

Alternativa typer av utmärkning vid vägarbete på motorväg

En jämförande studie

Sara Nygårdhs

Förord

Denna studie har i sin helhet bekostats av Vägverket/Sted, där Jan-Erik Elg varit beställare.

Analys har utförts av Sara Nygårdhs med benäget bistånd av Sven-Olof Lundkvist, VTI. Dokumentation har utförts av Sara Nygårdhs, som även varit projektledare på VTI.

Tack riktas till Sven-Åke Lindén, VTI, för hastighetsmätningarna samt till de kollegor på VTI som medverkat som försökspersoner vid fotojämförelserna.

Alla fotografier i detta notat har tagits av undertecknad.

Linköping oktober 2007

Sara Nygårdhs

Kvalitetsgranskning

Intern peer review har genomförts 2007-09-04 av Anne Bolling. Sara Nygårdhs har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus 2007-09-10. Projektledarens närmaste chef, Gudrun Öberg, har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 2007-10-03.

Quality review

Internal peer review was performed on 2007-09-04 by Anne Bolling. Sara Nygårdhs has made alterations to the final manuscript of the report 2007-09-10. The research director of the project manager, Gudrun Öberg, examined and approved the report for publication on 2007-10-03.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Summary	7
1 Bakgrund och syfte	9
2 Förutsättningar	10
3 Testade utrustningar, trafikordning och mätpunkter	11
4 Metod	13
4.1 Beskrivning av de fyra testade uppställningarna	13
4.2 Beskrivning av utvärderingsmetoder	15
5 Resultat	20
5.1 Hastighetsmätning	20
5.2 Jämförelse av foton	22
5.3 Observationer	24
6 Sammanfattning av resultaten	27
7 Diskussion	28
Referenser	29

Bilaga A Medelhastigheter

Bilaga B Variansanalyser av hastighet

Bilaga C Foton använda vid jämförelserna

Bilaga D Variansanalyser vid jämförelse av foton

Alternativa typer av utmärkning vid vägarbete – En jämförande studie

av Sara Nygårdhs
VTI
581 95 Linköping

Sammanfattning

Vägarbetarnas vardag är ofta farofylld. Höga hastigheter och respektlösa fordonsförare gör många gånger att det är svårt och farligt att utföra arbetet. Hög hastighet gör dels att körtiden från upptäckt till passage av arbetsplatsen blir kort, dels att en eventuell olycka får svårare konsekvenser. Samtidigt störs trafikanterna av vägarbetet och vill ha bibehållen framkomlighet.

Under våren 2007 fick Vägverket erbjudande att testa olika typer av utrustning som används i Tyskland. I samband med ett planerat beläggingsarbete på motorväg E4 söder om Gävle under maj månad sattes olika typer av utrustning upp. Mot bakgrund av detta beställde Vägverket en utvärdering av de aktuella utrustningarna av VTI, vilken redovisas i detta notat. Syftet är att jämföra utrustningarna mot varandra och mot den konventionella utrustning som används i Sverige idag.

De tre uppställningarna som testades (enbart i dagsljus) mot den konventionella svenska var:

- Som den konventionella, men skyltning med variabla meddelandeskyltar (VMS) för vägmärkena ”förbud mot omkörning”, ”hastighetsbegränsning” (vid 50 km/h blinkade skylten dessutom om fordonen körde för fort) samt ”körfält upphör”. Dessutom var vägmärket ”körfält upphör” kompletterat med VMS ”varning för annan fara”.
- Som föregående uppställning, men med mönstret på sidomarkeringsskärmarna pilformat istället för snedställda ränder samt rinnande ljus i chikanen.
- Som föregående uppställning, kompletterat med vita plaststaket i chikanen.

Bäst från säkerhetssynpunkt var de två uppställningarna som använde VMS, men inte plaststaket; dessa båda uppställningar gav den största hastighetsreduktionen.

I ett jämförande test av fotografier på de olika uppställningarna ansågs uppställningen med staket i chikanen vara tydligare än övriga uppställningar. Den ökade tydligheten tycks dock leda till högre hastigheter.

Det är viktigt att notera att de effekter som visats i denna begränsade studie kan vara nyhetseffekter. Efter tillvänjning kan resultaten se annorlunda ut.

Alternative types of road equipment at road works – A comparative study

by Sara Nygårdhs

VTI (Swedish National Road and Transport Research Institute)

SE-581 95 Linköping Sweden

Summary

Everyday life of road-workers is often fraught with danger. High speeds and disrespectful drivers many times make it hard to accomplish the work. High speed means short time between detection and passing the working zone and in event of an accident the consequences will be more severe. At the same time, road-users are bothered by the road-work and want to maintain accessibility.

During springtime 2007 the Swedish Road Administration was offered to try alternative types of road equipment which are used in Germany. In connection to a planned paving work in May at the motorway E4 south of Gävle different types of equipment were established. In the light of this, the Swedish Road Administration ordered an evaluation of the equipments in question by VTI, which is shown in this report. The aim is to compare the equipments with each other and with the conventional equipment that is used in Sweden today.

The three different types of equipment arrangements that were compared to the conventional Swedish one (only in daylight) were:

- Like the conventional equipment, but signing using variable message signs (VMS) for the road signs “overtaking prohibited”, “speed limit” (at 50 km/h the sign also flashed for speeding vehicles) and “left lane ends”. The sign “left lane ends” was additionally supplemented with VMS “warning for other danger”.
- Like the previous, but with an arrow-formed pattern of the limited access on side marker instead of the conventional diagonal stripes and running light in the chicane.
- Like the previous, supplemented by white plastic barriers in the chicane.

From a safety perspective, the two arrangements using VMS, but no barrier, were the best as these reduced speed most effectively.

In a comparison test of photos of the different arrangements, the arrangement using a white barrier was considered more clear than the others. However, the high clarity also seemed to lead to higher speeds.

Important to notice is that the effects shown in this limited study might be news effects. After accustoming, the results may be different.

1 Bakgrund och syfte

Vägarbetarnas vardag är ofta farofylld. Höga hastigheter och respektlösa fordonsförare på korta avstånd gör många gånger att det är svårt och farligt att utföra arbetet. Hög hastighet gör dels att körtiden från upptäckt till passage av arbetsplatsen blir kort, dels att en eventuell olycka får svårare konsekvenser. Nio av tio personer som blir påkörda i 30 km/h överlever, medan endast två av tio överlever om de blir påkörda i 50 km/h (Vägverket, 2002). Samtidigt störs de som färdas på vägen av vägarbetet och vill ha bibehållen framkomlighet. Studier visar att förare ofta underlåter att följa skyltad hastighet förbi vägarbeten och att de inte anser att det är oäktsamt att köra några km/h för fort (Bolling & Nilsson, 2001).

Sänkt hastighet i trafiken kan åstadkommas på flera sätt: Hastighetsbegränsning, farthinder, chikaner, trafiklots, kameraövervakning etc. I detta försök har alltid samma typ av trafikordning använts medan utrustningen i trafikordningen skilt sig åt.

Under våren 2007 fick Vägverket erbjudande genom företaget MEAG att testa olika typer av utrustning som används i Tyskland, producerade av företaget Nissen. I samband med ett planerat beläggningsarbete på motorväg E4 söder om Gävle under maj månad fick MEAG möjlighet att sätta upp valfri utrustning. Mot bakgrund av detta beställde Vägverket en utvärdering av de aktuella utrustningarna av VTI, vilken redovisas i detta notat. Syftet är att jämföra utrustningarna mot varandra och mot den konventionella utrustning som används i Sverige idag.

2 Förutsättningar

Bland förutsättningarna för projektet kan nämnas att tiden för planering blev kort och att det första planeringsmötet kunde avhållas endast åtta arbetsdagar innan försöket skulle genomföras.

Vägarbetet som föranledde utmärkningen var ett beläggningsarbete på motorväg E4 söder om Gävle där hela vägbredden skulle beläggas och där trafiken därför leddes över i motgående körbanan förbi hela vägarbetet.

Måndag–torsdag i vecka 21 (21–27 maj), ansågs lämplig för genomförande av försöket av två tungt vägande skäl: Det första var att den utrustning som skulle lånas från Tyskland var tillgänglig tidigast under denna vecka. Det andra var att det fanns en stor risk för att vägarbetet skulle behöva flyttas till ett nytt vägvagnsnitt efter denna vecka. Eftersom samma förutsättningar för vägutformning, sikt osv. måste gälla vid alla provuppställningar bör testplatsen vara densamma för alla typer av utrustning. Dessutom bör inte hastighetsdata för fredag–söndag användas, då trafiken dessa dagar är en annan än måndag–torsdag.

Val av utrustning att testa gjordes fritt av MEAG under den restriktionen att högst tre olika uppställningar kunde användas i utvärderingen. Den konventionella typen av utrustning skulle användas under den första dagen, medan övriga tre vardagar var tillgängliga för test av den utrustning MEAG tillhandahöll.

Studien avser endast dagsljusförhållanden.

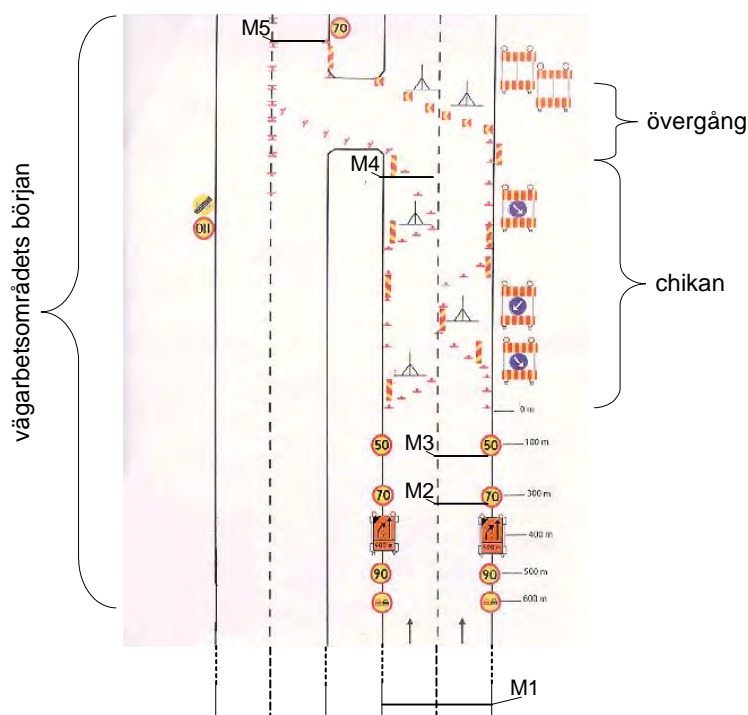


Figur 1 Foto över en del av vägarbetsområdet. Här med utrustning i form av VMS, sidomarkeringsskärmar med pilmönster, rinnande ljus samt vita plaststaket.

3 Testade utrustningar, trafikordning och mätpunkter

Tre uppställningar från Nissen har testats mot den svenska konventionella uppställningen, men även mot varandra. De fyra uppställningarna betecknas och kan beskrivas enligt:

- K** Konventionell svensk uppställning med sidomarkeringsskärmar och fasta skyltar enligt Figur 2.
- VMS** Skyltning med variabla meddelandeskyltar (VMS) från M1 till och med M3 i Figur 2: ”förbud mot omkörning”, ”hastighetsbegränsning 90”, ”körfält upphör” kompletterad med ”varning för annan fara”, ”hastighetsbegränsning 70” och ”hastighetsbegränsning 50”, där dessutom skylten blinkade om fordonen körde för fort.
- SK** Som VMS ovan, men med de konventionella sidomarkeringsskärmarna ersatta med alternativa sidomarkeringsskärmar med folierna formade som en pil istället för snedställda ränder samt kompletterat med rinnande ljus i chikanen.
- ST** Som SK ovan, ytterligare kompletterat med vita plaststaket i chikanen.



Figur 2 Schematisk bild över vägarbetsområdets början, med mätpunkterna M1–M5 markerade. Observera att mätpunkt M4 var i vänster körfält efter chikanen men vid inledningen av en längre sträcka med trafik i detta körfält än vad bilden visar innan övergången.

Hastighetsmätningarna har för de fyra uppställningarna alltid gjorts i samma fem mätpunkter, enligt:

- M1** Mätplats 1: vanlig motorväg där vägarbetet ännu inte går att se (hastighetsbegränsning 110 km/h)
- M2** Mätplats 2: vid 70-skylden före chikanen
- M3** Mätplats 3: vid 50-skylden före chikanen

- M4** Mätplats 4: efter chikanen (hastighetsbegränsning 50 km/h)
- M5** Mätplats 5: precis efter överledningen till motsatt körbana vid fast 70-skylt.

Observera således att de fyra uppställningarna har testats med samma trafikanordningsplan och med samma mätpunkter, enligt Figur 2.

4 Metod

Som beskrivits i förutsättningarna användes samma vägsträcka vid alla typer av uppställning, nämligen E4 söder om Gävle i norrgående riktning mot länsgränsen, där vägarbetsområdet var fast och sträckte sig cirka 9 km från länsgränsen och norrut. Utrustningen som testades avsåg vägarbetsområdets början, där hastighetsbegränsningen sänktes, föraren körde genom en chikan, vidare över i vänster körfält en sträcka samt till slut över på andra sidan motorvägen, där hastighetsbegränsningen var 70 km/h för fordon i båda köriktningar. Denna sista hastighetsbegränsningsskylt efter överledningen utgjordes dock alltid av samma fasta skylt, oavsett övrig utrustning.

4.1 Beskrivning av de fyra testade uppställningarna

4.1.1 Uppställning 1: Konventionell (K)

Den första typen av uppställning som testades var den konventionella typ som ofta används på motorväg i Sverige idag. Alla skyltar är fasta med retroreflekterande folie och sidomarkeringsskärmarna är de konventionella med snedställt mönster. Ovanpå varje anordning med påbjuden körbana (vit pil mot blå bakgrund) i chikanen blinkar två gula ljus parallellt (se Figur 3).



Figur 3 Uppställning 1: K.

4.1.2 Uppställning 2: VMS (VMS)

Den andra typen av uppställning innebar att hastighetsbegränsningsskyltarna samt vägmärkena ”förbud mot omkörning” var utförda som variabla meddelandeskyltar (VMS) samt att de två orange skyltarna ”körfält upphör” ersatts med motsvarande VMS med rörliga bilar samt varning för annan fara (se mittenfotot i Figur 4). Radar som noterade hastigheten ungefär vid skyltarna för 70 km/h satt monterade på vardera hastighetsbegränsningsskylt för 50 km/h. Om den noterade hastigheten översteg 50 km/h blinkade 50-skyltarna. På förmiddagen under mät dagen användes en felaktig (för långsam) blinkfrekvens på 50-skylten. Denna ändrades dock till eftermiddagen till 6,7 Hz. I fortsättningen avser beteckningen ”VMS” uppställningen med denna blinkfrekvens.



Figur 4 Uppställning 2: VMS.

4.1.3 Uppställning 3: VMS + sidomarkeringsskärmar med pilmönster + rinnande ljus (SK)

Denna uppställning innebar väsentligen samma som i uppställning 2. Dock hade de 20 sidomarkeringsskärmar en alternativ utformning med pilmönster på höger och vänster sida genom chikanen (se Figur 5). Dessutom användes rinnande ljus monterade ovanpå sidomarkeringsskärmarna genom chikanen, vilka var synkroniserade så att de rann med samma hastighet på bägge sidor. De gula lyktorna ovanför anordningen med skylten ”påbjuden körbana” i chikanen var dock släckta.



Figur 5 Uppställning 3: SK.

4.1.4 Uppställning 4: VMS + sidomarkeringsskärmar med pilmönster + rinnande ljus + vita plaststaket (ST)

Uppställning 4 innebar samma som i uppställning 3, dock kompletterat med vita plaststaket i chikanen (se Figur 6).



Figur 6 Uppställning 4: ST.

4.2 Beskrivning av utvärderingsmetoder

För utvärdering av de olika typerna av uppställning användes tre metoder:

- Hastighetsmätning
- Visuellt test med parvisa jämförelser av foton
- Observationer.

4.2.1 Hastighetsmätning

Hastigheten mättes i fem punkter längs vägen, fortsättningsvis benämnda M1–M5. Varje mätpunkt utgjordes i princip av två givare på ett bestämt avstånd från varandra. Enbart i mätpunkt 1, M1, gjordes mätning med gummislang (och i två körfält), medan mätningarna vid M2–M5 gjordes med koaxialkabel (i ett körfält) för att undvika uppkomst av ”bullermatta” vid låga hastigheter.

- Positionen för M1 var så långt före vägarbetsområdet att detta inte var synligt, varför hastigheten här bör vara lika, oberoende av uppställning. (Gällande hastighetsbegränsning var 110 km/h.) Denna mätpunkt används som referens och en eventuell skillnad i hastighet mellan dagar i M1 innebär att förhållandena runtomkring (väder, köbildning, typ av trafik etc.) har varit olika. I sådana fall bör resultaten kompenseras för detta. Denna mätplats innebar mätning med slang i två körfält.
- Positionen för M2 var vid skylten 70 km/h före chikanen, i höger körfält. Från M1 fram till M2 var det 2 112 m.
- Positionen för M3 var vid skylten 50 km/h före chikanen, i höger körfält. Avståndet mellan M2 och M3 var 203 m.
- Positionen för M4 var efter chikanen, i vänster körfält, där enbart detta körfält skulle användas (hastighetsbegränsning 50 km/h). Avståndet mellan M3 och M4 var 329 m.
- Positionen för M5 var vid skylten 70 km/h precis efter överledningen, i körfältet för norrgående trafik. Avståndet mellan M4 och M5 var 523 m.

En schematisk bild över vägarbetsområdets början samt mätpunkterna för hastighet ges i Figur 2 vilken kan jämföras med Figur 1 som visar ett foto över en del av sträckan. Observera att positionen för M4 inte stämmer på den schematiska bilden, eftersom avståndet mellan chikanens slut och övergången är mycket längre i verkligheten än på denna bild. Dessutom är det meningen att trafiken endast ska nyttja vänster körfält fram till övergången.

Kronologisk ordning av händelser under mätperioden:

- Söndag kväll: Den konventionella uppställningen var uppsatt.
- Natt mellan söndag och måndag: Mätplatserna M1, M2 och M3 sattes upp.
- Måndag eftermiddag: Mätplatserna M4 och M5 sattes upp. Detta gjordes så sent pga. tidigare beläggningsarbete vid den aktuella vägsträckan och att det inte var klarlagt exakt vilka positioner utmärkningen skulle ha förrän då.
- Måndag eftermiddag: Regn.
- Måndag kväll: Kontroll av mätplatserna.
- Natt mellan måndag och tisdag: Byte av uppställning från konventionell till VMS med för långsamt blinkande 50-skylt.
- Tisdag morgon: Kontroll av mätplatserna.
- Tisdag lunch: Ändring till hög frekvens (6,7 Hz) för 50-skylten.
- Natt mellan tisdag och onsdag: Byte av uppställning från VMS till SK, dvs. till sidomarkeringsskärmar av pilmmodell samt rinnande ljus i chikanen.
- Onsdag morgon: Kontroll av mätplatserna.
- Natt mellan onsdag och torsdag: Byte av uppställning från SK till ST, dvs. komplettering med vita plaststaket.
- Torsdag morgon: Kontroll av mätplatserna.
- Torsdag efter lunch: Avetablering av mätplatser M1–M5, avetablering av föregående uppställning (samt nyetablering av konventionell uppställning i annan form på annan plats).

Tabell 1 visar aktiva mätplatser under förmiddag respektive eftermiddag för varje uppställning. Det går t.ex. att utläsa att mätningar för den konventionella uppställningen endast gjordes i M1–M3 under förmiddagen samt att VMS endast mättes under eftermiddagen. Med förmiddagsmätning avses mätning kl.10–13 och med eftermiddagsmätning avses mätning kl.13–16.

*Tabell 1 Aktiva mätplatser under förmiddag (fm.) och eftermiddag (em.) uppdelat på uppställning. 1=aktiv mätplats, 0=ej aktiv mätplats, *=regn under mätning.*

Fm./em.	M1	M2	M3	M4	M5
K	1 / 1*	1 / 1*	1 / 1*	0 / 1*	0 / 1*
VMS	0 / 1	0 / 1	0 / 1	0 / 1	0 / 1
SK	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1
ST	1 / 0	1 / 0	1 / 0	1 / 0	1 / 0

All insamlad hastighetsdata användes inte i analysen. Data för tider då det regnade, då utrustning i uppställningarna byttes ut eller då utrustning för hastighetsmätningarna kontrollerades togs bort innan analys. Dessutom användes bara data för fordon med en tidslucka på minst 6 sekunder till framförvarande fordon så att fordonsföraren kan antas ha valt sin hastighet opåverkad av andra fordon.

På grund av att mätplatserna var aktiva under olika tider gjordes tre stycken tvåvägs variansanalyser enligt Tabell 2 avseende M1–M3 respektive M4–M5. Analys 1 och 2 avser förmiddagsmätningar för de uppställningar som anges i Tabell 2. Analys 3 avser motsvarande eftermiddagsmätningar.

Tabell 2 Uppställningar som ingick i analyserna för de olika mätplatserna.

	M1, M2 & M3				M4 & M5			
Analys 1	K	–	SK	ST	–	–	–	–
Analys 2	–	–	SK	ST	–	–	SK	ST
Analys 3	–	VMS	SK	–	–	VMS	SK	–

Alla analyser utfördes på 5 % signifikansnivå med hastighet som beroende variabel och mätplats och uppställning som oberoende variabler. I de fall en signifikant interaktions-effekt kunde påvisas splittrades analysen upp på mätplats och kompletterande post hoc-test gjordes.

Eftersom uppställningen SK var med i alla analyser, kunde data för övriga uppställningar prediceras vid jämförelse mellan de olika uppställningarna. Detta gjordes genom att beräkna skillnaden mellan förmiddags- och eftermiddagsmätningen för SK för varje mätpunkt och kompensera för detta då data för eftermiddagsmätningar skulle översättas till förmiddag och vice versa. På motsvarande sätt översattes mätningar i punkterna M1, M2 och M3 till M4 och M5 för K.

4.2.2 Jämförelse av foton

I ett mindre, visuellt, test fick försökspersoner göra parvisa jämförelser av foton från de olika uppställningarna. Tre av försökspersonerna var män, medan fyra var kvinnor. Personerna var anställda på VTI, men enbart två av de sju arbetade med forskning, varav ingen med vägarbeten eller utmärkning. Deras ålder varierade mellan cirka 30 och 60 år och de kan anses vara representativa bilförare.

Försökspersonerna förevisades sammanlagt 26 par av bilder på A4-papper (för exempel se Figur 7).



Figur 7 Exempel på ett par av foton som försökspersonerna fick i uppgift att jämföra. Här visas överst uppställning 1 (K) och underst uppställning 3 (SK) i position 3.

Försökspersonerna fick väsentligen följande muntliga instruktion:

Tänk dig att du sitter i bilen och åker på vägen på bilden. För varje par av bilder får du ett påstående, nämligen att den undre utmärkningen, dvs. skyltningen, är tydligare än den övre. Ta ställning till detta påstående genom att sätta ett kryss på skalan nedanför bilderna, där ett kryss längst till vänster motsvarar att du inte alls instämmer i påståendet, utan att den övre utmärkningen är mycket tydligare än den undre, ett kryss längst till höger innebär att du instämmer helt i påståendet, och ett kryss i mitten innebär att du inte tycker att någon av de bägge utmärkningarna är tydligare än den andra. Du kan sätta ett kryss var som helst på skalan. Med tydlighet avses tydlighet med avseende på hur du ska köra i fortsättningen. Försök att bortse från olika ljusförhållanden, såsom klar himmel, sol, skuggor etc. utan fokusera på själva skyltningen.

De foton som ingick i jämförelserna hade tagits från en bil i färdriktningen i följande positioner:

- Position 1: Strax före hastighetsbegränsningen 90 km/h
- Position 2: Vid första chikanpilen
- Position 3: Vid andra chikanpilen.

Alla relevanta uppställningar jämfördes mot varandra för varje position så att varje foto återfanns både underst och överst i paret. De foton som användes i detta test återfinns i bilaga C. Presentationsordningen för de 26 paren bilder slumpades men var lika för alla försökspersoner.

Kryssen mättes upp och översattes till poäng på en skala från -5 till +5 där -5 motsvarade ”instämmer inte alls” och +5 motsvarade ”instämmer helt”. En envägs variansanalys gjordes för varje position där poäng var beroende variabel och den uppställning (K, VMS, SK eller ST) som befann sig underst i paret var oberoende variabel. Alla analyser gjordes på 5 % signifikansnivå. I de fall en skillnad upptäcktes gjordes kompletterande post hoc-test.

Nämnas bör att flera försökspersoner påpekade att bilderna som skulle jämföras i position 2 ibland var tagna på olika avstånd. Detta var dock inte fallet, utan vid uppställning 3 och 4 (SK och ST) hade sidomarkeringskärmarna placerats närmare än vad de hade varit vid uppställning 1 och 2 (K och VMS). Någon hänsyn till detta togs inte vid analysen, ej heller till om bilar förekom i chikanen eller ej.

4.2.3 Observationer

Under för- och eftermiddagen gjordes observationer av trafiken som passerade chikanen för alla uppställningar. Antalet personbilar respektive lastbilar och bussar som bromsade så att bromsljusen tändes innan de passerade den andra chikanpilen noterades och jämfördes med det totala antalet fordon som passerat. Dessutom noterades om någonting ovanligt hände, såsom felkörning i chikanen.

Platsen för observationerna var densamma vid alla tillfällena och foton tagna från denna plats, i båda riktningar, återfinns i Figur 8. Det visade sig vara svårt att se bromsljusen innan fordonen kommit in i chikanen varför endast bromsljuständning mellan den första och andra chikanpilen användes. Dessa observationer måste anses vara endast deskriptiva. Störningar förekom kontinuerligt i form av varierande trafikintensitet, bitvis regn, dimma, vägarbetare som uppehöll sig i omedelbar närhet av chikanen, att observationerna inte utfördes vid exakt samma tider på dygnet, att observatörens uppmärksamhet varierat samt att skarpt solsken kan ha medverkat till reflexer i bakljusen som uppfattats av observatören som bromsljus.



Figur 8 Foton tagna från observationsplatsen i diket. Till vän: början av chikanen. Till hö: mitten av chikanen.

5 Resultat

5.1 Hastighetsmätning

Uppmätta medelhastigheter i varje mätpunkt redovisas i bilaga A medan variansanalyserna 1, 2 och 3 (enligt Tabell 2) redovisas i bilaga B.

I Tabell 3 och Tabell 4 nedan redovisas resultat av post hoc-test uppdelat på mätplats. Eftersom uppställningen SK var med i alla analyser, kunde hastighetsdata för övriga uppställningar prediceras där sådana saknades. Det är dessa värden som avses i tabellerna och diagrammen. Därför finns t.ex. K med i tabellerna för M4 och M5, trots att dessa mätplatser inte var aktiva vid mätning av den konventionella uppställningen. Tecknet "<" betyder att uppställningen till höger om tecknet inneburit signifikant högre hastigheter än uppställningen till vänster om detta. Likhetstecknet "=" betyder **antingen** att inga signifikanta skillnader kunde påvisas mellan uppställningarna på båda sidor om tecknet **eller** att något test mellan variablerna bredvid tecknet inte utförts.

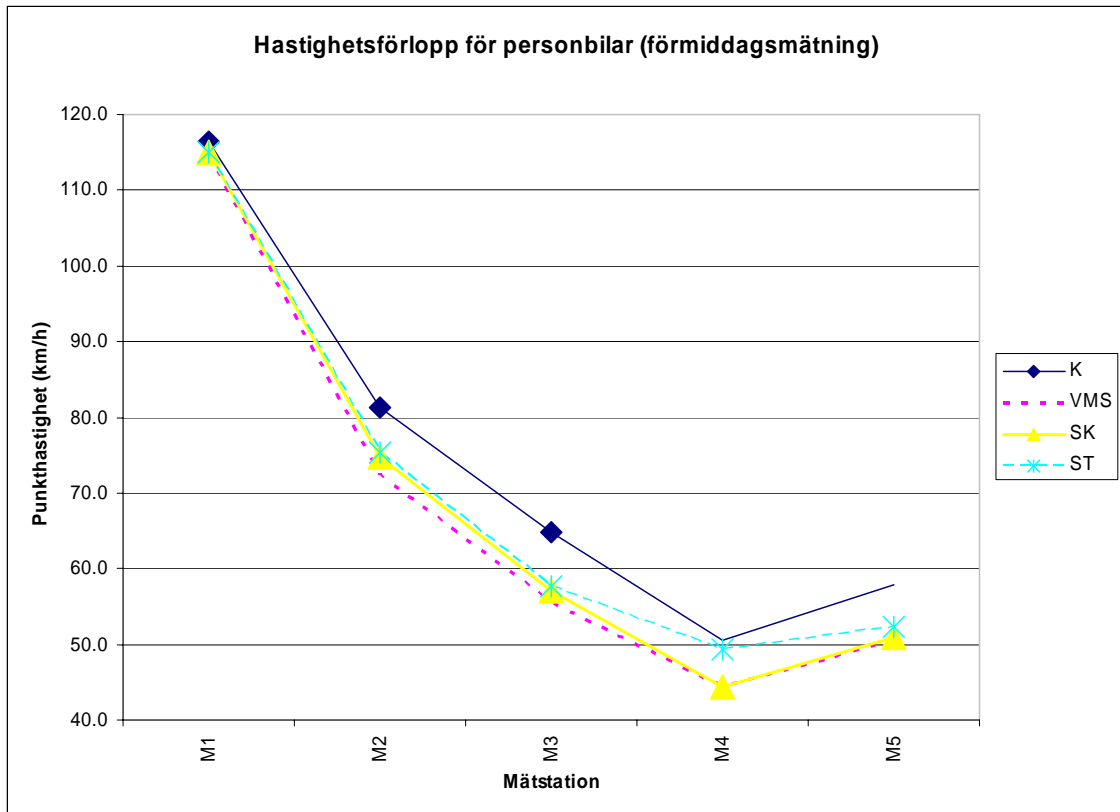
Tabell 3 Inbördes förhållanden mellan uppmätta hastigheter med de olika uppställningarna. Post hoc-test för fria personbilar.

M1	VMS	=	SK	=	ST	=	K
M2	VMS	<	SK	=	ST	<	K
M3	VMS	=	SK	=	ST	<	K
M4	VMS	=	SK	<	ST	=	K
M5	VMS	=	SK	<	ST	=	K

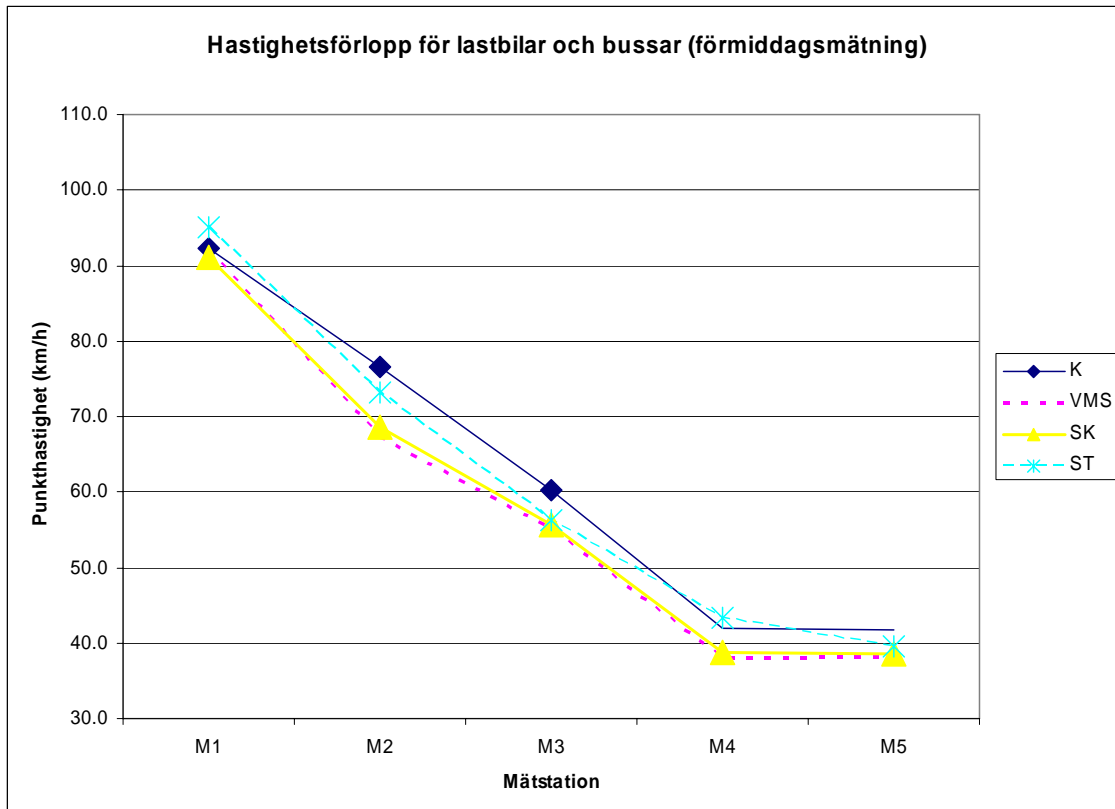
Tabell 4 Inbördes förhållanden mellan uppmätta hastigheter med de olika uppställningarna. Post hoc-test för fria lastbilar och bussar.

M1	VMS	=	SK	=	ST	=	K
M2	VMS	=	SK	<	ST	=	K
M3	VMS	=	SK	=	ST	<	K
M4	VMS	=	SK	<	ST	=	K
M5	VMS	=	SK	=	ST	=	K

Figur 9 och Figur 10 visar hastighetsförlopp från förmiddagsmätningar för personbilar respektive lastbilar och bussar. Även här är data predicerade enligt tidigare resonemang (i graferna har predicerade data utmärkts genom att brytpunkter inte har markerats). Av symmetriskäl skulle hastighetsförloppet vara detsamma, men med en något annorlunda skala, om istället data för eftermiddagsmätningarna redovisats i diagrammen.



Figur 9 Hastighetsförlopp för personbilar. Data från förmiddagsmätningar inklusive predicerade data för K i M4 och M5 samt predicerade data från eftermiddagsmätning för VMS.



Figur 10 Hastighetsförlopp för lastbilar och bussar. Data från förmiddagsmätningar inklusive predicerade data för K i M4 och M5 samt predicerade data från eftermiddagsmätning för VMS.

5.2 Jämförelse av foton

Tabell 5 visar bedömningarnas poängmedelvärde, standardavvikelse och antalet observationer för position 1 (strax före hastighetsbegränsningen 90 km/h). Tabell 6 och Tabell 7 visar motsvarande för position 2 (vid den första chikanpilen) respektive position 3 (vid den andra chikanpilen).

I bilaga D redovisas envägs variansanalyser för position 1, 2 respektive 3 med beroende variabel poäng och oberoende variabel uppställning.

5.2.1 Position 1

Tabell 5 Medelvärde och standardavvikelse för poängen för uppställningarna i position 1. Observera att i denna position är uppställningarna VMS, SK & ST identiska.

Uppställning	Totalpoängens medelvärde	Antal observationer	Standardavvikelse
K	3,77	7	1,53
VMS, SK, ST	-4,01	7	1,35

Variansanalysen visade att den konventionella uppställningen med fasta skyltar (K) var signifikant tydligare än de andra uppställningarna i denna position. Eftersom ingenting i

position 1 (strax före hastighetsbegränsningen 90 km/h) skilde sig åt mellan VMS, SK och ST gjordes inga jämförelser mellan dessa.

5.2.2 Position 2

Tabell 6 Medelvärde och standardavvikelse för poängen för uppställningarna i position 2.

Uppställning	Totalpoängens medelvärde	Antal observationer	Standardavvikelse
K	-1,79	21	3,17
VMS	-2,66	21	2,63
SK	-0,31	21	3,90
ST	4,14	21	1,35

Post hoc-test visade att uppställningen med vita plaststaket (ST) ansågs vara signifikant tydligare än de andra uppställningarna i position 2. Mellan övriga uppställningar (VMS, K respektive SK) kunde inga signifikanta skillnader påvisas i denna position (vid första chikanpil).

5.2.3 Position 3

Tabell 7 Medelvärde och standardavvikelse för poängen för uppställningarna i position 3.

Uppställning	Totalpoängens medelvärde	Antal observationer	Standardavvikelse
K	-1,29	21	3,03
VMS	-1,85	21	2,67
SK	-1,85	21	3,02
ST	3,83	21	1,50

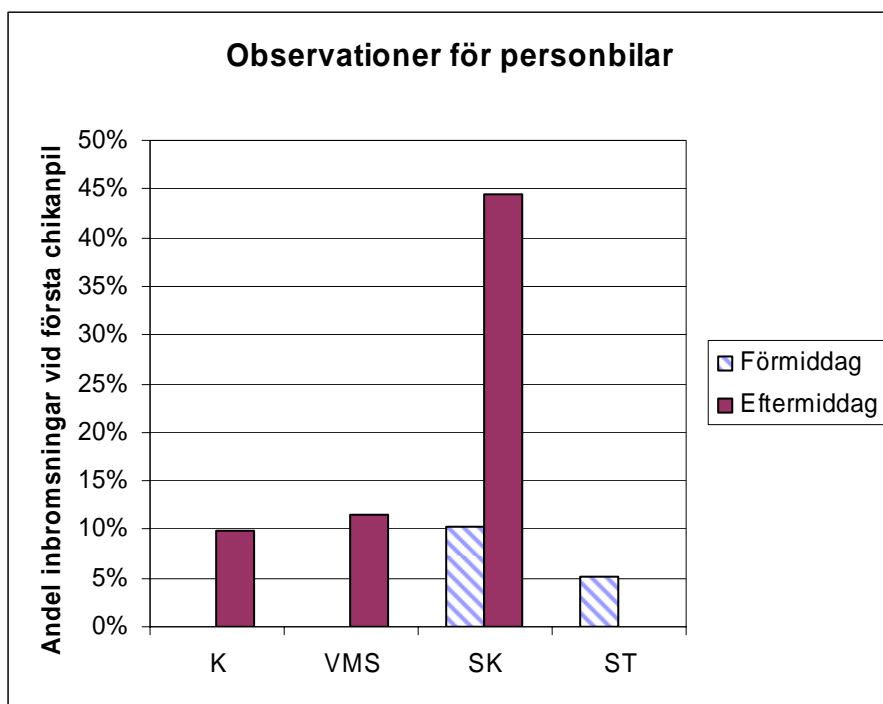
Post hoc-test visade att uppställningen med vita plaststaket (ST) ansågs vara signifikant tydligare än de andra uppställningarna i position 3. Mellan övriga uppställningar (VMS, SK respektive K) kunde inga signifikanta skillnader påvisas i denna position (vid andra chikanpil).

5.3 Observationer

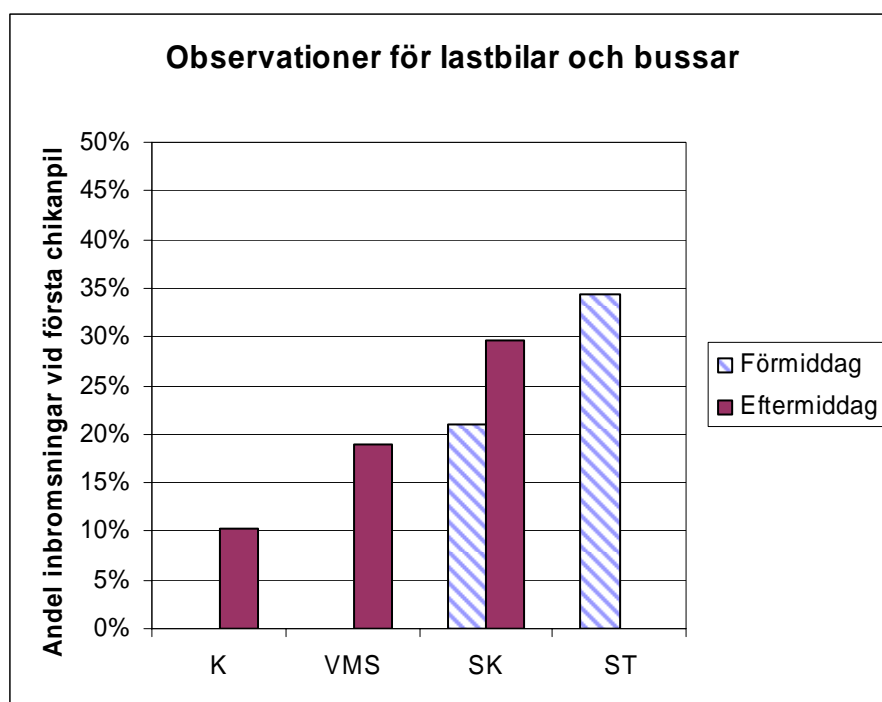
Resultat från observationer av inbromsningar redovisas i Tabell 8, medan andelen inbromsningar av det totala antalet personbilar respektive lastbilar och bussar redovisas i graferna i Figur 11 respektive Figur 12.

Tabell 8 Antal fordon samt antal observationer av inbromsningar mellan första och andra chikanpilen under för- och eftermiddag för de olika uppställningarna.

Uppställning		Förmiddag		Eftermiddag	
		Pb	Lb/buss	Pb	Lb/buss
K	Antal fordon	–	–	193	49
	Antal inbromsningar	–	–	19	5
VMS	Antal fordon	–	–	267	79
	Antal inbromsningar	–	–	31	15
SK	Antal fordon	147	38	81	27
	Antal inbromsningar	15	8	36	8
ST	Antal fordon	234	35	–	–
	Antal inbromsningar	12	12	–	–



Figur 11 Resultat från observationer av personbilar under för- och eftermiddag för de olika uppställningarna.



Figur 12 Resultat från observationer av lastbilar och bussar under för- och eftermiddag för de olika uppställningarna.

Enbart två speciella händelser noterades under observationerna. Vid ett enstaka tillfälle noterades en felkörning i chikanen. Det var vid uppställningen VMS på eftermiddagen då en personbil inte följde chikanens kanter utan kom ut mellan två sidomarkerings-skärmar vid den andra chikanpilen och sedan åkte tillbaka mellan två sidomarkerings-skärmar igen på den långa sträckan före överledningen. En händelse när en lastbil med skylten "bred last" tangerade en sidomarkerings-skärm i chikanen noterades också under samma eftermiddag. Detta berodde dock inte på för hög hastighet eftersom lastbilen körde väldigt sakta genom chikanen, utan tycks enbart ha inträffat till följd av den breda lasten i kombination med den smala chikanen.

Resultaten i Tabell 8, Figur 11 och Figur 12 är något osäkra pga. att det under observationerna vid uppställningen ST var svårt att se bromsljusen på personbilar eftersom det vita plaststaketet skymde (se Figur 13). Vid skarpt solsken kan det även ha hänt att solen reflekterades i bromsljusen vilket ledde till felaktig notering i observationsprotokollet. Observationstiderna var dessutom olika både vad gäller längd och tid på dygnet.



Figur 13 Det var svårt att se bilarnas bromsljus då de kört in bakom de vita plaststaketen i chikanen vid uppställning ST.

6 Sammanfattning av resultaten

De i kapitel 5 redovisade resultaten kan sammanfattas:

Hastighetsmätningarna vid infarten till vägarbetsområdet har visat att de testade uppställningarna från Nissen är att föredra framför den konventionella svenska uppställningen, vilket motiveras av en bättre hastighetsanpassning före passagen av arbetsplatsen. Av Nissens uppställningar kan de två som inte använder staket i chikanen anses vara likvärdiga, medan den med staket innebär något högre hastigheter. Resultaten kan i stort sägas gälla för både lätt och tung trafik.

Jämförelse av de fyra uppställningarna från foton visar att den konventionella svenska uppställningen tydligare anger att man närmar sig ett vägarbete och att de två körfälten går samman till ett. Däremot visar Nissens uppställning med staket tydligare hur man ska passera chikanen. Sannolikt är det därför hastigheterna genom chikanen var högre med staket än utan.

Antalet observationer av inbromsningar inför vägarbetet är begränsat och observationerna osäkra varför några slutsatser från dessa inte bör dras.

Sammanfattningsvis är, från säkerhetssynpunkt, Nissens uppställning utan staket (VMS eller SK, ovan) att föredra framför den svenska konventionella uppställningen. Detta resultat gäller i dagsljus och utan hänsyn tagen till eventuella nyhetseffekter.

7 Diskussion

Det måste understrykas att resultaten från denna studie är behäftade med viss osäkerhet som till stor del förklaras av en variation i de yttre förhållandena under försökets gång. Även om mätningar vid regn har sorterats bort, så har vissa mätningar gjorts i solsken och andra i mulet väder vilket kan ha påverkat resultatet.

Detta till trots är resultaten ändå logiska: Långt före vägarbetet – innan trafikanterna kunde se de första skyltarna – kunde inga hastighetsskillnader påvisas. Först då varningsskyltar och senare annan utmärkning kunde ses uppmättes skillnader i hastighet beroende på typ av uppställning.

Det finns således starka skäl att betrakta resultaten i denna studie som korrekta, trots de omständigheter under vilka försöket genomfördes. Som redan har påpekats måste man dock vara försiktig med nyhetseffekter. Resultaten ska inte heller generaliseras till mörkertrafik eller väderförhållanden som innebär försämrad sikt.

Intressant är att den konventionella uppställningen, med fast 90-skylt och orange märke ”körfält upphör” (F25) ansågs vara tydligare än den variabla 90-skylten, varnings-skylten och körfältsförändringstavlan. En trolig förklaring till att F25 upplevdes tydligare är att den har större symbol och mindre detaljrikedom. Dessutom var denna tavla välbekant för försökspersonerna, medan det var svårare att se och kunna tolka informationen på de variabla skyltarna på samma avstånd. Vid en fotojämförelse är det förstås också omöjligt att presentera en rörlig tavla.

Innan ett beslut om användandet av Nissens utrustning fattas, bör denna studeras i ett större projekt under en längre tid och då även i mörker.

Referenser

Bolling, Anne & Nilsson, Lena: **Utvärdering av kameraövervakade vägarbetsplatser – en pilotstudie**. VTI notat 64-2001. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping, 2001.

Vägverket: **Rätt hastighet kan rädda liv. Hastighetens betydelse för konsekvenserna av en krock**. Vägverket. Borlänge, 2002.

Medelhastigheter

Tabell 9 Medelhastighet, standardavvikelse och antal observationer för fria personbilar under förmiddagsmätningarna.

Mätplats	Uppställning	Medelhastighet (km/h)	Standardavvikelse (km/h)	Antal observationer
M1	K	116,4	13,9	340
	VMS	–	–	–
	SK	115,0	14,5	285
	ST	115,1	13,2	356
M2	K	81,2	11,9	353
	VMS	–	–	–
	SK	74,7	10,8	290
	ST	75,4	10,8	344
M3	K	64,8	11,7	347
	VMS	–	–	–
	SK	57,0	10,5	295
	ST	57,7	10,8	346
M4	K	–	–	–
	VMS	–	–	–
	SK	44,4	7,3	265
	ST	49,3	7,4	349
M5	K	–	–	–
	VMS	–	–	–
	SK	51,0	7,4	207
	ST	52,2	6,1	274

Tabell 10 Medelhastighet, antal observationer och standardavvikelse för fria personbilar under eftermiddagsmätningarna.

Mätplats	Uppställning	Medelhastighet (km/h)	Standardavvikelse (km/h)	Antal observationer
M1	K	–	–	–
	VMS	116,9	15,0	304
	SK	117,2	14,9	285
	ST	–	–	–
M2	K	–	–	–
	VMS	73,9	12,2	298
	SK	76,3	11,7	308
	ST	–	–	–
M3	K	–	–	–
	VMS	57,5	10,5	312
	SK	59,1	11,8	312
	ST	–	–	–
M4	K	–	–	–
	VMS	46,9	8,0	254
	SK	47,0	8,6	212
	ST	–	–	–
M5	K	–	–	–
	VMS	51,8	6,3	215
	SK	52,3	7,7	107
	ST	–	–	–

Bilaga A
Sid 2 (2)

Tabell 11 Medelhastighet, antal observationer och standardavvikelse för fria lastbilar och bussar under förmiddagsmätningarna.

Mätplats	Uppställning	Medelhastighet (km/h)	Standardavvikelse (km/h)	Antal observationer
M1	K	92,2	9,5	80
	VMS	–	–	–
	SK	91,0	9,6	94
	ST	95,2	15,0	70
M2	K	76,5	8,5	92
	VMS	–	–	–
	SK	68,6	8,7	92
	ST	73,2	11,3	77
M3	K	60,3	7,9	93
	VMS	–	–	–
	SK	55,7	7,1	99
	ST	56,2	10,4	77
M4	K	–	–	–
	VMS	–	–	–
	SK	38,7	7,1	111
	ST	43,3	6,9	82
M5	K	–	–	–
	VMS	–	–	–
	SK	38,5	6,9	112
	ST	39,6	5,9	85

Tabell 12 Medelhastighet, antal observationer och standardavvikelse för fria lastbilar och bussar under eftermiddagsmätningarna.

Mätplats	Uppställning	Medelhastighet (km/h)	Antal observationer	Standardavvikelse (km/h)
M1	K	–	–	–
	VMS	93,5	91	12,6
	SK	92,4	89	12,4
	ST	–	–	–
M2	K	–	–	–
	VMS	69,8	103	8,7
	SK	71,2	94	8,6
	ST	–	–	–
M3	K	–	–	–
	VMS	55,7	104	7,9
	SK	56,2	100	7,2
	ST	–	–	–
M4	K	–	–	–
	VMS	41,7	110	6,6
	SK	42,4	91	7,1
	ST	–	–	–
M5	K	–	–	–
	VMS	39,1	101	8,1
	SK	39,3	95	6,3
	ST	–	–	–

Variansanalyser av hastighetsdata

Variansanalyserna 1, 2 och 3 redovisas under respektive rubrik nedan. ω^2 är ett styrkemått som anger hur stor del av den totala variansen som kan förklaras av en viss effekt. Effekter med $\omega^2 < 0,01$ kan anses försumbara.

Analys 1

Tabell 13 Tvåvägs variansanalys med beroende variabel hastighet och oberoende variabler mätplats och uppställning. Uppställningarna K, SK och ST och mätplatserna M1, M2 och M3 ingick i analysen. Data från förmiddagsmätningar.

	Oberoende variabel	df	F-kvot	sign. (p<)	ω^2
Personbilar	Mätplats (M)	2	5 424,27	0,01	0,78
	Uppställning (U)	2	57,94	0,01	0,01
	M x U	4	7,58	0,01	0,00
Lastbilar och bussar	Mätplats (M)	2	826,90	0,01	0,67
	Uppställning (U)	2	15,65	0,01	0,01
	M x U	4	4,44	0,01	0,01

Post hoc-test visar att vid uppställningarna SK och ST var hastigheterna för personbilar signifikant lägre än vid uppställningen K. För lastbilar och bussar erhöles signifikant lägre hastigheter vid uppställningen SK än vid ST och K.

Analys 2

Tabell 14 Tvåvägs variansanalys med beroende variabel hastighet och oberoende variabler mätplats och uppställning. Uppställningarna SK och ST samt mätplatserna M1–M5 ingick i analysen. Data från förmiddagsmätningar.

	Oberoende variabel	df	F-kvot	sign. (p<)	ω^2
Personbilar	Mätplats (M)	4	4377,86	0,01	0,85
	Uppställning (U)	1	16,03	0,01	0,00
	M x U	4	5,25	0,01	0,00
Lastbilar och bussar	Mätplats (M)	4	1087,91	0,01	0,81
	Uppställning (U)	1	24,53	0,01	0,00
	M x U	4	2,20	0,07	0,00

Analys 3

Tabell 15 Tvåvägs variansanalys med beroende variabel hastighet och oberoende variabler mätplats och uppställning. Uppställningarna VMS och SK samt mätplatserna M1–M5 ingick i analysen. Data från eftermiddagsmätningar.

	Oberoende variabel	df	F-kvot	sign. (p<)	ω^2
Personbilar	Mätplats (M)	4	3 265,84	0,01	0,83
	Uppställning (U)	1	4,10	0,05	0,00
	M x U	4	1,01	0,40	0,00
Lastbilar och bussar	Mätplats (M)	4	1 215,33	0,01	0,83
	Uppställning (U)	1	0,45	0,51	0,00
	M x U	4	0,54	0,71	0,00

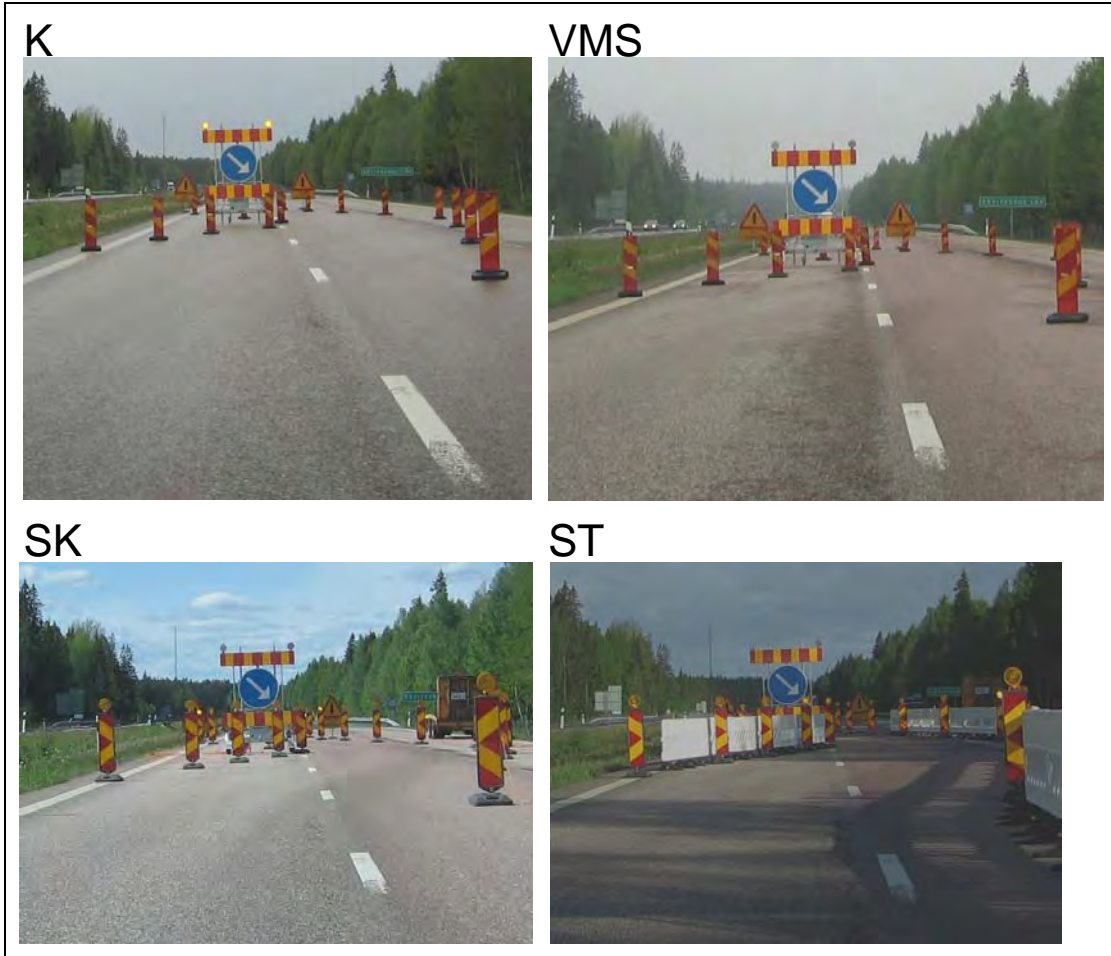
Foton använda vid jämförelserna



Figur 14 Foton tagna i position 1, strax före hastighetsbegränsningen 90 km/h, och som jämfördes mot varandra.



Figur 15 Foton tagna i position 2, vid första chikanpilen, och som jämfördes mot varandra parvis i alla kombinationer.



Figur 16 Foton tagna i position 3, vid andra chikanpilen, och som jämfördes mot varandra parvis i alla kombinationer.

Variansanalyser vid jämförelse av foton

Tabell 16 Envägs variansanalys för position 1 med beroende variabel poäng och oberoende variabel uppställning.

Effekt	F-kvot	sign. (p<)	ω^2
Uppställning	101,744	0,001	0,88

Tabell 17 Envägs variansanalys för position 2 med beroende variabel poäng och oberoende variabel uppställning.

Effekt	F-kvot	sign. (p<)	ω^2
Uppställning	22,605	0,001	0,44

Tabell 18 Envägs variansanalys för position 3 med beroende variabel poäng och oberoende variabel uppställning.

Effekt	F-kvot	sign. (p<)	ω^2
Uppställning	23,055	0,001	0,44

VTI är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut som arbetar med forskning och utveckling inom transportsektorn. Vi arbetar med samtliga trafikslag och kärnkompetensen finns inom områdena säkerhet, ekonomi, miljö, trafik- och transportanalys, beteende och samspel mellan människa-fordon-transportssystem samt inom vägkonstruktion, drift och underhåll. VTI är världsledande inom ett flertal områden, till exempel simulatorteknik. VTI har tjänster som sträcker sig från förstudier, oberoende kvalificerade utredningar och expertutlåtanden till projektledning samt forskning och utveckling. Vår tekniska utrustning består bland annat av körsimulatorer för väg- och järnvägstrafik, väglaboratorium, däckprovsningsanläggning, krockbanor och mycket mer. Vi kan även erbjuda ett brett utbud av kurser och seminarier inom transportområdet.

VTI is an independent, internationally outstanding research institute which is engaged on research and development in the transport sector. Our work covers all modes, and our core competence is in the fields of safety, economy, environment, traffic and transport analysis, behaviour and the man-vehicle-transport system interaction, and in road design, operation and maintenance. VTI is a world leader in several areas, for instance in simulator technology. VTI provides services ranging from preliminary studies, highlevel independent investigations and expert statements to project management, research and development. Our technical equipment includes driving simulators for road and rail traffic, a road laboratory, a tyre testing facility, crash tracks and a lot more. We can also offer a broad selection of courses and seminars in the field of transport.



HUVUDKONTOR/HEAD OFFICE

LINKÖPING

POST/MAIL SE-581 95 LINKÖPING

TEL +46 (0)13 20 40 00

www.vti.se

BORLÄNGE

POST/MAIL BOX 760

SE-781 27 BORLÄNGE

TEL +46 (0)243 446 860

STOCKHOLM

POST/MAIL BOX 55685

SE-102 15 STOCKHOLM

TEL +46 (0)8 555 770 20

GÖTEBORG

POST/MAIL BOX 8077

SE-402 78 GÖTEBORG

TEL +46 (0)31 750 26 00