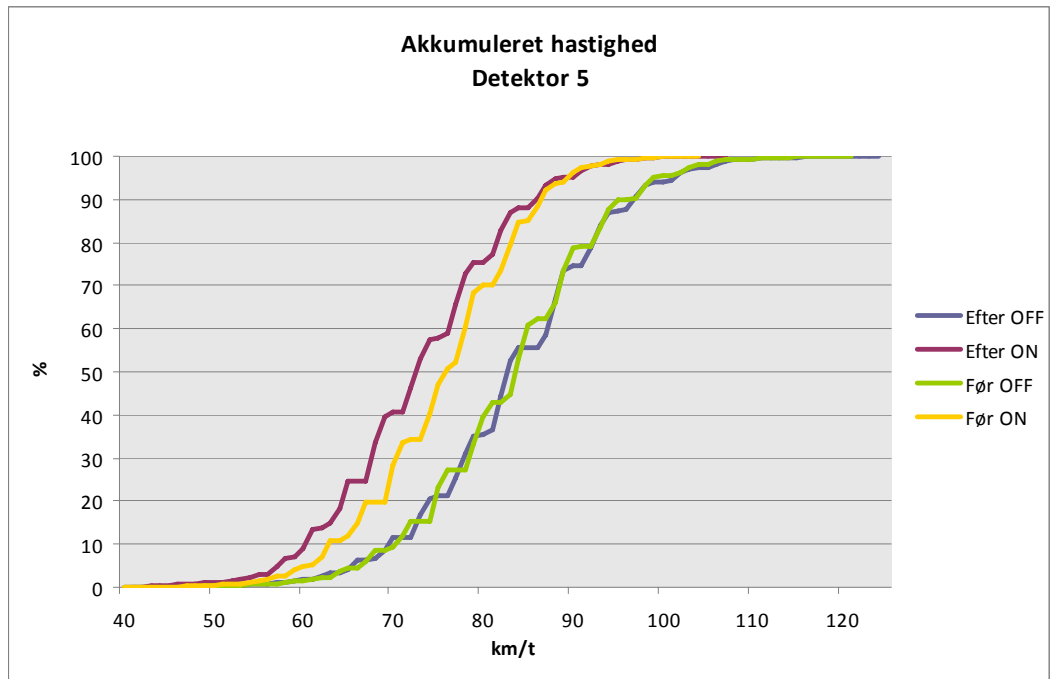
Figur 47. Hastighedsfordelingskurve for detektor 2.



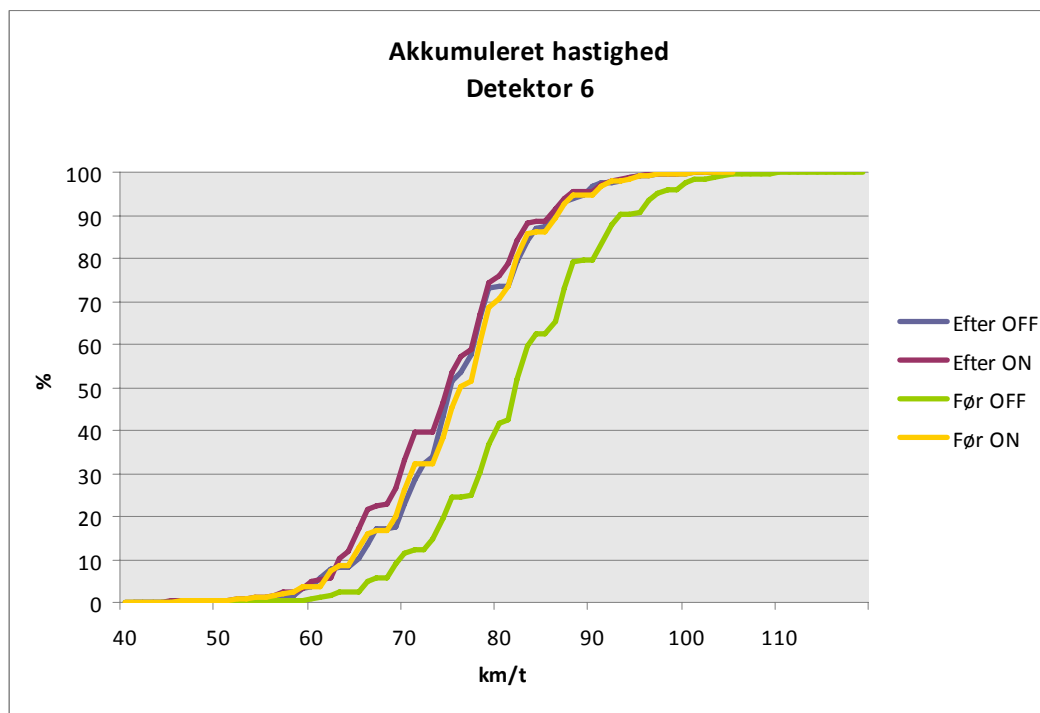
Figur 48. Hastighedsfordelingskurve for detektor 3.



Figur 49. Hastighedsfordelingskurve for detektor 4.



Figur 50. Hastighedsfordelingskurve for detektor 5.



Figur 51. Hastighedsfordelingskurve for detektor 6.

11 STATISTISKE TESTS

For at kunne dokumentere, om de variable hastighedstavler er medvirkende til en signifikant hastighedsreduktion gennem krydsene, laves en statistisk bearbejdning af de fundne middelværdier for hver af de betragtede krydslokaliteter. I det efterfølgende kapitel anvendes Power modellen, jf. Bilag B, til at give en indikation af, hvilken ændring i antallet af uheld, der kan forventes, som følge af de variable hastighedstavler. Hermed bliver det muligt at vurdere effekten af de variable hastighedstavler ud fra et samfundsøkonomisk synspunkt.

Før- og efterundersøgelsen af effekten af de variable hastighedstavler i de tre betragtede kryds viser i flere tilfælde, at både middelhastigheden og 85 % fraktilen er faldet som følge af de variable hastighedstavler. For at kunne dokumentere en effekt af de variable hastighedstavler gennemføres statistiske test, for på den måde at afgøre, om de fundne middelværdier er signifikant forskellige. Er de fundne værdier signifikant forskellige, er der dermed et statistisk belæg for at konkludere, at de variable hastighedstavler har en hastighedsreducerende effekt gennem krydsene.

I det efterfølgende afsnit gennemgås resultaterne af de statistiske test for hver af de tre betragtede kryds. Middelværdierne testes for fire forskellige situationer, for hver af de seks detektorer, jf. tabel 19.

	<i>Før ON</i>	<i>Efter OFF</i>
<i>Før OFF</i>	1	3
<i>Efter ON</i>	2	4

Tabel 19. Angivelse af de fire forskellige situationer, der testes for, ved hver af de seks detektorer – for alle tre kryds. Nummeret i tabellen angiver, hvilken situation, der er tale om.

Ved at teste de nævnte par af middelværdier, er det muligt at dokumentere tavlernes effekt i efter-perioden (situation 2) samt fra før- til efter-perioden (situation 3 og 4). Herudover er det muligt at dokumentere, om der sker en signifikant hastighedsreduktion som følge af svingende trafik, men hvor trafikanterne ikke bliver påvirket af en variable hastighedstavle (situation 1).

For at teste to middelværdier mod hinanden anvendes en t-test for to middelværdier med et signifikansniveau på 5 %. Der testes for, om middelværdierne er signifikant ens eller forskellige. I den følgende del af kapitlet gennemgås kun resultaterne af de statistiske tests af de fire situationer. Argumentation, hypoteser og fremgangsmåde for brugen af t-test for to middelværdier kan ses i Bilag A. Ydermere henvises til øvrige beregningsgange, der findes på den vedlagte CD.

Før at kunne udføre t-test for to middelværdier er der forskellige forudsætninger, der skal være opfyldt. Blandt andet er det en forudsætning, at de anvendte stikprøver er normalfordelte og at stikprøverne, såvel som observationerne i stikprøverne, er uafhængige af hinanden. Ved stikprøver menes de dataudtræk, der er foretaget på hver detektor for hhv. før- og efter-perioden samt ved tændt og slukket tavle.

Udover de nævnte parametre er det også nødvendigt at afgøre, om der er varianshomogenitet mellem stikprøverne. t-test for to middelværdier kræver, at der er varianshomogenitet, men er dette ikke opfyldt, er det muligt at nedjustere antallet af frihedsgrader, hvormed det stadig er muligt at anvende t-test for to middelværdier. Nedjusteringen af frihedsgraderne medfører, at den opstillede hypotese bliver svær at forkaste. (Ayyub, McCuen 2003)

I Bilag A blev det fundet, at alle de betragtede stikprøver er normalfordelte og at stikprøver, såvel som observationerne i stikprøverne, er uafhængige. Ydermere blev det fundet, at der ikke var varianshomogenitet imellem alle stikprøverne, hvorfor der i disse tilfælde udføres t-test for to middelværdier, hvor frihedsgraderne nedjusteres.

11.1 BAJLUMVEJ

Før- og efterundersøgelsen af effekten af de variable hastighedstavler ved Bajlumvej viste i flere tilfælde, at både middelhastigheden og 85 % fraktilen faldt som følge af de variable hastighedstavler. I tabel 20 er p-værdien fra resultaterne af t-testen for to middelværdier vist. Her ses det tydeligt, at de betragtede middelværdier for alle detektorerne er signifikant forskellige fra hinanden, idet p-værdierne ligger langt under det valgte signifikansniveau på 0,05. Ud fra de lave p-værdier, kan det også konkluderes, at et lavere signifikansniveau ikke vil ændre på, at middelværdierne er signifikant forskellige.

		<i>Før ON</i>	<i>Efter OFF</i>
		<i>p-værdi (2-halet)</i>	
<i>Før OFF</i>	<i>Detektor 1</i>	$2,54 * 10^{-19}$	$6,83 * 10^{-5}$
	<i>Detektor 2</i>	$4,53 * 10^{-35}$	$4,56 * 10^{-28}$
	<i>Detektor 3</i>	$1,70 * 10^{-200}$	$1,32 * 10^{-14}$
	<i>Detektor 4</i>	$6,80 * 10^{-112}$	$1,40 * 10^{-3}$
	<i>Detektor 5</i>	0	$4,33 * 10^{-13}$
	<i>Detektor 6</i>	0	$8,44 * 10^{-4}$
<i>Efter ON</i>	<i>Detektor 1</i>	$2,79 * 10^{-92}$	0
	<i>Detektor 2</i>	0	0
	<i>Detektor 3</i>	$1,80 * 10^{-197}$	0
	<i>Detektor 4</i>	$1,66 * 10^{-28}$	0
	<i>Detektor 5</i>	$3,36 * 10^{-56}$	0
	<i>Detektor 6</i>	$3,73 * 10^{-21}$	0

Tabel 20. Resultat af t-test for to middelværdier ved krydset ved Bajlumvej, ($\alpha = 0,05$). Alle værdier i tabellen er udregnet via Excel.

Ved at gennemføre statistiske test på middelværdierne fra de fire situationer er det vist, at de variable hastighedstavler på rute 26 i krydset ved Bajlumvej har en signifikant hastighedsreducerende effekt på middelhastigheden.

11.2 VESTMORSVEJ

Før- og efterundersøgelsen af effekten af de variable hastighedstavler ved Vestmorsvej viste, at middelhastigheden i efter-perioden faldt som følge af de variable hastighedstavler. Herudover viste undersøgelsen også, at hastigheden fra tændt til slukket tavle i før-perioden faldt og at hastigheden steg fra før til efter-perioden – både med tændt og slukket tavle.

I tabel 21 er p-værdien fra resultaterne af t-testen for to middelværdier vist. Her ses det tydeligt, at de betragtede middelværdier for alle detektorerne er signifikant forskellige fra hinanden, idet p-værdierne ligger langt under det valgte signifikansniveau på 0,05. Resultatet af t-testen viser dermed, at de variable hastighedstavler medvirker til en signifikant ændring i hastigheden, men at trafikanterne også sætter hastigheden signifikant ned, når de kan se svingende trafikanter, uden at de bliver påvirket af en variable tavle. Da hastigheden fra før- til efter-perioden er steget signifikant, kan det også konkluderes, at trafikanterne kører med signifikant lavere hastighed i vinterperioden, hvor der må forventes vinterføre. Stigningen i hastigheden fra før- til efter-perioden kan

STATISTISKE TESTS

dermed ikke tillægges de variable hastighedstavler, da sammenligningsgrundlaget er misvisende.

Ligesom for Bajlumvej kan det konkluderes, at et lavere signifikansniveau ikke vil ændre på, at middelværdierne er signifikant forskellige.

		<i>Før ON</i>	<i>Efter OFF</i>
		<i>p-værdi (2-halet)</i>	
<i>Før OFF</i>	<i>Detektor 1</i>	$3,65 * 10^{-10}$	$3,9 * 10^{-180}$
	<i>Detektor 2</i>	$2,1 * 10^{-139}$	$1,4 * 10^{-94}$
	<i>Detektor 3</i>	$4,5 * 10^{-10}$	$1,4 * 10^{-111}$
	<i>Detektor 4</i>	$7,0 * 10^{-138}$	$2,69 * 10^{-79}$
	<i>Detektor 5</i>	$9,9 * 10^{-138}$	$1,5 * 10^{-5}$
	<i>Detektor 6</i>	$7,4 * 10^{-230}$	$2,28 * 10^{-20}$
<i>Efter ON</i>	<i>Detektor 1</i>	$1,19 * 10^{-24}$	$1,97 * 10^{-84}$
	<i>Detektor 2</i>	$2,24 * 10^{-19}$	0
	<i>Detektor 3</i>	0,002	0
	<i>Detektor 4</i>	$1,24 * 10^{-47}$	0
	<i>Detektor 5</i>	$6,04 * 10^{-12}$	0
	<i>Detektor 6</i>	$4,5 * 10^{-5}$	0

Tabel 21. Resultat af t-test for to middelværdier ved krydset ved Vestmorsvej, ($\alpha = 0,05$). Alle værdier i tabellen er udregnet via Excel.

11.3 LYNGBRO

Før- og efterundersøgelsen af effekten af de variable hastighedstavler ved Lyngbro viste, at middelhastigheden i efter-perioden faldt som følge af de variable hastighedstavler. Herudover viste undersøgelsen, at trafikanterne satte hastigheden ned gennem krydset når der var svingende trafikanter, uden at de blev påvirket af en variabel hastighedstavle. Hastigheden fra før- til efter-perioden steg ved slukket tavle, men middelværdierne viste et mindre fald fra før- til efter-perioden med tændt tavle.

I tabel 22 er p-værdien fra resultaterne af t-testen for to middelværdier vist. Her ses det tydeligt, at de betragtede middelværdier for flere af detektorerne er signifikant forskellige fra hinanden, idet p-værdierne ligger langt under det valgte signifikansniveau på 0,05. Ved detektor 1 og 4, for Før-Efter situationen med tændt tavle, viser testen, at middelhastighederne er signifikant ens og at faldet i hastigheden dermed ikke er signifikant.

Resultatet af t-testen viser dermed, at de variable hastighedstavler medvirker til en signifikant ændring i hastigheden, både i før- og efter-perioden og at trafikanterne dermed også sætter hastigheden signifikant ned, når de kan se svingende trafikanter, uden at de bliver påvirket af en variable hastighedstavle. Da hastigheden fra før- til efter-perioden med slukket tavle er steget signifikant, kan det også konkluderes, at trafikanterne kører med signifikant lavere hastighed i vinterperioden, hvor der må forventes vinterføre. For Lyngbro kan det også konkluderes, at trafikanterne kører signifikant lavere ved flere af detektorerne i efter-perioden med tændt tavle, i forholdt til før-perioden, hvor trafikanterne ikke kan se de variable hastighedstavler. Ligesom for Vestmorsvej skal det dog tages i betragtning, at sammenligningsgrundlaget for før- og efter-perioderne er misvisende, da før- og efterdata er indsamlet i hhv. vinter- og forårsmåned.

Ligesom for de øvrige kryds kan det konkluderes, at et lavere signifikansniveau ikke vil ændre på, at flere af middelværdierne er signifikant forskellige.

		<i>Før ON</i>	<i>Efter OFF</i>
		<i>p-værdi (2-halet)</i>	
<i>Før OFF</i>	<i>Detektor 1</i>	0,001	$8,5 * 10^{-209}$
	<i>Detektor 2</i>	$4,6 * 10^{-23}$	$4,0 * 10^{-248}$
	<i>Detektor 3</i>	$6,93 * 10^{-81}$	$1,4 * 10^{-178}$
	<i>Detektor 4</i>	$1,35 * 10^{-21}$	$4,61 * 10^{-94}$
	<i>Detektor 5</i>	$3,26 * 10^{-64}$	$8,9 * 10^{-103}$
	<i>Detektor 6</i>	$2,58 * 10^{-91}$	$1,7 * 10^{-121}$
<i>Efter ON</i>	<i>Detektor 1</i>	0,26	$3,0 * 10^{-136}$
	<i>Detektor 2</i>	$1,55 * 10^{-18}$	0
	<i>Detektor 3</i>	$3,72 * 10^{-9}$	0
	<i>Detektor 4</i>	0,06	$1,4 * 10^{-146}$
	<i>Detektor 5</i>	$7,93 * 10^{-19}$	0
	<i>Detektor 6</i>	$2,6 * 10^{-25}$	0

Tabel 22. Resultat af t-test for to middelværdier ved krydset ved Lyngbro, ($\alpha = 0,05$). Alle værdier i tabellen er udregnet via Excel.

12 TRAFIKSIKKERHEDSMÆSSIGE EFFEKTER

I og med, at de statistiske tests er udført med en stor mængde observationer, vil det alt andet lige være nemmere at dokumentere, at selv den mindste ændring i middelhastighederne vil være en signifikant ændring. Det er derfor interessant at se nærmere på, i hvor stor en grad de faktiske ændringer i middelhastighederne vil have en effekt på antallet af uheld i de tre betragtede kryds, eller om denne ændring vil være så minimal, at de variable hastighedstavler er unødvendige og derved ikke er rentable.

I det følgende afsnit, vil ændringerne i middelværdierne, som følge af de variable hastighedstavler, betragtes ud fra Power modellen, der gør det muligt, at få en indikation af, hvor meget hastighedsreduktionen betyder for antallet af uheld i de betragtede kryds. I Power modellen er det muligt at sætte ændringen af middelhastigheden i relation til ændringen i antallet af uheld ud fra forskellige sæt af potensfunktioner, jf. Bilag B. Der skal i det følgende tages højde for, at det kun er dokumenteret, at middelværdierne er signifikant forskellige og ikke med hvor mange km/t, de er forskellige. Dermed giver Power modellen kun en indikation af, hvilken reduktion i antallet uheld, der kan forventes.

I Bilag B er det beskrevet, hvilken potens, der skal anvendes i Power modellen for at finde ændringen i antallet af uheld indenfor forskellige skadesgrader. I dette kapitel vil fire forskellige niveauer af skadesgrader betragtes, hhv. dræbte, alvorligt tilskadekomne, lettere tilskadekomne samt materielle skader.

12.1 BAJLUMVEJ

I krydset ved Bajlumvej blev det i før- og efterundersøgelsen af effekten af de variable hastighedstavler vist, at middelhastigheden i flere af de beskrevne situationer faldt som følge af de variable hastighedstavler. I tabel 23 ses den procentvise ændring i antallet af uheld, som følge af ændringen i middelværdierne på de respektive detektorer.

Ud fra tabellen ses det, at den procentvise ændring i antallet af uheld sker, hvor de største ændringer i middelværdierne blev set, jf. tabel 13. Ved flere af detektorerne kan der, som følge af de variable hastighedstavler, forventes en reduktion i antallet af dræbte på op til ca. 40 %.

TRAFIKSIKKERHEDSMÆSSIGE EFFEKTER

Som tidligere beskrevet kan det diskuteres, om de variable hastighedstavler er nødvendige for den sydgående trafik, da de i forvejen nedsætter hastigheden gennem krydset, grundet de gode oversigtsforhold. Ses der på den procentvise reduktionen i antallet af uheld for den sydgående trafik, reduceres antallet af uheld kun med ca. 5 – 9 % som følge af de variable hastighedstavler. Selvom en reduktion i antallet af dræbte på 9 % også har en betydning, må det konkluderes, at rentabiliteten af tavlerne bliver mindre og at det derved bliver svært at forsvare en investering af variable hastighedstavler for netop de sydgående trafikanter.

TRAFIKSIKKERHEDSMÆSSIGE EFFEKTER

Detektorer	Skadesgrad	Før ON	Efter OFF	
		Ændring i uheld %	Ændring i uheld %	
Før OFF	Detektor 1	Dræbte	-7,27	-1,59
		Alvorligt tilskadekomne	-4,91	-1,07
		Lettere tilskadekomne	-2,48	-0,53
		Materielskade	-1,66	-0,36
	Detektor 2	Dræbte	-9,58	-4,35
		Alvorligt tilskadekomne	-6,50	-2,92
		Lettere tilskadekomne	-3,30	-1,47
		Materielskade	-2,21	-0,98
	Detektor 3	Dræbte	-20,92	-3,15
		Alvorligt tilskadekomne	-14,49	-2,11
		Lettere tilskadekomne	-7,53	-1,06
		Materielskade	-5,08	-0,71
	Detektor 4	Dræbte	-16,87	-1,50
		Alvorligt tilskadekomne	-11,59	-1,00
		Lettere tilskadekomne	-5,97	-0,50
		Materielskade	-4,02	-0,34
	Detektor 5	Dræbte	-30,99	-3,06
		Alvorligt tilskadekomne	-21,91	-2,05
Lettere tilskadekomne		-11,63	-1,03	
Materielskade		-7,91	-0,69	
Detektor 6	Dræbte	-35,35	-1,04	
	Alvorligt tilskadekomne	-25,23	-0,69	
	Lettere tilskadekomne	-13,53	-0,35	
	Materielskade	-9,24	-0,23	
Efter ON	Detektor 1	Dræbte	-18,59	-23,29
		Alvorligt tilskadekomne	-12,82	-16,20
		Lettere tilskadekomne	-6,63	-8,46
		Materielskade	-4,47	-5,72
	Detektor 2	Dræbte	-32,71	-36,39
		Alvorligt tilskadekomne	-23,21	-26,04
		Lettere tilskadekomne	-12,37	-14,00
		Materielskade	-8,43	-9,57
	Detektor 3	Dræbte	-24,22	-38,13
		Alvorligt tilskadekomne	-16,88	-27,39
		Lettere tilskadekomne	-8,83	-14,79
		Materielskade	-5,98	-10,12
	Detektor 4	Dræbte	-10,06	-24,09
		Alvorligt tilskadekomne	-6,82	-16,79
		Lettere tilskadekomne	-3,47	-8,78
		Materielskade	-2,33	-5,94
	Detektor 5	Dræbte	-15,25	-39,67
		Alvorligt tilskadekomne	-10,45	-28,60
Lettere tilskadekomne		-5,37	-15,50	
Materielskade		-3,61	-10,62	
Detektor 6	Dræbte	-8,31	-40,10	
	Alvorligt tilskadekomne	-5,62	-28,94	
	Lettere tilskadekomne	-2,85	-15,70	
	Materielskade	-1,91	-10,76	

Tabel 23. Den procentvise ændring i antallet af uheld i krydset ved Bajlumvej, beregnet ud fra Power modellen.

12.2 VESTMORSVEJ

I krydset ved Vestmorsvej blev det i før- og efterundersøgelsen af effekten af de variable hastighedstavler vist, at middelhastigheden i flere af de beskrevne situationer faldt som følge af de variable hastighedstavler. I tabel 24 ses den procentvise ændring i antallet af uheld, som følge af ændringen i middelværdierne på de respektive detektorer.

Lige som for Bajlumvej ses den største procentvise ændring i antallet af uheld ved de detektorer, hvor de største ændringer i middelværdierne blev set, jf. tabel 15. Derved ses også en stigning i antallet af uheld fra før- til efter-perioden ved tændt tavle, da middelhastighederne her er steget. Her skal der igen tages højde for, at dataindsamlingen af før- og efterdata er foretaget i hhv. vinter- og forårsmåneder, hvor hastigheden er forskellig grundet årstiden.

Ses der derimod på den procentvise ændring i antallet af uheld fra efter-perioden med hhv. tændt og slukket tavle, ses det, at trafikanterne har 11 – 33 % mindre risiko for at blive implementeret i et uheld.

I før-perioden ses også en hastighedsreduktion, når der er svingende trafik i krydset. Ud fra tabel 24 ses det, at antallet af dræbte, falder mellem 8 – 31 %, hvilket er nogenlunde den samme reduktion, der ses i efter-perioden, hvor de variable hastighedstavler er synlige for trafikanterne. Det kan derved diskuteres, om de variable hastighedstavler er nødvendige i krydset ved Vestmorsvej, men igen skal der tages højde for dataindsamlingsperioderne.

TRAFIKSIKKERHEDSMÆSSIGE EFFEKTER

Detektorer	Skadesgrad	Før ON	Efter OFF	
		Ændring i uheld %	Ændring i uheld %	
Før OFF	Detektor 1	Dræbte	-7,96	18,11
		Alvorligt tilskadekomne	-5,38	11,73
		Lettere tilskadekomne	-2,73	5,70
		Materielskade	-1,83	3,77
	Detektor 2	Dræbte	-26,26	12,57
		Alvorligt tilskadekomne	-18,38	8,22
		Lettere tilskadekomne	-9,66	4,03
		Materielskade	-6,55	2,67
	Detektor 3	Dræbte	-26,21	14,67
		Alvorligt tilskadekomne	-18,34	9,55
		Lettere tilskadekomne	-9,64	4,67
		Materielskade	-6,53	3,09
	Detektor 4	Dræbte	-22,87	9,82
		Alvorligt tilskadekomne	-15,90	6,44
		Lettere tilskadekomne	-8,29	3,17
		Materielskade	-5,61	2,10
	Detektor 5	Dræbte	-30,79	2,79
		Alvorligt tilskadekomne	-21,76	1,85
Lettere tilskadekomne		-11,54	0,92	
Materielskade		-7,85	0,61	
Detektor 6	Dræbte	-30,75	5,54	
	Alvorligt tilskadekomne	-21,73	3,66	
	Lettere tilskadekomne	-11,53	1,81	
	Materielskade	-7,84	1,21	
Efter ON	Detektor 1	Dræbte	13,76	-11,34
		Alvorligt tilskadekomne	8,98	-7,71
		Lettere tilskadekomne	4,39	-3,93
		Materielskade	2,91	-2,64
	Detektor 2	Dræbte	11,58	-26,91
		Alvorligt tilskadekomne	7,58	-18,86
		Lettere tilskadekomne	3,72	-9,92
		Materielskade	2,46	-6,73
	Detektor 3	Dræbte	3,48	-33,41
		Alvorligt tilskadekomne	2,30	-23,75
		Lettere tilskadekomne	1,15	-12,68
		Materielskade	0,76	-8,64
	Detektor 4	Dræbte	15,94	-18,57
		Alvorligt tilskadekomne	10,36	-12,80
		Lettere tilskadekomne	5,05	-6,62
		Materielskade	3,34	-4,46
	Detektor 5	Dræbte	8,03	-27,26
		Alvorligt tilskadekomne	5,28	-19,12
Lettere tilskadekomne		2,61	-10,07	
Materielskade		1,73	-6,83	
Detektor 6	Dræbte	4,80	-31,24	
	Alvorligt tilskadekomne	3,17	-22,09	
	Lettere tilskadekomne	1,57	-11,74	
	Materielskade	1,05	-7,99	

Tabel 24. Den procentvise ændring i antallet af uheld i krydset ved Vestmorsvej, beregnet ud fra Power modellen.

12.3 LYNGBRO

I krydset ved Lyngbro blev det i før- og efterundersøgelsen af effekten af de variable hastighedstavler ligeledes vist, at middelhastigheden i flere af de beskrevne situationer faldt som følge af de variable hastighedstavler. I tabel 25 ses den procentvise ændring i antallet af uheld, som følge af ændringen i middelværdierne på de respektive detektorer.

Som for de øvrige kryds ses den største procentvise ændring i antallet af uheld ved de detektorer, hvor de største ændringer i middelværdierne blev set, jf. tabel 17. I modsætning til Vestmorsvej, hvor før- og efterdata er indsamlet i de samme perioder som for Lyngbro, ses der ved Lyngbro et fald i middelværdierne fra før- til efter-perioden med tændt tavle og derved antallet af uheld. Her ses de største fald i antallet af dræbte ved de detektorer, der er placeret tættest på krydset og reduktionen i antallet af dræbte ligger mellem 5 – 9 %. I denne ændring indgår de detektorer, hvor middelværdierne var signifikant ens, ikke. Tages dataindsamlingsperioderne i betragtning, hvor før- og efterdata er indsamlet i hhv. vinter- og forårsmåneder, må det konkluderes, at reduktionen er særdeles positiv, da det tyder på, at de variable hastighedstavler har haft en effekt på trafikanterne.

Ses der på den procentvise ændring i antallet af uheld fra efter-perioden med hhv. tændt og slukket tavle, ses det, at de variable hastighedstavler medvirker til et fald i antallet af dræbte på mellem 18 – 33 %. Med en ændring i antallet af dræbte af denne størrelsesorden, må det konkluderes, at opsætningen af de variable hastighedstavler her kan forsvares. Hertil kommer også, at ændringen i antallet af dræbte i før-perioden, fra tændt til slukket tavle, kun ligger mellem 3 – 14 %, hvormed det kan konkluderes, at de variable hastighedstavler har haft en effekt på hastigheden og dermed antallet af uheld i krydset.

TRAFIKSIKKERHEDSMÆSSIGE EFFEKTER

<i>Detektorer</i>	<i>Skadesgrad</i>	<i>Før ON</i>	<i>Efter OFF</i>	
		<i>Ændring i uheld %</i>	<i>Ændring i uheld %</i>	
<i>Før OFF</i>	<i>Detektor 1</i>	Dræbte	-2,97	19,95
		Alvorligt tilskadekomne	-1,99	12,89
		Lettere tilskadekomne	-1,00	6,25
		Materielskade	-0,67	4,12
	<i>Detektor 2</i>	Dræbte	-8,12	20,32
		Alvorligt tilskadekomne	-5,49	13,12
		Lettere tilskadekomne	-2,78	6,36
		Materielskade	-1,86	4,20
	<i>Detektor 3</i>	Dræbte	-13,59	16,92
		Alvorligt tilskadekomne	-9,28	10,98
		Lettere tilskadekomne	-4,75	5,35
		Materielskade	-3,19	3,53
	<i>Detektor 4</i>	Dræbte	-6,99	11,79
		Alvorligt tilskadekomne	-4,71	7,72
		Lettere tilskadekomne	-2,38	3,79
		Materielskade	-1,60	2,51
	<i>Detektor 5</i>	Dræbte	-12,95	13,23
		Alvorligt tilskadekomne	-8,83	8,64
Lettere tilskadekomne		-4,52	4,23	
Materielskade		-3,03	2,80	
<i>Detektor 6</i>	Dræbte	-14,35	14,40	
	Alvorligt tilskadekomne	-9,81	9,38	
	Lettere tilskadekomne	-5,03	4,59	
	Materielskade	-3,38	3,03	
<i>Efter ON</i>	<i>Detektor 1</i>	Dræbte	-1,51	-20,33
		Alvorligt tilskadekomne	-1,01	-14,06
		Lettere tilskadekomne	-0,50	-7,30
		Materielskade	-0,34	-4,93
	<i>Detektor 2</i>	Dræbte	-8,77	-30,33
		Alvorligt tilskadekomne	-5,94	-21,41
		Lettere tilskadekomne	-3,01	-11,35
		Materielskade	-2,02	-7,72
	<i>Detektor 3</i>	Dræbte	-5,70	-30,30
		Alvorligt tilskadekomne	-3,84	-21,39
		Lettere tilskadekomne	-1,94	-11,34
		Materielskade	-1,30	-7,71
	<i>Detektor 4</i>	Dræbte	-1,55	-18,09
		Alvorligt tilskadekomne	-1,04	-12,46
		Lettere tilskadekomne	-0,52	-6,44
		Materielskade	-0,35	-4,34
	<i>Detektor 5</i>	Dræbte	-8,38	-29,56
		Alvorligt tilskadekomne	-5,67	-20,83
Lettere tilskadekomne		-2,87	-11,02	
Materielskade		-1,93	-7,49	
<i>Detektor 6</i>	Dræbte	-9,42	-32,18	
	Alvorligt tilskadekomne	-6,38	-22,81	
	Lettere tilskadekomne	-3,24	-12,14	
	Materielskade	-2,17	-8,27	

Tabel 25. Den procentvise ændring i antallet af uheld i krydset ved Lyngbro, beregnet ud fra Power modellen.

13 SAMMENFATNING

Analysen af variable hastighedstavler som et hastighedsreducerende tiltag ved hhv. Bajlumvej, Vestmorsvej og Lyngbro, viser i flere tilfælde, at de variable hastighedstavler har en hastighedsnedsættende effekt gennem krydsene. Effekten af de variable hastighedstavler er analyseret ud fra fire forskellige situationer, jf. tabel 26. Ved at analysere de forskellige situationer angivet i tabellen, er det muligt at dokumentere, om tavlerne har en effekt i efter-perioden (situation 2) samt fra før- til efter-perioden (situation 3 og 4). Herudover er det muligt at dokumentere, om der sker en signifikant hastighedsreduktion som følge af svingende trafik, men hvor trafikanterne ikke bliver påvirket af de variable hastighedstavler (Situation 1).

	<i>Før ON</i>	<i>Efter OFF</i>
<i>Før OFF</i>	1	3
<i>Efter ON</i>	2	4

Tabel 26. Angivelse af de fire forskellige situationer, krydsene ved hhv. Bajlumvej, Vestmorsvej samt Lyngbro, er analyseret ud fra. Nummeret i tabellen angiver, hvilken situation, der er tale om.

Krydset ved Bajlumvej er et 3-benet kryds, hvor den nuværende hastighedsbegrænsning er 80 km/t gennem krydset. I sommeren 2008 blev der opsat variable hastighedstavler ca. 0 m og 200 m før krydset. Når der blev detekteret sidevejstrafik eller svingende trafik fra rute 26, blev hastigheden sat ned til 60 km/t. På de variable hastighedstavler var der etableret undertavler med angivelsen ”0 – 100 m” samt ”0 – 250 m”.

I analysen af effekten af de variable hastighedstavler ved Bajlumvej blev det i efter-perioden fundet, at det var muligt at reducere middelhastigheden gennem krydset ved brugen af variable hastighedstavler med 4,8 – 9,3 km/t. I før-perioden blev det fundet, at på trods af, at de variable hastighedstavler ikke var synlige for trafikanterne, blev middelhastigheden, ved sidevejstrafik og svingende trafik, sat ned med 1,4 – 8 km/t. Selvom trafikanterne satte hastigheden ned, når der var sidevejstrafik og svingende trafik i før-perioden, viste undersøgelsen, at der fra før- til efter-perioden med tændt tavle skete et fald i middelhastigheden på 1,5 – 6,8 km/t, hvormed det kan konkluderes, at de variable hastighedstavler har haft en effekt på hastigheden. Undersøgelsen viste også, at de skete en reduktion i middelhastigheden, fra før- til efter-perioden med slukket tavle, med 0,3 – 0,7 km/t. Alle hastighedsreduktioner var signifikante.

Undersøgelsen af effekten af de variable hastighedstavler ved Bajlumvej viste også en reduktion ved 85 % fraktilerne, hvor der i efter-perioden skete et fald fra slukket til tændt tavle med 3,8 – 9,9 km/t. I før-perioden fra slukket til tændt tavle, hvor tavlerne ikke var synlige for trafikanterne, blev der fundet en hastighedsreduktion på 1,2 – 9 km/t, hvilket

SAMMENFATNING

bevirker, at hastighedsændringen fra før- til efter-perioden med tændt tavle, kun lå mellem +0,3 – 5,9 km/t. Fra før- til efter-perioden med slukket tavle blev der ved 85 % fraktilen fundet en hastighedsændring på +0,8 – 0,7 km/t.

I analysen af de fundne hastighedsreduktioner, blev det fundet, at oversigtsforholdet i krydset havde en afgørende rolle på størrelsen af hastighedsreduktionen. I krydset ved Bajlumvej var der gode oversigtsforhold for de sydgående trafikanter, hvilket betød, at trafikanter fra denne retning allerede havde taget bestik af trafiksituationen forude, hvorfor de ikke, i så høj grad, blev påvirket af de variable hastighedstavler, som de nordgående trafikanter. Først ca. 200 m før krydset ved Bajlumvej, havde de nordgående trafikanter oversigt over krydset, hvilket betød, at de var mere tilbøjelige til at køre efter de anvisninger, de variable hastighedstavler gav dem. Ud fra analysen af de variable hastighedstavler ved Bajlumvej kan det derfor diskuteres, om de variable hastighedstavler er nødvendige for den sydgående trafik, da de i forvejen nedsætter hastigheden, når de kan se svingende trafikanter i krydset.

For at få en indikation af, hvad ændringen i middelhastigheden har betydet for antallet af uheld i krydset, er Power modellen anvendt. Her blev det fundet, at det var muligt at nedsætte antallet af dræbte med op til 40 %, hvorved der kan argumenteres for brugen af de variable hastighedstavler. For de sydgående trafikanter var det kun muligt at opnå en reduktion i antallet af dræbte på mellem 5 – 9 %, da disse trafikanter i forvejen satte hastigheden, når der var svingende trafik i krydset. Selvom en reduktion i antallet af dræbte på 9 % er positiv, kan der ikke argumenteres for, at de variable hastighedstavler er rentable for de sydgående trafikanter.

Krydset ved Vestmorsvej er et 4-benet kryds. Inden de variable hastighedstavler blev sat op, havde strækningen motortrafikvej-status med en hastighedsbegrænsning på 90 km/t. Efter de variable hastighedstavler blev etableret i vinteren 2009, blev hastigheden 400 m før krydset sat ned 80 km/t. Når der blev detekteret sidevejstrafik eller svingende trafik fra rute 26, blev hastigheden sat ned til 70 km/t.

I analysen af effekten af de variable hastighedstavler ved Vestmorsvej blev der i efter-perioden fundet, at det var muligt at reducere middelhastigheden gennem krydset ved brugen af variable hastighedstavler med 2,4 – 7,4 km/t. I før-perioden blev det fundet, at på trods af, at de variable hastighedstavler ikke var synlige for trafikanterne, blev middelhastigheden, ved sidevejstrafik og svingende trafik, sat ned med 1,6 – 6,5 km/t. Fra før- til efter-perioden med tændt tavle skete der en stigning i middelhastigheden på +0,6 – +2,6 km/t, hvormed det kan konkluderes, at hastigheden fra før- til efter-perioden er steget. Denne stigning må tillægges det, at dataindsamlingsperioderne for før- og efterdata er foregået i hhv. vinter- og forårsmåneder, hvor hastigheden, alt andet lige, er forskellige grundet årstidens forhold. Undersøgelsen viste også, at middelhastigheden fra

før- til efter-perioden med slukket tavle steg med +0,4 – +3,4 km/t. Alle hastighedsændringerne var signifikante.

Undersøgelsen af effekten af de variable hastighedstavler ved Vestmorsvej viste også en reduktion ved 85 % fraktilerne, hvor der i efter-perioden skete et en hastighedsændring fra slukket til tændt tavle med +2,8 – 11,7 km/t. I før-perioden fra slukket til tændt tavle, hvor tavlerne ikke var synlige for trafikanterne, blev der fundet en hastighedsreduktion på 3,8 – 8,7 km/t, hvilket bevirker, at der fra før- til efter-perioden med tændt tavle skete en stigning i hastigheden på +0,4 – +6,3 km/t. Fra før- til efter-perioden med slukket tavle blev der ved 85 % fraktilen fundet en hastighedsændring på 0,3 – +3,8 km/t.

I analysen af de fundne hastighedsreduktioner, blev det fundet, at oversigtsforholdene over krydset var gode for de nordvestgående trafikanter. Dermed har de nordvestgående trafikanter haft gode muligheder for at vurdere trafiksituationen lang tid før, de passerer krydset. I forhold til de sydøstgående trafikanter, sænker de nordvestgående trafikanter derfor ikke hastigheden i så høj en grad som de sydøstgående, der først har fuld oversigt over krydset ca. 200 m før. Ud fra de fundne hastighedsreduktioner, kan det dog ikke konkluderes, at oversigtsforholdene spiller så stor en rolle, som ved krydset ved Bajlumvej.

Ud fra analysen af middelhastighederne, blev det fundet at hastighedsreduktionen i før-perioden er nogenlunde den samme som for efter-perioden, hvor de variable hastighedstavler er synlige for trafikanterne. Det kan derfor diskuteres, om variable hastighedstavler for krydset ved Vestmorsvej er nødvendige, da trafikanterne i forvejen nedsætter hastigheden når der er svingende trafik. Her skal der dog tages højde for de betragtede dataindsamlingsperioder, da det må forventes, at en del af de hastighedsreduktioner, der ses i før-perioden, må bero på vinterføre.

For at få en indikation af, hvad ændringen i middelhastigheden har betydet for antallet af uheld i krydset, er Power modellen ligeledes blevet anvendt ved krydset ved Vestmorsvej. Her blev det fundet, at det i efter-perioden fra slukket til tændt tavle var muligt at reducere antallet af dræbte med 11 – 33 % som følge af de variable hastighedstavler. I før-perioden blev det fundet, at antallet af dræbte, blev reduceret med 8 – 31 %, hvilket er nogenlunde den samme reduktion, der ses i efter-perioden, hvor de variable hastighedstavler er synlige for trafikanterne.

Krydset ved Lyngbro er et 4-benet kryds. Inden de variable hastighedstavler blev sat op ved krydset, havde strækningen motortrafikvej-status med en hastighedsbegrænsning på 90 km/t. Efter de variable hastighedstavler blev etableret i vinteren 2009, blev hastigheden 400 m før krydset sat ned til 80 km/t. Ligesom for Vestmorsvej blev

SAMMENFATNING

hastigheden sat ned til 70 km/t, når der blev detekteret sidevejstrafik eller svingende trafik fra rute 26.

I analysen af effekten af de variable hastighedstavler ved Lyngbro blev det i efter-perioden fundet, at det var muligt at reducere middelhastigheden gennem krydset med 3,9 – 7,3 km/t. I før-perioden blev middelhastigheden, når der var sidevejstrafik eller svingende trafikanter fra rute 26, sat ned med 0,6 – 2,9 km/t. Selvom trafikanterne sætter hastigheden ned, når der er sidevejstrafik og svingende trafikanter fra rute 26, viste undersøgelsen, at der fra før- til efter-perioden med tændt tavle skete et fald i middelhastigheden på 0,2 – 1,8 km/t. Faldet i middelhastigheden er ikke forventet, da før- og efterdata er indsamlet over forskellige måneder, hvor årstiden spiller en rolle for trafikanternes valg af hastighed. Samtidig viste undersøgelsen fra Vestmorsvej, at hastigheden fra før- til efter-perioden steg, hvormed reduktionen ved Lyngbro må anses som særdeles positiv – de to kryds har haft nogenlunde samme dataindsamlingsperioder. Undersøgelsen viste dog, at middelhastigheden fra før- til efter-perioden med slukket tavle steg med +2,2 – +3,7 km/t. Alle hastighedsændringerne var signifikante, undtagen ved detektor 1 og 4 for situationen Før-Efter ON.

Undersøgelsen af effekten af de variable hastighedstavler ved Lyngbro viste også en reduktion ved 85 % fraktilerne, hvor der i efter-perioden skete et fald fra slukket til tændt tavle med 2,3 – 8,2 km/t. I før-perioden fra slukket til tændt tavle, hvor tavlerne ikke var synlige for trafikanterne, blev der fundet en hastighedsreduktion på 1,0 – 4,3 km/t. Fra før- til efter-perioden med tændt tavle var hastighedsændringen på 3,5 – +4,3 km/t. Fra før- til efter-perioden med slukket tavle steg hastigheden ved 85 % fraktilen med +1,4 – +5,6 km/t.

For at få en indikation af, hvad ændringen i middelhastigheden har betydet for antallet af uheld i krydset, er Power modellen, som for de øvrige kryds, anvendt. Her blev der i efter-perioden, fra slukket til tændt tavle, fundet, at det var muligt at nedsætte antallet af dræbte med 18 – 33 %. I før-perioden blev det fundet, at antallet af dræbte, blev reduceret med 3 – 14 %, hvormed det kan konkluderes, at de variable hastighedstavler har en effekt på hastigheden gennem krydset og dermed også på antallet af uheld. Der kan derfor argumenteres for, at de variable hastighedstavler ved Lyngbro er rentable.

Samlet for alle de tre betragtede kryds kan det konkluderes, at de variable hastighedstavler har haft en effekt i større eller mindre grad og at variable hastighedstavler, ud fra undersøgelsesresultater, kan anbefales. For at få et mere pålideligt resultat af en før- og efterundersøgelse, må det dog konkluderes, at det er nødvendigt at koordinere dataindsamlingsperioderne på en sådan måde, at både før- og efterdata har de samme vejrlig forhold, da det ud fra analyserne ved Vestmorsvej og Lyngbro, kan konkluderes, at årstidens forhold gør sig gældende i undersøgelsens

resultater. Samtidig viste undersøgelserne, at effekten af de variable hastighedstavler blev mindre, når der var gode oversigtsforhold i krydsene. Oversigtsforholdene er derfor en nødvendig faktor, der skal tages højde for inden der etableres variable hastighedstavler i kryds på veje i åbent land.

14 DISKUSSION

Ved at sammenligne de undersøgelser, der på nuværende tidspunkt foreligger indenfor brugen af variable hastighedstavler som et hastighedsreducerende tiltag i kryds, med de analyserede kryds ved Bajlumvej, Vestmorsvej og Lyngbro, er det muligt at undersøge, om forskellige faktorer, kan have påvirket de fremkomne resultater. Det er dermed muligt at vurdere, om der er særlige faktorer, der kan styrke eller svække en given anbefaling på området.

De faktorer, der kan forventes at spille en særlig rolle for resultatet af effekten af de variable hastighedstavler er:

- Udformningen af de respektive kryds
- Oversigtsforhold
- Mængden af trafik i krydsene
- Dataindsamlingsperioder
- Svingende trafik
- Udformningen af de variable hastighedstavler

I det efterfølgende afsnit vil de forskellige undersøgelser blive sammenlignet ud fra de nævnte faktorer.

14.1 KRYDSUDFORMNING

Ses der på udformningen af de kryds, der indgår i undersøgelserne, er der både indeholdt 3- og 4-benet kryds. I krydsene fra de svenske undersøgelser er der etableret busstoppesteder samt shuntspor ved sidevejene i enkelte af krydsene. Herudover er der i krydsene etableret opstribede heller, hvilket også ses i danske undersøgelser ved krydset ved Hundested og Idvej.

I de tre undersøgelser ved hhv. Bajlumvej, Vestmorsvej samt Lyngbro er der etableret faste heller, ligesom det også er tilfældet ved Istedrødvej. I alle krydsene er der etableret svingspor. Udformningen af krydsene, mht. svingspor og helleudformning, er i de engelske undersøgelser, ikke angivet.

De største hastighedsreduktioner som følge af de variable tavler blev fundet ved krydset ved Vanneberga, Fogdarp, Felthorpe, Bradford samt ved hhv. Bajlumvej, Vestmorsvej og Lyngbro. Ved at se på udformningen af de respektive kryds, kan det ikke umiddelbart siges, om udformningen af krydsene kan have en medvirkende faktor, i reduktionen af

hastigheden, da alle de nævnte kryds, er udformet vidt forskelligt. De største hastighedsreduktioner ses dog ved de svenske kryds, hvor hellerne er opstribede og de store hastighedsreduktioner kan evt. tillægges det, at modkørende trafikanter ikke føler sig så adskilte, som ved faste heller, og derved sætter hastigheden ned.

14.2 OVERSIGTSFORHOLD

Oversigtsforholdene er i flere af de betragtede undersøgelser fra litteraturstudiet ikke beskrevet, og det kan derfor ikke påvises, om disse forhold gør sig gældende i de fundne resultater. I undersøgelserne fra Bajlumvej, Vestmorsvej og Lyngbro er krydslokaliteterne blevet besigtiget, og ud fra resultaterne af undersøgelserne, viste det sig, at der var en mindre reduktion i hastigheden som følge af de variable hastighedstavler, ved de retninger i krydset, der havde gode oversigtsforhold. Det kunne tyde på, at variable hastighedstavler har mindre effekt på hastigheden gennem krydset, når trafikanterne i forvejen har overblik over krydsene og derved i godt tid kan tage bestik af trafiksituationen.

14.3 TRAFIKMÆNGDE

Ses der på mængden af trafik i krydsene, ligger antallet af biler pr. hverdagsdøgn mellem 6.000 – 12.000 køretøjer i de danske og svenske undersøgelser. I den engelske undersøgelse er mængden af trafik ikke opgivet. Det kan ikke, ud fra de fundne hastighedsreduktioner, siges, om mængden af trafik i krydsene spiller en rolle på effekten af de variable hastighedstavler, da de største hastighedsreduktioner er fundet i kryds med forskellig mængde trafik.

14.4 DATAINDSAMLINGSPERIODER

Dataindsamlingsperioderne for de anvendte hastighedsregistreringer i undersøgelserne er formentlig en faktor, der kan påvirke resultaterne. I de engelske undersøgelser er data indsamlet via detektorer i asfalten over minimum syv sammenhængende dage, hvormed weekender formentlig ikke er sorteret fra.

I de svenske undersøgelser er førdata indsamlet i efteråret og efterdata i foråret ved hjælp af detektorer og kameraovervågning. Ved undersøgelserne ved Hundested og Idvej er data registeret over en hverdag, hvor langsomt kørende køretøjer og biler er adskilt i undersøgelsen.

Ved Bajlumvej er før- og efterdata indsamlet i efteråret. Ved Vestmorsvej og Lyngbro er før- og efterdata indsamlet over hhv. vinter- og forårsmåned.

Af de nævnte dataindsamlingsperioder ses det, at resultaterne af undersøgelserne kun kan sammenlignes ved Vestmorsvej og Lyngbro, men at før- og efterdata er indsamlet over måneder, hvor der må forventes forskelligt føre grundet årstiden. Dette gør, at resultaterne fra før- til efter-perioden bliver usammenlignelige.

Ses der på undersøgelserne fra England samt krydsene ved Hundested og Idvej, er data indsamlet over en så kort periode, at det ikke kan udelukkes, at en del af den hastighedsreduktion, der ses i undersøgelserne, kan bero på tilfældigheder. I undersøgelserne fra England, angives det ikke, om resultaterne er signifikante.

Ud fra dataindsamlingsperioderne må det forventes, at undersøgelserne fra Sverige og Bajlumvej er de mest pålidelige, da dataindsamlingen er foregået over længere tid og at før- og efterdata er indsamlet over sammenlignelige måneder. I de svenske undersøgelser angives det ikke, om svingende trafikanter er sorteret fra, og det kan derfor ikke siges, om de store hastighedsreduktioner, beror her på.

14.5 SVINGENDE TRAFIK

Frasortering af svingende trafik, er et af de aspekter, da kan påvirke resultatet af de variable hastighedstavler. I flere af de udenlandske undersøgelser angives det ikke, om svingende trafik er sorteret fra, og de hastighedsreduktioner, der ses i disse undersøgelser, kan derfor være påvirket heraf. I de danske undersøgelser fra Hundested og Idvej er alle svingende trafikanter sorteret fra, og det kan derfor forventes, at resultaterne af effekten af de variable hastighedstavler, ved disse undersøgelser, er solide. Ved Bajlumvej, Vestmorsvej og Lyngbro er svingende trafik sorteret fra i form af, at hastigheder under 40 km/t er sorteret fra. Ved resultaterne af disse undersøgelser må det forventes, at der vil være lidt usikkerheder, i og med, at enkelte svingende trafikanter formodentligt har hastigheder over 40 km/t.

14.6 TAVLERNES UDFORMNING

En af de faktorer, der spiller en væsentlig rolle i effekten af de variable tavler er, hvordan tavlerne er udformet samt hvilken hastighed, der skiltes ned til, når der detekteres sidevejstrafik eller svingende trafik fra primærvejen.

I de engelske forsøgsprojekter er der anvendt variable tavler, med angivelsen af et kryds samt teksten ”SLOW DOWN”. Disse tavler skiller sig ud fra de øvrige undersøgelser,

hvor der har været anvendt variable hastighedstavler. I de engelske undersøgelser blev nogle af de største hastighedsreduktioner fundet, og reduktionerne kan til dels tillægges tavlernes udformning, da trafikantundersøgelsen viste, at flere trafikanter mente, at en tændt tavle udløste en bøde. Samtidig blev tavlen kun aktiveret, når trafikanterne overskred hastighedsgrænsen på strækningen.

I de øvrige undersøgelser, hvor der har været anvendt variable hastighedstavler, ses også store hastighedsreduktioner, og det kan derfor ikke siges, om de variable tavler fra England giver en større hastighedsreduktion end de øvrige.

I de danske undersøgelser fra Hundested, Idvej samt ved Bajlumvej, var den variable hastighedstavle også udstyret med en undertavle. Ud fra undersøgelsernes resultater kan det ikke siges, om dette har haft en effekt på hastighedsreduktionen, men undertavler, med angivelsen af ”Svingende trafik” og ”Krydsende trafik”, må, alt andet lige, give trafikanterne en ekstra information om, hvorfor de skal sætte hastigheden ned.

Ses der på størrelsen af den hastighed, tavlerne skiltes ned til, kan det ikke ud fra undersøgelse siges, om der opnås en større hastighedsreduktion, jo mere hastigheden skiltes ned ved svingende trafik. I de Svenske undersøgelser ses en tendens til, at når hastigheden på de variable hastighedstavler sænkes med 20 km/t eller mere, opnås en større hastighedsreduktion, end når der kun skiltes ned med 10 km/t. Denne tendens ses dog ikke ved de danske undersøgelser fra litteraturstudiet, hvor de største hastighedsreduktioner ses, når der skiltes ned med 10 km/t. Det kan derfor ikke siges, om størrelsen af hastighedsreduktionen bliver påvirket af, hvor meget hastigheden skiltes ned.

14.7 SAMMENFATNING

Anskues undersøgelsernes samlede resultater, er der i alle tilfælde fundet hastighedsreduktioner som følge af brugen af variable tavler. Af diskussionen fremgår det dog, at det ikke umiddelbart er muligt at sammenligne resultaterne af de forskellige undersøgelser, da forsøgsprojekterne er opstillet under vidt forskellige forhold, der kan have indflydelse på trafikanternes hastighedsvalg. Faktorer som busstoppesteder, oversigtforhold, trafikmængde, tavleudformning og antallet af sideveje, er blot nogle af de aspekter, der indgår i de forskellige undersøgelser, og må, alt andet lige, have en betydning for hastigheden. Samtidig må dataindsamlingsmetoden, den periode dataene er indsamlet over samt frasortering af sidevejstrafik, også spille en rolle.

Af den overnævnte diskussion fremgår det dog, at der er en tendens til, at der ikke ses en så stor effekt ved variable hastighedstavler, når der er gode oversigtsforhold i krydsene,

og i en videre anbefaling af variable hastighedstavler, er det et aspekt, der skal tages højde for, når rentabiliteten af tavlerne skal vurderes.

15 KONKLUSION

I denne rapport er der set nærmere på effekten af variable hastighedstavler som et hastighedsreducerende tiltag i kryds på veje i åbent land. Herudover er der set på, hvor meget variable hastighedstavler kan være medvirkende til at reducere antallet af uheld. For at kunne belyse effekten af de variable hastighedstavler, er der set på den forskning, der på nuværende tidspunkt foreligger på området. Herudover er indsamlede hastighedsdata fra tre kryds langs rute 26 ved hhv. Bajlumvej, Vestmorsvej samt Lyngbro, hvor Vejdirektoratet i 2008 og 2009 har opsat variable hastighedstavler, blevet analyseret. Hastighedsdataene er blevet analyseret ud fra beregnede middelværdier og 85 % fraktiler, hvorved det har været muligt at dokumentere, om de variable hastighedstavler har haft en hastighedsnedsættende effekt gennem krydsene. De fundne hastighedsreduktioner er ydermere blevet behandlet ud fra Power modellen, hvorved det har været muligt at finde den forventede ændring i antallet af uheld ved de respektive kryds, som følge af hastighedsreduktionen.

Gennemgangen af den nuværende forskning på området viste, at det var muligt at reducere:

- Middelhastigheden med op til 15 km/t.
- Hastigheden ved 85 % fraktilen med op til 9 km/t.
- Omkostningerne forbundet med uheld med op til 42 %. I undersøgelserne ses dog kun en tendens til et faldende antal uheld pr. år, da de variable tavler kun har været i drift over et par år.

Analysen af de tre kryds ved hhv. Bajlumvej, Vestmorsvej og Lyngbro viste, at det var muligt at reducere:

- Middelhastigheden med op til 9 km/t.
- Hastighederne ved 85 % fraktilen med op til 12 km/t.
- Antallet af dræbte med op til 40 %. Denne betragtning er foretaget ud fra Power modellen.

Ud fra de betragtede undersøgelser kan det konkluderes, at variable hastighedstavler ved kryds på veje i åbent land har haft en effekt på hastigheden gennem krydsene og dermed antallet af uheld. Dermed kan det også konkluderes, at trafikanterne accepterer de variable hastighedstavler og efterkommer dem.

15.1 VURDERING AF UNDERSØGELSERNE

Gennemgangen af de danske, engelske og svenske undersøgelser vedrørende brugen af variable tavler ved kryds på veje i åbent land samt analysen af de tre betragtede kryds ved hhv. Bajlumvej, Vestmorsvej og Lyngbro viste tydeligt, at variable hastighedstavler har en positiv effekt på hastigheden.

I kapitel 14 Diskussion blev de betragtede undersøgelser sammenlignet ud fra forskellige faktorer, der kunne påvirke de fremkomne resultater. Derved var det muligt at vurdere, om der var særlige faktorer, der kunne påvirke effekten af de variable hastighedstavler, og som dermed kunne styrke eller svække en given anbefaling på området. Her blev det fundet, at det ikke var muligt at sammenligne resultaterne af de forskellige undersøgelser, da forsøgsprojekterne var opstillet under forskellige forhold, der kunne påvirke trafikanternes hastighed. Blandt andet var faktorer som busstoppesteder, oversigtforhold, trafikmængde, tavleudformning og antallet af sideveje, nogle af de aspekter, der indgik i de forskellige undersøgelser, og må, alt andet lige, være en medvirkende faktor i trafikanternes hastighedsvalg.

Herudover er dataindsamlingsmetoden, den periode dataene er indsamlet over, samt frasortering af svingende trafikanter vidt forskellige i de betragtede undersøgelser. Disse faktorer kan være medvirkende til, at der opnås et mere positivt resultat af effekten af de variable hastighedstavler, og det er derfor nødvendigt, at der tages højde herfor, når de endelige resultater anskues.

Anskues undersøgelseernes samlede resultater, kan det konkluderes, at de variable hastighedstavler har haft en effekt på hastigheden, men at der skal tages højde for de nævnte faktorer.

15.2 PERSPEKTIVERING

Selvom resultaterne af de betragtede undersøgelser viser, at variable hastighedstavler er medvirkende til en reduceret hastighed, viser analysen af de tre kryds ved hhv. Bajlumvej, Vestmorsvej og Lyngbro, at der skal tages højde for, at mange faktorer kan spille ind på effekten. Bl.a. viser analysen af disse tre kryds, at trafikanterne flere steder i forvejen sætter hastigheden ned, når de kan se svingende trafik i krydsene. Det kan dermed diskuteres, om variable hastighedstavler på steder, hvor oversigtsforholdene er gode, er nødvendige, idet der ikke opnås en så stor hastighedsreduktion, som på steder, hvor oversigtsforholdene er dårlige.

I krydset ved Bajlumvej blev det i analysen fundet, at der for de sydgående trafikanter, der havde gode oversigtsforhold over krydset, kun kunne opnås en procentvis reduktion i antallet af uheld med ca. 5 – 9 % som følge af de variable hastighedstavler. Selvom en reduktion i antallet af dræbte på 9 % også har en betydning, må det konkluderes, at rentabiliteten af tavlerne bliver mindre, og at det derved bliver svært at forsvare en investering af variable hastighedstavler for netop disse trafikanter. Ved en fremtidig brug af variable hastighedstavler, er det derfor nødvendigt at tage højde for, om trafikanterne i forvejen sætter hastigheden ned, når der er svingende trafik i krydset, da effekten og dermed rentabiliteten af tavlerne bliver mindre.

I forbindelse med en anbefaling af variable hastighedstavler, skal der tages højde for, at der på nuværende tidspunkt ikke har været foretaget langsigtede undersøgelser af variable hastighedstavler, samt hvilke konsekvenser tavlerne får på længere sigt. Blandt andet bør der ses nærmere på, hvordan variable hastighedstavler påvirker effekten af faste tavler, da det ikke kan udelukkes, at trafikanterne lærer, at variable hastighedstavler giver en aktuel og troværdig information, og dermed negligerer værdien af faste tavler. Dette er et vigtigt aspekt, der bør undersøges nærmere i fremtiden.

16 LITTERATURLISTE

- Aagaard-Svendsen, B., Flyvbjerg, B., Nørgaard, B., Sloth, B., Andersen, B., Wichmann, C., Vastrup, C., Østergaard, E., Bennekou, G., Berthelsen, H., Wickmann, J., Christensen, J.E., Lindegaard, J., Graugaard, K., Krog, O., Steen Andersen, O., Madsen, O.B.G., Petersen, O., Henriksen, P., Eriksen, S. & Møller Thomsen, T. Januar 2008, *Danmarks Transportinfrastruktur 2030, Betænkning 1493*, Infrastrukturkommissionen.
- Agerholm, N. 2009, 2-04-2009-last update, *Parkeringsstrategi* [Homepage of Aalborg kommune], [Online]. Available: http://www.aalborgkommune.dk/borgerportal/applikationer/teknisk/Diverse/Parkeringsstrategi_net.pdf [2009, 4/2].
- Ayyub, B.M. & McCuen, R.H. 2003, *Probability, Statistics and Reliability for Engineers and Scientists*, Second Edition, Chapman & Hall/CRC.
- Elvik, R., Christensen, P. & Amundsen, A.H. 2004, *Speed and road accident - An evaluation of the power model*, TØI, Oslo.
- Google 2009, *Google Earth*.
- Herrstedt, L. & La Cour Lund, B. 2006, *Hastighedstilpasning - Evaluering af forsøg med brug af VMS - tavler*, Trafitec Aps.
- Krenk, F., Fogh, S., B. Larsen, H., B. Andersen, P. & Gautier, E. 2007, *Scenarier for trafikledelse*, Vejdirektoratet.
- Leleur, S. & Lahrmann, H. 1994, *Vejtrafik - Trafikteknik & Trafikplanlægning*, 1. udgave, Polyteknisk forlag, Lyngby.
- Lindkvist, A., Towliat, M., Svensson, H. & Anderson, J. 2006, *Variabel hastighed i korsninger - tillæmningsrapport*, Vägverket, Trafikavdelningen.
- Olsen, S. 30-03-2009, *Mail korrespondance vedr. Variable hastighedstavler*.
- Overgaard, J.C. 2009, *Personlig samtale med Jens Christian Overgaard Madsen*.
- Rørbech, J. 2005, *ITS i Danmark - Mål, Muligheder, Barrierer og Vejen frem*, Nordjyllands Amt.
- Rosenstand, K. 2008, *Effektregistrering af variable vejtavler ved farligt vejkryds*, Vejdirektoratet.
- Vejdirektoratet 2008a, *Variable hastighedsbegrænsning på Rute 26 (Vildsundvej) ved Lyngbro*, Projektforslag.
- Vejdirektoratet 2008b, *Variable hastighedsbegrænsning på Rute 26 (Vildsundvej) ved Vestmorsvej*, Projektforslag.
-

LITTERATURLISTE

Vejdirektoratet 2007, *Variable hastighedsbegrænsning på Rute 26 ved Bajlumvej*,
Projektforslag.

Winnett, M.A. & Wheeler, A.H. 2002, *Vehicle-activated signs - a large scale evaluation*,
Department for Transport.

BILAG A STATISTISKE TESTS

Dette bilag indeholder en beskrivelse af og dokumentation for analysen af effekten af variable hastighedstavler ved kryds på veje i åbent land. Bilaget indeholder en beskrivelse af de forskellige analysevariable, valg af statistiske tests samt resultatet heraf.

A.1 ANALYSE VARIABLE

Formålet med de variable hastighedstavler er at nedsætte hastigheden gennem de betragtede kryds, hvorved det er muligt at nedsætte antallet af uheld. Ved at analysere de forskellige hastighedsdata fra de respektive kryds blev det fundet, at middelhastigheden og 85 % fraktilen ved flere af detektorerne viser en lavere hastighed ved tændt tavle. For at kunne dokumentere en effekt af de variable hastighedstavler, skal der påvises en signifikant forskel i middelhastighederne. Effekten af de variable hastighedstavler vurderes ud fra fire forskellige situationer, angivet i tabel 27.

	<i>Før ON</i>	<i>Efter OFF</i>
<i>Før OFF</i>	1	3
<i>Efter ON</i>	2	4

Tabel 27. Angivelse af de fire forskellige situationer, der testes for, ved hver af de seks detektorer. Nummeret i tabellen angiver, hvilken situation, der er tale om.

I den resterende del af bilaget vises kun eksempler og resultater fra beregningsprocessen – øvrige beregningsgange kan ses på den vedlagte CD.

A.2 STATISTISK TEST

Ved at teste de nævnte par af middelværdier er det muligt at dokumentere tavlernes effekt i efter-perioden (situation 2) samt fra før- til efter-perioden (situation 3 og 4). Herudover er det muligt at dokumentere, om der sker en signifikant hastighedsreduktion som følge af svingende trafik, men hvor trafikanterne ikke bliver påvirket af en variable hastighedstavle (situation 1).

For at dokumentere effekten af de variable hastighedstavler gennemføres statistiske tests, hvor det undersøges, om der er en signifikant forskel mellem de betragtede middelværdier. Viser de statistiske tests, at der er en signifikant forskel i middelhastighederne, kan det dokumenteres, at de variable hastighedstavler har en påviselig effekt på hastigheden gennem kryds på veje i åbent land.

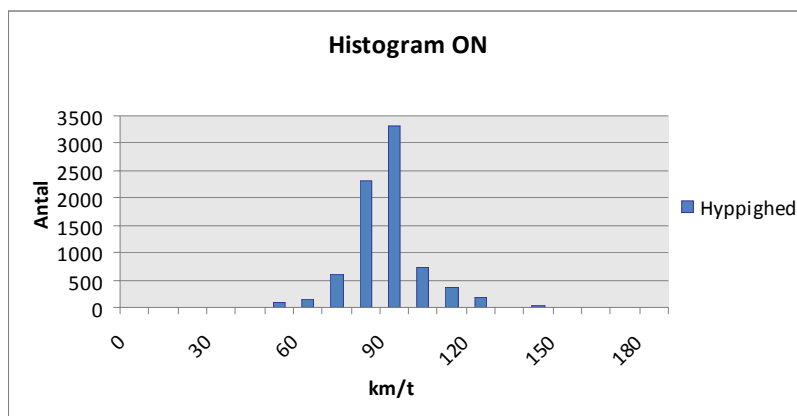
Middelværdierne testes ved en t-test for to middelværdier. For at kunne udføre t-test for to middelværdier er der forskellige parametre, der skal være opfyldt (Ayyub, McCuen 2003).

- De anvendte stikprøver skal være normalfordelte.
- Der skal være varianshomogenitet stikprøverne imellem.
- Observationerne, såvel som stikprøverne, skal være uafhængige af hinanden.

Ved stikprøver menes de dataudtræk, der er foretaget på hver detektor for hhv. før- og efter-perioden samt ved tændt og slukket tavle. Som nævnt kræver en t-test for to middelværdier, at der er varianshomogenitet mellem stikprøverne, men er dette ikke opfyldt, er det muligt at nedjustere antallet af frihedsgrader. Nedjusteringen af frihedsgraderne medfører, at den opstillede hypotese, bliver sværere at forkaste, men at t-testen kan stadig kan foretages (Ayyub, McCuen 2003).

A.2.1 NORMALFORDELING

For at kunne afgøre om stikprøverne er normalfordelte, laves der for hver stikprøve et histogram. Får histogrammet form som en klokke, kan det konkluderes, at stikprøven er normalfordelt. Samtidig er det ved store datasæt, som det er tilfældet her, muligt at antage, at stikprøven er normalfordelt. Ud over den grafiske betragtning af stikprøverne, er det også muligt at anvende en Kolmogorov-Smirnov- eller en Lillieforstest, for at bestemme om stikprøverne er normalfordelte. Disse test er den analytiske analog til den grafiske betragtning, og er ikke anvendt, da histogrammerne tydeligt indikerer normalfordeling. På figur 52 ses et histogram fra detektor 1 ved Bajlumvej i efter-perioden med slukket tavle, hvor histogrammets klokkeform tydeligt fremgår.



Figur 52. Histogram for Detektor 1, efter-periode med slukket tavle, Bajlumvej.

A.2.2 UAFHÆNGIGHED

t-test for to middelværdier kræver foruden normalfordeling også, at stikprøverne er uafhængige samt at de forskellige observationer i stikprøverne er uafhængige. Da observationerne i de forskellige stikprøver er registrerede på forskellige tidspunkter, før- og efter-periode samt ved tændt og slukket tavle, kan det antages, at stikprøverne er uafhængige. For at kunne antage at observationerne i stikprøverne er uafhængige, er det nødvendigt, at hver hastighedsregistrering er foregået for frit kørende biler. Det vil sige, at hvert køretøj har haft mulighed for et frit hastighedsvalg. I afsnittene 8.2.2, 9.2.2 og 10.2.2 Kødannelse blev det beskrevet, at trafikmønstrene i før- og efter-perioderne er sammenlignelige, og der kan dermed argumenteres for, at antage, at middelværdien er baseret på hele populationen, uden at køkørende køretøjer sorteres fra. Det kan derved antages, at observationerne i stikprøverne er uafhængige.

A.2.3 VARIANSHOMOGENITET

Som førnævnt er det også nødvendigt at afgøre, om der er varianshomogenitet imellem stikprøverne. Dette gøres ved at foretage en F-test. Her regnes med et signifikansniveau på 5 % ($\alpha = 0,05$). Hypotesen for F-testen ses nedenfor:

$H_0: S_1 = S_2$ Varianserne er signifikant ens

$H_A: S_1 \neq S_2$ Varianserne er signifikant forskellige (tohalet test)

I tabel 28 - tabel 30 ses resultatet af F-testen udført på de forskellige stikprøver for de tre betragtede kryds, ved hver af de forskellige detektorer.

BILAG A STATISTISKE TESTS

		<i>Før ON</i>	<i>Efter OFF</i>
		<i>p-værdi (2-halet)</i>	
<i>Før OFF</i>	<i>Detektor 1</i>	0,02	$9,50 * 10^{-4}$
	<i>Detektor 2</i>	$7,16 * 10^{-33}$	$6,16 * 10^{-4}$
	<i>Detektor 3</i>	$10,1 * 10^{-36}$	$10,4 * 10^{-13}$
	<i>Detektor 4</i>	$9,96 * 10^{-25}$	0,043
	<i>Detektor 5</i>	$2,58 * 10^{-20}$	0
	<i>Detektor 6</i>	$2,0 * 10^{-8}$	0
<i>Efter ON</i>	<i>Detektor 1</i>	0,58	$5,40 * 10^{-6}$
	<i>Detektor 2</i>	0,94	$2,50 * 10^{-73}$
	<i>Detektor 3</i>	0,07	$3,56 * 10^{-75}$
	<i>Detektor 4</i>	0,15	$5,52 * 10^{-35}$
	<i>Detektor 5</i>	$3,83 * 10^{-13}$	$6,20 * 10^{-17}$
	<i>Detektor 6</i>	0,64	$11,3 * 10^{-37}$

Tabel 28. Resultat af F-test for varianshomogenitet, Bajlumvej. Alle værdier i tabellen er udregnet via Excel.

		<i>Før ON</i>	<i>Efter OFF</i>
		<i>p-værdi (2-halet)</i>	
<i>Før OFF</i>	<i>Detektor 1</i>	0,53	0
	<i>Detektor 2</i>	$2,18 * 10^{-19}$	0
	<i>Detektor 3</i>	$8,26 * 10^{-15}$	0
	<i>Detektor 4</i>	$3,64 * 10^{-6}$	0
	<i>Detektor 5</i>	$7,12 * 10^{-21}$	0
	<i>Detektor 6</i>	$6,16 * 10^{-24}$	0
<i>Efter ON</i>	<i>Detektor 1</i>	$9,2 * 10^{-6}$	0
	<i>Detektor 2</i>	0,61	0
	<i>Detektor 3</i>	0,76	0
	<i>Detektor 4</i>	0,02	0
	<i>Detektor 5</i>	0,76	0
	<i>Detektor 6</i>	0,08	0

Tabel 29. Resultat af F-test for varianshomogenitet, Vestmorsvej. Alle værdier i tabellen er udregnet via Excel.

		<i>Før ON</i>	<i>Efter OFF</i>
		<i>p-værdi (2-halet)</i>	
<i>Før OFF</i>	<i>Detektor 1</i>	$2,6 * 10^{-15}$	$7,3 * 10^{-8}$
	<i>Detektor 2</i>	$15,3 * 10^{-12}$	0
	<i>Detektor 3</i>	$14,8 * 10^{-20}$	0
	<i>Detektor 4</i>	$7,18 * 10^{-30}$	$16,2 * 10^{-5}$
	<i>Detektor 5</i>	$9,98 * 10^{-46}$	$3,22 * 10^{-11}$
	<i>Detektor 6</i>	$2,12 * 10^{-39}$	$4,44 * 10^{-10}$
<i>Efter ON</i>	<i>Detektor 1</i>	0,08	0
	<i>Detektor 2</i>	0,21	0
	<i>Detektor 3</i>	0	0
	<i>Detektor 4</i>	$9,22 * 10^{-5}$	0
	<i>Detektor 5</i>	0,88	0
	<i>Detektor 6</i>	0,88	0

Tabel 30. Resultat af F-test for varianshomogenitet, Lyngbro. Alle værdier i tabellen er udregnet via Excel.

A.2.4 T-TEST

Ud fra resultatet af F-testen er det muligt at vælge den rigtige t-test for to middelværdier. Ved t-testen anvendes som ved F-testen et signifikansniveau på 5 %. Hypotesen for T-testen ses nedenfor:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ Middelværdierne er signifikant ens

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ Middelværdierne er signifikant forskellige (tohalet test)

Resultatet af de forskellige t-test viser alle, at middelværdierne er signifikant forskellige for alle de betragtede detektorer, jf. tabel 20 - tabel 33. For Lyngbro er middelværdien for situationen Før-Efter ON ved detektor 1 og 4 dog signifikant ens, jf. tabel 33.

BILAG A STATISTISKE TESTS

		<i>Før ON</i>	<i>Efter OFF</i>
		<i>p-værdi (2-halet)</i>	
<i>Før OFF</i>	<i>Detektor 1</i>	$2,54 * 10^{-19}$	$6,83 * 10^{-5}$
	<i>Detektor 2</i>	$4,53 * 10^{-35}$	$4,56 * 10^{-28}$
	<i>Detektor 3</i>	$1,70 * 10^{-200}$	$1,32 * 10^{-14}$
	<i>Detektor 4</i>	$6,80 * 10^{-112}$	$1,40 * 10^{-3}$
	<i>Detektor 5</i>	0	$4,33 * 10^{-13}$
	<i>Detektor 6</i>	0	$8,44 * 10^{-4}$
<i>Efter ON</i>	<i>Detektor 1</i>	$2,79 * 10^{-92}$	0
	<i>Detektor 2</i>	0	0
	<i>Detektor 3</i>	$1,80 * 10^{-197}$	0
	<i>Detektor 4</i>	$1,66 * 10^{-28}$	0
	<i>Detektor 5</i>	$3,36 * 10^{-56}$	0
	<i>Detektor 6</i>	$3,73 * 10^{-21}$	0

Tabel 31. Resultat af t-test for to middelværdier, Bajlumvej.

		<i>Før ON</i>	<i>Efter OFF</i>
		<i>p-værdi (2-halet)</i>	
<i>Før OFF</i>	<i>Detektor 1</i>	$3,65 * 10^{-10}$	$3,9 * 10^{-180}$
	<i>Detektor 2</i>	$2,1 * 10^{-139}$	$1,4 * 10^{-94}$
	<i>Detektor 3</i>	$4,5 * 10^{-10}$	$1,4 * 10^{-111}$
	<i>Detektor 4</i>	$7,0 * 10^{-138}$	$2,69 * 10^{-79}$
	<i>Detektor 5</i>	$9,9 * 10^{-138}$	$1,5 * 10^{-5}$
	<i>Detektor 6</i>	$7,4 * 10^{-230}$	$2,28 * 10^{-20}$
<i>Efter ON</i>	<i>Detektor 1</i>	$1,19 * 10^{-24}$	$1,97 * 10^{-84}$
	<i>Detektor 2</i>	$2,24 * 10^{-19}$	0
	<i>Detektor 3</i>	0,002	0
	<i>Detektor 4</i>	$1,24 * 10^{-47}$	0
	<i>Detektor 5</i>	$6,04 * 10^{-12}$	0
	<i>Detektor 6</i>	$4,5 * 10^{-5}$	0

Tabel 32. Resultat af t-test for to middelværdier, Vestmorsvej.

		<i>Før ON</i>	<i>Efter OFF</i>
		<i>p-værdi (2-halet)</i>	
<i>Før OFF</i>	<i>Detektor 1</i>	0,001	$8,5 * 10^{-209}$
	<i>Detektor 2</i>	$4,6 * 10^{-23}$	$4,0 * 10^{-248}$
	<i>Detektor 3</i>	$6,93 * 10^{-81}$	$1,4 * 10^{-178}$
	<i>Detektor 4</i>	$1,35 * 10^{-21}$	$4,61 * 10^{-94}$
	<i>Detektor 5</i>	$3,26 * 10^{-64}$	$8,9 * 10^{-103}$
	<i>Detektor 6</i>	$2,58 * 10^{-91}$	$1,7 * 10^{-121}$
<i>Efter ON</i>	<i>Detektor 1</i>	0,26	$3,0 * 10^{-136}$
	<i>Detektor 2</i>	$1,55 * 10^{-18}$	0
	<i>Detektor 3</i>	$3,72 * 10^{-9}$	0
	<i>Detektor 4</i>	0,06	$1,4 * 10^{-146}$
	<i>Detektor 5</i>	$7,93 * 10^{-19}$	0
	<i>Detektor 6</i>	$2,6 * 10^{-25}$	0

Tabel 33. Resultat af t-test for to middelværdier, Lyngbro.

Det kan dermed konkluderes, at de variable hastighedstavler har en signifikant effekt på reduktion af middelhastighederne i alle de fire beskrevne situationer, undtagen ved Lyngbro, detektor 1 og 4 for situationen Før-Efter ON.

BILAG B POWER MODELLEN

Power modellen, der påviser, at der er en sammenhæng mellem fart og trafikulykker, blev første gang forslået af den svenske trafikikkerhedsforsker Göran Nilsson. Modellen har ofte været anvendt til at beregne den forventede virkning af ændringer i hastigheden.

I ligning 1 ses et eksempel på Power modellen, hvor der er anvendt potensen 4, for dødsulykker. Ved at anvende forskellige sæt af potensfunktioner, er det muligt, ud fra ændringen i hastigheden, at finde ændringen i ulykker på forskellige skadesniveauer. Der skal i ligningen tages udgangspunkt i den relative ændring af middelhastighederne før og efter. (Elvik, Christensen & Amundsen 2004)

$$\frac{\text{Fatal accident after}}{\text{Fatal accident before}} = \left(\frac{\text{Speed after}}{\text{Speed before}} \right)^X$$

Ligning 1. Eksempel på Power modellen. (Elvik, Christensen & Amundsen 2004)

Da sammenhængen mellem fart og trafikulykker er et omdiskuteret emne, blev der i 2004 lavet en evaluering af Göran Nilssons Power model. Evalueringen havde til formål at påvise troværdigheden af modellen ud fra en systematisk gennemgang af relevante ulykker. I evalueringen blev der anvendt 98 undersøgelser, der både indeholdte oplysninger omkring relativ ændring af hastigheden og relativ ændring af ulykker, skadede eller dræbte. I de 98 undersøgelser indgik der 460 resultater, der alle kunne indgå i evalueringens meta-analyse. (Elvik, Christensen & Amundsen 2004)

Ud fra evalueringen af Power modellen, blev flere af de alternative eksponenter til de forskellige skadesgrader justeret til. I tabel 34 ses hvilken potens, der skal anvendes ved de forskellige skadesgrader. Ved at tage udgangspunkt i tabellen, er det muligt at give et estimat på ændringen i antallet af ulykker, såfremt den relative ændring i middelhastigheden kendes. (Elvik, Christensen & Amundsen 2004)

Efter publikationen af ”Speed and road accident – An evaluation of the power model” (Elvik, Christensen & Amundsen 2004) blev præcenteret, var der stor diskussion om, indenfor hvilke hastighedsområder modellen var gyldig. Undersøgelser vidste, at modellen havde et gyldighedsområde indenfor hastigheder mellem 80 – 90 km/t, hvilket gør, at den kan anvendes på de fundne middelhastigheder, fra de tre betragtede kryds ved Bajlumvej, Vestmorsvej hhv. Lyngbro.

BILAG B POWER MODELLEN

<i>Skadesgrad</i>	<i>Bedste forslag til eksponenten</i>	<i>til 95 % konfidensinterval</i>
<i>Dræbte</i>	4,5	(4,1 – 4,9)
<i>Alvorligt tilskadekomne</i>	3,0	(2,2 – 3,8)
<i>Lettere tilskadekomne</i>	1,5	(1,0 – 2,0)
<i>Alle skadede (Uspecificeret skadesgrad)</i>	2,7	(0,9 – 4,5)
<i>Dødsulykker</i>	3,6	(2,4 – 4,8)
<i>Ulykker med alvorlig personskade</i>	2,4	(1,1 – 3,7)
<i>Ulykker med lettere personskade</i>	1,2	(0,1 – 2,3)
<i>Alle personskadeulykker (Uspecificeret)</i>	2,0	(1,3 – 2,7)
<i>Ulykker med kun materiel skade</i>	1,0	(0,2 – 1,8)

Tabel 34. Forslag til eksponenten i Power modellen. (Elvik, Christensen & Amundsen 2004)

I ligning 2 ses et eksempel på brugen af Power modellen for detektor 1 i efter-perioden fra tændt til slukket tavle ved Bajlumvej, jf. kapitel 8 Bajlumvej. I kapitel 12 Trafiksikkerhedsmæssige effekter ses den forventede reduktion i antallet af uheld for hver af de betragtede kryds, som følge af de variable hastighedstavler.

$$\text{Ændring i antal uheld \%} = \left(\frac{79,1 \text{ km/t}}{83,9 \text{ km/t}} \right)^{4,5}$$

$$\text{Ændring i antal uheld \%} = 1 - 0,76712$$

$$\text{Ændring i antal uheld \%} = 23,29 \%$$

Ligning 2. Eksempel på brugen af Power Modellen for Bajlumvej, detektor 1.

