

KATALOG – 1. Udgave

Virkemidler til fartdæmpning ved vejarbejde på motorveje

Testede eksempler



Lene Herrstedt

10. december 2014

<p>Titel: Virkemidler til fartdæmpning ved vejarbejde på motorveje</p> <p>Forfatter(e): Lene Herrstedt</p> <p>Publiceringsdato: 10-12-2014</p> <p>Sprog: dansk</p> <p>Antal sider: 30</p> <p>Rekvirent/finansiel kilde: Vejdirektoratet</p> <p>Projekt: IDE-Udvikling vedr. brugbare metoder til Fartdæmpning ved vejarbejde på motorveje.</p> <p>Kvalitetssikring:</p> <p>Emneord: Hastighedsdæmpning, Trafiksikkerhed, Vejarbejde, Metoder</p> <p>Resumé:</p> <p>Dette katalog indeholder en præsentation af en række eksempler på afprøvede virkemidler til fartdæmpning ved vejarbejde på motorveje.</p> <p>For hvert eksempel gives en kort beskrivelse af virkemidlet samt en kort opsamling af evalueringsresultater og erfaringer med brugen heraf.</p> <p>Kataloget er tænkt som en dynamisk oversigt af virkemidler, hvor der kan tilføjes nye eksempler og evt. ny viden om de eksisterende eksempler, efterhånden som der fremkommer ny evaluering-dokumentation.</p> <p>Kataloget er en del af projektet "<i>IDE-Udvikling af brugbare metoder til fartdæmpning ved vejarbejde på motorveje</i>", som Vejdirektoratet har gennemført i perioden 2011 - 2014.</p>	<p>Title: Methods for speed reduction at road works on motorways</p> <p>Author(s): Lene Herrstedt</p> <p>Report date: 10-12-2014</p> <p>Language: Danish</p> <p>No. of pages: 30</p> <p>Client/financial source: Danish Road Directorate</p> <p>Project: Development of usable methods for speed reduction at road works on motorways</p> <p>Quality management:</p> <p>Key words: Speed reduction, Road safety, Road work, Methods</p> <p>Abstract:</p> <p>The Report presents a number of tested measures for speed reduction at road works on motorways.</p> <p>Each measure is described and illustrated in photos. Effects and experiences so far are summarized very shortly.</p> <p>The report is a dynamic overview of usable methods which can easily be updated by adding new tested examples or new knowledge about the included measures according to requirement.</p> <p>The report is a part of the project "<i>Development of usable methods for speed reduction at road works on motorways</i>", Carried out by The Danish Road directorate during the period 2011-2014.</p>
<p>Rapporten kan hentes fra www.trafitec.dk.</p> <p>Copyright © Trafitec</p> <p>Ved gengivelse af materiale fra publikationen skal fuldstændig kildeangivelse udføres.</p>	<p>The report can be acquired from www.trafitec.dk.</p> <p>Copyright © Trafitec</p> <p>Reprinting material from this publication must include a complete reference to original source.</p>

Indhold

Indledning	5
Virkemidler.....	7
1. Smalle kørespor	7
2. Korridor med N42-tavler	9
3. Port & Kegle	12
4. Mobile rumlestribes.....	14
5. Faste rumlestribes.....	16
6. Faste rumlestribes med og uden Din Fart Tavle	18
7. ”Sænk Farten”/”Din Fart” – Tavler	20
8. ATK – Automatisk Trafikkontrol	21
9. Elektroniske og faste C55-hastighedstavler	24
10. VMS tavler til fartdæmpning ved arbejdskørsel ud fra midterrabat	25
11. Høj tavlevogn.....	26
12. Mobilt arbejdslys (PowerMoon) ved vejarbejde i mørke.....	29
Referencer	30

Indledning

Dette katalog indeholder en præsentation af en række eksempler på afprøvede virkemidler til fartdæmpning ved vejarbejde på motorveje.

For hvert eksempel gives en kort beskrivelse af virkemidlet samt en kort opsamling af evalueringsresultater og erfaringer med brugen heraf.

Kataloget er tænkt som en dynamisk oversigt af virkemidler, hvor der kan tilføjes nye eksempler og evt. ny viden om de eksisterende eksempler, efterhånden som der fremkommer ny evalueringsdokumentation.

Kataloget er en del af projektet ”IDE-Udvikling af brugbare metoder til fartdæmpning ved vejarbejde på motorveje”, som Vejdirektoratet igangsatte i foråret 2011. I reference [1] og [4] gives en kort beskrivelse af baggrund og en oversigt med de forskellige trin i det samlede projekt.

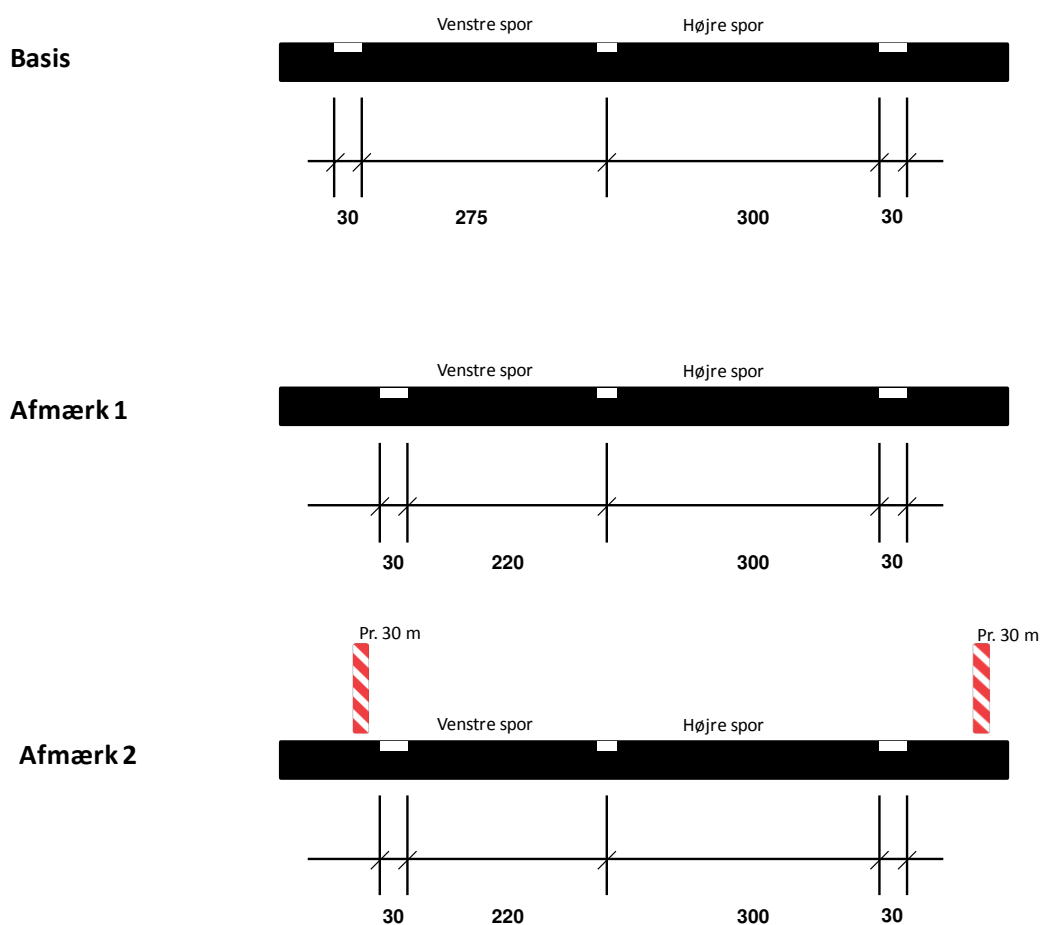
Dette Katalog er 1. udgave. Det publiceres kun i elektronisk udgave, da det skal være et dynamisk katalog, der fremover kan opdateres i nye udgaver efter behov.

Virkemidler

1. Smalle kørespor

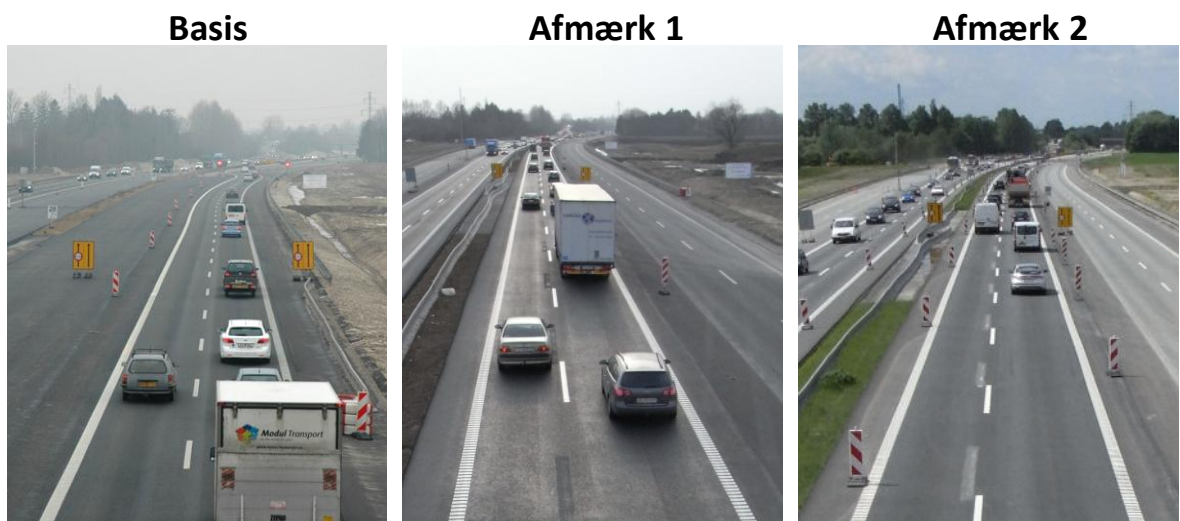
I forbindelse med et større vejarbejde på Holbækmotorvejen (M11) blev der i 2011 gennemført forsøg med reduceret sporbredde for det venstre kørespor på en ca. 1100 meter lang strækning.

Forsøget blev evalueret ud fra målinger på tre forskellige opstillinger. En *Basis* opstilling, som er det oprindelige tværsnit, samt to opstillinger (*Afmærk1* og *Afmærk2*) som begge har en reduceret sporbredde for det venstre kørespor. *Afmærk2* har endvidere N42 kantplader placeret helt tæt ved venstre kantlinje. De blev sat med 30 m mellemrum. Tilsvarende blev der opstillet N42 kantplader langs højre kantlinje i en afstand på ca. 1 m fra linjen. De tre opstillinger er skitseret herunder.



Resultaterne af evalueringen [2] viste:

- Ved lille trafikintensitet blev hastigheden reduceret med 0-2 km/t ved *Afmærk1* set i forhold til *Basis*, og hastighedsreduktionen var lidt større ved *Afmærk2* (specielt i det venstre spor).
- Ved stor trafikintensitet blev hastigheden reduceret en smule ved *Afmærk1*, men blev reduceret med 5-10 km/t ved *Afmærk2* i forhold til *Basis*.
- Hastighedsforskellen mellem højre og venstre spor blev reduceret fra i gennemsnit 9 km/t i *Basis* til 8 km/t i *Afmærk1* og 5 km/t for *Afmærk2*.
- Trafikafviklingen er vurderet ud fra den maksimalt målte gennemstrømning ved spidsbelastning og den beregnede kapacitet ud fra speed-flow kurver. Der blev målt en reduktion i kapacitet på 1-2% for *Afmærk1* og 5-6% for *Afmærk2* i forhold til *Basis*.
- Ved *Afmærk1* og *Afmærk2* blev observeret en øget brug af det højre kørespor. Stigningen var på ca. 2-5 % i forhold til *Basis* og størst for *Afmærk2*.
- Køretøjernes sideværtsplacering blev påvirket af de reducerede sporbredder. Ved høj trafikintensitet blev afstanden mellem køretøjer i venstre og højre spor reduceret med 9 cm for *Afmærk1* og 14 cm for *Afmærk2* i forhold til *Basis* opstillingen.
- Antallet af køretøjer, der kørte på eller overskred den venstre kantlinje i *Afmærk1* steg markant i forhold til *Basis*. Ved *Afmærk2*, hvor der er N42 tæt ved kantlinjen, blev der ikke observeret overskridelser, og antallet af køretøjer, der kørte på kantlinjen var på niveau med *Basis* situationen.



2. Korridor med N42-tavler

Med det formål at forstærke den fartdæmpende effekt i forbindelse med vejarbejde, hvor der foretages vognbanereduktion fra 2 til 1, blev der på Skovvejen (Rute 23), maj/juni 2013, gennemført en række tests med indsnævring af kørearealet, som supplement til standardafmærkningen (DRI-261) ved vejarbejde på motorveje [5].

Indsnævringen blev etableret som en korridor ved brug af 2 meter høje N42-tavler. Indsnævringen blev testet på en strækning UDEN overledning (etape 1) og på en strækning MED overledning af trafikken til modsatrettede vognbanehalvdel (etape 2).

På strækningen UDEN overledning var hastighedsbegrænsningen 80 km/t, mens hastighedsgrænsen på strækningen MED overledning blev nedskiltet fra 80 km/t til 50 km/t cirka midt på strækningen, før overledningen. I tilknytning til begge etaper blev trafikanternes hastighed undersøgt ved to forskellige tætheder for opstilling af N42-tavler i korridoren (15 m og 7,5 m) samt på en referencetrækning.



Figur 2.1: Korridorstrækningen med de 2 meter høje N42-tavler opstillet med 7,5 meters afstand på etape 1 (nederst) og tilhørende referencetrækning med standardafmærkning DRI-261 (øverst.)

Korridorbredden var 3,65 meter, hvilket er minimum af hensyn til brede køretøjer. Korridorlængden var 160 meter (etape 1 UDEN overledning) og 150 meter (etape 2 MED overledning). De første cirka 15 meter af korridoren blev lavet tragtformet. Afstanden mellem de to tavlevogne ved indgangen til korridoren (etape 2) var 4,5 meter (se Figur 2.2).



Figur 2.2: Korridorstrækningen på etape 2. Indgangen til korridoren er her markeret med to tavlevogne placeret med 4,5 meters afstand. Nederst ses den 3,65 meter brede korridor midt på korridorstrækningen etableret med de 2 meter høje N42 tavler.

Der er målt hastigheder i fem udvalgte snit for hver af de to tætheder af korridoropstillingerne hhv. MED og UDEN overføring af trafik samt for de tilhørende referenceopstillinger.

Resultaterne af testen for Korridor UDEN overledning (etape 1) viste, at:

- De to korridoropstillinger (tæthed 15 m og 7,5 m) havde en reducerende effekt på gennemsnitshastigheden på omkring 4-6 km/t både før, under og efter passage af teststrækningen - uanset tidspunkt på døgnet.
- Om N42 korridorens tæthed var 15 m eller 7,5 m havde ikke den store betydning i dagtimerne, mens effekten i nattetimerne var størst for tætheden på 15 m.

Resultaterne af testen for Korridor MED overledning (etape 2) viste, at

- Gennemsnitshastigheden blev reduceret med omkring 3-4 km/t i alle målesnit før overledningen - i dagtimerne. Effekten af korridoropstillingerne var knap så stor efter passage af overledningen samt generelt i nattetimerne.
- Uanset om N42 korridorens tæthed var 15 m eller 7,5 m var gennemsnitshastigheder og 85% fraktiler generelt meget ensartet for korridoropstillingerne i både dag- og nattetimerne. Eneste undtagelse var ved overledningen, hvor 85% fraktilen i nattetimerne lå 4 km/t lavere for en tæthed på 15 m sammenlignet med en tæthed på 7,5 m.

3. Port & Kegle

I forbindelse med autoværnsarbejde i midterrabat på 4-sporet motorvej om natten, har Vejdirektoratet testet et nyt afmærkningskoncept kaldet "Port & Kegle" [3]. Teststrækningen var Øresundsmotorvejen (E20).

Hastighedsgrænsen på motorvejen blev trinvis nedskiltet til 70/80 km i en afstand af 200 meter før sporreduktionen, som var forvarslet på en E16.2 tavle i en afstand af 400 meter.

To tavlevogne blev placeret ved sporreduktionens begyndelse, én på hver side af det højre kørespor, så de tilsammen danner en port til arbejdsområdet (se figur 3.1). Tavlevognen i højre side var placeret i nødsporet helt op til kantlinjen.



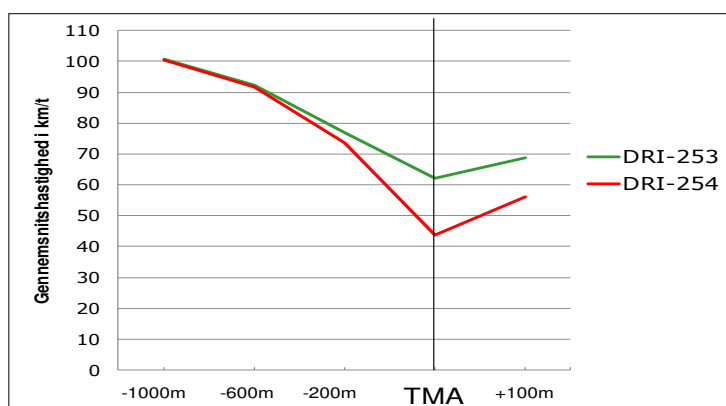
Figur 3.1: De to tavlevogne danner tilsammen en "port", der videreføres i en korridor etableret af to rækker markeringskegler N44.

De to tavlevogne var begge forsynet med blinkende pile samt 2 blink på bjælken. Blinkfrekvenserne på de to vogne skal være synkroniserede. Keglerne, der er 0,75 m høje og forsynet med fluorescerende overflade, var opstillet med 15 meters afstand i forlængelse af de to tavlevogne. Dermed fortsatte "porten", som de to tavlevogne danner ved arbejdsområdets start, i en "kegle korridor" forbi hele arbejdsområdet.

Det nye afmærkningskoncept "Port & Kegle" (DRI-254) blev testet i relation til det gamle koncept (DRI-253), hvor der ikke var nogen afmærkning i højre side af køresporet forbi arbejdsområdet, og hvor afgrænsning af venstre side var foretaget med den almindelige cylinderkegle. Der blev målt hastighed i 5 tværsnit gennem forløbet.

Resultatet af testen viste:

- Hastigheden var generelt lavere for den nye afmærkning (Port & Kegle/DRI-254) sammenlignet med den gamle (DRI-253). Gennemsnitshastigheden ved porten (målesnit ud for TMA) blev reduceret med 18 km/t fra 62 km/t til 44 km/t. (se figur 3.2).
- Samtidig blev andelen af de trafikanter, der overskred den skilte hastighed reduceret til $\frac{1}{4}$ (fra 36 % til 9 %). Hastighedsreduktionen de sidste 200 m før porten var 15 km/t for "den gamle" og 30 km/t for "den ny" afmærkning.
- Med det gamle koncept kunne der jævnligt registreres overskridelser af kantlinjen i højre side, hvor der blev kørt med det ene hjulpar i nødsporet. Det forekom ikke med det nye "Port & kegle" koncept.



Figur 3.2: Hastighedsprofiler for "det gamle" DRI-253 og det nye Port & kegle koncept DRI-254.

På baggrund af resultaterne er afmærkningskonceptet implementeret i Vejregler for afmærkning af vejarbejder på motorveje i oktober 2013.

4. Mobile rumlestribes

Mobile rumlestribes blev testet i forbindelse med et vejarbejde på Hillerødmotorvejen (rute 16) i september 2012 [6]. Testen inkluderede udlægning af mobile rumlestribes både alene og i kombination med budskabet ”SÆNK FARTEN” vist på VMS-tavle ved for høje hastigheder (Figur 4.1). Opstillingerne blev testet på en ca. 600 meter lang strækning, hvor hastigheden forud for vejarbejdet blev nedskiltet fra 90 km/t til først 70 km/t og dernæst 50 km/t.



Figur 4.1: De mobile rumlestribes er udlagt alene (øverste) og i kombination med budskabet ”Sænk Farten” vist på VMS-tavle ved for høje hastigheder (nederste)

De mobile rumlestribes er et amerikansk produkt (Road Quake) lavet i et tungt plastikmateriale. De er 1,8 cm høje. De klikkes sammen til passende længder af 1 meter lange stykker. De er ikke fastgjort til vejoverfladen. De ligger alene ved egen vægt.

I testen blev de i første omgang udlagt med 3 striber af hver 3 meters længde i hvert kørespor. Det viste sig hurtigt, at de ikke blev liggende. Derfor blev de i stedet for udlagt som 3 rumlestribes á 6 meters længde placeret på tværs af begge kørespor og med indbyrdes afstand på først 1,5 meter og dernæst 4 meter.

Resultater af observationerne undervejs i testen:

- Rumlestribene blev forskubbet af trafikken. De blev skubbet mest i det højre kørespor, hvor de tunge køretøjer er. Det er også her trafikmængden var størst.
- Når tunge køretøjer passerede rumlestribene, kunne der for hver hjulpassage ses en lille flytning af rumlestribene i køreretningen.
- Rumlestribene blev skubbet mest i området omkring 70 km tavlen og lidt mindre omkring 50 km tavlen.
- Der blev observeret bremsespor fra tunge køretøjer ved stribene i højre kørespor, muligvis som følge af en bevidst saboterende adfærd, som man kender fra f.eks. slangemålinger.
- Det blev flere gange observeret, at personbiler fra det højre kørespor kørte ud i nødsporet for at undgå passage af rumlestribene

Resultater af hastighedsmålinger:

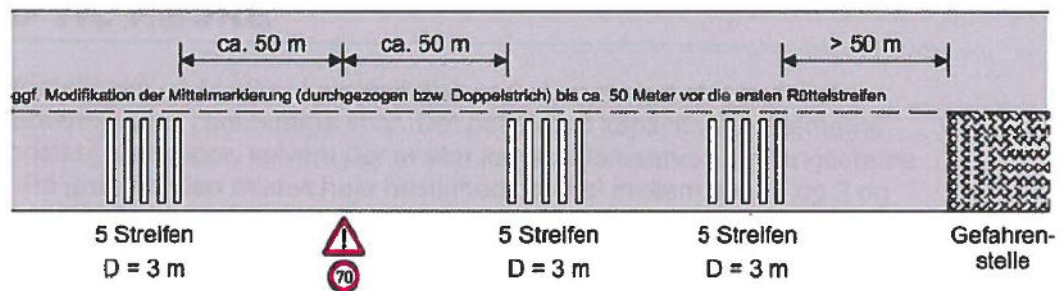
- Hastighedsændringerne, som følge af rumlestribene, var generelt små, uanset opstilling.
- Der kunne ikke påvises nogen forskel i hastighedsadfærden afhængig af, om rumlestribene var placeret med 1,5 m eller 4 m indbyrdes afstand.
- Der kunne heller ikke påvises nogen forskel i hastighedsadfærden afhængig af, om sænk farten tavlen var placeret før eller efter rumlestribene.
- Der var ikke nogen entydig forskel i hastighedsadfærden afhængig af, om rumlestribene var udlagt ved 70 km/t eller ved 50 km/t tavlerne.
- Sænk farten tavlen havde generelt en positiv effekt, idet hastigheden blev reduceret med 5-10 km/t, når den var med i opstillingen.

På baggrund af testresultaterne må det konstateres, at de testede mobile rumlestribes kun er egnet til brug i forbindelse med meget kortvarige vejarbejder og ved relativt lave hastigheder omkring 50 km/t eller derunder. De er således ikke særlig velegnede til brug i forbindelse med vejarbejde på motorveje.

Det kan dog ikke udelukkes, at der findes andre typer af mobile rumlestribes, som kan bruges.

5. Faste rumlestriber

På Køge Bugt motorvejen blev der i august 2014 etableret rumlestriber på 4 lokaliteter (Felt 1, Felt 2, Felt 3 og Felt 4), hvor der er 3 vognbaner i hver køreretning. Stribedesignet er valgt ud fra tysk praksis (se figur 5.1).



Figur 5.1: Det tyske stribedesign

På 3 af lokaliteterne blev striberne alene udlagt i venstre vognbane (se figur 5.2), og på 1 af lokaliteterne (Felt 2) blev striberne udlagt både i venstre og i midterste vognbane.

Højden på de udlagte striber var 1,0 cm i Felt 1 og Felt 3. På de to andre lokaliteter Felt 2 og Felt 4 var sribehøjden 1,5 cm. Der var således tale om relativt høje striber, som ikke kan passeres uden mærkbare vibrationer i bilerne.

Evaluering af hastighedseffekten blev baseret på detektormålinger af hastighed over 2 hverdage både før og efter etablering. Som supplement til hastighedsmålingerne blev der ved Felt 4 foretaget adfærdsregistreringer med hensyn til vognbaneskift fra venstre vognbane mod højre på delstrækningen med rumlestriber. Adfærdsregistreringerne blev foretaget ud fra videooptagelser over 3,5 time midt på dagen og inkluderede 745 observerede køretøjer.

Resultaterne [9] viste:

- Der kunne ikke påvises nogen generel éntydig effekt på hastigheden forårsaget af rumlestriberne. For nogle felter var hastigheden reduceret og for andre kunne ses en lille stigning. Der var tale om små forskelle.
- For de to felter (Felt 2 og Felt 3) med de mest pålidelige detektormålinger henholdsvis før og efter etablering af rumlestriber, kan konstateres et fald i gennemsnitshastigheden på 1-2 km/t. Samme ændring ses for 85%-fraktilen.
- For Felt 4 blev detektorerne desværre flyttet mellem før og efter perioden for målinger af hastighed. En sammenligning af måleresultater før og efter er derfor forbundet med meget stor usikkerhed. Forudsat at de målte ha-

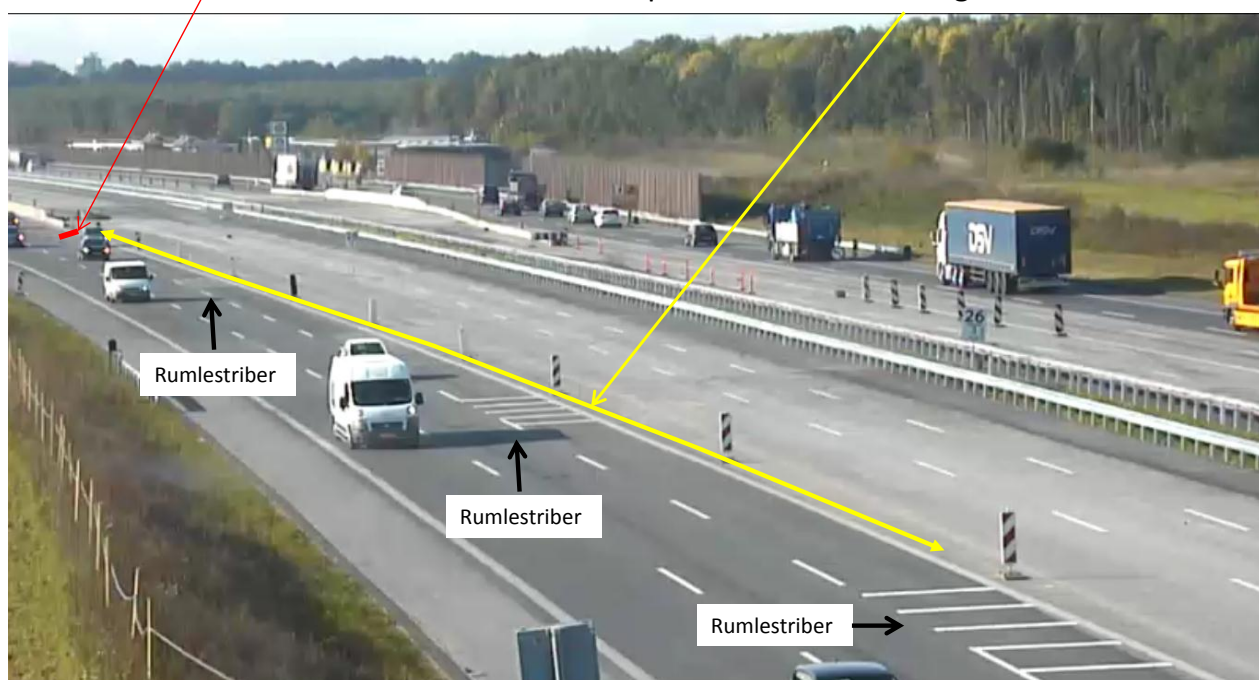
stigheder før og efter – til trods herfor – er sammenlignelige, var hastigheden i efterperioden ca. 5 km/t lavere både dag og nat.

- Der var ikke nogen tydelig forskel på hastighed afhængig af, om rumlestribernes højde var 1 cm eller 1,5 cm.
- Adfærdsobservationerne viste, at 24% af de trafikanter, der kørte i venstre spor umiddelbart før rumlestriberne, valgte at foretage et vognbaneskift mod højre på strækningen med rumlestriber. Etablering af rumlestriber synes således at være et tiltag, der kan bruges til at påvirke sporbenyttelsen.

En medvirkende forklaring på den relativt beskedne effekt på hastigheden kan være, at en mærkbar andel af trafikanterne valgte at skifte vognbane og dermed køre uden om rumlestriberne.

Antal køretøjer i venstre spor
i dette snit

Antal køretøjer der skifter vognbane
fra venstre spor -> midt spor
på denne delstrækning



Figur 5.2: Teststrækning med rumlestriber udlagt i venstre spor med markering af tællesnit.

6. Faste rumlestriber med og uden Din Fart Tavle

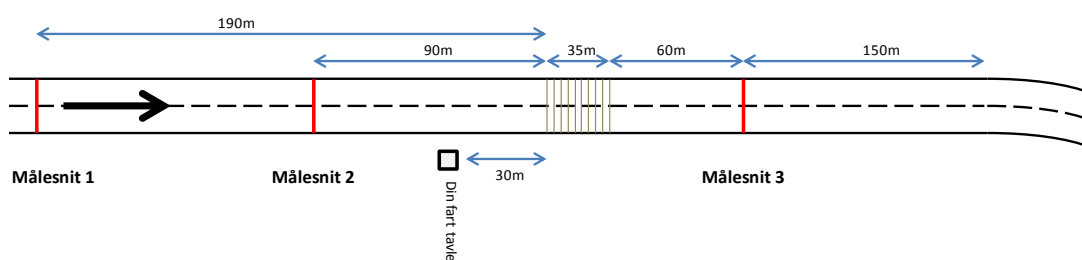
I forbindelse med anlægsarbejdet på motorvejen E20 ved Slagelse blev der etableret en midlertidig vejstrækning, der førte motorvejstrafikken uden om arbejdsområdet.

Ved overgangen til denne midlertidige strækning blev der etableret *faste rumlestriber i kombination med en Din Fart Tavle* for at nedsætte hastigheden. Den skilte hastighed på strækningen var 80 km/t.



Figur 5.1: Faste rumlestriber på E20 umiddelbart før overgangen til den midlertidige vejstrækning, der førte trafikken uden om arbejdsområdet.

Undersøgelsen af den hastighedsdæmpende effekt er baseret på registrerede hastigheder i målesnit placeret henholdsvis ca. 100m og ca. 200m før rumlestriberne, samt ca. 50 m efter rumlestriberne (se Figur 5.2)



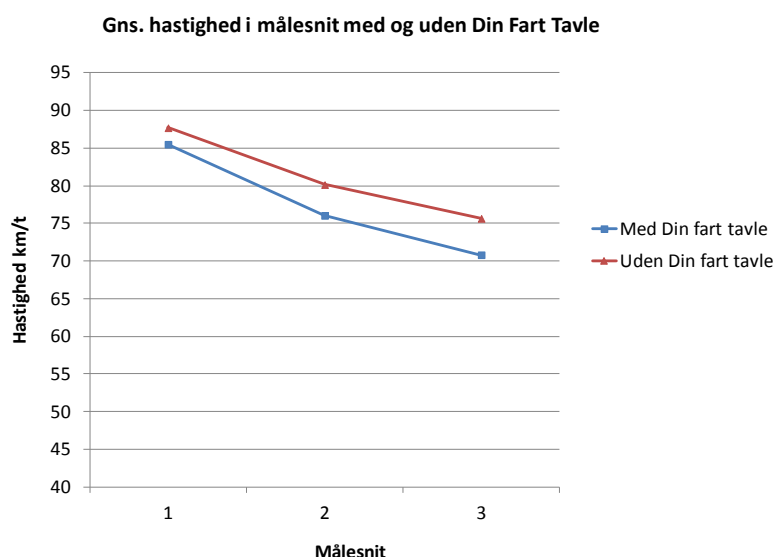
Figur 5.2: Skitse af strækning med angivelse af målesnit

Der er målt hastigheder over et helt døgn, hvor Din Fart Tavlen var aktiv samt i et helt døgn, hvor Din Fart Tavlen var deaktiveret (og nedtaget).

Der blev registreret ca. 15.000 køretøjer i perioden med aktiv tavle og ca. 16.000 køretøjer i perioden, hvor tavlen var nedtaget. Trafikken har således været nogenlunde ensartet i de to måledøgn.

Resultaterne [8] viste:

- Hastigheden mellem det første og sidste målesnit blev reduceret med 15 km/t når Din Fart Tavlen var aktiveret. I perioder, hvor Din Fart Tavlen var nedtaget, var hastighedsreduktionen 12 km/t (se figur 5.3).
- Målingerne viste således, at de faste rumlestriber havde en hastighedsdæmpende effekt, og at denne effekt forstærkedes, når striberne var suppleret med Din Fart Tavle.
- Andelen af bilister, der overskred hastighedsgrænsen, blev målt til 65% - 70% i det første målesnit, mens den i det sidste målesnit var 18% og 34% for henholdsvis aktiv og deaktiv/nedtaget Din Fart Tavle.



Figur 5.3: Målt gennemsnitshastighed i de tre målesnit med/uden aktivering af Din Fart Tavle.

Det skal dog bemærkes, at hastighedsniveauet generelt var lavere i perioden, hvor Din Fart Tavlen var aktiv, hvilket også gælder det første målesnit, hvor effekten af Din Fart Tavlen formodes at være lille. Effekten af Din Fart Tavlen er derfor muligvis en smule overvurderet i resultaterne.

7. "Sænk Farten"/"Din Fart" – Tavler

Digitale tavler med hastighedsbudskaberne "Sænk Farten" og "Din hastighed" har været testet i en række forskellige projekter - også som virkemiddel til fartdæmpning ved vejarbejder på motorveje.

Forsøg på Hillerødmotorvejen i efteråret 2012 viste, at "Sænk farten tavlen" havde en klar hastighedsdæmpende effekt. Hastigheden blev reduceret med 5-10 km/t, når tavlen var med i afmærkningen [6].



Figur 7.1: Sænk farten tavle ved vejarbejde på Helsingørmotorvejen ved Farum.

Forsøg på motorvejen E20 ved Slagelse i 2011 [8] med "Din Fart Tavle" viste, at tavlen havde en hastighedsreducerende effekt.



Resultaterne viste, at når Din Fart Tavle var aktiveret, blev den hastighedsreducerende effekt af faste rumlestriber forstærket med 3 km/t (fra 12 km/t til 15 km/t).

Andelen af bilister, der overskred hastighedsgrænsen efter passage af de faste rumlestriber, blev reduceret fra 34 % til 18 %, når Din Fart Tavlen var aktiveret.

8. ATK – Automatisk Trafikkontrol

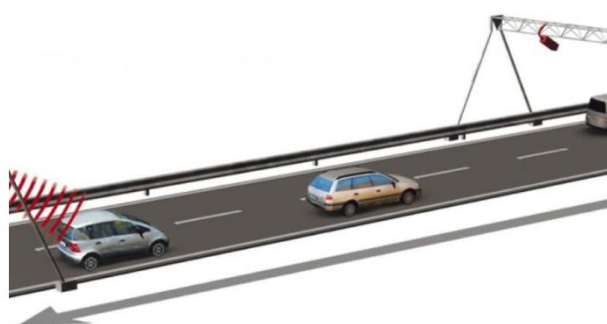
Automatisk Trafikkontrol (ATK) kan laves enten som en punkt-ATK eller som strækings-ATK.

Punkt-ATK er enkelte standere eller serier af standere langs vejen, der ved hjælp af nedfræsedede spoler måler køretøjernes punkthastighed ved passagen. Såfremt den målte hastighed er højere end en fastsat grænse, udløses kameraet i standeren. Både føreren af bilen og nummerpladen fotograferes. Denne metode anvendes i Danmark, Norge, Sverige og Finland. Stander og spoler kan erstattes med en af politiets mobile fotobiler, hvor hastigheden måles med radar.

Strækings-ATK er baseret på den målte gennemsnitshastighed over en strækning. Med et kamera placeret på stander eller portal i hver ende af strækningen, fotograferes nummerpladen på køretøjet. Når to nummerpladeregistreringer – en i hver ende af strækningen – matcher, beregnes gennemsnitshastigheden ud fra strækningens længde og den tid, der går mellem de to nummerpladeregistreringer. Ved strækings-ATK fotograferes alle køretøjernes nummerplader.



Figur 8.1: Fotostander til punkt-ATK



Figur 8.2: Fotoaflysning af nummerplader til strækings-ATK

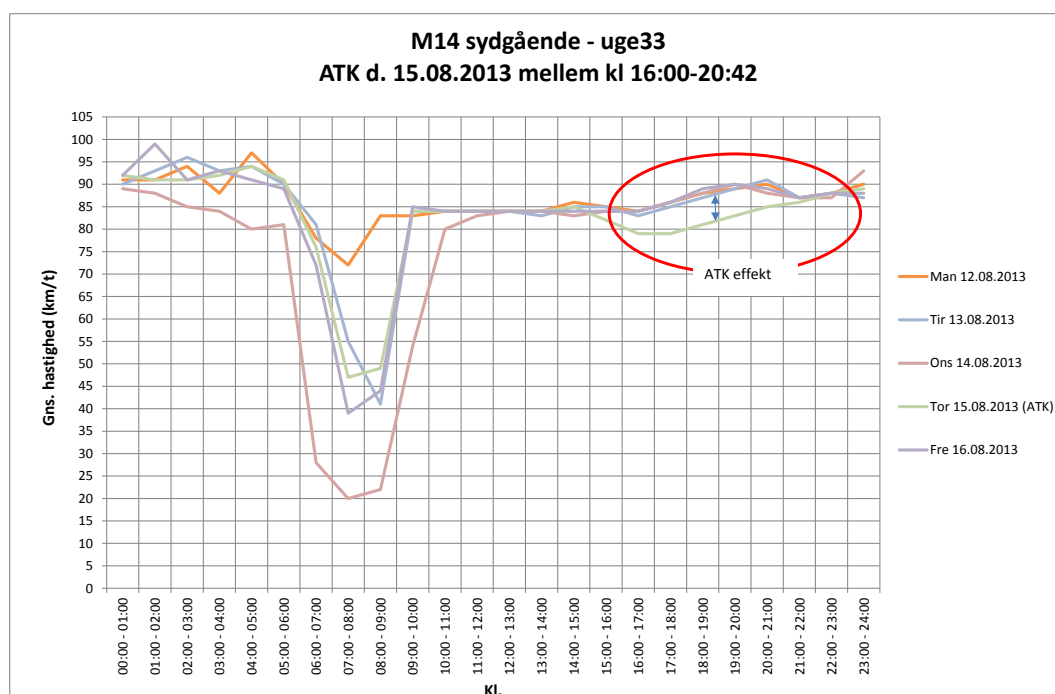
I Danmark findes indtil videre kun erfaringer med brug af punkt-ATK. Erfaringerne er meget positive både med hensyn til reduktion af hastighed og trafikulykker.

Der er i 2010 foretaget en opsamling af erfaringer med brug af ATK i en række lande [11]. Der foreligger international dokumentation for, at brug af punkt-ATK fører til en reduktion i middelhastigheden på omkring 7-10 % og et fald i personskadeulykker på omkring 20-25 %. De fleste evalueringer viser samtidig, at det især er omfanget af de højeste hastigheder, der reduceres, og at spredningen i hastighed dermed falder. Erfaringerne viser også, at den punktvis kontrol medfører kængurukørsel, hvilket betyder, at føreren nedsætter hastigheden ved ATK-standeren for så at sætte den op igen umiddelbart efter.

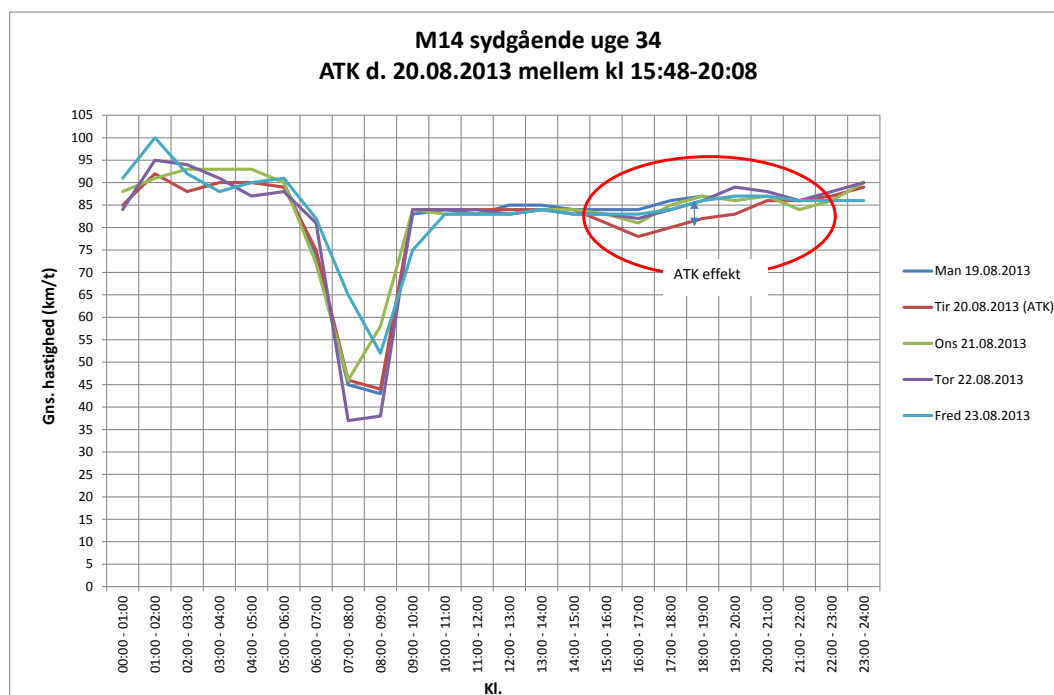
I 2009 blev der lavet et dansk forsøg med 10 punkt-ATK standere og 6 kameraer som på skift blev brugt på standerne. Forsøget blev udført af Rigspolitiet, Midt- og Vestsjællands Politi samt Nordsjællands Politi. Fire standere var opsat i byzone og de andre 6 ved landeveje uden for byzone. Middelhastigheden faldt på landevejene uden for byzone med 9 km/t på hverdage og 12 km/t i weekender. Det svarer til et fald på hhv. 12 % og 14 %. I byzone var faldet noget mindre hhv. 10 % og 13 %. Resultaterne fra det danske forsøg viser således en noget større effekt sammenlignet med de internationale erfaringer [11].

Stræknings-ATK har været anvendt i Holland siden årtusindskiftet og erfaringerne derfra er positive både mht. hastighedsreduktion og fald i personskadeulykker. Stræknings-ATK imødekommer problemet med kængurukørsel. Stræknings-ATK virker over hele strækningen. Det giver en mere jævn hastighedsreduktion og en bedre trafikafvikling. Der findes endnu ingen danske erfaringer med brugen af stræknings-ATK.

Vejdirektoratet har i 2014 lavet et supplerende forsøg med brug af punkt-ATK på Helsingørmotorvejen i forbindelse med vejarbejde. Resultaterne viste et tydeligt fald i hastighed på ca. 5 km/t i perioder, hvor ATK er aktiv. Effekten er væk så snart ATK fjernes igen.



Figur 8.3: Hastighedsdata for alle hverdage i uge 33. I periode med aktiv ATK ses en tydelig effekt på gennemsnitshastigheden.

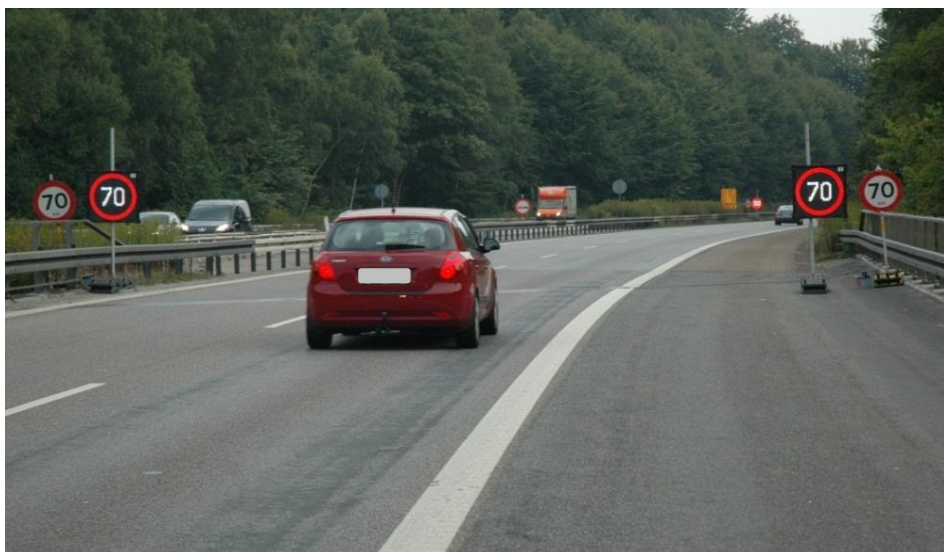


Figur 8.4: Hastighedsdata for alle hverdage i uge 34. I periode med aktiv ATK ses en tydelig effekt på gennemsnitshastigheden.

9. Elektroniske og faste C55-hastighedstavler

I forbindelse med et vejarbejde på Hillerødmotorvejen (rute 16) i september 2012 testede Vejdirektoratet effekten af elektroniske C55-hastighedstavler [6].

De faste hastighedstavler med 90 km/t, 70 km/t og 50 km/t blev suppleret med elektroniske C55-tavler, med tilsvarende visning som de faste tavler. De elektroniske tavler blev placeret nærmest kørebanen og i samme højde som de faste tavler (se Figur 9.1). Opstillingen blev testet både om dagen og om natten.



Figur 9.1: Elektroniske C55-tavler supplerer de faste C55-tavler.

Resultatet af testen viste, at:

- De elektroniske C55-tavler fremstår meget tydeligere end de faste tavler
- De supplerende elektroniske C55-tavler gav en god hastighedsreduktion på 5-11 km/t i forhold til de faste tavler alene. Dette var gældende både i dagslys og i mørke.

10. VMS tavler til fartdæmpning ved arbejdskørsel ud fra midterrabat

Anvendelse af elektroniske VMS-tavler til midlertidig reduktion af hastighedsbegrænsningen fra 80 km/t til 50 km/t i forbindelse med arbejdskørsel ud fra arbejdszone i midterrabat blev testet i forbindelse med udvidelsen af Motorring 4 (M4), oktober 2012 [7].

Strækningen var nedskiltet til 80 km/t med faste tavler pr. ca. 1200m. Ca. 150 meter før ind-/udkørsel til arbejdszonen var der placeret en VMS-tavle i begge vejsider. De to VMS-tavler blev kun aktiveret i forbindelse med udkørsel fra midterrabatten. Når tavlerne blev aktiveret, viste de 50 km/t (se Figur 10.1). Når de elektroniske VMS-tavler var slukket var den gældende hastighedsgrænse således 80 km/t, som angivet på de faste C55-tavler.



Figur 10.1: VMS-tavlerne aktiveres ved arbejdskørsel ud fra midterrabat for at få en midlertidig hastighedsbegrænsning på 50 km/t.

Hastighedsmålinger ved de elektroniske VMS-tavler viste, at de tændte tavler reducerede gennemsnitshastigheden med ca. 13 km/t (fra 75 km/t til 62 km/t). 85% fraktilen blev reduceret med 9 km/t (fra 83 km/t til 74 km/t).

Observationer af adfærden peger på, at arbejdskøretøjets manøvre i forbindelse med ud- og indkørsel fra/til midterrabatten skete på en sådan måde, at de øvrige trafikanters hastighed og valg af kørespor blev påvirket. Adfærdsobservationerne tyder dog også på, at kørsel ud af arbejdszonen tilsyneladende skete uden problematiske følger for trafikken på motorvejen.

Forsøget adskiller sig fra den sædvanlige brug af elektroniske VMS-tavler, ved at de to tavler placeret før arbejdszonen var de eneste på vejarbejdsstrækningen, og ved at de kun var aktive i forbindelse med udkørsel fra arbejdszonen. Periodevis nedskiltning af hastigheden ved udkørsel fra arbejdszone er også testet på strækninger, hvor der anvendes VMS-tavler på hele vejarbejdsstrækningen, og hvor alle disse VMS tavler er konstant aktive. Nedskiltning af hastigheden ved udkørsel fra arbejdszone under disse forhold viser ringere effekt.

11. Høj tavlevogn

I forbindelse med et vejarbejde på den Østjyske motorvej lidt nord for Vejle blev der i 2012 lavet et forsøg med brug af høj tavlevogn alene i højre vejside. Formålet var at afprøve den høje tavlevogn som et brugbart alternativ til den almindelige praksis med en fast C55 tavle i begge vejsider.



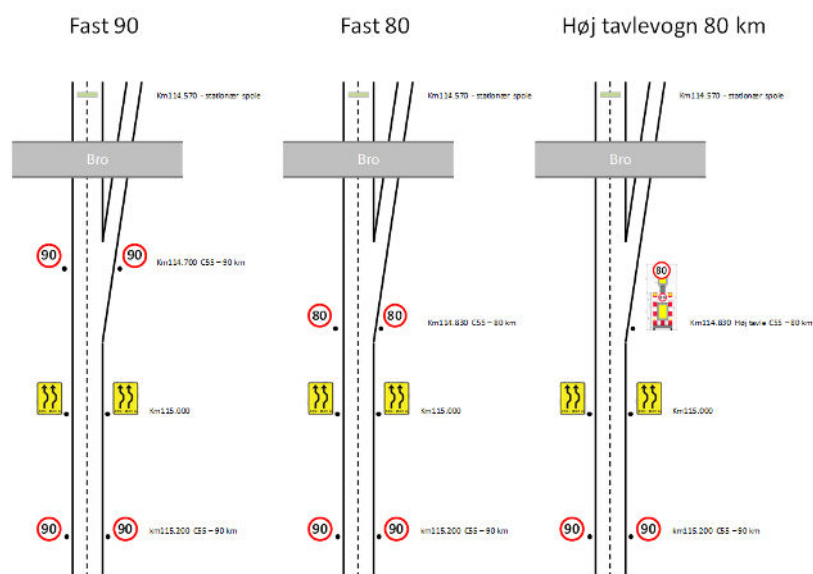
Figur 11.1: Høj tavlevogn alene i højre vejside viser 80 km.

Tavlevognen kan hæves til en højde af ca. 7 m. Den er forsynet med 3 VMS tavler, som afhængig af den konkrete opstilling, kan vise forskellige påbudstavler, advarselstavler og/eller oplysningstavler. I forsøget var 2 af de 3 VMS tavler aktiveret. De viste begge en C55-tavle med hastighed 80 km/t som vist på figur 11.1.

Tre forskellige opstillinger blev benyttet på en strækning, der leder op til et større vejarbejde med en hastighedsbegrænsning på 80 km/t. Opstillingerne indgik derfor i overgangen fra 110 km/t til 80 km/t. De tre opstillinger er vist i figur 11.2.

Hver opstilling har været benyttet i en periode på ca. 1 uge.

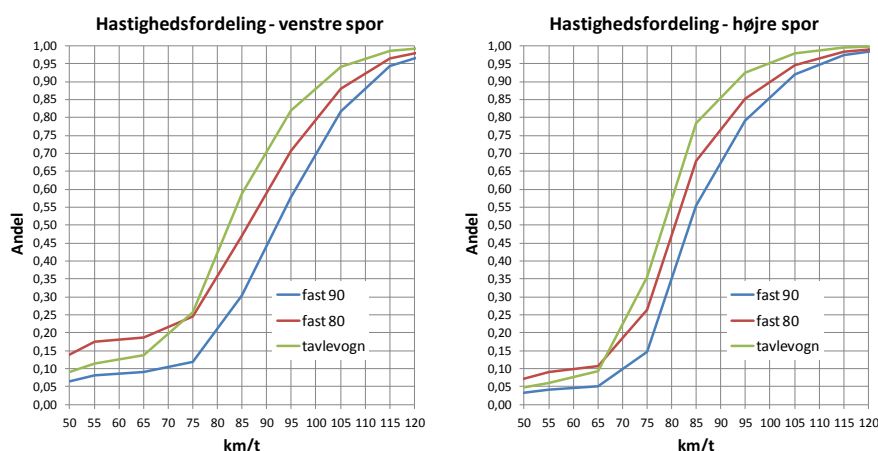
Der blev målt hastigheder vha. en permanent tællestation placeret ca. 250 m efter det berørte tavlesnit. Derudover blev der udført manuelle målinger af hastigheder ud for det berørte tavlesnit ved brug af laserpistol. Desuden blev den høje tavlevogns synlighed vurderet ud fra bl.a. videooptagelser og forbikørsler med eye-track.



Figur 11.2: De tre opstillinger

Opstilling	Spole km 114,570 (km/t)		Kontrolspole (km/t)		Hastighedsreduktion (km/t)	
	Venstre	Højre	Venstre	Højre	Venstre	Højre
Fast 90	97	91	123	108	26	17
Fast 80	90	86	119	105	29	19
Høj Tavlevogn 80	89	84	113	104	24	20

Figur 11.3: Målte gennemsnitshastigheder i km 114,570 ved de forskellige opstillinger sammenholdt med kontrolspole.



Figur 11.3: Hastighedsfordeling for venstre og højre kørespor.

Resultaterne viste:

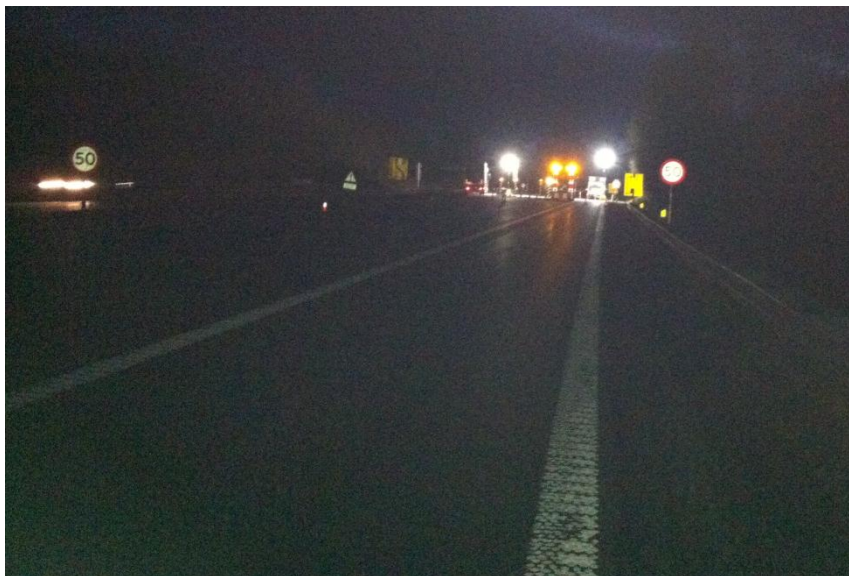
- Hastigheden i opstillingen med den Høje tavlevogn var på niveau med opstillingen med de faste C55 (80 km/t) tavler i begge vejsider.
- Der blev ikke målt større hastighedsforskel mellem højre og venstre spor i opstillingen med Høj tavlevogn, set i forhold til faste C55 tavler i begge vejsider, på trods af, at den Høje tavlevogn kun var placeret i højre vejside.
- C55 tavlerne på den Høje tavlevogn vurderes at være meget synlige også på lang afstand.
- Selvom den øverste C55 tavle er hævet til 7m, kan der opstå situationer, hvor tavlen, pga. af høje køretøjer i det højre kørespor, vil være helt eller delvist dækket for bilister i det venstre kørespor. I den konkrete opstilling, på den konkrete strækning (hvor der er en høj andel tung trafik), tyder hastighedsdata dog på, at bilisterne i det venstre spor reagerer på den Høje tavle, uanset at den til tider kan være dækket af andre køretøjer.

Det skal bemærkes, at den Høje tavlevogn er placeret i en venstredrejende vejkurve, hvilket gør tavlevognen ekstra synlig, også for bilister i venstre kørespor.

12. Mobilt arbejdslys (PowerMoon) ved vejarbejde i mørke

En PowerMoon er en kraftig lyskilde, der på grund af placeringen relativt højt over jordoverfladen (f.eks. 5 - 6 m eller mere), kan oplyse et stort areal uden at give gener i form af skyggevirkning og blænding for trafikanterne.

PowerMoon kan ses på forholdsvis lang afstand, hvilket muliggør, at trafikanterne bliver opmærksomme på, at der pågår vejarbejde længere fremme (se figur 12.1).



Figur 12.1: Brug af mobilt arbejdslys ved vejarbejde i mørke

Brugen af mobilt arbejdslys er blevet testet et par steder – dels i forbindelse med vejarbejdet på Hillerødmotorvejen i efteråret 2012, og dels i forbindelse med et vejarbejde i mørke på Vestmotorvejen (M20) i foråret 2013 [5 og 6]. I begge vejarbejder blev hastigheden nedskiltet før vejarbejdet til 50 km/t og PowerMoon blev kun anvendt i mørketimerne. I begge tilfælde blev de mobile PowerMoons placeret i kanten af arbejdsområdet meget tæt ved kørebanen.

I forbindelse med begge tests viste resultaterne, at brug af PowerMoons kan give en reduktion på trafikanternes hastighed på op til 5 km/t.

Referencer

1	Herrstedt, Lene: <i>Hastighedsdæmpning ved vejarbejde på motorveje – IDE katalog</i> . Trafitec rapport, juli 2012. www.trafitec.dk
2	Greibe, Poul: <i>Smalle kørespor på motorvej. Effekt på trafikafvikling og trafikantadfærd</i> . Trafitec rapport, december 2011. www.trafitec.dk
3	Madsen og Herrstedt: <i>Afmærkning af vejarbejde om natten. Evaluering af ny afmærkning ved vejarbejde i midterrabat på motorveje om natten</i> . Trafitec rapport, februar 2011. www.trafitec.dk
4	Andersson, Greibe og Herrstedt: <i>Hastighedsdæmpning ved vejarbejder</i> . Trafik & Veje. Juni 2014
5	Greibe, Andersson og Herrstedt: <i>Fartdæmpning ved vejarbejde på motorvej. Evaluering af Powermoon og N42 Korridor</i> . Trafitec rapport, marts 2014. www.trafitec.dk
6	Herrstedt og Greibe: <i>Fartdæmpning ved vejarbejde på motorvej-IDÉ udvikling. Evaluering af tests på rute 16 – Hillerød Motorvejen</i> . Trafitec rapport, oktober 2012. www.trafitec.dk
7	Greibe og la Cour Lund: <i>Evaluering af VMS tavler på M4. Forsøg med nedskiltning af hastighed ved arbejdskørsel</i> . Trafitec rapport, december 2012. www.trafitec.dk
8	Herrstedt og Greibe: <i>Rumlestribes ved vejarbejde på motorvej. Effekt af hastighed</i> . Trafitec rapport, juli 2012. www.trafitec.dk
9	Greibe, Poul: <i>M10-rumlestribes. Hastighed og adfærd</i> . Trafitec rapport, oktober 2014. www.trafitec.dk
10	Greibe, Poul: <i>Brug af høj tavlevogn. Evaluering af hastighed og synlighed</i> . Trafitec rapport, juli 2012. www.trafitec.dk
11	Hels, Tove m.fl.: <i>Automatisk hastighedskontrol – Vurdering af trafiksikkerhed og samfundsøkonomi</i> . DTU-Transport, september 2010

