

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



Automatisk hastighedskontrol – vurdering af trafiksikkerhed og samfundsøkonomi

Seniorforsker Tove Hels, ths@transport.dtu.dk, DTU Transport

Institutleder Niels Buus Kristensen, nbu@transport.dtu.dk, DTU Transport

Seniorforsker Gitte Carstensen, gc@transport.dtu.dk, DTU Transport

Inger Marie Bernhoft, imb@transport.dtu.dk, DTU Transport

Abstrakt

I januar 2009 blev et ét-årigt forsøg med kameraer på ubemandede standere (automatisk hastighedskontrol, ATK) iværksat af Justitsministeriet, idet man opsatte ti ATK-standere (punkt-ATK) på forskellige vejtyper på Sjælland. I forbindelse hermed har Rigspolitiet evalueret den praktiske gennemførelse af forsøget, og Vejdirektoratet har evalueret standernes effekt på hastigheden de pågældende steder. Denne artikel indeholder en vurdering af den mulige trafiksikkerhedsmæssige effekt af en eventuel permanent indførelse af ATK i større skala på de statslige landeveje eller hovedlandeveje.

Det danske forsøg viste, at opstilling af ATK-standere havde en tydelig reducerende virkning på trafikken hastighed ved passage af ATK-standeren. Middelhastigheden faldt på landeveje med gennemsnitligt 9,1 km/t i kontrolretningen på hverdage (12 %) og 12,1 km/t i weekender (14 %). Andelen af person- og varebiler, som kørte hurtigere end den tilladte hastighed faldt markant ved opsætning af ATK-standere: ved standere i landzone var denne andel før opsætning af ATK-standere 80 %, efter opsætning 15 %.

Artiklen opstiller to scenarier for mulig generel indførelse af ATK i Danmark (hhv. 100 og 500 standere). I begge scenarier er indsatsen koncentreret omkring de statslige landeveje eller hovedlandeveje. Disse har kombinationen af den største trafikvolumen og flest alvorlige uheld pr. strækningkilometer, hvorfor effekten generelt vil være størst på disse veje. Standerne anbefales sat op som punkt-ATK-standere i serier efter svensk forbillede samt anbefales at blive udformet, så de er forberedt til stræknings-ATK. Det anbefales endvidere at forsætte med hyppig brug af mobil ATK.

Ud fra statistiske sammenhænge mellem hastighedsnedsættelser og sparede personskadeuheld vurderes det, at der i de to opstillede scenarier kan spares hhv. ca. 10 og ca. 50 personskadeuheld årligt svarende til hhv. 2,5 % og 12 % af de personskadeuheld der sker på statslige hovedlandeveje årligt. Implementeringen er beregnet til at give et benefit-costforhold på 1,4 med en række grundantagelser. Opsætning af ATK har derfor formentlig en rimelig samfundsøkonomisk lønsomhed, men den afhænger i betydeligt omfang af usikkerheden på beregningerne.

1. Indledning

Overtrædelse af hastighedsgrænserne er en væsentlig medvirkende årsag til en betydelig del af alvorlige trafikuheld (Elvik 2009). Effektivisering af hastighedskontrollen kan derfor være et virkemiddel til nedbringelse af antallet af dræbte og tilskadekomne i trafikken.

I flere europæiske lande har man i de senere år gjort omfattende brug af ubemandet stationær automatisk trafikkontrol (ATK). Denne type ATK findes i to varianter:

- Punkt-ATK, hvor kameraerne er monteret i fast placerede standere langs vejen. Ikke alle standere er nødvendigvis aktive/forsynet med kameraer samtidig. I forbindelse med standeren findes spoler i vejen, der måler forbipasserende køretøjers hastighed i et punkt, deraf navnet. Når hastighedsgrænsen overtrædes, fotograferes fører og nummerplade.
- Stræknings-ATK hvor trafikanternes passagetidspunkt registreres ved begyndelsen og slutningen af en strækning, hvorefter gennemsnitshastigheden beregnes. Alle køretøjer fotograferes. Førere/ejere af køretøjer, som kører over den tilladte hastighed, tilsendes bøde-/afgiftsforlæg.

Punkt-ATK er den mest udbredte variant; således er systematiske evalueringer fra punkt-ATK publiceret fra i hvert fald ni lande (Norge, Sverige, Finland, Holland, Storbritannien, Frankrig, Belgien, Australien (delstaterne New South Wales og Victoria)). Stræknings-ATK er nyere, men udbredelsen er stigende. Mindst fire lande har implementeret systemet (Holland, Storbritannien, Østrig, Italien), men egentlige systematiske evalueringer foreligger endnu ikke.

Denne artikel vurderer de mulige sikkerhedsmæssige effekter af en eventuel permanent indførelse af Automatisk hastighedskontrol (ATK) i større skala i Danmark og kommer med anbefalinger til, hvordan systemet i givet fald vil kunne implementeres. Artiklen præsenterer først de internationale erfaringer med ATK fra en række lande, hvor der har været tilgængelige evalueringer af systemet, samt resultaterne fra det danske forsøg med opstilling af ti ATK-standere på forskellige steder (punkt-ATK) gennemført fra januar 2009 til januar 2010 (evalueret af Rigspolitiet (2010)). Med udgangspunkt i internationale erfaringer og kendskab til danske forhold præsenteres derefter to alternative scenarier til en generel implementering af ATK i Danmark. Endelig præsenteres en samfundsøkonomisk analyse, som dels beregner benefit-cost-ratioen for etablering og drift af ATK, dels bødeprovenuet ved opsætning af ATK-standere med henblik på en vurdering af den samlede effekt for statskassen.

2. Internationale erfaringer med automatisk hastighedskontrol

2.1 Punkt-ATK

Punkt-ATK anvendes på forskellig måde i de enkelte lande. En væsentlig forskel bunder i forskelle i juridiske regler. I Danmark – ligesom i øvrigt også i Norge, Sverige og Finland – fotograferes såvel nummerplade som fører, da det er føreren af bilen, der har det juridiske ansvar for hastighedsovertrædelsen (Ragnøy 2002, Aronsson 2009, Kallberg m.fl. 2009). Billedet skal derfor kunne anvendes til identifikation af føreren af bilen. I andre lande er det ejeren, der holdes juridisk ansvarlig for hastighedsovertrædelsen. Her kan man nøjes med at fotografere nummerpladen (for eksempel Frankrig (Chapelon m.fl. 2006), Holland (Fact sheet SWOV 2009), Belgien (Nuyts 2006) og Storbritannien (Gains m.fl. 2005)), hvorefter bødeforlæg som udgangspunkt sendes til ejeren. I tilfælde, hvor føreren er en anden end ejeren, kan ejeren oplyse dennes identitet.

Hvis udelukkende nummerpladen skal identificeres frem for både nummerpladen og føreren, er det teknisk set mere enkelt, da en nummerplade vil kunne aflæses elektronisk. Denne proces kræver ikke nødvendigvis samme manuelle efterbehandling og dermed færre administrative ressourcer. I en rapport fra European Road Safety Observatory (2006) påpeges det, at dette system gør det muligt at anvende systemet over for motorcyklister. Til gengæld er det muligt ved fotografering af både nummerplade og fører at kontrollere andre forhold end hastigheden, såsom brug af håndholdt mobiltelefon og manglende selebrug. Anvendelse af reglerne om klip i kørekortet og frakendelse samt kontrol af om føreren har erhvervet gyldig førerret forudsætter tillige, at føreren kan identificeres.

De to metoder resulterer i, at der er forskel på, hvor stor en del af de registrerede hastighedsovertrædere, der ender med at få et bødeforlæg. I Sverige er det kun 30 % af billederne, der har ført til bødeforlæg (ATK-Rådet 2009). Dette skyldes dog langt fra kun, at billederne har været for dårlige, men også at ejeren – i modsætning til i Danmark – ikke har pligt til at oplyse førerens identitet (ATK-Rådet 2009). I Frankrig retsforfølges derimod 70 % af sagerne, fordi andelen af billeder, hvor der er tvivl om bilens registreringsnummer, er væsentligt mindre (Chapelon m.fl. 2006). I det danske forsøg med punkt-ATK var også cirka 70 % af de digitale billeder af tilstrækkelig høj kvalitet til at føre til bødeforlæg (Rigspolitiet 2010).

Der er generelt stor åbenhed om ATK-standernes placering i alle lande (Carstensen og Kærup 2010). Som regel varsles de af skilte, og i flere lande er der officielle hjemmesider, hvor deres placering er angivet. Der er i øvrigt også mange uautoriserede hjemmesider, der – nationalt og internationalt – angiver hvor man kan møde automatisk hastighedskontrol, ligesom deres positioner ofte varsles af bilens GPS.

ATK bruges på mange forskellige vejtyper. Udvælgelse af de steder, hvor ATK skal anvendes, sker som hovedregel på grundlag af en forhøjet uheldsrisiko, eventuelt kombineret med, at der på det pågældende sted køres med relativt høj hastighed (Carstensen og Kærup 2010).

2.1.1 Effekt på hastigheder

Internationalt rapporteres der fald i gennemsnitshastighederne på mellem 2 og 13 km/t ved opsætning af punkt-ATK (Carstensen og Kærup 2010). Variationen kan for eksempel skyldes de vejtyper/hastighedsgrænser, der er kontrolleret, og de hastigheder, man normalt har kørt med på kontrolstederne. På veje med hastighedsgrænser på både 70, 80 og 90 km/t i Norge faldt gennemsnitshastigheden væsentligt mere på de målesteder, hvor hastighedsgennemsnittet havde været højt i førerperioden, end på de målesteder, hvor man havde kørt lidt langsommere (Ragnøy 2002).

Dem, der kører hurtigst, reducerer deres hastighed mest, hvilket fremgår af resultaterne fra Norge (Ragnøy 2002), Sverige (Aronsson 2009), Storbritannien (Gains m.fl. 2005) og Victoria (Australien) (ARRB 2005). Her har man både set på andelen af trafikanter, der overtræder hastighedsgrænsen, og andelen af trafikanter, der overtræder hastighedsgrænsen med særlig høj hastighed. I alle tilfælde falder andelen af meget hurtige bilister mere end andelen af overtrædere generelt.

Dette er i overensstemmelse med målinger fra Norge (Ragnøy 2002), Finland (Rajamäki og Beilinson 2005: citeret efter personlig oplysning fra R. Rajamäki) og Holland (Oei og Polak 1992), som viser, at spredningen i hastighed for alle biler, der passerer målepunkterne, er reduceret efter opsættelsen af standerne.

Et af de negative forhold, der fremhæves flere steder (se for eksempel Thomas m.fl. 2008), er kængurueffekten, hvor en fører bevidst pludseligt sænker farten, når vedkommende opdager et hastighedsovervågningskamera og umiddelbart efter hurtigt accelererer igen. Dette menes at have en

negativ effekt på en flydende trafikafvikling, på miljøet og på sikkerheden, fx på grund af øget risiko for bagendekollisioner. En pludselig kængurueffekt, hvor der bremses og accelereres kraftigt, har sjældent kunnet påvises i evalueringsstudierne.

2.1.2 Effekt på uheld

I EU-projektet PEPPER foretog man en metaanalyse af effekten på uheldsudviklingen ved samtlige hastighedskontrolformer. I alt blev 45 undersøgelser, der blev vurderet at have en acceptabel kvalitet, analyseret (Erke m.fl. 2009). Den opsummerende effekt på tværs af undersøgelserne viste, at kameraer havde den største effekt af alle de gennemgåede kontrolformer. Endvidere rapporterede undersøgelser af faste kameraer et større fald i uheld end mobile kameraer (34 % henholdsvis 17 % for alle typer uheld). For alle kontroltyper fandt man større fald i antal dødsuheld end i samtlige uheld.

En anden analyse begrænsede sig til automatiske kameraer – stationære og mobile (Thomas m.fl. 2008). Der blev udelukkende gennemgået undersøgelser med en detaljeret beskrivelse af metode og design. I alt tretten undersøgelser indgik, hvoraf fire omhandlede stationære kameraer (fra Norge, Storbritannien, Finland og New South Wales i Australien).

Thomas m.fl. (2008) konkluderer på dette grundlag, at stationære kameraer højst sandsynligt giver en effekt, og at det bedste bud ligger på en reduktion af antallet af personskadeuheld på 20-25 %, som imidlertid – ud over den reduktion, der skyldes fald i hastighed – også kan omfatte ændringer, der skyldes fald i trafikmængden. Der vil muligvis også kunne være stigninger i antallet af uheld på alternative ruter. Thomas m.fl. konkluderer endvidere, at "ligheden i de rapporterede effekter af faste kameraer på steder med mange uheld eller høje hastigheder på tværs af forskellige vejtyper, hastighedsgrænser og lande er lovende, om end baseret på et begrænset antal bedre kontrollerede undersøgelser." (Thomas m.fl. 2008, p. 125).

2.2 Stræknings-ATK

En del af de forhold, der er beskrevet for punkt-ATK, gælder også for stræknings-ATK. I det følgende vil der derfor blive fokuseret på det, der adskiller de to systemer. Systemet er forholdsvis nyt, og det er endnu ret begrænset, hvor mange lande, der har nået at lave evalueringer af systemet. Det drejer sig om Holland (SUPREME 2007), Storbritannien (Keenan 2002 – efter Cameron og Delaney 2006, Cameron 2008), Østrig (Stefan 2006) og Norge (Ragnøy 2011).

2.2.1 Systemet

Stræknings-ATK bruger en måling af trafikantens gennemsnitlige hastighed over en given strækning som udgangspunkt for vurderingen af, om der er sket en hastighedsovertrædelse. Målestanderne står i hver ende af strækningen og fotograferer køretøjets nummerplade, og når to matchende nummerplader registreres i hver ende, beregnes gennemsnitshastigheden ud fra den tid, der er forløbet mellem de to billeder.

Ved at måle gennemsnitshastigheden imødegår stræknings-ATK en af de væsentlige ulemper ved punkt-ATK, nemlig kængurukørsel. Trafikanterne opnår ingen gevinst ved at sætte hastigheden ned lige omkring standerne, idet de vurderes på deres samlede kørsel på hele strækningen. Dette skulle gerne medføre en jævnere hastighedsnedsættelse og en mere glidende trafikafvikling.

Dette er da også baggrunden for, at systemet ikke kun er taget i brug af hensyn til trafikikkerheden, men også er valgt, fordi den jævne trafikafvikling kan resultere i mindre trængsel og betyde forbedringer mht. støj- og luftforurening, hvilket eksempelvis var et væsentligt udgangspunkt i Holland og i Østrig.

Da systemet i modsætning til punkt-ATK registrerer/fotograferer samtlige køretøjer, giver det også mulighed for udarbejdelse af statistikker, overvågning af strækninger samt for kontrol af andre lovovertrædelser som fx biltyveri, spøgelsesbilisme (Stefan 2006, ETSC 2009). Det vil selvfølgelig være en politisk vurdering, i hvilken udstrækning man ønsker at gøre brug af sådanne muligheder.

Stræknings-ATK har imidlertid også visse begrænsninger. Systemet kan kun give en korrekt måling af de bilister, der kører direkte igennem hele strækningen fra start til slut, og vil ikke kunne registrere, om dette sker med nogenlunde konstant hastighed. Holder man fx pause undervejs, vil gennemsnitshastigheden blive kunstigt lav. Er der mange afkørsler/sideveje vil en del bilister ikke blive målt, fordi de forlader strækningen før slutmålingen, eller fordi de kommer ind på strækningen efter dennes start.

Der er næppe tvivl om, at et system, der kan basere sig på maskinelt genkendelige træk ved køretøjet – først og fremmest nummerpladen – vil give en simplere administrativ sagsbehandling. Til gengæld gør føreridentifikation det muligt at kontrollere andre forhold ud over hastigheden, så som brug af håndholdt mobiltelefon og manglende selebrug og at knytte systemet til reglerne for klip i kørekortet og kontrol af, om føreren har erhvervet gyldig førerret.

2.2.2 Effekt på hastighed

De forholdsvis få effektundersøgelser, der er lavet på området, peger på fald i gennemsnitshastigheder, fald i andel af hastighedsovertrædere og en jævnere hastighed på strækningen (Keenan 2002 – her efter Cameron og Delaney 2006, Gains m.fl. 2005, Stefan 2006, SUPREME 2007, Ragnøy 2011).

2.2.3 Effekt på uheld

Der foreligger ikke tilstrækkeligt materiale til at fastslå, hvor stor en effekt stræknings-ATK har på antallet af uheld. I England har man fundet fald på 31-36 %, men datamaterialet har været så spinkelt, at resultaterne ikke har været signifikante (Gains m.fl. 2005, Keenan 2002 – her efter Cameron og Delaney 2006). I Østrig har man målt et fald på 33 % i personskadeuheld (Stefan 2006) og i Holland et fald på 47 % (SUPREME 2007). Her var strækningskontrollen kombineret med en nedsættelse af hastighedsgrænsen, men det kan ikke vurderes, hvor stor en del af effekten, der skyldtes ændringen i hastighedsgrænsen, og hvor stor en del der skyldtes kontrollen (SUPREME 2007).

Resultaterne går imidlertid – ligesom for punkt-ATK – i samme positive retning, og de første meldinger fra de lande, der i de seneste år har etableret stræknings-ATK, er også meget positive og rapporterer om betydelige fald i såvel hastigheder som uheld. I disse meldinger er der imidlertid ikke taget højde for andre faktorer, som kan have betydning for antallet af uheld, såsom regressionseffekter og generel uheldsudvikling.

3. Det danske ATK-forsøg

Ud over den traditionelle hastighedskontrol har Rigspolitiet, Midt- og Vestsjællands Politi samt Nordsjællands Politi i 2009 gennemført et forsøg med punkt-ATK i perioden 16. januar 2009 til 15. januar 2010 (Rigspolitiet 2010). Ti standere blev sat op, heraf seks ved landeveje og fire i byzone. Seks kameraer har været flyttet rundt mellem standerne, således at alle målesteder så vidt muligt har fået samme måletid.

De aktive udstyr blev flyttet rundt mellem de ti standere, således at alle målesteder så vidt muligt fik tildelt samme måletid. Den samlede effektive måletid i forsøgsperioden var 28.422 timer fordelt over hele forsøgsperioden.

Der blev taget i alt knap 53.000 fotos i forsøgsperioden. Heraf blev 19.888 til bødeforlæg for hastighedsovertrædelse. Af disse 19.888 var cirka 87 % hastighedsoverskridelser på op til 29 % over hastighedsgrænsen. Der blev tillige anmeldt i alt 101 tilfælde af brug af håndholdt mobiltelefon og 104 tilfælde af manglende brug af sikkerhedssele ud fra fotos af bilister, som overtrådte hastighedsgrænsen (Rigspolitiet 2010).



Figur 1. Placering af ATK-stander ved landevej. Foto: Hans V. Lund

Opstilling af ATK-standere havde en tydelig reducerende virkning på trafikens hastighed ved passage af ATK-standeren. Dette gælder både middelhastigheden, hastighedsspredningen og 85 %-fraktilen¹ (jf. Tabel 1).

km/t		Hverdage			Weekend		
		Middel-hastighed	Spredning	85 %-fraktil	Middel-hastighed	Spredning	85 %-fraktil
<u>Landeveje:</u>	før	78,2	11,0	88	83,6	11,0	93
	Efter	69,1	7,5	76	71,5	7,5	78
	ændring	-9,1	-3,4	-12	-12,1	-3,5	-15
<u>Byveje:</u>	før	49,9	7,7	57	52,2	8,2	60
	Efter	44,8	5,9	50	45,6	6,2	51
	ændring	-5,1	-1,7	-7	-6,6	-2,0	-9

Tabel 1. Hastigheder for alle køretøjer i kontrolretningen ved ATK-lokaliteter på landeveje og byveje.

Kilde: Vejdirektoratet (2010).

Middelhastigheden faldt på landeveje med gennemsnitligt 9,1 km/t i kontrolretningen på hverdage (12 %) og 12,1 km/t i weekender (14 %). På byveje var faldet i middelhastighed knap så stort, henholdsvis 10 % og 13 %. Andelen af fritkørende person- og varebiler, som kørte hurtigere end den tilladte hastighed, blev klarlagt ved tre standere: to i landzone (hastighedsgrænse 80 km/t) og en i byzone (hastighedsgrænse 50 km/t). Før opsætning af ATK-standerne var denne andel med tal for hverdage først og tal for weekend i parentes: 80 % (81 %) og 65 % (76 %) ved de to standere i landzone og 52 (64 %) i byzone. Efter opsætning

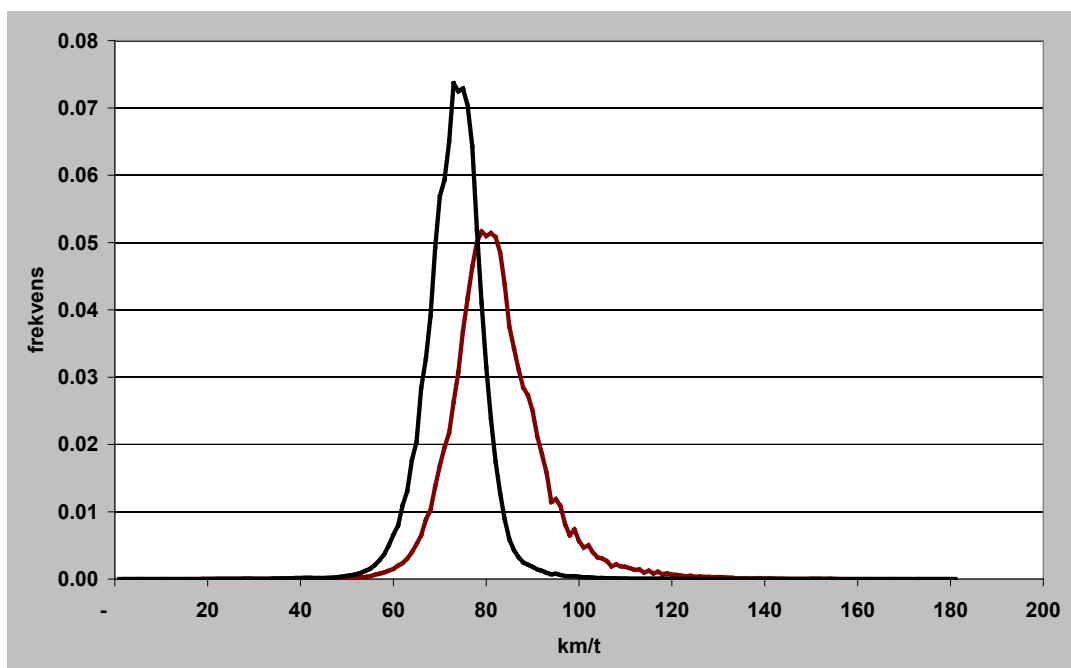
¹ 85 %-fraktilen er den hastighed, som netop 85 % af trafikanternes hastighed ligger under.

af ATK-standere var samme andel af overtrædere faldet markant til 15 % (21 %) og 6 % (10 %) i landzone og 22 % (28 %) i byzone (Vejdirektoratet 2010).

Middelhastigheden faldt også i den modsatte retning; dette fald var omkring en tredjedel til halvt så stort som i kontrolretningen.

Faldene i middelhastighederne i det danske forsøg er større (10-14 %, Vejdirektoratet 2010) end de fald, som er fundet internationalt (7-10 %, Carstensen og Kærup 2010). Dette er naturligt, da andelen af trafikanter, der overtrådte hastighedsgrænsen inden implementeringen af ATK (Vejdirektoratet 2010), var større end internationalt (Carstensen og Kærup 2010).

Figur 2 viser den gennemsnitlige hastighedsfordeling af køretøjerne på et af de seks kontrolsteder på landevej. Det er tydeligt, at ikke bare middelhastigheden ændrede sig med opstilling af ATK-standeren, men at spredningen blev mindre ("klokkeformen" er smallere), og at der er en "top" på kurven for frekvensfordelingen af hastighederne efter opsætning af ATK-standere ved en hastighed, der ligger et stykke under 80 km/t. Det bør i forlængelse heraf bemærkes, at figuren også viser, at en stor del af trafikanterne som en utilsigtet effekt af ATK satte hastigheden ned til væsentligt under hastighedsgrænsen. En mulig hypotese kan være, at det skyldes, at nogle trafikanter er usikre på, hvad hastighedsgrænsen er på den pågældende strækning – eller om speedometeret viser korrekt – og derfor ønsker at være på den sikre side.



Figur 2. Frekvensfordeling af hastigheder før opsætning af ATK (rødbrun) og efter opsætning (sort). Hastighederne er for personbiler på den ene af forsøgsstrækningerne med hastighedsgrænsen 80 km/t. De andre fem forsøgsstrækninger på landevej udviser samme mønster. Datakilde: Vejdirektoratet (2010).

3.1 Effekt på hastigheden for modkørende trafik

Evalueringen af hastigheden for trafik mod kontrolretningen viste også et fald (Vejdirektoratet 2010). For landevejslokaliteterne er reduktionen i middelhastighed mod kontrolretningen på hverdage knap halv så

stor som reduktionen i kontrolretningen, og for byvejslokaliteterne er den knap en tredjedel. I weekender er reduktionen i middelhastighed mod kontrolretningen lidt over en tredjedel af reduktionen i kontrolretningen.

3.2 Effekt på hastigheden omkring standerne

For landevejslokaliteterne er der i alle tilfælde sket et markant fald i hastighed fra før- til efter-perioden for snittet foran og snittet ved ATK-standeren (Vejdirektoratet 2010). Bortset fra ved en enkelt af standerne er hastighedsfaldet størst ved selve ATK-standeren, mens faldet foran kun er lidt mindre. Efter at trafikken har passeret ATK-standeren, mindskes forskellen fra før- til efter-perioden, og for to af standerne er effekten næsten elimineret i målesnittet cirka 500 meter bag standeren.

For byvejslokaliteterne er faldet fra før- til efter-perioden tydeligt i snittet ved ATK-standeren. Der ses der et fald i middelhastighed i snittet foran standeren, mens effekten af ATK i alle tilfælde ses at være betydeligt aftaget i de målte snit bagved standeren.

4. Generel indførelse af ATK i Danmark

På baggrund af erfaringer fra udlandet beskrevet i det foregående og erfaringer fra pilotforsøget i Danmark kan der opstilles kriterier for indførelse af ATK i Danmark. Generelt anbefales følgende kriterier for veje i Danmark, hvor ATK kan komme i betragtning:

- **Veje med høj uheldstæthed pr. km**
- **Veje med mange uheld relateret til for høj hastighed**

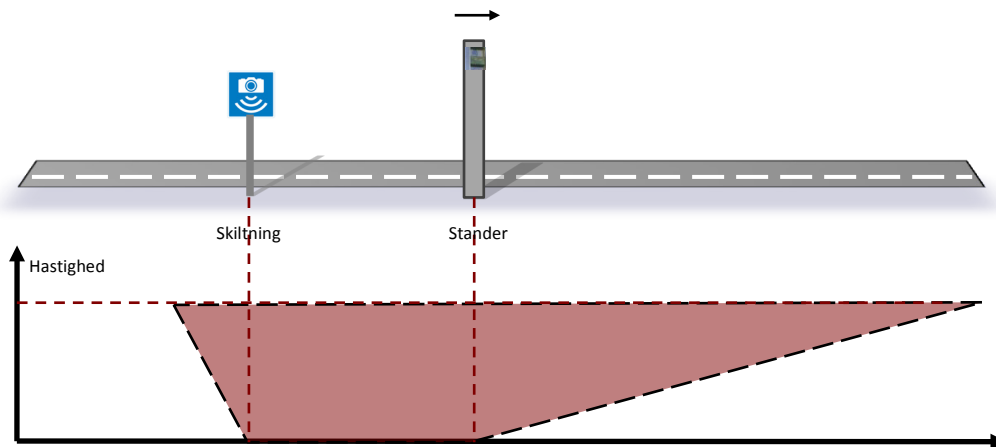
Egnede veje skal opfylde følgende kriterier:

- **Det skal være teknisk muligt at opstille standerne**
- **ATK skal kunne påvirke hastigheden**
 - En betydelig del af trafikanterne skal køre hurtigere end hastighedsbegrænsningen. Spredningen i hastighed skal være stor.

Høj uheldstæthed forekommer enten ved høj risiko pr. kørt kilometer (fx landeveje) og/eller mange kørte kilometer med relativt lav risiko pr. kørt kilometer (fx motorveje). I sidstnævnte tilfælde skal der også være en stor andel af køretøjer med hastigheder over det tilladte. Med vægt på svensk praksis og anbefalinger (Aronsson 2009) foreslås her, at ATK bør implementeres som punkt-ATK med flere standere over en vejstrækning, her kaldet serie-ATK, hvor kun ét kamera er aktivt pr. retning. Det anbefales i gennemsnit at placere en stander pr. 5 km vej (motorveje, motortrafikveje og øvrige landeveje) og at placere samme antal standere i begge færdelsesretninger. På veje i byer bør den gennemsnitlige afstand mellem standerne være mindre, i gennemsnit formentlig ca. 2 km og i høj grad tilpasset de konkrete forhold, og ligeledes med standere i begge færdelsesretninger. Både når det gælder afstand mellem standerne og opsætning i begge færdelsesretninger gælder dog, at lokale forhold kan tale for andre opstillinger end de her anbefalede.

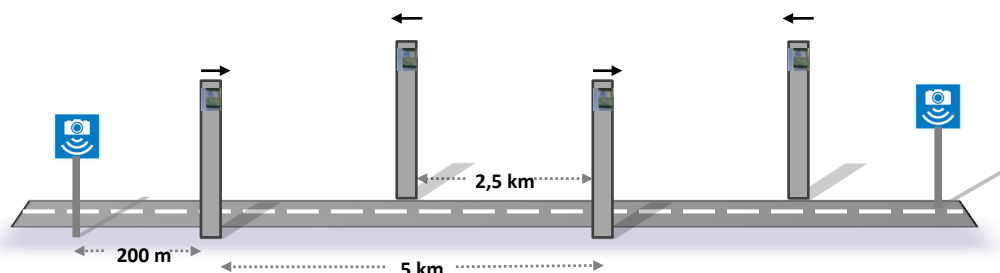
4.1 Opsætning af standere

I det danske forsøg blev ti standere placeret enkeltvis forskellige steder på Sjælland, heraf fire i byzone og seks i landzone, se figur 3.



Figur 3. Skitse af vejforløb med ATK-stander, varselstavle og tilhørende typisk hastighedsforløb. Pilen over standen angiver kørselsretningen.

I Sverige er implementeringen foregået anderledes (Aronsson 2009). Her er der på strækninger på fra 5 km til 45 km placeret op til 16 standere pr. strækning – fordelt på begge kørselsretninger. Nogle steder er der dog kun én eller to standere, fx i forbindelse med kryds, se figur 4.



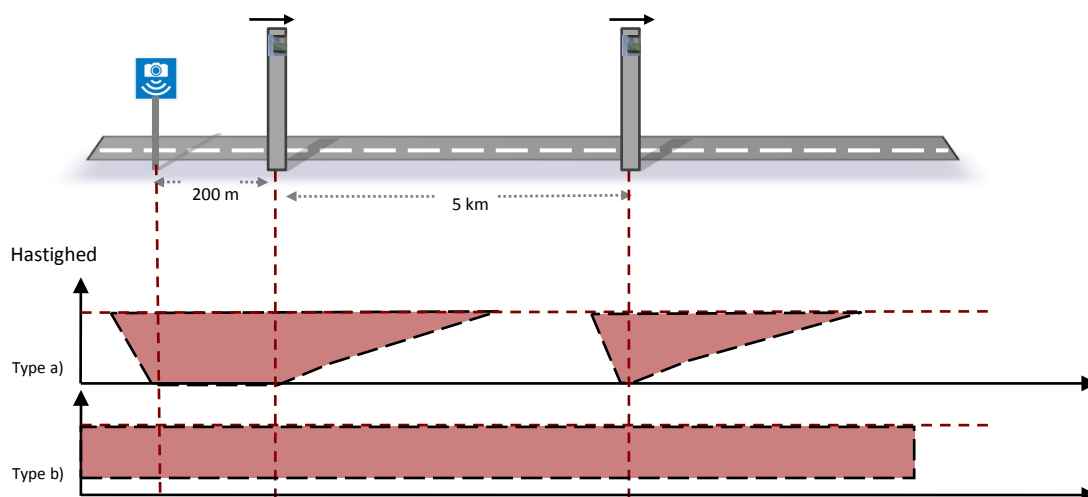
Figur 4. Serie-ATK efter svensk model. Pilene over standerne angiver kørselsretningen.

I Sverige er ATK-implementeringen således gennemført hovedsageligt ved hjælp af etablering af et antal standere på en vejstrækning. I norske og svenske undersøgelser har man konstateret en påvirkning af hastigheden helt op til 2-3 km efter standen (Ragnöy 2002, Larsson og Gustafsson 2005). Der er dog stor forskel mellem forskellige ATK-strækninger.

4.1.1 Serie af kameraer - anbefaling på farlige strækninger

Hvis der kan udpeges farlige strækninger på fx en længde på 5-45 km, anbefales det ud fra erfaringer i Sverige og Norge, at de forsynes med en række standere i begge retninger (Ragnöy 2002, Aronsson 2009), "serie-ATK". Der er ikke fundet en optimal afstand mellem kameraerne på en strækning, men i gennemsnit har de svenske strækninger en kameratæthed på 0,4 kameraer pr. km vej, hvilket vil sige i gennemsnit $2\frac{1}{2}$ km mellem hvert kamera eller 5 km mellem hvert kamera, såfremt de opsættes i begge retninger (jf. figur 4). De aktuelle afstande varierer dog mellem 1,5 og 8 km (Aronsson).

Ved en sådan etablering med flere standere på en strækning har det i Sverige vist sig, at *effekten på middelhastigheden over hele strækningen bliver 40-45 % af effekten ved selve standen* (Aronsson 2009), jf. figur 5. En sænkning af hastigheden ved én stander på 15 km/t (fra 85 til 70 km/t) vil over en strækning med flere standere således i gennemsnit blive 6-7 km/t.



Figur 5. Skitse af vejforløb med serie-ATK og de tilhørende typiske hastighedsprofiler. Trafikanterne antages at være enten 'type a', som er aggressive og kører kængurukørsel, eller 'type b', som er forsigtige og sætter farten jævnt ned over hele strækningen. Pilene over standerne angiver kørselsretningen.

Den nævnte effekt over hele strækningen på 40-45 % af effekten ved selve standeren fremkommer ved en blanding af de to trafikanttyper, som er groft skitseret i figur 5: Den "aggressive", ofte lokale trafikant, som ved, hvor standerne står, og som kører kængurukørsel mellem dem for at nedsætte sin gennemsnitshastighed så lidt som muligt, og den "forsigtige" type, som ikke er lokalkendt. Fordelingen af trafikanter på de to typer er ukendt og formentlig ikke stabil; således vil der ved høje gennemsnitshastigheder være flere trafikanter af type a) og ved lave gennemsnitshastigheder flere trafikanter af type b).

4.1.2 Enkeltstående kameraer - anbefaling i enkelte kryds med høj uheldsrisiko

I kryds med for høje hastigheder anbefales det at placere én stander i hver kørselsretning.

4.1.3 Enkeltstående kameraer - anbefaling på korte strækninger:

På korte vejstrækninger af 1-4 km længde anbefales det at placere én stander i hver kørselsretning eller eventuelt to standere, det vil sige en stander i begyndelsen og en stander i slutningen af strækningen.

4.1.4 Årsdøgntrafik og hastighed

Det svenske Vägverket (2009) anbefaler en begrænsning af ATK til strækninger, hvor ÅDT ikke overstiger 15.000 køretøjer. Ved denne ÅDT begynder trængslen at begrænse mulighederne for frit at kunne vælge hastigheden. Effekten af ATK afhænger i høj grad af middelhastigheden før indførelsen af tiltaget. Jo højere hastighed i forhold til hastighedsgrænsen, des større sænkning af hastigheden. Ved en middelhastighed på 10 km/t under hastighedsgrænsen - enten på grund af høj trafikbelastning eller dårlig vejudformning - vil hastigheden i praksis ikke blive sænket, hvorfor effekten vil være lig nul (Aronsson 2009). En anden effekt af stigende ÅDT er, at flere og flere trafikanter ikke kan vælge deres hastighed frit. Jo højere ÅDT, desto flere trafikanter vil være tvunget til at køre bag ved en anden trafikant, som kører langsommere end de selv ville have gjort, hvis de havde valgt frit.

4.1.5 Punkt- eller stræknings-ATK

Overordnet er der positive erfaringer med både punkt- og stræknings-ATK, om end stræknings-ATK er nyere og ikke evalueret så grundigt som punkt-ATK. Principielt må standere og teknologi til stræknings-ATK kunne benyttes til punkt-ATK. Stræknings-ATK kan således betragtes som en udvidelse af punkt-ATK, der giver mulighed for at kompensere for sidstnævntes svaghed: Muligheden for kængurukørsel for at unddrage sig hastighedskontrollen i målepunktet. Stræknings-ATK giver således i princippet en mere effektiv hastighedsnedsættelse for biler, der ikke kører fra eller stopper undervejs på strækningen, og fremmer derved samtidig en mere jævn kørsel og trafikafvikling. Til gengæld er stræknings-ATK mere komplekst: Ved punkt-ATK fotograferes udelukkende køretøjer, der overtræder hastighedsgrænsen, hvorimod alle køretøjer ved stræknings-ATK fotograferes i begyndelsen og slutningen af en strækning. Stræknings-ATK er som nævnt et nyere og mindre gennemprøvet system, og den empiriske evaluering endnu for sporadisk til, at der er dokumenteret en trafiksikkerhedseffekt, der er klart større end for serie-ATK efter den svenske model.

På baggrund af det ovenstående anbefales det, at en eventuel indførelse af stationær ATK på nuværende tidspunkt sker som serie-ATK.

Det anbefales derudover, at muligheden for fremtidig anvendelse af stræknings-ATK tænkes ind i den tekniske udformning af standere og udstyr. Formentlig vil det have en generel effekt på samtlige ATK-strækninger, hvis blot en andel af standerne er forsynet med stræknings-ATK efter et (uofficielt) rotationsprincip. Når der er oparbejdet en vis erfaring med serie-ATK, kan man på forsøgsbasis installere stræknings-ATK i nogle af standerne i første omgang uden bødekonsekvenser for bilisterne med henblik på at teste udstyrets driftssikkerhed, og i anden omgang med bødekonsekvenser.

Det anbefales at fortsætte med brug af mobil-ATK for at udnytte det uforudsigelige element ved denne type ATK, også på strækninger med serie-ATK. Der kan eventuelt forberedes en række faste standpladser med henblik på at effektivisere arbejdsgangen.

4.1.6 Aktiv kontroltid

Det er væsentligt, at der sker en effektiv anvendelse af ATK, set fra både politiets og en trafiksikkerhedsmæssig synsvinkel. For at sikre accept og troværdighed af ATK skal der være overensstemmelse mellem antallet af registrerede overtrædelser og politiets ressourcer til sagsbehandlingen, således at alle ikke-henlagte sager kan blive tilsendt bilens ejer inden for en rimelig tid. Den aktive kontroltid for standerne bør derfor reguleres i forhold hertil. På den anden side skal der være aktive kameraer i på de tidspunkter, hvor de fleste hastighedsovertrædelser finder sted (Ragnöy 2002, Larsson og Gustafsson 2005), og hyppigt nok til at bilisterne oplever en reel risiko for at blive fotograferet, når de kører for hurtigt.

En fornuftig metode vil være at aktivere et kamera per retning på en strækning med flere punkt-ATK standere. Hvis der på strækningen forekommer forskellige hastighedsgrænser, kan der aktiveres ét kamera pr. retning pr. hastighedsbegrænsning. Udstyrene skal dog aktiveres usystematisk på forskellige tilfældige tidspunkter og dage. Herved opnås, at bilisten ikke får flere bødeforlæg for gentagne registreringer af, hvad vedkommende vil opleve som den samme forseelse: en for høj hastighed på hele strækningen.

4.2 To scenarier for implementering af ATK

Hvis det på baggrund af de positive erfaringer fra andre lande og det danske forsøg besluttes at indføre ATK generelt i Danmark, er det selvfølgelig stadig et spørgsmål om politisk prioritering, hvorledes omfanget og

tidsplanen for indførelsen skal være. Baseret på betragtningerne i dette kapitel vedrørende gennemførelse af ATK præsenteres herunder to scenarier af forskelligt omfang og udbredelse med henblik på en vurdering af trafiksikkerhedskonsekvenserne af forskellige niveauer for indførelse.

På landeveje er der belæg for at implementere ATK i større udstrækning. Landeveje udgør langt de fleste kilometer vej i Danmark og har flest alvorlige uheld pr. strækningskilometer, hvorfor effekten generelt vil være størst på disse veje. Den overvejende andel af standerne foreslås derfor opsat på denne type vej.

Det danske ATK-forsøg omfattede ikke motorveje og motortrafikveje, og byveje indgik kun i begrænset omfang i betragtning af de mangeartede forhold, som byveje omfatter. Derfor foreslås opstillet et mindre antal ATK-standere på byveje, på motortrafikveje og på motorveje, eksempelvis omkring 20 standere i hver kategori. Efter et par år kan effekten evalueres, og antallet udvides afhængig af evalueringens resultat. Motortrafikveje er en meget bred kategori af veje, hvorfor Vejdirektoratet bør inddrages i udvælgelsen af egnede konkrete vejstrækninger. En del motortrafikveje har for eksempel stort set samme udformning som landeveje – det vil sige to spor uden midterautoværn, hvorfor man må forvente stort set samme effekt på disse veje som på landeveje. Motorveje kan være vanskelige at stille ATK-standere op på, fordi de har flere spor.

Det danske forsøg viste, at ATK-standere også har en vis effekt på den modkørende trafik. Selv om den samlede effekt naturligvis er størst ved opsætning af ATK i begge kørselsretninger vil effekten pr. stander være større, hvis der kun opsættes standere i én retning. Derfor arbejdes der for hvert scenarie med to versioner af serie-ATK: en version med standere i begge retninger og en version med standere kun i den ene retning.

Til vurderingen af konsekvenserne af en generel indførelse af ATK i Danmark er opstillet to scenarier. Disse scenarier er to forskellige niveauer for eventuel indførelse af punkt-ATK i større skala i Danmark. Scenarierne er generelle og opererer med vejtyper, ikke konkrete vejstrækninger. Ved opsætning af ATK-standere vil der altid skulle foretages en konkret vurdering af den pågældende vejstrækning angående uhedsbelastning, hastighed, trængselsforhold og teknisk egnethed. Desuden kan der være helt andre hensyn at tage, så som en nogenlunde ligelig regional fordeling.

I beregningerne er forudsat opsætning af ATK-standere i serier af 3-4-5 standere med en gennemsnitlig afstand på cirka 5 km mellem de enkelte standere på landeveje, kaldet *serie-ATK*. Det forudsættes, at kun ét af kameraerne i serien er aktivt ad gangen. På den måde kombineres fordele fra punkt- og stræknings-ATK i ét system, hvor hastighedsovertrædelser registreres én gang på en relativt enkel måde og hvor trafikken påvirkes til et jævnt flow med nedsat hastighed med begrænset kængurukørsel. Scenarierne opererer både med muligheden for at opstille ATK-standerne i den ene og i begge kørselsretninger. Opstilles standerne udelukkende i den ene kørselsretning, kan et større antal strækningskilometer dækkes af ATK med det samme antal standere, og man vinder dermed bieffekten i form af reduceret hastighed også i den modsatte kørselsretning. Opstilles standerne i begge retninger, opnås maksimal effekt på hastighed og personskadeuheld på strækningen, men man dækker færre strækningskilometer med et givet antal standere. Det må bero på den konkrete prioritering af strækningerne, hvilken af de to muligheder, der foretrækkes.

Under de to beskrevne scenarier er landeveje prioriteret til opsætning af ATK-standere, det vil sige statsveje, som ikke er motorveje eller motortrafikveje, og større kommuneveje med regional trafik og ÅDT over cirka 2.000 biler for at opnå maksimal effekt. Effekten af ATK vil være størst på strækninger, hvor der

ikke er nævneværdig trængsel, hvor altså de fleste køretøjer er i frit flow. Det er af afgørende betydning for en optimal effekt at foretage en konkret vurdering af hver enkelt strækning inden implementering af ATK i større skala.

Endvidere bør tendensen til mindre hastighedsreduktion mellem standerne (kængurukørsel), som er svagheden ved serie-ATK, søges imødegået med supplerende tiltag.

Det anbefales at fortsætte med hyppig brug af mobil-ATK, også på strækninger med serie-ATK for at udnytte denne type hastighedskontrols uforudsigelige element. Det anbefales yderligere at sikre, at ATK-standerne i det omfang det kan lade sig gøre teknisk set, udformes så de er forberedt til stræknings-ATK.

4.2.1 Effektvurdering

I begge de gennemregnede scenarier har ATK en klar positiv effekt på trafiksikkerheden ved færre personskadeuheld, jf. tabel 2. I disse beregninger er uheldsbesparelserne fra de foreslåede forsøg på byveje, motortrafikveje og motorveje ikke regnet med, men disse tre vejtyper vil også bidrage med et mindre antal sparede personskadeuheld. I tillæg til grundberegningen er der endvidere foretaget en mere konservativ vurdering ved i scenarierne at regne med internationale effektvurderinger. Endelig er der også vist resultater med opsætning af standerne i begge retninger, det vil sige det samme antal standere på halvt så mange strækninger. De fremhævede tal i tabellen er beregnet med effektvurderinger fra det danske ATK-forsøg og med danske tal for den statistiske sammenhæng mellem hastighed og personskadeuheld. Desuden forudsættes ATK-standerne opsat henholdsvis i én retning og begge retninger. Eftersom alle scenarier har positiv effekt på trafiksikkerheden, er det valget af effektniveau, der afgør, hvordan en eventuel generel indførelse vil komme til at se ud.

Scenarie (antal standere)	Serie-ATK i én retning ²		Serie-ATK i begge retninger	
	Vurdering med danske effekt-tal	Konservativ vurdering	Vurdering med danske effekt-tal	Konservativ vurdering
Scenarie 1 (100 standere)	13 (3,2 %)	3 (0,8 %)	9 (2,2 %)	2 (0,6 %)
Scenarie 2 (500 standere)	66 (15,9 %)	17 (4,1 %)	46 (11,1 %)	12 (3,0 %)

Tabel 2. Forventet antal årligt sparede personskadeuheld på landeveje i de to scenarier. Antallet af sparede personskadeuheld er sat i forhold til statslige hovedlandeveje. Tallene i parentes er procent af samtlige personskadeuheld på denne vejtype.

5. Samfundsøkonomisk vurdering

I den samfundsøkonomiske analyse er på omkostningssiden medtaget etablering og drift af ATK-systemet, herunder sagsbehandling af bødeforlæg samt den rejsetidsforøgelse, som skyldes hastighedsnedsættelser til under hastighedsgrænsen. På fordelssiden er medtaget trafikuheldsomkostninger, brændstofbesparelser og reduceret CO₂-udslip.

² Den konservative vurdering er beregnet med værdier fra den internationale litteratur både for effekten af ATK på gennemsnitshastigheden og for effekten af hastighedsnedsættelsen på antallet af personskadeuheld (Elvik 2009). Til den høje vurdering er for begge effekters vedkommende brugt danske tal, henholdsvis fra ATK-forsøget og fra en statistisk modellering af sammenhængen mellem uheld og hastighed på danske data. For en gennemgang af beregningerne henvises til Hels m.fl. (2010).

Den samfundsøkonomiske lønsomhed er beregnet på en typisk større landevejsstrækning med en ÅDT på 7.500 køretøjer, en opsætning af ATK-standere med en gennemsnitlig afstand på 5 km i én retning (Tabel 3). Der er forudsat en gennemsnitlig uheldstæthed på 0,22 personskadeuheld pr. strækningskilometer. Uheldstætheden på 'større statslige landeveje uden for by' for personskadeuheld i perioden 2005-2009 er 0,20 (Vejdirektoratet, pers. kom.) Denne værdi er skønsmæssigt opjusteret til 0,22, fordi det vil være naturligt ved en generel implementering af ATK at sætte standere op der, hvor effekten vil være størst. Det vil sige typisk hvor uheldstætheden er højere end gennemsnittet.

Karakteristika	Forudsætning
Vejtype:	To-sporet landevej
Hastighedsgrænse:	80 km/t
ÅDT:	7.500 køretøjer
Gennemsnitshastighed uden ATK:	80,7 km/t
ATK-type:	Serie-ATK i én retning
Gennemsnitlig tæthed af standere:	Én stander pr. 5 km strækning

Tabel 3. Grundlæggende karakteristika for vejstrækningen i den samfundsøkonomiske analyse.

5.1 Trafikuheld

Øget trafiksikkerhed i form af færre dræbte og tilskadekomne på vejene er det altdominerende formål med ATK. I den samfundsøkonomiske analyse er den primære gevinst derfor også den værdisatte opgørelse af de sparede personskader. De sparede personskader og uheld er udregnet som en funktion af den nedsatte gennemsnitshastighed forårsaget af opsætning af ATK. Der er regnet med både nedsat antal uheld og lavere skadesgrad pr. uheld. Sammenhængen mellem gennemsnitshastighed og antal (sparede) uheld er beregnet dels ud fra en statistisk model med danske tal og dels med Elviks potensmodel (2009). Uheldene er prissat ud fra samfundsøkonomiske nøgletal (Transportministeriet 2010). For nærmere beskrivelse af beregningerne se Hels m.fl. (2010).

5.2 Driftsøkonomi

Driftsøkonomien er beskrevet i tabel 4. Driftsøkonomien rummer etablering og drift af ATK-systemet samt omkostningerne til den administrative sagsbehandling.

Det forudsatte antal målte hastighedsovertrædelser er beregnet på basis af Politiets statistik for måleperioden (Rigspolitiet, Politiafdelingen, Nationalt Færdselscenter 2010). Alle andre tal i tabellen er baseret på Politiets erfaringer fra forsøgsperioden undtagen den aktive kontroltid for hver stander, som er baseret på svenske og norske erfaringer. For nærmere beskrivelse af udregningerne se Hels m.fl. (2010).

Parameter	Forudsætning
Etablering af standerne	
Udviklingsomkostninger	20 mio. DKK
Forvaltning	5 mio. DKK / år
Antal standere:	500
Levetid	10 år
Enhedspris pr. stander, inklusiv opsætning	350.000 DKK
Drift og vedligehold	
Driftsomkostninger pr. stander	25.000 DKK / år
Reparation og vedligehold pr. stander	20.000 DKK / år
Administrativ sagsbehandling	
Omkostninger pr. administrativt årsværk, inkl. Kontorudgifter	500.000 DKK
Sagsbehandlingsproduktivitet	4.500 sager pr. årsværk
Antal målte overtrædelser pr. måleår v. ÅDT = 7.500	11.414 pr. stander
Aktiv kontroltid for hver stander	15 %
Henlæggelsesandel	28 %

Tabel 4. Antagelser til grund for de driftsøkonomiske omkostninger ved ATK-systemet.

5.3 Rejsetidsforlængelser

Ved opsætning af ATK-standere sætter bilisterne generelt hastigheden ned (jf. også Figur 2). Det er ikke kun de bilister, der før kørte hurtigere end hastighedsgrænsen, der flyttes til 80 km/t. I samfundsøkonomiske analyser medregner man konventionelt kun rejsetidsbesparelser inden for hastighedsgrænserne. I tråd hermed er udelukkende medregnet den omkostning for bilisterne, der skyldes hastighedssænkninger under hastighedsgrænsen. Beregningsteknisk er dette gjort ved at antage, at alle bilister har kørt lovligt, det vil sige ved at ændre frekvensfordelingerne således, at alle bilister, der kører over hastighedsgrænsen, antages at have kørt 80 km/t.

Som tidligere nævnt er der baseret på de svenske erfaringer antaget en effekt på gennemsnitshastigheden på ca. 40 % af hastighedssænkningen ved standerne, når ATK-standerne opstilles i serie. Der er imidlertid ikke tilstrækkelig viden til at kunne beregne den gennemsnitlige "lovlige" rejsetidsforøgelse, idet dette kræver empiriske data for fordelingen af hastighederne ved serieopstilling. Der er i beregningerne forsimplet antaget, at andelen på 40 % også gælder for den gennemsnitlige rejsetidsforøgelse³.

Reduktion af den "lovlige" gennemsnitlige hastighed fra 80,7 km/t til henholdsvis 70,0 og 76,6 km/t i kontrolretning og modkørende retning giver en forøget køretid på 1,9 sekunder og 0,6 sekunder pr. kilometer, jf. Tabel 5, svarende til henholdsvis 4 % og 1 %.

³ For en god ordens skyld skal nævnes, at en reduktion af hastighedssænkningen på 40 % kun giver en reduktion i rejsetidsforøgelsen på lidt mindre end 40 %, på grund af omregningen fra hastighed til rejsetid er ikke-lineær (invers). Men denne afvigelse er der set bort fra her, da de øvrige usikkerheder i beregningen er langt større.

	Kontrolretning	Modkørende retning
I alt		
Køretid pr. kilometer før ATK	46,5 sek.	46,5 sek.
Køretid pr. kilometer med ATK	52,8 sek.	48,8 sek.
Køretidsforlængelse	6,3 sek.	2,3 sek.
"Lovligt"		
Køretid pr. kilometer før ATK	48,3 sek.	48,3 sek.
Køretid pr. kilometer med ATK	50,2 sek.	48,9 sek.
Køretidsforlængelse	1,9 sek.	0,6 sek.
Forøget årlig rejsetid pr. strækning km pr. år (v. ÅDT = 7.500)	708 timer	234 timer
Værdi af forøget rejsetid	125.000 DKK	

Tabel 5. Rejsetidsforøgelse pr. strækningkilometer som følge af ATK

Trafikken består af både persontrafik og godstrafik. Men grundet den betydelige usikkerhed på de øvrige antagelser forudsættes forenkende, at såvel tidstab pr. køretøj som værdien heraf for personbiler kan anvendes for samtlige køretøjer. Omregningen til omkostninger i kroner er derfor foretaget med tidsværdien for personbiler fra Transportøkonomiske Enhedspriser (version juli 2010). Således forudsættes det, at tidsværdien for personbiler også gælder for andre køretøjer. Denne enhedspris udgør 133 DKK pr. køretøjstime i 2010-priser. Herved fås:

Samlede omkostninger i form af rejsetidstab:

$$133 \text{ DKK/time} \times (708 + 234) \text{ timer} \cong 125.000 \text{ DKK pr. år pr. strækningkilometer.}$$

5.4 Sparede brændstofomkostninger

Trafikanternes sparede brændstof er beregnet på basis af antagelser om sammensætningen af trafikken samt oplysninger fra Transportøkonomiske Enhedspriser (version juli 2010) om brændstofomkostningerne pr. køretøjskilometer. Endvidere er anvendt oplysninger fra det svenske "Effektkatalog" (Vägverket 2009) til skøn over brændstofbesparelsen pr. km/t, som hastigheden nedsættes. Det anvendte nøgletal på 0,75 % pr. 1 km/t, jf. tabel 6, er formentlig en overvurdering, idet der ikke tages højde for et vist element af "kænguru"-kørsel mellem standerne.

			2010-priser
Brændstof-omk. pr. km:	Personbiler	(70 %)	0,35 DKK/km
	Varebiler	(15 %)	0,32 DKK/km
	Lastbiler	(15 %)	1,05 DKK/km
	Gennemsnit (100 %)		0,52 DKK/km
Relativ besparelse*)			0,75 % pr. 1 km/t
Hastighedsreduktion (gennemsnit)			3,0 km/t
Brændstofbesparelse pr. kørt kilometer			0,012 DKK/km
Samlet brændstofbesparelse pr. strækning km			32.241 DKK/år

Tabel 6. Brændstofbesparelse pr. Strækningkilometer ved en årsdøgntrafik på 7.500 køretøjer.

*) Vägverket (2009): Effektkatalog, kap. 7, Figur 7.2.

Kilde: Transportøkonomiske Enhedspriser - Kørselsomkostninger

Det fremgår af tabellen, at værdien af den samlede årlige brændstofbesparelse udgør ca. 32.000 DKK pr. strækningkilometer.

5.5 Reduktion af CO₂-udslip

Beregningsgangen for reduktionen i CO₂-udslippet følger beregningen for brændstofbesparelsen, og kilderne er de samme.

			2010-priser
CO ₂ -emission pr. km (land)	Personbiler	(70 %)	112 g/km
	Varebiler	(15 %)	284 g/km
	Lastbiler	(15 %)	933 g/km
	Gennemsnit	(100 %)	261 g/km
Relativ CO ₂ -reduktion*)			0,75 % pr. 1 km/t
Hastighedsreduktion (gennemsnit)			3,0 km/t
CO ₂ -reduktion pr. kørt kilometer			5,9 g/km
Samlet CO₂-reduktion pr. strækning-km			16 ton per år
i % af strækningens CO₂-emission			2 %
CO ₂ -enhedspris			123 DKK/ton
Værdi af sparede CO₂-udslip pr. strækning-km			1.972 DKK/år

Tabel 7. CO₂-reduktion pr. strækningkilometer ved årsdøgntrafik på 7.500 køretøjer.

*) Vægverket (2009): Effektkatalog, kap. 7, Figur 7.2.

Kilde: Transportøkonomiske Enhedspriser – Eksterne omkostninger

Det fremgår af tabel 7, at den årlige værdi af det sparede CO₂-udslip på knap 2.000 DKK per strækningkilometer relativt set er beskedent i forhold til værdien af brændstofbesparelsen samt, ikke mindst, trafikuheldseffekterne og rejsetidsforøgelsen.

6. Samlet samfundsøkonomisk vurdering

På baggrund af kvantificeringen og prissætningen af de enkelte effekter i de forrige afsnit er der foretaget en summering af fordele og ulemper og dermed en samlet opgørelse af den samfundsøkonomiske lønsomhed af ATK med de gjorte antagelser. Dette er samlet i Tabel 8.

Ved opsætning af ATK-standere med en gennemsnitlig afstand på 5 km i én retning er benefit-cost-ratioen beregnet til 1,4 med grundantagelserne (Tabel 8). Opsætning af ATK har derfor formentlig en rimelig samfundsøkonomisk lønsomhed, men den afhænger i betydeligt omfang af usikkerheden på beregningerne. Omkostningerne balancerer med fordelene, når ATK-standerne sættes op i én eller to retninger, men resultatet bliver negativt, hvis der regnes med internationale effektvurderinger (Hels m.fl. 2010).

Det er værd at bemærke, at to tredjedele af de samlede årlige driftsomkostninger under de givne forudsætninger udgøres af de administrative omkostninger til sagsbehandlingen i forbindelse med bødeopkrævning for de registrerede hastighedsoverskridelser. Omkostningerne til administrativ

sagsbehandling stiger lineært med den andel af tiden, hvor ATK-standerne er aktive. I beregningerne er denne andel sat til 15 % ud fra en afvejning af på den ene side minimering af de administrative omkostninger og på den anden hensynet til effektiv kontrol. Hvis alle ATK-standerne er aktive 100 % af tiden, bliver de administrative omkostninger større end værdien af de sparede uheld, og benefit-cost-ratioen ændres til 0,3.

	DKK / km pr. år
Etablering og drift af ATK	54.773
Investering i opstilling	12.122
Drift og vedligehold	10.530
Juridisk sagsbehandling	32.121
Sparede uheld	168.528
Færre personskadeuheld	80.328
Mindre alvorlige personskadeuheld	45.066
Materielskader	43.135
Forøget rejsetid	125.046
Sparet brændstof	32.241
Reduceret CO₂-udslip	1.972
Nettoværdi pr. år	22.923
Benefit-Cost ratio (B/C)	1,4

Tabel 8. Samfundsøkonomisk lønsomhed af opstilling af ATK i én retning på landevej med en årsdøgntrafik på 7.500 køretøjer (2010-priser). For mere udførlige beregninger henvises til Hels m.fl. (2010).

Bødeprovenuet indgår ikke i cost-benefit-analysen, idet bøder ikke regnes som en indtægt i samfundsøkonomisk perspektiv, men som en overførsel af midler fra borgere til stat. Hvis man derimod betragter spørgsmålet fra et statsfinansielt perspektiv kan det konstateres, at bødeprovenuet langt overstiger omkostningerne for etablering, drift og administration af ATK-standerne.

Med den forudsatte aktive kontroltid på 15 % bliver det årlige bødeprovenu pr. strækningkilometer ca. 200.000 DKK. Hvis standerne var aktive 100 % af tiden, ville bødeprovenuet stige til 1.300.000 DKK pr. strækningkilometer.

6.1 Følsomhedsanalyser

Tabel 9 viser på oversigtsform resultaterne af en række følsomhedsanalyser med henblik på en undersøgelse af resultaternes robusthed over for centrale, usikre parametre i beregningerne. Anden kolonne viser den værdi, der er anvendt for parameteren i følsomhedsanalysen, mens tredje kolonne viser B/C-ratio med følsomhedsanalysens parameterværdi. Endelig viser den fjerde kolonne "break-even" værdien for den pågældende parameter, dvs. den værdi som får fordele og ulemper til at balancere, så B/C-ratio = 1 (og nettoværdien bliver 0).

	Følsomheds-analyseværdi	B/C-ratio	Break-even
ATK-standernes aktive kontroltid	25 %	1,0	25 %
ATK-effekt på hastighed	-7 %	0,8	-11,6 %
Hastighedseffekt på personskadeuheld, PSU	-5,8 %	0,3	-
	27 %	2,1	
Gennemsnitlig uheldstæthed (UHT)	20 %	1,1	0,19

Tabel 9. Følsomhedsanalyser på centrale forudsætninger.

6.1.1 ATK-standernes aktive kontroltid

Som det fremgår af tabel 8, udgør de administrative omkostninger til sagsbehandling af de registrerede hastighedsoverskridelser den største del af statens udgifter til opstilling, drift og vedligehold af ATK-systemet. Med de forudsatte enhedsomkostninger pr. sag betyder det, at standernes aktive kontroltid og dermed antallet af registreringer har en væsentlig betydning for lønsomheden af ATK. Den samfundsøkonomiske nettofordel forsvinder, hvis alle ATK-standere i gennemsnit registrerer de hastighedsovertrædende køretøjer mere end 25 % af tiden. Ved permanent registrering med alle standere overstiger sagsbehandlingsomkostningerne uheldsgevinsterne; ikke mindst ved opstilling af standere i begge retninger, hvor sagsomkostningerne i så fald beløber sig til over 400.000 DKK pr. strækningkilometer.

6.1.2 ATK's effekt på hastighed og uheld

Der er en vis usikkerhed på, hvor stor en effekt ATK vil have på trafiksikkerheden i et fuldt udbredt system, dels på ATK's effekt på hastigheden og dels på hastighedsreduktionens indflydelse på trafikuheldene:

- Den effekt, der blev fundet på hastigheden i det danske ATK-forsøg (13 %), er noget større, end hvad man har konstateret i udlandet (i gennemsnit omkring 7 % for Storbritannien, Frankrig og Holland (Carstensen og Kærup 2010)). En følsomhedsanalyse med en effekt på 7 % giver en B/C-ratio på 0,8, altså en negativ lønsomhed.
- Den statistiske modellering med brug af danske data (jf. tabel 2) af sammenhæng mellem hastighed og personskadeuheld gav en samlet personskadeuheldsreduktion på 12 %, hvilket også er noget større end hvis man benyttede en typisk værdi fra internationale studier (5,8 %, jf. Elvik (2009) og Hels m.fl. (2010)). Anvender man i stedet en antagelse svarende til sidstnævnte effekt, fås en B/C-ratio på 0,3.

6.1.3 Sagsbehandlingsomkostningerne

De administrative sagsomkostninger er en væsentlig omkostning ved ATK-systemet med de opstillede forudsætninger. Der er anvendt en produktivitet på 4.500 sager pr. årsværk baseret på erfaringerne fra forsøget, hvilket sammen med de øvrige forudsætninger indebærer omtrent 3-4 standere pr. årsværk eller ca. 140 sagsbehandlere i scenariet med 500 standere. Imidlertid er det muligt, at omkostningerne pr. sag ved en generel implementering i Danmark vil kunne reduceres som følge af stordriftsfordele ved en fuldskalaimplementering. Endvidere vil sagsbehandlingsomkostningerne formentlig kunne reduceres, hvis man politisk vælger at gå fra føreransvar til ejeransvar. Sagsbehandlingsomkostningernes betydning for lønsomheden er vist nedenfor ved at variere sagsbehandlingsomkostningerne i hele spektret fra forsøgets niveau til 0:

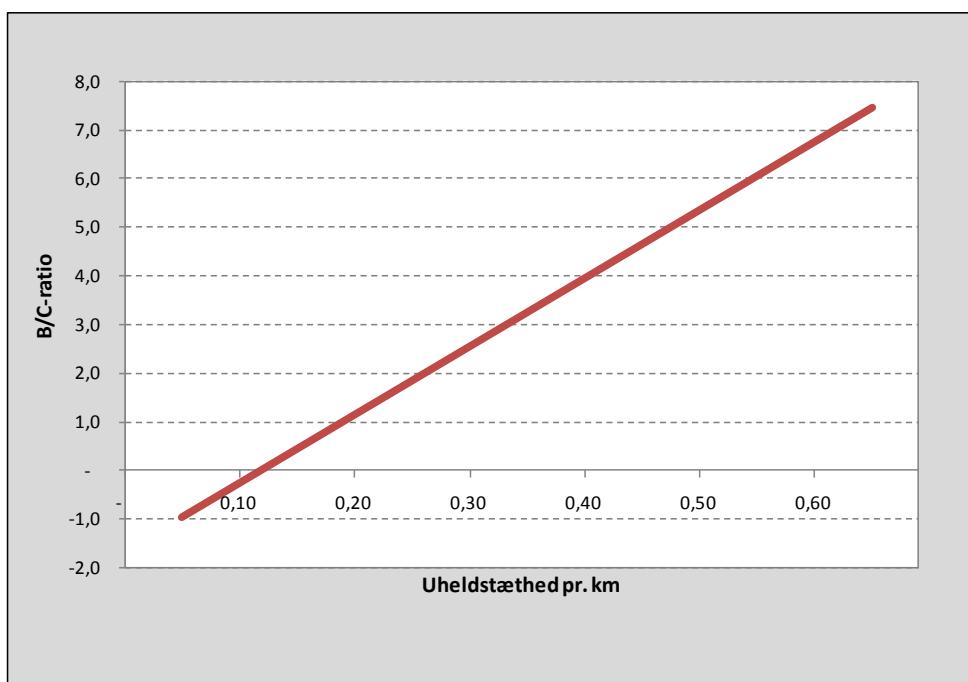
- 100 % af forsøgets niveau: B/C-ratio = 1,4 (grundberegningen)
- 75 % af forsøgets niveau: B/C-ratio = 1,7
- 50 % af forsøgets niveau: B/C-ratio = 2,0
- 25 % af forsøgets niveau: B/C-ratio = 2,6
- 0 % af forsøgets niveau: B/C-ratio = 3,5

Benefit-cost-ratioen stiger gradvist fra 1,4 til 3,5, når sagsomkostningerne nærmer sig 0, hvilket naturligvis ikke er realistisk i praksis. Hvis sagsomkostningerne reduceres med 10 %, det vil sige til 90 % af forsøgets niveau, stiger benefit-cost-ratioen til 1 (break-even) for opstilling af ATK-standerne i begge retninger.

6.1.4 Uheldstætheden

Afslutningsvist er betydningen af uheldstætheden vurderet. Denne er afgørende for, hvor stor en trafikikkerhedseffekt man kan forvente at opnå på en given strækning. Uheldstætheden afhænger dels af trafiktætheden (ÅDT) og vejens tekniske udformning og forløb. Begge dele varierer i høj grad fra strækning til strækning og vil være retningsgivende for prioriteringen af, hvor ATK-standere i givet fald vil skulle opsættes.

Som udgangspunkt er der antaget en uheldstæthed (UHT) på 0,22 personskadeuheld pr. strækningkilometer pr. år, jf. afsnit 5. Antages i stedet en værdi på 0,20, hvilket vurderes at svare til gennemsnittet for de relevante landeveje, fås en B/C-ratio på 1,1, jf. tabel 9. For veje med en relativt høj UHT på 0,27 stiger B/C-ratio til 2,1, hvilket gør resultatet noget mere robust over for usikkerheden på den estimerede effekt af ATK på uheldene, jf. figur 6.



Figur 6. Forhold mellem trafikikkerhedsgevinster og ATK-omkostninger som funktion af uheldstæthed.

7. Konklusion

Den sammenfattende konklusion er, at en generel indførelse af ATK i Danmark som serie-ATK forventes at ville give positive effekter på hastighederne og dermed også en reduktion i antallet af uheld, som er beregnet til omkring 50 personskadeuheld om året i scenariet med 500 standere. En eventuel generel indførelse af ATK vil have en rimelig samfundsøkonomisk lønsomhed, og bødeprovenuet til staten kan forventes at blive væsentligt større end omkostningerne til etablering af systemet. Ud over de effekter, som er medtaget her, kan der ved en stor ATK-dækningsgrad forekomme en systemeffekt i form af en generel hastighedsreduktion på de pågældende vejtyper.

Referencer

- ARRB Group Project Team, 2005: *Evaluation report. Evaluation of the fixed digital speed camera program in NSW*. Roads & Traffic Authority, RC2416.
- ATK-Rådet, 2009: *ATK Årsrapport 2008*. Vägverket och Rikspolisstyrelsen. 16 pp.
- Aronsson, A. (red.), 2009: *Effekter på hastighet och trafiksäkerhet med automatisk trafiksäkerhetskontroll. Trafiksäkerhetskameror etablerade under 2006*. Publikation 2009:9. Vägverket, Borlänge, Sverige. 47 pp.
- Cameron, M. og Delaney, A., 2006: *Development of strategies for best practice in speed enforcement in Western Australia: Final report*. Monash University, Accident Research Centre, Report No. 270. 88 pp.
- Cameron, M., 2008: *Development of strategies for best practice in speed enforcement in Western Australia*. Supplementary report. Monash University, Accident Research Centre, Report No. 277, 2008.
- Carstensen, G. og Kærup, S. 2010 : *Internationale erfaringer med ATK baseret på litteratur*. In : Bernhoft I.M., 2010 (red.): *Automatisk hastighedskontrol – bilag*. Notat 2010:2, DTU Transport. www.transport.dtu.dk. 61 pp.
- Chapelon, J., Boyer, S. og Sibi, P. (red.), 2006: *Impact du contrôle sanction automatisé sur la sécurité routière (2003-2005)*. Observatoire national interministériel de sécurité routière (ONISR). 87 pp.
- Elvik, R. 2009: *Potensmodellen for sammenhengen mellom fart og trafiksikkerhet. En oppdatering*. TØI-rapport 1034/2009. 64 pp.
- Erke, A., Goldenbeld, C., Vaa, T., 2009: *Good practice in the selected key areas: Speeding, drink driving and seat belt wearing*. Results from a meta-analysis. EU-project PEPPER, Deliverable 9. 98 pp.
- ETSC, 2009: *Section control: towards a more efficient and better accepted enforcement of speed limits?* Speed Fact Sheet No. 5, September.
- European Road Safety Observatory, 2006: *Speed enforcement*.
- Gains, A., Nordstrom, M., Heydecker, B., Shrewsbury, J., Mountain, L. og Maher, M., 2005: *The national safety camera programme*. Four-year evaluation report. PA Consulting Group and UCL, Storbritannien. 164 pp.
- Hels, T., Kristensen, N.B., Carstensen, G., Bernhoft, I.M., Hakamies-Blomqvist, L., 2010: *Automatisk hastighedskontrol – vurdering af trafiksikkerhed og samfundsøkonomi*. DTU Transport Rapport 4, 2010. 71 pp.
- Kallberg, V.-P., Peltola, H. og Rajamäki, R., 2009: *Traffic enforcement and safety effects of automatic speed enforcement*. VTT, Scientific activities in safety & security 2009. Finland.
- Keenan, D., 2002: *Speed Cameras – the true effect on behaviour*. Traffic engineering & Control, Vol. 43: 154-160.
- Larsson, J. og Gustafsson, S., 2005: *Kompletterande utvärdering av hastighetsdata från några ATK-sträckor*. PM 2005-05-18 (ikke publiceret), VTI. Linköping, Sverige. 21 pp.

Oei, H.L. og Polak, P.H., 1992: *Effect van automatische waarschuwing en toezicht op snelheid en ongevallen. Resultaten van een evaluatie-onderzoek in vier provincies*. SWOV, R-92-23. Leidschendam, 1992.

Ragnøy, A., 2002: *Automatisk trafikkontroll (ATK). Effekt på kørefart*. Transportøkonomisk Institut. TØI Rapport 573/2002. 46 pp.

Ragnøy, A., 2011: *Strekings-ATK. Resultat av evaluering*. VD rapport, Vegdirektoratet, Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen. 2011: 2625. 56 pp.

Rajamäki, R. & Beilinson, L.: *Automaattisen nopeusvalvonnan turvallisuusvaiku-tukset. Vuosina 2000 - 2002 rakennetut automaattivalvontakohteet*. Sisäisiä julkaisuja 23/2005. Tiehallinto, Helsinki, 2005.

Rigspolitiet, Politiafdelingen, Nationalt Færdselscenter, 2010: *Erfaringsopsamling*. Forsøg med ubemandet stationær automatisk trafikkontrol i perioden 16. januar 2009 til 15. januar 2010. København. 21 pp.

Stefan, C., 2006: *Section control – automatic speed enforcement in the Kaisermühlen tunnel* (Vienna, A22 motorway). Kuratorium für Verkehrssicherheit, Wien. 25 pp.

SUPREME, 2007: *Thematic report on enforcement measures*. EU-project SUPREME. 86 pp.

SWOV Fact Sheet 2009: *Speed cameras: how they work and what effect they have*.

http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS_Speed_cameras.pdf

Thomas, L., Srinivasan, R., Decina, L.E. og Staplin, L., 2008: *Safety effects of automated speed enforcement programs*. Critical review of international literature. Transportation Research Board, Transportation Research Record No. 2078. Washington DC. Pp. 117-126.

Transportministeriet, 2010. *Værdisætning af transportens eksterne omkostninger*. COWI for Transportministeriet, juni 2010. København. 93 pp.

Vejdirektoratet, 2010: *Evaluering af ATK-forsøget*. Stationær ATK's virkning på trafikens hastighed.

<http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=79614>. 35 pp.

Vägverket, 2009: *Effektsamband för vägtransportssystemet*. Nybyggnad och förbättring- Effektkatalog. Vägverket publikation 2009:151. Borlänge, Sverige. 300 pp.

Internettet

Regnearket "Transportøkonomiske Enhedspriser, vers. juli 2010"

<http://www.dtu.dk/centre/Modelcenter/Samfunds%20b8konomi/Transport%20b8konomiske%20Enhedspriser.aspx>