




## Småskalig ITS

### Utvärdering av effekten av lokala VMS-system i tätort

Anna Anund  
Christer Ahlström  
Sverker Almqvist  
Mohammad-Reza Yahya



<b>Utgivare:</b>   581 95 Linköping	<b>Publikation:</b> <b>VTI rapport 646</b>		
	<b>Utgivningsår:</b> 2009	<b>Projektnummer:</b> 40753	<b>Dnr:</b> 2008/0407-26
	<b>Projektnamn:</b> Småskalig ITS		
<b>Författare:</b> Anna Anund Christer Ahlström Sverker Almqvist Mohammad-Reza Yahya		<b>Uppdragsgivare:</b> Vägverket	
<b>Titel:</b> Småskalig ITS Utvärdering av effekten av lokala VMS-system i tätort			
<b>Referat (bakgrund, syfte, metod, resultat) max 200 ord:</b>  <p>Utvärderingen har syftat till att belysa frågan om en variabel skylt med kompletterande tilläggstavla/-blinkljus bidrar till att trafikanter uppmärksammar att de kör fortare än gällande hastighetsgräns och därmed vidtar en åtgärd i form av sänkt hastighet.</p> <p>Försöket med tilläggstavlan gjordes i Grästorp i anslutning till en skola och försöket med blinkljuset gjordes i Färgelanda i anslutning till en korsning. Den variabla skylten, som tänds när ett annalkande fordon kör fortare än den gällande hastighetsgränsen 50 kilometer/timman, var gemensam för båda orterna. Hastighetsmätningarna visade att den variabla skylten i såväl Grästorp som Färgelanda hade en reducerande effekt på både medelhastighet och 85-percentilen, dvs. att även om inte alla håller 50 kilometer/timman så har majoriteten sänkt sin hastighet, även de som kör mycket för fort. Den kompletterande tilläggstavlan gav dock ingen ytterligare effekt. Trafikantintervjuerna visade att förarna i Grästorp var väl medvetna om den nya skylten med tilläggstavla och vad budskapet var. Förarna rapporterar att de sänker hastigheten och att skylten även påverkar andra trafikanter att sänka farten. Majoriteten upplevde att såväl 50-skylten som tilläggstavlan bidrar till ökad trafiksäkerhet. De kritiska argument som framkom var riktade mot tilläggstavlan och var av karaktären att hastighetsskylten redan gjort dem uppmärksamma och att det är tillräckligt. Förarna i Färgelanda var även de väl medvetna om den nya skylten med blinkljuset. De rapporterar att de sänker hastigheten och att skylten påverkar även andra trafikanter att sänka farten. Majoriteten upplever att såväl 50-skylten som blinkljuset bidrar till en ökad trafiksäkerhet. De kritiska argument som framkom var riktade mot blinkljuset och var av karaktären att man redan var uppmärksam och hade sänkt sin hastighet.</p> <p>Baserat på resultaten i denna rapport rekommenderas en användning av variabla hastighetsskyltar vid välmotiverade platser. Resultaten från utvärderingen visar ingen extra hastighetssänkning med anledning av tilläggstavlor eller blinkande ljus.</p>			
<b>Nyckelord:</b> ITS, VMS, lokala, hastighetsgräns, utvärdering, hastighetssänkning			
<b>ISSN:</b> 0347-6030	<b>Språk:</b> Svenska	<b>Antal sidor:</b> 36 + 2 bilagor	

<b>Publisher:</b>   SE-581 95 Linköping Sweden	<b>Publication:</b> <b>VTI rapport 646</b>		
	<b>Published:</b> 2009	<b>Project code:</b> 40753	<b>Dnr:</b> 2008/0407-26
	<b>Project:</b> Local ITS solutions		
<b>Author:</b> Anna Anund Christer Ahlström Sverker Almqvist Mohammad-Reza Yahya		<b>Sponsor:</b> Swedish Road Administration	
<b>Title:</b> Evaluation of local ITS solutions in urban areas			
<b>Abstract (background, aim, method, result) max 200 words:</b>  This study investigates the acceptance and effect of variable message signs (VMS). Two different systems were evaluated; one where a speed limit sign was combined with a message to slow down and another where a speed limit sign was combined with flashing lights. Both VMS were activated (lit up) if the passing vehicle was driving too fast as it approached the speed limit sign. The aim of the study was to evaluate if the variable speed limit sign contributed to lower speeds, and the same approach was used in order to evaluate the effect of an additional message system or flashing lights. The investigation was conducted in two Swedish villages, Grästorp and Färgelanda, at road sections where the speed limit was momentarily reduced to 50 km/h. In both locations, the use of a variable speed limit sign resulted in a speed reduction (mean and 85 percentiles) amongst the drivers. This means that the majority of the drivers, including those who drove much too fast, reduced their speed owing to the VMS. However, no further speed reductions were found when combining the variable speed limit signs with either a message system or flashing lights. Interviews with the drivers revealed that they believed that both VMS systems would increase traffic safety by reducing the speeds. They also stated that the variable speed limit sign was enough to increase their awareness of the current speed limit and that no additional message systems or the blinking lights were necessary. Based on the results of this report, a recommendation can be done for use of variable speed limit signs at certain exposed locations. However, additional systems to attract the drivers' attention are not supported since no further reduction in speed was seen.			
<b>Keywords:</b> ITS, VMS, local, urban, speed limit, evaluation, speed reduction			
<b>ISSN:</b> 0347-6030	<b>Language:</b> Swedish	<b>No. of pages:</b> 36 + 2 Appendices	

## Förord

Föreliggande studie är en utvärdering på uppdrag av Vägverket som omfattar dels en omvärldsanalys avseende småskaliga intelligenta transportsystem (ITS), dels en utvärdering av effekten av två olika ITS-lösningar vars syfte var att uppnå bättre hastighetsgränsefterlevnad. Utvärderingen har skett som en före/efterstudie, där efterstudien har skett i två etapper. Utvärderingen omfattar såväl hastighetsmätningar som trafikantintervjuer. Hastighetsmätningarna har utförts av Vectura med Björn Gustavsson som kontaktperson. Sverker Almqvist, VTI, har ansvarat för kunskaps-genomgången, Christer Ahlström, VTI, har ansvarat för analys av hastighetsdata och Mohammad-Reza Yahya, VTI, har ansvarat för estimering av avgasemmissioner. Projektet initierades av Vägverket Region Väst och kontaktperson där har varit Peter von Heidenstam.

Vi ber att få rikta ett speciellt tack till Peter von Heidenstam och hans kollega Björn Carselid för det goda samarbetet.

Linköping februari 2009

*Anna Anund*

## Kvalitetsgranskning

Granskningsseminarium genomfört 2009-02-12 där Mats Wiklund var lektor. Anna Anund och Christer Ahlström har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus. Projektledarens närmaste chef Jan Andersson har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 2009-02-24.

## Quality review

Review seminar was carried out on 12 February 2009 where Mats Wiklund reviewed and commented on the report. Anna Anund and Christer Ahlström have made alterations to the final manuscript of the report. The research director of the project manager Jan Andersson examined and approved the report for publication on 24 February 2009.

## Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	5
Summary .....	7
1 Inledning och bakgrund .....	9
2 Syfte och hypoteser .....	10
3 Metod.....	11
3.1 Förutsättningar .....	11
3.2 Försöksplatser .....	11
3.3 Genomförande.....	15
3.4 Statistisk analys.....	16
3.5 Avgasemissioner .....	16
4 Omvärldsanalys.....	18
5 Trafikanteffekter.....	21
6 Diskussion och slutsats .....	31
6.1 Effekter av den variabla skylten.....	31
6.2 Effekter av tilläggstavla / blinkljus .....	32
6.3 Metod.....	32
7 Rekommendation .....	35
Referenser.....	36

Bilaga 1: Avgasemissioner

Bilaga 2: Hastighetsmätningar





## Småskalig ITS – Utvärdering av effekten av lokala VMS-system i tätort

av Anna Anund, Christer Ahlström, Sverker Almqvist och Mohammad-Reza Yahya  
VTI  
581 95 Linköping

### Sammanfattning

Variabla hastighetsskyltar som tänds då förare kör fortare än lagstadgade 50 km/tim har en hastighetsreducerande effekt på 4–6 kilometer/timmen. Tilläggstavla med texten ”sänk farten” eller kompletterande blinkljus i övre delen av skylten har inte kunnat visas bidra med ytterligare hastighetssänkningar.

Utvärderingen har syftat till att belysa frågan om en variabel skylt med kompletterande tilläggstavla/blinkljus bidrar till att trafikanter uppmärksammar att de kör fortare än gällande hastighetsgräns och därmed vidtar en åtgärd i form av sänkt hastighet. Föreliggande utvärdering har omfattat hastighetsmätningar och väggkantsintervjuer i Grästorp och Färgelanda.

Försöket har skett i Grästorp i anslutning till en skola och i Färgelanda i anslutning till en korsning. Hastighetsmätningarna visade att den variabla skylten i såväl Grästorp som Färgelanda hade en reducerande effekt på både medelhastighet och 85-percentilen, dvs. även om inte alla håller 50 kilometer/timmen så har majoriteten sänkt sin hastighet, även de som kör mycket för fort. I Grästorp kunde dock ingen ytterligare effekt påvisas av den kompletterande tilläggstavlan. Trafikantintervjuerna visade att förarna i Grästorp var väl medvetna om den nya skylten med tilläggstavla och vad budskapet var. Förarna rapporterar att de sänker hastigheten och att skylten även påverkar andra trafikanter att sänka farten. Majoriteten upplevde att såväl 50-skylden som tilläggstavlan bidrar till ökad trafiksäkerhet. De kritiska argument som framkom var riktade mot tilläggstavlan och var av karaktären att hastighetsskylden redan gjort dem uppmärksamma och att det är tillräckligt. Förarna i Färgelanda var även de väl medvetna om den nya skylten med blinkluset. De rapporterar att de sänker hastigheten och att skylten påverkar även andra trafikanter att sänka farten. Majoriteten upplever att såväl 50-skylden som blinkluset bidrar till en ökad trafiksäkerhet. Mer kritiska argument som framkom var riktade mot blinkluset och var av karaktären att man redan var uppmärksam och hade sänkt sin hastighet.

Baserat på resultaten i denna rapport rekommenderas en användning av variabla hastighetsskyltar vid välmotiverade platser. Resultaten från utvärderingen visar ingen extra hastighetssänkning med anledning av tilläggstavlor eller blinkande ljus.



## **Evaluation of local ITS solutions in urban areas**

by Anna Anund, Christer Ahlström, Sverker Almqvist and Mohammad-Reza Yahya  
VTI (Swedish National Road and Transport Research Institute)  
SE-581 95 Linköping Sweden

### **Summary**

This study investigates the acceptance and effect of variable message signs (VMS). Two different systems were evaluated: one where a speed limit sign was combined with a message to slow down and another where a speed limit sign was combined with flashing lights. Both VMS were activated (lit up) if the passing vehicle was driving too fast as it approached the speed limit sign. The aim of the study was to evaluate if the use of a variable speed limit sign gave rise to lower speeds. The same approach was used in order to evaluate the effect of an additional message system or flashing lights.

The investigation was conducted in two Swedish villages, Grästorp and Färgelanda, at road sections where the speed limit was momentarily reduced to 50 km/h. In both locations, the use of a variable speed limit sign resulted in speed reduction (mean and 85 percentiles) amongst the drivers. This means that the majority of the drivers, including those that drove much too fast, reduced their speed owing to the VMS. However, no further speed reductions were found when combining the variable speed limit signs with either a message system or flashing lights.

Interviews with the drivers revealed that they believed that both VMS systems would increase traffic safety by reducing the speeds. They also stated that variable speed limit sign was enough to increase their awareness of the current speed limit and that no additional message systems or the blinking lights were necessary.

Based on the results of this report, we recommend variable speed limit signs to be used in certain exposed locations. However, an additional system to attract the drivers attention is not supported since any further reduction in speed was not seen.



## 1 Inledning och bakgrund

Intelligenta transportsystem (ITS) syftar till att använda informationsteknologi för att knyta samman resenärer, fordon och infrastruktur på ett effektivt sätt. De övergripande målen med storskalig ITS är förutom att öka trafiksäkerheten även att minska miljöpåverkan samt att öka rörligheten genom att till exempel motverka köbildning. Småskalig ITS har i princip samma mål. Den stora skillnaden ligger i att småskalig ITS ofta är autonom och därför kan användas lokalt utan den extrema komplexitet som storskalig ITS för med sig. Småskalig användning av ITS har ökat under senare år och ses idag som ett sätt att bidra till måluppfyllelse enligt nollvisionen.

Inom Vägverket Region Väst har ett flertal småskaliga ITS installerats, och den samlade bedömningen efter genomförda utvärderingar är att i de fall man nyttjat lokala hastighetsförstärkande budskap har detta bidragit till hastighetsreduktioner med omkring 6–7 km/tim. Under 2008 kommer det att finnas 35 ITS i funktion i Region Väst. Systemen är olika både avseende indata, utdata och sensorer.

Under 2008 har 9 nya system beställts. Dessa fokuserar på:

- Förstärkning av gällande hastighetsbegränsning för de som kör för fort förbi riskfyllda platser som korsningar, övergångställen och passager av gång- och cykeltrafik (GC-trafik). Detta nyttjas framförallt på vägar med hastighetsgränserna 30, 50 eller 70 km/tim
- Förstärkning av markering av övergångsställe då det finns oskyddade trafikanter på väg över
- Uppmaning till ”ghost drivers” dvs. de som kör ut i motsatt riktning på motorväg att de är på väg åt fel håll
- Detektering av korsande trafik.

Kunskapen kring effekten i termer av förändrat beteende och acceptans hos trafikanter är inte känd för ett flertal av de lösningar som är tänkta. Utvärderingar är nödvändiga dels för att avgöra effekten av förekommande system, dels för att driva utvecklingen framåt. I detta projekt studeras förstärkning av gällande hastighetsbegränsning till trafikanten i miljöer med 50 km/tim.

## 2 Syfte och hypoteser

I syfte att öka kunskapen om trafikanternas uppfattning och inställning till nya informationssystem har en utvärdering av fordonsförarens hastighetsbeteende och uppfattning genomförts. Utvärderingen har skett vid två förutbestämda platser och av två förutbestämda system. Informationssystemen baseras på variabla hastighetsskyltar som används för att understryka den gällande hastighetsgränsen. Skyltarna tänds då fordonsförare överskrider gällande hastighetsbegränsning, 50 km/tim. Fokus i utvärderingen ligger på trafikanternas uppfattning om systemet och effekter på hastighetsbeteende när systemet är i drift.

De två frågeställningar som har utvärderats är följande:

- Om en variabel hastighetsskylt som är aktiv då förare passerar i en för hög hastighet och som kompletteras med en tilläggstavla ”Sänk farten” får trafikanterna mer uppmärksamma på gällande hastighet, med resultatet sänkt fart jämfört med att enbart använda en variabel hastighetsskylt.
- Om en variabel hastighetsskylt som är aktiv då förare passerar i en för hög hastighet och som kompletteras med blinkande ljus i övre delen på skylten får trafikanterna mer uppmärksamma på gällande hastighet med konsekvensen sänkt fart jämfört med att enbart använda en variabel hastighetsskylt.

För att kunna studera om tilläggstavlan och de blinkande ljusen tillför något utöver att bara använda en variabel hastighetsskylt så har passerande fordons hastigheter registrerats under tre olika betingelser: helt utan VMS, med variabel hastighetsskylt samt då den variabla hastighetsskylten kompletterats med tilläggstavla/blinkande ljus.

De olika skyltvarianterna, se Figur 1, provas på två olika platser, Grästorps och Färgelanda.



Figur 1 Exempel på de VMS som används i studien. Till vänster visas en 50-skylt som tänds då förare passerar i en för hög hastighet, i mittenbilden visas även tilläggstavlan med texten ”Sänk farten” och till höger visas de kompletterande blinkande ljusen.

## 3 Metod

### 3.1 Förutsättningar

I genomförd utvärdering har vissa förutsättningar varit givna från början, vilket inte är helt ovanligt i denna typ av utredningar.

Val av försöksplatser och typ av system med tillhörande tilläggsbudskap var givet. Beslut om detta har skett i samråd mellan berörda kommuner och Vägverket Region Väst.

Ytterligare en förutsättning som var given var att ett driftsatt system inte får tas ur drift. Detta har inneburit att den försöksdesign som valts inte är fullt balanserad när det gäller antal mätveckor och vilka system som varit aktiva under de tre veckor som fanns till förfogande för mätningar.

### 3.2 Försöksplatser

#### **Grästorps – Rv 47: variabel 50-skyld med tilläggstavla ”Sänk farten” 10 m framför**

Riksväg 47 löper genom Grästorps samhälle med 5 831 invånare vid utgången av 2007 ([www.grastorp.se](http://www.grastorp.se)). Vägen har en genomsnittlig årsmedeldygnstrafik (ÅMDT) av ca 5 000 fordon ([www.vv.se](http://www.vv.se)). Försöksplatsen med skyltplacering och design visas på foto i Figur 2.



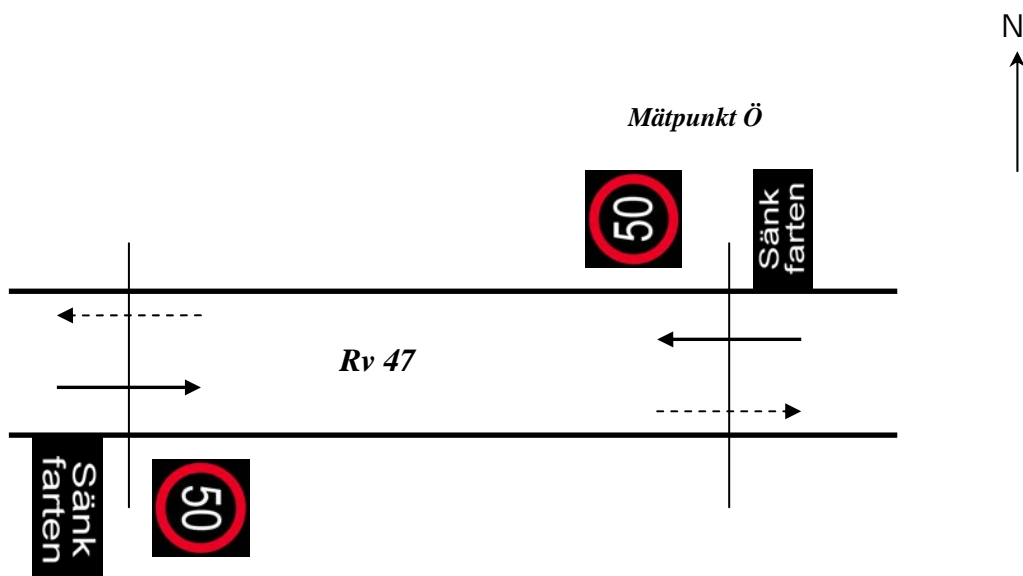
*Figur 2 Skyltdesign och placering av variabel hastighetsbegränsningskyld med tilläggstavla på riksväg 47 utmed östra infarten i Grästorps. Foto: Håkan Wilhelmsson*

Försöksplatsen ligger på östra infarten till tätorten, Figur 3, med villabebyggelse norr om vägen samt förskola, grundskola och fritidshem på södra sidan. Både villaområdet

och skolan har en avskiljande cirka 25 m bred grönyta som ett reservat mot vägen. Gång- och cykelväg ligger i detta markreservat på norra sidan och anslutning till skolområdet sker med en tunnel under vägen. Hastighetsbegränsning på försöksplatsen är 50 km/tim, markerad med plåtskylt vid tätortsgränsen. Valet av småskalig ITS-lösning är motiverat av vägens närhet till skolan. Den principiella försöksuppställningen visas i Figur 4.



Figur 3 Översikt, försöksplatsen i Grästorp markerad med röd punkt.



**Mätpunkt V**

Figur 4 Principiell planskiss över försöksplatsen i Grästorp tillsammans med försöksuppställningen med variabla hastighetsbegränsningsskyltar och tilläggstavlor. Avståndet mellan Mätpunkt V och Mätpunkt Ö är 150 meter. Heldragna pilar visar den primära passagen förbi en mätpunkt medan streckade pilar visar den sekundära passagen.



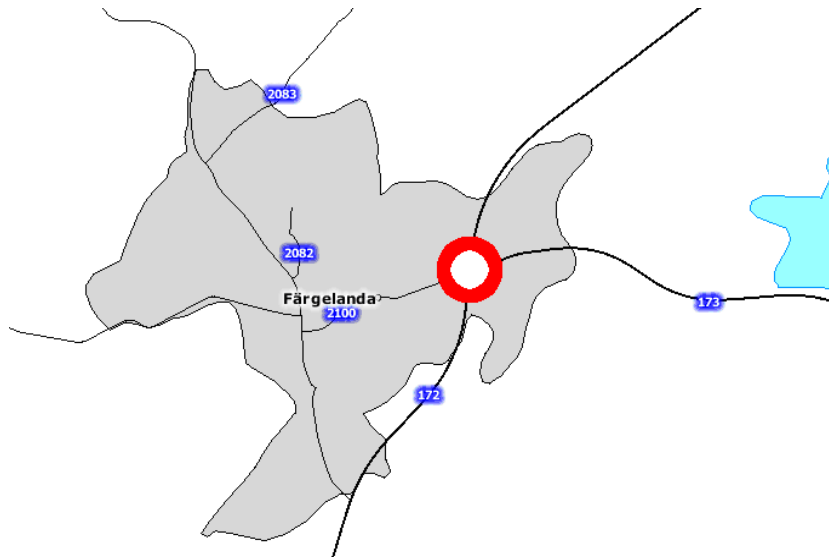
## Färgelanda – Lv 172: variabel 50-skylt med blinkande ljus

Länsväg 172 tangerar Färgelanda samhälle, med 6 770 inv. vid utgången av 2007 ([www.fargelanda.se](http://www.fargelanda.se)). Vägen har en trafikmängd på ca 2 850 norr om försöksplatsen respektive 4 260 (ÅMDT) söder om försöksplatsen. Försöksplatsen med skyltplacering och design visas på foto i Figur 5.

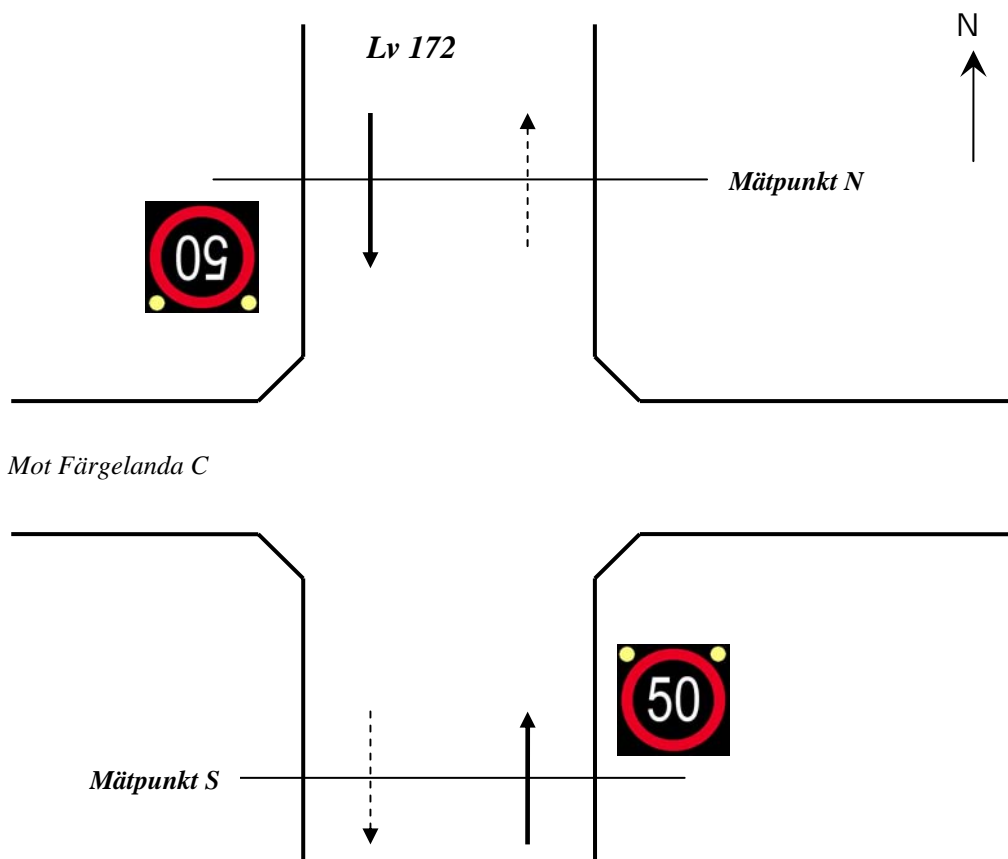


Figur 5 Korsningen Lv 172–Lv 173 i Färgelanda med aktiverad hastighetsbegränsningsskylt kompletterad med blinkande gula lampor. Foto: Håkan Wilhelmsson.

Försöksplatsen definieras som fyrvägskorsningen mellan Lv172 och Lv173 samt infarten till samhället enligt Figur 6. Omgivningen till korsningen, som förövrigt ligger i utkanten av samhället, består av gles bebyggelse med både näringslivsverksamhet och bostäder. Ett markerat övergångsställe finns i korsningens södra del. Hastighetsbegränsning på Lv172 är skyltad till 50 km/tim, ca 150 m i vardera riktningen före korsningen. Försöksplatsens ITS är placerat cirka 75 m före korsningen i respektive körriktning. Den principiella försöksuppställningen visas i Figur 7.



Figur 6 Översikt, försöksplats Färgelanda korsning markerad i röd cirkel.



Figur 7 Principiell planskiss över försöksplats i Färgelanda tillsammans med mätuppställningen med hastighetsbegränsningsskyltar och gult blinkljus markerade. Avståndet mellan mätpunkt S och mätpunkt N är 100 meter. Heltäckande pilar visar den primära passagen förbi en mätpunkt medan streckade pilar visar den sekundära passagen.

### 3.3 Genomförande

Utvärderingen som omfattar omvärldsanalys, förstudie, en första (efter 1) och en andra efterstudie (efter 2) har skett i följande steg:

#### **Omvärldsanalys**

Omvärldsanalysen har genomförts via traditionell litteratursökning (september 2008) i ett antal trafikdatabaser som TRAX (VTI:s bibliotekskatalog) och IRTD (International Transport Research documentation) samt via sökning på Internet och nyttjande av etablerade kontakter inom området. Om VMS, variabla meddelandeskyltar, används som sökkriterium får man ohållbart många träffar. Om sökningen däremot begränsas till det specifika ämnesområdet som detta projekt handlar om, fordonsaktiverade variabla meddelandeskyltar, blir utfallet istället mycket magert. Framförallt hittas tillämpningar från USA och då främst i form av forsknings- och utvecklingsprojekt.

#### **Förstudie**

- Hastighetsmätningar (slang – METOR) utfördes av Vägverket konsult under 3 dygn (tisdag–torsdag) vecka 37 2008.
- Den variabla 50-skylden och tilläggstavlan monterades efter att förstudien var slutförd.

#### **Efter 1 – Variabel skylt driftsatt**

- Hastighetsmätningar utfördes då den variabla 50-skylden varit aktiverad i drygt 2 veckor. Mätningarna skedde under 3 dygn (tisdag–torsdag) vecka 41 2008.
- Nummerskrivning av förbipasserande fordon som överskred respektive inte överskred gällande hastighetsgräns på platsen under vecka 41.
- Telefonintervjuer med de nummerskrivna fordonens ägare genomfördes samma eller nästkommande kväll.

#### **Efter 2 – Tilläggstavla/blinkljus driftsatt**

- Hastighetsmätningar utfördes då variabel med 50-skylt + tilläggstavla alternativt blinkljus varit aktiverad under 3 veckor eller längre. Mätningarna skedde under 3 dygn (tisdag–torsdag) vilket var vecka 44 i Grästorps och vecka 48 i Färgelanda.
- Nummerskrivning av förbipasserande fordon som överskred respektive inte överskred gällande hastighetsgräns på platsen under vecka 43.
- Telefonintervjuer med de nummerskrivna fordonens ägare genomfördes samma eller nästkommande kväll.
- Baserat på hastighetsdata sker även en beräkning av konsekvensen avseende avgasemissioner.

### 3.4 Statistisk analys

Analysen av hastighetsdata är uppdelad för dag (klockan 06–18) och natt (klockan 18-06), samt separerad för personbilar och lastbilar (inkl. släp). Analyserna har skett separat för Grästorp och Färgelanda. I Grästorp har även analys skett för att undersöka såväl hastigheten vid VMS-skylden som drygt 150 meter senare (vid den sekundära passagen).

Detta har inte gjorts för Färgelanda då det ligger en korsning mellan mätpunkterna och trafik därmed kommer att försvinna eller tillkomma. Hastighetsmätningarna har skett med slanggivare och Vägverkets Meteor-utrustning. Placeringen av slangarna var i nära anslutning till VMS och fordon i båda riktningar registrerades. Det var således två utrustningar utplacerade på vardera orten. Slangplacering kan studeras i Figur 2 och Figur 5. För att avgöra om eventuella skillnader var statistiskt säkerställda har parat t-test använts. De parade värdena består av medelhastigheter som beräknats för varje timme, även standardavvikelsen redovisas (sd). Själva testet baseras på ”antal timmar” och inte på ”antal fordon”. Analysen har gjorts för att studera skillnader mellan föremätningen och den första eftermätningen (efter 1) och därefter mellan den första och den andra eftermätningen (efter 2). I samtliga tester har signifikansnivån varit 5 procent. En signifikansnivå på 5 procent innebär att man i 5 fall av 100 riskerar att säga att en skillnad är signifikant fast den inte är det. Hastighetsdata har bearbetats med programvaran MATLAB. Att ta del av trafikanters åsikter har skett genom att under ett par timmar notera passerande fordons registreringsnummer och därefter via fordonsregistret söka rätt på ägarna och ringa dessa samma eller nästkommande kväll. De nummerskrivningar som gjordes, 60 på vardera platsen vid första tillfället och 80 vid andra tillfället, resulterade i att vi hittade fram till cirka hälften av fordonsägarna. Fördelningen av noteringar av registreringsnummer var jämnt fördelad mellan fordon i båda riktningarna. På grund av databortfall (tekniska problem med mätutrustningens slanggivare) i samband med hastighetsmätningarna är inte intervjuer och hastighetsmätningar genomförda exakt samma veckor. Analysen av trafikantintervjuerna har skett i form av frekvensanalys och i de fall skillnader i svar mellan grupper har analyserats har Chi-två-test använts. I samtliga tester har signifikansnivån varit 5 procent. Intervjudata har analyserats i programvaran SPSS.

### 3.5 Avgasemissioner

Utvärderingen av avgasemissionernas påverkan av VMS har skett med programvaran ARTEMIS (Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems). I ARTEMIS beräknas avgasemission baserat på trafiksituation, fordonsslag, trafikarbete och tillgängliga emissionsfaktorer (se bilaga). De parametrar och antaganden som gjorts är:

1. Området som påverkas har skattats till en kilometer i respektive färdriktning.
2. Årsmedeldygnstrafiken (ÅMDT) har skattats med hjälp av trafikindex (Björketun och Carlsson, 2005) baserat på den med Meteor uppmätta dygnstrafiken. De index som använts har rubricerats som ”nätrafik” och ”tätortstrafik”. Separata medelserier för lätta och tunga fordon har använts i beräkningarna.
3. Fordonsparken har delats upp i personbilar och i tunga fordon där tunga fordon representerar tunga lastbilar, tätortsbussar och landsvägsbussar.

4. Väg- och gatutyp antas vara "Urban, Trunk Road/Primary City".
5. Trafikbelastningen antas genomgående vara av typen "free flow".

## 4 Omvärldsanalys

Bilister har svårt att anpassa hastigheten till rådande trafik- och miljöförhållanden. Samtidigt finns ett tydligt samband mellan hastighetsnivåer och olyckor (Aarts & van Schagen, 2006). Studier visar att även små hastighetsänkningar medför en kraftigt sänkt skaderisk (Nilsson, 2000). Vidare vet man att även lägre hastighets-spridning medför minskat antal olyckor (AASHTO, 2004). Lägre och jämnare fordons-hastigheter reducerar effektivt antalet trafikolyckor och lindrar konsekvenserna av dessa. Att få bilisterna att inte köra för fort är inte en helt lätt uppgift. Även om en förare har intentionen att hålla korrekt hastighet så har studier visat att gatumiljön inte alltid är tydlig avseende anvisning till föraren att det är lämpligt att hålla en lägre hastighet på platsen (Svenska kommunförbundet, 1997).

Intresset för hur hastighetsproblematiken ska angripas har engagerat många inom trafiksäkerhetsområdet. Ett steg på vägen är att använda ITS för att uppmärksamma bilisten på gällande hastighetsbegränsning. ITS är ett samlingsnamn för olika funktioner som informerar och stödjer trafikanter i olika beslutssituationer (Vägverket, 2005). När det gäller elektroniska skyltar som kan variera sitt budskap utifrån den rådande trafik-situationen används begreppet VMS, variabla meddelandeskyltar.

Det finns erfarenhet från användning av ITS i andra länder. I Finland provades tidigt variabla hastighetsbegränsningar vintertid där hastigheten bestämdes av väderför-hållandet. Vid dålig sikt, mörker och halka kunde väghållaren sänka hastighetsgränsen till en nivå som bättre passade de aktuella förhållandena (Rämä, 2001). Resultaten var mycket lovande med hastighetsreduktioner på 3–4 km/tim. Förarna blev också mer uppmärksamma på väglag, avståndshållning och potentiella risksituationer.

Vägverket har sedan 2003 bedrivit försök med variabel hastighetsgräns, nu på tjugo platser i landet. Variabel hastighetsgräns innebär att hastighetsgränsen tillfälligt sänks vid försämrade och mer riskfyllda förhållanden, se Figur 8, (Vägverket, 2008). Avsikten med försöken har varit att utreda om och hur en variabel hastighetsgräns kan bidra till en bättre hastighetsanpassning på ett kostnadseffektivt sätt. Försöken bedrivs inom fyra olika tillämpningsområden:

- korsande och svängande trafik i vägkorsning, inkl. bussutfart
- fotgängare utmed väg eller vid passage över väg
- väderförhållanden, främst väglag och vind
- trafikintensitet (flöden, hastigheter och köer).

Resultat beräknade för några korsningar (Hudiksvall och Fogdarp) indikerar att antalet dödade och svårt skadade skulle minska med 15–40 % samtidigt som bilisternas respekt för hastighetsgränserna skulle öka. Framkomlighets- och miljöeffekterna är marginella men övervägande positiva. En utbredd uppfattning är att information om varför hastighetsgränsen sänks är det bästa sättet att öka uppmärksamhet och efterlevnad (Elvik, 2004). Många anser också att variabel hastighetsgränser i kombination med fartkameror kan bidra till detta. En workshop kring erfarenheter av variabla hastighetsgränser hölls i december 2007 i Barcelona (Transit, 2007). På workshopen framkom bl.a. att acceptansen blir högre om man förklarar varför systemet har införts, t.ex. om miljö, säkerhet eller kapacitet är det viktigaste skälet. Ett allmänt konstaterande på workshopen var att om personbilsförare sänker sin hastighet med upp till 20–30 km/tim så sker praktiskt taget ingen sänkning av hastigheten för lastbilstrafiken.



Figur 8 Exempel på omställbar elektronisk skylt aktiverad genom t.ex. trafikförhållanden.

I två korsningar i närheten av Helsingör i Danmark varnas bilisterna på primärvägen om det kommer svängande trafik till eller från sidovägen, se Figur 9. I den ena korsningen, som är en förskjutet fyrvägskorsning med dålig översikt, varnas förarna med hjälp av skylten vägskorsning och en tilläggs skylt med texten ”Svingende trafik”. I den andra korsningen sänks hastighetsbegränsningen från 70 till 60 km/tim, även den med tilläggsstavlan ”Svingende trafik”. Idén är att ge bilisterna information när den är relevant, finns det inte någon svängande trafik är skyltarna släckta.

I England genomfördes ett tidigt försök i slutet av nittiotalet vid en korsning med dålig olyckshistorik (Winnett & Wheeler, 2002). Hypotesen var att alltför höga ankomst-hastigheter på huvudvägen gav för små tidsluckor för fordon som kom in från sidovägen. En elektronisk skylt med budskapet ”Slow down” aktiverades vid höga fordons-hastigheter, men sade inte något om lämplig hastighet. Resultatet blev att hastigheterna sänktes med upp till 20 km/tim, samt att 70 % av dem som körde med de högsta hastigheterna saktade ned. Den uppskattade olycksreduktionen till följd av detta var 20 % (Winnett, 2003).

Ett senare exempel på en ITS-applikation som kan bidra till att bilister blir uppmärksammade på aktuell hastighetsgräns är variabla hastighetsbegränsningsskyltar som tänds upp då ett fordon närmar sig i för hög hastighet. Denna typ av VMS har med goda resultat provats i samband med vägarbeten på olika håll i världen (Bolling och Sörensen, 2008). Meddelanden av typ ”Du kör för fort. Sänk farten” eller motsvarande har resulterat i att hastighetsspridningen minskat och att medelhastigheten förbi vägarbetsområden reducerats med cirka 5–10 km/tim. I takt med den nya teknikens framsteg har även projekt genomförts med större variation i förutsättningarna, till exempel olika hastighetsbegränsning vid vägarbetsplatser där trafikvolym och tid på dygnet bestämmer hastighetsbegränsningen (Riffkin et al., 2008; Kwon, 2007), se Figur 10.

Nederländerna har varit ett pionjärland för miljöstyrning med hjälp av lägre fasta hastighetsgränser (Stoelhorst, 2007). Erfarenheterna har lett till att man nu överväger variabla hastighetsgränser i detta syfte. För samma ändamål är variabla hastighetsgränser på väg att provas och införas i Frankrike (Ladier, 2007). I Sverige har Vägverket inlett försök i liten skala med radaraktiverade hastighetsbegränsningsskyltar på platser som bedömts känsliga ur trafiksäkerhetssynpunkt som exempelvis mindre samhällen med genomfartstrafik (Sweco VBB, 2007). Jämfört med vissa traditionella

fysiska åtgärder som avsmalning och vägmarkering har bättre effekter uppnåts med variabla hastighetsgränser. En stor majoritet av trafikanterna och lokalbefolkningen uppskattar de nya skyltarna och vill gärna se fler av samma typ på andra platser.



*Figur 9 Hastighetsbegränsning med tilläggstavla i Danmark.*



*Figur 10 Exempel på mobila fordonsaktiverade hastighetsbegränsningsskyltar använda vid vägarbeten (USA).*



## 5 Trafikanteffekter

### 5.1.1 Hastighetsmätningar

I detta avsnitt presenteras resultat från i huvudsak hastigheter för personbilar under dagtid. Ytterligare information från såväl dag som natt samt för personbilar respektive tunga fordon går att hitta i kapitel 9 (Bilaga).

#### Grästorp

Antalet personbilar som beräkningarna baseras på återges i Tabell 1. Primär passage i tabellen syftar till att fordonet passerar mätpunkten i den färdriktning som den variabla hastighetsskylten riktar sig till. Alltså, en bil som kör genom Grästorp i öst-västlig riktning kommer att ha en primär passage då den passerar mätpunkt Ö och en sekundär passage då den passerar mätpunkt V. Se även Figur 4 där den primära passagen symboliseras av en heldragen pil medan den sekundära passagen symboliseras av en streckad pil. Tabell 1 visar att trafikflödet i öst-västlig riktning är 6 009 personbilar i mätpunkt Ö och 5 780 personbilar i mätpunkt V. Att antalet inte överensstämmer beror på ett visst mätfel vid hastighetsmätningarna och att data är analyserade utan så kallade imputationer (ersättningsvärden).

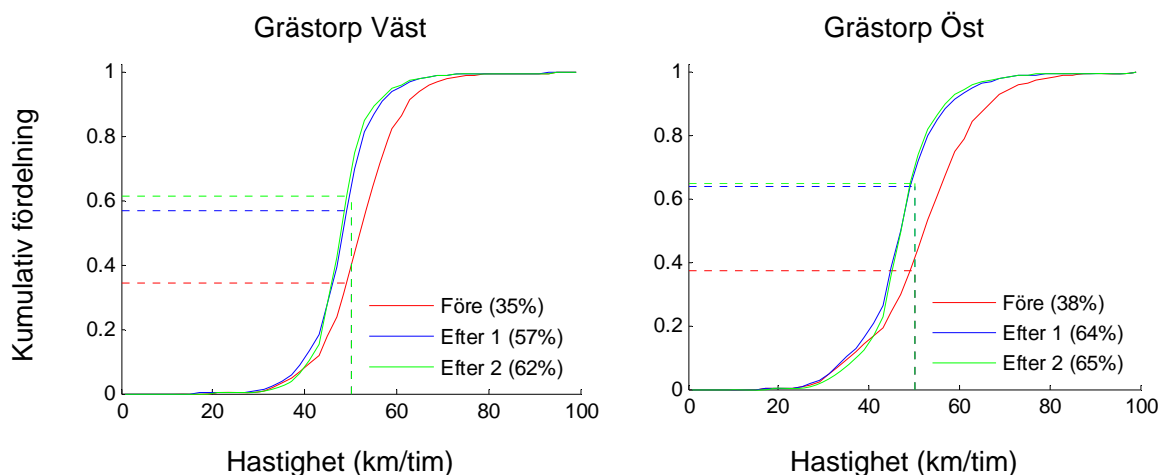
Den kumulativa hastighetsfördelningen för den primära passagen visas i Figur 11. Resultaten visar en effekt av den variabla 50-skylden samt att den ytterligare vinsten med att använda en tilläggstavla är liten. Man bör dock notera den stora förändringen i andelen förare som kör 50 km/tim eller långsammare då något av VMS är aktivt. I till exempel Grästorp väst körde 57 % bilförarna lagligt då den variabla 50-skylden var inkopplad och 62 % då även tilläggstavlan användes. Detta ska jämföras med 35 % då VMS inte var aktiverade.

*Tabell 1 Antal personbilar som passerade Grästorp under de tre mätperioderna (före = inget variabelt meddelandesystem, efter 1 = variabel 50-skyld och efter 2 = variabel 50-skyld plus tilläggstavla). Obs att siffrorna återspeglar hela mätperioden och inte ÅMDT.*

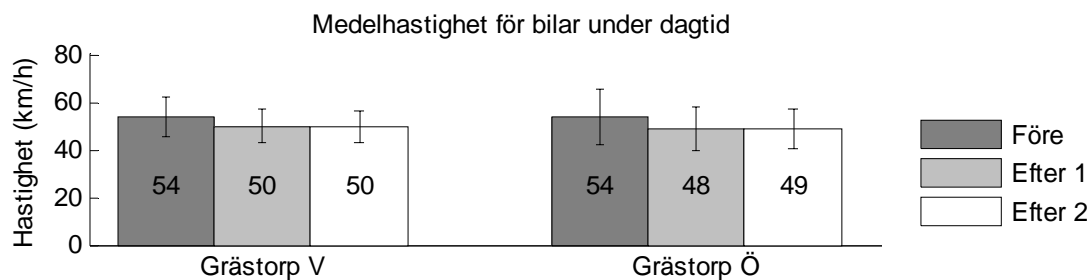
Plats	Passage	Före	Efter 1	Efter 2
Grästorp V	Primär	5 662	5 914	5 451
Grästorp Ö	Sekundär	5 791	5 940	5 307
Grästorp Ö	Primär	6 009	5 861	5 502
Grästorp V	Sekundär	5 780	5 809	5 737

Medelhastigheterna sänktes med fyra till sex km/tim vid de primära passagerna vid införandet av den variabla 50-skylden, se Tabell 2. Från Tabell 2 framgår även att den skattade medelhastigheten för personbilar som passerar Grästorp i öst-västlig riktning ökade från 54 till 55 km/tim då de passerade de två mätpunkterna (utan variabel 50-skyld). I fallet med variabel 50-skyld visade motsvarande siffror en ökning från 50 till 52 km/tim. Detta gällde även om tilläggstavlan var aktiverad. I motsatta riktningen minskade den skattade medelhastigheten från 54 till 53 km/tim utan VMS, medan den ökade från 48 till 50 km/tim med variabel 50-skyld. När tilläggstavlan var aktiv ökade hastigheten från 49 till 51 km/tim.

Tabell 3 och Figur 12. Tilläggstavlan gav däremot ingen ytterligare sänkning av hastigheten. Tittar man på 85:e percentilen är hastighetssänkningarna med ett variabelt meddelandesystem sex till nio km/tim, men inte heller här ser man någon märkvärdig ytterligare hastighetssänkning med tilläggstavlan, se Tabell 2 och Figur 11. Föremätningarna visade att medelhastigheten överlag var högre under natten än under dagen, se Bilaga (Kapitel 9). Med VMS sjönk dock hastigheterna till motsvarande nivåer som under dagtid.



Figur 11 Kumulativ hastighetsfördelning för personbilar under dagtid i Grästorps. De tre kurvorna representerar mätningar utan variabelt meddelandesystem (före), med variabel 50-skylt (efter 1) samt med variabel 50-skylt plus tilläggstavla (efter 2). Procentsiffran anger hur stor del av förarna som kör 50 km/tim eller långsammare.



Figur 12 Personbilars medelhastigheter och standardavvikelse för de olika mätperioderna under dagtid i (primär passage).

Tabell 2 Personbilars medelhastigheter och standardavvikelse (km/tim) i Grästorps under de tre mätperioderna. Inom parentes anges också 85:e percentilen.

Plats	Passage	Före	Efter 1	Efter 2
Grästorps V	Primär	54 ± 8 (62)	50 ± 7 (56)	50 ± 6 (54)
Grästorps Ö	Sekundär	55 ± 10 (65)	52 ± 8 (60)	52 ± 9 (60)
Grästorps Ö	Primär	54 ± 12 (65)	48 ± 9 (56)	49 ± 8 (56)
Grästorps V	Sekundär	53 ± 9 (62)	50 ± 7 (57)	51 ± 7 (57)

Från Tabell 2 framgår även att den skattade medelhastigheten för personbilar som passerar Grästorps i öst-västlig riktning ökade från 54 till 55 km/tim då de passerade de två mätpunkterna (utan variabel 50-skyllt). I fallet med variabel 50-skyllt visade motsvarande siffror en ökning från 50 till 52 km/tim. Detta gällde även om tilläggstavlan var aktiverad. I motsatta riktningen minskade den skattade medelhastigheten från 54 till 53 km/tim utan VMS, medan den ökade från 48 till 50 km/tim med variabel 50-skyllt. När tilläggstavlan var aktiv ökade hastigheten från 49 till 51 km/tim.

Tabell 3 Resultat (p-värde) från ett parat t-test dels mellan före och efter 1 och dels mellan efter 1 och efter 2.

Plats	Passage	Före – Efter 1	Efter 1 – Efter 2
Grästorps V	Primär	<0,001	0,632
Grästorps Ö	Sekundär	<0,001	0,455
Grästorps Ö	Primär	<0,001	0,208
Grästorps V	Sekundär	<0,001	0,051

Sammanfattningsvis kan det konstateras att VMS-skyllten har en reducerande effekt såväl på medelhastighet som på 85 percentilen, dvs. även om inte alla håller 50 så har majoriteten sänkt sin hastighet, även de som kör mycket för fort. Ingen effekt av tilläggstavlan kunde noteras.

### Färgelanda

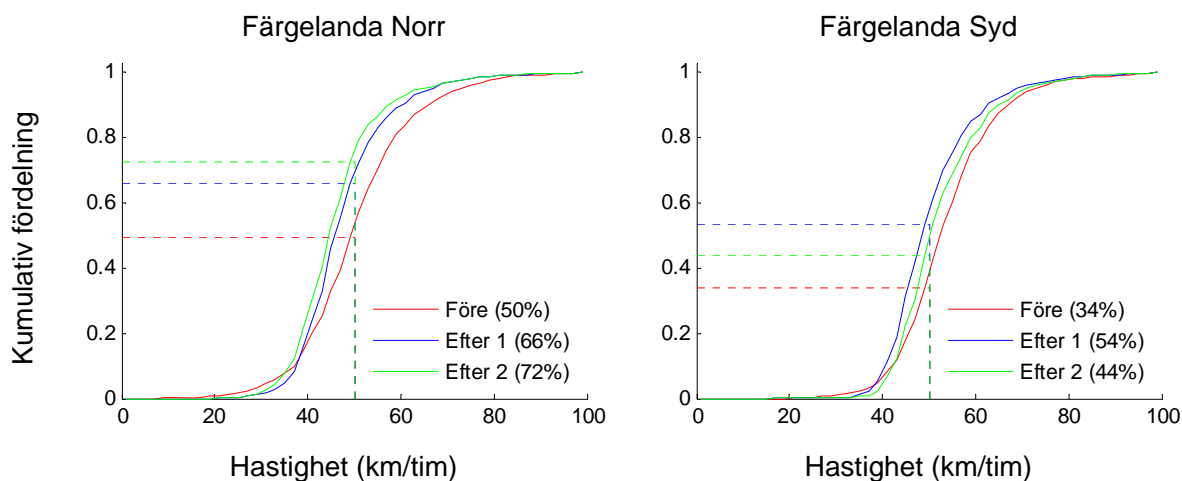
Mätningarna i Färgelanda pekar i samma riktning som resultaten från Grästorps. Trafikflödet är dock lägre (Tabell 4). Skillnaden i hastighetsfördelning mellan föremätningarna och mätningarna med de två olika VMS är också mindre jämfört med Grästorps (Figur 13). Medelhastigheterna sjunker med en till fem km/tim, men få av skillnaderna är signifikanta (Figur 14 och Tabell 6). Eftersom det är en korsning mellan de två mätpunkterna i Färgelanda har analyser inte skett av varaktigheten (från primär till sekundär passage) i en eventuell hastighetssänkning vid Färgelanda.

Tabell 4 Antal personbilar som passerade Färgelanda under de tre mätperioderna. Obs. att siffrorna återspeglar hela mätperioden och inte ÅMDT.

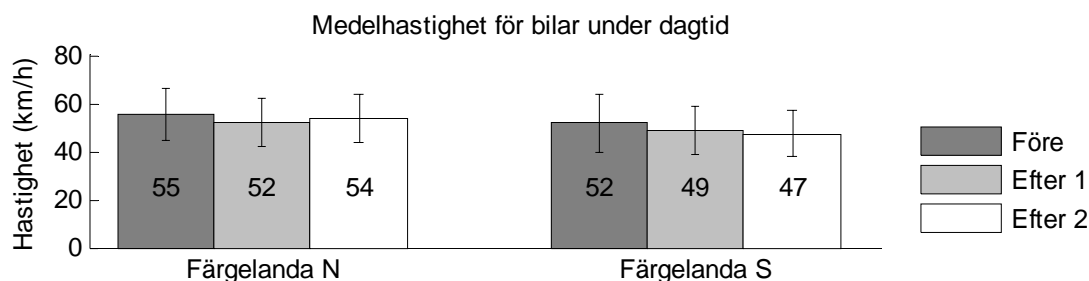
Plats	Passage	Före	Efter 1	Efter 2
Färgelanda N	Primär	2 893	3 104	2 708
Färgelanda N	Sekundär	2 857	2 656	2 364
Färgelanda S	Primär	2 708	2 775	1 842
Färgelanda S	Sekundär	3 151	3 211	3 029

Tabell 5 Personbilars medelhastigheter och standardavvikelser (km/tim) i Färgelanda under de tre mätperioderna. Inom parentes anges också 85:e percentilen.

Plats	Passage	Före	Efter 1	Efter 2
Färgelanda N	Primär	52 ± 12 (63)	49 ± 10 (58)	47 ± 10 (55)
Färgelanda S	Primär	55 ± 11 (65)	52 ± 10 (60)	54 ± 10 (63)



Figur 13 Kumulativ hastighetsfördelning för personbilar under dagtid. De tre kurvorna representerar mätningar utan variabelt meddelandesystem (före), med variabel 50-skyllt (efter 1) samt med variabel 50-skyllt plus blinkande ljus (efter 2). Procentsiffran anger hur stor del av förarna som kör 50 km/tim eller långsammare.



Figur 14 Personbilars medelhastigheter och standardavvikelser för de olika mät-positionerna under dagtid (primär passage).

Tabell 6 Resultat (p-värde) från ett parat t-test dels mellan före och efter 1 och dels mellan efter 1 och efter 2.

Plats	Passage	Före – Efter 1	Efter 1 – Efter 2
Färgelanda N	Primär	0,006	0,577
Färgelanda S	Primär	0,000	0,004

Sammanfattningsvis kan det konstateras att endast den variabla skylten med 50-budskapet använd i Färgelanda bidrar till en hastighetssänkning, men att det kompletterande blinkljuset har en marginell effekt.

### 5.1.2 Avgasemissioner

Baserat på trafikindex (Björketun och Carlsson, 2005) och den uppmätta dygnstrafiken skattas ÅMDT enligt Tabell 7. ÅMDT per riktning för Grästorp är 2 500 fordon (2 200 personbilar + 300 tunga fordon) och för Färgelanda 1 200 fordon (1 100 + 200).

Tabell 7 Skattad årsmedeldygnstrafik (ÅMDT).

Plats	ÅMDT Personbilar	ÅMDT Tunga fordon
Grästorp V	2 200	300
Grästorp Ö	2 200	300
Färgelanda N	1 100	100
Färgelanda S	1 100	100

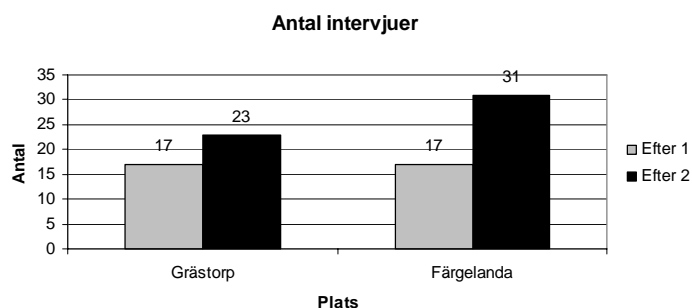
Den uppmätta hastighetssänkningen för personbilar från 53,9 till 50,1 km/tim mellan Före och Efter 2 leder bland annat till att CO<sub>2</sub> ökar från 55,9 till 57,2 gram per fordonskilometer i Grästorp V, se Tabell 10 (bilaga). Anledningen till att CO<sub>2</sub>-utsläppen ökar är att hastighetssänkningar inom detta hastighetsintervall leder till en ökad bränsleförbrukning. För tunga fordon sänktes hastigheten från 53,9 till 50,2 km/h vilket gav en sänkning av mängden CO<sub>2</sub> med 2,4 gram per fordonskilometer.

Den totala förändringen på utsläppen som följd av VMS ger till exempel att utsläppen av CO<sub>2</sub> ökar med 6,8 ton per år och km som en följd av hastighetssänkningen för personbilar i Grästorp, se Tabell 9 (bilagor). Samtidigt sjunker utsläppen av CO<sub>2</sub> för tunga fordon i Grästorp med 1,0 ton per år och km. Detta motsvarar en ökning med 2,5 % för personbilar respektive en minskning med 0,6 % för tunga fordon. Motsvarande siffror för Färgelanda går att hitta i Tabell 9, Tabell 12 och Tabell 13 (bilagor).

### 5.1.3 Trafikantintervjuer

Intervjuer har skett efter det att systemet med variabel skylt (Efter 1) har satts i bruk, samt efter det att tilläggstavlan alternativt blinkljuset driftsatts (Efter 2). De frekvenser som redovisas är svaren bland de förare som besvarat en ställd fråga. Således kan antalet svar som analysen baseras på variera.

Sammanlagt har 88 förbipasserande intervjuats vid två olika tillfällen, se Figur 15.



Figur 15 Antal intervjuade förare.

## **Grästorp**

### ***Efter 1 – Variabel skylt driftsatt***

Vid första tillfället var genomsnittlig ålder bland de svarande 46 år (sd 15 år), av dessa var 70 % män. Majoriteten av förarna (71 %) körde mindre än 1 500 mil per år och hade haft körkort i 26 år (sd 13 år). Alla de tillfrågade var väl bekanta med platsen och svarade att de körde en eller flera gånger i månaden eller oftare förbi platsen.

Samtliga förare visste att hastighetsbegränsningen var 50 km/tim och det var 56 % (9 st.) som noterat en förändring. De förändringar som rapporterades var:

- Skylten
- Slangar för trafikmätning.

Vid den direkta frågan om de sett skylten var svaret ja från de flesta (16 personer).

Det var 52 % (9 förare) som upplevde att skylten tänts när de passerade. Av dessa var det 44 % (4) som svarade att de sänkte hastigheten. På frågan om de skulle ändra sitt körbeteende om de kom till en plats där skylten tändes om de körde fortare än 50 km/tim svarade 88 % (15) att de skulle det. Två personer svarade nej. Motiven till varför man skulle ändra beteende var följande:

- Vill ej köra för fort
- Körde för fort, blev påmind
- Väckarklocka
- Automatiskt sänker man.

De som svarade nej, motiverade detta med att de ändå håller hastigheten samt att man bara ändrar just vid skylten .

På frågan om de tror att andra ändrar sitt körbeteende om de kommer till en plats där skylten tändes om de kör fortare än 50 km/tim var det 65 % (11) som svarade ja, 3 personer svarade nej och 3 svarade vet ej. Argument för att man inte ändrar sig var följande:

- De bryr sig inte
- Tung trafik ändrar sig inte.

Vidare tror majoriteten av förarna (77 % – 13 förare) att säkerheten ökar om man har en speciell skylt som påminner om gällande hastighetsgräns. Två förare svarade nej och två förare svarade ”vet ej”.

### ***Efter 2 – Tilläggstavla driftsatt***

Genomsnittlig ålder bland de svarande vid andra tillfället i Grästorp var 54 år (sd 15 år) varav 52 % var män. Förarna hade haft körkort i 32 år (sd 14 år) och majoriteten av förarna (71 %) kör mindre än 1 500 mil per år. Cirka 87 % (20 st.) av de tillfrågade passerar ofta platsen, dvs. en eller flera gånger per månad eller oftare. Majoriteten av

förarna visste även att hastighetsbegräsningen var 50 km/tim och det var 61 % (14 st.) som noterat en förändring. De förändringar som spontant rapporterades var:

- Alla lastbilar är borta
- Rondeller
- Skyltar
- Skyltar med lampor.

Vid den direkta frågan om de sett skylten var svaret ja från alla. Det var 45 % (10 förare) som upplevde att skylten tänts när de passerade, av dessa var det 80 % (8 förare) som svarade att de saktade ner. Sammanlagt var det 40 % (8 förare) som upplevde att skylten tänts när de passerade. På frågan vad som stod på skylten var svaren:

- Sänk farten
- Sänk hastigheten
- Sakta ner
- Din fart är för hög
- Kör sakta
- Något med hastighet.

Det var 6 förare av 17 som korrekt svarade ”sänk farten”. Det ska dock noteras att det stora flertalet förstått innebörden av skylten.

De flesta 87 % (20) svarade att de trodde de skulle ändra sitt beteende om 50-skylden tändes när de passerade, 1 person svarade nej och 2 personer svarade vet ej. Motiven till varför man skulle ändra beteende var följande:

- För att få säkrare vägar
- För att man ska bli mer uppmärksam
- Man reagerar så spontant
- Påmind om farten
- Tänker till
- Varning
- Kommer på sig själv
- Märks så mycket
- Påminnelse
- Om det lyser reagerar man
- Tänker till
- Tillsägelse
- Är det 50 så är det.

De som svarade nej, sade att de ändå håller hastigheten samt att skylten tänds vid fel tidpunkt. På motsvarande fråga men kopplat till tilläggsskylten var det 77 % (17 st.) som trodde de skulle ändra sitt beteende, 4 personer svarade nej och 1 person svarade vet ej. Argument för att man inte ändrar sig var följande:

- Det räcker med skylt
- Första tillräckligt
- Är redan uppmärksam
- Redan ändrat hastighet
- Håller alltid hastigheten.

Det var 81 % som svarade att de trodde andra påverkades av 50-skylten, motsvarande siffra för tilläggsskylten var 55 %.

När det gäller säkerhetseffekter av 50-skylten var det även nu, precis som vid första mätningen (efter 1) drygt 75 % som trodde den skulle öka (76 % – 16 förare). Förarna var även positiva till tilläggsskylten och 71 % (15 förare) svarade att de tror den bidrar till en ökad säkerhet, 2 personer svarade nej och 4 personer vet ej.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att förarna i Grästorps var väl medvetna om den nya skylten med tilläggstavlan och vad innebörden i budskapet var. De kunde dock inte återge exakt vad som stod. De rapporterar att de sänker hastigheten och att det påverkar även andra trafikanter att sänka farten. Majoriteten upplever att såväl 50-skylten som tilläggstavlan bidrar till en ökad trafiksäkerhet. De kritiska argument som framkom var riktade mot tilläggstavlan och var av karaktären att skylten redan gjort dem uppmärksamma och att det är tillräckligt.

## **Färgelanda**

### ***Efter 1 – variabel skylt driftsatt***

Vid första tillfället i Färgelanda var den genomsnittliga åldern 53 år (sd 16 år) och 59 % av de svarande var män. Majoriteten av förarna (88 %) körde mindre än 1 500 mil per år. Förarna hade haft körkort i 31 år (sd 17 år). Majoriteten av förarna var bekanta med platsen, men det var ca 40 % som sällan eller aldrig var vid platsen.

Samtliga förare visste att hastighetsbegränsningen var 50 km/tim och det var 82 % (14 st.) som noterat en förändring i trafikmiljön. De förändringar som rapporterades var:

- Skylten
- Att det har lugnat sig
- En bil i korsningen.

Vid den direkta frågan om de sett skylten var svaret ja från de flesta (15 av 17 personer). Det var 75 % (12 förare) som upplevde att skylten tänts när de passerade. Av dessa var det 75 % (9 förare) som svarade att de sänkte hastigheten. Alla förare, utom 2 som avstod från att svara på frågan, ansåg att deras körbeteende skulle påverkas om de kom till en plats där en 50-skyld tändes om de körde för fort. Motiven till varför man skulle ändra beteende var följande:



- Även om man drar ner så blir man påmind
- Automatiskt
- Bättre än ATK
- Blinkar till – ser den bättre
- Blir påmind
- Det är en mening – håll dig lugn
- Man blir mer uppmärksam – ens moral tänds lite
- Man får sig en tankeställare
- Man hajar till lite
- Man ser det bättre
- Man tänker efter
- Man vill inte köra för fort
- Man kollar sin egen fart.

De som svarade nej, säger att det ändå inte är en fartkamera eller att de ändå håller hastigheten.

De flesta (82 %, 14 förare) tror att andra ändrar sin hastighet om de kommer till en 50-skylt av denna typ, ingen svarade nej och 3 svarade vet ej. De flesta (88 %, 15 förare) tror att denna typ av skylt bidrar till en ökad trafiksäkerhet, 1 förare svarade nej och 1 vet ej.

### ***Efter 2 – Blinkljus driftsatt***

Vid intervjuerna vid andra tillfället i Färgelanda, dvs. då även blinkljuset driftsatts var den genomsnittliga åldern bland de tillfrågade 53 år (sd 16 år) och 45 % var män. Förarna hade haft körkort i 32 år (sd 12 år) och majoriteten av förarna (52 %) körde mindre än 1 500 mil per år. De flesta (81 %, 25 förare) reste förbi denna plats en gång per månad eller oftare. Alla utom 2 förare visste att hastighetsbegränsningen var 50 km/tim. De två som inte visste trodde det var 70 km/tim. Det var 60 % (18 st.) som märkt en förändring i trafikmiljön. De förändringar som rapporterades var skylten samt att man upplevde att det går saktare. Vid den direkta frågan om de sett skylten var svaret ja från 60 % (18 förare). Cirka 65 % (17 förare) upplevde att skylten tändes då de passerade. Av dessa var det 88 % (15 förare) som svarade att de saktade ner. Motsvarande siffra för blinkljuset var 28 % (7 förare).

I Färgelanda svarade 90 % (28 förare) att de skulle förändra sitt körbeteende om en skylt tändes upp med 50 km/tim om de passerade i en högre hastighet än 50 km/tim, 1 person svarade nej och 2 personer svarade vet ej. Motiven till varför man skulle ändra beteende var följande:

- Är det 50 så är det
- För att man ska bli mer uppmärksam
- Man reagerar mer

- Man vill inte köra för fort
- Man blir påmind
- Kommer på sig själv
- Man hajar till
- Man blir mer uppmärksam
- Om det lyser reagerar man
- Står det 50 kör man 50
- Uppmaning
- Varning.

De som svarade nej säger att de ändå håller hastigheten.

På frågan om de skulle påverkas även av ett extra blinkljus svarade 74 % (23) ja, 5 personer svarade nej och 3 personer svarade vet ej. Observera att data samtidigt indikerar att blinkljuset inte medförde något ytterligare hastighetssänkning. Argument för att man inte ändrar sig var följande:

- Det räcker med skylt
- Första tillräckligt
- Är redan uppmärksam
- Man blir förvirrad
- Man har redan ändrat hastighet.

Det var 84 % som trodde att andra skulle ändra sitt beteende med anledning av 50-skylden. När det gäller effekten av blinkljuset på andra trafikanter så var det 71 % som trodde att andra ändrar sitt körbeteende med anledning av dessa. Förarna tror att det finns en säkerhetshöjande effekt av skylten (90 %, 28 förare). De tror även att blinkljuset bidrar till en ökad säkerhet (83 %, 25 förare).

Sammanfattningsvis kan det konstateras att förarna i Färgelanda var väl medvetna om den nya skylten med blinkljuset. De rapporterar att de sänker hastigheten och att det påverkar även andra trafikanter att sänka farten. Majoriteten upplever att såväl 50-skylden som blinkljuset bidrar till en ökad trafiksäkerhet. De kritiska argument som framkom var riktade mot blinkljuset och var av karaktären att man redan var uppmärksam och hade sänkt sin hastighet.

## 6 Diskussion och slutsats

Föreliggande utvärdering har omfattat hastighetsmätningar och vägkantsintervjuer. Utvärderingen har syftat till att utvärdera om variabel skylt med en tilläggstavla alternativt blinkljus bidrar till att trafikanter uppmärksammar att de kör fortare än gällande hastighetsgräns bättre än om bara vanlig plåtskylt används. För att särskilja effekten av den variabla skylten och tilläggstavlan har utvärderingen även omfattat effekter av enbart variabel skylt aktiverad då förare kör fortare än 50 km i timmen. Diskussionen inleds med att diskutera effekterna av enbart den variabla skylten. Därefter diskuteras effekten av tilläggstavlan/blinkljuset. Diskussionen avslutas med en metoddiskussion.

### 6.1 Effekter av den variabla skylten

I såväl Grästorp som Färgelanda har den variabla skylten föregåtts av en plåtskylt om gällande hastighet. Intervjuerna med trafikanterna visar att i stort alla var medvetna om vilken hastighet som gällde vid platsen och de höga genomsnittliga hastigheterna på 54 km/tim i båda riktningarna i Grästorp och 55 respektive 52 km/tim i Färgelanda kan inte förklaras med att trafikanterna inte vet vilken hastighetsgräns som råder.

Hastighetsmätningarna visar en sänkning av såväl medelhastighet som en sänkning av 85-percentilerna efter att VMS installerats. Vid föremätningen vid t.ex. Grästorp V var det 35 % som körde max 50 km/tim. Motsvarande siffra vid införandet av den variabla skylten (utan tilläggstavla) var 57 %. Detta får anses som en mycket positiv effekt. Om vi studerar hastigheten på 85-percentilen så var den före driftsättandet av skylten i Grästorp V 65 km/tim och efter driftsättandet 57 km/tim. Om detta omsätts i termer av reduktion i krockvård (OECD, 2006) så kan det noteras att vid en påkörning i 65 km/tim omkommer i princip alla. Ju lägre hastighet vid påkörning desto större är chansen att klara sig och i 57 km/tim överlever cirka 4 av 10. Således är effekterna positiva för trafiksäkerheten även om man inte har lyckats uppnå att alla kör högst 50 km/tim.

Trafikanterna motiverar sin hastighetssänkning med att de blir påmind om vad som gäller tack vare skylten. Flera uttrycker att de inte vill köra för fort och att det därför är bra att de blir påmind. I Grästorp är det inte uppenbart för trafikanterna vad anledningen till sänkningen är eftersom den närliggande skolan ligger en bit från vägen. I Färgelanda är det mer uppenbart att det är en korsning förarna är på väg in i vilket kan tala för en ökad motivering att sänka hastigheten. Detta är dock inget som kan noteras i hastighetsmätningarna.

Att använda variabla skyltar för att påminna trafikanter som kör för fort leder till en hastighetssänkning vid dessa två försöksplatser som är i storlek med liknande studier. En reflektion är att trots att flertalet förare tror att dessa system bidrar till en ökad säkerhet och trots att de svarar att de sänker sin hastighet så är det fortfarande cirka 40 % som kör fortare än gällande hastighetsgräns. Det är viktigt att ytterligare öka kunskapen och förståelsen för trafikanternas upplevelse och argument för hög fart i olika sammanhang. Detta är sannolikt en nyckel i arbetet med att hitta åtgärder som inte enbart påverkar i form av ökad uppmärksamhet utan även i ett förändrat beteende.

Slutsatsen är att den variabla skylten, i genomförd utvärdering, har såväl en påverkan på trafikanternas uppfattning som på deras hastighetsval.

## 6.2 Effekter av tilläggstavla/blinkljus

I Grästorps har den variabla skylten kompletterats med en tilläggstavla med budskapet "Sänk farten". Eftersom Vägtrafikförordningen inte tillåter en kombinerad skylt med både variabel hastighetsinformation och ett uppmanande budskap så har tilläggstavlan placerats 10 meter före den variabla skylten. Skylten och tilläggstavlan tänds dock samtidigt. Placeringen av tilläggstavlan kan diskuteras då den till viss del skymmer själva 50-skylden. Detta kan naturligtvis ha påverkat effekten av systemet.

Resultaten från Grästorps visar inga effekter i form av ytterligare hastighetsreduceringar med anledning av tilläggstavlan. Trafikanterna är i och för sig positiva till åtgärden och 71 % tror att den påverkar dem, men det fanns även de som anser att tilläggsinformationen var onödig och att man redan har blivit uppmärksam av skylten. Eftersom ingen signifikant effekt kan noteras så är ett sannolikt argument just att förarna redan med enbart skylt har uppmärksammats och vidtagit den åtgärd de är beredda att göra.

I Färgelanda bestod tillägget av två blinkande ljus som tändes samtidigt som den variabla 50-skylden. Inte heller här kunde det noteras någon hastighetssänkning med anledning av blinkljuset trots att 74 % faktiskt svarade att de trodde att de skulle påverkas. Det fanns även i Färgelanda en del förare som inte var positiva till blinkljuset och deras argument kan sannolikt ses som en förklaring till de uteblivna effekterna, dvs. att de redan via skylten hade fått en påminnelse och vidtagit de åtgärder de var motiverade att göra.

Slutsatsen är att den kompletterande tilläggstavlan i Grästorps och blinkljuset i Färgelanda, i genomförd utvärdering, inte har en hastighetsreducerande effekt, utan att den variabla 50-skylden redan genererat den reducering som trafikanterna var beredda att göra. Även om tilläggen inte genererade en beteendeförändring så fanns det en acceptans för denna lösning hos trafikanterna.

## 6.3 Metod

### 6.3.1 Förutsättningar

Vid starten av föreliggande utvärdering var försöksplatser och dess budskap givna. Vidare var det inte möjligt att ha en fullt balanserad design, då principen inte är att man tar driftsatt system ur drift. Detta innebär rent vetenskapligt att det är svårt att uttala sig om långtidseffekter. En optimal design hade varit att mäta enligt följande:

	VMS (0=nej; 1=ja)	VMS med tillägg (0=nej; 1=ja)
Vecka 1 & 2	0	0
Vecka 3 & 4	1	0
Vecka 5 & 6	0	1
Vecka 7 & 8	1	1

Detta hade krävt dels möjlighet att ta driftsatta system ur drift, dels att antal mätveckor utökats med 5 veckor.

### 6.3.2 Hastighetsmätningar

Inom ramen för utvärderingen har mätningar genomförts som så kallade slangmätningar. I dessa får man vanligtvis ett bortfall av data då ett passerande fordon hastighet inte kunnat registreras eller då systemet inte har kunnat identifiera vilket fordonsslag som passerat. Om dessa problem förekommit kan så kallade imputationer genereras vilket innebär att det saknade värdet ersätts med data som motsvarar det senaste passerade fordonet och dess hastighet. I genomförd studie har vi valt att arbeta med data som inte innehåller imputationer. Graden av imputationsfria data återges som en verkningsgrad och det är uppenbart att det vid en del av mättillfällena och för vissa av platserna finns verkningsgrader som är förhållandevis låga (ner emot 76 %). Det vi vinner med att inte använda imputationer är en ökad säkerhet i de slutsatser vi drar, med den förutsättningen att bortfallet inte är systematiskt. Det vi förlorar är möjligheten att t.ex. beräkna tidsluckor mellan fordon. I framtida mätningar är det av stor vikt att verka för att antalet imputationer minimeras.

Det är inte enbart av intresse att studera vald hastighet i en given punkt utan även att se hur bestående den är (i meter räknat). I Färgelanda är den variabla skylten placerad i anslutning till en korsning vilket innebär att denna typ av jämförelse inte är möjlig då fordon kommer att svänga av i korsningen. För Grästorp är denna jämförelse däremot relevant då samtliga fordon kommer att passera båda mätpunkterna. Det finns i dagsläget inget utvecklat program, förutom videoanalys, där data från denna typ av mätningar möjliggör att hastigheten för ett enskilt fordon går att följa över två mätpunkter med ett avstånd på ca 100 meter. Det finns ett starkt intresse av att framöver utveckla ett sådant system.

Hastighetsmätningarna var från början tänkta att sammanfalla med tidpunkterna för trafikantintervjuer för att möjliggöra en koppling mellan resultaten. Problem med mätutrustningen bidrog till att kompletterande mätningar fick ske och att data därmed inte samlades in samma veckor. En farhåga med detta utifrån en analysynpunkt kan vara att de trafikanter som intervjuats inte har samma hastighetsval som de som vi mätt hastighet för. Risken bedöms som minimal då de som passerar har ansetts som representativa förbipasserande under tisdagar till torsdagar då mätningen skett. Även i detta avseende är det viktigt att betona att framtida mätningar sker så att denna typ av problem minimeras.

Analysen av hastigheter under dagtid och nattetid och för fordonsslagen personbil och lastbil har separerats. För en given dagtidsbetingelse och för exempelvis personbilar så har medelvärde per timme beräknats. Ett parat t-test har använts för att studera om skillnaderna i en given punkt skiljer sig åt signifikant mellan föreperioden och den första efterperioden (efter 1 – Variabel skylt). Således kommer det test som görs att baseras på ”antal timmar” vilka det har beräknats medelvärden för. Ett alternativ hade varit att utnyttja variabeln ”fordon”, vilket i detta fall kan räknas i tusental. Vår utgångspunkt i vald analys är att varje timme vi mätt är ett sant värde utan variation. Hastighetsvariationen mellan timmar inom en given betingelse får spegla vår osäkerhetsfaktor. Liknande ansats har använts i andra utvärderingsstudier (Anund et al., 2008). Alternativt kan man se mätningen som en total undersökning för just dessa tider. Om en sådan ansats hade valts skulle ingen osäkerhet ha förekommit överhuvudtaget.

Det ska även påpekas att de mätningar som har gjorts under några få veckor i nära anslutning till att systemen har driftsatts. Eventuella långtidseffekter har inte beaktats, men är av stort intresse för framtida studier.

### 6.3.3 Trafikantintervjuer

Att ta del av trafikanters åsikter är ett värdefullt arbete. I studien har det skett genom att under ett par timmar notera passerande fordons registrerings skyltar och därefter via fordonsregistret söka rätt på ägaren och ringa dessa under samma eller nästkommande kväll. En nackdel med detta förfarande är att det inte går att nå förarna av tjänstebilar/leasingbilar/ bilar målade med reklam liksom lastbilar. Dessa är vanligtvis inte registrerade på privatpersoner i fordonsregistret och därmed är det svårt att ta reda på vem som kör. Skillnader i hastighetsval mellan denna förarkategori och de vi nu nått är av intresse att undersöka i framtida studier.

## 7 Rekommendation

Utvärderingen har syftat till att utvärdera om variabel skylt med en tilläggstavla alternativt blinkljus bidrar till att trafikanter uppmärksammar att de kör fortare än gällande hastighetsgräns bättre än om bara vanlig plåtskylt används. Resultaten visar en sänkning av hastigheterna vid införandet av en variabel hastighetsskylt samt en påverkan på trafikanternas medvetenhet. De blinkande ljusen eller tilläggstavlan gav dock, med givna förutsättningar, ingen ytterligare sänkning av hastigheterna. Baserat på resultaten i denna rapport rekommenderar vi en användning av variabla hastighets-skyltar på lämpliga platser. Resultaten gör det inte möjligt att rekommendera en användning av tilläggstavlor eller blinkande ljus eftersom inga ytterligare hastighets-sänkningar kunde observeras.

## Referenser

- Aarts, L., van Schagen, I. (2006). Driving speed and the risk of road crashes. A review. *Accident Analysis and Prevention* Vol 38, Issue 2, p 215–224.
- AASHTO. (2004). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. “Green book”. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington D.C. USA.
- Anund, A., Sörensen, G., & Renner, L. (2008). Utvärdering av 30-regeln i Örnsköldsvik – försök med lagstadgad 30 km/tim för fordon som passerar en stillastående buss (Vägverkets PUBLIKATION 2008:117).
- ARTEMIS. Assessment and reliability of transport emission models and inventory Systems. ROAD EMISSION MODEL User Guide. European Commission project DG TREN Contract No. 1999-RD.10429, Deliverable No. 12
- Björketun, U. & Carlsson, A. (2005) Trafikindex över året (VTI notat 31-2005).
- Elvik, R., Vaa, T. (2004). The handbook of road safety measures. Elsevier. Amsterdam.
- Kwon, Eil. (2007) Development of a practical on-line coordinated Variable Speed advisory system for work zones. 14th World Congress on Int. Transp. Syst. Beijing.
- Ladier, C. (2007). Impacts of speed limit reduction to 90 km/h on urban motorways in Toulouse during summer 2006. Dynamic Speed Control Workshop. Barcelona.
- Nilsson, G. (2000). Hastighetsförändringar och trafiksäkerhetseffekter ”Potensmodellen”. VTI Notat 76-2000. Linköping.
- OECD manual of Speed management (2006).
- Rämä, P. (2001). Effects of Weather-Controlled Variable Message Signing on Driver Behaviour. VTT Publications 447. Espoo. Finland
- Stoelhorst, H. (2007). Speed Limits on Dutch Motorways. Dynamic Speed Control Workshop. Barcelona.
- Svenska Kommunförbundet (1997). Säkrare trafik i tätort. I samverkan med Vägverket och Rikspolisstyrelsen.
- Sweco VBB. (2007). Utvärdering lokala ITS system. Vägverket Region Väst. Göteborg.
- Winnet, M. (2003). VAS – effective but not a panacea for all speed-related problems *Traffic Engineering and Control* p 234. UK.
- Winnett, M., Wheeler, A. (2002). Vehicle-activated signs – a large-scale evaluation. *TRL Report 548*. Crowthorne. UK.
- Vägverket. (2005). IT i trafiken. Informationsbroschyr. Borlänge.
- Elektroniska källor*
- Transit. Servei Catalá. 2007:  
[http://bo.racc.es/pub/ficheros/adjuntos/adjuntos\\_workshop\\_dsc\\_barcelona\\_dec\\_07\\_2\\_jz\\_q\\_77355a45.pdf](http://bo.racc.es/pub/ficheros/adjuntos/adjuntos_workshop_dsc_barcelona_dec_07_2_jz_q_77355a45.pdf) (2009-02-13)  
<http://gis.vv.se/tfk2/tfk/> (2009-02-13).  
<http://www.grastorp.se> (2009-02-13).  
<http://www.fargelanda.se> (2009-02-13).



*Bilaga 1 Avgasemissioner*

*Tabell 8. Emmisioner*

HC	hydrocarbons
CO	carbon monoxide
NOx	nitrogen oxides (in NO2 equivalentents)
CO2m	carbon dioxide (measured)
FC	fuel consumption
PMm	particulate matter (mass)
CO2	carbon dioxide (ultimate)
Methane	methane
NMHC	non-methane-hydrocarbons
Pb	Lead
SO2	Sulfur dioxide
N2O	Nitrous Oxide
NH3	Amonia

*Tabell 9. Totala förändringar i kg per år och km av avgasutsläpp som följd av VMS (jämförelse mellan Före och Efter2).*

Component	Personbilar		Tunga fordon	
	Grästorpe	Färgelanda	Grästorpe	Färgelanda
CO	41.61885	8.934777	14.11187	3.945925
CO2	6821.754	1464.501	-986.643	-380.183
CO2m	7047.01	1512.859	-1016.65	-389.209
FC	2184.572	468.986	-313.22	-120.693
HC	4.427472	0.950494	5.207656	1.418406
Methane	0.232412	0.049894	0.103235	0.028125
N2O	0	0	0	0
NH3	0	0	0	0
NMHC	4.200019	0.901664	5.058524	1.378121
NOx	7.503997	1.610966	3.049895	-0.09678
Pb	0.001961	0.000421	-3.6E-07	-1.1E-07
PMm	0.608365	0.130604	1.281917	0.350465
SO2	0.037188	0.007984	-0.00126	-0.00048

Bilag1  
Sid 2 (3)

Tabell 10. Beräknade emissionsfaktorer (gram per fordonskilometer) Grästorp, personbilar.

		Grästorp V			Grästorp Ö		
VehCat	Component	Före	Efter 1	Efter 2	Före	Efter 1	Efter 2
Personbil	Speed km/h	53.9	50.2	50.1	54.8	50.6	50.6
	CO	0.1662	0.1741	0.1743	0.1641	0.1731	0.1731
	CO2	55.8762	57.1739	57.1985	55.5382	57.0015	57.0053
	CO2m	56.4057	57.7463	57.7717	56.0566	57.5682	57.5722
	FC	17.9400	18.3556	18.3635	17.8318	18.3004	18.3017
	HC	0.0178	0.0187	0.0187	0.0176	0.0185	0.0186
	Methane	0.0010	0.0011	0.0011	0.0010	0.0011	0.0011
	N2O	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012
	NH3	0.0060	0.0060	0.0060	0.0060	0.0060	0.0060
	NMHC	0.0168	0.0176	0.0176	0.0166	0.0175	0.0175
	NOx	0.0702	0.0716	0.0717	0.0698	0.0715	0.0715
	Pb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	PMm	0.0013	0.0015	0.0015	0.0013	0.0014	0.0014
	SO2	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003

Tabell 11. Beräknade emissionsfaktorer (gram per fordonskilometer) Grästorp, tunga fordon.

		Grästorp V			Grästorp Ö		
VehCat	Component	Före	Efter 1	Efter 2	Före	Efter 1	Efter 2
Tungt fordon	Speed km/h	53.9	51.0	50.2	56.6	52.5	52.8
	CO	0.4514	0.4708	0.4761	0.4354	0.4604	0.4590
	CO2	298.4773	296.6065	296.0944	298.7363	297.6021	297.7403
	CO2m	299.5712	297.6560	297.1318	299.8589	298.6752	298.8167
	FC	94.7547	94.1608	93.9982	94.8369	94.4768	94.5207
	HC	0.1104	0.1174	0.1193	0.1042	0.1137	0.1132
	Methane	0.0022	0.0023	0.0024	0.0021	0.0023	0.0022
	N2O	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032
	NH3	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017
	NMHC	0.1072	0.1140	0.1159	0.1012	0.1104	0.1099
	NOx	2.7108	2.7103	2.7102	2.6995	2.7105	2.7106
	Pb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	PMm	0.0515	0.0532	0.0537	0.0499	0.0523	0.0521
	SO2	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004

Bilaga 1  
Sid 3 (3)

Tabell 12. Beräknade emissionsfaktorer (gram per fordonskilometer) Färgelanda, personbilar.

VehCat	Component	Färgelanda N			Färgelanda S		
		Före	Efter 1	Efter 2	Före	Efter 1	Efter 2
Personbil	Speed km/h	52.7	51.5	49.8	55.3	53.5	54.6
	CO	0.1688	0.1713	0.1750	0.1631	0.1671	0.1645
	CO2	56.2975	56.7124	57.3112	55.3623	56.0172	55.6024
	CO2m	56.8409	57.2696	57.8882	55.8749	56.5514	56.1229
	FC	18.0750	18.2079	18.3996	17.7755	17.9852	17.8524
	HC	0.0181	0.0184	0.0187	0.0175	0.0179	0.0176
	Methane	0.0010	0.0010	0.0011	0.0010	0.0010	0.0010
	N2O	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012
	NH3	0.0060	0.0060	0.0060	0.0060	0.0060	0.0060
	NMHC	0.0170	0.0173	0.0177	0.0165	0.0169	0.0166
	NOx	0.0707	0.0711	0.0718	0.0697	0.0704	0.0699
	Pb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	PMm	0.0014	0.0014	0.0015	0.0013	0.0013	0.0013
	SO2	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003

Tabell 13. Beräknade emissionsfaktorer (gram per fordonskilometer) Grästorps, tunga fordon.

VehCat	Component	Färgelanda N			Färgelanda S		
		Före	Efter 1	Efter 2	Före	Efter 1	Efter 2
Tungt fordon	Speed km/h	53.4	54.5	49.1	54.3	55.3	53.2
	CO	0.4550	0.4473	0.4834	0.4485	0.4422	0.4562
	CO2	298.1296	298.8701	295.3909	298.7471	299.3544	298.0138
	CO2m	299.2152	299.9734	296.4115	299.8474	300.4691	299.0967
	FC	94.6443	94.8794	93.7749	94.8403	95.0331	94.6075
	HC	0.1117	0.1089	0.1219	0.1094	0.1071	0.1121
	Methane	0.0022	0.0022	0.0024	0.0022	0.0021	0.0022
	N2O	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032
	NH3	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017
	NMHC	0.1085	0.1058	0.1184	0.1063	0.1041	0.1089
	NOx	2.7107	2.7109	2.7100	2.7108	2.7110	2.7106
	Pb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	PMm	0.0518	0.0511	0.0543	0.0512	0.0507	0.0519
	SO2	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004



*Bilaga 2 Hastighetsmätningar*

*Tabell 14. Resultat avseende personbils hastighet under dagtid. Om jämförelser ska göras för att se hur bestående en hastighetsförändring är ska primär passage på plats 1 jämföras med sekundär passage på plats 2.*

Plats	Passage	Antal	Före			Efter 1			Efter 2							
			Medel ± std	Perc(15)	Perc(50)	Perc(85)	Medel ± std	Perc(15)	Perc(50)	Perc(85)	Medel ± std	Perc(15)	Perc(50)	Perc(85)		
Grästorps V	Primär	5662	54±8	46	54	62	5914	50 ± 7	43	50	56	5451	50±6	44	49	54
Grästorps Ö	Sekundär	5791	55±10	45	55	65	5940	52 ± 8	44	52	60	5307	52±9	45	52	60
Grästorps Ö	Primär	6009	54±12	41	54	65	5861	48 ± 9	40	48	56	5502	49±8	42	49	56
Grästorps V	Sekundär	5780	53±9	45	52	62	5809	50 ± 7	44	50	57	5737	51±7	45	50	57
Färgelanda N	Primär	2893	52±12	41	51	63	3104	49 ± 10	40	47	58	2708	47±10	39	46	55
Färgelanda S	Sekundär	3151	54±12	41	53	66	3211	54 ± 11	43	54	64	3029	54±11	43	54	65
Färgelanda S	Primär	2708	55±11	46	54	65	2775	52 ± 10	44	50	60	1842	54±10	45	52	63
Färgelanda N	Sekundär	2857	52±12	40	51	64	2656	53 ± 10	43	52	62	2364	51±11	40	50	61

*Tabell 15. Resultat från personbilar under nattetid.*

Plats	Passage	Antal	Före			Efter 1			Efter 2							
			Medel ± std	Perc(15)	Perc(50)	Perc(85)	Medel ± std	Perc(15)	Perc(50)	Perc(85)	Medel ± std	Perc(15)	Perc(50)	Perc(85)		
Grästorps V	Primär	1569	56 ± 9	48	55	65	1832	51 ± 8	44	50	57	2168	50 ± 7	44	49	55
Grästorps Ö	Sekundär	1587	57 ± 11	46	56	68	1862	53 ± 10	44	51	61	2130	52 ± 9	45	51	60
Grästorps Ö	Primär	1551	57 ± 13	44	56	69	1827	50 ± 11	41	49	58	1870	49 ± 9	42	49	56
Grästorps V	Sekundär	1549	56 ± 10	46	54	65	1802	51 ± 8	44	50	58	1930	50 ± 7	43	49	56
Färgelanda N	Primär	758	55 ± 14	43	52	68	693	51 ± 12	41	48	60	666	50 ± 12	40	47	60
Färgelanda S	Sekundär	842	56 ± 15	43	54	71	789	55 ± 13	43	53	67	767	55 ± 14	42	53	68
Färgelanda S	Primär	988	59 ± 14	47	56	70	916	54 ± 12	45	51	64	616	58 ± 12	47	55	68
Färgelanda N	Sekundär	930	56 ± 16	40	54	70	839	56 ± 12	44	54	67	930	54 ± 13	41	54	66

Tabell 16. Resultat från tunga fordon under dagtid.

Plats	Passage	Före					Efter 1					Efter 2				
		Antal	Medel ± std	Perc(15)	Perc(50)	Perc(85)	Antal	Medel ± std	Perc(15)	Perc(50)	Perc(85)	Antal	Medel ± std	Perc(15)	Perc(50)	Perc(85)
Grästorp V	Primär	548	52±7	45	51	60	911	50±6	45	50	55	880	50±5	45	50	54
Grästorp Ö	Sekundär	909	56±9	46	56	64	1094	53±8	46	54	60	902	54±8	47	54	62
Grästorp Ö	Primär	852	55±12	43	57	67	991	51±9	43	50	58	443	50±9	41	50	58
Grästorp V	Sekundär	703	55±8	47	54	63	1003	51±6	46	51	56	899	51±6	46	51	57
Färgelanda N	Primär	463	52±12	41	51	66	359	53±10	44	52	62	514	49±9	39	49	57
Färgelanda S	Sekundär	514	52±14	36	53	67	440	54±12	40	56	66	524	52±12	37	54	64
Färgelanda S	Primär	159	58±12	47	57	70	117	55±12	45	52	65	85	57±14	47	54	72
Färgelanda N	Sekundär	343	51±13	37	52	64	170	56±10	47	54	64	369	49±13	35	51	61

Tabell 17. Resultat från tunga fordon under natttid.

Plats	Passage	Före					Efter 1					Efter 2				
		Antal	Medel ± std	Perc(15)	Perc(50)	Perc(85)	Antal	Medel ± std	Perc(15)	Perc(50)	Perc(85)	Antal	Medel ± std	Perc(15)	Perc(50)	Perc(85)
Grästorp V	Primär	118	54±9	46	53	62	221	52±6	46	51	58	314	49±6	43	49	54
Grästorp Ö	Sekundär	228	60±10	51	60	69	320	55±9	48	55	63	341	55±9	47	54	63
Grästorp Ö	Primär	259	61±12	50	62	70	359	54±8	46	53	63	160	52±9	45	50	60
Grästorp V	Sekundär	185	57±9	49	57	64	355	51±6	46	51	57	379	50±7	44	49	56
Färgelanda N	Primär	98	56±12	44	55	71	66	55±12	42	52	66	88	50±12	37	49	59
Färgelanda S	Sekundär	96	57±16	36	58	74	74	56±14	43	57	69	92	54±16	35	57	68
Färgelanda S	Primär	34	68±17	54	62	87	31	67±20	49	58	96	19	66±15	51	64	83
Färgelanda N	Sekundär	170	58±16	42	56	69	49	63±17	51	55	83	88	51±14	37	51	65

Tabell 18. Signifikansanalys avseende personbilars hastighet under dagtid.

Plats	Passage	p		h	
		F-E1	E1-E2	F-E1	E1-E2
Grästorps V	Primär	0	0.6322	1	0
Grästorps Ö	Sekundär	0.0001	0.4549	1	0
Grästorps Ö	Primär	0	0.2075	1	0
Grästorps V	Sekundär	0	0.0512	1	0
Färgelanda N	Primär	0.0058	0.5768	0	0
Färgelanda S	Sekundär	0.6341	0.6976	0	0
Färgelanda S	Primär	0	0.0037	1	0
Färgelanda N	Sekundär	0.2036	0.3616	0	0

Tabell 19. Signifikansanalys avseende personbilars hastighet under dagtid.

Plats	Passage	p		h	
		F-E1	E1-E2	F-E1	E1-E2
Grästorps V	Primär	0.0158	0.5311	0	0
Grästorps Ö	Sekundär	0.0466	0.7775	0	0
Grästorps Ö	Primär	0.0208	0.686	0	0
Grästorps V	Sekundär	0.0864	0.4202	0	0
Färgelanda N	Primär	0.0445	0.7209	0	0
Färgelanda S	Sekundär	0.0834	0.2107	0	0
Färgelanda S	Primär	0.1327	0.9574	0	0
Färgelanda N	Sekundär	0.4938	0.9188	0	0

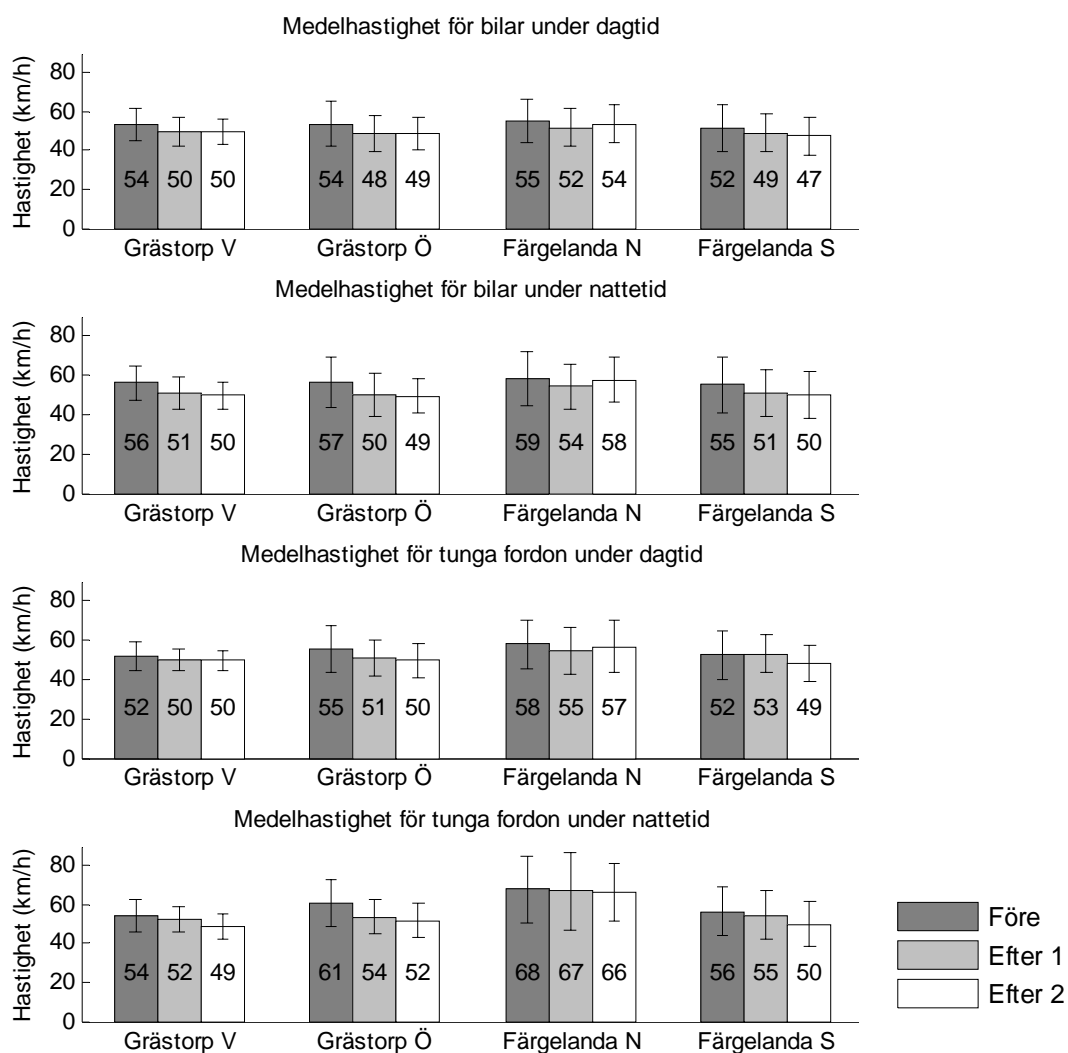
Tabell 20. Signifikansanalys avseende personbilars hastighet under dagtid.

Plats	Passage	p		H	
		F-E1	E1-E2	F-E1	E1-E2
Grästorps V	Primär	0.0019	0.0493	0	0
Grästorps Ö	Sekundär	0	0.0796	1	0
Grästorps Ö	Primär	0	0.7802	1	0
Grästorps V	Sekundär	0	0.7461	1	0
Färgelanda N	Primär	0.9521	0.0257	0	0
Färgelanda S	Sekundär	0.1529	0.0449	0	0
Färgelanda S	Primär	0.0459	0.9246	0	0
Färgelanda N	Sekundär	0.0015	0.0004	0	1

Tabell 21. Signifikansanalys avseende personbilars hastighet under dagtid.

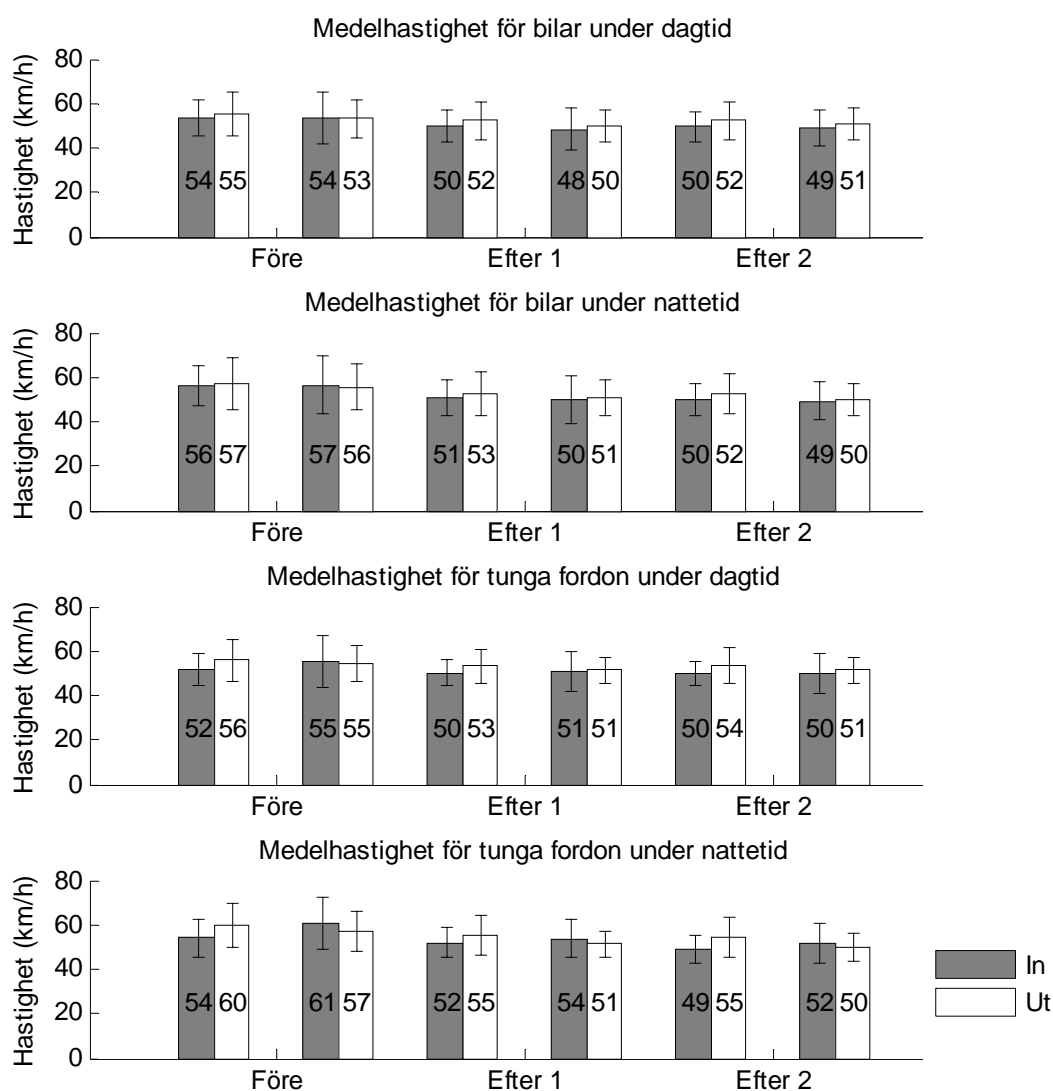
Plats	Passage	p		h	
		F-E1	E1-E2	F-E1	E1-E2
Grästorps V	Primär	0.6692	0.0147	0	0
Grästorps Ö	Sekundär	0.0389	0.8294	0	0
Grästorps Ö	Primär	0	0.7893	1	0
Grästorps V	Sekundär	0	0.9503	1	0
Färgelanda N	Primär	0.3618	0.434	0	0
Färgelanda S	Sekundär	0.5871	0.4638	0	0
Färgelanda S	Primär	0.886	0.7727	0	0
Färgelanda N	Sekundär	0.4901	0.2459	0	0

Bilaga 2  
Sid 4 (9)



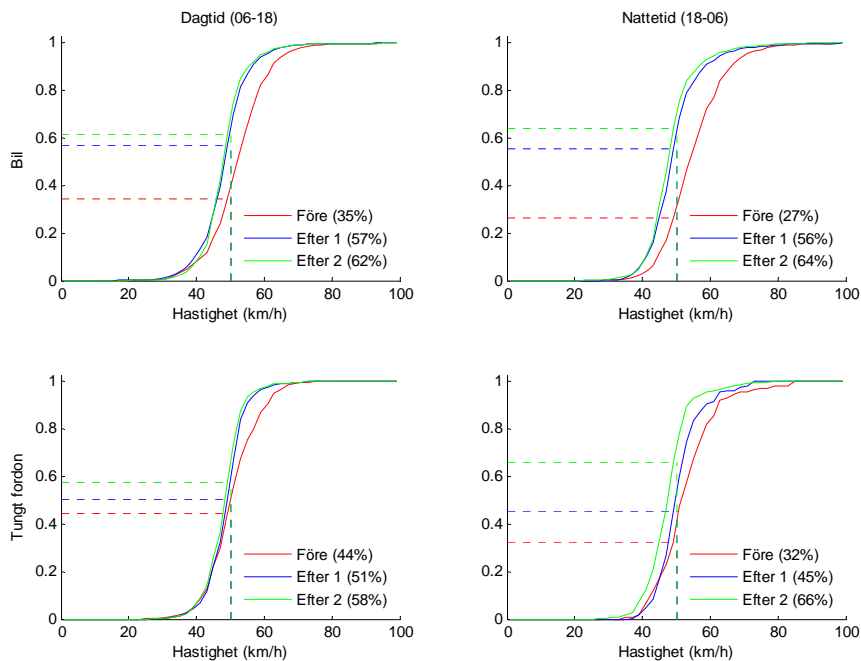
Tabell 17. Medelhastigheter och standardavvikelser (primär passage).



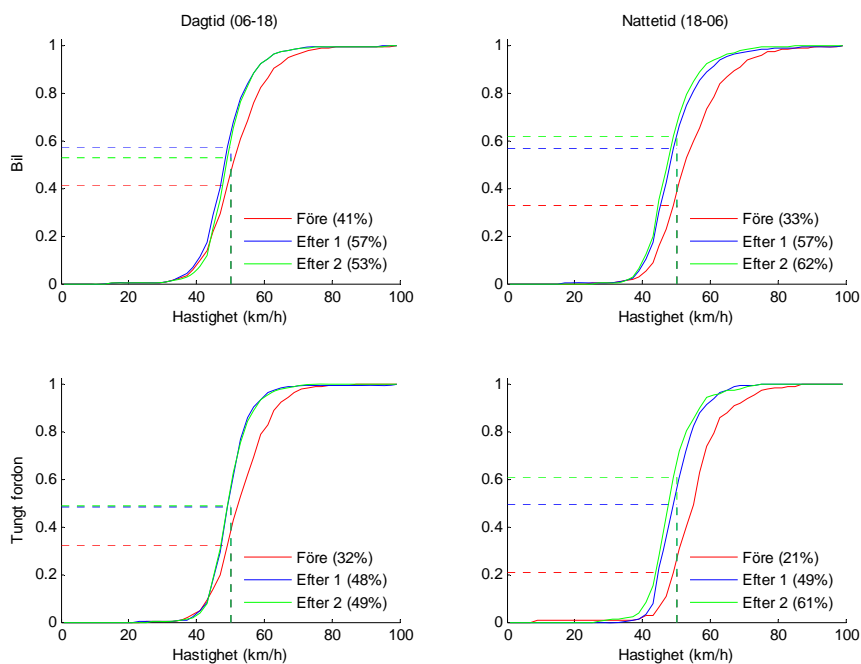


Figur 18. Jämförelse mellan medelhastigheter vid de två mätplatserna Grästorp Ö och Grästorp V. Det finns två stapelpar under vardera mätperioden, ett par i väst-östlig riktning och ett par i öst-västlig riktning. In är alltså när ett fordon passerar en mätpunkt och ut är 100 meter senare när fordonet passerar den andra mätpunkten.

## Bilaga 2 Sid 6 (9)

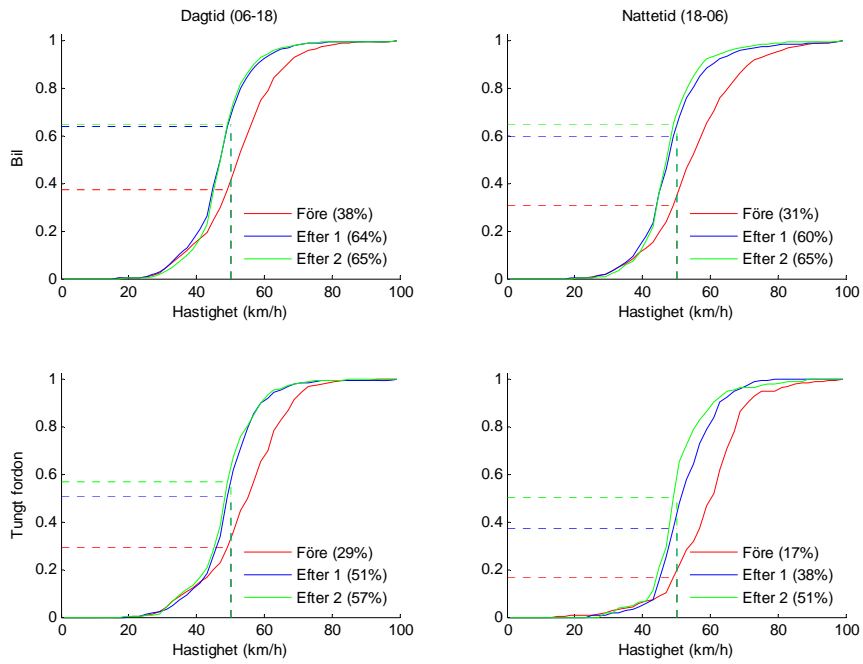


Figur 19. Kumulativ hastighetsfördelning för Grästorps väst (primär passage).

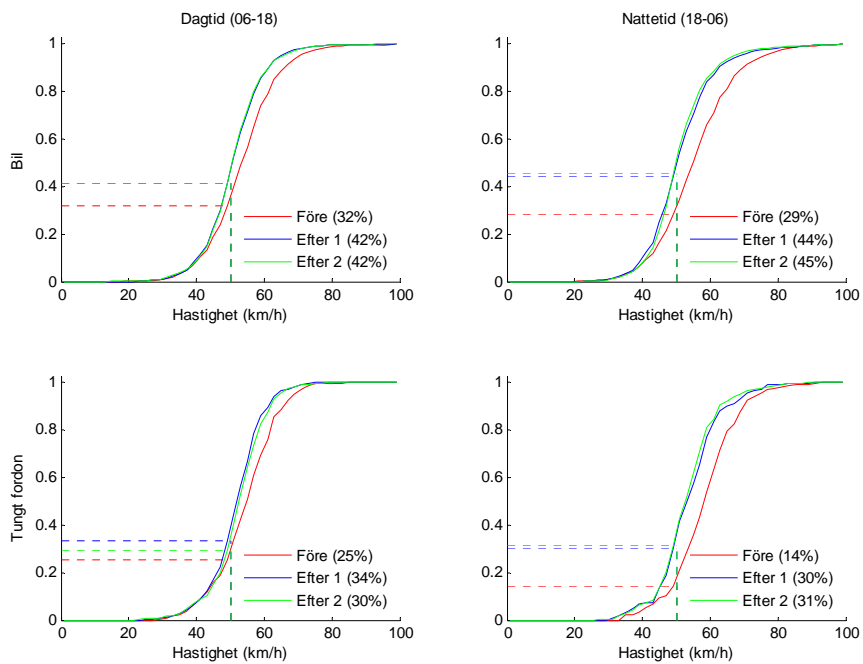


Figur 20. Kumulativ hastighetsfördelning för Grästorps väst (sekundär passage).

Bilaga 2  
Sid 7 (9)

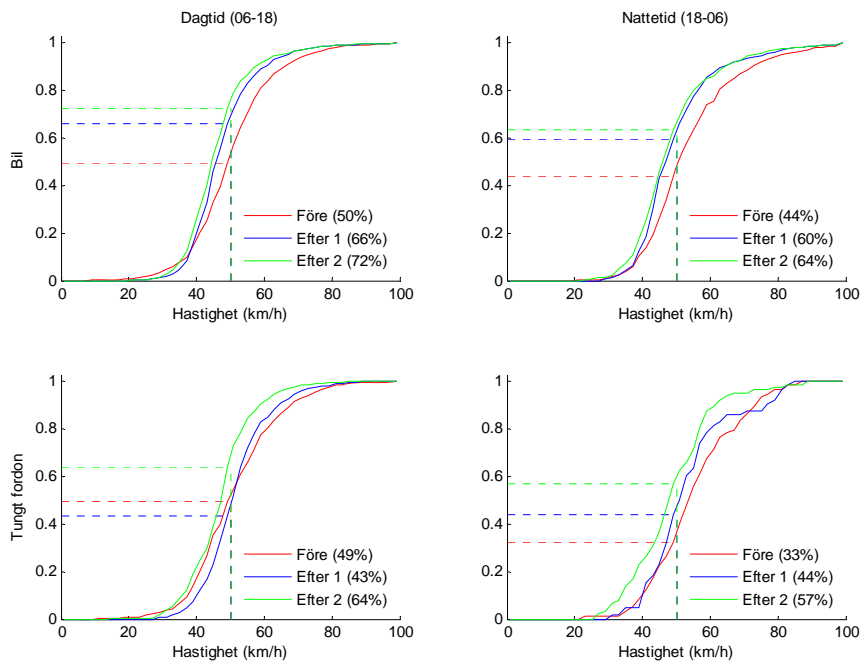


Figur 21. Kumulativ hastighetsfördelning för Grästorps öst (primär passage).

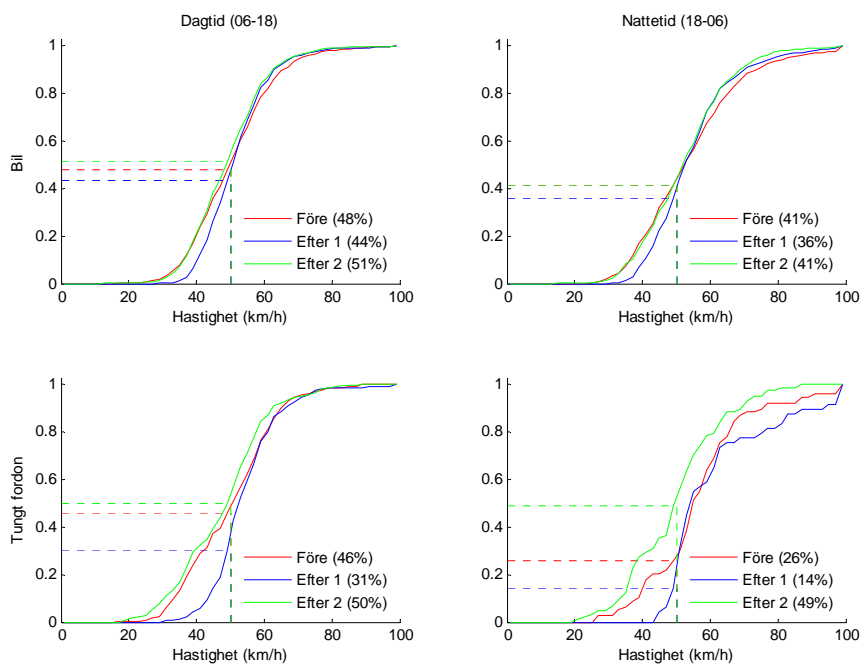


Figur 22. Kumulativ hastighetsfördelning för Grästorps öst (sekundär passage).

## Bilaga 2 Sid 8 (9)

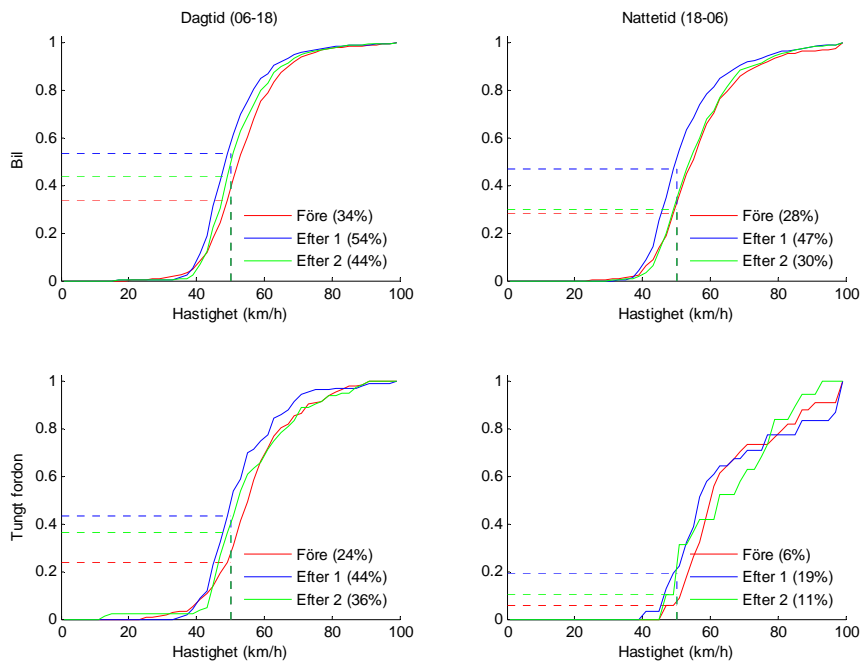


Figur 23. Kumulativ hastighetsfördelning för Färgelanda norr (primär passage).

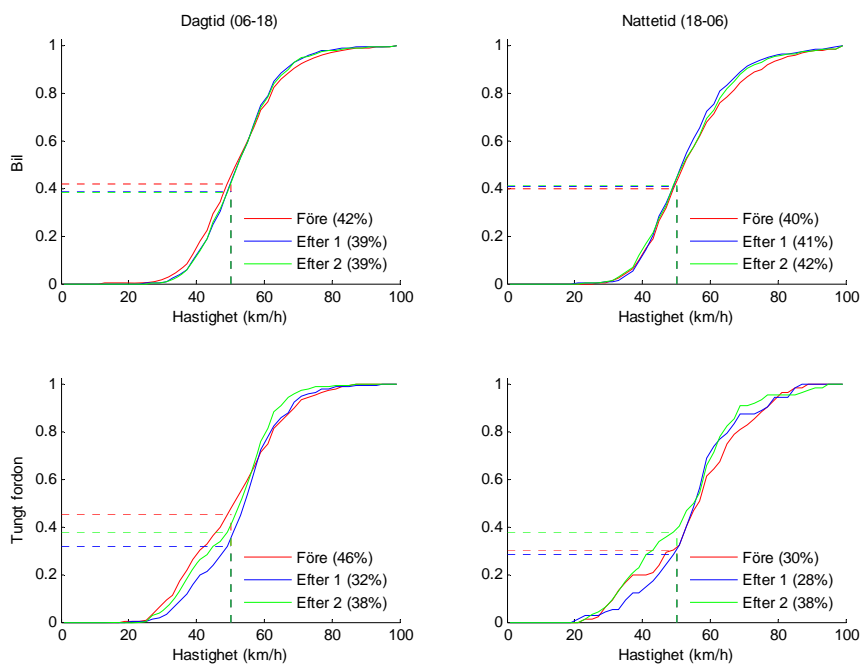


Figur 24. Kumulativ hastighetsfördelning för Färgelanda norr (sekundär passage).

## Bilaga 2 Sid 9 (9)



Figur 25. Kumulativ hastighetsfördelning för Färgelanda syd (primär passage).



Figur 26. Kumulativ hastighetsfördelning för Färgelanda syd (sekundär passage).





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-transportsystem 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