

Denne artikel er publiceret i det elektroniske tidsskrift
Udvalgte Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet
(Selected Proceedings from the Annual Transport
Conference at Aalborg University)
ISSN 1903-1092
www.trafikdage.dk/artikelarkiv
Modtaget 01.11.2011
Accepteret 05.02.2013

Sikkerhedsmæssig effekt af strækningshastighedskontrol i Storbritannien

Brassøe B⁽¹⁾, bobrassoe@hotmail.com

Johansen J W⁽¹⁾, jonaswibert@hotmail.com

Madsen J C O⁽¹⁾, overgaard@plan.aau.dk

Lahrmann H⁽¹⁾, lahrmann@plan.aau.dk

⁽¹⁾Trafikforskningsgruppen, Aalborg Universitet

Abstrakt

Der knytter sig væsentlige sikkerhedsmæssige potentialer til at sikre, at bilisterne i højere grad overholder hastighedsgrænserne. Høje hastigheder giver flere og mere alvorlige uheld. Den teknologiske udvikling har bevirket, at der gennem de seneste 20 år er udviklet systemer, der muliggør automatiske hastighedskontroller. For nylig er der gennemført en dansk evaluering af de sikkerhedsmæssige effekter af punkt-baseret hastighedskontrol ved anvendelse af såkaldt punkt-ATK. Et muligt og potentielt mere effektivt alternativ er strækningsbaseret hastighedskontrol, hvor den automatiske hastighedskontrol gennemføres på baggrund af registreringer af bilisternes gennemsnitlige rejsehastighed over sammenhængende vejstrækninger. Artiklen omhandler en evaluering af de sikkerhedsmæssige effekter af strækningsbaseret hastighedskontrol belyst via ændringer i hastighedsniveauer og uheldsforekomster før og efter etableringen af strækningshastighedskontrol på udvalgte lokaliteter i Storbritannien. Studiet dokumenterer, at indførelsen af strækningsbaseret hastighedskontrol medfører signifikante og betydelige reduktioner i hastigheder og uheldsforekomster. Evalueringens resultater taler for, at strækningsbaserede hastighedskontroller i højere grad end punkt-ATK vil kunne forbedre trafiksikkerheden.

Introduktion

Det er veldokumenteret, at der er en meget stærk sammenhæng mellem bilernes hastighed og antallet af dræbte og kvæstede i trafikken (Elvik, 2009). Derfor har alle vestlige lande siden begyndelsen af 1970'erne haft generelle hastighedsgrænser på vejene. Men moderne biler er bygget til høj fart, og mange opfatter overskridelse af hastighedsgrænserne som en legitim handling (Jensen et al., 2011). Derfor har problemet siden de generelle hastighedsgrænsers indførelse været at få dem overholdt.

Principielt kan hastighedsgrænserne søges overholdt på følgende måder:

1. Vejen kan indrettes, så bilerne ikke kan køre hurtigere end hastighedsgrænserne, eller så trafikanterne opfatter det som naturligt at køre under hastighedsgrænsen.
2. Bilerne kan udstyres med IT udstyr, der på forskellig måde reagerer, hvis der køres hurtigere end hastighedsgrænsen. Udstyret kaldes med en samlebetegnelse Intelligent Farttilpasning (Lahrmann et al, 2011a), (Lahrmann et al, 2011b).
3. Der kan gennemføres kampagner, der på forskellig måde forsøger at motivere bilisterne til at overholde hastighedsgrænserne.
4. Endelig kan bilisternes hastighed kontrolleres ved kontrol på vejene. Denne type kontrol kan dels gennemføres som led i almindelig politikontrol på vejene, dels ved automatisk hastighedskontrol.

Denne artikel omhandler sidstnævnte metode - den automatiske hastighedskontrol. I artiklen gennemgås først de forskellige typer af automatisk hastighedskontrol og deres anvendelse. Derefter præsenteres en undersøgelse af den sikkerhedsmæssige effekt af *strækningshastighedskontrol* – også kaldet *stræknings-ATK* – i Storbritannien foretaget som led i et afgangprojekt på Aalborg Universitet. Baggrunden for, at markstudierne i et afgangprojekt på et dansk universitet blev henlagt til Storbritannien, har blandt andet været, at der i de seneste år har pågået overvejelser om indførelse af punkt-ATK i Danmark.

Punkt-ATK er karakteriseret ved, at hastighedskontrollen gennemføres ud fra en snithastighedsmåling i et eller flere specifikke punkter på vejstrækningen. Ved strækningshastighedskontrol gennemføres hastighedskontrollen på baggrund af en registrering af de enkelte køretøjers strækningsmiddelshastighed – altså den gennemsnitlige hastighed hvormed den enkelte trafikant gennemkører vejstrækningen.

Som led i overvejelserne omkring indførelsen af punkt-ATK, er der gennemført et forsøg med dette system i Danmark. I evalueringsrapporten fra forsøget anføres det om strækningshastighedskontrol: *"Effekten på personskadeuheld ser lovende ud, måske endda større end for punkt-ATK (stærekasser), men materialet er endnu for spinkelt til at konkludere endegyldigt"* (Hels et al, 2010). Forfatterne af denne artikel har derfor fundet det interessant at dykke nærmere ned i effekterne af strækningshastighedskontrol i et af de europæiske lande, der har benyttet denne relativt nye kontrolteknologi mest.

Punkt-ATK

Automatisk hastighedskontrol blev først introduceret i Norge i 1988. Systemet består af en såkaldt stærekasse, som måler bilernes snithastighed i et punkt på vejen (figur 1). Er hastigheden for høj, fotograferes bil og fører, hvorefter fotoet bruges til dokumentation ved udskrivning af bøde. Systemet er dog kun aktiv i perioder, men trafikanterne ved ikke hvornår. I de første mange år efter introduktionen var der almindelige vådfilmskameraer i standerne, og disse kameraer blev flyttet rundt mellem forskellige standere. I dag er punkt-ATK i Norge forsynet med permanente digitale kameraer, der via trådløs kommunikation overfører billederne til politiet. Kameraerne er dog stadig ikke tændt permanent, fordi behandlingen af billederne er ret omfattende.



Figur 1 En norsk punkt-ATK-stander

Punkt-ATK er siden 1988 introduceret i en lang række europæiske lande, herunder Sverige, Finland, England, Holland, Belgien og Frankrig. En lang række effektstudier har vist gode sikkerhedsmæssige effekter af systemet (Thomas et al., 2008).



Figur 2 Strækninger med en opsat punkt-ATK markeres i Norge med dette skilt

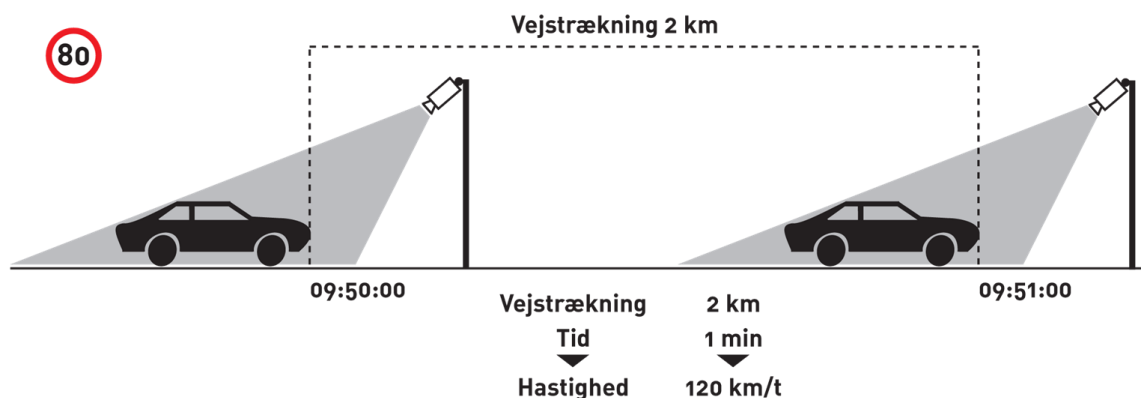
Punkt-ATK opsættes typisk på strækninger med forhøjet ulykkesrisiko. En strækning på nogle km skiltes med fotoovervågning, se figur 2, og i et tilfældigt punkt på denne strækning placeres standeren. Tankegangen er, at trafikanten skal vide, at strækningen er overvåget, men ikke præcist hvor og hvornår, og derfor tilskyndes til at

nedsætte hastigheden på hele strækningen på alle tider af døgnet. Dette har helt fra introduktionen af punkt-ATK i 1988 betydet, at lokalkendte trafikanter har benyttet sig af kængurukørsel, hvor hastigheden sættes ned lidt før standeren og op igen umiddelbart efter (Elvik and Vaa, 2004).

I dag er kængurukørsel blevet muligt for alle trafikanter, idet den nøjagtige position af punkt-ATK er lagt ind i navigationsanlæggene. Dermed kan alle trafikanter blot nøjes med at nedsætte hastigheden i de sekunder hvor standeren passerer. En søgning på YouTube giver adskillige hits på videoer, der beskriver denne teknik (en kort video af denne teknik kan downloades fra www.trg.dk/ATK/).

Strækningshastighedskontrol

Som modtræk er der de senere år udviklet en anden metode til automatisk hastighedskontrol. Teknikken kaldes strækningshastighedskontrol og består i, at tidspunktet for bilens passage af to snit med fx 3-5 km's mellemrum registreres, hvorefter bilens gennemsnitshastighed på strækningen mellem de to snit beregnes, se figur 3.



Figur 3 Ved strækningshastighedskontrol fotograferes og tidsstempler bilerne i to snit

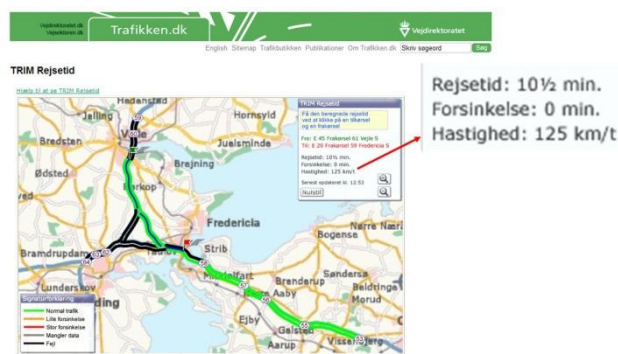
Teknisk set består systemet af et videokamera i de to snit, der fotograferer og tidsstempler de passerende biler. Ved hjælp af billedanalyse software aflæses nummerpladen på de tidsstemplede biler automatisk, og herefter kan nummerpladerne i de to snit sammenlignes. Dette gør det muligt at finde biler, der har gennemkørt vejstrækningen med en højere strækningsmiddelshastighed end den tilladte, hvorefter en afgift kan sendes til bilejeren. Det forhold, at kontrollen er knyttet til den gennemsnitshastighed, hvormed den enkelte bilist gennemkører vejstrækningen, minimerer umiddelbart risikoen for hastighedsoverskridelser og kængurukørsel, idet praktiseringen heraf ikke vil give anledning til rejsetidsgevinster på strækningen. Hastighedsoverskridelser må således nødvendigvis modsvares af hastigheder under hastighedsgrænsen, dersom et bødeforlæg skal undgås. Følgelig har implementeringen af strækningshastighedskontrol i

udlandet (implicit) været båret af en hypotese om, at et sådant system vil give anledning til større hastighedsreduktioner – og dermed større uhelds- og skadesreduktioner – end punkt-ATK.

Automatisk trafikkontrol i Danmark

I Danmark blev der gennemført forsøg med fotovogne – altså mobile punkt-ATK'er – i perioden april 1999-marts 2001. Fra 2003 blev ordningen gjort permanent. (Ottesen og Ágústsson, 2002). I januar 2009 blev et ét-årigt forsøg med ti stationære punkt-ATK'er iværksat. Efter forsøgets afslutning blev forsøget evalueret af DTU Transport og Vejdirektoratet. I den forbindelse blev effekten på trafikanternes hastighed undersøgt. Gennemsnitshastigheden ved punkt-ATK'erne faldt på landeveje med 9,1 km/t i kontrolretningen på hverdage (12 %) og med 12,1 km/t i weekends (14 %). På byveje var faldet i gennemsnitshastigheden knap så stort, henholdsvis 10 % og 13 %. Hastighedsmålinger nogle hundrede meter efter punkt-ATK'ernes placering viste, at effekten her stort set var væk (Sørensen, 2010) (Hels et al., 2010). På baggrund af DTU Transports evalueringsrapport, har Justitsministeren bedt Rigspolitiet om i samarbejde med Vejdirektoratet at komme med et konkret oplæg til, hvordan en landsdækkende ordning med punkt-ATK kan se ud. Dette oplæg er endnu ikke offentliggjort.

Der findes ikke strækningshastighedskontrol i Danmark, men faktisk benyttes teknikken fra strækningshastighedskontrol til en række trafikinformationssystemer. Går man ind på www.trafikken.dk, kan man se realtidshastigheder på en række motorvejsstrækninger, herunder motorvejene i Trekantområdet, se figur 4. Her kan bilernes aktuelle gennemsnitshastighed mellem to snit på motorvejen aflæses. Den viste hastighed er beregnet ved at aflæse og tidsstemple bilernes nummerplader i de to snit. På denne måde anvendes teknikken allerede i Danmark, blot ikke til automatisk trafikkontrol.



Figur 4 Strækningshastighedsmåling til trafikinformation på en motorvejsstrækning men den hastighedsgrænse på 110 km/t i Trekantområdet. På det aktuelle tidspunkt var gennemsnitshastigheden på strækningen 125 km/t.

Formål

Det danske forsøg afspejler, at punkt-ATK påvirker trafikanternes hastighedsvalg, ligesom de udenlandske erfaringer peger i retning af, at strækningshastighedskontrollen påvirker hastigheder og uheldstal positivt. I forhold til en dansk stillingtagen til den fremtidige anvendelse af automatisk hastighedskontrol vil dokumenteret viden om de to systemers omkostningseffektivitet bidrage til en væsentlig kvalificering af beslutningsgrundlaget. I den danske evaluering af punkt-ATK efterlyses en bedre dokumentation af effekterne af strækningshastighedskontrollen.

Det er denne efterlysning på bedre dokumentation, som dette projekt sigter på at efterkomme ved at analysere effekterne på hastigheder og trafiksikkerhed af den gennemførte strækningshastighedskontrol i Storbritannien. Det forhold, at hastighedskontrollen gennemføres på grundlag af de enkelte bilisters gennemsnitlige rejsehastighed – strækningsmiddelhastigheden – mellem målepunkterne på strækningen giver således anledning til en hypotese om, at hastighedsreduktionerne ikke alene vil slå igennem på afgrænsede vejafsnit omkring den enkelte punkt-ATK-stander, men vil slå igennem over hele vejstrækninger. Dersom dette er tilfældet, vil de sikkerhedsmæssige effekter slå igennem over større dele af vejnettet og dermed alt andet lige give anledning til større reduktioner i antallet af dræbte og tilskadede.

Analysedesign

Strækningsbaseret hastighedskontrol er i dag i varierende grad implementeret i lande som Storbritannien, Italien, Holland og Østrig. Når nærværende undersøgelse gennemføres på basis af erfaringerne fra Storbritannien, er hovedforklaringen, at det her har været muligt at indsamle før- og efterdata på hastigheder og uheld for så lange tidsperioder, at et effektstudie meningsfuldt lader sig gennemføre.

I 2000 blev den første strækningsbaserede hastighedskontrol i Storbritannien introduceret i Nottinghamshire. Siden da er systemet blevet kraftigt udbygget. De første to strækninger, der fik installeret systemet i Nottinghamshire, blev udvalgt, fordi der var en særdeles høj forekomst af dræbte og alvorligt tilskadekomne. Høje uheldsforekomster og høje alvorlighedsgrader var således blandt de hovedkrav, der oprindeligt blev defineret af Department for Transport for den lokale implementering af strækningshastighedskontrol. (Department for Transport, 2007) Sidenhen er kravene blevet lempet, og hastighedskontrollerne kan i dag også bruges til at løse andre problemstillinger end de rent trafikikkerhedsmæssige.

Effektopgørelse

Det er i undersøgelsen valgt at basere evalueringen på såvel analyser af ændringer i hastighedsniveauet som analyser af ændringer i uheldsforekomsterne som konsekvens af etableringen af strækningshastighedskontrol. Sidstnævnte repræsenterer den klassiske tilgang til opgørelse af de sikkerhedsmæssige effekter og trafikikkerhedstiltag prioriteres traditionelt også ud fra deres dokumenterede evne til at reducere uhelds- og skadesforekomster. Når det er valgt at supplere med analyser på ændringerne i hastighedsniveauet skyldes det, at tiltaget netop retter sig mod at sænke hastighedsniveauet, og at sammenhængen mellem hastigheder og uhelds- samt skadesforekomster er veldokumenteret. Dertil kommer, at den danske effektvurdering af punkt-ATK alene er gennemført på grundlag af hastighedsændringer. Ydermere repræsenterer regressionseffekten i langt fra samme grad en mulig fejlkilde i evalueringer, der baserer sig på hastighedsændringer frem for ændringer i uhelds- og skadesforekomsterne. Endelig er opgørelsen af effekter på såvel hastigheder som uheldsforekomster medvirkende til at styrke evalueringens validitet.

For at dokumentere effekterne på hastigheder og uheldsforekomster er der gennemført relevante statistiske tests, jævnfør nedenstående. Der er for alle de statistiske analyser valgt et signifikansniveau på 0,05. Dette valg bunder i, at dette er i overensstemmelse med vanlig dansk praksis for effektstudier, jævnfør Jørgensen (1981).

Fælles for undersøgelseerne baseret på hastigheder henholdsvis uheldstal er, at der for de lokaliteter, der inddrages i studiet, skal foreligge data fra en periode både før og efter implementering af strækningshastighedskontrollen. For den hastighedsbaserede undersøgelse er periodelængden ikke så vigtig, hvis blot der er registreret en stor mængde køretøjer, da mange observationer giver et bedre grundlag for analysen. For den uheldsbaserede undersøgelse er der opsat et krav om en periodelængde på minimum tre og maksimalt fem år før og efter implementeringen. For begge typer af undersøgelser gælder det ligeledes, at der ikke må være sket væsentlige ændringer på strækningen fra før til efter implementeringen af strækningshastighedskontrol, da det ellers ikke vil være muligt at isolere effekterne af strækningshastighedskontrollen.

Analyser

Den hastighedsbaserede analyse er specifikt gennemført på baggrund af hastighedsdata fra en 54 km lang strækning; hovedvej A77 beliggende i åbent land mellem Symington og Ardwell Bay i det vestlige Skotland. På strækningen er der etableret seks målestationer, fordelt jævnt ud over strækningen, hvorpå der er foretaget hastighedsmålinger før og efter implementeringen af strækningshastighedskontrollen. A77 omfatter 2- og 4-sporede delstrækninger, hastighedsgrænserne varierer fra 60 mph (96,6 km/t) til 70 mph (112,7 km/t), mens årsdøgntrafikken varierer fra 3.600 køretøjer/døgn til 33.800 køretøjer/døgn. Målestationerne er placeret således, at de dækker de respektive typer af delstrækninger langs A77.

Uheldsanalysen er gennemført på baggrund af før-efter uheldsdata fra 10 vejstrækninger i og udenfor byområde i Nottingham og Nottinghamshire i East Midlands i England. Antallet af kørespor varierer fra 2 til 4, hastighedsgrænserne fra 30 mph (48,3 km/t) til 60 mph (96,6 km/t) og årsdøgntrafikken fra 8.000 til 38.000 køretøjer/døgn.

Endelig er det valgt at lave et særskilt effektstudie på hastigheder og uheldsforekomster for A14 mellem Huntingdon og Cambridge i det østlige England. Denne 14 kilometer lange strækning, der er inddelt i 6 delstrækninger med strækningshastighedskontrol, udmærker sig ved, at der indledningsvist blev etableret punkt-ATK, der efterfølgende blev erstattet med strækningshastighedskontrol ud fra en forventning om, at det herved ville være muligt at opnå yderligere forbedringer af trafikikkerheden. Dersom det kan påvises, at overgangen fra punkt-ATK til strækningshastighedskontrol har medført signifikante forbedringer af trafikikkerheden, vil dette umiddelbart dokumentere, at det sikkerhedsmæssige potentiale relateret til strækningshastighedskontrol overstiger potentialet knyttet til punkt-ATK.

Hastighedsanalyse

Mulighederne for at gennemføre statistiske tests på hastighedsdataene afhænger i høj grad af den form, hvorpå disse data foreligger. Data på enkeltkøretøjsniveau giver umiddelbart de bedste analysemuligheder, idet sådanne data giver mulighed for at gennemføre statistiske tests på ændringer i såvel hastighedsspredningerne som middelhastighederne. I det aktuelle tilfælde har det ikke været muligt at identificere lokaliteter, hvor der foreligger før såvel som efter hastighedsmålinger på enkeltkøretøjsniveau.

Ideelt set bør effekterne af strækningshastighedskontrol desuden gennemføres på baggrund af ændringer i bilisternes gennemsnitlige strækningsmiddelhastighed fra før til efter. For A77 har det imidlertid alene været muligt at finde snithastighedsmålinger for såvel før- som efterperioden for de seks målestationer på strækninger, da der i førsituationen ikke er foretaget registreringer af bilisternes strækningsmiddelhastigheder. For de seks målestationer foreligger der specifikt oplysninger om; snitmiddelhastigheden (\bar{V}), antallet af køretøjer i registreringsperioden (n) og standardafvigelsen (S) på snithastighederne fordelt på forskellige uger før og efter implementeringen af strækningshastighedskontrollen. For at kunne undersøge, hvorvidt ændringerne i hastighederne fra før til efter er signifikante, er det derfor valgt at tage estimere 95-konfidensintervallet omkring de opgjorte middelsnithastigheder før og efter i henhold til udtrykket (Dawson and Trapp, 2001):

$$\bar{V} - 1,96 * \frac{S}{\sqrt{n-1}} < \mu < \bar{V} + 1,96 * \frac{S}{\sqrt{n-1}}$$

Om der er sket en signifikant ændring i snitmiddelhastighederne fra før til efter, undersøges ved at sammenholde konfidensintervallerne for snitmiddelhastighederne før og efter implementeringen af

strækningshastighedskontrollen. Dersom den øvre grænse for konfidensintervallet *efter* ligger under den nedre grænse for konfidensintervallet *før*, er der sket et signifikant fald i snitmiddelhastigheden.

Resultater

Resultaterne af hastighedsanalyserne for målestationerne ved seks forskellige lokaliteter i Skotland fremgår af tabel 1. Målingerne er foretaget på lokaliteter, der er uafhængig af placeringen af standerne til den strækningsbaserede hastighedskontrol. Dataet er indsamlet i en variabel periode for førmålingerne på mellem 1 og 13 uger og en periode på 50 uger i eftermålingerne.

Tabel 1: Ændring i snitmiddelhastigheder på A77 baseret på ca. 5,5 mio. køretøjer i førmålinger og 32,5 mio. køretøjer i eftermålinger

	Før ATK (mph)	Med ATK (mph)	Ændring (mph)	Ændring procent	i Konklusion
Symington (70 mph)	63,9	59,6	-4,3	-6,7	Signifikant fald
Girvan Mains (60 mph)	51,7	49,4	-2,3	-4,5	Signifikant fald
Balkenna (60 mph)	53,3	50,0	-3,4	-6,3	Signifikant fald
Minishant (60 mph)	49,3	39,5	-9,8	-19,8	Signifikant fald
Ardwell Bay (60 mph)	52,9	49,0	-3,9	-7,3	Signifikant fald
Mellem B7038 og B730 (60 mph)	63,0	61,6	-1,4	-2,2	Signifikant fald
Gennemsnit	55,7	51,5	4,2	-7,5	

Som det ses af tabel 1 er der registreret et signifikant fald i alle snitmiddelhastighederne fra før til efter. Reduktionerne ligger i intervallet 1,4 mph til 9,8 mph (2,2 km/t til 15,7 km/t). Ved en af lokaliteterne ses et kraftigt fald til betydeligt under hastighedsgrænsen. Dette kunne vidne om fremkommelighedsproblemer, men det vides ikke eksplicit, om sådanne forekommer på lokaliteten.

For at gøre resultaterne sammenlignelige med den danske evaluering af punkt-ATK, er hastighedsmålingerne fra de enkelte målestationer aggregeret. De estimerede gennemsnitlige middelhastigheder over de seks målestationer før og efter er henholdsvis 55,7 mph og 51,5 mph, hvilket giver en hastighedsreduktion på 4,2 mph (6,7 km/t) svarende til et fald på 7,5 %.

Det forhold, at der sker signifikante fald i middelhastighederne ved alle målepunkterne, indikerer, at strækningshastighedskontrollen påvirker hastighedsniveauet over hele strækningens længde, hvorfor den gennemsnitlige reduktion i snitmiddelhastighederne, kan ses som en eksponent for strækningshastighedskontrollens effekt på middelrejsehastigheden over hele strækningen. Med et fald på

7,5 %, kan der i henhold til potensmodellen (Elvik, 2009) på veje i åbent land forventes et fald i antallet af personskadeuheld på 11,7 %, et fald på 18,3 % i antallet af alvorlige personskadeuheld og et fald på 27,4 % i antallet af dødsulykker.

Uheldsanalyse

For at undersøge om der rent faktisk kan dokumenteres en signifikant reduktion i uheldsforekomsten, foretages der tillige statistisk analyse på ændringer i uheldsforekomsten som følge af implementeringen af strækningshastighedskontrol. Analysen er gennemført på baggrund af det registrerede antal personskadeuheld før og efter implementeringen på de ti vejstrækninger i Nottingham og Nottinghamshire.

En sikker identifikation af den reelle sikkerhedseffekt betinger, at den lokalt forventede uheldsforekomst i tidsrummet T med tiltaget implementeret ($\mu_{iT,med}$) forholdes til den lokalt forventede uheldsforekomst, sådan som den ville have været i samme tidsrum, dersom tiltaget ikke var blevet implementeret ($\mu_{iT,uden}$). Ingen af disse størrelser er imidlertid observerbare/målbare. I stedet anvendes den observerede uheldsforekomst i efterperioden som proxy for $\mu_{iT,med}$, mens den observerede uheldsforekomst i førperioden anvendes som grundlag for et estimat på $\mu_{iT,uden}$. For at kontrollere for den del af ændringen i uheldsforekomsten, der skyldes generelle trends i trafikikkerheden samt lokale ændringer i trafikmængderne fremskrives uheldsforekomsten i førperioden ved hjælp af korrektionsfaktorerne C_{Trend} og C_{Trafik} . Disse estimeres ud fra ændringerne i uheldsforekomsten på engelske referencelokaliteter af samme type og med samme hastighedsgrænse henholdsvis på baggrund af uheldsmodeller, der beskriver ændringer i uheldsforekomsten som følge af lokale ændringer i trafikmængderne.

Evalueringen baseres dermed på følgende grundformel (Madsen, 2004):

$$\varepsilon_{rel,j} = \frac{X_{je}}{X_{jf} * C_{Trend} * C_{Trafik}}$$

hvor:

- $\varepsilon_{rel,j}$: Den relative uheldseffekt på lokaliteten j
- X_{je} : Antallet af uheld på en lokalitet, j, i efterperioden
- X_{jf} : Antallet af uheld på en lokalitet, j, i førperioden
- C_{Trend} : Korrektionsfaktor for generel uheldsudvikling
- C_{Trafik} : Korrektionsfaktor for ændret trafikmængde

Eftersom uheldsforekomsten varierer tilfældigt over tid, er det ydermere relevant at korrigere for de ændringer i uheldsforekomsten fra før til efter, der skyldes tilfældig variation i uheldsforekomsten mellem før- og efterperioden. En sådan kontrol er særlig relevant i nærværende tilfælde, eftersom analyselokaliteterne er udvalgt til strækningshastighedskontrol på grund af unormalt høje uheldsforekomster i førperioden. Dette sandsynliggør, at dele af ændringen i uheldsforekomsten fra før til efter skyldes, at uheldsforekomsten er faldet fra et tilfældigt højt niveau til et niveau tættere på eller under normalen. Dette fænomen benævnes regressionseffekten og vil i tilfælde af en manglende kontrol herfor medføre en overvurdering af tiltagets sikkerhedsmæssige effekt. Den empiriske Bayes metode repræsenterer p.t. den bedste metode til gennemførelse af en kontrol for regressionseffekten. (Madsen, 2004) Desværre har de påkrævede uheldsmodeller til anvendelse af empirisk Bayes metode ikke været tilgængelige for det engelske vejnet.

I stedet forsøges der på to måder at tage et vist hensyn til regressionseffekten. For det første ved at teste for, om ændringen i uheldsforekomsten fra før til efter på enkeltlokaliteterne er tilfældige eller ej.

Signifikanstesten gennemføres i henhold til Vejdirektoratets vejledning i uheldsbaserede effektstudier fra 1981 (Jørgensen, 1981). Testen er her gennemført ved et signifikansniveau på 95 %, og gør det specifikt muligt at undersøge, hvorvidt eventuelle ændringer i uheldsforekomsterne fra før til efter er reelle og kan henføres til det evaluerede tiltag eller i stedet er udslag af tilfældig uheldsvariation. Med andre ord sætter testen os i stand til at vurdere, om det er sandsynligt, at tiltaget har påvirket trafiksikkerheden. I modsætning til den empiriske Bayes metode giver testen desværre ikke mulighed for at korrigere effektestimater for regressionseffekten. Ydermere er det i opgørelserne over strækningshastighedskontrollens overordnede sikkerhedsmæssige effekter valgt at trække året med den højeste uheldsobservation i førperioden samt året med den laveste uheldsobservation i efterperioden ud af analysen, så der gives et mere konservativt estimat på strækningshastighedskontrollens sikkerhedsmæssige effekt, se eksempelvis Lahrman og Holmskov (1993).

Resultater

Estimaterne på de stedlige sikkerhedsmæssige effekter fremgår af tabel 2. For samtlige lokaliteter er antallet af personskadeuheld reduceret fra før til efter. Imidlertid er det kun på 4 ud af 10 lokaliteter, at ændringen med sikkerhed kan henføres til en positiv sikkerhedsmæssig effekt af strækningshastighedskontrollen. I de resterende 6 tilfælde kan det i henhold til testen ikke udelukkes, at ændringerne i uheldsforekomsterne fra før til efter er rent tilfældige.

Tabel 2: Resultater fra uheldsanalyse for personskadeuheld

	Før	Efter	Ændring	Signifikant effekt
Edwards Lane	14	6	-57 %	Nej
A6514 Ring Road	302	183	-39 %	Ja
B6004 Arnold Road	75	31	-59 %	Ja
A610 Nuthall Road	108	47	-56 %	Ja
A46 Cotgrave	44	24	-45 %	Nej
A46 Fosse Road	27	25	-7%	Nej
A 52 Bingham	20	15	-25 %	Nej
A52 Radcliffe	44	38	-14 %	Nej
A52 Saxondale	33	21	-36 %	Nej
A631 Scaftworth	8	1	-88 %	Ja

For at opnå et overordnet estimat på strækningshastighedskontrollernes sikkerhedsmæssige effekt er der gennemført en metaanalyse i henhold til den internationalt anerkendte Log Odds metode, jævnfør Elvik et al. (2009). Log Odds metoden giver mulighed for, dels at fremsætte et estimat på et tiltags forventede effekt på uheldsforekomsten, dels giver den mulighed for at kortlægge, hvorvidt den sikkerhedsmæssige effekt varierer signifikant enkeltlokaliteter imellem.

Tiltagets forventede effekt estimeres som et vægtet gennemsnit over de estimerede stedlige effekter, i dette tilfælde for de 10 lokaliteter, der indgår i uheldsanalysen. Middeleffekten estimeres specifikt i henhold til udtrykket:

$$\bar{y} = \exp\left(\frac{\sum_{j=1}^g w_j y_j}{\sum_{j=1}^g w_j}\right)$$

y_i er den naturlige logaritme til den estimerede stedlige effekt for lokalitet j , og w_j er en statistisk vægt knyttet til den stedlige effekt for lokalitet j . For at undersøge om ændringen i uheldsforekomsten er signifikant, samt for at beskrive usikkerheden på estimatet på den forventede sikkerhedsmæssige effekt, udregnes et konfidensinterval for \bar{y} ved:

$$95\% \text{ konfidensinterval (øvre og nedre)} = \exp\left[\left(\frac{\sum_j w_j y_j}{\sum_j w_j}\right) \pm 1,96 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{\sum_j w_j}}\right)\right]$$

Den statistiske vægt, w_j , estimeres på baggrund af de observerede uheldsforekomster før og efter på enkeltlokaliteterne samt de observerede uheldsforekomster på de respektive referencelokaliteter. Metoden til at estimere w_j afhænger af, om der kan dokumenteres effekthomogenitet lokaliteterne imellem eller ej. Følgelig er der gennemført statistiske tests for varianshomogenitet i henhold til Elvik (2001). Disse tests viser, at der er effekthomogenitet, når samtlige uheldsobservationer inkluderes, hvilket afspejler, at den sikkerhedsmæssige effekt ikke varierer lokaliteterne imellem. Variationerne i de estimerede stedlige effekter, jævnfør tabel 2, kan således udlægges som tilfældige. Som konsekvens heraf, er metaanalyserne med alle uheld inkluderet gennemført i henhold til en fixed-effects model, jævnfør Elvik (2005). I den korrigerede analyse, hvor det værste år før og det bedste år efter udelades, angiver den statistiske test, at effekterne er inhomogene, hvorfor metaanalysen i dette tilfælde baseres på en random-effects model.

Dersom konfidensintervallet indeholder værdien 1, svarende til "ingen effekt", er effekten af det tiltag, der effektvurderes, ikke signifikant. Ligger konfidensintervallets nedre grænse over 1,0, er det et udtryk for, at det evaluerede tiltag har en negativ sikkerhedsmæssig effekt. Ligger konfidensintervallets øvre grænse omvendt under 1,0, er det et udtryk for, at tiltaget har en positiv sikkerhedsmæssig effekt. Metaanalysen er gennemført ved inddragelse af uheldsobservationerne for samtlige år i før- og efterperioderne henholdsvis ved eksklusion af uheldsobservationerne i det værste år før og det bedste år efter (korrigerede uheldstal). Resultatet fremgår af tabel 3.

Tabel 3: Metaanalysens udregnede effekter for personskadeuheld. Dersom hele intervallet ligger under 1, kan der påvises en signifikant sikkerhedsmæssig effekt

	Alle uheld	Korrigerede uheldstal
Forventet effekt	0,67	0,76
95%-CI nedre	0,59	0,64
95%-CI øvre	0,76	0,91
Konklusion	Signifikant effekt	Signifikant effekt
Anvendt model	Fixed-effect	Random-effect

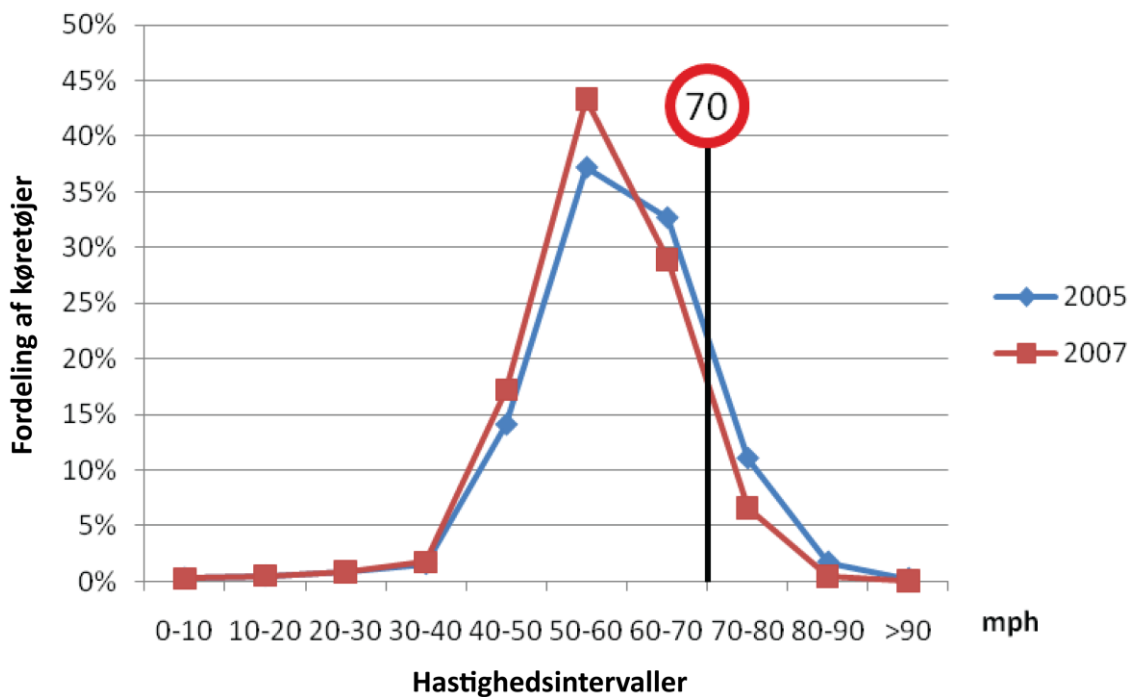
Begge analyser peger på en signifikant sikkerhedsmæssig positiv effekt af introduktionen af strækningshastighedskontrol. Inkluderer alle uhelds før og efter i analysen ligger den forventede effekt på antallet af personskadeuheld på en reduktion på 33 %. Som følge af den manglende kontrol for regressionseffekten repræsenterer dette estimat formentlig en overvurdering af tiltagets sikkerhedsmæssige effekt. Ses der bort fra det værste uheldsår før og det bedste uheldsår efter, ligger den forventede effekt på en reduktion på 24 % i antallet af personskadeuheld, idet den forventede effekt kan forventes at variere indenfor intervallet -9 % til -36 %.

De gennemførte tests for effekthomogenitet afspejler, at effekten af at indføre strækningshastighedskontrol tenderer til at variere lokaliteterne imellem. Datamaterialet er imidlertid for begrænset til at afklare, hvilke faktorer der kan begrunde en sådan variation i den stedlige sikkerhedsmæssige effekt. Mulige forklaringer på variationer i de stedlige effekter er; forskelle i hastighedsgrænser, detaljeret vejudformning og hastighedsniveau forud for implementeringen af strækningshastighedskontrollen.

Fra punkt-ATK til strækning-ATK

A14 mellem Cambridge og Huntingdon i det østlige England er gjort til genstand for et selvstændigt studie, da det her er muligt at studere de sikkerhedsmæssige effekter knyttet til overgangen fra punkt-ATK til strækningshastighedskontrol. I 2001 blev der på strækningen opstillet punkt-ATK otte steder for at forsøge at nedbringe antallet af uheld samt antallet af dræbte på den 22 km lange strækning. Til trods herfor indtraf der fortsat mange alvorlige uheld på strækningen. I 2007 blev strækningshastighedskontrol taget i brug på strækningen for at komme problemerne yderligere til livs. (Vysionics, 2011)

Der er blevet udført en analyse på hastighedsdata fra seks lokaliteter på A14 ved hjælp af Chi-test. På alle målesteder er der konstateret en signifikant forskydning i hastighedsniveauerne efter overgangen til strækningshastighedskontrol. På figur 5 ses fordelingen af køretøjer indenfor forskellige hastighedsintervaller. Fordelingen er beregnet som et gennemsnit af resultaterne fra seks Chi-tests svarende til de seks målepunkter på A14. Figuren viser et fald i hastighedsniveauet samt en reduceret spredning på hastighederne.



Figur 5: Fordeling af andel af køretøjer i forskellige hastighedsintervaller fra Cambridge

Når der analyseres på forekomsten af personskadeuheld, er antallet faldet fra 246 uheld i de tre år med punkt-ATK til 173 uheld i de tre år med strækningshastighedskontrol, hvilket svarer til en reduktion på knap 30 %, der imidlertid ikke er signifikant. Fokuseres der i stedet på forekomsten af alvorlige personskadeuheld; dødsulykker og alvorlige personskadeuheld, kan der imidlertid påvises en signifikant reduktion på 63 % fra 43 alvorlige personskadeuheld i perioden med punkt-ATK til 16 alvorlige personskadeuheld i perioden med strækningshastighedskontrol. Regressionseffekten kan ikke udelukkes som en mulig fejlkilde i denne opgørelse, men kombineret med det dokumenterede fald i hastighedsniveauerne peger analysen i retning af, at implementeringen af strækningshastighedskontrol i sammenligning med punkt-ATK giver anledning til en merforbedring af trafiksikkerheden. Forklaringen på denne merforbedring af trafiksikkerheden skal formentlig søges i, at effekterne på hastighederne gælder hele vejstrækningen og ikke afgrænses til delstrækningerne umiddelbart før og efter punkt-ATK-standerne.

Konklusioner og perspektiver

De gennemførte evalueringer af strækningshastighedskontrollerne i Storbritannien baseret på såvel hastigheds- som uheldsdata fra perioderne før og efter implementeringen af strækningshastighedskontrollen dokumenterer samstemmende, at strækningshastighedskontrollerne har en signifikant positiv sikkerhedsmæssig effekt. Hastigheden reduceres med i størrelsesordenen 7,5 %, og uheldsanalyserne peger på reduktioner i antallet af alvorlige personskadeuheld på mellem 9 % og helt op til 41 %. Eftersom det ikke har været muligt at gennemføre en egentlig kontrol for regressionseffekten ligger den forventede effekt på antallet af personskadeuheld formentlig på en reduktion i intervallet 10 % til 20 %. De gennemførte evalueringer på uheldsforekomsten indikerer, at indførelsen af strækningshastighedskontrol i særlig grad reducerer forekomsten af alvorlige personskadeuheld og dødsulykker, hvilket er i overensstemmelse med i andre sammenhænge dokumenterede relationer mellem hastigheder, uhelds- og skadesforekomster, jævnfør Elvik (2009). Konkret viser yderligere analyser af de sikkerhedsmæssige effekter, at antallet af alvorlige personskadeuheld, dødsulykker inklusive, reduceres signifikant med i størrelsesordenen 20 % til 30 %.

I forhold til en stillingtagen til den fremtidige anvendelse af automatisk hastighedskontrol i Danmark foreligger der med denne undersøgelse dokumentation af effekterne af såvel punkt-ATK som strækningshastighedskontrol. Evalueringen af punkt-ATK viser en reduktion i gennemsnitshastighederne på 12-14 % umiddelbart ved standerne. I dette studie er der dokumenteret en 7,5 % reduktion i middelhastighederne ved strækningshastighedskontrol.

Umiddelbart kunne dette give indtryk af en større sikkerhedsmæssig effekt af punkt-ATK. Imidlertid viser evalueringen af punkt-ATK, at effekterne på hastighederne afgrænser sig til strækningen umiddelbart omkring punkt-ATK-standeren, og antyder mere specifikt, at effekten på hastighederne tilnærmelsesvist er væk 500 meter efter, at punkt-ATK-standeren er passeret (Hels et al., 2010). Imidlertid afspejler de gennemførte analyser på ændringerne i hastighedsniveauet som følge af implementeringen af strækningshastighedskontrol i Storbritannien, at effekterne af strækningshastighedskontrol slår igennem på hastighedsniveauet over hele strækningens længde. Specifikt slår den gennemsnitlige reduktion i middelhastighederne på 7,5 % over de seks målestationer formentlig igennem over hele analysestrækningens længde på 54 kilometer.

Tilsvarende konklusioner kan genfindes i en norsk evaluering af strækningshastighedskontrol på tre udvalgte strækninger i Norge (Ragnøy, 2011). Heri konkluderes således, at punkt-ATK giver anledning til en større hastighedsreduktion umiddelbart omkring punkt-ATK-standeren, der dog aftager relativt hurtigt herefter, mens strækningshastighedskontrol giver relativt lavere effekter, men at disse slår igennem over hele strækningen.

Opsummerende afspejler studierne dermed, at punkt-ATK har en markant effekt på hastighederne i afgrænsede vejafsnit, mens strækningshastighedskontrol har en sikkerhedsmæssig betydelig indflydelse på rejsehastighederne over længere sammenhængende vejstrækninger. Den større udbredelse af hastighedsmæssige effekter sandsynliggør, at en implementering af strækningshastighedskontrol vil medføre mere omkostningseffektive reduktioner i antallet af dræbte og tilskadedkomne i vejtrafikken. Dertil kommer, at etableringen af strækningbaseret hastighedskontrol vil eliminere incitamentet til kængurukørsel, hvor punkt-ATK decideret kan tilskynde hertil. I bestræbelserne på at modvirke kængurukørsel og optimere de sikkerhedsmæssige effekter af punkt-ATK, nævnes det i evalueringen af det danske punkt-ATK-forsøg som en mulighed at etablere systemet i serie. Det er imidlertid yderst usikkert, hvor tæt punkt-ATK-standerne skal stå i et sådan serie ATK-system, såfremt de lavere hastigheder skal fastholdes over længere strækninger. Især hvis det tages i regning, at bilister med intentioner om ikke at overholde hastighedsgrænserne allerede i dag har gode muligheder for via navigationsanlægget at få en advarsel få sekunder før en punkt-ATK-stander passerer.

Som følge heraf besidder strækningbaseret hastighedskontrol et væsentligt potentiale i forhold til at nedbringe hastighederne på sammenhængende vejstrækninger i det åbne land, hvor trafikuheldene typisk har en høj alvorlighedsgrad. Den geografisk afgrænsede effekt af punkt-ATK bevirker, at det sikkerhedsmæssige potentiale synes at knytte sig til afgrænsede vejafsnit med lokale hastigheds- og/eller uheldsproblematikker, herunder eksempelvis sorte pletter.

Referencer

Dawson, B. and Trapp, R. G., 2001, *Basic & Clinical Biostatistics*, Lange Medical Books/McGraw-Hill

Department for Transport, 2007, tilgået 17. april 2011

{<http://www.dft.gov.uk/pgr/roadsafety/speedmanagement/pdfdfcirc0107.pdf>}

- Elvik, R., 2001, *Area-wide urban traffic calming schemes: a meta-analysis of safety effects*, Accident Analysis and Prevention, Vol. 33, Pergamon, p.p. 327-336
- Elvik, R., 2005, *Introductory Guide to Systematic Reviews and Meta-analysis*, Transportation Research Board, Transportation Research Record, No. 1908, p.p. 230-235
- Elvik, R. and Vaa, T., 2004, *The handbook of road safety measures*. Pergamon
- Elvik, R., 2009, *The Power Model of the relationship between speed and road safety, Update and new analyses*, Institute of Transport Economics
- Elvik, R., Vaa, T., Høy, A. and Sørensen, M. W. J., 2009, *The handbook of road safety measures*, Second edition, Bingley, Emerald Group
- Hels T et al., 2010, *Automatisk hastighedskontrol - vurdering af trafiksikkerhed og samfundsøkonomi*, DTU Transport
- Jørgensen, E., 1981, *Sikkerhedsmæssig effekt; vejledning for vejbestyrelser*, Vejdirektoratet
- Jensen, A. K., Frydkjær, T. og Fisker, L., 2011, *Trafiksikkerhed ifølge danskerne – 5 paradokser om sprit og fart i trafikken*, Trygfonden og Mandag Morgen
- Lahrman, H. og Holmskov, O., 1993, *Er sortpletbekæmpelse vejen frem?*, Artikel i Dansk Vejtidskrift, Februar 1993
- Lahrman, H., Agerholm, N., Tradisauskas, N., Næss, T. and Harms, L., 2011a, *Pay as You Speed, ISA with incentives for not speeding: A case of test driver recruitment*, Accident Analysis & Prevention, In Press, Available online 11 April 2011, ISSN 0001-4575, DOI: 10.1016/j.aap.2011.03.014. {<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457511000650>}
- Lahrman, H., Agerholm, N., Tradisauskas, N., Bertelsen, K. and Harms, L., 2011b, *Pay as You Speed, ISA with incentive for not speeding: Results and interpretation of speed data*, Accident Analysis & Prevention, In Press, Available online 9 April 2011, ISSN 0001-4575, DOI: 10.1016/j.aap.2011.03.015. {<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457511000662>}
- Madsen, J. C. O., 2004, *Statistisk Uheldsteori og Sortpletudpegning - Sortpletarbejdets teoretiske grundlag*, Trafikforskningsgruppen, Trafikforskningsgruppen, Aalborg Universitet
- Ottesen S., og Ágústsson, L., 2002, *Automatisk trafikkontrol, - hvordan beregnes effekten*, I "Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet", ISSN 1603-9696, {<http://www.trafikdage.dk/papers/soeg/Paper.asp/?PaperID=883>}
- Ragnøy, A., 2011, *Strekings-ATK: Resultat av evaluering*, Statens Vegvesen, VD Rapport 2011:2625
- Sørensen, H., 2010, *Evaluering af ATK-forsøget, Stationær ATK's virkning på trafikens hastighed*, Vejdirektoratet, {<http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=79614>}
- Thomas, L., Srinivasan, R., Decina, L. E. and Staplin, L., 2008, *Safety effects of automated speed enforcement programs; Critical review of international literature*, Transportation Research Board, Transportation Research Record, No. 2078, p.p. 117-126

Vysionics, 2011, *Read Traffic Management Systems & ANPR Case Studies*, tilgået marts 2011:
<http://www.vysionics.com/Download/ID/117/RowID/728/TableID/33>.