

Afmærkning af vejarbejde

Hastighed og indfletning
Adfærdsundersøgelse

August 2005



Lene Herrstedt
Poul Greibe

Trafitec Aps
Forskerparken SCION DTU
Diplomvej, bygning 376
2800 Kgs. Lyngby
www.trafitec.dk

Indhold

1 Indledning	3
1.1 Baggrund og formål	3
2 Måleprogram	4
2.1 Forsøgsstrækning	4
2.2 De fem forsøgsopstillinger	4
2.3 Registrering af trafikanternes adfærd	5
2.4 Programmering og placering af registreringsudstyr	7
3 Resultater	12
3.1 Nedskiltning af hastighed med spring på 30 km/t	13
3.2 Vognbaneskift ved ændret afmærkning med E16-tavlen	19
4 Sammenfatning og Konklusion	22
5 Referencer	24
Bilag 1 – De fem forsøgsopstillinger	25
Bilag 2 - Hastighedsdata for opstillingerne 1-2-3	28
Bilag 3 - Trafikdata for opstillingerne 1-2-3	30
Bilag 4 - Hastighedsdata for opstillingerne 1-4-5	32
Bilag 5 - Trafikdata for opstillingerne 1-4-5	34

1 Indledning

Vejdirektoratet har undersøgt trafikanternes adfærd i forbindelse med ændret afmærkning for nedskiltning af hastighed og vognbaneskitning ved vejarbejde på den sønderjyske motorvej M50 syd for Kolding, hvor den generelle hastighedsbegrænsning er 130 km/t. Undersøgelsen er udført af Trafitec.

1.1 Baggrund og formål

Ifølge de gældende anbefalinger (DRI-526) for afmærkning af vejarbejder på motorveje opsættes i dag midlertidige hastighedsskilte (C55-tavler) med trin på 20 km/t med det formål at få bilisterne til at reducere hastigheden gradvist fra 130 km/t – 110 km/t – 90 km/t – 70 km/t – og evt. ned til 50 km/t på strækningen frem mod arbejdszonen.

Undersøgelsen har to formål:

- at undersøge, hvordan trafikanternes adfærd ændrer sig, når springet i trinene for den gradvise hastighedsreduktion øges fra 20 km/t til 30 km/t, så hastigheden gradvist nedsættes fra 130 km/t – 100 km/t – 70 km/t – 50 km/t.
- at belyse, hvordan forskellig placering af E16-tavlen (vognbaneforløb med sammenfletning i forbindelse med nedskiltning af hastigheden) påvirker trafikanternes adfærd mht. vognbaneskitning.



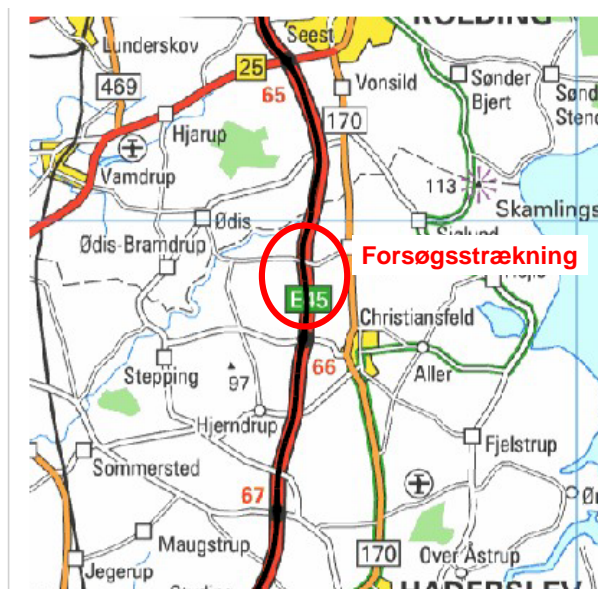
Figur 1.1: E16 – tavlen der viser vognbaneforløb med sammenfletning.

2 Måleprogram

Undersøgelsen er gennemført i forbindelse med et konkret vejarbejde på den sønderjyske motorvej M50 syd for Kolding i tidsrummet fra og med 23. maj til og med den 3. juni 2005.

2.1 Forsøgsstrækningen

Forsøgsstrækningen er beliggende på den sønderjyske motorvej rute nr. E45 mellem frakørsel nr. 65 og 66. Undersøgelsen omfatter trafikstrømmen i den nordgående vejdel mellem km 67.600 og km 69.400.



Figur 2.1: Forsøgsstrækningen på motorvejen rute E45 syd for Kolding

2.2 De fem forsøgsopstillinger

Der afprøves 5 forskellige opstillinger for afmærkning af reduktion af hastighed fra 130 km/t til 50 km/t og sammenfletning til 1 kørespor forbi arbejdsområdet. Principskitser for de fem forsøgsopstillinger er vist i bilag 1.

- Opstilling nr.1
Dette er referenceopstillingen.
Den svarer til den nugældende anbefaling (DRI-526) for stationært vejarbejde.

- Opstilling nr.2
Den svarer til opstilling nr.1 blot med den forskel at hastighedsskiltet med 110 km/t udskiftes med 100 km/t og hastighedsskiltet med 90 km/t udskiftes med 70 km/t
- Opstilling nr.3
Den svarer til opstilling nr. 2 blot med den forskel, at de 2 første hastighedsskilte der viser 70 km/t flyttes 100 meter længere væk fra arbejdszonen.
- Opstilling nr.4
Den svarer til opstilling nr. 1 (referenceopstillingen) blot med den forskel, at de to E16-tavler inklusiv undertavler, som er placeret i venstre vejside af den nordgående vejdel, tages ud. De to andre E16-tavler, som er placeret i nødsporet i højre vejside i km 68,200 og i km 68,800, henholdsvis 1000 m før og 400 m før sammenfletning af kørespor, bliver stående.
- Opstilling nr.5
Den svarer til opstilling nr. 1 (referenceopstillingen) blot med den forskel at de to første E16-tavler inklusive undertavler, som er placeret i km 68,200, i en afstand af 1000 m før sammenfletning af kørespor, tages ud, så der kun forekommer de to E16-tavler med undertavler 400 m før i km 68, 800.

Alle opstillingerne er afprøvet i 22 timer over 1 døgn fra kl. 06:00 til kl. 04:00. Ændring af opstillinger er foretaget om morgenen mellem klokken 04:00 og 06:00.

2.3 Registrering af trafikanternes adfærd

Til beskrivelse af trafikanternes adfærd anvendes hastighed og vognbaneskift på strækningen frem mod arbejdszonens begyndelse. Desuden er det forsøgt at registrere tidsafstanden mellem køretøjer ved arbejdszonens start.

Ud fra registreringerne forventes svar på følgende spørgsmål:

- Hvad sker der med trafikanternes hastighed på decelerationsstrækningen frem til selve arbejdsområdet, når springet i den skilte hastighed øges fra 20 til 30 km/t? Overholder trafikanterne de skilte hastighedsgrænser i større eller mindre udstrækning?
- Hvor på decelerationsstrækningen skifter trafikanterne vognbane ved de forskellige placeringer af E16-tavlen? Foretages vognbaneskift tidligere eller senere i forløbet?

2.3.1 Hastighed og antal køretøjer

For at måle hastigheder og antal køretøjer anlægges en række målesnit opstrøms fra vejarbejdet i begge kørespor. Registreringen sker ved brug af Hi-Star plader monteret på kørebanen. Programmering og udlægning af Hi-Star pladerne er nærmere beskrevet i afsnit 2.4

2.3.2 Tidsafstand

For at undersøge tidsafstanden mellem køretøjerne nedlægges som supplement to sæt Hi-Star plader i to målesnit. Disse Hi-Star plader er specielt programmerede til udelukkende at registrere tidsafstand mellem køretøjerne. Det vil sige, at de er indstillet til at måle på enkeltkøretøjer i stedet for intervalmålinger. Konsekvensen er at de ikke kan oplagre data for mere end cirka et døgn af gangen. Derfor lægges de i sæt på tre plader, hvor plade 1 indstilles til at måle det første døgn, plade 2 det andet døgn og plade 3 det tredje døgn i måleperioden.

2.3.3 Vognbaneskift

Forsøgsstrækningen er beliggende i en højrecurve og tilmed i et meget fladt terræn. Den samlede vurdering - ud fra en videooptagelse og besigtigelse af strækningen - er, at det ikke er muligt at opnå tilstrækkeligt egnede kamerapositioner på denne lokalitet, med mindre kameraet opsættes på gitterstander i midterrabatten. Denne løsning er ud fra sikkerhedshensyn forkastet. Derfor er det besluttet at udelade videooptagelser i denne undersøgelse.

Undersøgelsen af vognbaneskift baseres derfor alene på registreringerne med Hi-Star pladerne. Antallet af vognbaneskift kan opgøres ved at sammenholde antallet af registrerede køretøjer i de to vognbaner for alle målesnit hen gennem hele forsøgsstrækningen.

2.3.4. Vurderingsgrundlag

I den efterfølgende analyse vil registreringerne af de beskrevne adfærdsparametre blive vurderet på baggrund af følgende logik:

- Andel af køretøjer, der overtræder hastighedsbegrænsning. Jo lavere desto bedre.
- Gennemsnitshastighed minus hastighedsbegrænsning. Jo lavere desto bedre.

- 85-percentil hastighed minus hastighedsbegrænsning. Jo lavere desto bedre.
- Hastighedsspredning i kørespor. Jo lavere desto bedre.
- Forskel i gennemsnitshastighed mellem kørespor. Jo lavere desto bedre.
- Trafikbelastning i de 2 kørespor. Jo tidligere vognbaneskift desto bedre.

2.4 Programmering og placering af registreringsudstyr

Der blev anvendt i alt 26 stk. Hi Star plader til gennemførelse af registreringsprogrammet. Pladerne blev monteret i begge kørespor i nordlig retning. Den præcise placering af de 26 nummererede Hi Star plader fremgår af tabel 2.1 samt figur 2.2, figur 2.3 og figur 2.4.

Den første udlægning foregik mandag den 23. maj 2005 efter kl. 22.00 og var tilendebragt inden tirsdag morgen den 24. maj kl. 06.00. Indtagning af pladerne foregik fredag den 27. maj efter kl. 22.00. Pladerne målte i tidsrummet fra og med tirsdag den 24. maj kl. 06.00 til og med fredag den 27. maj kl. 06.00.

Den anden udlægning foregik mandag den 30. maj 2005 efter kl. 22.00 og var tilendebragt inden tirsdag den 31. maj om morgenen kl. 06.00. Indtagning af pladerne foregik fredag den 3. juni efter kl. 22.00. Pladerne målte i anden omgang i tidsrummet fra og med tirsdag den 31. maj kl. 06.00 til og med fredag den 3. juni kl. 06.00.

2.4.1 Programmering af 20 plader til intervalmålinger.

De første 20 plader (A1, B1,C1,C2.....K1,K2) blev programmeret til intervalmåling (30 minutters intervaller) med hastighedsklasser Lav, Mellem eller Høj som det er anført i tabellen 2.1. De tre hastighedsklasser Lav, mellem og Høj er nærmere defineret i afsnit 2.4.2. Pladerne blev placeret i de anførte stationeringer som vist i tabel 2.1.

Måle nr.	Stationering	Programmering i forhold til hast. niveau
A1	69,400	Lav
B1	69,300	Lav
C1	69,200	Lav
C2	69,200	Lav
D1	69,100	Lav
D2	69,100	Lav
E1	69,000	Mellem
E2	69,000	Mellem
F1	68,800	Mellem
F2	68,800	Mellem
G1	68,600	Høj
G2	68,600	Høj
H1	68,400	Høj
H2	68,400	Høj
I1	68,200	Høj
I2	68,200	Høj
J1	68,000	Høj
J2	68,000	Høj
K1	67,600	Høj
K2	67,600	Høj

Tabel 2.1: Hastighedsklasser og stationeringer for de 20 Hi-Star plader, der blev programmerede til intervalmålinger.

2.4.2 Definition af hastighedsklasserne

Der anvendes tre forskellige programmer – Lav, Mellem og Høj – til programmering af de 20 Hi-Star plader til intervalmåling, som angivet i tabel 2.1. Definitionen af de tre programmer er vist herunder.

Lav

Hastighedsklasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Km/t	0-2	2-4	4-6	6-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-180

Mellem

Hastighedsklasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Km/t	0-2	2-4	4-6	6-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120	120-130	130-180

Høj

Hastighedsklasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Km/t	0-2	2-4	4-6	6-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120	120-130	130-140	140-150	150-180

2.4.3 Programmering af 6 plader til enkeltkøretøjsmålinger.

De sidste 6 Hi-Star plader blev programmeret til at foretage enkeltkøretøjsmålinger ved målesnittene B1 og F1. Pladerne er nummereret S1, T1, U1 (placeret ved B1) og V1, X1, Y1 (placeret ved F1). Se figur 2.2, figur 2.3 og figur 2.4.

Pladerne blev indstillet således, at
 S1 og V1 skulle tælle fra starten af det 1. døgn i måleperioden
 T1 og X1 skulle tælle fra starten af det 2. døgn i måleperioden
 U1 og Y1 skulle tælle fra starten af det 3. døgn i måleperioden

Det betyder, at

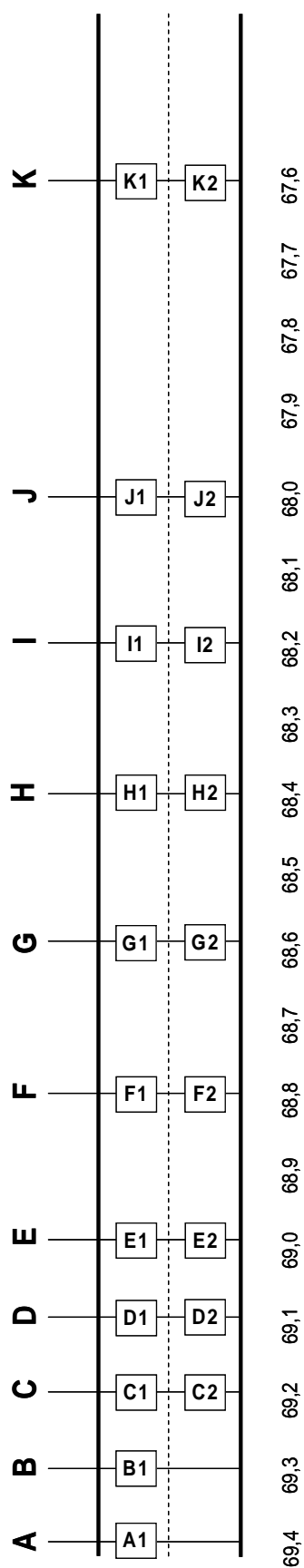
For den første måleperiode 24. – 27. maj, var de 6 plader indstillet, så:

- S1 og V1 talte fra 24.maj kl. 06:00.
- T1 og X1 talte fra 25.maj kl. 06:00.
- U1 og Y1 talte fra 26. maj kl. 06:00.

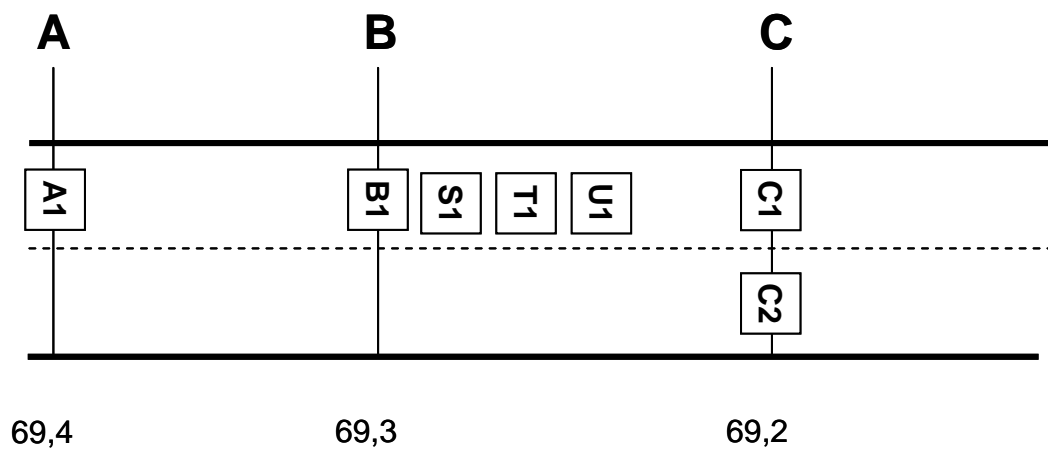
For den anden måleperiode 31. maj – 3. juni, var de 6 plader indstillet, så:

- S1 og V1 talte fra 31.maj kl. 06:00..
- T1 og X1 talte fra 1. juni kl. 06:00.
- U1 og Y1 talte fra 2. juni kl. 06:00.

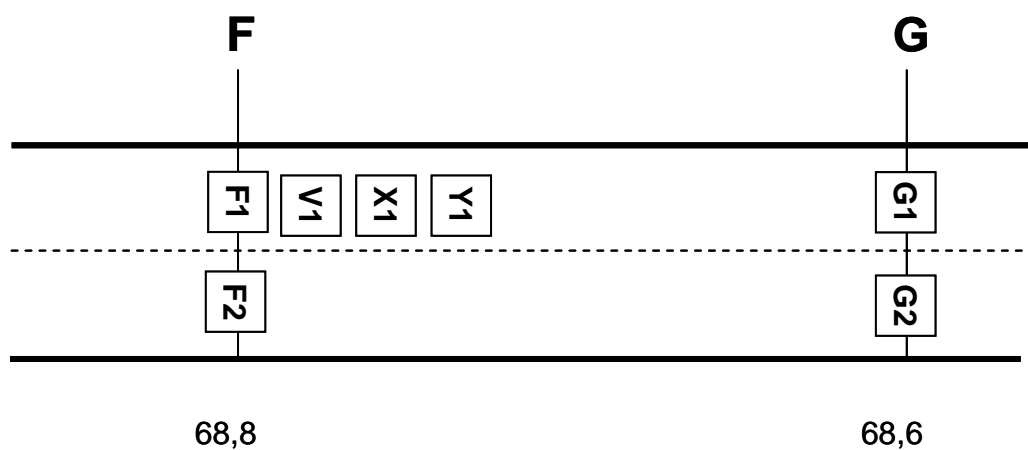
Snit A-J markeret ved kantlinie



Figur 2.2: Placering af 20 Hi-Star plader til intervalmåling i de angivne målesnit.



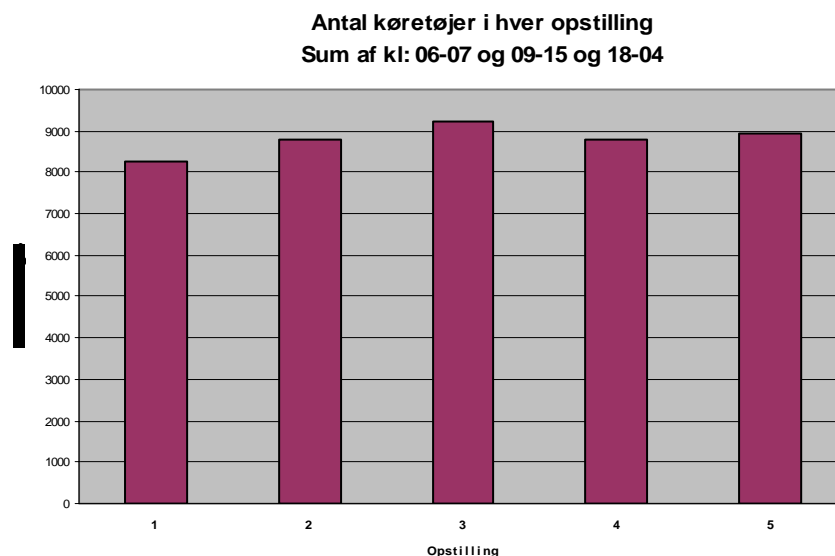
Figur 2.3: Placering af 3 Hi Star plader til enkeltkøretøjsmåling (S1, T1, U1) ved målesnit B.



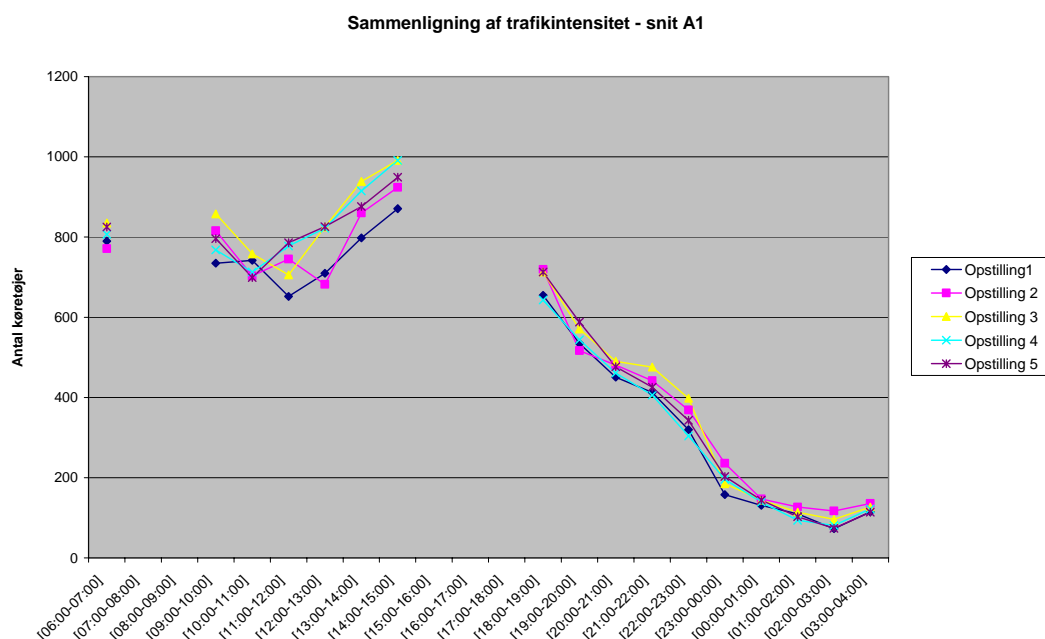
Figur 2.4: Placering af 3 Hi Star plader til enkeltkøretøjsmåling (V1, X1, Y1) ved målesnit F.

3 Resultater

Grundlaget for analyserne er de registrerede data i tidsrummet 06:00 – 04:00 men eksklusiv myldretiderne (07:00 – 09:00) og (15:00-18:00), hvor der er kødannelse, hvorfor trafikken ikke flyder frit. For hver opstilling er der registreret 8.200 – 9.200 køretøjer.



Figur 3.1: Antal registrerede køretøjer i hver af de fem opstillinger



Figur 3.2: Trafikintensiteten for de fem opstillinger fordelt over tid

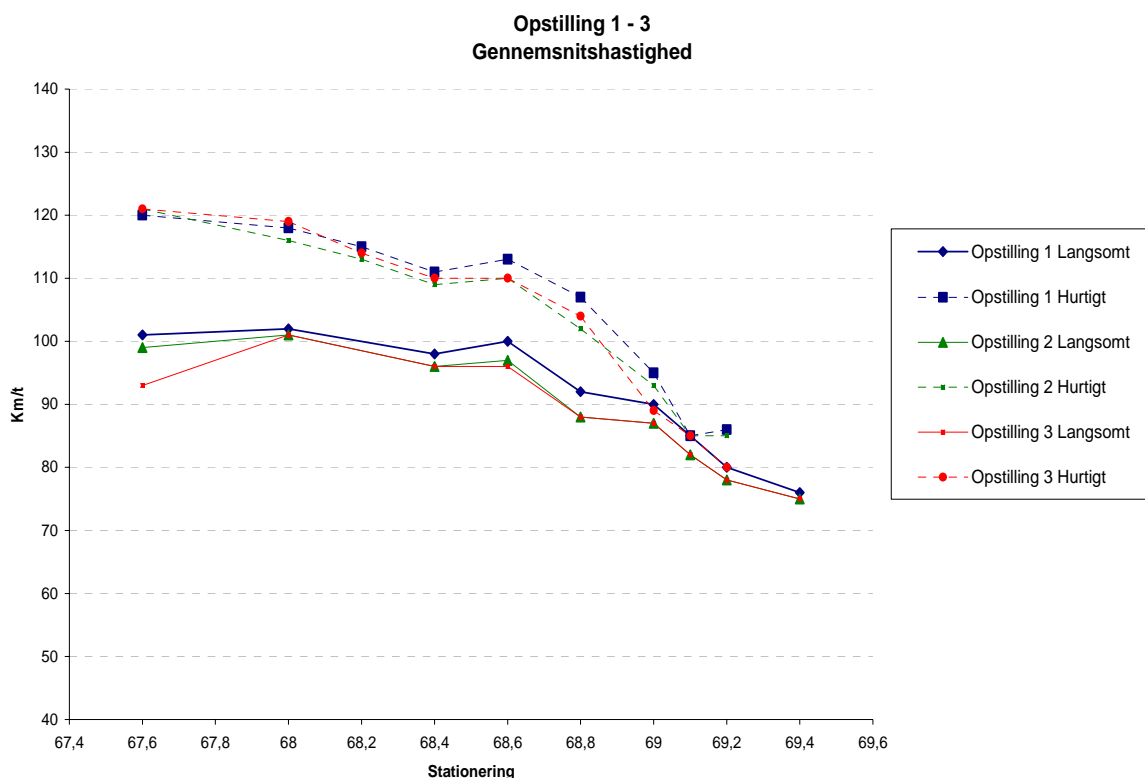
Såfremt der forekommer store forskelle i trafikintensiteten, må det forventes at kunne påvirke trafikantadfærdens både med hensyn til hastighedsvalg og vognbaneskift. Det er derfor vigtigt, at trafikintensiteten for de opstillinger der sammenlignes ligger på nogenlunde samme niveau. Figur 3.1 viser, at trafikintensiteten for alle fem opstillinger ligger på et niveau omkring 8.500 køretøjer. Figur 3.2 viser, at variationen i trafikintensitet over døgnetimer er nogenlunde ens for de fem opstillinger.

3.1 Nedskiltning af hastighed med spring på 30 km/t

Trafikanternes hastighedsadfærd beskrives dels ud fra hastighedsprofiler og hastigheds-spredninger samt omfanget af hastighedsgrænseoverskridelser.

3.1.1 Hastighedsprofilerne – middelhastighed

Middelhastighedsprofilerne for de tre første forsøgsopstillinger er for begge nordgående kørespor optegnet i figur 3.3.



Figur 3.3: Gennemsnitshastighedsprofiler for opstilling 1,2 og 3

Middelhastigheden ligger gennemgående en smule lavere for opstilling 2 og 3 sammenlignet med referenceopstilling 1. Det gælder for både det langsomme og det hurtige kørespor.

Forskel i gennemsnitshastighed mellem langsomt og hurtigt spor synes ret ens for de tre opstillinger fra km 68.000, hvor den første hastighedstavle står.

Middelhastigheden i km 68.000, hvor den første hastighedstavle er placeret, er for referenceopstillingen målt til 102 km/t i det langsomme spor og 119 km/t i det hurtige spor. Dette ændrer sig ikke nævneværdigt i opstilling 2 og 3, hvor hastighedstavlen med 110 km/t udskiftes med 100 km/t.

Efter passagen af den første hastighedstavle decelererer trafikanterne og middelhastigheden ligger lavere for opstilling 2 og 3 sammenlignet med referenceopstillingen 1 helt frem til 50 km/t tavlen i km 69.100. Det gælder begge kørespor. For alle tre opstillinger ses en lille øgning af middelhastigheden omkring km 68.600. Det skyldes formodentlig, at trafikanter fra det hurtige spor fletter ind i det langsomme spor.

Middelhastigheden ved 50 km/t tavlen (ved km 69.100) ligger omkring 85 km/t for alle tre opstillinger. Hastigheden er dog lidt lavere for opstilling 2 og 3 i det langsomme spor. Hastighedsgrænsen på 50 km/t overskrides i væsentlig omfang, og det gælder begge kørespor.

Helt fremme ved arbejdszonens start (km 69.400), hvor de to kørespor er reduceret til ét spor, ligger middelhastigheden på omkring 75 km/t hvilket fortsat er en del højere end den skilte hastighedsgrænse på 50 km/t.



Figur 3.4: Middelhastigheden ligger omkring 75km/t ved 50km/t-tavlen

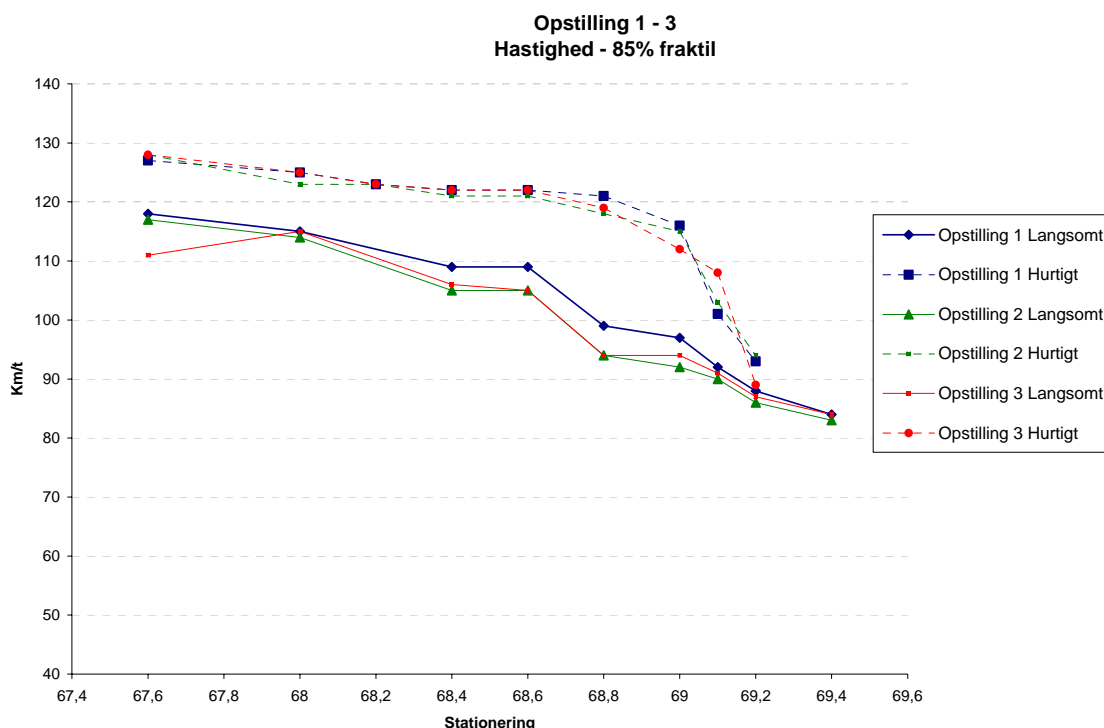
3.1.2 Hastighedsprofilerne – 85%-fraktiler

Hastighedsprofilerne baseret på 85% - fraktilerne er vist i figur 3.5. Profilerne ligger væsentlig højere sammenholdt med gennemsnitshastighederne og det gælder begge kørespor.

En sammenligning af 85%- fraktil profilerne for de tre opstillinger viser – ligesom for gennemsnitshastighederne – at hastighedsniveauet i det langsomme spor for opstilling 2 og 3 generelt ligger lidt lavere end for referenceopstillingen. For det hurtige spor er profilerne stort set sammenfaldende helt frem til omkring km 68.800, hvorefter hastigheden for referenceopstillingen ligger en anelse højere på den sidste delstrækning frem til 50 km/t- tavlen, der står i km 69.100.

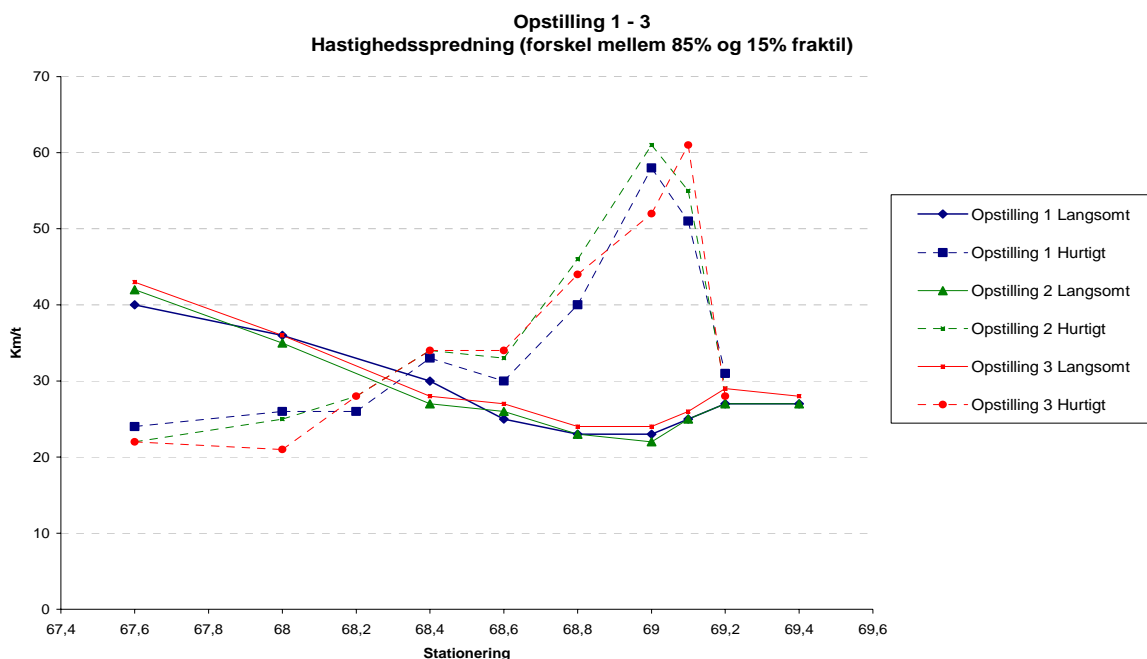
I målesnittet ved 50 km/t-tavlen ligger 85%- fraktilen omkring 90 km/t i det langsomme spor og over 100 km/t i det hurtige spor. Helt fremme ved arbejdszonens start ved km 69.400 ligger 85% - fraktilen fortsat over 80 km/t.

Ud fra 85% fraktil-hastighedsprofilerne er hastighedsforskellen mellem langsomt og hurtigt kørespor større for opstilling 2 og 3 sammenholdt med referenceopstillingen.



Figur 3.5: Hastighedsprofiler (85% - fraktiler) for opstillingerne 1, 2 og 3.

3.1.3 Hastighedsspredning



Figur 3.6: Hastighedsspredningen i de målte stationeringer fordelt på langsomt og hurtigt kørespor.

Det må forventes, at der forekommer en øget hastighedsspredning i situationer med indfletningsmanøvrer. Hastighedsspredningen er beregnet for de to kørespor hver for sig og vist i figur 3.6.

For det langsomme spor er spredningen på hastigheden jævnt aftagende helt frem til km 69.000, hvor den stiger igen, hvilket skyldes de sent indflettende biler fra det hurtige spor. Spredningsprofilen for det langsomme spor er ret ens for de tre opstillinger.

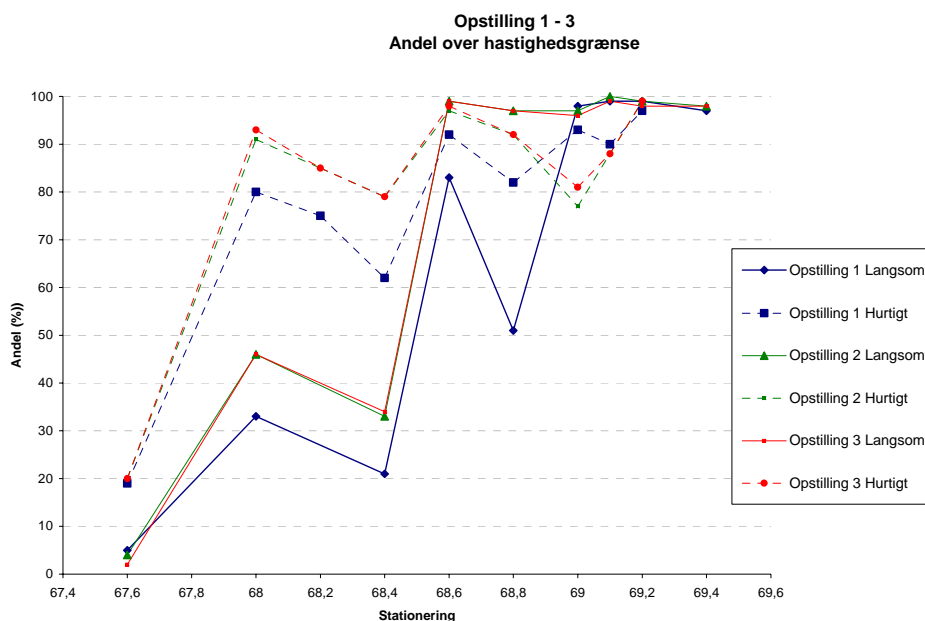
Hastighedsspredningen i det hurtige spor er stigende hen gennem strækningen helt frem til omkring km 69.100, hvor hastighedsbegrænsningstavlen med 50 km/t står. Hastighedsspredningen synes – på en væsentlig andel af strækningen – at være lidt større for opstillingerne 2 og 3 sammenlignet med referenceopstillingen.

3.1.4 Overskridelse af de skilte hastighedsgrænser

Det er undersøgt dels hvor stor en andel, der overskrider de skilte hastighedsgrænser (se figur 3.7) og dels hvor meget disse grænser overskrides.

I km 68.000 hvor den første hastighedstavle er opsat er der 1/3 i det langsomme spor og 80 % i det hurtige spor, som kører over den skilte hastighed 110 km/t for referenceopstillingen 1. For opstilling 2 og 3 er 110 km/t tavlen udskiftet med 100 km/t og dermed stiger andelen af bilister der kører over den skilte hastighedsgrænse til 46 % i det langsomme spor og 92 % i det hurtige spor.

For begge spor i alle tre opstillinger falder andelen, der kører over den skilte hastighed frem til km 68.600. Her nedskiltes hastighedsgrænsen til 90 km/t for referenceopstilling 1 og til 70 km/t for opstilling 2 og 3. Selvom hastighedsniveauet (se figur 3.3) er lavere for opstilling 2 og 3 sammenholdt med referenceopstillingen 1, er andelen, der overskrider den skilte grænse, større.



Figur 3.7: Andelen af køretøjer der overskrider den skilte hastighedsgrænse i de enkelte målesnit fordelt på kørespor.

De skilte hastighedsgrænser overskrides i stort omfang for alle tre opstillinger. Selvom andelen, der overskrider den skilte hastighedsgrænse ved starten på decelerationsstrækningen ved km 68.000, ligger mellem 30 % og 90 %, så viser

tabel 3.1, at størrelserne på overskridelse er relativ beskeden for det langsomme spor.

Tendensen er, at overskridelserne er større for opstilling 2 og 3 end for 1 og større for det hurtige spor end for det langsomme spor. Hen mod slutningen af decelerationsstrækningen omkring km 69.1, hvor den skilte hastighedsgrænse er nede på 50 km/t er hastighedsoverskridelsen stort set ens for alle tre opstillinger og for begge kørespor.

Station	LANGSOMME SPOR			HURTIGE SPOR		
	OPST 1	OPST 2	OPST 3	OPST 1	OPST 2	OPST 3
km 68.0	- 8 km/t	1 km/t	1 km/t	8 km/t	16 km/t	19 km/t
km 68.6	10 km/t	27 km/t	26 km/t	23 km/t	40 km/t	40 km/t
km 68.8	2 km/t	18 km/t	18 km/t	17 km/t	32 km/t	34 km/t
km 69.1	35 km/t	32 km/t	32 km/t	35 km/t	35 km/t	35 km/t

Tabel 3.1: Differens mellem middelhastigheden og skiltet hastighedsgrænse fordelt på de to kørespor.

3.1.5 Tidsafstand

Måledata for de supplerende enkeltkøretøjsmålinger, som blev forsøgt foretaget i snit B ved km 69.3 og i snit F ved km 68.8 har vist sig at udgøre et utilstrækkeligt grundlag for at foretage en sammenlignende analyse for de forskellige opstillinger. Årsagen er, at flere af de monterede Hi Star plader satte ud af funktion.

3.1.6 Konklusion:

Ud fra hastighedsprofilerne er der intet der tyder på, at en gradvis nedskiltning af hastigheden med spring på 30 km/t (130 km/t - 100 km/t - 70 km/t - 50 km/t) i stedet for de nugældende 20 km/t (130 km/t - 110 km/t - 90 km/t - 70 km/t - 50 km/t) giver anledning til problemer. Tværtimod ser det ud til, at middelhastigheden gennemgående bliver en smule lavere på strækningen frem mod arbejdszonen sammenlignet med den gældende standard. Det gælder begge kørespor.

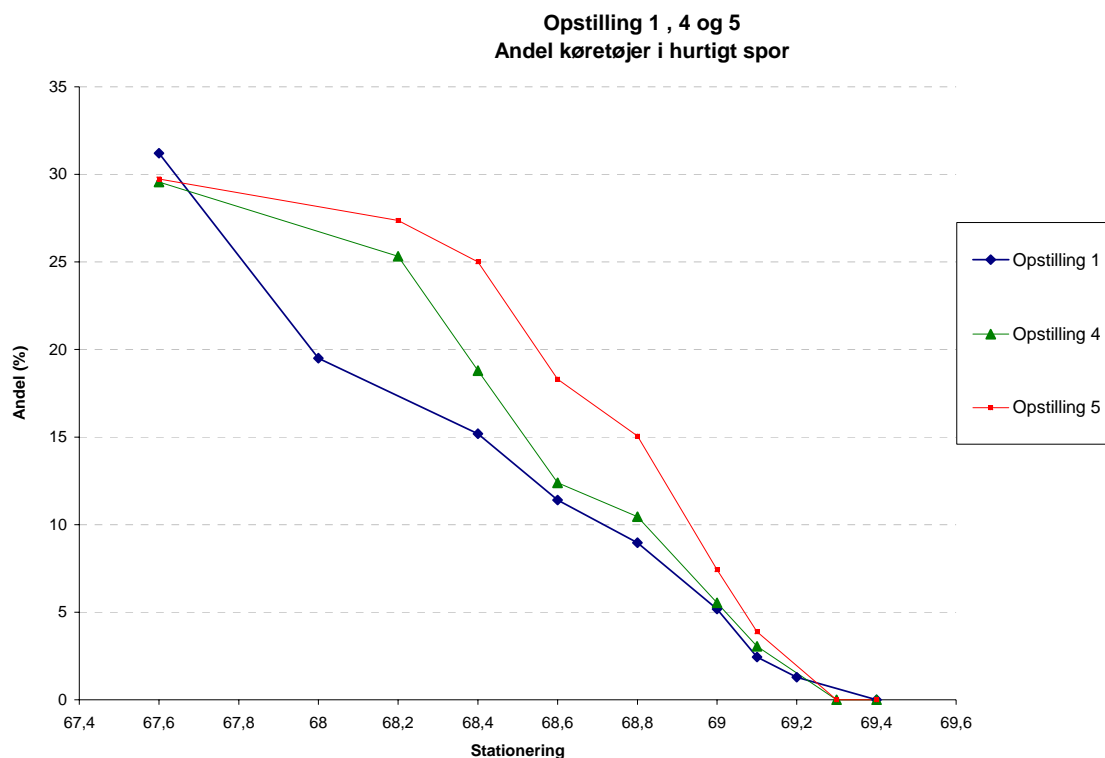
Hastighedsspredningen i det langsomme spor er ret ens for de tre opstillinger, mens hastighedsspredningen for det hurtige spor er lidt større for opstilling 2 og 3.

Samtidigt viser 85 % - fraktileerne, at forskellen i hastighed mellem langsomt og hurtigt spor er lidt større for opstilling 2 og 3 sammenlignet med referenceopstilling 1.

De skilte hastighedsgrænser overskrides i væsentligt omfang for alle tre opstillinger. Tendensen er, at overskridelserne er større for opstilling 2 og 3 end for 1 og større for det hurtige spor end for det langsomme spor. Hen mod slutningen af decelerationsstrækningen er hastighedsoverskridelsen stort set ens for alle tre opstillinger og for begge kørespor. Gennemsnitshastigheden ligger – for alle tre opstillinger - omkring 75 km/t ved starten af arbejdszonen, hvilket er en væsentlig overskridelse af den skilte hastighedsgrænse på 50 km/t.

3.2 Vognbaneskift ved ændret afmærkning med E16-tavlen

I opstilling 4 og 5 er antal og placering af E16-tavler (vognbaneforløb med sammenfletning) i forhold til referenceopstilling 1 ændret. Se bilag 1. Analysen her går ud på at undersøge, hvor på decelerationsstrækningen bilisterne skifter vognbane ved de tre opstillinger.



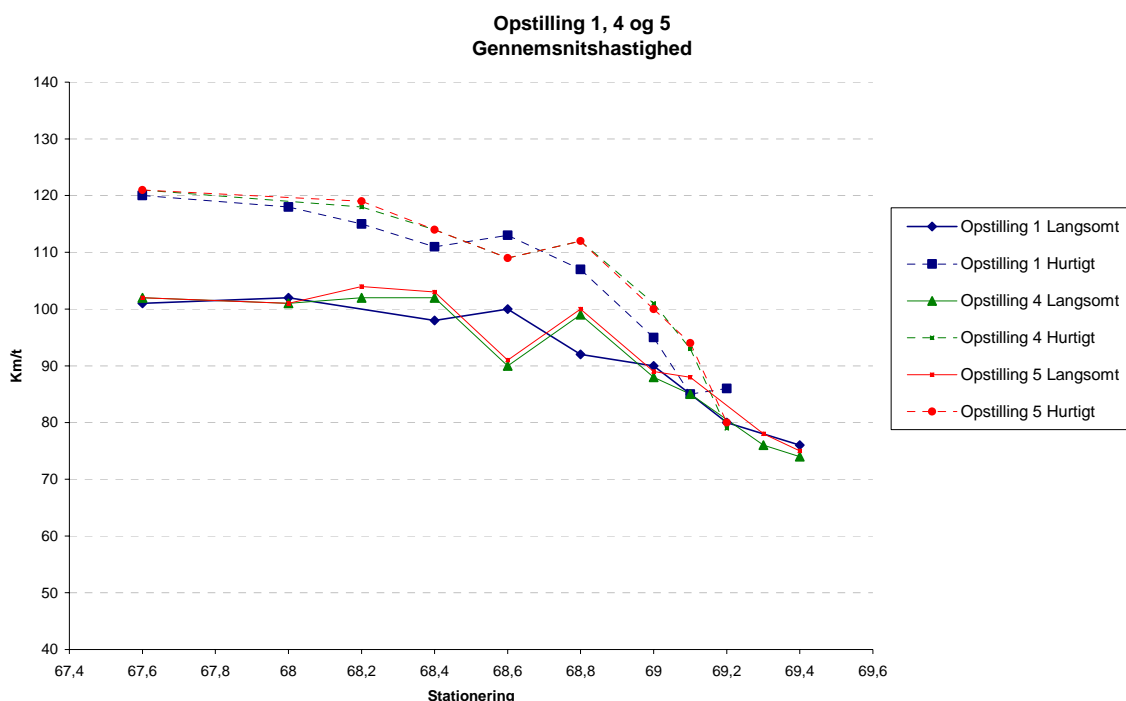
Figur 3.8: Andel af køretøjer i det hurtige kørespor

Figur 3.8 viser andelen af køretøjer i det hurtige spor for de tre opstillinger 1, 4 og 5. E16 tavlerne er placeret i station km 68.2 (1000 meter før sammenløb af vognbaner) og i km 68.8 (400 meter før sammenløb af vognbaner). I opstilling 1 er der E16-tavler i begge sider i begge stationer. I opstilling 4 er der E16-tavler i begge stationer – men kun i højre side af køreretningen. I opstilling 5 er der kun E16-tavler i station 68.8 og de står i begge sider.

Resultaterne i figur 3.8 viser, at indfletning fra det hurtige spor til det langsomme spor sker senere for opstilling 4 og 5, hvor antallet af E16 tavler er halveret i forhold til referenceopstillingen.

Resultaterne viser også, at indfletningen sker senere for opstilling 5 sammenlignet med 4, hvilket formodentlig skyldes, at den første E16 tavle med information til trafikanterne om vognbaneforløb med sammenfletning gives 600 meter senere.

Hastighedsprofilerne i figur 3.9 synes at vise et noget mere ujævnt profil for opstillingerne 4 og 5 sammenlignet med referenceopstilling 1. Der forekommer et tydeligt dyk i hastighedsprofilen omkring km 68.6. Det kan muligvis skyldes, at der på delstrækningen fra km 68.2 frem til km 68.6 netop forekommer en øget koncentration af indfletning fra det hurtige spor, hvilket kan forstyrre trafikken i det langsomme spor.



Figur 3.9: Middelhastighedsprofiler for opstilling 1, 4 og 5

3.2.3 Konklusion

Resultaterne tyder på at trafikanterne reagerer på de E16-tavler, der normalt anvendes i referenceopstilling 1, på en sådan måde, at der foregår en indfletning jævnt fordelt hen over strækningen fra 1000 meter før og frem mod sammenløb af vognbaner.

Når antallet af E16 tavler halveres, så der kun er tavler i højre side af køreretningen, sker indfletningen senere og mere koncentreret over en kortere kørestrækning. Når E16-tavlerne 1000 meter før sammenløb af vognbaner udelades, så der kun er tavler 400 meter før sammenløb, sker trafikanternes indfletning endnu senere i forløbet. Når indfletningerne fra det hurtige spor sker senere i forløbet foregår de mere koncentreret over en kortere delstrækning, og hastighedsprofilerne tyder da også på, at det kan give forstyrrelser med opbremsninger i det langsomme spor.

Der er således intet i resultaterne, der taler for at reducere på antallet af E16 tavler.

4 Sammenfatning og konklusion

Vejdirektoratet har undersøgt trafikanternes adfærd i forbindelse med ændret afmærkning for nedskiltning af hastighed og vognbaneskift ved vejarbejde på den sønderjyske motorvej syd for Kolding, hvor den generelle hastighedsbegrænsning er 130 km/t. Undersøgelsen har to hovedformål:

- at undersøge, hvordan trafikanternes adfærd ændrer sig, når springet i trinene for den gradvise hastighedsreduktion øges fra 20 km/t til 30 km/t, så hastigheden gradvist nedsættes fra 130 km/t – 100 km/t – 70 km/t – 50 km/t i stedet for den nugældende praksis med 130 km/t – 110 km/t – 90 km/t – 70 km/t – 50 km/t.
- at belyse, hvordan forskellig placering af E16-tavlen (vognbaneforløb med sammenfletning i forbindelse med nedskiltning af hastigheden) påvirker trafikanternes adfærd mht. vognbaneskift.

Der er afprøvet fem forskellige opstillinger, som er nærmere beskrevet i afsnit 2.2 og vist som principskitser i bilag 1. For hver opstilling er der registreret mellem 8.200 og 9.200 køretøjer.

Nedskiltning af hastighed ved brug af trin på 30 km/t i stedet for 20 km/t

Til belysning af dette spørgsmål sammenholdes referenceopstilling 1 (den nugældende praksis med trin på 20 km/t) med opstillingerne 2 og 3, der begge har trin på 30 km/t. Den eneste forskel på opstilling 2 og 3 er, at afstanden mellem hastighedsskiltene (C55) der viser henholdsvis 100 km/t og 70 km/t reduceres med 100 meter.

Konklusion:

Ud fra hastighedsprofilerne er der intet der tyder på, at en gradvis nedskiltning af hastigheden med spring på 30 km/t (130 km/t - 100 km/t – 70 km/t – 50 km/t) i stedet for de nugældende 20 km/t (130 km/t - 110 km/t – 90 km/t – 70 km/t – 50 km/t) giver anledning til problemer. Tværtimod ser det ud til, at middelhastigheden gennemgående bliver en smule lavere på strækningen frem mod arbejdszonen sammenlignet med den gældende standard. Det gælder begge kørespor.

Der kan ikke konstateres nogen tydelig forskel på hastighedsprofilerne for opstilling 2 og 3.

Hastighedsspredningen i det langsomme spor er ret ens for de tre opstillinger, mens hastighedsspredningen for det hurtige spor er lidt større for opstilling 2 og 3. Samtidigt viser 85 % - fraktilerne, at forskellen i hastighed mellem langsomt og hurtigt spor er lidt større for opstilling 2 og 3 sammenlignet med referenceopstilling 1.

De skilte hastighedsgrænser overskrides i væsentligt omfang for alle tre opstillinger. Tendensen er, at overskridelserne er større for opstilling 2 og 3 end for 1 og større for det hurtige spor end for det langsomme spor.

Samlet set er der ikke noget i resultaterne, der tyder på, at nedskiltning af hastigheden med trin på 30 km/t i stedet for 20 km/t giver anledning til problemer i noget væsentligt omfang.

Vognbaneskift ved ændret afmærkning med E16 tavlen

Til belysning af dette spørgsmål er der foretaget en sammenligning af trafikanternes adfærd i referenceopstilling 1 og i opstilling 4 og 5, hvor antal og placering af E16 tavler (vognbaneforløb med sammenfletning) er ændret.

Konklusion:

Resultaterne tyder på at trafikanterne reagerer på de E16-tavler, der normalt anvendes i referenceopstilling 1, på en sådan måde, at der foregår en indfletning jævnt fordelt hen over strækningen fra 1000 meter før og frem mod sammenløb af vognbaner.

Når antallet af E16 tavler halveres, så der kun er tavler i højre side af køreretningen, sker indfletningen senere og mere koncentreret over en kortere kørestrækning. Når E16-tavlerne 1000 meter før sammenløb af vognbaner udelades, så der kun er tavler 400 meter før sammenløb, sker trafikanternes indfletning endnu senere i forløbet. Når indfletningerne fra det hurtige spor sker senere i forløbet foregår de mere koncentreret over en kortere delstrækning, og hastighedsprofilerne tyder da også på, at det kan give forstyrrelser med opbremsninger i det langsomme spor.

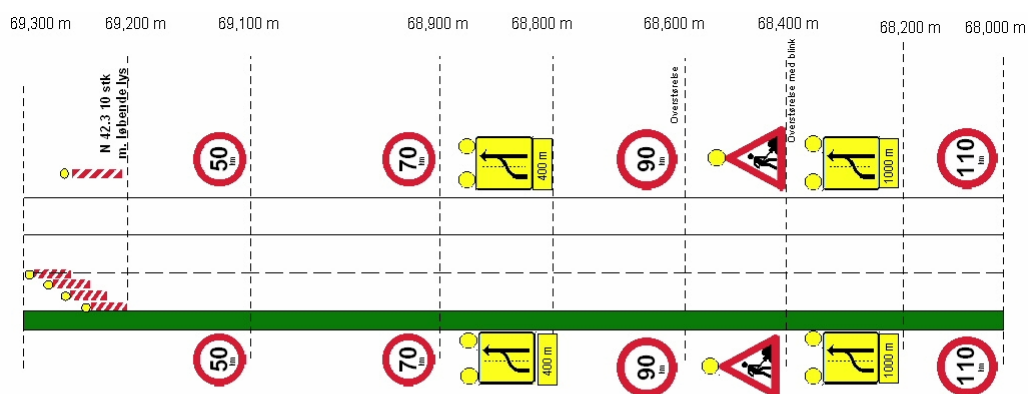
Der er således intet i resultaterne, der taler for at reducere på antallet af E16 tavler.

5 Referencer

- [1] Afmærkning af Vejarbejder.
Supplerende bestemmelser på statsveje. Motorveje.
DRI 526
- [2] Afmærkning af Vejarbejder.
Vejdirektoratet – Vejregelrådet.
November 2002
- [3] Håndbog for afmærkning af Vejarbejder.
Vejdirektoratet. November 2002

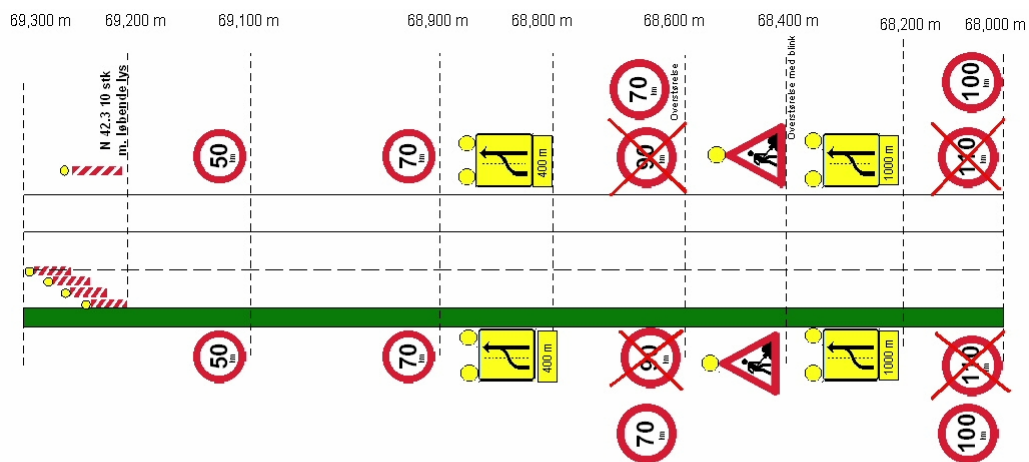
Bilag 1 – De fem forsøgsopstillinger

Opstilling nr. 1 er referenceopstillingen.



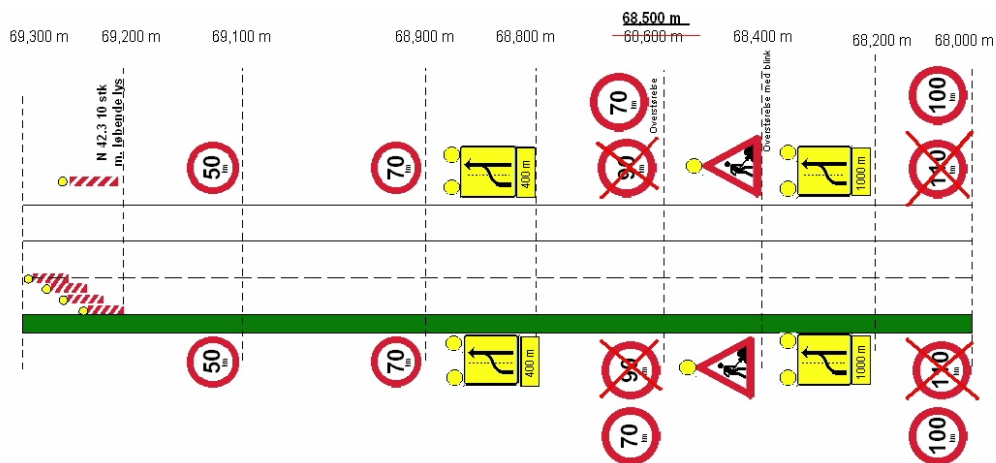
Opstilling nr. 1
 Opsættes søndag d. 22-5
 Denne opstilling benyttes i
 de perioder hvor der ikke
 køres forsøg med Hi Star
 plader.

Kunde: Vejdirektoratet	
Tegnet af: B.H.	Rev. NR. 0
M 50 Nordgående	Dato: 28-04-05
	Nr.



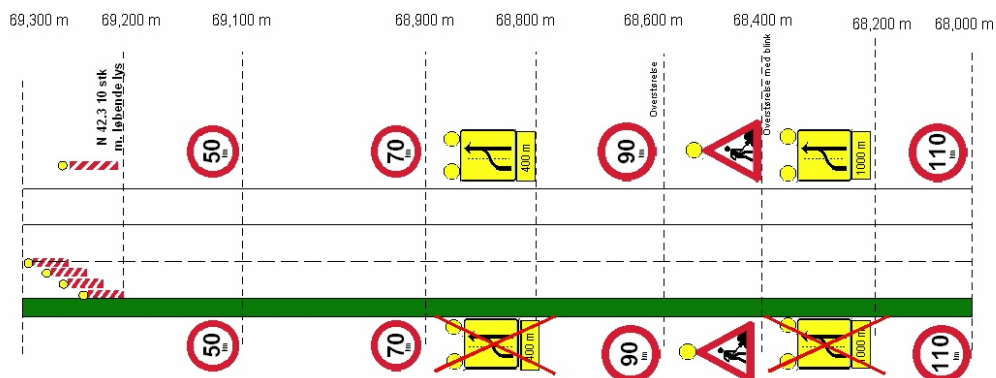
Opstilling nr. 2
 Opsættes onsdag d. 25-5 kl. 05,30 og er gældende til torsdag d. 26-5 kl. 05,30

Kunde		Vejdirektoratet	
Tegnet af	B.H	Rev.	NR. 0
M 50 Nordgående	Dato.	Nr.	28-04-05



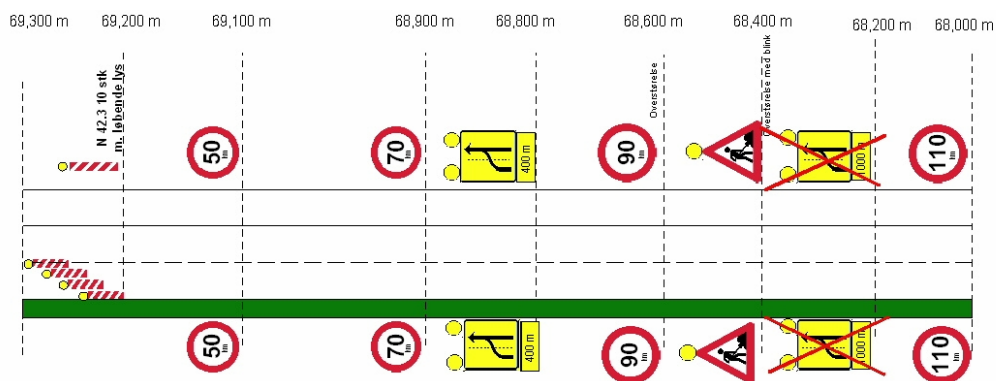
Opstilling nr. 3
 Opsættes torsdag d. 26-5 kl. 05,30 og er gældende til fredag d. 27-5 kl. 05,30

Kunde		Vejdirektoratet	
Tegnet af	B.H	Rev.	NR. 0
M 50 Nordgående	Dato.	Nr.	28-04-05



Opstilling nr. 4
 Opsættes mandag d. 30-5 kl. 19,30 og er gældende til onsdag d. 1-6 kl. 05,30

Kunde		Vejdirektoratet	
Tegnet af		Rev.	NR. 0
M 50 Nordgående		Dato.	Nr.
		28-04-05	



Opstilling nr. 5
 Opsættes onsdag d. 1-6 kl. 05,30 og er gældende til torsdag d. 2-6 kl. 05,30

Kunde		Vejdirektoratet	
Tegnet af		Rev.	NR. 0
M 50 Nordgående		Dato.	Nr.
		28-04-05	

Bilag 2 – Hastighedsdata for opstillingerne 1 – 2 – 3. Gennemsnitshastigheder og 85 % fraktiler i de enkelte målesnit.

Opstilling1			Snithastighed (km/t)		15% fraktil (km/t)		85% fraktil (km/t)	
Målesnit	Kmt	Skiltet hastighed	Langsomt spor	Hurtigt spor	Langsomt spor	Hurtigt spor	Langsomt spor	Hurtigt spor
K	67,6	130	101	120	78	103	118	127
J	68	110	102	118	79	99	115	125
I	68,2	110		115		97		123
H	68,4	110	98	111	79	89	109	122
G	68,6	90	100	113	84	92	109	122
F	68,8	90	92	107	76	81	99	121
E	69	70	90	95	74	58	97	116
D	69,1	50	85	85	67	50	92	101
C	69,2	50	80	86	61	62	88	93
B	69,3	50						
A	69,4	50	76		57		84	

Opstilling2			Snithastighed (km/t)		15% fraktil (km/t)		85% fraktil (km/t)	
Målesnit	Kmt	Skiltet hastighed	Langsomt spor	Hurtigt spor	Langsomt spor	Hurtigt spor	Langsomt spor	Hurtigt spor
K	67,6	130	99	121	75	106	117	128
J	68	100	101	116	79	98	114	123
I	68,2	100		113		95		123
H	68,4	100	96	109	78	87	105	121
G	68,6	70	97	110	79	88	105	121
F	68,8	70	88	102	71	72	94	118
E	69	70	87	93	70	54	92	115
D	69,1	50	82	85	65	48	90	103
C	69,2	50	78	85	59	65	86	94
B	69,3	50						
A	69,4	50	75		56		83	

Opstilling 3			Snithastighed (km/t)		15% fraktil (km/t)		85% fraktil (km/t)	
Målesnit	Kmt	Skiltet hastighed	Langsomt spor	Hurtigt spor	Langsomt spor	Hurtigt spor	Langsomt spor	Hurtigt spor
K	67,6	130	93	121	68	106	111	128
J	68	100	101	119	79	104	115	125
I	68,2	100		114		95		123
H	68,4	100	96	110	78	88	106	122
G	68,6	70	96	110	78	88	105	122
F	68,8	70	88	104	70	75	94	119
E	69	70	87	89	70	60	94	112
D	69,1	50	82	85	65	47	91	108
C	69,2	50	78	80	58	61	87	89
B	69,3	50						
A	69,4	50	75		56		84	

Bilag 3 – Trafikdata for opstillingerne 1 – 2 – 3: Andel der kører hurtigere end den skilte hastighed. Antal køretøjer fordelt på de to spor.

Opstilling 1

Andel (%) over skiltet hast		Antal køretøjer				Målesnit	
Langsomt spor	Hurtigt spor	Langsomt spor	Hurtigt spor	sum	% i Hurtigt spor		
5	19	5019	2277	7931	31,2	K	
33	80	5256	1273	7601	19,5	J	
	75		1712			I	
21	62	7185	1287	8472	15,2	H	
83	92	7590	977	8567	11,4	G	
51	82	7601	749	8350	9,0	F	
98	93	7282	398	7680	5,2	E	
99	90	8231	206	8437	2,4	D	
99	97	8365	109	8474	1,3	C	
						B	
97		8259		8259	0,0	A	

Opstilling2

Andel (%) over skiltet hast		Antal køretøjer				Målesnit	
Langsomt spor	Hurtigt spor	Langsomt spor	Hurtigt spor	sum	% i Hurtigt spor		
4	20	5359	2518	7877	32,0	K	
46	91	6638	1779	8417	21,1	J	
	85		1743			I	
33	79	7698	1276	8974	14,2	H	
99	97	8674	903	9577	9,4	G	
97	92	8610	746	9356	8,0	F	
97	77	7741	395	8136	4,9	E	
100	88	8906	214	9120	2,3	D	
99	99	8817	127	8944	1,4	C	
						B	
98		8792		8792	0,0	A	

Opstilling3

Andel (%) over skiltet hast		Antal køretøjer				Målesnit
Langsomt spor	Hurtigt spor	Langsomt spor	Hurtigt spor	sum	% i Hurtigt spor	
2	20	6346	2884	9230	31,2	K
46	93	6837	1979	8816	22,4	J
	85		2016			I
34	79	7939	1492	9431	15,8	H
99	98	8350	1131	9481	11,9	G
97	92	8369	940	9309	10,1	F
96	81	8762	471	9233	5,1	E
99	88	9104	253	9357	2,7	D
98	99	9255	138	9393	1,5	C
						B
98		9226		9226	0,0	A

Bilag 4 – Hastighedsdata for opstillingerne 1 – 4 – 5.

Opstilling1			Snithastighed (km/t)		15% fraktil (km/t)		85% fraktil (km/t)	
Målesnit	km/t	Skiltet hastighed	Langsomt spor	Hurtigt spor	Langsomt spor	Hurtigt spor	Langsomt spor	Hurtigt spor
K	67,6	130	101	120	78	103	118	127
J	68	110	102	118	79	99	115	125
I	68,2	110		115		97		123
H	68,4	110	98	111	79	89	109	122
G	68,6	90	100	113	84	92	109	122
F	68,8	90	92	107	76	81	99	121
E	69	70	90	95	74	58	97	116
D	69,1	50	85	85	67	50	92	101
C	69,2	50	80	86	61	62	88	93
B	69,3	50						
A	69,4	50	76		57		84	

Opstilling 4			Snithastighed (km/t)	
Målesnit	km/t	Skiltet hastighed	Langsomt spor	Hurtigt spor
K	67,6	130	102	121
J	68	110	101	
I	68,2	110	102	118
H	68,4	110	102	114
G	68,6	90	90	109
F	68,8	90	99	112
E	69	70	88	101
D	69,1	50	85	93
C	69,2	50		79
B	69,3	50	76	
A	69,4	50	74	

Opstilling 5		Snithastighed (km/t)		
Målesnit	km/t	Skiltet hastighed	Langsomt spor	Hurtigt spor
K	67,6	130	102	121
J	68	110	101	
I	68,2	110	104	119
H	68,4	110	103	114
G	68,6	90	91	109
F	68,8	90	100	112
E	69	70	89	100
D	69,1	50	88	94
C	69,2	50		80
B	69,3	50	78	
A	69,4	50	75	

Bilag 5 – Trafikdata for opstillingerne 1 – 4 – 5.

Opstilling 1

Antal køretøjer			Målesnit	
Langsomt spor	Hurtigt spor	sum	% i Hurtigt spor	
5019	2277	7296	31,2	K
5256	1273	6529	19,5	J
	1712			I
7185	1287	8472	15,2	H
7590	977	8567	11,4	G
7601	749	8350	9,0	F
7282	398	7680	5,2	E
8231	206	8437	2,4	D
8365	109	8474	1,3	C
				B
8259		8259	0,0	A

Opstilling 4

Antal køretøjer			Målesnit	
Langsomt spor	Hurtigt spor	sum	% i Hurtigt spor	
6149	2580	8729	29,6	K
6317				J
6333	2148	8481	25,3	I
7064	1635	8699	18,8	H
7424	1049	8473	12,4	G
7759	905	8664	10,4	F
8202	481	8683	5,5	E
7662	241	7903	3,0	D
	173			C
8762		8762	0,0	B
8784		8784	0,0	A

Opstilling 5

Antal køretøjer				Målesnit
Langsomt spor	Hurtigt spor	sum	% i Hurtigt spor	
6247	2643	8890	29,7	K
6373				J
6348	2392	8740	27,4	I
6619	2207	8826	25,0	H
6959	1559	8518	18,3	G
7468	1324	8792	15,1	F
8075	648	8723	7,4	E
8451	341	8792	3,9	D
	248			C
9066		9066	0,0	B
8942		8942	0,0	A