

Variable hastighedstavler

Effektundersøgelse af variable hastighedstavler ved kryds på veje i åbent land

Af: Civilingeniør Laura Sand Pedersen, Aalborg Universitet

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

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

Abstract:

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. I undersøgelsen er hastighedsdata fra tre kryds langs rute 26, hvor Vejdirektoratet i 2008/2009 har opsat variable hastighedstavler (Vejdirektoratet 2007, 2008a, 2008b), blevet analyseret, hvorved det har været muligt at dokumentere en effekt af de variable hastighedstavler.

Der er i effektundersøgelsen af variable hastighedstavler redegjort for undersøgelser fra England, Sverige og Danmark. Disse undersøgelser har vist, at der kunne opnås en reduktion i middelhastighederne på op til 15 km/t og i hastighederne ved 85 %-fraktilerne på op til 9 km/t. Undersøgelserne viste også, at det var muligt at reducere antallet af tilskadekomne som følge af de variable tavler (Winnett og Wheeler 2002, Herrstedt og la Cour Lund 2006, Lindkvist et al. 2006, Rosenstand 2008).

I analysen af de variable hastighedstavler ved de tre betragtede kryds langs rute 26 er der foretaget en sammenligning af de målte hastigheder, før systemerne blev taget i brug med efterperioden i situationer, hvor tavlerne er hhv. tændte eller slukkede. De variable tavler blev etableret ved krydsene inden før-data blev indsamlet, hvorved det også har været muligt at undersøge effekten af de variable hastighedstavler ved slukket og tændt tavle, både i førperioden, hvor tavlerne var ikke var synlige for trafikanterne og i efterperioden, hvor de var synlige. I før-perioden har tavlerne været dækket til for trafikanterne.

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. Det var desuden muligt at reducere 85 % fraktilen med op til 12 km/t. Alle hastighedsreduktionerne var signifikante. Ved at anvende Powermodellen viste analysen også, at det var muligt at reducere antallet af tilskadekomne som følge af de variable tavler.

Baggrund

Et af de elementer inden for 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, dels fordi det er muligt at vise midlertidige budskaber. Variable tavler ses flere steder langs de danske motorveje, men i de senere år har brugen af variable tavler udviklet sig til også at omfatte hastighedsreducerende tiltag på andre lokaliteter.

Blandt andet ses variable hastighedstavler opsat som et hastighedsreducerende tiltag ved skoleveje, hvor hastigheden sænkes i de perioder, hvor skolebørn skal til og fra skole. Herudover ses variable hastighedstavler også i kryds, hvor der er blevet udpeget sorte pletter som følge af høj hastighed. Her er det muligt at skilte hastigheden ned ved hjælp af variable hastighedstavler, når der detekteres sidevejstrafik eller svingende trafikanter fra primærvejen.

Det er veldokumenteret, at højere hastigheder fører til flere og mere alvorlige uheld (Elvik, Christensen & Amundsen 2004), og det er derfor nærliggende at indføre hastighedsdæmpende foranstaltninger, hvor der er forhold, som trafikanten skal være opmærksom på. Især det at oplyse trafikanterne om en årsag til den ønskede hastighedsnedsættelse, har vist sig at være effektivt i bestræbelserne på at reducere hastigheden.

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 samtidigt 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 over for fare forude.

Variable tavler er forbundet med meget store omkostninger i forhold til faste tavler, idet der er vedvarende omkostninger i driftsfasen. For at gøre tavlerne rentable er det derfor vigtigt at kunne dokumentere en effekt af de variable tavler.

Danske, engelske og svenske undersøgelser vedrørende brugen af variable tavler ved kryds på veje i åbent land har tydeligt vist, at de variable tavler har en effekt i forhold til hastighedstilpasning. I undersøgelserne er der både indeholdt 3- og 4-benede kryds. Disse undersøgelser omtales nedenfor.

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 "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 og 5 km/t. Ved en tredje danske undersøgelse blev hastighedsreduktionen ved 85 % fraktilen fastlagt til 6,5 km/t. Ud fra disse resultater må det konkluderes, at variable hastighedstavler har haft en hastighedsnedsættende effekt (Herrstedt og la Cour Lund 2006, Rosenstand 2008).

De danske undersøgelser har ikke været i drift så længe, at det har været endeligt muligt at fastlægge om 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 (Winnett og Wheeler 2002).

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

I den svenske undersøgelse indgik fire forskellige krydslokaliteter, hvor der var opsat variable hastighedstavler uden undertavle. Tavlerne blev aktiverede, når der blev detekteret sidevejs- trafik, svingende trafik fra primærvejen, samt når der var busser ved eventuelle busstoppe- steder. 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 hastighedsredukti- onen 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 og 99 %, der overskred hastighedsgrænserne, mens det ved hastighedsgrænser på 90–110 km/t kun var mellem 1 og 49 %, der overskred hastighedsgrænserne. Ud fra resultaterne må det konklude- res, at de variable hastighedstavler har haft en hastighedsnedsættende effekt, men at mange trafikanter stadig overskrider hastighedsgrænserne (Lindkvist et al. 2006).

De største hastighedsreduktioner ses i undersøgelserne fra England og Sverige. Sammenhol- des undersøgelsesresultater, kan det konkluderes, at tiltagene i England og Sverige har haft den største effekt på hastigheden. Her skal der dog tages højde for, at undersøgelserne ikke kan sammenlignes direkte, 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 ha- stighed, men en angivelse af et kryds forude. Samtidig bliver disse tavler kun aktiveret af tra- fikanter, der overskrider hastigheden.

Formål

Formålet med undersøgelsen har været at dokumentere, om variable hastighedstavler ved kryds på veje i åbent land har haft en hastighedsnedsættende effekt. I undersøgelsen er der taget udgangspunkt i data leveret fra Vejdirektoratet, som ved tre kryds langs rute 26 hhv. ved Bajlumvej, Vestmorsvej samt Lyngbro har opsat variable hastighedstavler.

Ud over at kunne dokumentere en hastighedsnedsættelse gennem krydsene som følge af de variable hastighedstavler, er det i undersøgelsen også analyseret, hvilken betydning hastig- hedsnedsættelsen har for ændringen af antallet af tilskadekomne i de respektive kryds.

Datagrundlag

De tre betragtede kryds er alle beliggende på rute 26, der er hovedlandevej gennem Thy-Mors området. Krydsene ved Vestmorsvej og Lyngbro er begge udformet som fuldt kanaliserede 4- benede kryds, og krydset ved Bajlumvej er udformet som et kanaliseret 3-benet kryds. På fi- gur 1 ses oversigtsfotos af de tre kryds.



Figur 1. Oversigtsfotos af de tre betragtede krydslokaliteter ved hhv. Vestmorsvej, Lyngbro og Bajlumvej.

Hensigten med opsætning af de variable hastighedstavler ved de tre kryds langs rute 26 er at nedsætte hastigheden, da denne ofte er højere end den tilladte. Samtidig bevirker den høje hastighed, at svingende og krydsende trafikanter ofte har svært ved at overskue trafikken i krydsene. Dette har bevirket et højere antal uheld, set i forhold til andre sammenlignelige kryds, hvorfor krydslokaliteterne er udpeget som sorte pletter.

Den lavere hastighed gennem krydsene 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.

Der er langs primærvejen etableret to variable hastighedstavler på hver side af krydsene i nord- og sydgående retning. De variable hastighedstavler aktiveres, når der detekteres enten sidevejstrafik eller højre- og venstresvingende trafik fra primærvejen. Den generelle hastighedsgrænse gennem krydsene er 80 km/t, og når tavlerne bliver aktiveret, angives en lokal hastighedsgrænse på hhv. 60 km/t (Bajlumvej) og 70 km/t (Vestmorsvej og Lyngbro).

Til effektundersøgelsen af de tre betragtede kryds er der indsamlet hastighedsdata i seks forskellige snit for hvert af de respektive kryds. Førdata er indsamlet ca. en måned før systemerne blev synlige for trafikanterne, og efterdata er indsamlet umiddelbart efter systemerne blev sat i drift og har forløbet over ca. tre måneder, jf. tabel 1.

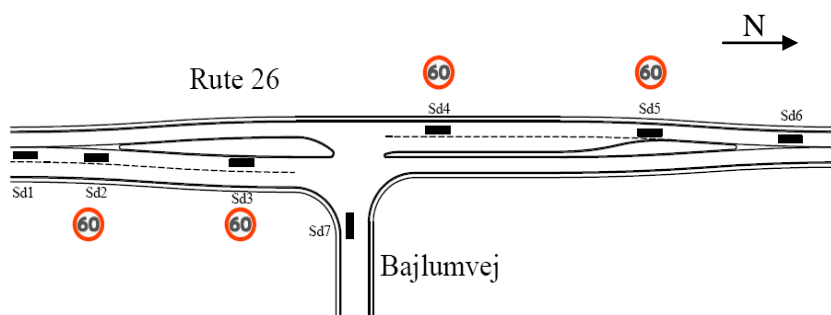
<i>Krydslokalitet</i>	<i>Førdata</i>	<i>Efterdata</i>
<i>Bajlumvej</i>	18. aug. – 5. sep. 2008	12. sep. 2008 – 9. jan. 2009
<i>Vestmorsvej</i>	9. feb. – 3. marts 2009	20. marts – 19. apr. 2009
<i>Lyngbro</i>	9. feb. – 19. marts 2009	20. marts – 19. apr. 2009

Tabel 1. Angivelse af dataindsamlingsperioder for de tre betragtede kryds.

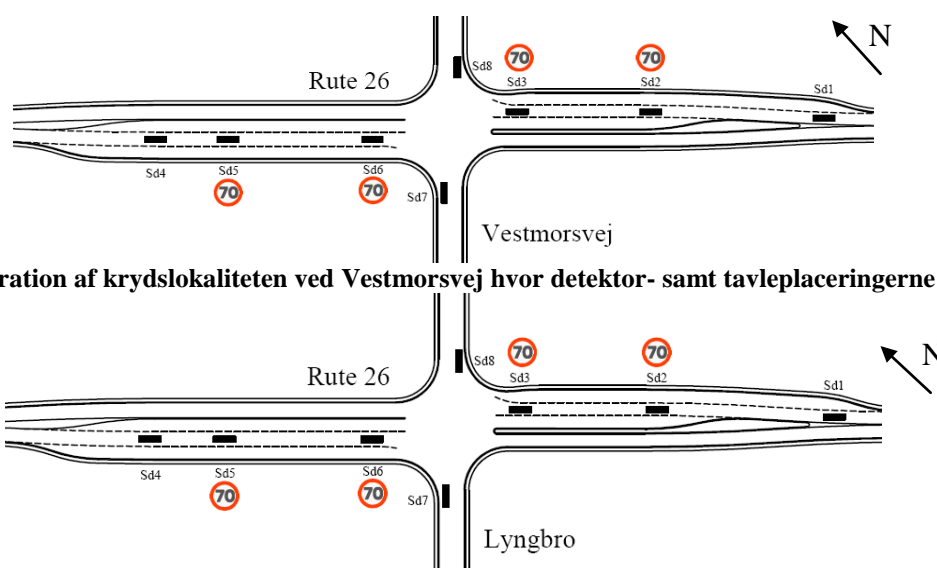
Da hastighedsregistreringen ved de tre kryds er foregået over flere måneder og på forskellige tidspunkter af året, er der i effektundersøgelsen af de variable tavler frasorteret en del af de indsamlede efterdata. Frasorteret er f.eks. efterdata, hvor der kunne forventes en stor mængde ferietrafik og perioder, hvor hastigheden måtte 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. Ved Vestmorsvej og Lyngbro er førdata indsamlet i februar og primo marts måned, hvor der må forventes lavere hastighed grundet årstiden. For at bibeholde en tilpas stor datamængde i før-perioden er dataene ikke frasorteret på trods af den formodet lavere hastighed. Årstidspåvirkede data er således ikke fjernet ved krydsene ved Vestmorsvej og Lyngbro.

Hastighedsmålingerne i de respektive kryds er indsamlet over seks detektorer, sd1–sd6, placeret i begge retninger 300 m, 150 m samt lige før krydsene, jf. figur 2 - figur 4. Detektor sd7 og sd8 registrerede sidevejstrafik og er ikke anvendt i undersøgelsen. Samlet set er der i effekt-

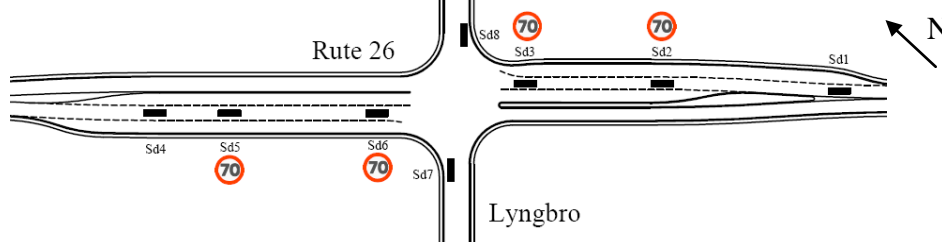
undersøgelsen for hver af de tre kryds anvendt ca. 400.000 hastighedsregistreringer med tilhørende tavlelogninger for før- og efter-perioden.



Figur 2. Illustration af krydslokaliteten ved Bajlumvej hvor detektor- samt tavleplaceringerne fremgår.



Figur 3. Illustration af krydslokaliteten ved Vestmorsvej hvor detektor- samt tavleplaceringerne fremgår.



Figur 4. Illustration af krydslokaliteten ved Lyngbro hvor detektor- samt tavleplaceringerne fremgår.

Metode

Den statistiske bearbejdning indeholdt en sammenligning af middelhastighederne før systemerne blev taget i brug med efter-perioden, både i situationer hvor tavlerne var tændte og slukkede. Middelværdierne blev testet for, om de var signifikant forskellige ved brug af en tohalet t-test med et signifikansniveau på 5 %. Herudover blev hastighedernes 85 %-fraktile sammenholdt for før- og efter-perioden med både tændt og slukket tavle. Ved alle tre kryds blev de variable hastighedstavler opsat, inden førdata blev indsamlet, hvor tavlerne har været dækket til for trafikanterne. Herved har det også været muligt at sammenholde før- og efter-perioden for både situationer med tændt og slukket tavle.

For at kunne undersøge de variable tavlers effekt blev de registrerede hastighedsdata fra krydsene tilknyttet de variable tavlers aktuelle visning for på den måde at fastlægge, om hastighedsdata var registreret ved tændt eller slukket tavle. I de modtagne tavlelogninger blev en dato og et tidspunkt angivet for, hvornår de forskellige tavler var tændte eller slukkede. Der kunne derfor ud fra tavlelogningerne ses et tidsinterval for de aktuelle visninger. Der blev samtidig registreret hastighedsdata på de udlagte detektorer med en angivelse af dato og tidspunkt for registreringen. Da tavlelogningerne og hastighedsdata begge indeholder en tidsstempling for registreringen, var det muligt at koble data således, at der til hver hastighedsdata

blev knyttet en tavlelogning – altså om tavlene har været tændte eller slukkede ved den givne hastighedsregistrering.

Efter at de registrerede hastighedsdata var koblet sammen med en tavlelogning, blev forskellige former for fejldata frasorteret. Fejldata var for eksempel, hvis de enkelte tavler havde været tændt i urealistisk lang tid, eller hvis der var registreret afvigende hastighedsdata. Da mængden af svingende trafik på rute 26 omkring de tre kryds ikke er særlig stor, vurderedes det, at tavlelogninger tændt i mere end 10 min. samt de tilhørende hastighedsdata kunne sorteres fra. Ud over sådanne fejldata blev svingende trafik også sorteret fra, da denne form for trafik ofte har en meget lav hastighed og dermed ville påvirke resultatet af effektundersøgelsen med urealistisk lave hastigheder, der ikke havde noget med tavlernes effekt at gøre. Her er det valgt at sortere hastighedsdata lavere end 40 km/t fra, hvorved det vurderes, at både svingende trafik samt urealistiske lave hastigheder udelades af effektundersøgelsen.

Køddannelse langs strækningerne kan påvirke trafikanternes hastighed og medføre, at den enkelte trafikant ikke har et frit hastighedsvalg. Ved at betragte den gennemsnitlige afstand mellem køretøjerne set over døgnet blev det i undersøgelsen fundet, at der kan forventes køkørsel om morgenen og om eftermiddagen i både før- og efter-perioden. I undersøgelsen blev det valgt ikke at sortere køkørsel fra, da det derved er muligt at finde effekten af de variable tavler, som trafiksituationen nu engang ser ud ved krydsene. Selvom de statistiske betragtninger kræver, at alle observationer er uafhængige, og at alle trafikanter dermed har haft et frit hastighedsvalg, kan der argumenteres for at antage, at middelværdien var baseret på hele populationen, uden at de køkørende køretøjer sorteres fra, idet trafikmønstrene i før- og efterperioden var sammenlignelige, og at fordelingen af frie og køkørende trafikanter var den samme.

I effektundersøgelsen er det valgt ikke at undersøge hastighedsforskelle over måneder samt tid over døgnet.

I redegørelsen for de variable tavlers medvirken til en reduktion af tilskadekomne i krydsene, er ændringerne i middelhastighederne betragtet ud fra Powermodellen. Her er anvendt eksponenten 2,7 for tilskadekomne (Uspecificeret), (Elvik, Christensen & Amundsen 2004). Ved anvendelsen af Powermodellen er det valgt at anvende den gennemsnitlige middelværdi for før-perioden set op mod middelhastighederne ved tændt og slukket tavle i efter-perioden.

Resultat

Ændring af hastigheden

I tabel 2 ses middelhastighederne for de forskellige detektorer ved de tre betragtede kryds samt ændringerne i middelhastighederne fra tændt til slukket tavle i både før- og efterperioden. Herudover viser tabellen hastighedseffekten af de variable tavler.

Detektorer	Før			Efter			Ændring Efter - Før		Hastighedseffekt
	Slukket	Tændt	Forskel	Slukket	Tændt	Forskel	Slukket	Tændt	
Bajlumvej									
Nordgående trafik									
Sd1	84,2	82,8	-1,4	83,9	79,1	-4,8	-0,3	-3,7	3,4
Sd2	81,3	79,5	-1,8	80,5	72,8	-7,7	-0,7	-6,8	5,9
Sd3	84,6	80,3	-4,3	84,0	75,5	-8,5	-0,6	-4,8	4,2
Sydgående trafik									
Sd4	89,5	85,9	-3,6	89,2	83,9	-5,3	-0,3	-2,0	1,7
Sd5	87,2	80,3	-6,9	86,6	77,4	-9,2	-0,6	-2,9	2,3
Sd6	86,6	78,6	-8,0	86,4	77,1	-9,3	-0,3	-1,5	1,3
Vestmorsvej									
Nordvestgående trafik									
Sd1	87,6	86,0	-1,6	90,9	88,5	-2,4	3,4	2,5	0,8
Sd2	82,5	77,1	-5,4	84,7	79,0	-5,7	2,2	1,9	0,3
Sd3	84,2	78,7	-5,5	86,8	79,3	-7,4	2,6	0,6	2
Sydøstgående trafik									
Sd4	85,6	80,8	-4,8	87,4	83,5	-3,9	1,8	2,6	-0,9
Sd5	81,5	75,1	-6,4	82,0	76,4	-5,6	0,4	1,3	-0,8
Sd6	82,9	76,4	-6,5	83,9	77,2	-6,7	1,0	0,8	0,2
Lyngbro									
Nordvestgående trafik									
Sd1	89,7	89,1	-0,6	93,4	88,8	-4,6	3,7	-0,2	4
Sd2	85,8	84,2	-1,6	89,4	82,5	-7,0	3,7	-1,7	5,3
Sd3	87,7	84,9	-2,9	90,8	83,8	-7,0	3,0	-1,1	4,2
Sydøstgående trafik									
Sd4	87,7	86,3	-1,4	89,9	86,0	-3,9	2,2	-0,3	2,5
Sd5	85,7	83,1	-2,6	88,1	81,5	-6,6	2,4	-1,6	4
Sd6	85,7	82,8	-2,9	88,3	81,0	-7,3	2,6	-1,8	4,4

Tabel 2. Middelhastigheder ved hhv. Bajlumvej, Vestmorsvej og Lyngbro, hverdage kl. 00.00 - 24.00 [km/t]. Alle hastighedsændringer er signifikante, på nær ændringer markeret med rødt.

Ud fra tabellen ses det for Bajlumvej, at middelhastigheder målt umiddelbart efter en variabel hastighedstavle (detektor 2-5), faldt med 1,7–5,9 km/t som følge af de variable tavler, og at de største hastighedsreduktioner blev set for strækningen i nordgående retning.

Ved detektor 1 og 6, der er de ydre detektorer ved Bajlumvej, ses et fald i middelhastigheden på 3,4 km/t og 1,3 km/t, hvilket er uventet, da detektorerne ligger så langt fra de variable hastighedstavler, at trafikanterne ikke i så høj grad bliver påvirket af dem.

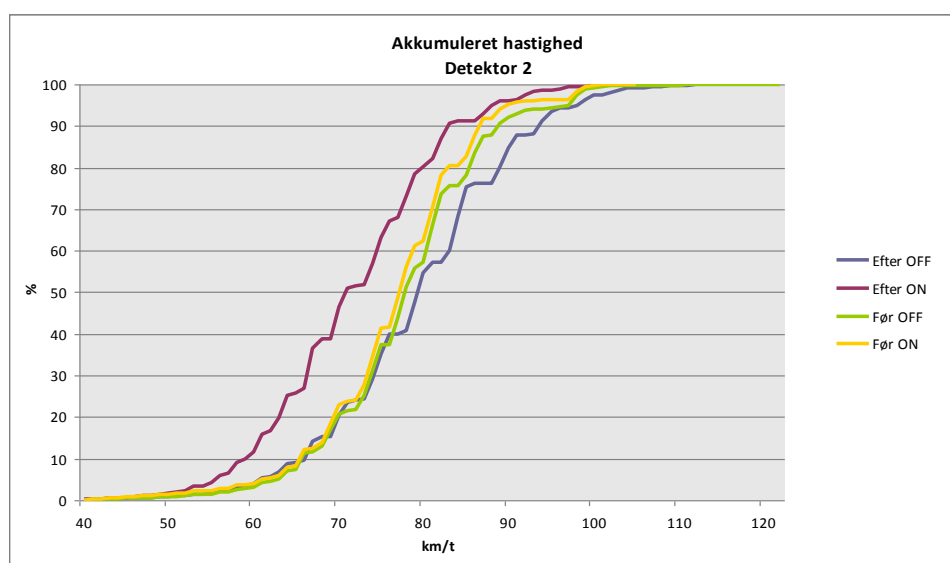
Anskues ændringerne i middelhastigheden for Vestmorsvej, ses det, at middelhastigheden som følge af de variable tavler faldt med 0,8-2,0 km/t for de nordvestgående trafikanter. Hastigheden for de sydøstgående trafikanter steg med 0,8-0,9 km/t, dog sås et hastighedsfald på 0,2 km/t ved detektor sd6.

Ved flere af detektorerne for Vestmorsvej, ses det, at der i efter-perioden skete et større hastighedsfald fra slukket til tændt tavle i forhold til før-perioden, men at der også i før-perioden skete en væsentlig hastighedsnedsættelse – og ved enkelte detektorer et større fald – end i efter-perioden.

For middelhastighederne for de forskellige detektorer i krydset ved Lyngbro ses det, at middelhastigheden fra før- til efter-perioden ved slukket tavle steg. Fra før- til efter-perioden ved tændt tavle sås dog et fald i middelhastigheden.

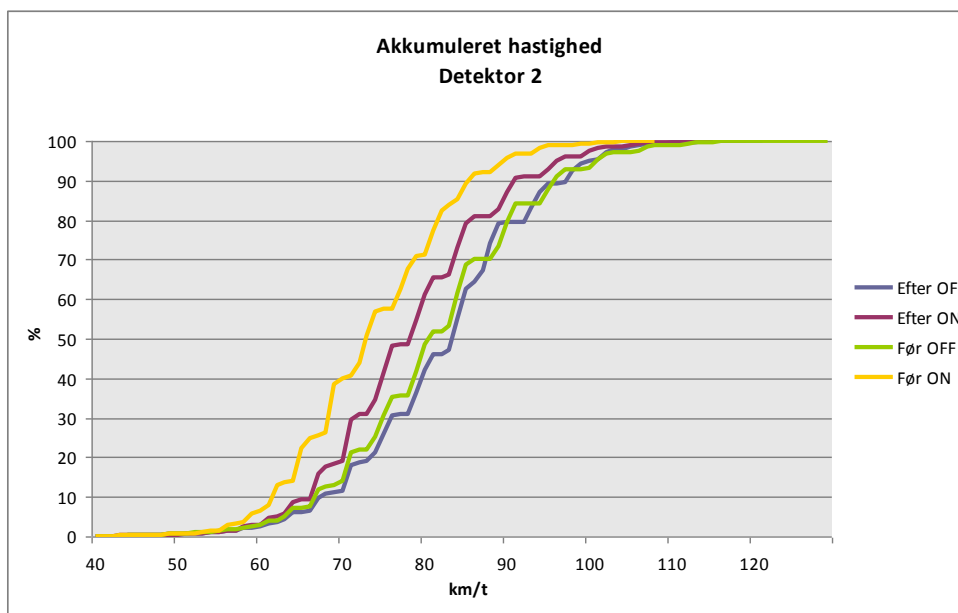
Ses der på ændringen af middelhastigheden ved hhv. tændt og slukket tavle i før- og efter-perioden, fremgår det af tabel 2 (Lyngbro), at middelhastigheden blev reduceret betydeligt, når der var svingende trafik. De største hastighedsreduktioner sås i efter-perioden, hvor de variable hastighedstavler var synlige for trafikanterne. Her ligger hastighedsreduktionen på mellem 3,9 og 7,3 km/t. I før-perioden ses den største hastighedsreduktion ved de detektorer, der lå tættest på krydset (detektor 3 og 6).

På figur 5 ses et eksempel fra Bajlumvej af den akkumulerede hastighedskurve for detektor 2. 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 satte hastigheden ned. Ud fra figuren er det også muligt at aflæse hastigheden ved 85 %-fraktilen, hvor det tydeligt ses, at denne er faldet som følge af de variable hastighedstavler.



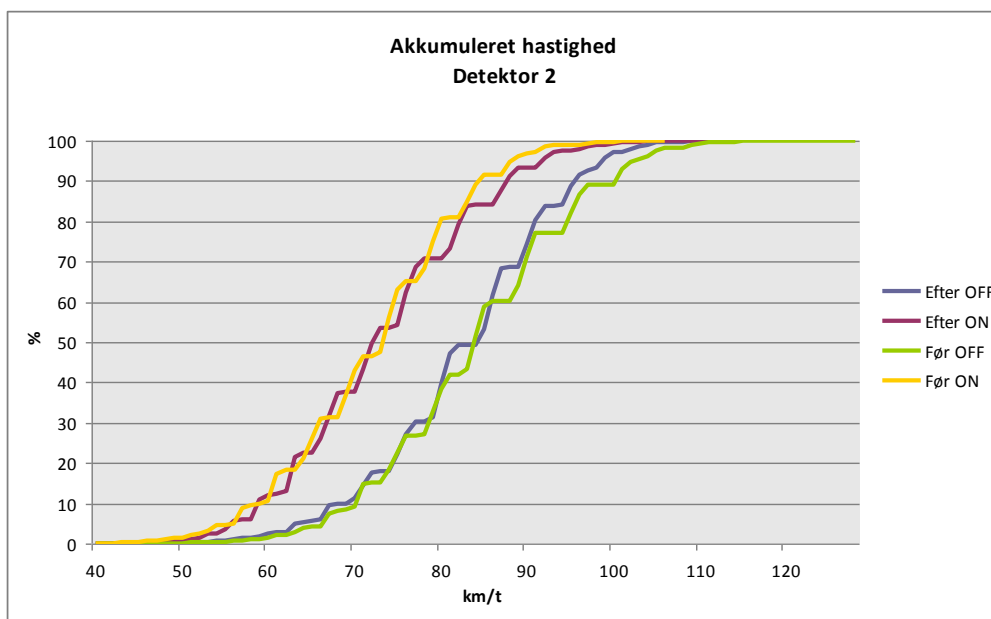
Figur 5. Hastighedsfordelingskurve for detektor 2, Bajlumvej. Kurverne er baseret på 118.235 hastighedsmålinger.

På figur 6 ses den akkumulerede hastighedskurve for detektor 2 ved Vestmorsvej og ud fra figuren ses det, at trafikanterne havde lavere hastighed i før-perioden end i efter-perioden med tændt tavle, men at hastigheden fra slukket til tændt tavle faldt i både før- og efter-perioden. Ligeledes ses det, at hastigheden ved 85 %-fraktilen faldt ved tændt tavle.



Figur 6. Hastighedsfordelingskurve for detektor 2, Vestmorsvej. Kurverne er baseret på 69.868 hastighedsmålinger.

Overordnet viser reduktionen i middelhastighederne, at trafikanterne satte hastigheden ned, når der var svingende trafik i krydset. Dette underbygges ved at betragte figur 7, hvor hastighedsfordelingskurven for detektor 2 er vist. Her ses det, at hastighedsreduktionen fra før-perioden til efter-perioden stort set er den samme.



Figur 7. Hastighedsfordelingskurve for detektor 2, Lyngbro. Kurverne er baseret på 67.133 hastighedsmålinger

Ud fra middelværdierne i alle de tre betragtede kryds fremgår det, at hastighedsgrænsen i alle tilfælde i væsentligt omfang blev overskredet – både med tændt og slukket tavle for alle detektorerne.

Ændring af uheld

For at kunne redegøre for om de variable hastighedstavler kan medvirke til en reduktion af tilskadekomne i krydsene, er ændringerne i middelhastighederne betragtet ud fra Powermodellen (Elvik, Christensen & Amundsen 2004), der gør det muligt, at få en indikation af, hvor mange tilskadekomne i krydsene der kan forventes at blive sparet ved en given ændring i middelhastighed.

I tabel 3 ses den procentvise forventede ændring i antallet af tilskadekomne i krydset ved Bajlumvej som følge af ændringen i middelhastighederne ved hver af de respektive detektorer.

Ved flere af detektorerne ved Bajlumvej kan der som følge af de variable tavler forventes en reduktion i antallet af tilskadekomne på op til ca. 26 %. Fra før- til efter-perioden ses et fald i antallet af forventede tilskadekomne på 11-23 %.

	<i>Efter</i>	<i>Før/efter</i>	<i>Før/efter</i>
	<i>Tændt/Slukket</i>	<i>Slukket</i>	<i>Tændt</i>
<i>Sd1</i>	-14,71	1,30	-13,60
<i>Sd2</i>	-23,77	0,34	-23,52
<i>Sd3</i>	-25,03	5,16	-21,16
<i>Sd4</i>	-15,24	4,69	-11,27
<i>Sd5</i>	-26,16	9,46	-19,18
<i>Sd6</i>	-26,47	12,91	-16,98

Tabel 3. Den forventede procentvise ændring i antallet af tilskadekomne ved Bajlumvej beregnet ud fra Powermodellen.

I tabel 4 ses den forventede procentvise ændring i antallet af tilskadekomne som følge af de variable tavler ved Vestmorsvej. Antallet af tilskadekomne kan eksempelvis forventes at falde med 7-21 % i forbindelse med opsætning af variable tavler afhængig af målested og tilhørende middelhastighed. Fra før- til efter-perioden kan det forventede antal af tilskadekomne forventes at falde med op til 8 %, men samtidig ses også en mindre stigning ved enkelte detektorer.

	<i>Efter</i>	<i>Før/Efter</i>	<i>Før/Efter</i>
	<i>Tændt/Slukket</i>	<i>Slukket</i>	<i>Tændt</i>
<i>Sd1</i>	-6,97	13,27	5,38
<i>Sd2</i>	-17,15	17,46	-2,68
<i>Sd3</i>	-21,65	18,74	-6,97
<i>Sd4</i>	-11,60	14,22	0,98
<i>Sd5</i>	-17,39	13,28	-6,42
<i>Sd6</i>	-20,13	15,07	-8,09

Tabel 4. Den forventede procentvise ændring i antallet af tilskadekomne ved Vestmorsvej beregnet ud fra Powermodellen.

I tabel 5 ses den forventede procentvise ændring i antallet af tilskadekomne ved Lyngbro. Her ses der et fald i middelhastighederne og derved antallet af forventede tilskadekomne i situationen fra før- til efter-perioden med tændt tavle. Her ses de største fald i det forventede antal tilskadekomne ved de detektorer, der er placeret tættest på krydset, og reduktionen i antallet af

tilskadekomne kan forventes at falde med op til 10 % afhængig af målested og middelhastigheden.

Det procentvise forventede fald i antallet af tilskadekomne for efter-perioden med hhv. tændt og slukket tavle ligger i størrelsesordenen 11–21 % (tabel 7).

	<i>Efter</i>	<i>Før/Efter</i>	<i>Før/Efter</i>
	<i>Tændt/Slukket</i>	<i>Slukket</i>	<i>Tændt</i>
<i>Sd1</i>	-12,75	12,54	-1,80
<i>Sd2</i>	-19,50	14,60	-7,74
<i>Sd3</i>	-19,48	14,71	-7,63
<i>Sd4</i>	-11,29	9,26	-3,07
<i>Sd5</i>	-18,96	12,28	-9,01
<i>Sd6</i>	-20,78	13,52	-10,08

Tabel 5. Den procentvise ændring i antallet af tilskadekomne ved Lyngbro, beregnet ud fra Powermodellen.

Diskussion

I de danske undersøgelser fra Vejdirektoratet anvendtes samme metode til dataindsamling som i nærværende undersøgelse, men der redegøres ikke klart for, hvordan data er bearbejdet. Resultaterne var som i nærværende undersøgelse, at variable hastighedstavler har en hastighedsnedsættende effekt.

I den engelske undersøgelse anvendtes variable tavler med angivelse af et kryds samt teksten SLOW DOWN, og tavlerne blev kun aktiveret, når trafikanterne overskred den tilladte hastighedsgrænse. Også disse tavler havde en hastighedsnedsættende effekt. Der er tale om forskellige tavletyper samt forskellig aktivering af tavlerne, men alligevel kan det give en indikation af, at variable tavler kan have en hastighedsnedsættende effekt.

I den svenske undersøgelse fandtes også en hastighedsnedsættende effekt og tavleudformning, aktivering af tavlerne samt dataindsamlingsmetode var tilsvarende nærværende undersøgelse. Dog var nogle af krydsudformningerne anderledes, idet de indeholdt busstoppesteder og til- og afkørselsramper.

I og med at de forskellige undersøgelser anvender forskellige variable tavler, indsamlingsmetode mv. kan resultaterne sammenholdes, så længe der tages højde for de metodemæssige forskelligheder. Bl.a. at mange af de forskellige undersøgelser nævnte faktorer kan formodes at have en medvirkende faktor i trafikanternes hastighedsvalg, og ligesom de variable tavler, anvendt i de forskellige undersøgelser, må formodes at have haft en medspillende faktor på trafikanternes valg af hastighed.

Selvom resultaterne af de nævnte undersøgelser viser, at variable hastighedstavler er medvirkende til en reduceret hastighed og dermed også det forventede antal tilskadekomne, viser analysen af de tre krydslokaliteter fra Mors og Salling, at trafikanterne flere steder i forvejen sætter hastigheden ned, når de kan se svingende trafik i krydsene – uanset om der er en tavle eller ej. 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.

Der skal også tages højde for, at tavlerne allerede var etableret i før-perioden, selvom de var dækket til for trafikanterne. Dette kan have bevirket, at trafikanterne i før-perioden har reduceret deres hastighed som følge af tavlernes tilstedeværelse og nyhedseffekt. Hertil kommer også det faktum, at undersøgelsen ikke tager højde for, om trafikanterne sætter hastigheden ned på grund af de variable tavler, eller om det er svingende trafik i de respektive kryds der gør, at hastigheden falder. I og med at resultatet af undersøgelsen viser at hastigheden også falder i før-perioden, fra tændt til slukket tavle, kunne det tyde på, at svingende trafik i krydsene påvirker hastigheden, og at hastighedsnedsættelsen ikke kun kan tilskrives de variable tavler. Heller ikke i de før omtalte undersøgelser fra Danmark og Sverige bliver der taget højde for påvirkningen af svingende trafik, og dermed de variable tavlernes effekt – dette er en klar fejlkilde, der bør undersøges nærmere. I den engelske undersøgelse bliver der indirekte taget højde for dette i og med at tavlerne kun tændes, når hastigheden er for høj og ikke som følge af svingende trafik. Der er derfor ikke de samme fejlbehæftede data på effekten af disse tavler, som ved nærværende undersøgelse samt de danske og svenske undersøgelser.

Ved krydslokaliteterne ved Vestmørsvej og Lyngbro er årstidspåvirkede hastighedsdata ikke sorteret fra og sammenligner man resultaterne herfra med resultaterne fra Bajlumvej, må dette alt andet lige have påvirket resultatet af effekten af de variable tavler ved de to kryds. For at få et reelt billede af de variable tavlernes effekt, er det nødvendigt at have sammenlignelige hastighedsmålinger, hvor hastighedsdata er uafhængige af årstiden.

Ved fremtidige anvendelser og effektundersøgelser af variable hastighedstavler er det derfor nødvendigt at tage højde for dataindsamlingsmetoderne, da frasortering af forskellige data samt årstiden data bliver indsamlet over, kan påvirke resultatet af effektundersøgelserne og dermed give et uklart sammenligningsgrundlag af de forskellige undersøgelser samt den reelle effekt af tavlerne. Herudover skal der tages højde for, om trafikanterne i forvejen sætter hastigheden ned, når der er svingende trafik i krydset, og ved en effektevaluering, om svingende trafik påvirker trafikanternes hastighed.

I forbindelse med en anbefaling af variable tavler skal der tages højde for, at der på nuværende tidspunkt ikke har været foretaget langsigtede undersøgelser af variable tavler, samt hvilke konsekvenser tavlerne får på længere sigt.

På nuværende tidspunkt har det ikke været muligt at bedømme, hvilken effekt de variable tavler har på det konkrete antal af rapporterede uheld og tilskadekomne i krydsene og dermed vurdere effekten af de variable hastighedstavler i forhold til den slags ulykker, der har udløst etableringen af de respektive trafikledelsessystemer. I stedet er der her regnet på det forventede fald i antal tilskadekomne som følge af hastighedsændringen, idet faldet af tilskadekomne, giver et mere overordnet billede af tavlernes effekt, end hvis alene reduktionen af antallet af dræbte eller alvorligt tilskadekomne, blev undersøgt.

I fremtiden bør der ses nærmere på, hvordan variable tavler påvirker effekten af faste tavler, da det ikke kan udelukkes, at trafikanterne lærer, at variable tavler giver en aktuel og troværdig information og dermed negligerer værdien af faste tavler.

Litteratur

Elvik, R., Christensen, P. & Amundsen, A.H. 2004, *Speed and road accident - An evaluation of the power model*, TØI, Oslo.

- Herrstedt, L. & La Cour Lund, B. 2006, *Hastighedstilpasning - Evaluering af forsøg med brug af VMS - tavler*, Trafitec Aps.
- Lindkvist, A., Towliat, M., Svensson, H. & Anderson, J. 2006, *Variabel hastighed i korsninger - tillæmningsrapport*, Vägverket, Trafikavdelningen.
- Pedersen, L.S. 2009, *Variable hastighedstavler – Effektundersøgelse af variable hastighedstavler ved kryds på veje i åbent land*, Aalborg Universitet
- Rosenstand, K. 2008, *Effektregistrering af variable vejtavler ved farligt vejkryds*, Vejdirektoratet.
- Vejdirektoratet 2008a, *Variabel hastighedsbegrænsning på Rute 26 (Vildsundvej) ved Lyngbro*, Projektforslag.
- Vejdirektoratet 2008b, *Variabel hastighedsbegrænsning på Rute 26 (Vildsundvej) ved Vestmorsvej*, Projektforslag.
- Vejdirektoratet 2007, *Variabel hastighedsbegrænsning på Rute 26 ved Bajlumvej*, Projektforslag.
- Winnett, M.A. & Wheeler, A.H. 2002, *Vehicle-activated signs - a large scale evaluation*, Department for Transport.