

Afstandsmærker på motorveje

Effekt på hastighed og afstand mellem køretøjer



Poul Greibe

Juni 2008

Indhold

Resumé.....	3
1. Introduktion	5
1.1 Baggrund	5
2. Analysestrækninger.....	6
2.1 Dataindsamling	8
2.2 Databehandling	10
2.3 Evalueringsmetode	11
3. Resultater	13
3.1 Generel trend baseret på kontrolstrækninger.....	13
3.2 Analysestrækning nr. 1 – M60 mod nord.....	14
3.3 Analysestrækning nr. 2 – M60 mod syd.....	15
3.4 Analysestrækning nr. 3 – M30 mod nord.....	17
3.5 Analysestrækning nr. 4 – M30 mod syd.....	18
3.6 Analysestrækning nr. 5 – M40 mod vest.....	19
3.7 Resultater - opsamling	21
4. Foreløbig uheldsanalyse af strækninger etableret i 2004.....	26
5. Referencer	28
Bilag 1	29
Bilag 2	33
Bilag 3	43

Resumé

Nærværende notat beskriver korttidseffekten på trafikantadfærd som følge af etablering af afstandsmærker på motorveje. Effekten er vurderet ud fra en før/efter analyse af hastighed og afstand mellem køretøjer på motorveje, hvor der er etableret afstandsmærker.

Der indgår fem motorvejsstrækninger i analysen, som alle har fået afstandsmærker i efteråret 2007. Hver motorvejstrækning er ca. 4 km lang, og der er indsamlet data i målesnit beliggende før strækningen, på selve strækningen med afstandsmærker og i snit beliggende efter strækningen. Målesnit beliggende før strækningerne med afstandsmærker anvendes som kontrolstrækninger. Derudover er kontrolstrækningerne suppleret med målinger fra to motorveje, hvor der ikke er afstandsmærker.

Der skelnes mellem data indsamlet i en førperiode (2-3 uger før etablering af afstandsmærker) og en efterperiode (4-8 uger efter etablering af afstandsmærker). Både før- og efterperiode består af 4 hverdage. I alt indgår således data fra mere end 3 mio. køretøjer i undersøgelsen.

Resultaterne viser, at der er sket et fald i antallet af køretøjer, der har meget lille afstand til forankørende, dvs. mindre end 1 sek. Faldet er observeret i alle målesnit, dvs. også på de kontrolstrækninger som ligger før afstandsmærkerne, hvilket kunne tyde på en generel adfærdsændring fra før til efter.

På kontrolstrækningerne er der registreret et generelt fald i små afstande (gap < 1 sek.) på 9-10 %. På strækninger med afstandsmærker er faldet dog noget større, nemlig 16-19 %. Effekten ses også 1-4 km efter strækningen med afstandsmærker, hvor faldet er 11-13 %. 7-12 km efter strækningen er ændringen dog i samme størrelsesordenen som på kontrolstrækningen.

Sammenholdes effekten på strækninger med afstandsmærker med effekten på kontrolstrækningerne må det konkluderes, at antal køretøjer med meget kort afstand (< 1 sek.) reduceres med i gennemsnit ca. 7-11 %. Effekten er størst for venstre spor, hvor der er signifikant effekt på alle fem strækninger. Effekten er noget mindre i højre spor, hvor der kun ses en signifikant effekt på én af de fem strækninger. For afstande < 2 sek. ses samme tendens, om end ændringerne generelt er noget mindre.

Ud over en reduktion i antal køretøjer med lille afstand til forankørende er der også observeret en reduktion i hastighed på strækninger med afstandsmærker. Hastighedsreduktionen er mest markant ved store trafikintensiteter.

Det skal bemærkes, at selvom afstandsmærkerne reducerer antallet af køretøjer, der holder tæt afstand til den forankørende, så har ca. 20 % af alle køretøjer i ven-

stre spor stadig en afstand på mindre end 1 sek., og ca. 50 % en afstand mindre end 2 sek. Tallene er noget mindre for højre spor, men samlet set, er der stadig et stort potentiale for yderligere reduktion, hvis alle skal køre med den anbefalede sikkerhedsafstand på 2 sek. til forankørende.

En foreløbig uheldsanalyse af to forsøgsstrækninger med afstandsmærker fra 2004 viser, at der generelt er registreret meget få uheld på strækningerne, både før og efter de blev etableret. Den sikkerhedsmæssige effekt af de to strækninger er derfor vanskelig at vurdere. Sammenholdt med den generelle uheldsudvikling på motorvejsnettet, er der dog en tendens til, at afstandsmærkerne har haft en positiv effekt på sikkerheden. Effekten er dog noget usikkert bestemt.

1. Introduktion

Vejdirektoratet har igangsat, en undersøgelse der skal belyse effekten af at etablere afstandsmærker på motorveje.

Trafitec har på den baggrund udarbejdet nærværende notat, der belyser effekten på hastighed og afstand mellem køretøjer som følge af etablering af afstandsmærker på fem motorvejsstrækninger i 2007. Derudover er der gennemført en mindre uheldsanalyse baseret på to strækninger med afstandsmærker etableret på motorveje i 2004.

1.1 Baggrund

I Færdselsloven står der bl.a. angivet, at ”afstanden til forankørende skal afpasses på en sådan måde, at der ikke er fare for påkørsel, hvis køretøjet foran standser, eller dets hastighed nedsættes”.

Det er dog langt fra alle trafikanter, der kører med en passende sikkerhedsafstand, når de færdes i trafikken. På motorveje udgør bagendekollisioner således ca. 45% af alle personskadeuheld, hvilket svarer til ca. 120 dræbte og tilskadede om året. En medvirkende årsag til uheld med bagendekollisioner er typisk, at den indbyrdes afstand mellem køretøjerne er for lille i forhold til den kørte hastighed.

I udlandet, bl.a. i England og Frankrig, har man i 1990'erne lavet forsøg med afstandsmærker på motorveje. Erfaringerne fra disse forsøg var positive, idet man kunne observere større afstand mellem køretøjerne efter etablering af afstandsmærker samt en reduktion i antallet af bagendekollisioner [1].

Baseret på de positive erfaringer fra udlandet, har Vejdirektoratet besluttet forsøgsvis at etablere afstandsmærker på motorveje.

I maj 2004 blev det første forsøg med afstandsmærker igangsat på tre motorvejsstrækninger, og for at styrke erfaringsgrundlaget blev det i 2007 besluttet at udvide forsøget med yderligere fem strækninger. De oprindelige tre strækninger er i mellemtiden blevet reduceret til to, da den ene strækning efterfølgende har fået nyt slidlag.

Brug af afstandsmærker på motorveje indgår som et potentiel tiltag i Vejdirektoratets trafikikkerhedsarbejde, og erfaringerne med disse første forsøgsstrækninger skal således bruges i vurderingen af, om tiltaget virker efter hensigten.

2. Analysestrækninger

Fem motorvejsstrækninger er udvalgt til at indgå i forsøget. Kriterierne for de udvalgte analysestrækninger har primært været, at:

- der var mulighed for at indsamle trafikdata, dvs. at der skulle være permanente målestationer placeret ved analysestrækningen
- at strækningen har en passende trafikintensitet uden trafiksammenbrud
- at strækningen er 4-sporet
- at der ikke er planer om væsentlige ombygninger i de kommende år
- at der på strækningen er sket uheld med bagende kollisioner

Nedenstående tabel 2.1 angiver placeringen af afstandsmærker på de fem analysestrækninger. Strækningens længden med afstandsmærker varierer fra 3,7 km til 4,0 km. De angivne start km er kilometreringsen, hvor selve afstandsmærkerne på vejbanen starter. 400 m før dette er der opstillet forvarslingskilt om forsøg med afmærkning.

Nr.	Vej	Lokalitet	Retning	Start km.	Slut km.	Længde
1	M60 - Østjyske Motorvej	Horsens	Nord	131,1	135	3,9 km
2	M60 - Østjyske Motorvej	Horsens	Syd	140,0	136	4,0 km
3	M30 – Sydmotorvejen	Køge	Nord	47,4	43,6	3,8 km
4	M30 - Sydmotorvejen	Køge	Syd	42,2	45,9	3,7 km
5	M40 - Fynske Motorvej	Aarup – Ejby	Vest	187,6	191,6	4,0 km

Tabel 2.1. Placering af afstandsmærker på de fem analysestrækninger.

Alle 5 analysestrækninger er 2-sporet med 130 km/t hastighedsbegrænsning. Dog har strækning 4 (M30 – retning syd) lokal hastighedsbegrænsning på 110 km/t frem til km 41,950, hvilket er 250 m før afstandsmærkerne begynder.

Analysestrækning nr. 3 og 4 har ingen til-fracørsler på strækning med afstandsmærker, mens nr. 1, 2 og 5 alle har en til-fracørsel. Strækning nr. 5 har overhalingsforbud for lastbiler hele døgnet, mens strækning 3 og 4 har overhalingsforbud fra kl. 6-18.

Etableringstidspunktet for afstandsmærker på de fem analysestrækninger er vist i tabel 2.2.

Nr	Vej	Retning	Etableringstidspunkt
1	M60 - Østjyske Motorvej	Nord	uge 42 – 2007
2	M60 - Østjyske Motorvej	Syd	uge 42 – 2007
3	M30 – Sydmotorvejen	Nord	uge 45 – 2007
4	M30 - Sydmotorvejen	Syd	uge 45 – 2007
5	M40 - Fynske Motorvej	Vest	uge 43 – 2007

Tabel 2.2. Etableringstidspunkt for afstandsmærker på analysestrækninger.

Afstandsmærkerne er placeret i begge kørespor. Mærkerne er udformet som "pil-vinkler" med spidsen i kørselsretningen og er udført i hvid termoplast.

Mærkerne er placeret med en indbyrdes afstand på 36 m. Dette svarer til, at en trafikant der kører 130 km/t, og som har to mærker til den forankørende, vil have en sikkerhedsafstand på ca. 2 sek.

400 meter før strækning afstandsmærker begynder er der opstillet advarselstavler med en undertavle i begge sider af kørebanen. Undertavlen informerer om forsøg med afmærkning, se nedenstående figur.



På selve strækningen med afstandsmærker der opstillet et gult informationsskilt i højre vejside, der informerer om mærkernes funktion. Skiltet findes to gange på selve strækningen.



Ved etableringen af de fem nye strækninger med afstandsmærker i 2007 har Vej-direktoratet informeret trafikanter og borgere om projektet via pressemeddelelser og på trafikken.dk.

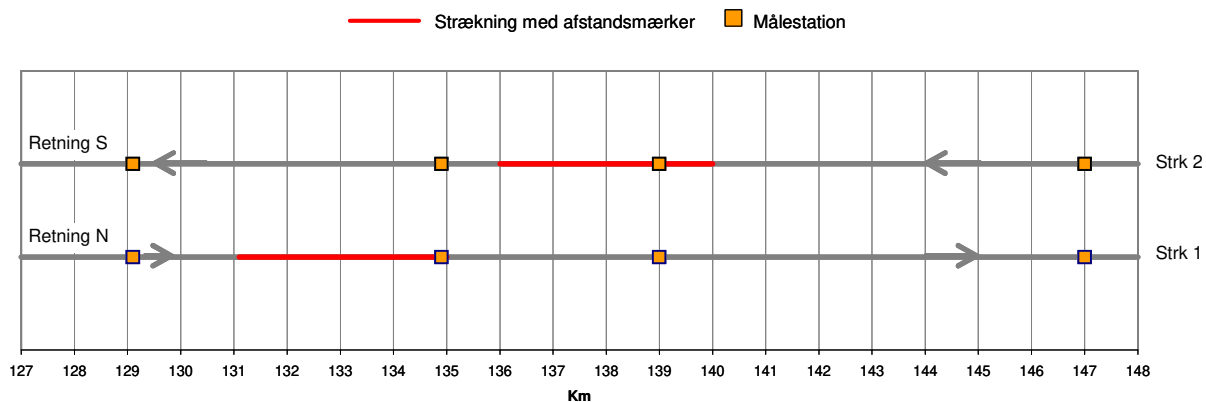
2.1 Dataindsamling

Der er gennemført trafik- og hastighedsmålinger i målesnit beliggende på selve strækningen med afstandsmærker samt i målesnit beliggende henholdsvis før og efter afstandsmærkerne. Målingerne er gennemført i en før-periode, før etableringen af afstandsmærker, og i en efter-periode efter etablering af afstandsmærker. Derudover er der lavet supplerende dataindsamling på to kontrolstrækninger beliggende på motorveje uden afstandsmærker.

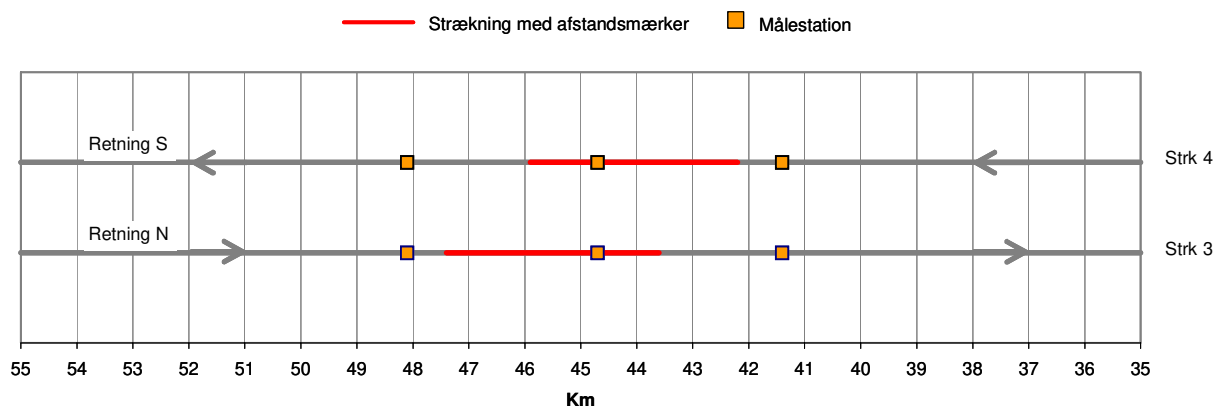
Alle tællinger er gennemført som enkeltkøretøjstælling, dvs. at følgende oplysninger om hvert enkelt køretøj er registreret: tidspunkt, hastighed, køretøjslængde og gap til forankørende. Der skelnes mellem trafik i højre spor (det langsomme spor) og det venstre spor (det hurtige spor).

Figur 2.1 viser målestationernes placering på de fem analysestrækninger der indgår i evalueringen. Målestationerne er placeret 0,5-6,0 km før afstandsmærkerne og op til 12 km efter afstandsmærkerne.

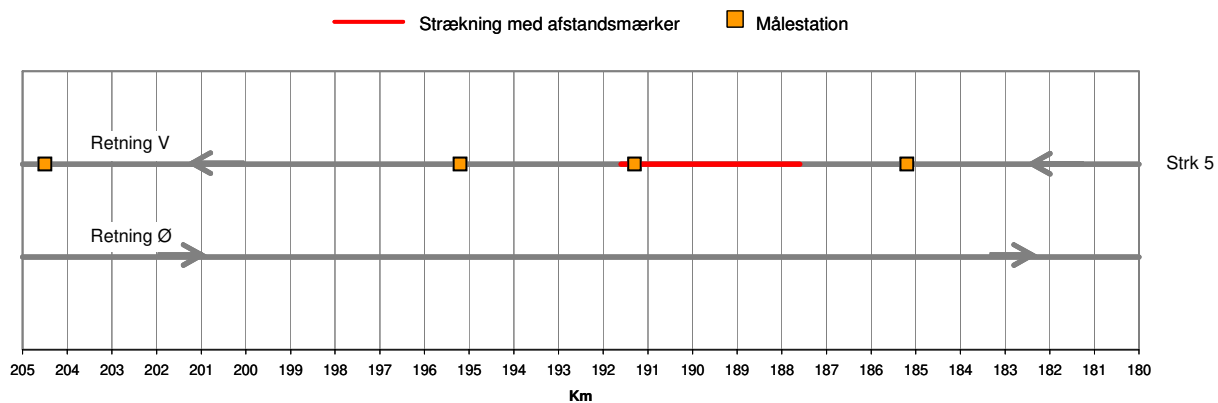
Analysestrækning 1 + 2 M60 Østjyske motorvej



Analysestrækning 3+4 M30 Sydmotorvejen



Analysestrækning 5 M40 Fynske motorvej



Figur 2.1 Placering af målestationer i forhold til strækninger med afstandsmærker.

Som udgangspunkt er data fra 4 hverdage i førperioden og 4 hverdage i efterperioden udvalgt som grundlag for evalueringen. Da nedbør forventes at have effekt

på hastighed og adfærd, er dage med nedbør (>1mm) forbigået i evalueringen. Nedbørsdata er hentet fra DMI gældende for de respektive regioner. Ingen før- eller efterperioder er præget af temperaturer under frysepunktet.

Tabel 2.3 viser de tidsperioder, der indgår som før- og efterperiode i analysen. De 4 hverdage, der indgår i evalueringen ligger for førperioden typisk 2-3 uger før etablering af afstandsmærker og for efterperioden 4-8 uger efter etablering.

Nr	Vej	Retning	Førperiode	Etablerings-tidspunkt	Efterperiode
1	M60 Østjyske Motorvej	N	1-3 + 5 okt. 2007 (uge 40)	uge 42	10-13 dec. 2007 (uge 50)
2	M60 Østjyske Motorvej	S	1-3 + 5 okt. 2007 (uge 40)	uge 42	10-13 dec. 2007 (uge 50)
3	M30 Sydmotorvejen	N	22-25 okt. 2007 (uge 43)	uge 45	21-22 + 26-27 nov. 2007 (uge 47/48)
4	M30 Sydmotorvejen	S	22-25 okt. 2007 (uge 43)	uge 45	21-22 + 26-27 nov. 2007 (uge 47/48)
5	M40 Fynske Motorvej	V	1-3 + 5 okt. 2007 (uge 40)	uge 43	16 + 19-21 nov. 2007 (uge 46/47)

Tabel 2.3. Definition af før- og efterperiode.

2.2 Databehandling

De indsamlede trafikdata er i første omgang gennemgået og åbenlyse fejlmålinger er fjernet. Ligeledes er perioder med ”hændelser” f.eks. med pludselig lave hastigheder pga. kø eller lignende fjernet. Det drejer sig dog kun om få perioder på analysestrækning 2 (M60 – Østjyske motorvej) og analysestrækning 3 og 4 (M30 – Sydmotorvejen).

De beregnede personbilækvivalenter (pe) er for alle analysestrækninger baseret på følgende værdier:

- pe=1,0 for køretøjslængde <5,8m
- pe=2,0 for køretøjslængde 5,8-12,5m
- pe=2,5 for køretøjslængde > 12,5m

For hver analysestrækning er tælledata aggregeret til 10 min intervaller, hvor følgende parametre er opgjort for hvert interval:

- Trafikintensitet (pe pr 10 min)
- V_s – middelstrækningshastighed for personbiler (km/t)
- Andel gap < 1 sek (%)
- Andel gap < 2 sek (%)

Det skal bemærkes, at flere af målestationerne i kortere perioder har haft dataudfald, og at nogle lokaliteter generelt producerer flere fejlmålinger sammenholdt med andre lokaliteter. Det skal også bemærkes, at det anvendte måleudstyr varierer fra lokalitet til lokalitet.

2.3 Evalueringsmetode

Som udgangspunkt baseres evalueringen på oplysninger om hastighed V_s (strækningssnittelastighed for personbiler) og afstand mellem køretøjer (gap).

Der ses på V_s (som gennemsnit for hele måleperioden) og andel $\text{gap} < 1$ sek. og andel $\text{gap} < 2$ sek. målt i % (for hele perioden).

Da både hastighed og andel små gap anses at være stærk afhængig af trafikintensiteten, kan en direkte før-efter sammenligning kun laves i situationer, hvor trafikintensiteten, og dennes fordeling over døgnet, er nogenlunde ens i før- og efterperioden. Da før- og eftermålinger er foretaget inden for en ca. 2 måneders periode, antages dette at være gældende.

Ud over at beregne hastighed V_s (for hele perioden), er der for at belyse trafikintensitetens betydning for hastigheden, lavet speed-flow diagrammer for både før- og efterperioderne for alle målesnit. På tilsvarende vis er der også lavet gap-flow diagrammer, der viser andel $\text{gap} < 1$ sek og < 2 sek som funktion af trafikken.

Der skelnes mellem før, på og efter strækning, hvor:

Før strækning: er data fra målesnit placeret før afstandsmærkerne, dvs. opstrøms i forhold til afstandsmærkerne. Målinger placeret på "før strækning" bruges som kontrolmåling og antages således at beskrive den generelle adfærdsændring på motorveje.

På strækning: er data fra målesnit placeret på strækninger med afstandsmærker.

Efter strækning: er data fra målesnit placeret efter strækninger med afstandsmærkerne, dvs. nedstrøms fra afstandsmærkerne.

De observerede ændringer fra før- til efterperioden er omregnet til en procentuel ændring. Ud over den direkte før-efter effekt angives den relative procentuelle ændring, altså ændringen set i forhold til kontrolmålingen (før strækning). Alle ændringer er testet for signifikans. Metode til signifikanstest kan ses i bilag 3 og er nærmere beskrevet i [2].

Som nævnt er der som supplement til kontrolmålingerne før strækning med afstandsmærker gennemført to supplerende kontroltællinger på motorveje, hvor der ikke er anlagt afstandsmærker. Disse målinger indgår i vurderingen af den generelle adfærdsændring i perioden.

3. Resultater

I det efterfølgende angives de målte effekter på afstand mellem køretøjer og hastigheder. Indledningsvis beskrives de generelle observerede ændringer baseret på kontrolstrækninger for de fem analysestrækninger samt to supplerende kontrolstrækninger. Herefter beskrives de målte ændringer på selve analysestrækningerne.

I de viste tabeller angives resultaterne for før- og efterperioden samt ændringen opgjort i procent. En negativ procentuel ændring er udtryk for et fald. Kolonnen ”S” angiver om ændringen er signifikant. ”J” angiver en signifikant ændring, mens ”N” angiver at ændringen ikke er signifikant.

I flere af tabellerne sammenholdes den observerede ændring med ændringer på kontrolstrækningen, kaldet den relative ændring, dvs. den beregnede effekt når ændringerne på kontrolstrækningen (før strækning) tages med i betragtning. Også for den relative ændring er der angivet om denne er signifikant eller ej.

3.1 Generel trend baseret på kontrolstrækninger

Som før nævnt, har hver af de fem analysestrækninger en kontrolmåling placeret 0,5-6,0 km før selve afstandsmærkerne. Som supplement til disse, er to kontrolmålinger beliggende på henholdsvis M11 (Holbækmotorvejen, km 37/700 – retning vest) og M40 (Fynsmotorvejen km 195 – retning øst) benyttet. De sidstnævnte kontrolmålinger ligger ikke i umiddelbar nærhed af lokaliteter med afstandsmærker.

En samlet opgørelse over de observerede ændringer fra før- til efterperioden på kontrolstrækningerne er vist i nedenstående tabel 3.1.

		% -vis ændring på kontrolstrækninger						
		Ved analysestrækning nr.					Supplerende kontrolstrækninger	
Spor		1	2	3	4	5	M11	M40
Højre	Vs (km/t)	-0,9	-1,9	-1,8	-1,9	-0,9	-3,3	-2,6
	G<1sek (%)	-6,4	-6,7	-13,5	-14,5	-6,0	-20,8	-8,4
	G<2sek (%)	-5,7	-4,8	-5,7	-5,7	-0,1	-9,1	-8,7
Venstre	Vs (km/t)	-0,8	-3,5	0,0	-0,8	-3,3	-4,4	-3,3
	G<1sek (%)	-10,2	-5,8	-15,3	-6,5	-11,2	-18,8	-17,9
	G<2sek (%)	-2,2	2,3	-10,5	-0,6	-1,5	-3,0	-0,7

Tabel 3.1. Observeret ændring på kontrolstrækninger.

Som det ses, er der observeret et fald i hastighed samt et fald i gap < 1 sek og gap < 2 sek i næsten samtlige kontrolmålesnit. Det må derfor konstateres, at der fra før, til efterperioden er sket en generel adfærdsændring på motorvejsnettet, som har medført en lavere hastighed og færre bilister med kort afstand til forankørende. De observerede ændringer i hastighed passer i øvrigt fint med tal fra Vejdirektoratets hastighedsbarometer, som viser et tilsvarende fald i hastighed for perioden på 1-1,5 km/t.

Data fra kontrolstrækning M11 og M40 er analyseret mere detaljeret for at undersøge, hvornår i perioden ændringerne finder sted, og hvad årsagen eventuelt kan skyldes. I bilag 1 ses en udvikling i hastighed og antal gap < 1 sek og gap < 2 sek for hele perioden ultimo september til primo december 2007. Som det ses, er der tale om en gradvis ændring i perioden, dog med nogen variation fra dag til dag. Medtages kun data fra situationer med dagslys (kl. 10-15) og situationer med sammenlignelig trafikintensitet, ses samme trend. Ændring i lysforhold eller trafik kan således ikke forklare faldende hastighed og færre gap < 1 sek og gap < 2 sek. Det må derfor blot konstateres, at der er en generel sæsonmæssig variation, der ikke alene har indflydelse på hastighed, men også på antal bilister med kort afstand til forankørende. Denne variation kan ikke umiddelbart forklares, men bør tages med i vurderingerne af de beregnede, effekter for analysestrækningerne med afstandsmærker.

3.2 Analysestrækning nr. 1 – M60 mod nord

Tabel 3.2 og 3.3 viser hovedresultaterne fra analysestrækning 1 – M60 (Østjyske Motorvej) mod nord. Resultaterne fra kontrolstrækningen ved målestation i km 129 (ca. 2 km før afstandsmærkerne) er vist i tabel 3.2.

Som det ses, er der sket en signifikant reduktion i gap < 1 sek og gap < 2 sek i både højre og venstre spor og samtidig er hastigheden faldet signifikant.

Spor		Kontrolstrækning Før stræk. km 129			
		Før	Efter	Ænd. %	S.
Højre	Vs (km/t)	117	116	-0,9	J
	G<1sek (%)	6,5	6,1	-6,4	J
	G<2sek (%)	20,9	19,7	-5,7	J
Venstre	Vs (km/t)	122	121	-0,8	J
	G<1sek (%)	26,7	24,0	-10,2	J
	G<2sek (%)	50,5	49,4	-2,2	J

Tabel 3.2. Målt hastighed samt andel gap < 1 sek og < 2 sek på kontrolstrækning (før strækning) for analysestrækning 1.

Tabel 3.3 viser resultaterne målt på strækningen (km 135) samt for to målesnit efter strækningen (km 139 og km 147).

Fra før til efter ses et generelt fald i andel små gap, både på strækningen og efter strækningen. Antal gap < 1sek falder mellem 7-14 % og andel gap < 2sek falder mellem 0-7 %. De fleste ændringer er signifikante. Samtidig falder hastigheden signifikant med 1-3 % fra før til efter. Tilsyneladende er effekten på små gap og hastighed, overordnet set, den samme i alle snit, dvs. både på strækningen og efter strækningen.

Sammenholdes de observerede ændringerne med kontrolstrækningen, dvs. de relative ændringer, er ændringerne noget mindre og langt fra alle er signifikante.

Spør		På stræk. km 135				Efter stræk. km 139				Efter stræk. km 147									
		Før	Efter	Ænd. %	S.	Rel. ænd. %	S.	Før	Efter	Ænd. %	S.	Rel. ænd. %	S.	Før	Efter	Ænd. %	S.	Rel. ænd. %	S.
Højre	Vs (km/t)	116	113	-2,6	J	-1,7	J	116	113	-2,6	J	-1,7	J	114	113	-0,9	J	0,0	N
	G<1sek (%)	5,2	4,9	-6,6	J	-0,3	N	5,6	5,2	-7,2	J	-0,9	N	6,9	5,9	-13,6	J	-7,8	J
	G<2sek (%)	18,7	18,2	-3,1	J	2,8	N	19,8	18,9	-4,3	J	1,5	N	22,9	21,5	-6,3	J	-0,7	N
Venstre	Vs (km/t)	121	118	-2,5	J	-1,7	J	119	117	-1,7	J	-0,9	J	121	119	-1,7	J	-0,8	J
	G<1sek (%)	25,5	21,8	-14,3	J	-4,6	J	25,3	22,8	-10,2	J	0,0	N	25,6	22,5	-11,8	J	-1,8	N
	G<2sek (%)	48,9	48,8	-0,3	N	2,0	J	50,3	49,9	-0,8	N	1,4	N	48,6	47,9	-1,4	J	0,8	N

Tabel 3.3. Målt hastighed, andel gap < 1sek og < 2sek for analysestrækning 1.

I bilag 2 ses endvidere speed-flow diagrammer og andel gap < 1sek og andel gap < 2sek som funktion af trafikintensitet i før- og efterperioden. Figurene viser, at ændringer i hastighed og andel små gaps er størst ved store trafikintensiteter, hvilket er tydeligst for venstre spor.

3.3 Analysestrækning nr. 2 – M60 mod syd

Tabel 3.4 og 3.5 viser hovedresultaterne fra analysestrækning 2 – M60 (Østjyske Motorvej) mod syd.

Resultaterne fra kontrolstrækningen ved målestation i km 147 (ca. 7 km før afstandsmærkerne) er vist i tabel 3.4. Som det ses, er der sket en signifikant reduktion i gap < 1sek og gap < 2sek i både højre og venstre spor og samtidig er hastigheden faldet.

		Kontrolstrækning Før stræk. km 147			
Spør		Før	Efter	Ænd. %	S.
Højre	Vs (km/t)	108	106	-1,9	J
	G<1sek (%)	8,0	7,5	-6,7	J
	G<2sek (%)	22,6	21,5	-4,8	J
Venstre	Vs (km/t)	113	109	-3,5	J
	G<1sek (%)	25,7	24,2	-5,8	J
	G<2sek (%)	50,6	51,8	2,3	J

Tabel 3.4. Målt hastighed samt andel gap <1sek og <2sek på kontrolstrækning (før strækning) for analysestrækning 2.

Tabel 3.5 viser resultaterne målt på strækningen (km 139) samt for to målesnit efter strækningen (km 135 og km 129). Fra før til efter ses et generelt fald i andel små gap, både på strækningen og efter strækningen. Antal gap<1sek falder mellem 2-16 % og andel gap<2sek falder mellem 0-5 %. De fleste ændringer er signifikante. Samtidig falder hastigheden signifikant med 0-3 % fra før til efter. Ændringerne er størst på strækningen.

Sammenholdes de observerede ændringer med kontrolstrækningen, dvs. de relative ændringer, er ændringerne noget mindre og langt fra alle er signifikante. Andelen af små gap er dog signifikant mindre sammenholdt med kontrolstrækningen for alle målesnit i venstre spor, både på strækning og i snit efter strækningen.

Spør		På stræk. km 139				Efter stræk. km 135				Efter stræk. km 129									
		Før	Efter	Ænd. %	S.	Rel. ænd. %	S.	Før	Efter	Ænd. %	S.	Rel. ænd. %	S.	Før	Efter	Ænd. %	S.	Rel. ænd. %	S.
Højre	Vs (km/t)	113	110	-2,7	J	-0,8	J	114	112	-1,8	J	0,1	N	113	113	0,0	N	1,9	J
	G<1sek (%)	6,0	5,3	-10,4	J	-4,0	N	5,7	5,6	-1,9	N	5,1	N	5,0	4,7	-5,1	N	1,7	N
	G<2sek (%)	21,2	20,1	-5,3	J	-0,4	N	19,7	19,6	-0,5	N	4,6	J	18,7	18,1	-3,2	J	1,7	N
Venstre	Vs (km/t)	120	116	-3,3	J	0,2	N	119	117	-1,7	J	1,9	J	114	112	-1,8	J	1,9	J
	G<1sek (%)	27,2	22,8	-16,2	J	-11,1	J	26,6	23,7	-10,7	J	-5,2	J	25,4	23,1	-9,1	J	-3,5	J
	G<2sek (%)	51,6	50,6	-1,9	J	-4,2	J	50,4	49,0	-2,8	J	-5,0	J	52,4	50,9	-2,9	J	-5,1	J

Tabel 3.5. Målt hastighed, andel gap <1sek og <2sek for analysestrækning 2.

I bilag 2 ses speed-flow diagrammer og andel gap<1sek og andel gap<2sek som funktion af trafikintensitet i før- og efterperioden.

3.4 Analysestrækning nr. 3 – M30 mod nord

Tabel 3.6 og 3.7 viser hovedresultaterne fra analysestrækning 3 – M30 (Sydmotorvejen) mod nord.

Der er observeret en stor ændring fra før til efter på kontrolstrækningen (km 48), hvor næsten alle ændringer er signifikante, se tabel 3.6. Det kan måske skyldes, at målestationen i km 48 er placeret tæt på afstandsmærkerne (kun 0,5 km fra det første advarselsskilt), og at bilisterne allerede her har begyndt deres adfærdsændring. Strækningen er endvidere præget af mange pendlere som færdes på strækningen hver dag, og som formentlig er bekendt med afstandsmærkerne længere fremme på strækningen.

Spør		Kontrolstrækning Før stræk. km 48			
		Før	Efter	Ænd.%	Sig.
Højre	Vs (km/t)	113	111	-1,8	J
	G<1sek (%)	4,9	4,2	-13,5	J
	G<2sek (%)	19,9	18,8	-5,7	J
Venstre	Vs (km/t)	124	124	0,0	N
	G<1sek (%)	24,2	20,5	-15,3	J
	G<2sek (%)	48,7	43,6	-10,5	J

Tabel 3.6. Målt hastighed samt andel gap <1sek og <2sek på kontrolstrækning (før strækning) for analysestrækning 3.

For målinger på strækningen og efter strækningen (km 44 og km 41) ses et fald i andel gap<1sek og andel gap<2sek, hvilket gælder for både højre og venstre spor, se tabel 3.7. Samtidig ses uændrede eller reduktioner i hastighed. De procentvise ændringer fra før til efter er generelt størst på strækningen (km 44).

Effekten på strækningen (km 44) sammenholdt kontrolstrækningen viser signifikante reduktioner af gap<1sek på mellem 13-17 % og gap<2sek på mellem 4-8 %. Samtidig er hastigheden også reduceret. I km 41 (ca. 2 km efter afstandsmærkerne) ses en øget andel af små gap sammenholdt med kontrolstrækningen (km 48).

		På stræk. km 44					Efter stræk. km 41						
Spor		Før	Efter	Ænd. %	S.	Rel. ænd. %	Sig.	Før	Efter	Ænd. %	S.	Rel. ænd. %	S.
Højre	Vs (km/t)	113	103	-8,8	J	-7,2	J	106	105	-0,9	J	0,8	J
	G<1sek (%)	5,9	4,3	-27,9	J	-16,7	J	9,1	8,2	-9,8	J	4,3	N
	G<2sek (%)	21,4	18,7	-12,8	J	-7,6	J	26,1	25,0	-4,4	J	1,3	N
Venstre	Vs (km/t)	119	117	-1,7	J	-1,7	J	121	121	0,0	N	0,0	N
	G<1sek (%)	28,3	20,9	-26,2	J	-12,9	J	21,3	18,3	-13,8	J	1,8	N
	G<2sek (%)	51,7	44,4	-14,2	J	-4,2	J	44,4	40,7	-8,4	J	2,3	N

Tabel 3.7. Målt hastighed, andel gap <1sek og <2sek for analysestrækning 3.

I bilag 2 ses speed-flow diagrammer og andel gap<1sek og andel gap<2sek som funktion af trafikintensitet i før- og efterperioden.

3.5 Analysestrækning nr. 4 – M30 mod syd

Tabel 3.8 og 3.9 viser hovedresultaterne fra analysestrækning 4 – M30 (Sydmotorvejen) mod syd.

Også for strækning 4 er der observeret signifikante ændringer på kontrolstrækningen (km 41), hvor både hastigheder og andel små gap er faldet. Kontrolstrækningen er placeret kun 0,5 km før det første advarselsskilt ved afstandsmærkerne, hvilket måske kan forklare den store ændring.

		Kontrolstrækning Før stræk. km 41			
Spor		Før	Efter	Ænd. %	S.
Højre	Vs (km/t)	105	103	-1,9	J
	G<1sek (%)	8,2	7,0	-14,5	J
	G<2sek (%)	24,6	23,2	-5,7	J
Venstre	Vs (km/t)	120	119	-0,8	J
	G<1sek (%)	30,9	28,9	-6,5	J
	G<2sek (%)	49,8	49,5	-0,6	N

Tabel 3.8. Målt hastighed samt andel gap <1sek og <2sek på kontrolstrækning (før strækning) for analysestrækning 4.

Resultaterne på strækningen (km 44) og efter strækningen (km 48) er vist i tabel 3.9. Generelt ses et fald i andel gap<1sek og for højre spor også et fald i andel

gap<2sek. Samtidig ses et fald i hastigheden. Den procentvise ændring fra før til efter er størst på selve strækningen (km 44).

Effekten på selve strækningen (km 44) sammenholdt kontrolstrækningen viser dog stadig en reduktion af gap<1sek på 7-9%. I km 48 (ca. 2 km efter selve afmærkningen) ses omtrentlige samme ændringer som på kontrolstrækningen (km 41).

Spor		På stræk. km 44				Efter stræk. km 48							
		Før	Efter	Ænd. %	S.	Rel. ænd. %	S.	Før	Efter	Ænd. %	S.	Rel. ænd. %	S.
Højre	Vs (km/t)	114	108	-5,3	J	-3,4	J	113	110	-2,7	J	-0,8	J
	G<1sek (%)	5,9	4,7	-20,1	J	-6,6	N	6,2	5,6	-11,1	J	4,0	N
	G<2sek (%)	20,9	19,5	-6,7	J	-1,1	N	22,9	22,2	-2,8	J	3,2	N
Venstre	Vs (km/t)	122	118	-3,3	J	-2,5	J	126	123	-2,4	J	-1,6	J
	G<1sek (%)	28,6	24,2	-15,3	J	-9,4	J	25,2	22,9	-9,3	J	-3,0	N
	G<2sek (%)	49,4	49,7	0,5	N	1,1	N	47,1	47,2	0,2	N	0,8	N

Tabel 3.9. Målt hastighed, andel gap <1sek og <2sek for analysestrækning 4.

I bilag 2 ses speed-flow diagrammer og andel gap<1sek og andel gap<2sek som funktion af trafikintensitet i før- og efterperioden.

3.6 Analysestrækning nr. 5 – M40 mod vest

Nedenstående tabeller viser hovedresultaterne fra analysestrækning 5 – M40 (Fynske motorvej). Tabel 3.10 viser resultaterne fra kontrolstrækningen i km 185, hvilket ligger ca. 2 km før afstandsmærkerne.

Som det ses, er der observeret et fald i andel små gap fra før til efter og hastigheden er faldet. Den største ændring er sket i det venstre spor, hvor alle ændringer er signifikante.

		Kontrolstrækning			
		Før stræk. km 185			
Spør		Før	Efter	Ænd. %	S.
Højre	Vs (km/t)	114	113	-0,9	J
	G<1sek (%)	2,2	2,1	-6,0	N
	G<2sek (%)	14,8	14,8	-0,1	N
Venstre	Vs (km/t)	121	117	-3,3	J
	G<1sek (%)	16,5	14,7	-11,2	J
	G<2sek (%)	53,5	52,8	-1,5	J

Tabel 3.10. Målt hastighed samt andel gap <1sek og <2sek på kontrolstrækning (før strækning) for analysestrækning 5.

Tabel 3.11 viser resultaterne for km 191 (på strækning) og km 195 og km 204 som er henholdsvis ca. 4 km og ca. 12 km efter afstandsmærkerne. Generelt ses et fald i andelen af korte gap (både <1sek og <2sek) og samtidig ses et fald i hastigheden. Den procentvise ændring fra før til efter er størst på strækningen med afstandsmærker. Selv når ændringerne sammenholdes med ændringer på kontrolstrækningen, ses flere signifikante relative ændringer på strækning og efter strækning. Andel gap<1sek falder 9-19 % og andel gap<2sek falder med 1-13 %.

I km 204 er motorvejen udvidet fra 2 til 3 spor, hvorfor en sammenligning med kontrolstrækning (i km 185) kan være vanskelig. Desværre er der ingen efter-data for venstre spor i km 204, hvorfor kun højre og midt spor er vist i tabel 3.10. Midtspor i km 204 sammenholdes med ændringer i venstre spor på kontrolstrækning.

Effekten i km 204 (ca. 12 km efter selve afmærkningen) viser et fald i andel gap<1sek og andel gap<2sek. Sammenholdes ændringerne med kontrolstrækningen (hvor der også var et fald) er der stadig en signifikant fald i km 204 på 5-6% for andel gap<2sek.

Spør		På stræk. km 191					Efter stræk. km 195					Efter stræk. km 204 (*)							
		Før	Efter	Ænd. %	S.	Rel. ænd. %	S.	Før	Efter	Ænd. %	S.	Rel. ænd. %	S.	Før	Efter	Ænd. %	S.	Rel. ænd. %	S.
Højre	Vs (km/t)	115	112	-2,6	J	-1,7	J	108	106	-1,9	J	-1,0	J	106	104	-1,9	J	-1,0	J
	G<1sek (%)	3,8	3,2	-14,8	J	-9,4	N	2,4	1,8	-23,8	J	-19,0	J	2,4	2,3	-3,3	N	2,8	N
	G<2sek (%)	21,8	19,0	-13,0	J	-13,0	J	16,8	15,8	-6,2	J	-6,1	J	10,5	9,9	-5,4	J	-5,3	J
Venstre / (midt)	Vs (km/t)	121	117	-3,3	J	0,0	N	115	112	-2,6	J	0,7	J	117	116	-0,9	J	2,5	J
	G<1sek (%)	22,5	17,3	-23,3	J	-13,6	J	16,8	13,4	-20,2	J	-10,1	J	6,0	5,1	-14,9	J	-4,1	N
	G<2sek (%)	54,6	53,1	-2,7	J	-1,3	N	55,9	54,5	-2,6	J	-1,1	N	29,0	26,9	-7,2	J	-5,8	J

Tabel 3.11. Målt hastighed, andel gap <1sek og <2sek for analysestrækning 5.

(*) Station i km 204 er placeret på 3 sporet motorvej. Kun data fra højre og midt spor er vist i tabel.

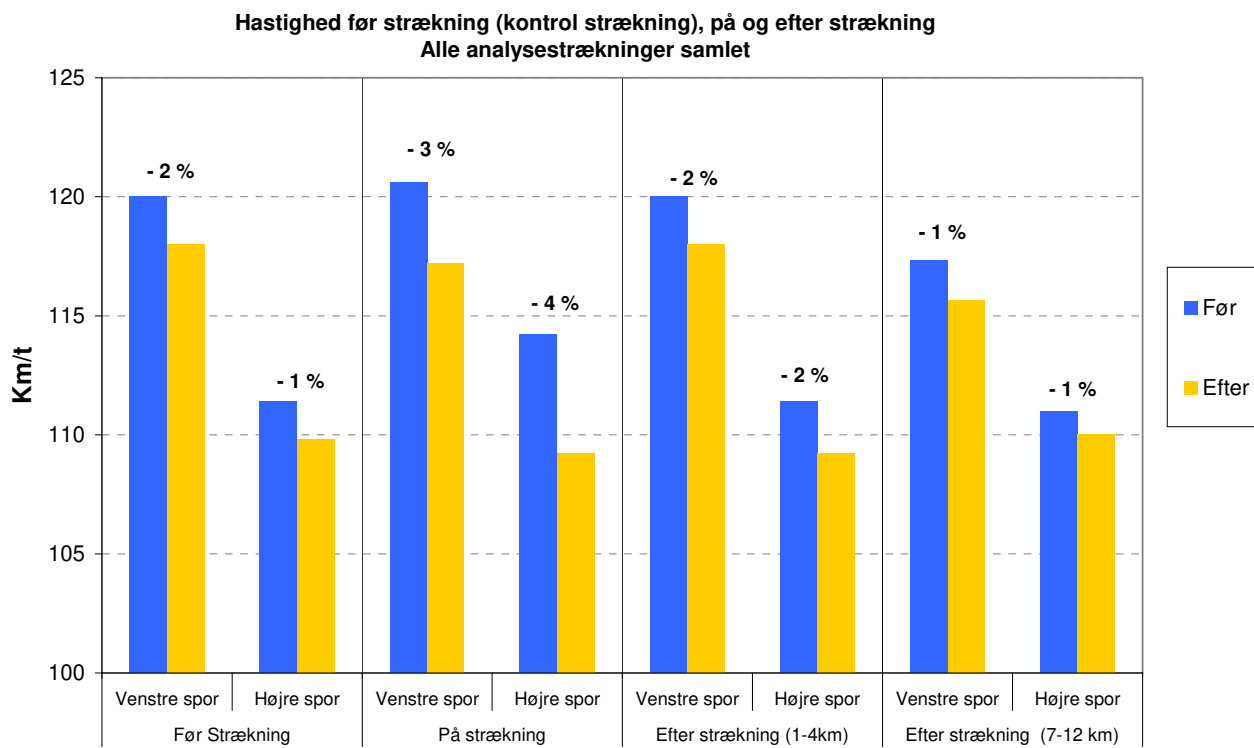
I bilag 2 er vist speed-flow diagrammer og gap-flow diagrammer for analysestrækning 5.

3.7 Resultater - opsamling

I de foregående afsnit er resultater fra de fem analysestrækninger præsenteret enkeltvis. I det følgende vises nogle generelle resultater baseret på gennemsnit af de fem analysestrækninger.

Figur 3.1 viser således den gennemsnitlige hastighed (Vs) for før- og efterperioden samlet set for de fem analysestrækninger, opdelt på før strækning (kontrolstrækning), på strækning og efter strækning (1-4 km efter og 7-12 km efter). Tallene i % ved søjlerne i figuren viser den procentvise ændring fra før til efter.

Som det ses, er der registreret fald i hastigheder i alle målesnit. På kontrolstrækningerne er faldet henholdsvis 2 % i det venstre spor og 1 % i det højre spor, hvilket passer fint med, hvad der ellers er registreret for andre motorvejsstrækninger, jf. VD's hastighedsbarometer (okt-dec 2007). På strækningen med afstandsmærker er faldet lidt større (3-4 %), mens faldet efter strækningen er i samme størrelsesorden som på kontrolstrækningerne. Alt i alt peger det på, at afstandsmærker sænker hastigheden en smule i forhold til strækninger uden afstandsmærker, men at virkningen aftager ret hurtigt efter selve strækningen.

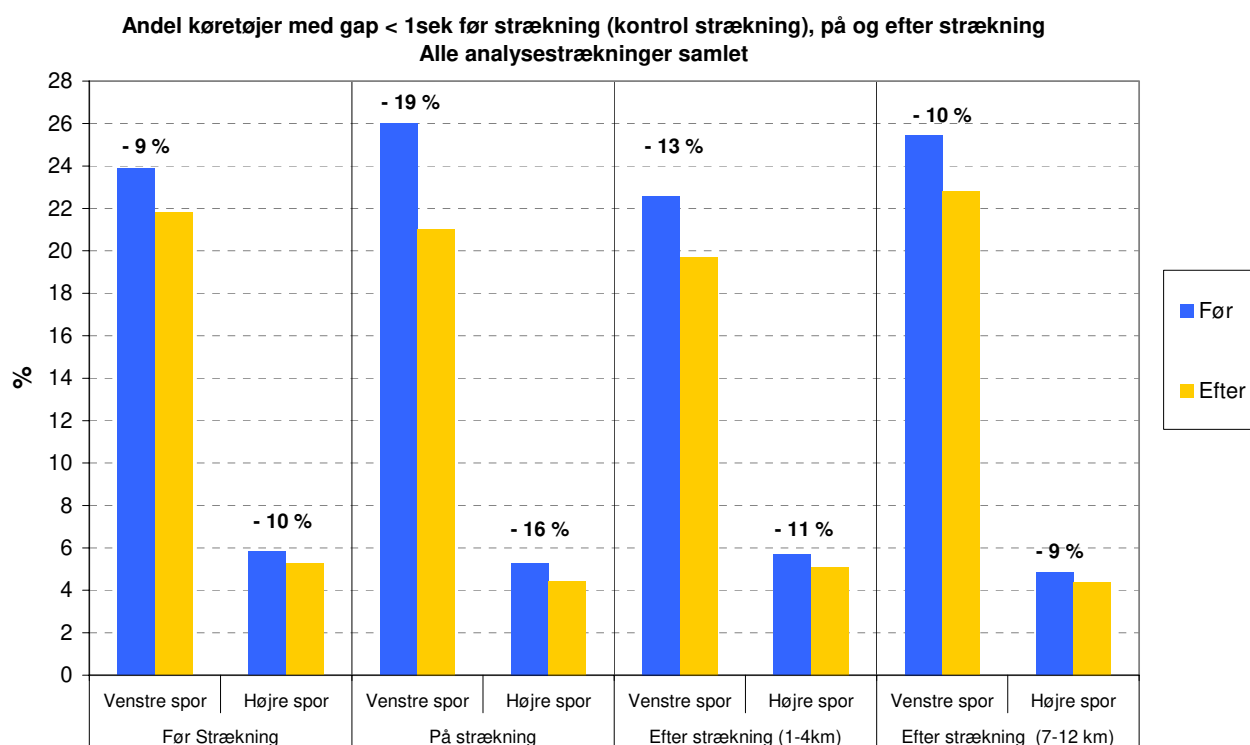


Figur 3.1. Hastighed før/efter målt før strækning, på strækning og efter strækning (alle analysestrækninger samlet)

Figur 3.2 viser antal køretøjer med gap < 1 sek i før- og efterperioden på henholdsvis kontrolstrækning, på strækning samt 1-4 km efter strækning og 7-12 km efter strækning (alle analysestrækninger samlet). Tallene i % ved søjlerne angiver den procentvise ændring fra før til efter.

Som før nævnt, er der registret et generelt fald i antal små gap < 1sek på 9-10% på kontrolstrækningerne. På strækninger med afstandsmærker er faldet dog noget større, nemlig 16-19 %, og 1-4 km efter strækningen er faldet på 11-13 %. 7-12 km efter strækningen er ændringen dog i samme størrelsesordenen som på kontrolstrækningen.

Sammenholdes effekten på strækningen med ændringer på kontrolstrækningerne må det konkluderes, at antal køretøjer med meget kort afstand (<1sek) reduceres med i gennemsnit ca. 7-11 %, mens effekten efter strækningen er noget mindre for efter ca. 7-12 km at være forsvundet igen.



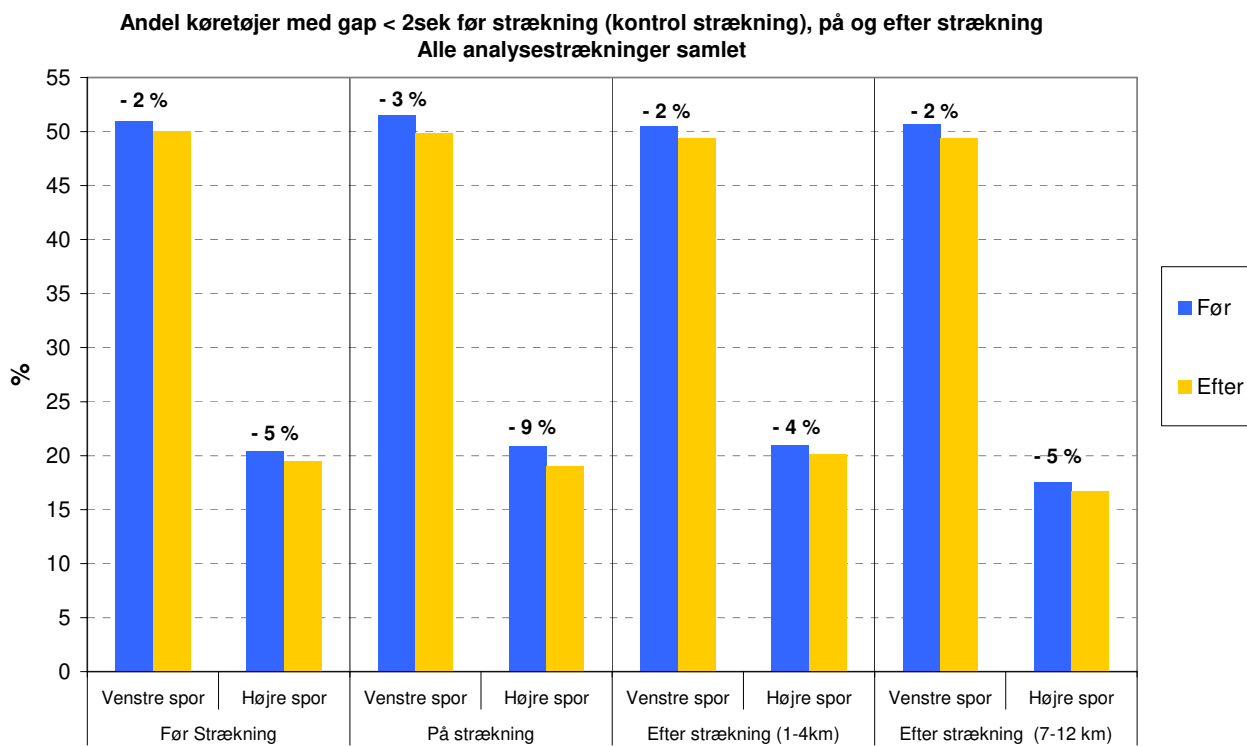
Figur 3.2. Antal gap før/efter < 1sek, målt før strækning, på strækning og efter strækning (alle analysestrækninger samlet)

Figur 3.3 viser antal køretøjer med gap < 2 sek i før- og efterperioden på henholdsvis kontrolstrækning, på strækning samt 1-4 km efter strækning og 7-12 km efter strækning (alle analysestrækninger samlet).

Også antal køretøjer med gap < 2 sek. falder i alle målesnit. På kontrolstrækningerne er faldet registreret til 2-5 %, mens det på selve strækningen er målt til 3-9 %. Efter strækningen er effekten tilsyneladende meget lille.

Sammenholdes effekten på strækningen med ændringer på kontrolstrækningerne må det konkluderes, at antal køretøjer med afstand mindre end 2 sek. reduceres med i gennemsnit ca. 1-4 %, mens der ingen effekt er efter strækningen.

Generelt gælder det, at antallet af meget korte afstande mellem køretøjer er 2-4 gange så stort i venstre spor sammenholdt med højre spor. Dette forhold har ikke ændret sig fra før- til efterperioden.



Figur 3.3. Antal gap før/efter <2sek, målt før strækning, på strækning og efter strækning (alle analysestrækninger samlet)

Det skal bemærkes, at selvom afstandsmærkerne reducerer antallet af køretøjer, der holder tæt afstand til den forankørende, så har ca. 20% af alle køretøjer i venstre spor stadig en afstand på mindre end 1 sek., og ca. 50% en afstand mindre end 2 sek. Tallene er noget mindre for højre spor, men samlet set, er der et stort potentiale for yderligere reduktion, hvis alle skal køre med mindst 2 sek. til forankørende.

Det skal også bemærkes, at de målte effekter er baseret på målinger kort tid efter at afstandsmærkerne er etableret (4-8 uger). I et tilsvarende engelsk studie målte man effekten 1, 3 og 6 måneder efter etablering af afstandsmærker på motorveje, og her fandt man at effekten på små gaps var aftagende med tid, [2].

Baseret på speed-flow kurver og gap-flow kurver (se bilag 2), kan det siges, at de målte effekter på hastighed og antal små gap i høj grad afhænger af trafikintensiteten. Naturligt nok, stiger andelen af små gap ved stigende trafikintensitet. Ændringen fra før til efter er særlig tydelig ved stor trafikmængde i venstre spor, hvor andelen af gap < 1sek reduceres mærkbart. Det samme gør sig gældende for nogle af analysestrækningerne i forhold til hastigheden i venstre spor. Her sker der et markant fald i hastighed, når trafikintensiteten overstiger ca. 250-300 pe pr 10 min

(1500-1800 pe pr time). Dette kan indikere, at strækningernes kapacitet er blevet reduceret.

En mere detaljeret analyse af de målte gaps er foretaget for analysestrækning 1. Her ses kun på perioder med en trafikbelastning på 160-180 pe pr 10 min, svarende til 960-1080 pe pr time. De målte gaps i før- og efterperioden er således målt under meget ens trafikforhold, hvorfor ændringer i trafikintensiteten fra før til efter ikke kan påvirke resultatet. Tabel 3.12 viser gap-fordeling i % fordelt på tid-sintervaller á 0,5 sek. Heraf ses f.eks., at andel gap mellem 0,0-0,5 sek. i venstre spor reduceres fra 5,83 % til 4,23 % fra før til efter på kontrolstrækning (km 129), svarende til en reduktion på 28 %. Den tilsvarende reduktion er 31 % på strækningen og 40 % efter strækningen.

Samlet set viser tallene i tabel 3.12, at der sker en generel reduktion i andel små gap op til 1,0 sek. De største ændringer fra før til efter ses på strækningen med afstandsmærker samt på strækningen umiddelbart efter. Generelt er ændringerne størst i venstre spor. På kontrolstrækningen ses også en ændring især for de helt små gap (<0,5 sek) i venstre spor. Resultaterne i tabel 3.12 passer fint med resultater baseret på alle trafikintensiteter (hele analyseperioden), hvorfor der ikke er lavet tilsvarende tabeller for de andre analysestrækninger.

Gap (sek)		Før strækning (km 129)			På strækning (km135)			Efter strækning (km139)			Efter strækning (km147)		
		Før	Efter	% ænd.	Før	Efter	% ænd.	Før	Efter	% ænd.	Før	Efter	% ænd.
Højre	0,0-0,5	1,08	1,02	-6	0,92	0,63	-31	1,04	0,76	-27	0,66	0,72	9
	0,5-1,0	6,21	6,11	-2	6,27	5,28	-16	5,48	5,14	-6	6,64	5,69	-14
	1,0-1,5	8,50	8,25	-3	8,63	7,82	-9	8,43	7,63	-9	8,52	8,49	0
	1,5-2,0	7,63	7,33	-4	7,77	7,72	-1	7,87	7,80	-1	8,06	8,23	2
	2,0-2,5	6,79	6,68	-2	6,97	6,95	0	7,80	7,53	-3	7,21	7,02	-3
	2,5-3,0	6,44	6,38	-1	6,45	6,53	1	6,83	6,35	-7	6,37	6,50	2
	>3,0	63,35	64,24	1	62,99	65,06	3	62,55	64,79	4	62,54	63,35	1
Venstre	0,0-0,5	5,86	4,23	-28	5,63	3,88	-31	5,88	3,55	-40	5,03	4,53	-10
	0,5-1,0	25,93	24,47	-6	26,75	23,20	-13	25,57	22,14	-13	26,04	21,58	-17
	1,0-1,5	17,35	17,15	-1	17,66	19,13	8	19,16	19,65	3	16,74	18,79	12
	1,5-2,0	9,18	10,42	14	10,23	10,73	5	9,69	11,92	23	9,65	10,41	8
	2,0-2,5	6,22	6,66	7	5,63	7,34	30	6,55	7,21	10	6,22	6,59	6
	2,5-3,0	3,74	4,43	18	4,40	4,66	6	4,49	4,53	1	3,87	4,89	26
	>3,0	31,71	32,64	3	29,71	31,06	5	28,66	31,01	8	32,44	33,20	2

Tabel 3.12. Gap-fordeling (%) ved 160-180 pe pr time, henholdsvis før og efter på analysestrækning 1.

4. Foreløbig uhedsanalyse af strækninger etableret i 2004

Som tidligere nævnt blev der etableret afstandsmærker på tre motorvejsstrækninger i 2004. Den ene strækning fik udskiftet slidlag efter nogle år og afmærkningen blev efterfølgende ikke genetableret. De resterende to strækninger er placeret på M20 mellem Ringsted og Sorø samt på M70 ved Hobro, se tabel 4.1. Begge strækninger er ca. 3 km lange.

Strækning	Retning	Frakm	Tilkm
M20 Ringsted - Sorø	Vestgående	67/543	70/531
M70 Ved Hobro	Nordgående	245/900	248/888

Tabel 4.1. Strækninger med afstandsmærker etableret i 2004.

Som et supplement til den gennemførte undersøgelse af hastighed og afstand mellem køretøjer på de nye strækninger med afstandsmærker, er der gennemført en foreløbig opgørelse over uheld på de to forsøgsstrækninger fra 2004. Dette er sket ud fra før- og efteruhedsperiode, som er defineret som:

Førperiode: 1. april 2001 – 1. april 2004 (36 måneder)

Efterperiode: 1. juni 2004 – 1. juni 2007 (36 måneder)

Kun uheld der er sket i før- eller efterperioden, og som er stedfæstet på de analyserede strækninger i den pågældende retning, er medtaget i analysen.

Tabel 4.2 viser antal registrerede uheld på de to strækninger i før- og efterperioden. Generelt er antallet af uheld ret beskedent, hvorfor den sikkerhedsmæssige effekt kan være svær at belyse. Samlet set er der registreret 7 uheld i førperioden og 5 i efterperioden. Langt størstedelen af de registrerede uheld er ekstrauheld, som erfaringsmæssigt er noget uensartet indrapporteret af politiet, og derfor normalt ikke bruges i uhedsanalyser. De er dog medtaget her, da datagrundlaget i forvejen er meget spinkelt.

Uheldstype	M20		M70		Samlet set	
	Før	Efter	Før	Efter	Før	Efter
Personskadeuheld	2	1	0	0	2	1
Materielskadeuheld	0	1	0	0	0	1
Ekstrauheld	4	3	1	0	5	3
Alle uheld – samlet set	6	5	1	0	7	5

Tabel 4.2. Registrerede uheld i før- og efterperiode.

Sammenholdes de registrerede uheld med den generelle uheldsudvikling på motorveje ses en gunstig effekt af afstandsmærker, idet antallet af uheld er reduceret med 30-50% på forsøgsstrækningerne i forhold til det resterende motorvejsnet. Opgørelserne er dog baseret på et tyndt datagrundlag, og der kræves et større datamateriale for at kunne fastslå effekten mere præcist.

Alle de registrerede uheld er hovedsituation 0 eller 1, dvs. enueheld eller uheld med trafikanter i samme retning (typisk bagendekollisioner). Opdelt på før- og efterperioden fordeler uheldene sig som vist i tabel 4.3. Her er de to forsøgsstrækninger slået sammen. Umiddelbart ses størst effekt på enueheld.

Uheldstype	Før	Efter
Eneueheld	3	1
Samme retning	4	4

Tabel 4.3. Antal registrerede uheld i før- og efterperioden opdelt på uheldssituation. Person-, materielskade- og ekstrauheld samlet.

Det anbefales at gennemføre en udvidet uheldsanalyse, når strækningerne har ligget yderligere nogle år, så datagrundlaget bliver styrket yderligere.

5. Referencer

- 1 *MI Chevron Trial – Accident study*
Project report 118, TRL, 1995
- 2 *Installation and evaluation of chevron markings on motorways*
Contractor report 304, TRL, 1992

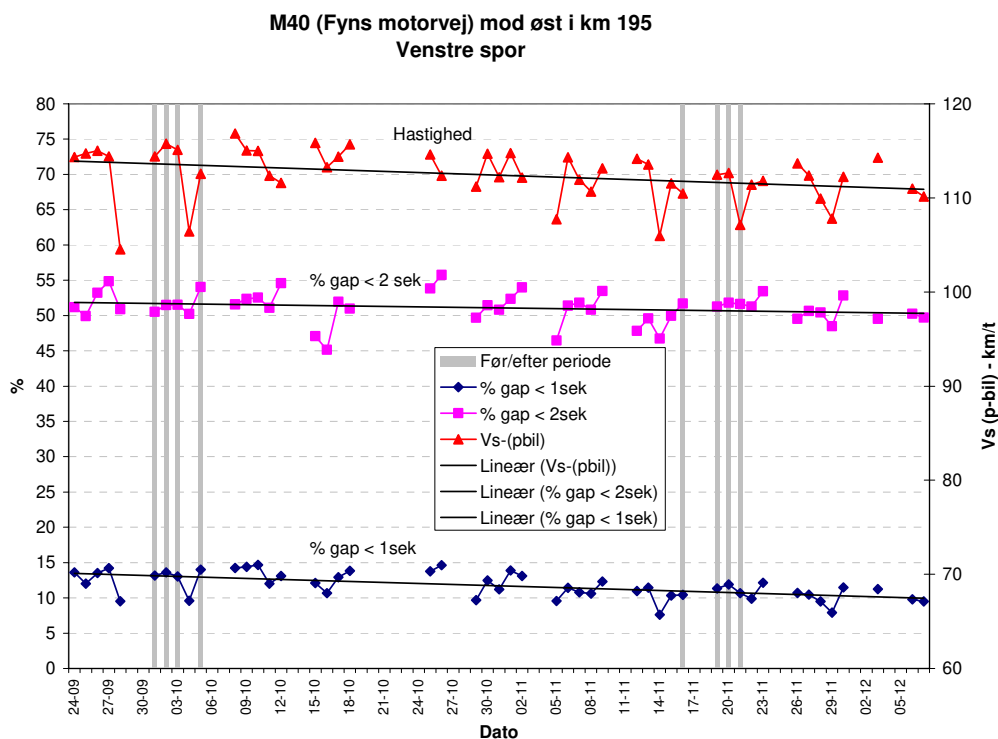
Bilag 1

Bilag 1 viser data fra 2 kontrolmålinger placeret på motorveje uden afstandsmærker.

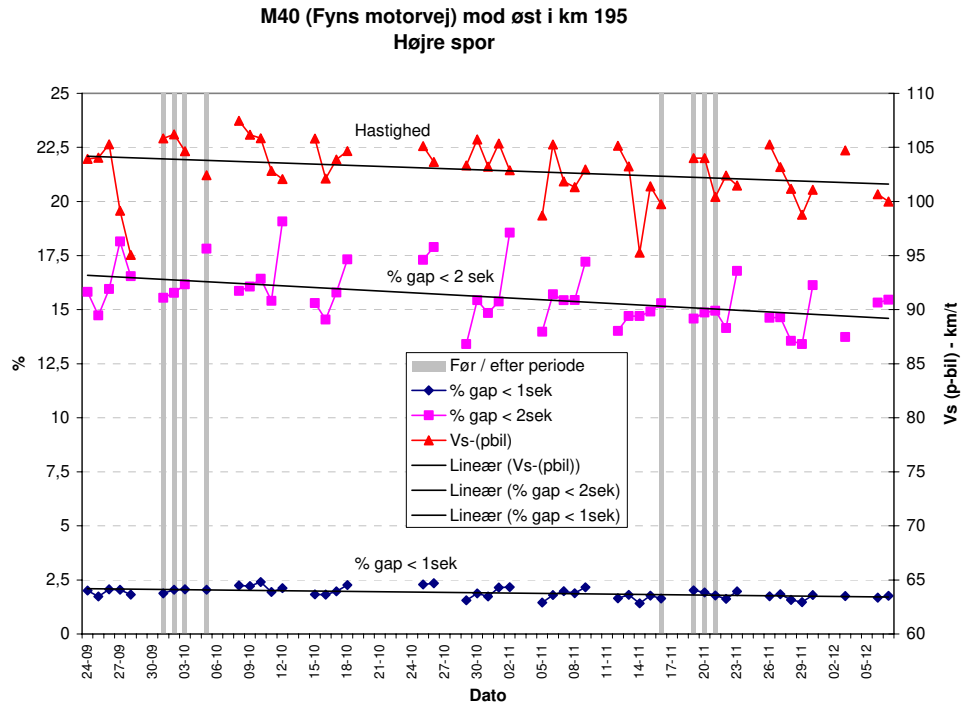
Kontrolmåling på M40 (Fynsmotorvejen), km 195 retning øst.

		Kontrolstrækning M40 –øst			
Spor		Før	Efter	Ænd. %	S.
Højre	Vs (km/t)	104,7	102	-2,6	J
	G<1sek (%)	2,0	1,8	-8,4	J
	G<2sek (%)	16,3	14,9	-8,7	J
Venstre	Vs (km/t)	114,4	110,6	-3,3	J
	G<1sek (%)	13,5	11,0	-17,9	J
	G<2sek (%)	52,0	51,6	-0,7	N

Udvikling venstre spor ultimo september – primo december 2007. (kun hverdage)



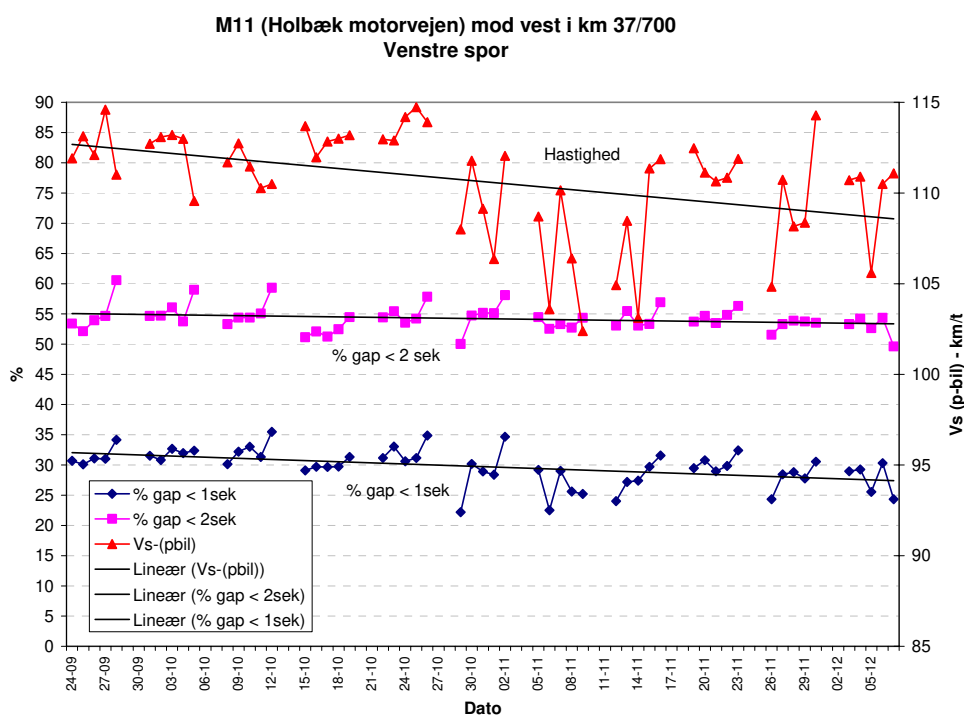
Udvikling højre spor ultimo september – primo december 2007. (kun hverdage).



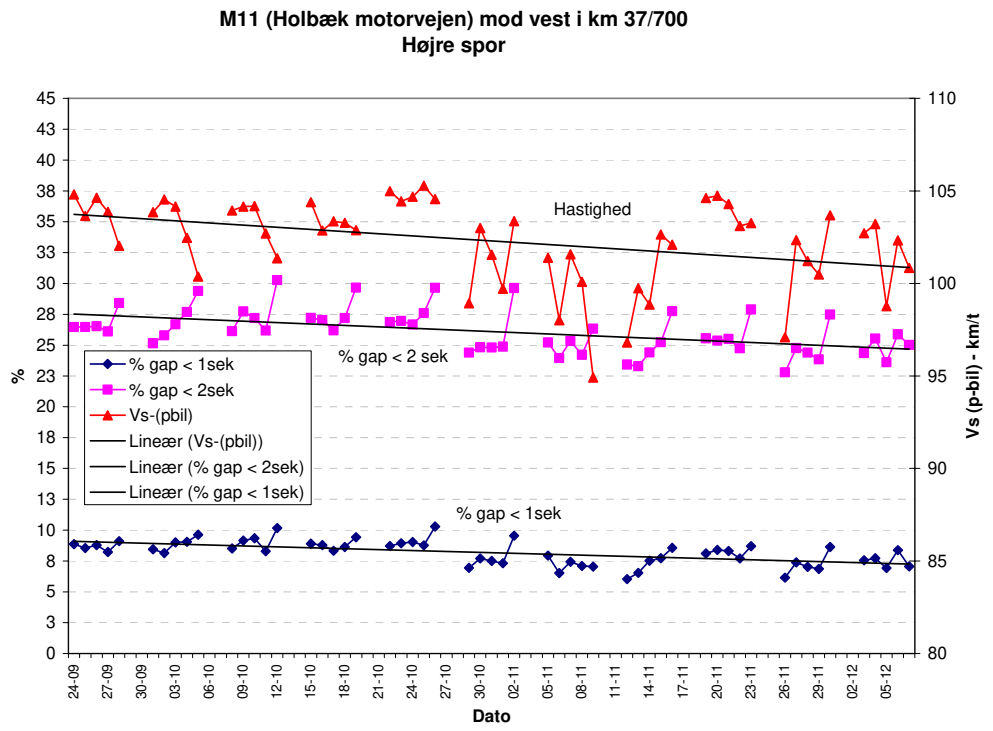
Kontrolmåling på M11 (Holbækmotorvejen), km 37 retning vest.
 Hastighedsbegrænsning 110 km/t.

		Kontrolstrækning M11 –vest			
Spor		Før	Efter	Ænd. %	S.
Højre	Vs (km/t)	103,7	100,3	-3,3	J
	G<1sek (%)	8,7	6,9	-20,8	J
	G<2sek (%)	26,4	24,0	-9,1	J
Venstre	Vs (km/t)	113,0	108,0	-4,4	J
	G<1sek (%)	31,8	27,4	-13,8	J
	G<2sek (%)	54,8	53,1	-3,0	J

Udvikling venstre spor ultimo september – primo december 2007. (kun hverdage).



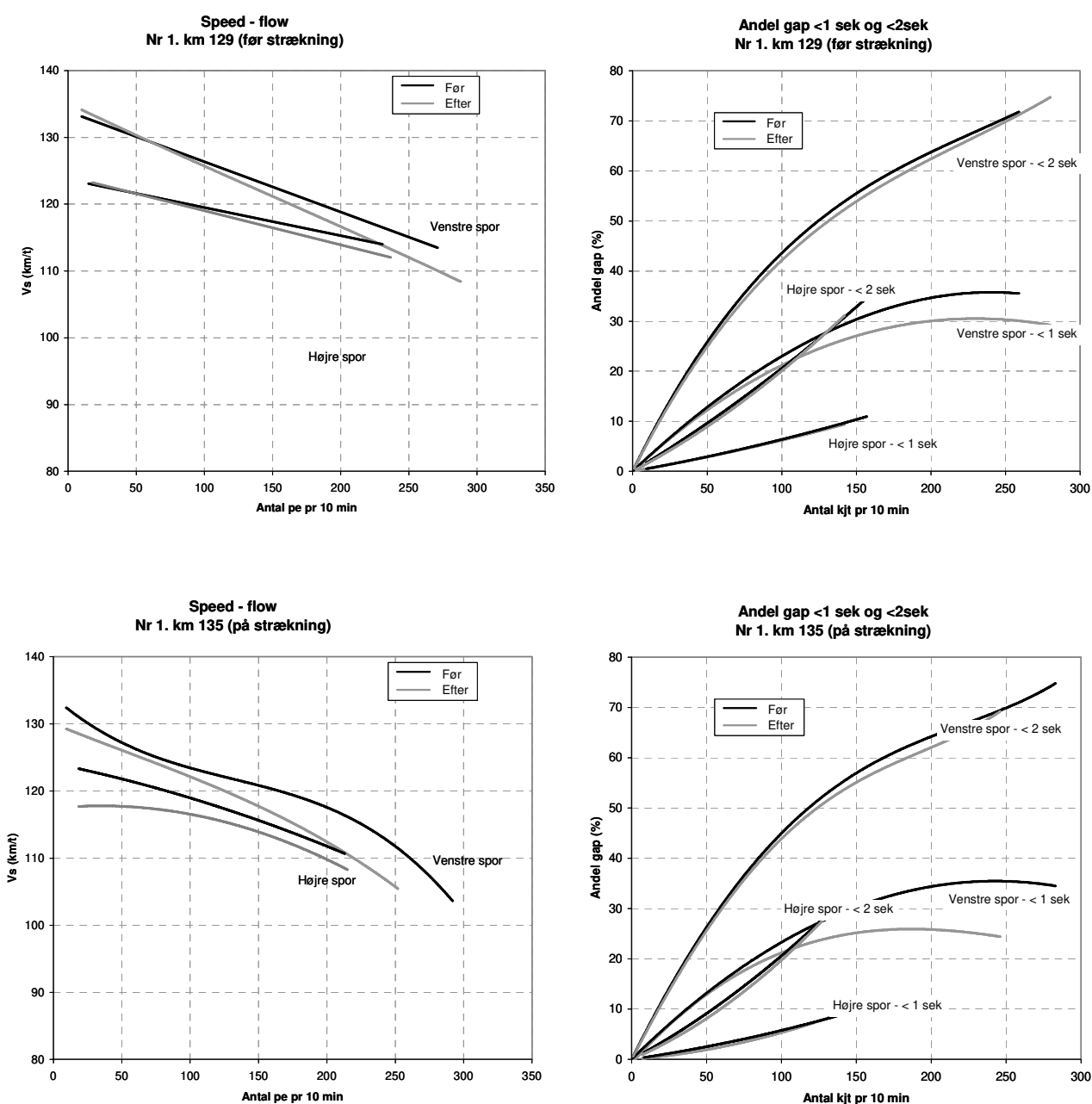
Udvikling højre spor ultimo september – primo december 2007. (kun hverdage).



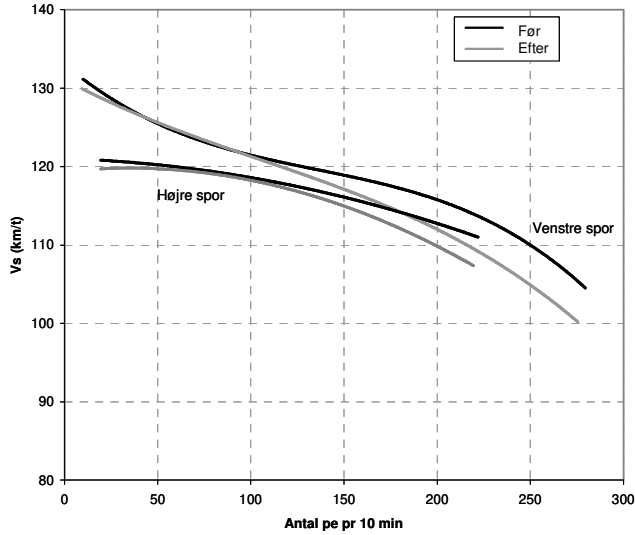
Bilag 2

Bilag 2 indeholder speed-flow diagrammer samt gap-flow diagrammer for alle målesnit i før- og efterperioden. De viste grafer er best-fit baseret på aggregerede 10-min data. Den valgte best-fit linie er som oftest et polynomium eller evt. en ret linie. For alle serier er samme best-fit type valgt for før- og efterdata.

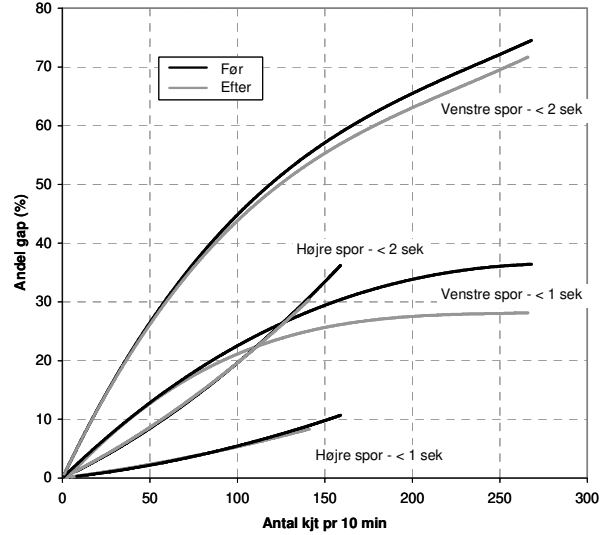
Analysestrækning 1



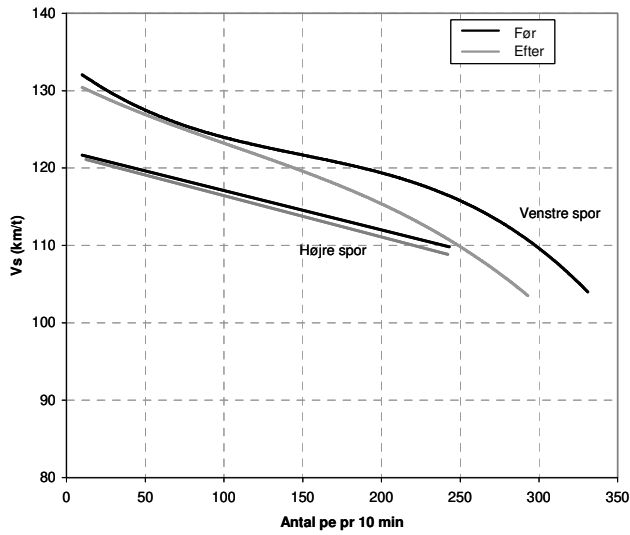
Speed - flow
Nr 1. km 139 (efter strækning)



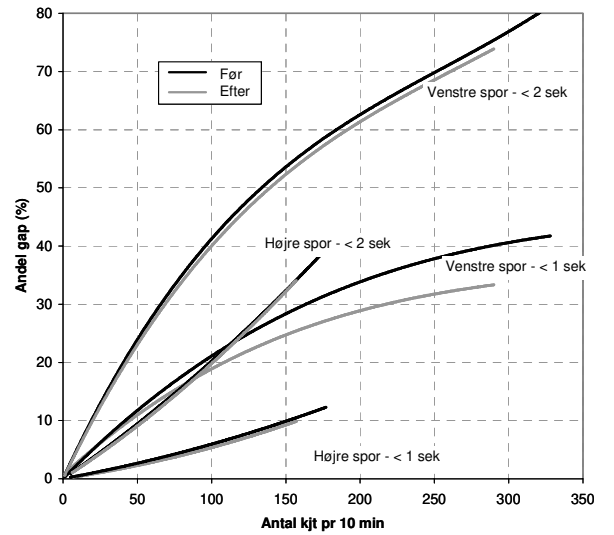
Andel gap <1 sek og <2sek
Nr 1. km 139 (efter strækning)



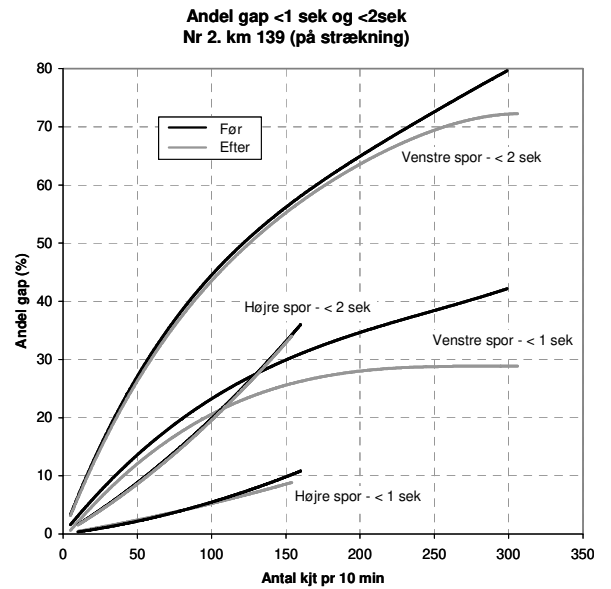
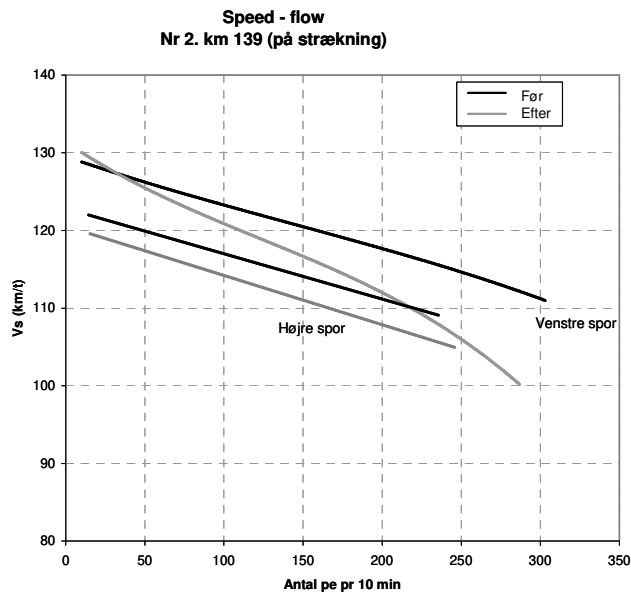
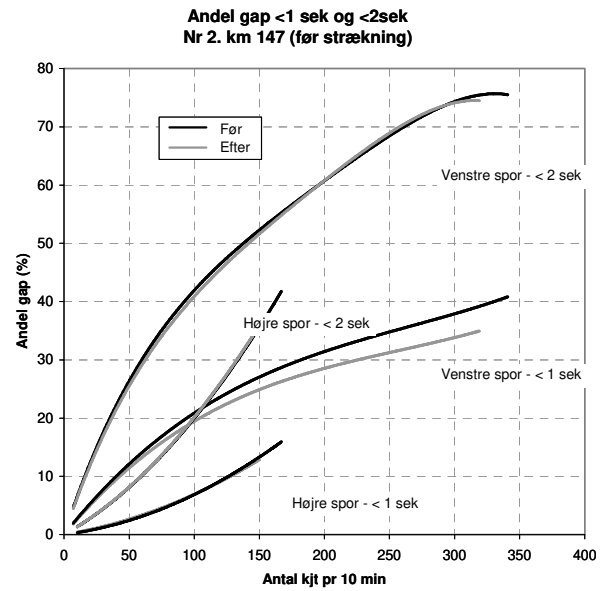
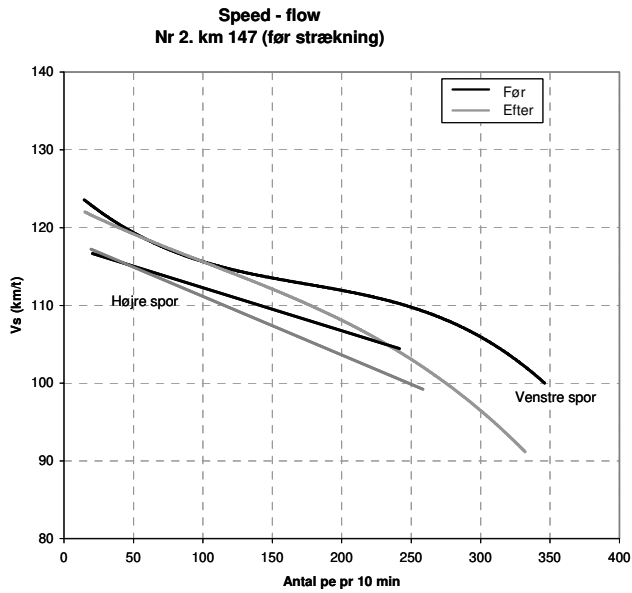
Speed - flow
Nr 1. km 147 (efter strækning)



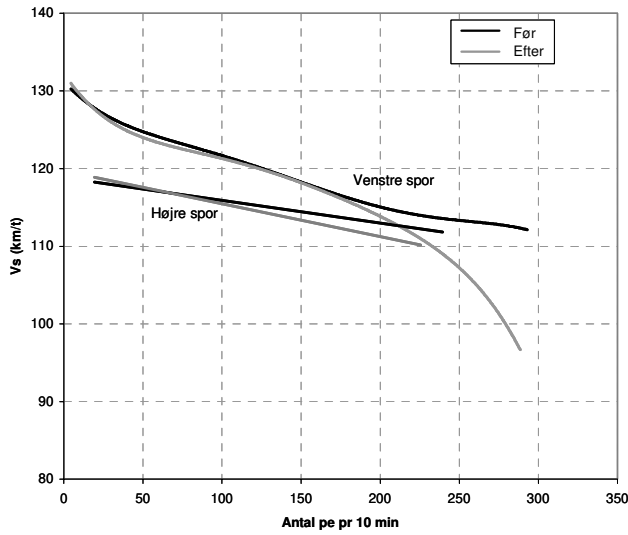
Andel gap <1 sek og <2sek
Nr 1. km 147 (efter strækning)



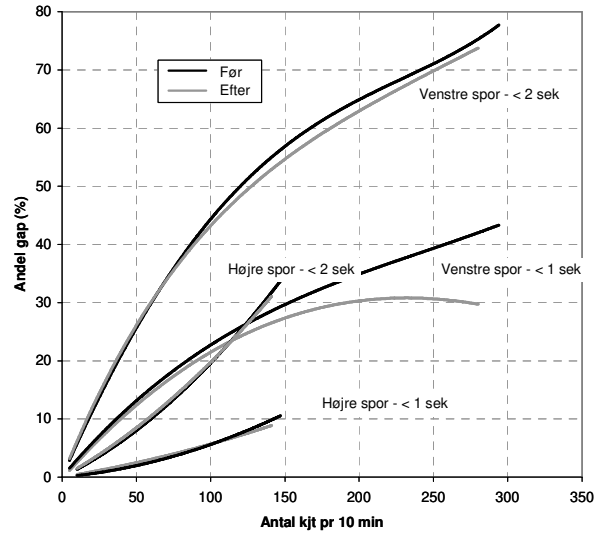
Analysestrækning 2



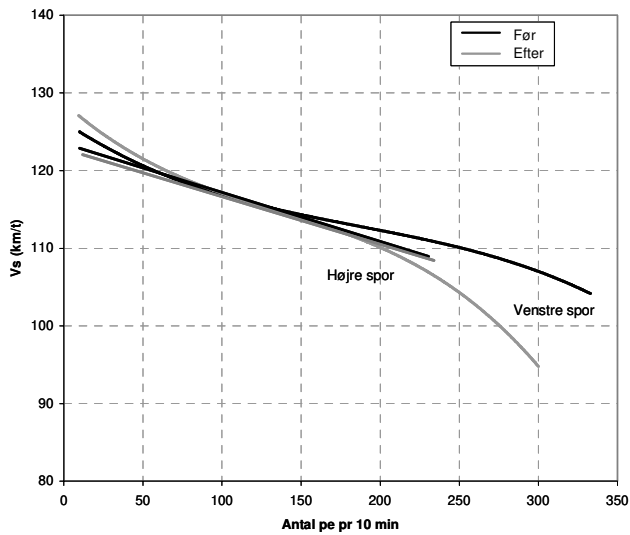
**Speed - flow
Nr 2. km 135 (efter strækning)**



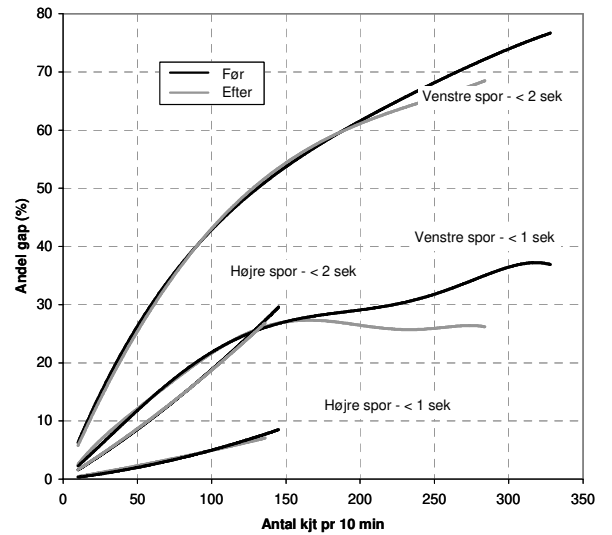
**Andel gap <1 sek og <2sek
Nr 2. km 135 (efter strækning)**



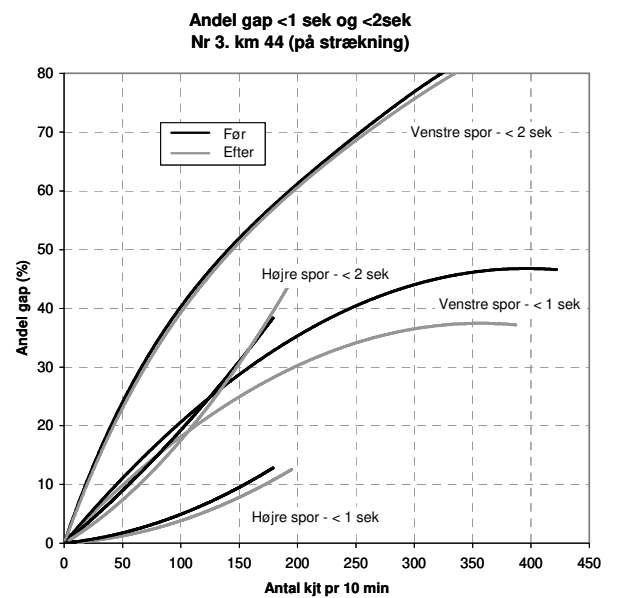
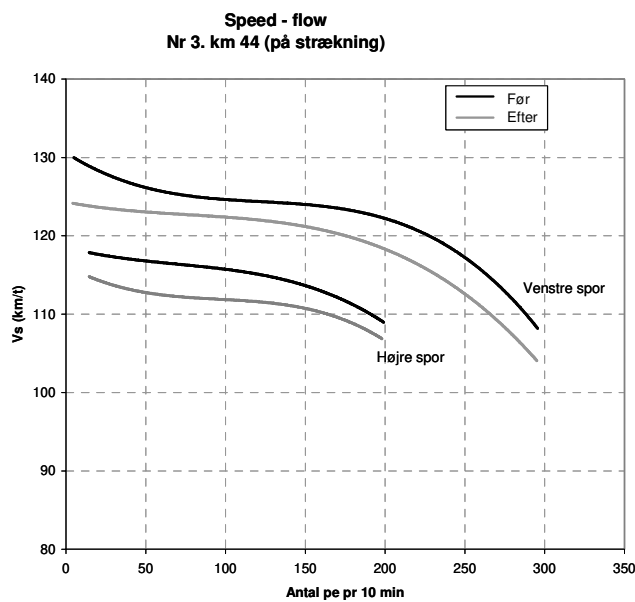
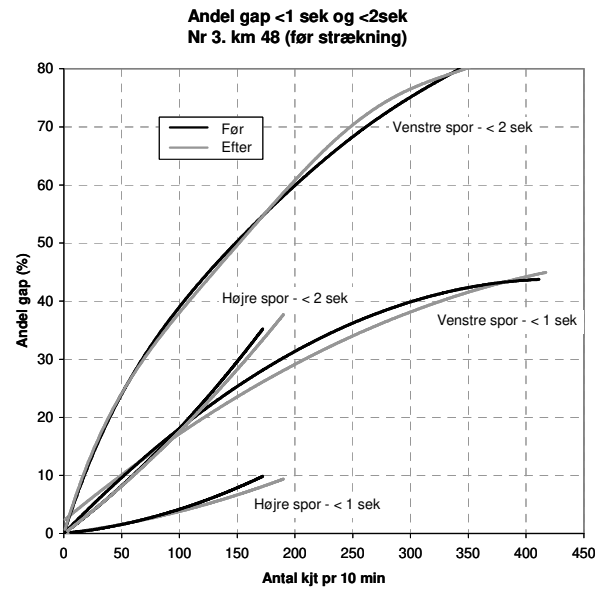
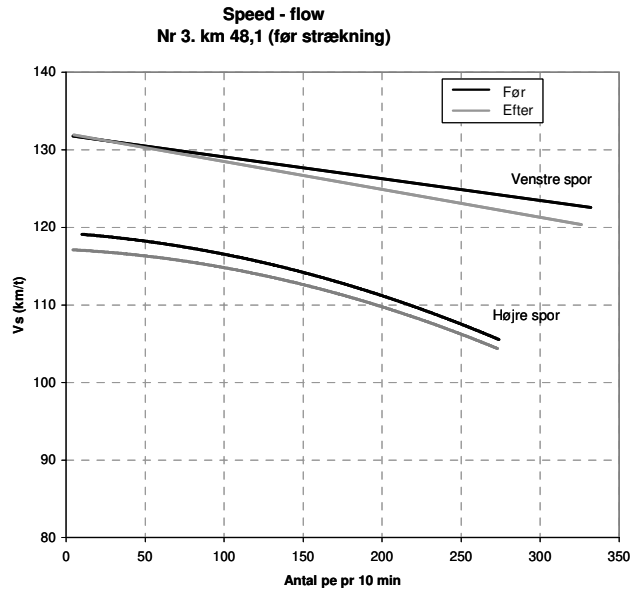
**Speed - flow
Nr 2. km 129 (efter strækning)**

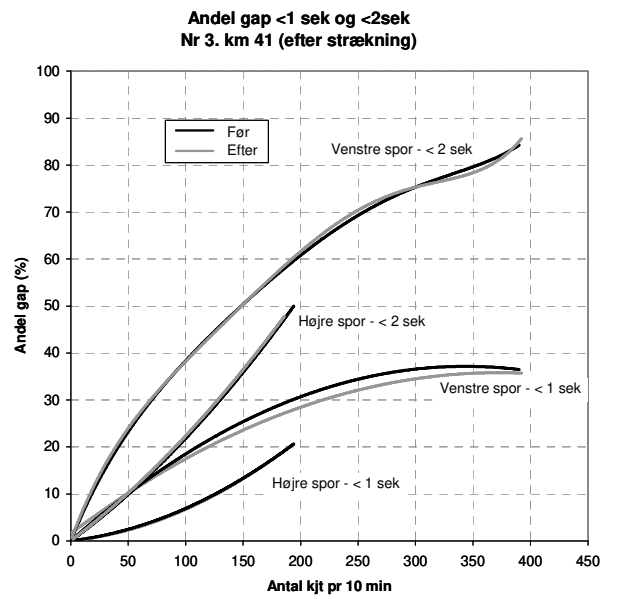
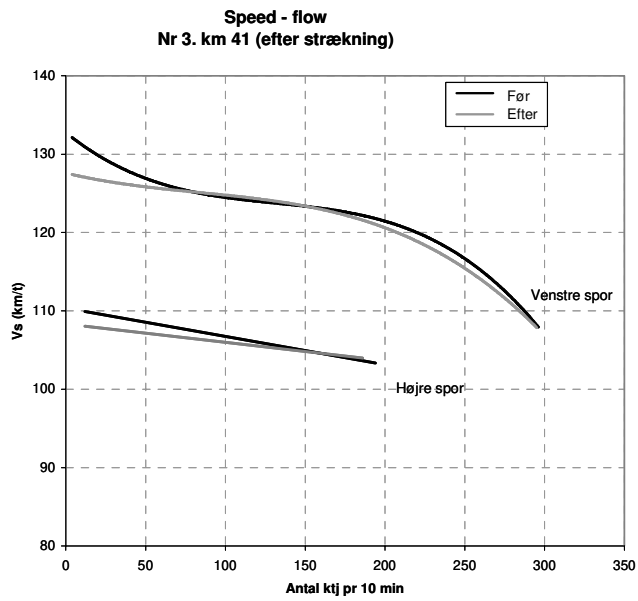


**Andel gap <1 sek og <2sek
Nr 2. km 129 (efter strækning)**



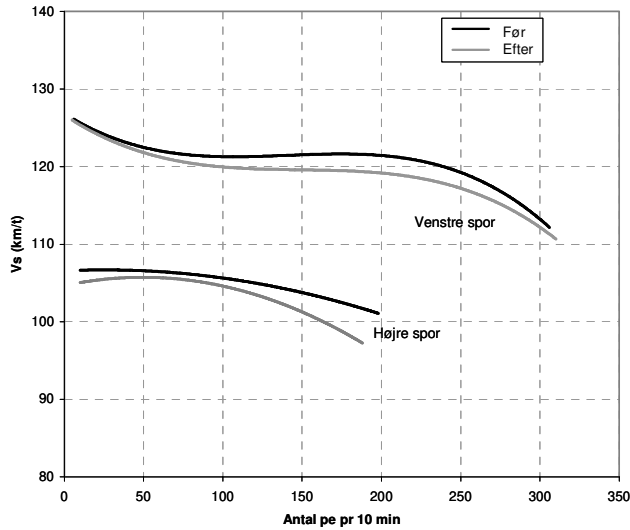
Analysestrækning 3



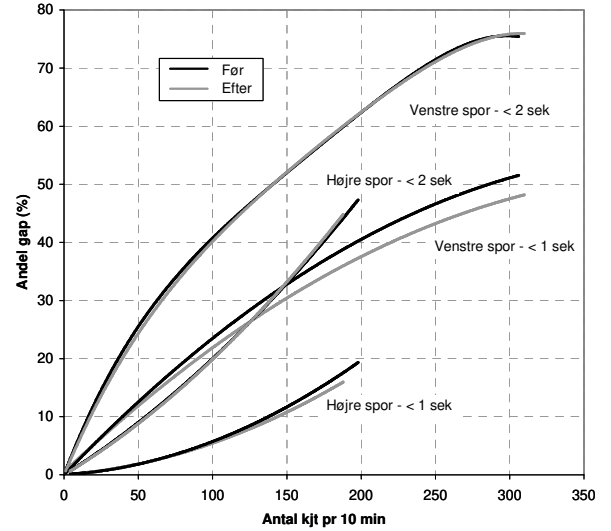


Analysestrækning 4

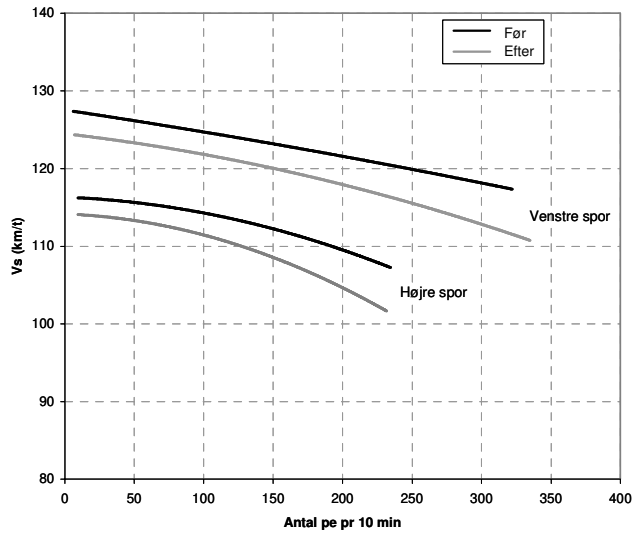
**Speed - flow
Nr 4. km 41 (før strækning)**



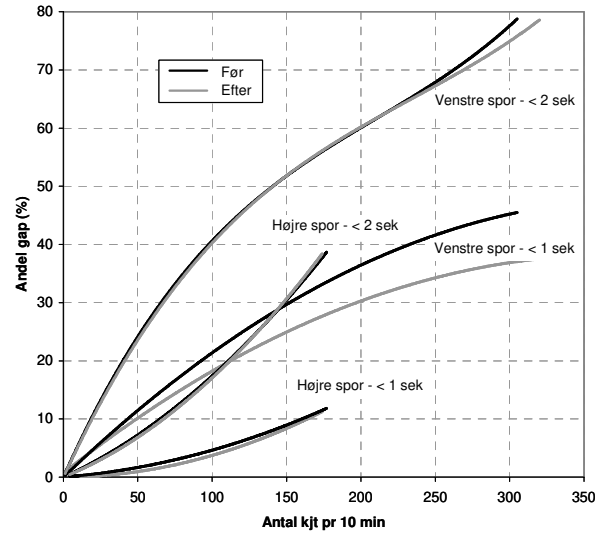
**Andel gap <1 sek og <2sek
Nr 4. km 41 (før strækning)**

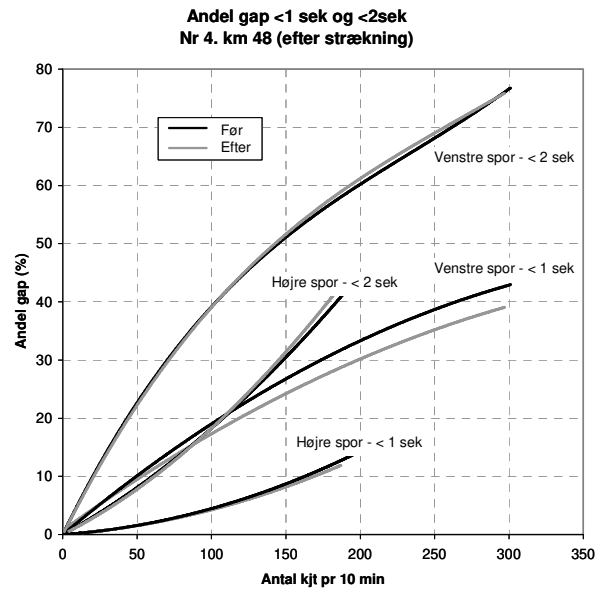
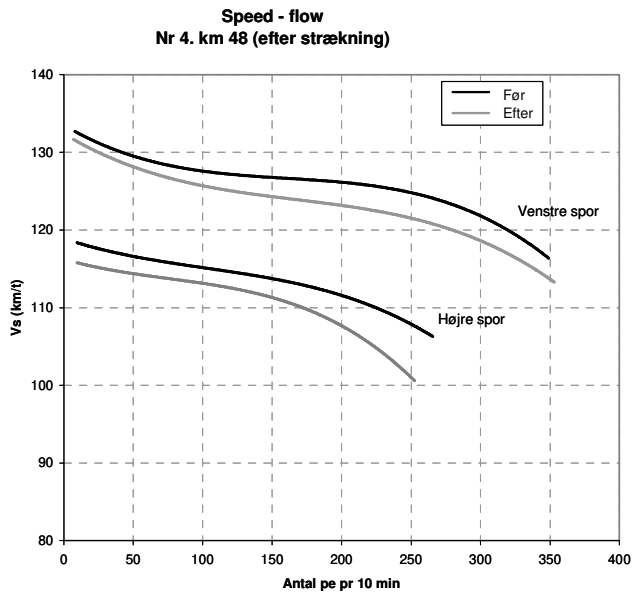


**Speed - flow
Nr 4. km 44 (på strækning)**

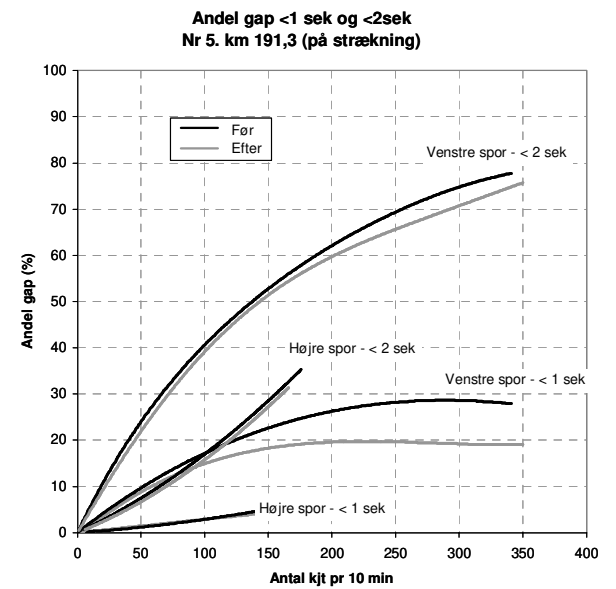
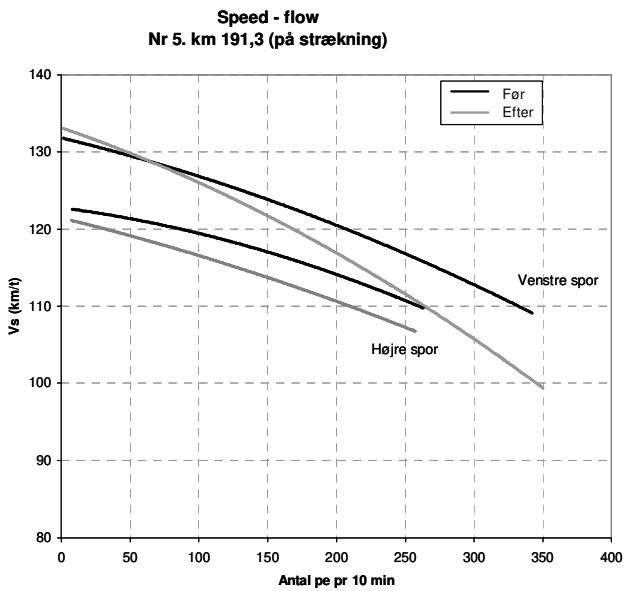
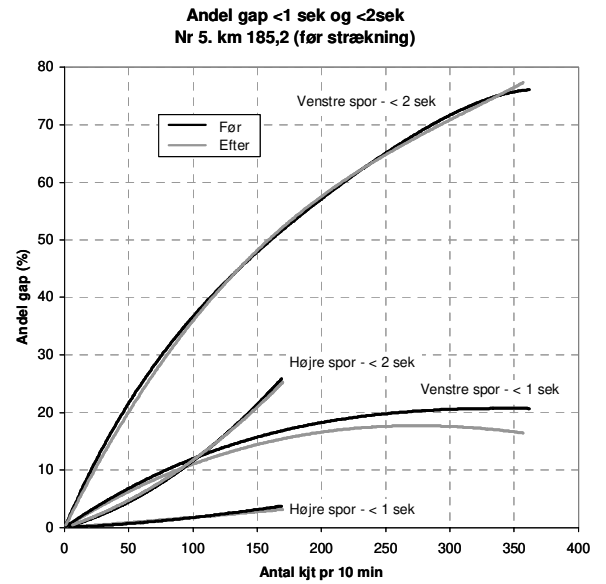
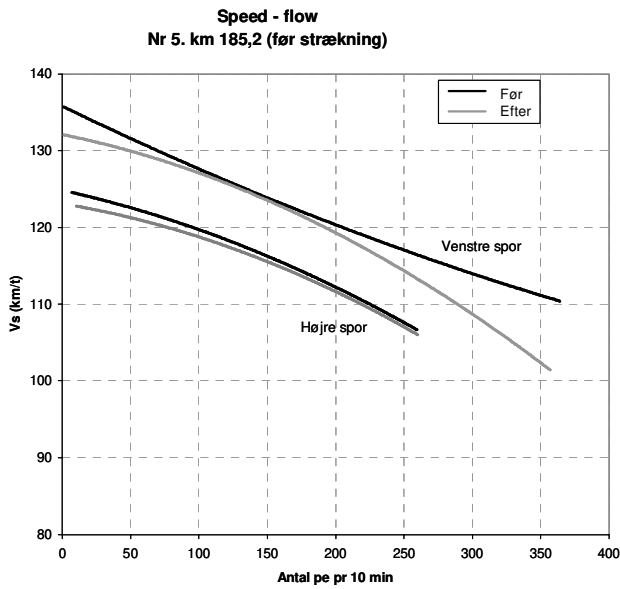


**Andel gap <1 sek og <2sek
Nr 4. km 44 (på strækning)**

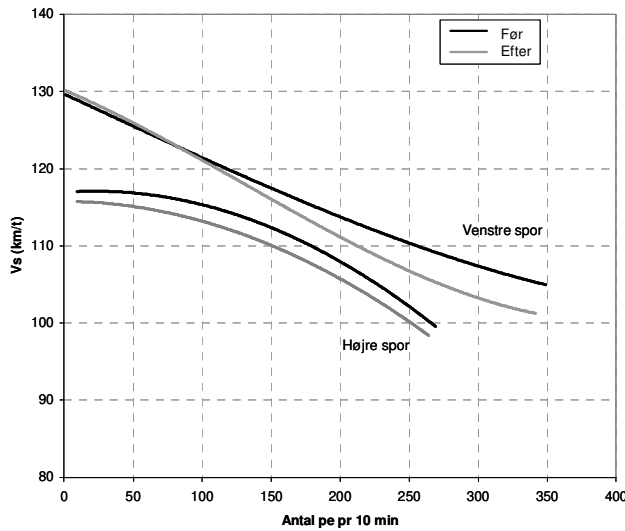




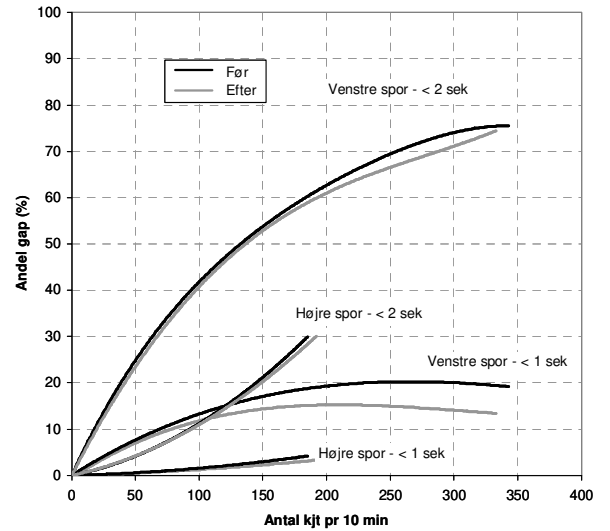
Analysestrækning 5



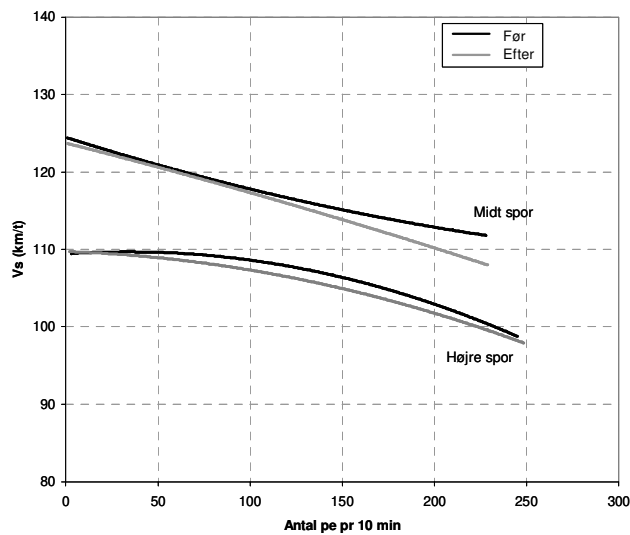
Speed - flow
Nr 5. km 195,2 (efter strækning)



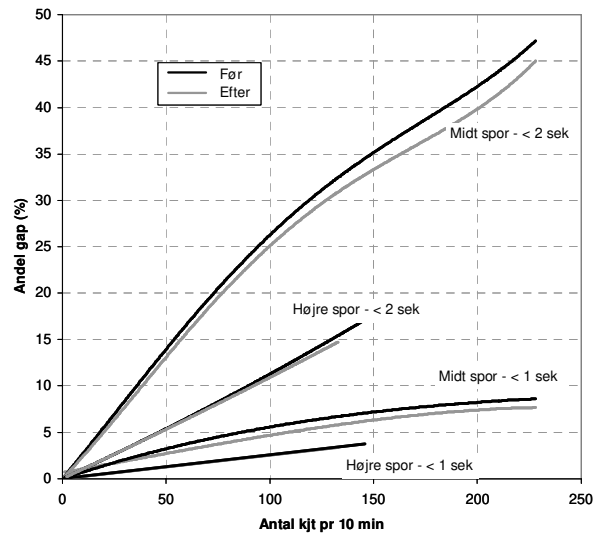
Andel gap <1 sek og <2sek
Nr 5. km 195,2 (efter strækning)



Speed - flow
Nr 5. km 204,5 (efter strækning)



Andel gap <1 sek og <2sek
Nr 5. km 204,5 (efter strækning)



Bilag 3

Test af Gap

I analysen af dataene vedr. gap blev følgende statistiske formler benyttet.

- a) Undersøgelse af ændringernes statistiske betydning på kontrolstedet (Station A).

Køretøjer som har et Gap på < eller > 1 sek.

Station A

	Før	Efter
< 1 sek.	a	b
> 1 sek.	c	d

(antal køretøjer)

Ændring i Gap-størrelsen er signifikant på 5 % niveau, hvis $X^2 > 3,84$,

hvor:
$$X^2 = \frac{(a \cdot d - b \cdot c)^2 \cdot (a + b + c + d)}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

- b) Undersøgelse af ændringernes størrelse og statistiske betydning på teststedet i forhold til på kontrolstedet.

Køretøjer som har et Gap på < eller > 1 sek.

Station B

	Før	Efter
< 1 sek.	a	b
> 1 sek.	c	d

Station A (kontrol site)

	Før	Efter
< 1 sek.	e	g
> 1 sek.	f	h

(antal køretøjer)

% ændring ved B i forhold til ændringerne ved A.

$$= 100(\text{Gamma} - 1)$$

$$\text{hvor: } \quad \text{Gamma} = \frac{P_2 \cdot P_3}{P_1 \cdot P_4}$$

$$P_1 = \frac{a}{(a + b)}$$

$$P_2 = \frac{c}{(c + d)}$$

$$P_3 = \frac{e}{(e + f)}$$

$$P_4 = \frac{g}{(g + h)}$$

Ændring i Gap-størrelsen er signifikant på 5 % niveau, hvis $t > 1,96$,

$$\text{hvor: } \quad t = \frac{\log_e(\text{Gamma})}{\text{se}}$$

og hvor:

$$\text{se} = \left[\frac{(1 - P_1)}{(a + b) \cdot P_1} + \frac{(1 - P_2)}{(c + d) \cdot P_2} + \frac{(1 - P_3)}{(e + f) \cdot P_3} + \frac{(1 - P_4)}{(g + h) \cdot P_4} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Test af hastighed

I analysen af data vedr. køretøjshastighed blev følgende statistiske formler benyttet.

- a) Undersøgelse af ændringernes statistiske betydning på kontrolstedet (Station A).

	Før	Efter
Middelfart	M_b	M_a
Standardafvigelse	Std_b	Std_a
Antal køretøjer	V_b	V_a

Ændring i hastighed er signifikant på 5 % niveau, hvis $t > 1,96$,

hvor:

$$t = \frac{(M_b - M_a)}{\left[\frac{Std_b^2}{V_b} + \frac{Std_a^2}{V_a} \right]^{\frac{1}{2}}}$$

- c) Undersøgelse af ændringernes størrelse og statistiske betydning på teststedet i forhold til på kontrolstedet.

		<u>Før</u>	
<u>Station</u>	<u>Middelfart</u>	<u>Standard afvigelse</u>	<u>Prøvestørrelse</u>
B	M_b	Std_b	V_b
A	M_b'	Std_b'	V_b'

		<u>Efter</u>	
<u>Station</u>	<u>Middelfart</u>	<u>Standard afvigelse</u>	<u>Prøvestørrelse</u>
B	M_a	Std_a	V_a
A	M_a'	Std_a'	V_a'

% fartændring ved B i forhold til ændringerne ved A.

$$\text{Gamma} = \frac{100(M_a - M_b')}{M_b \cdot M_a'}$$

Ændringen er signifikant på 5 % niveau, hvis $t > 1,96$,

hvor:
$$t = \frac{\log_e(\text{Gamma})}{se}$$

og hvor:

$$se = \left[\frac{(Std_b)^2}{V_b \cdot (M_b)^2} + \frac{(Std_a)^2}{V_a \cdot (M_a)^2} + \frac{(Std_b')^2}{V_b' \cdot (M_b')^2} + \frac{(Std_a')^2}{V_a' \cdot (M_a')^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$