



# Hastighetsdämpande åtgärder

En litteraturstudie med fokus på nya trafikmiljöåtgärder  
och ITS-orienterade lösningar

Susanne Gustafsson  
Annika K. Jägerbrand  
Ellen Grumert



## Förord

Denna rapport utgör slutrapport i projektet Internationella alternativ till hastighetsdämpande åtgärder. Projektet är en litteraturstudie och har utförts av Susanne Gustafsson, Annika Jägerbrand och Ellen Grumert vid VTI. Vi riktar ett stort tack till Claes Eriksson vid BIC, VTI:s Bibliotek och Informationscenter, som gjort sökningar för att få fram underlag till studien. Tack även till Kent Gustafson, VTI, som delat med sig av sitt kontaktnät. Lars Eriksson, VTI, tackas för att han stöttat projektet i dess tidiga fas.

Slutrapporten är framtagen med ekonomiskt stöd från Trafikverkets Skyltfond. Ståndpunkter och slutsatser i rapporten reflekterar författarna och överensstämmer inte med nödvändighet med Trafikverkets ståndpunkter och slutsatser inom rapportens ämnesområde.

Linköping april 2011

*Annika Jägerbrand*

projektledare

## Kvalitetsgranskning

Intern peer review har genomförts 2011-04-26 av Jörgen Larsson. Annika Jägerbrand har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus. Projektledarens närmaste chef, Maud Göthe-Lundgren, har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 2011-05-20.

## Quality review

Internal peer review was performed on 27 April 2011 by Jörgen Larsson. Annika Jägerbrand has made alterations to the final manuscript of the report. The research director of the project manager, Maud Göthe-Lundgren, examined and approved the report for publication on 20 May 2011.

## Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	5
Summary .....	7
1 Bakgrund .....	9
1.1 Befintliga hastighetsdämpande fysiska åtgärder i trafikmiljö .....	10
1.2 Befintliga hastighetsdämpande ITS-lösningar .....	12
2 Syfte .....	14
3 Metod och material .....	15
4 Resultat .....	16
4.1 Fysiska åtgärder i vägmiljön .....	16
4.2 ITS-relaterade åtgärder .....	24
4.3 Strategiska angreppssätt .....	28
5 Slutsatser och diskussion om potentiell användning .....	31
Referenser .....	35



## **Hastighetsdämpande åtgärder: en litteraturstudie med fokus på nya trafikmiljöåtgärder och ITS-orienterade lösningar**

av Susanne Gustafsson, Annika K. Jägerbrand och Ellen Grumert

VTI

581 95 Linköping

### **Sammanfattning**

En undersökning har genomförts gällande hastighetsdämpande åtgärder som används i andra länder och som skulle kunna ha en potentiell användning i Sverige och övriga Norden. Fokus har varit på nya åtgärder i trafikmiljö samt ITS-orienterade (Intelligent Transport System) lösningar. Informationen har erhållits via sökningar i litteraturlösningsbaser och på olika webbsidor samt från kontakter i olika nätverk.

Inledningsvis finns en beskrivning av de hastighetsdämpande åtgärder som idag är vanligt förekommande i svensk trafikmiljö. Det handlar om olika former av vertikala och horisontella åtgärder, samt olika slags beläggningar, markeringar och målningar. När det gäller befintliga ITS-lösningar handlar det bland annat om hastighetspåminnande vägmärken, variabla meddelandeskyltar och motorvägsstyrningssystem (MCS).

De nya fysiska åtgärder som det troligen är mest potential i att använda är modifieringar av olika sorters fartgupp, även byggnation av mindre kurvor som "tvingar" fram lägre hastighet. Sådana kurvor kan användas vid infarter till samhällen eller innan cirkulationsplatser. Olika koncept av "shared space" (exempelvis gångfartsområden) är något som skulle kunna användas i större utsträckning, även i korsningar och andra platser i tätorter. I sådana tas all traditionell vägutrustning bort och istället uppstår en samverkan mellan de olika trafikantlagen som leder till lägre hastigheter.

Olika typer av vägmärkingar och målningar kan användas för att visuellt smalna av vägen, men också för att skapa en synvilla som gör att man upplever hastigheten som hög och därmed sänker den. Sådana åtgärder kan dock vara problematiska vid vinterväglag. Applikationer i 3D kan också användas för att ge en illusion av hinder i vägbanan och leda till sänkta hastigheter. Det är viktigt att tänka på helheten och att kombinera olika åtgärder på rätt sätt. I rapporten ges exempel på hur man till exempel kan göra i samhällen med genomfartsleder. Vidare ges exempel på hur man utifrån ett strategiskt arbetssätt och en framtagna policy kan implementera olika hastighetsdämpande åtgärder.

Framtidens ITS-lösningar, som det för närvarande satsas mycket på både i Sverige och internationellt, är samverkande system där tvåvägskommunikation mellan bilar och/eller mellan bilar och infrastruktur förekommer. Tre möjliga system som ännu inte finns implementerade beskrivs närmare. De flesta samverkande system är dock fortfarande i en forsknings- och utvecklingsfas. Potentialen för systemen anses vara mycket stor vilket visas i att satsningen på forskning och utveckling av sådana samverkande system är stor. Även ITS som helhet, det vill säga samverkande system såväl som övriga ITS-lösningar anses ha stor potential.

De ITS-system som finns idag, typ VAS (vehicle activated signs), DMS (dynamic message signs) och VMS (variable message signs) aktiveras av fordonets hastighet och på en skylt vid väggkanten visas hastighet eller annat budskap. Trafiksignaler för att kontrollera hastigheten kan användas vid korsningar och övergångsställen. Om fordonet har för hög hastighet när det närmar sig slår trafiksignalen om till rött. Om man däremot

håller hastigheten får man grönt ljus. Det förekommer också trafiksignaler som har en nedräkning, det vill säga visar kvarvarande tid i sekunder av den aktuella signalen.

Farthinder som aktiveras om fordonen håller för höga hastigheter, så kallade aktiva farthinder har testats i liten skala i Sverige och fortsatta utvärderingar kan visa om det är en viktig hastighetsdämpande åtgärd.



## **Traffic calming measures in new traffic environments and the use of ITS.**

by Susanne Gustafsson, Annika K. Jägerbrand and Ellen Grumert  
VTI (Swedish National Road and Transport Research Institute)  
SE-581 95 Linköping Sweden

### **Summary**

A literature survey has been conducted regarding international traffic calming measures that could have a potential use in Sweden and other Nordic countries. Focus has been on measures in new traffic environments and ITS (Intelligent Transport System) based solutions. Information has been obtained through searches in literature databases and on different homepages, as well as from contacts in networks. Initially, we describe common traffic calming measures used today in Swedish traffic environments. For example, different forms of vertical and horizontal measures, and different types of surfaces, road markings and paintings. In the case of existing ITS solutions, we mention speed reminder signs, variable message signs and Motorway Control System (MCS).

New kinds of physical measures that have most potential for use are e.g. modifications of speed bumps and the construction of small curves that enforce lower speed. Such curvatures can be used at entrances to communities or before roundabouts. Different concepts of "shared space" (e.g. walking speed zones) are something that could be used more extensively, even at intersections and other locations in urban areas. In such cases, all traditional road equipment is removed and a synergy between different user groups is created, leading to lower speeds.

Different types of road markings and paintings can be used to visually narrow the road, but also in order to create an optical illusion that makes one feel as if the speed is high. However, such measures are not fully effective during winter conditions. Applications in 3D can also be used to create the illusion of obstacles in the roadway and result in reduced speeds. It is important to consider the overall picture and to combine various measures in a correct way. This report gives some examples on how to implement speed reduction measures in communities with thoroughfares. Furthermore, we give example on how strategic approaches and policy design may help to efficiently implement different kinds of traffic calming measures.

ITS-solutions, where a two-way communication between vehicles and between vehicles and the infrastructure is used, have gained momentum in Europe and internationally. Three possible systems that have not yet been introduced on the market are described. Most of the cooperative systems are still in a research and development phase. The potential of the systems is considered to be large, and this is also reflected in the extensive research and development investments in the area. Furthermore, ITS as a whole, i.e. cooperative systems as well as other ITS solutions is believed to have a great potential.

The types of ITS which are available today, for example VAS (vehicle activated signs), DMS (dynamic message signs) and VMS (variable message signs), are activated by the vehicle's speed, and messages showing speed or some other information are displayed on a sign at the side of the road. Traffic signals to control the speed can be used at intersections and at pedestrian crossings. If the vehicle's speed is too high when approaching the signalised intersection the traffic light turns red. If the vehicle's speed is below or at the allowed speed when approaching the intersection, the traffic light

shows a green light. There are also traffic signals which are equipped with a countdown function, i.e. the remaining time of the current signal is shown in seconds.

Speed bumps which are activated if the vehicles are driving too fast, so called active speed bumps, have been tested on a small scale in Sweden and further evaluation of the system will show if it is an important traffic calming measure.

# 1 Bakgrund

Höga hastigheter är ett stort trafiksäkerhetsproblem i exempelvis tätbebyggda områden eller förbi vägarbetsplatser. Även om många generella trafiksäkerhetsåtgärder vidtagits är det inte säkert att dessa fått effekt på just fordonens hastigheter. Exempelvis tar Elvik & Vaa (2004) upp 20 olika vanliga trafiksäkerhetsåtgärder inom vägdesignområdet, men bara en av dessa åtgärder har en faktiskt hastighetsdämpande effekt (cirkulationsplats) medan åtta åtgärder har en hastighetshöjande effekt.

Det finns således risk för att trafiksäkerhetshöjande åtgärder kan ge hastighetshöjande effekter. Denna litteraturstudie fokuserar enbart på åtgärder som leder till hastighetsdämpande effekter, eller som har god potential att leda till hastighetsdämpande effekter (i vissa fall är åtgärderna nya och då finns inte alltid mätningar av effekten på hastigheten).

Problem med för höga hastigheter kan lösas på flera sätt, exempelvis genom övervakning (enforcement), utbildning (education) eller tekniska åtgärder (engineering). I denna studie fokuseras på nya typer av tekniska lösningar såsom fysiska åtgärder och ITS-lösningar. Med ITS menas Intelligent Transport System. Vägverket (2009b) anser att ITS kan vara ett effektivt alternativ för att göra trafiken säkrare, t.ex. sänka hastigheten där en fysisk åtgärd inte fått önskad effekt eller där det inte finns plats för att bygga bort ett problem. ITS-lösningar används också många gånger för att göra trafiken effektivare, alltså i ett framkomlighetsperspektiv.

Stora satsningar inom ITS görs idag på EU-nivå. Förväntningarna är att potentialen för dessa typer av system är stor med hänsyn till effektivitet och säkerhet såväl som miljö. Europakommissionen (2008) har tagit fram en handlingsplan för ITS system som avser att stödja utvecklingen inom området. Utöver det pågår ett stort antal ITS-projekt inom Europakommissionens sjunde ramverksprogram och många projekt är avslutade inom tidigare ramverksprogram. Grumert (2011) ger i ett VTI-notat en översikt över projekt och initiativ som har gjorts inom området. Notatet visar på de satsningar som har gjorts inom området i Europa men också i övriga delar av världen, med fokus på Japan och USA.

”Traffic calming” är ett begrepp som definieras olika, har en varierande betydelse och inte någon heltäckande svensk översättning. I Sverige brukar begreppen ”hastighetsdämpande åtgärder”, alternativt ”trafiklugnande åtgärder” användas. Gemensamt för de åtgärder som ingår i ”traffic calming” är att de ”används för att reducera de problem som genereras av biltrafik i städer och tätorter för säkerhet, tillgänglighet, traditionell miljöpåverkan som buller och avgaser samt för stadsmiljöns vitalitet och attraktionskraft generellt” (Svensson & Hedström, 2003).

I denna studie väljer vi att fokusera på åtgärder som kan användas både i tätort och utanför tätbebyggt område. En avgränsning görs till åtgärder i trafikmiljö, således ingår inte hastighetsdämpande åtgärder som används inne i bilen, exempelvis ISA-system (Intelligent Speed Adaption, Intelligent stöd för anpassning av hastighet). Det kan dock förekomma exempel på system som finns inne i bilen men där information från omgivningen används, dvs. föraren är beroende av information från enheter vid vägen eller information från omgivande bilar via olika typer av telekommunikation. Denna typ av system benämns samverkande system. Inte heller ingår åtgärder som upphandlingskrav och policy, vilka kan användas inom yrkestrafiken för att bl.a. dämpa hastigheter. I Sverige finns ca 1 000 trafiksäkerhetskameror, ATK, vilka lett till sänkta medelhastig-

heter och bättre hastighetsefterlevnad. Dessa räknas dock som en övervakningsåtgärd (enforcement) och beskrivs därför inte närmare (Vägverket, 2009a).

## 1.1 Befintliga hastighetsdämpande fysiska åtgärder i trafikmiljö

Redan 1998 publicerade Parham & Fitzpatrick (1998) en rapport om hastighetskontrollerade tekniker och delade upp dessa i fyra olika typer:

- Vägdesign: chikan, smal körbana och avsmalning av körbana
- Vägyta: gupp, plåtå, vägkudde, bredare trottoar, skiftande beläggning och bullerräffla
- Trafikkontroll: hastighetsbegränsningar, stoppskyltar och varningssignaler
- Övervakning: förstärkt övervakning, hastighetsmätningar, automatisk övervakning.

Idag används ett flertal olika hastighetsdämpande åtgärder i den svenska trafikmiljön. I Tabell 1 anges några som förekommer i Sverige, se t.ex. Svensson & Hedström (2003) där Rantatalo och Wikström (1998) angett de hastighetsdämpande åtgärder som är vanligast förekommande i Sverige. Andra källor för åtgärdslistan är hämtade hos Transportation Research Board (NCHRP, 2008) och U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration<sup>1</sup>. I den sistnämnda redovisas, utifrån framför allt amerikanska studier, 85-percentiler av hastighet före och efter installationen av (mot)åtgärden samt den procentuella hastighetsförändringen. Länkar finns till 54 referenser varifrån kunskapen hämtats. Liknande sammanställningar som också har många beskrivande bilder finns bl.a. på webbsidan "Traffic Calming"<sup>2</sup>, i Urban systems limited (2006) samt i American Planning Association (2006). Hastighetsdämpande åtgärder med fokus på övergångsställen tas upp i en rapport från TØI (Høye & Mosslemi, 2009). På hemsidan "Traffic Calming" beskrivs också fördelar, nackdelar och effektivitet samt vilka snarlika åtgärder som finns.

Tabell 1 Exempel på förekommande hastighetsdämpande åtgärder i svensk trafikmiljö.

Hastighetsdämpande åtgärd (svensk benämning)	Hastighetsdämpande åtgärd (engelsk benämning)	Beskrivning av åtgärden
Gupp	Speed hump, speed bump	Upphöjt område
Vägkudde, vägbula	Speed cushion, speed lump	Upphöjt område, men inte över hela vägbanan, möjliggör utryckningsfordon att åka med hjulen på bägge sidor
Plåtå	Speed table, speed plateau	Långt gupp, platt på mitten och ramper i ändarna
Väghåla		Nedsänkt område
Upphöjd/förhöjd korsning	Raised intersection	Upphöjd plåtå, med ramper i alla vägarnas riktningar
Upphöjt övergångsställe	Raised crosswalk	Upphöjt övergångsställe

<sup>1</sup> [http://safety.fhwa.dot.gov/speedmgt/ref\\_mats/eng\\_count/](http://safety.fhwa.dot.gov/speedmgt/ref_mats/eng_count/)

<sup>2</sup> <http://www.trafficcalming.org/>

Avsmalning av körbanan	Choker	Utvidgning av kant/trottoarkant eller planteringsremsa så att vägen smalnas av
Smal körbana	Neckdown	Utvidgning av kant/trottoarkant vid korsning så att vägen smalnas av och gångbanan blir bredare
Chikan	Chicane	Utvidgning av kant, omväxlande höger och vänster sida vilket ger s-formade kurvor
Sidoförskjutning	Lateral shift	Utvidgning av kant som gör att körbanan skiftar mellan höger och vänster
Refug	Center island, splitter island	Upphöjd ö längs vägens mittlinje som smalnar av körbanorna
Trafikö	Divisional island	Upphöjd del som placeras i mitten av korsningar eller tillfart/avfart i cirkulationsplats
Rondell	Roundabout and traffic circle	Cirkulationsplats med syfte att skapa enkelriktad trafik i korsning (cirkulationsplats).
Gatuparkering	On-street parking	Parkering längs gata
Kurvor	Approach curvature	Kurvor vid övergång till samhälle eller cirkulationsplats i syfte att dämpa hastigheten
Väggkantsmarkeringar	Shoulder markings	Ger en upplevelse av smalare körbana
Mittlinje och kantlinje	Center line and edge line	Ger en upplevelse av smalare körbana
Longitudinella bullerräfflor	Longitudinal rumble strips	Upphöjda eller frästa räfflor i väggkanten för att smalna av körbanan
Port/portal	Gateway	Används vid entré till bostadsområde, oftast i kombination med andra åtgärder
Möblering med blomlådor o.dyl.		Ger en upplevelse av smalare körbana
Skiftande beläggning	Textured surfaces	Ger en upplevelse av vertikalt eller horisontellt hinder
Visuell avsmalning	Visual narrowing	Ger en upplevelse av smalare körbana
Bullerräfflor	Transverse rumble strips	Upphöjd markering på körbanan eller väggkanten vinkelrätt mot körriktningen
Hastighetsgräns målad i vägbanan med siffror	Speed limit pavement legend	Påminnelse om hastighetsbegränsningen

## 1.2 Befintliga hastighetsdämpande ITS-lösningar

**Variabla hastighetsgränser** har prövats under flera år och innebär att hastighetsgränsen tillfälligt sänks med omställbara, lysande vägmärken när vägförhållandena försämras och blir mer riskfyllda, t.ex. när det är risk för halka eller när det finns oskyddade trafikanter på vägen. De omställbara vägmärkena visar högsta tillåtna eller rekommenderade hastighet. Resultat från utvärderingar visar att variabla hastighetsgränser, jämfört med traditionell plåtutmärkning, ger en mycket bättre anpassning av hastigheten till trafiksituationen (Vägverket, 2009b).

Slutsatsen som Towliat, Svensson & Lind (2009) drar är att variabla hastighetsgränser i landsvägskorsningar bidrar till att förbättra trafiksäkerheten till kostnaden av några få sekunders extra restid för förare på huvudvägen. Författarna rekommenderar skyltar med variabla hastighetsgränser när antalet fordon per dag är minst 10 000 på primärvägen och ca 20–30 procent på sekundärvägen. Om sekundärvägens trafik är mindre än ca 10 procent av primärvägens trafik, bör istället varning för ”Korsande trafik” visas som VMS. Om sekundärtrafiken är mer än ca 40 procent av primärvägens, ska en lokal fast hastighetsgräns istället övervägas. Enligt författarna måste kostnaderna för variabla hastighetsgränser minska för att de ska bli lönsamma i korsningar.

**Hastighetspåminnande vägmärken** som bara aktiveras och tänds upp när aktuell hastighetsbegränsning överskrids ökar, enligt Vägverket (Vägverket, 2009b), regelefterlevnaden och minskar medelhastigheterna.

Bolling & Sörensen (2008) har genomfört en state-of-the-art-studie avseende nya och bra säkerhetslösningar vid vägarbetsplatser. Studien bestod delvis av en litteraturgenomgång och man fann att **VMS-skyltar tillsammans med radar** (Variable Message Signs) som visar vilken hastighet trafikanten håller, gav en klar sänkning av hastigheterna även efter flera veckors användning. För att ge möjlighet till mer flexibel användning av VMS-skyltar med radar finns även mobila (på en vagn) och med solceller som kraftkälla.<sup>3 4</sup> I South Carolina användes radarutrustade portabla meddelandeskyltar i syfte att reducera förarens hastigheter i arbetsområden (Sorrell et al., 2007). Fyra olika budskap testades: “you are speeding slow down”, “high speed slow down”, “reduce speed in work zone” och “excessive speed slow down”. Analyser visar att alla skyltarna var effektiva för att sänka fordonshastigheterna i ett lokalt område.

En typ av system som idag används i både Stockholm och Göteborg är **motorvägsstyrningssystem** (Motorway Control System, dvs. MCS). MCS använder sig av filkontrollsystem tillsammans med hastighetskontroll (Vägverket, 2009b). Bilars hastighet och flöde mäts via detektorer. Därefter analyseras uppmätta data och vid detektering av lägre hastigheter än högsta tillåtna, på grund av till exempel incidenter, olyckor eller köbildning, visas nya föreslagna hastigheter via VMS-skyltar. Avstängning av filer kan förekomma i händelse av stillastående hinder på vägen (t.ex. vid olycka). Figur 1 visar ett exempel på MCS på Essingeleden i Stockholm. En studie utförd av Nissan (2007) rörande Stockholms MCS på E4:an visar bland annat en tydlig utjämning av trafiken. Studien visar på en minskning i standardavvikelse för hastigheten vid införandet av MCS, vilket leder till en homogenisering av trafikflödet och därmed en ökning av säkerheten i trafiken. Det har dock upptäckts att många förare ignorerar skyltningen då det inte är obligatoriskt att följa skyltningen utan bara rekommenderat.

---

<sup>3</sup> <http://www.trafficlogix.com/municipal-category.asp>

<sup>4</sup> <http://www.ru2systems.com/>

Även ignorering av avstängda körfält har förekommit. Vidare nämns att internationell forskning från Tyskland, Nederländerna och England tyder på att effekterna av MCS skulle kunna vara större om det var obligatoriskt att följa de angivna hastigheterna. I en annan studie utförd av Lindkvist (2008) anges att en uppföljning av motorvägsstyrningssystemet i Bremen i Tyskland visar att personskadorna minskade med 42 procent vid införandet av högsta hastighet 120/110 km/tim och ytterligare 12 procent vid implementeringen av MCS. Dessutom ses, enligt Lindkvist (2008), en väsentlig minskning av köerna efter införandet. Vidare hänvisas i studien till resultat av M25 runt London som tyder på en minskning på 10–20 procent i antalet olyckor vid införandet av MCS. Det nämns dock inte om dessa andelar endast gäller personskador eller också inkluderar andra typer av skador.



*Figur 1 Motorvägsstyrningssystem (MCS) på Essingeleden i Stockholm. Foto taget 2010 av Holger Ellgaard, publicerat på [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) (hämtat från internet 2011-04-13).*

## 2 Syfte

Syftet med studien är att undersöka alternativ till hastighetsdämpande åtgärder som finns tillgängliga internationellt. En initial bedömning görs också av deras potential för användning i Sverige och Norden.



### 3 Metod och material

Studien är en genomgång av svensk-, norsk- och engelskspråkig litteratur. Sökning har gjorts av VTI:s Bibliotek och Informationscenter, BIC, under hösten 2010. Sökningen har skett i olika databaser för att finna rapporter och artiklar, på webbsidor för att finna projekt, både pågående och avslutade, samt på webbsidor för att finna information om olika lösningar, exempelvis skyltar och utformning.

Vi har dessutom skrivit brev till många Trafikverk/Vägverk runt om i Europa och även andra länder. Kontaktuppgifter har erhållits framför allt via CEDR, Conference of European Directors of Roads<sup>5</sup> och IRTAD, International Traffic Safety Data and Analysis Group<sup>6</sup>. BIC har även kontaktat sitt nätverk med bibliotek runt om i världen.

---

<sup>5</sup> <http://www.cedr.fr/home/index.php?id=9>

<sup>6</sup> <http://www.internationaltransportforum.org/irtad/index.html>

## 4 Resultat

I detta kapitel presenteras nya hastighetsdämpande åtgärder som vi funnit, eller sådana som används utomlands men ännu inte introducerats i Sverige. Även lösningar som prövats i Sverige, men i mycket liten omfattning, redovisas. Indelning görs i fysiska åtgärder såsom vägmarkeringar och olika typer av ytbeläggningar samt i ITS-relaterade åtgärder. Eftersom strategiska arbetssätt är viktiga, om inte avgörande, för att kunna arbeta effektivt med hastighetsdämpande åtgärder tas även detta upp.

### 4.1 Fysiska åtgärder i vägmiljön

I en litteraturgenomgång beskrivs hur effektiva olika åtgärder är för att sänka fordonens hastigheter (Daniel et al., 2005). Indelning görs i vertikala, horisontella och avsmalnande åtgärder. Effekter beskrivs t.ex. genom förändring av 85-percentilen när det gäller hastigheten före och efter installation. Det finns också beskrivningar av hur åtgärderna bör utformas för att vara mest effektiva. En sammanställning av olika hastighetsreducerande åtgärder visar att **fartgupp** har störst påverkan på hastigheten. Dessa är visserligen inte nya men bevisbart effektivast. Upphöjda korsningar, långa hastighetsplataer och cirkulationsplatser har minst påverkan på hastigheten. Avsmalningar ledde till kraftiga variationer i hastighetsminskningen.

H-formade gupp, s.k. **H-humps** har använts i Storbritannien som en lösning när det gäller tunga fordon (Sawers, 2007). Installationen är en hastighetsplata med ett H-gupp i. Bredare fordon får här en längre, mindre brant uppfart till platan än lättare fordon som måste använda hela eller delar av den brantare lutningen.

**Speed lumps** är lika effektiva som speed humps men kan designas så att de minimerar förseningar för utryckningsfordon och obehag för cyklister (Gulden & Ewing, 2009). Speed lumps består av två eller fler upphöjda och rundade områden som placeras i sidled över en körbana med ett mellanrum/en öppning på lagom avstånd så att hjulen från t.ex. brandbilar kan passera mellan kuddarna. Personbilar där hjulen sitter närmare färdas över kudden. Speed lumps kan skapas på plats i asfalt eller göras i gummi och fixeras i vägbanan. I före- och efterstudier har 85-percentilen reducerats med 25 procent.

I samband med att man närmar sig korsningar och cirkulationsplatser har man använt **horisontella kurvor** där kurvorna blir tvärare (mindre radie) ju närmare man kommer korsningen eller cirkulationsplatsen i syfte att få ned hastigheten (NCHRP, 2008).

När man planerar byggnation av nya bostadsområden är det viktigt att planera även för vilken hastighet som är lämplig på gatorna menar Womble & Bretherton (2003). En **bågformad, kurvig design**, med korta raksträckor och kurvor främjar konstant och ganska låg hastighet. En sådan design gör att man inte behöver hastighetsdämpande åtgärder såsom gupp, refuger, trafiköar och cirkulationsplatser.

**Shared Space** avser en plats som är gemensam för både oskyddade och skyddade trafikanter (Trafikverket, 2010). I Delft i Nederländerna uppstod i slutet av 1960-talet det s.k. Woonerf-konceptet, vilket kan översättas med bostadsgård. Konceptet spreds till länder som Tyskland, England, Frankrike, Österrike och Japan och blev mer en teknik för trafikdämpning. När shared space används i Sverige avses ett **gångfartsområde**, vilket regleras av krav i trafikförordningen (Trafikverket, 2010). Det som gäller är bl.a. att fordon inte får föras med högre hastigheter än gångfart och att fordonsförare har väjningsplikt mot gående.

Trafikingjör Hans Monderman skapade **shared space** i Drachten i Holland på en plats med 20 000 fordon per dygn och därtill tusentals med cyklister och fotgängare<sup>7 8</sup>. Medelhastigheten sjönk med nästan 50 procent, från 57 km/tim till under 30 km/tim. Man tog bort all traditionell vägutrustning såsom trafiksignaler, vägmarkeringar, övergångsställen, trottoarkanter och istället skapades en plats med en gräsklädd rondell i mitten, annars ”naken” och utan några trafikregler att följa. Istället uppstår samverkan mellan de olika trafikanterna, till stor del pga. den osäkerhet som råder. Enligt Monderman byggs vägen farligare men blir säkrare. Trafikanterna har inga skyltar att titta på utan börjar istället titta på varandra.

I Norrköping finns **shared space** på Skvallertorget. Femvägskorsningen som för några år sedan passerades av 20 000 bilar per dygn väntades få en rejäl ökning av cyklande och gående i samband med anläggandet av Campus Norrköping. Korsningen byggdes om till en trevägskorsning år 2000 och körbanemarkeringar, trafiksignaler och skyltar togs bort. I dag finns bara skylten som rekommenderar max 30 km/tim. Torget fick också en upphöjning och smågatsten som tydligt markerade för trafikanterna att här börjar något nytt. Utformningen av torget i kombination med högerregeln gör att trafikanterna spontant tillämpar blixtlåsprincipen. Genom att låg hastighet hålls ges möjlighet till ett ökat samspel i trafiken. Medelhastigheterna över torget ligger mellan 16–20 km/tim, de är högre på natten än på dagen, men överskrider inte 26 km/tim. I genomsnitt sker färre än en lindrig olycka per år på Skvallertorget (Tyréns, 2007).

#### 4.1.1 Vägmarkeringar

Vägmarkeringar kan förvanska förarens perception (varseblivning) och ge en illusion av att man färdas fortare än man gör och på så sätt förmå föraren att sänka hastigheten. Vägmarkeringar kan sänka hastigheten utan att föraren är medveten om deras syfte och därför kan effekten bli långvarig. Ytterligare fördelar är att vägmarkeringar är billiga, lätta att implementera och lätt kan tas bort. Både längsgående och tvärgående vägmarkeringar kan användas (Rothenberg et al., 2004).

En sammanfattning av olika utvärderingar visar att **längsgående vägmarkeringar** (longitudinal pavement markings) kan smala av körbanan vilket leder till lägre hastigheter, men en moteffekt kan erhållas eftersom nya markeringar ger extra visuell ledning som kan öka hastigheterna. När körfält smalare av genom att faktiskt minska vägbredden, kan säkerheten äventyras. Om man däremot enbart skapar en illusion av smalare körfält genom att använda längsgående vägmarkeringar kan en sänkt hastighet erhållas utan att säkerheten äventyras (Rothenberg et al., 2004). I Japan används ofta olika färger och material för att förare skall sänka hastigheten, exempelvis genom längsgående vägmarkeringar där körfältet reducerats i storlek, se Figur 2.

---

<sup>7</sup> <http://www.walkablestreets.com/wild.htm>

<sup>8</sup> <http://www.dn.se/nyheter/nyheter---hem1/en-forradisk-trygghet>.



Figur 2 Användning av olika färger och material i Anamoriinari, Haneda, Tokyo för att begränsa körfältet för bilister och få dem att köra saktare. Foto: Annika Jägerbrand, 2010-06-30.

**Tvärgående vägmarkeringar** (transverse pavements markings) kan bestå av streck (bars) eller sammanstrålande vinklar/hakar (converging chevron pavement markings). Rothenberg et al. (2004) benämner sådana tvärgående vägmarkeringar också som arrow markings och comb markings, vilka har använts i Japan. Om strecken placeras så att avståndet mellan de på varandra följande markeringarna kontinuerligt minskas skapas en illusion av acceleration, vilket kan få föraren att sakta ner.

Tvärgående vägmarkeringar har visats vara särskilt lämpliga för att minska hastigheter när man närmar sig en cirkulationsplats eller en skarp kurva. Även trafikolyckor har reducerats (Rothenberg et al., 2004). Transportation Research Board, TRB, finansierar i nuläget ett projekt (Speed Management in Rural Communities: Innovative Low Cost Approaches<sup>9</sup>) där vägmarkeringar vinkelrätt mot den befintliga kantlinjen ska ge illusionen av att föraren vid färd på landsvägen närmar sig ett samhälle i en för hög hastighet.

Redan 1995 gjordes en översikt av två typer av vägmarkeringar; konvergerande vinklar/hakar (converging chevron pavement marking) och tvärgående vägstrecker (transverse bar pavement marking) (Griffin & Reinhardt, 1995). Författarna anser att man inte bara ska titta på medelhastighet före- och efter, eftersom det är ett ganska okänsligt mått på åtgärdens effektivitet. Istället borde man studera effekten på hastighetsfördelningen, t.ex. 85-percentil eller 95-percentil samt andel förare som överskrider hastighetsgränsen.

<sup>9</sup> <http://transport.ksu.edu/research/KSUTC-08-10.pdf>

När effekten av **konvergerande vinklar/hakar** (converging chevron pavement markings) utvärderats på en tvåfältig motorvägsramp i Atlanta, Georgia konstateras att fordonens hastigheter sänktes minimalt efter installationen (Hunter et al., 2010). Eftermätningar gjordes efter en vecka, en månad, tre månader, sex månader och nio månader. Effekten på hastighet var mest tydlig omedelbart efter implementering, men hade nästan helt gått tillbaka vid sista mätningen. Författarna diskuterar dock att det ändå kan finnas en säkerhetseffekt med vinklarna/hakarna även om hastigheterna inte sänkts.

I en motorvägskurva i Wisconsin har ett experiment med tvärgående vägmarkeringar genomförts. Åtgärden bestod av en serie **vita tvärgående fält** (transverse bar pavement markings) som installerades med kontinuerligt minskande avstånd mellan de på varandra följande markeringarna. Dessa vägmarkeringar fanns i alla körfälten i både norrgående och södergående riktning. Syftet var att ge förarna en förnimmelse av att hastigheten ökade och på så sätt få förare att sakta ner. En före- och efteranalys gällande hastighet har genomförts. Eftermätningarna skedde en vecka efter installationen samt efter ett halvår för att visa på både kortsiktiga och långsiktiga effekter. Resultaten visar att de tvärgående vägmarkeringarna var effektiva för att reducera kurv Hastigheterna, speciellt kort efter installationen. Störst effekt på hastigheten erhöles vid vägkanten och de mellersta körfälten, medan hastigheten på körfältet närmast mittremsan var jämförelsevis opåverkad (Gates et al., 2008).

**Optiska hastighetslinjer** (optical speed bars) i form av tvärgående linjer (ca 30 cm) vid ett körfälts båda sidolinjer och där det längsgående avståndet mellan linjerna successivt minskade så att en synvilla skapades, har testats vid en vägarbetsplats i Sverige (Sörensen & Wiklund, 2011). Linjerna applicerades mellan en 70-skyllt och en efterföljande 50-skyllt och gav en liten men signifikant sänkning av hastigheten vid 50-skyllten från 57 till 56 km/tim Hastigheten sänktes inte i samma utsträckning som vid försök utomlands. Metoden konstaterades vara förhållandevis billig, men kräver barmarksförhållanden. Författarna föreslår ett alternativ som skulle kunna fungera även vintertid, nämligen **skärmar** som placeras ut med successivt minskande avstånd.

Vid en vägarbetsplats i Nya Zeeland ville man sänka hastigheten från 100 km/tim till 50 km/tim genom att placera ut **koner** så att passagen blev 3,5 meter. På en 14 meter lång sträcka före vägarbetet ställdes, i första försöket, koner med 2 meters mellanrum, i andra försöket med ojämna mellanrum från 3,5 meter till 0,5 meter. Medelhastigheten sjönk vid båda uppställningarna. Vid mätning direkt efter konerna var medelhastigheten lägst för de ojämnt uppställda konerna, vid mätning inne i vägarbetsområdet var medelhastigheten lägst för de jämnt uppställda konerna. Författarna rekommenderar att minst 8\*2 koner arrangeras med ett minskande mellanrum för att sänka hastigheten vid vägarbeten (Allpress & Leland, 2010). Koner kan användas också på annat sätt, exempelvis görs detta i Japan se Figur 3.



*Figur 3 Större väg i Tokyo där man använder sig av olika färger som vägmarkeringar men även tvärgående markeringszoner och koner för att begränsa körfält och för att reducera hastigheterna. Foto: Annika Jägerbrand, 2010-06-30.*

I USA har man i flera delstater infört ”**yield-to-pedestrian channelizing devices**”, förkortat **YTPCD** som en åtgärd att dämpa hastigheter, minska olycksriskerna och få ned antalet påkörningar på fotgängare vid speciellt utsatta korsningar (Strong & Ye, 2010, Strong & Kumar, 2006). Syftet är också att underlätta för fotgängare att korsa gatan. YTPCD är en varningsskylt med fot som man sätter före övergångsställen för att påminna bilister om att fotgängare har företräde, men skylten har även en hastighetsdämpande effekt då den står i mittpartiet av vägen och förarna riskerar att köra på den ifall de inte kör försiktigt. Skylten är portabel och lätt att flytta. Studier av YTPCD visar att de ökar fotgängarnas säkerhet direkt vid övergångsställen (Strong & Kumar, 2006) men även att det finns en positiv sidoeffekt på närliggande sidogator för fotgängares trafiksäkerhet på korsningar men en negativ sidoeffekt för fotgängare på övergångsställen på mittsektionerna (Strong & Ye, 2010). Totalt sett konstateras det dock att YTPCD har en positiv effekt på både bilisters och fotgängares beteende och man rekommenderar därför deras användning (Strong & Ye, 2010).

En **vägmarkering** inkluderande en speciell vägs skylt som kan användas där det ofta är **dimma** har utvecklats i Italien och Österrike. Hastigheten justeras i dimmiga situationer i enlighet med vita märken/prickar som målas i välvalda intervall vid sidan om motorvägen. Om två prickar kan ses samtidigt, rekommenderas en hastighetsminskning till 60 km/tim. Om bara en prick kan ses rekommenderas maximalt 40 km/tim. De speciella vägs skyltarna visar en bild på väg med prickar, samt den rekommenderade hastigheten (Sulzmann, 2008).

**Tvärgående frästa räfflor** (transverse rumble strips) kan användas över hela eller delar av körbanan. Exempelvis kan flera räfflor användas tillsammans för att sänka hastigheten, när man på en höghastighetsväg närmar sig en korsning (NCHRP, 2008). Daniel m.fl. (2005) konstaterade att tvärgående bullerräfflor var mer effektiva i att sänka hastigheten än tvärgående vägmarkeringar.

I ett simulatorförsök av en väg genom tunnel testades olika **visuella mönster** (visual patterns) som gav illusionen av ökad eller minskad **tunnelbredd**. Mönstret fanns på tunnelns väggar och resultaten visar att förare gradvis sänkte hastigheten när de körde där mönstret visuellt minskade bredden, respektive ökade hastigheten vid det mönster som visuellt ökade bredden (Manser & Hancock, 2007).



**Permanenta upphöjda vägbucklor** (permanent raised pavement markers, PRPM) är små fyrkantiga eller runda markeringar som används mycket i många andra länder, t.ex. USA. De finns i många olika färger och material och har olika syften. Exempelvis kan de markera vattenrör eller vara reflekterande (t.ex. "cat's eyes") så att man ökar trafiksäkerheten på vägar där det ofta är dålig sikt eller dåliga väderförhållande. De upphöjda vägbucklorna förstärker synintrycket av övriga vägmarkeringar, men kan också användas före korsningar eller övergångsställe och har då en liknande effekt som räfflor. De permanenta vägbucklorna kan vara plogbara eller icke-plogbara beroende på design, material och installationsteknik (några installeras nedsänkta i vägens yta, s.k. "recessed markers"). I USA har trafiksäkerhetsaspekterna hos de permanenta upphöjda vägbucklorna utvärderats i ett större forskningsprojekt (NCHRP, 2004). Resultaten visar att det är viktigt att ta hänsyn till trafikvolym och väggeometri när PRPM skall användas, men det finns indikationer på att vägbucklorna kan minska antalet mörkerolyckor vid högre ÅDT (>20 000).

Målade runda cirklar framför/efter övergångsställe finns i Reykjavik, antagligen som en hastighetsdämpande åtgärd, se Figur 4. Det är oklart ifall detta har någon effekt på hastigheten.



Figur 4 Vägmålningar med gröna cirklar framför/efter övergångsställen på hårt trafikerad gata i centrala Reykjavik, Island. Foto: Annika Jägerbrand, 2010-11-09.

#### 4.1.2 Andra typer av ytbeläggningar

Tyregrip<sup>TM</sup> ytbeläggning<sup>10</sup> är gjort av epoxiharts och kan läggas på redan existerande ytor av asfalt, betong, metall eller trä. Materialet har en hög friktion och ger därför en yta som motverkar sladdar. **Tyregrip<sup>TM</sup>** har installerats på påfartsramp för att minska avåkningsolyckor. De ökade friktionskrafterna gör att förare skulle kunna åka i högre

<sup>10</sup> <http://www.statewidetrafficsafety.com/index.asp>

hastigheter och ändå behålla sin placering. Före- och efterstudier visar däremot att medelhastigheten sänktes efter installationen samt att andelen som körde över hastighetsgränsen minskade. En tänkbar anledning är skillnaden i textur på vägbeläggningen och eventuell bullerökning från Tyregrip™ ytbeläggning (Reddy et al., 2008).

I ett program för sänkta hastigheter i bostadsområden (Heed the Speed) kombinerades utbildningsmaterial och övervakningsaktiviteter med tekniska utformningsåtgärder. Åtgärderna på väg bestod av hastighetsgupp och upphöjningar (plataer) samt **visuella applikationer i 3D** och Tyregrip™, vilka gav illusioner av hinder på körbanan. Före- och eftermätningar av hastigheter visar att de fysiska förändringarna som upphöjningar (plataer) och gupp gav den största nedgången i hastighet. I studien ingick nya installationer med tvärgående åtgärder på körbanan, dessa var i hög grad effektiva för att sänka hastigheten. Likaså fanns nya installationer av vägytemarkeringar; 3D- markeringar och Tyregrip™ ytbeläggning som troligen också gav ett tillägg till de minskade hastigheterna (Blomberg & Cleven, 2006).

I ett pilotprojekt i Vancouver i Kanada målades en lekande flicka på vägen vid en skola i syfte att få bilisterna att hålla 30-gränsen, se Figur 5. Bilden är gjord av betong och vinyl och sträcker sig utefter 14 meter på vägen. Huvudet är 400 procent större än fötterna och motivet blir därför först realistiskt i 3D när bilisterna är 30 meter därifrån. När man kör mot bilden, verkar det som att den sakta reser sig ur vägen. På 30 meters avstånd ser bilden ut som ett lekande barn, men när man kommer närmare förstår man att det är en **optisk illusion**.<sup>11</sup> Bilden är anamorfisk, vilket betyder att den är formad på så sätt att den bara är förståelig när den betraktas från ett visst avstånd eller en viss punkt. Bilden kan ligga i tre till sex månader innan den blir så sliten att den tappar sin funktion. Enligt personlig kommunikation med Charmaine Chin på organisationen Preventable<sup>12</sup> har responsen till pilotprojektet varit enastående.



Figur 5 3D målning på väg utanför skola i Vancouver, Kanada. Foto publicerat med tillstånd av Community against Preventable Injuries Association, British Columbia, Canada.

<sup>11</sup> [http://www.youtube.com/watch?v=8r26AwT7PTM&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=8r26AwT7PTM&feature=player_embedded) 2010-09-07

<sup>12</sup> [www.preventable.ca](http://www.preventable.ca)



#### 4.1.3 Kombination av olika fysiska åtgärder

Experiment i en körsimulator testade om hastigheten kunde sänkas på en större landsväg genom ett mindre tätbebyggt område. Installationen bestod av **portaler (gateways)** vid infarterna till samhället och före dessa fanns två olika alternativ med vägmarkeringar och avsmalningar (Galante et al., 2010). Det första alternativet bestod av partier av vägmarkeringar samt ett parti med färgad stenbeläggning och var en mindre kostsam åtgärd. Alternativ två var ett dyrare alternativ eftersom det innehöll en chikan och inköp av mark för att åstadkomma en liten kurva. Inne i samhället fanns också hastighetsdämpande åtgärder i form av tvärgående trekantiga markeringar från sidolinjen (s.k. **dragon's teeth**), samt en häck som skulle göra att det kändes som vägen smalnade av. Båda alternativen gav hastighetssänkningar, både vid portalen och genom samhället för de som färdades i den riktning där hastigheten i utgångsläget var högre. I den färdriktning där hastigheten i utgångsläget var lägre, erhöles enbart hastighetssänkningar vid portalen (Galante et al., 2010).

På Irland har hastighetssänkningar erhållits genom att bygga hastighetsdämpande åtgärder vid övergång från landsbygd till byar och städer. Det handlade om att visa på en förändring i omgivningen från landsbygd till samhälle genom att ha målningar som minskade den optiska vidden och sedan en ”inkörspport” med höga skyltar där samhället tog vid. För att hålla kvar hastighetsreduktionen behövdes hastighetsdämpande åtgärder även i det tätbebyggda området. Det som användes var trottoarer och vägmarkeringar för att markera vägbredden, trafiköar, parkerings- och bussfickor, stråk för fotgängare och cyklister samt korsningsåtgärder (McHale, 2005).

I Tjeckoslovakien har också huvudgator i tätorter designats med tanke på hastighetsdämpning. Man har följt tekniska riktlinjer och bland annat skapat mycket smalare körfält, parkeringsfält som bryts av med växtlighet (träd), långsgående trafiköar vid övergångsställen, cirkulationsplatser (rondell diameter 35–40 meter), utvidgade trottoarer vid övergångsställen och busshållplatser, upphöjda övergångsställen m.m. (Skladany, 2005).

I Storbritannien har man kombinerat olika åtgärder för att få ner hastigheten genom landsbygdssamhällen<sup>13</sup>. Fysiska åtgärder i vägmiljön har bland annat handlat om att ta bort överflödiga skyltar, minska storleken på skyltar, använda en annan vägbeläggning (stenar), markera infarten till samhället med en port (inkl. skylt med text), ta bort vägmarkeringar (inkl. mittlinjen) och få vägen att kännas smalare genom att t.ex. ha en annorlunda målad vägremsa för fotgängare.

I Japan finns exempel där man använder fyra olika hastighetsdämpande åtgärder på samma vägsträcka, se Figur 6.

---

<sup>13</sup> <http://www.slower-speeds.org.uk/>



*Figur 6 Exempel på användning av fyra olika typer av hastighetsdämpande åtgärder: tvärgående färgade områden, tvärgående gupp (svarta), insmalnande vägbuck (annat material), samt gula permanenta upphöjda vägbucklor i Kasairinkaikoen, Tokyo Bay, Tokyo. Foto: Annika Jägerbrand, 2010-06-27.*

## 4.2 ITS-relaterade åtgärder

De ITS-åtgärder som finns nämnda i detta kapitel är uppdelade på ”traditionella” ITS där tvåvägskommunikation mellan bilar och mellan bilar och infrastruktur inte är nödvändig och samverkande system där tvåvägskommunikation mellan bilar och/eller mellan bilar och infrastruktur är nödvändig.

### 4.2.1 ”Traditionella” ITS-relaterade åtgärder

I Storbritannien har olika åtgärder för att få ned hastigheten på landsbygdsvägar genom mindre samhällen prövats, som exempel kan nämnas olika typer av fordonsaktiverade skyltar, **Vehicle Activated Signs, VAS**<sup>14</sup>. En sådan skylt var en mobil ”smiley-VAS” som förmedlade förarens hastighet och därefter en lämplig (glad eller ledsen) smiley. Denna VAS var kombinerad med temporära **”Watch Your Speed”-skyltar**, dvs. Speed Activated Warning Signs som ger varningsmeddelande till förare som kör för fort. I sydvästra England (South Gloucestershire) har fordonsaktiverade skyltar använts för att förstärka efterlevnaden av hastighetsgränsen 30 mph (South Gloucestershire council, 2004). Ett år efter införandet hade medelhastigheten sjunkit med nästan 6 mph och 85-percentilen hade sänkts med 8 mph. Skyltarna sattes på platser med många personskador i förhållande till hastigheten eller som svar på oro i lokala samhällen.

I Sverige kan man finna smiley-VAS som test på några ställen men det är oklart ifall några utvärderingar av påverkan gjorts. Ett exempel på användning är Slussen,

<sup>14</sup> <http://www.slower-speeds.org.uk/>

Stockholm där bussförarnas hastighet mäts upp och en smiley eller ”inte-smiley” (en smiley med sur min istället) visas när de kör förbi, se Figur 7.



Figur 7 Hastighet och VAS-smiley skylt för kollektivtrafiken Slussen, Stockholm. Foto: Annika Jägerbrand, 2011-04-18.

I Rhode Island installerades tretton olika dynamiska meddelandeskyltar (DMS; **Dynamic message signs**) på stora landsvägar inom och mellan stater från år 2004 och framåt. Trafikmyndigheterna ville på detta sätt kunna sprida trafikinformation och trafikråd i realtid, t.ex. om trafikolyckor, vägarbete, avstängda körfält. Utvärderingar visar att skyltarna fungerade bra, att förare ofta minskade hastigheten för att läsa, förstå och följa DMS-meddelandet. Man observerade dock att förare vanligtvis höjde hastigheten efter att ha passerat DMS för att kompensera för den tidigare hastighetssänkningen. Dessa variationer i hastighet kunde belasta/stressa körningen, ge ökad trafikstockning och orsaka olyckor (Wang et al., 2009).

Sulzmann (2008) anser att programmerbara VMS (Variable Message Signs) i framtiden kommer ge möjlighet att visa symboler, t.ex. kan **animeringar och lysande/blinkande inslag** användas. För att larma förare för en fara som snabbt närmar sig, är det viktigt att placera en blinkande triangel ovanpå den statiska symbolen/pictogrammet. Resultat har visat att tecknade piktogram som placeras framför ett blinkande grafiskt element försämrar förståelsen. För att förhindra att föraren distraheras rekommenderas därför sådana kombinationer bara för statiska symboler. I vissa fall kan dock animerade symboler förbättra förståelsen. Sulzmann (2008) visar ett exempel som gäller en händelse med mötande olaglig trafik (föraren kör fel riktning), där en svart skylt har en röd varningstriangel därur ett mötande fordon kommer närmare och närmare.

Författaren anser att uppenbart tydliga och enkla bilder kan förstås snabbare än detaljerade sådana.

Detaljerad teknisk beskrivning av hur variabla meddelande skyltar, VMS, bör konstrueras när det gäller exempelvis storlek, bilder och tecken finns framtagen i projektet IN-SAFETY (Sulzmann, 2008).

I ett trafiksäkerhetsexperiment, kallat **Hastighetslotteriet**<sup>15</sup> utfört utanför en skola i centrala Stockholm, kunde de som körde laglydigt vinna en större summa pengar. Genomsnittshastigheten under testperioden sjönk med drygt 20 procent. Initiativtagarna till det omvända angreppssättet, NTF och Volkswagen, ansåg försöket vara lyckat och även att en effekt med lägre hastigheter kvarstod efter att försöket avslutats.

Förstärkt information vid **övergångsställen**, FIVÖ, har i en studie vid VTI visat sig ge en signifikant lägre hastighet när systemet är aktivt jämfört med när det inte finns ett system. Det finns dock potential att utveckla systemet avseende förbättring och förstärkning av de ljus som testats (Anund & Söderström, 2010).

I Beijing har man sett att **trafiksignaler som har en nedräkning**, dvs. visar kvarvarande tid i sekunder av den aktuella signalen (signal countdown device) har en mätbar effekt på förarens beteende (He & Sun, 2010). Efter att nedräkningsanordningen installerats i korsningar har beteendet att passera under gult ljus minskat signifikant. Även körning mot rött ljus är signifikant mindre omfattande, även om det beteendet fortfarande är stort.

I Portugal har man installerat trafiksignaler med hastighetsmätning. När man närmar sig trafiksignalen och håller för hög hastighet slår ljuset om till rött. Håller man hastighetsbegränsningen får man grönt ljus. Systemet kallas för **trafiksignaler för att kontrollera hastigheten** (traffic signals for control speed), se Figur 8. Systemet är främst tänkt att användas vid korsningar och övergångsställen.



*Figur 8 Trafiksignaler som kontrolleras med hastighetsmätning i Portugal. Foto publicerat med tillstånd av InIR, IP, Portugal.*

---

<sup>15</sup> <http://www.ntf.se/Tidning/default42939.asp>

Ett företag i Linköping har utvecklat ett **aktivt farthinder**. Produkten lanseras under det engelska namnet actibump. Idén är enligt företagets hemsida<sup>16</sup> att använda sig av ett aktivt farthinder för att minska hastigheter. Då ett fordon närmar sig hindret registreras hastigheten med hjälp av radar. Om fordonet skulle köra för fort enligt den aktuella hastighetsgränsen (oftast 30 km/tim) aktiveras farthindret och en del av vägbanan fälls ner så att en kant friläggs. Om fordonet håller tillåten hastighet händer ingenting. Enligt en artikel i Affärsliv<sup>17</sup> publicerad i januari 2010 var tester av systemet i full gång. Enligt artikeln hade medelhastigheten minskat med 5 km/tim och antalet bilister som körde mer än 10 km/tim för fort hade minskat med 34 procent. Enligt artikeln, ska 95 procent av de som körde för fort ha bromsat innan hindret. Systemet ska kunna anpassas så att det inte aktiveras av uttryckningsfordon. Liknande tester har, enligt artikeln, gjorts tidigare med andra typer av aktiva farthinder men där konstruktionen är plattor som skjuter upp ur marken. Dessa gav dock negativa effekter då konstruktionen inte höll för bussar.

#### 4.2.2 Samverkande system

En typ av ITS som har blivit mer och mer omtalat är samverkande system. Utvecklingen av tekniken inom telekommunikation har gjort att kommunikation mellan bilar och kommunikation mellan bilar och infrastrukturen kan möjliggöras på ett helt annat sätt än man tidigare har kunnat. Idén med systemen är att föraren ska kunna få information direkt in i bilen, dels från andra bilar (vehicle-to-vehicle communication) men också via enheter placerade vid sidan av vägen (vehicle-to-infrastructure communication). Det betyder bland annat att information från variabla hastighetsskyltar och kö/hindervarningssystem kan ges till föraren direkt i bilen och vid en tidigare tidpunkt än tidigare. I Europakommissionens handlingsplan för ITS belyses vikten av samverkande system och dess utveckling (Europakommissionen, 2008).

Ett omfattande standardiseringsarbete pågår idag inom samverkande system för att möjliggöra en så snabb spridning av systemen som möjligt samt för att gynna utvecklingen av interoperabla system (Europakommissionen, 2009). De Europeiska standardiseringsorganisationerna ETSI (European Telecommunications Standards Institute) och CEN (European Committee for Standardization) är ansvariga för arbetet som beräknas vara klart år 2013 (CEN & ETSI, 2010). ETSI (2009) har utvecklat ett antal applikationer/-system, 'Basic set of applications', vars mål är att uppfylla alla krav för att kunna implementeras samma dag som standarderna är färdiga. Dokumentet är fortfarande ett arbetsdokument och kan komma att ändras allteftersom standardiseringsarbetet pågår. Dessa applikationer/system innefattar bland annat system som direkt eller indirekt påverkar hastigheter. Utöver att bidra till utvecklingen av standarder, är tanken att de framtagna applikationerna/systemen också ska bidra som en referens för aktörer som arbetar med utveckling av dessa typer av system. De ger en bra indikation på vilka system som anses relevanta för framtida utveckling med då gällande standarder. Nedan följer en tolkning av några av de "use cases" som finns beskrivna i dokumentet utgivet av ETSI (2009).

Ett av de use case som direkt kan ses påverka hastigheter är **emergency electronic brake lights**, där en bil signalerar vid en plötslig inbromsning med hjälp av elektroniska bromsljus. Bakomvarande bilar får informationen från framförvarande bil in i bilen.

---

<sup>16</sup> <http://www.edeva.se/actibump/>

<sup>17</sup> <http://www.affarsliv.com/?articleid=5494950&date=&menuids=>



Informationen från den inbromsande bilen kan även skickas via en enhet vid sidan av vägen till ett centralt trafikledningscenter som kan använda informationen för att varna förare om hinder och nedsatt hastighet. Informationen kan sen sändas tillbaka från trafikledningscentret via vägens enheter och vidare till berörda bilar.

**Regulatory/contextual speed limits** är ett annat use case som direkt kan förknippas med hastighet. Idén här är den samma som vid VMS och MCS men istället för att informationen ges till föraren via VMS-skyltar fås informationen direkt in i bilen. Informationen om hastighet kan antingen komma från bilar via en enhet vid vägen till bakomvarande mottagande bilar som passerar enheten, eller från ett lokalt eller centralt trafikledningscenter som har mottagit information om förhållanden på vägen, via en enhet vid vägen, till bilar som passerar enheten. Fördelen med att ha ett samverkande system framför VMS eller MCS är att bilar kan motta information längre bort från en aktuell trafiksituation och om informationen kommer direkt in i bilen är det mindre risk att missa den. Det ställs här höga krav på att informationen som sänds är i realtid.

Ett tredje use case som också kan förknippas direkt till hastighet är **traffic light optimal speed advisory**. Information om grön-, röd- och gultid gällande trafiksignal skickas till bilar som står och väntar eller som anländer till trafiksignalen. Detta är ingen åtgärd som minskar hastigheten utan snarare en harmoniseringsåtgärd för att minska ryckigt körande och därmed olyckor som kan uppkomma vid trafiksignaler.

Utöver nämnda use cases finns ett flertal system nämnda som hanterar olika typer av varningar såsom varningar för hinder, varningar för olika typer av potentiellt farliga situationer som kan leda till kollision och use case som varnar för potentiella risker längre fram i trafiken. Alla dessa use case har fokus på att ge föraren information för att förebygga alltför snabba inbromsningar och minska hastigheten på ett säkert och effektivt sätt.

Samverkande system är fortfarande i många fall i en forsknings- och utvecklingsfas men både i Europa och i övriga världen är satsningarna på dessa typer av system stora, vilket också visar på att potentialen för systemen anses vara väldigt stor. En litteraturstudie från 2011, "Cooperative system, an overview" (Grumert, 2011) visar att det pågår och har avslutats många projekt inom området i Europa och inom ramverksprogrammen, men också i övriga delar av världen. Många hastighetsrelaterade use cases och applikationer har tagits fram i de olika projekten. Då många av dessa use cases och applikationer fortfarande är i en testfas är effekterna av systemen ofta osäkra.

### 4.3 Strategiska angreppssätt

Strategiska angreppssätt för att komma till rätta med för höga hastigheter och för att öka trafiksäkerheten är viktiga verktyg för att välja ut, effektivt implementera och utföra verifierbara åtgärder. Flera länder har utvecklat system och verktyg från problem-identifiering till implementering och uppföljning av hastighetsdämpande åtgärder, t.ex. USA, Storbritannien, Kanada, Holland, Australien och Sydafrika (Rahman et al., 2005). Elvik & Vaa (2004) tar upp 14 olika typer av åtgärder som är generella policy-verktyg som påverkar trafiksäkerheten, varav organisatoriska åtgärder är en. Ett verktyg för att hitta områden där hastighetsdämpande åtgärder bör implementeras är den s.k. black spot metoden, där en black spot definieras som en plats om maximalt 100 meter där det skett minst 4 olyckor med personskador under 4 års tid (Elvik & Vaa, 2004).

Staden Calgary har utarbetat en policyrapport för att arbeta effektivt med hastighetsdämpande åtgärder (Urban systems limited, 2006).

Identifierade principer för att arbeta med hastighetsdämpande åtgärder är:

- Involvera samhället
- Identifiera det verkliga problemet
- Kvantifiera problemen
- Överväga förbättringar i de större trafiknätverken först
- Använda självreglerande åtgärder. (Exempelvis: välja cirkulationsplats före fyrvägs korsning, välja fartgupp före hastighetsbegränsning). Självreglerande åtgärder kräver inte polisiär övervakning
- Minimera restriktioner när det gäller tillgänglighet (dvs. undvika barriärer och dylikt)
- Fokusera på bilar och lastbilar som målgrupper (ej bussar, cyklister och fotgängare)
- Implementera tillfälliga åtgärder (såvitt det inte är ekonomiskt oförsvarbart)
- Övervaka trafiksituationen.

Hastighetsdämpande åtgärder kan i stort sett implementeras på de flesta typer av vägar. Man bör dock använda olika angreppssätt beroende på vilken typ av problem man har.

Staden Calgary identifierade fem olika problemområden som är viktiga i processen för att få ned fordonshastigheterna:

1. Isolerade problem (t.ex. skolor, lekplatser, stopplikt vid fyrvägs korsning)
2. Områdesutbredda problem (t.ex. innerstaden där åtgärder behövs över ett större område)
3. Användningsproblem (omfattar vägar där det finns fel i ex. siktavstånd, felparkering, trafiksignaler, eller väggeometri)
4. Projektrelaterade problem (tillfälliga projekt såsom konstruktioner, byggnationer eller utvecklingsprojekt)
5. Övriga problem.

I Tabell 2 visas ett exempel på ett strategiskt arbetssätt från start till implementation av hastighetsdämpande åtgärder.

*Tabell 2 Exempel på strategiskt arbetssätt för att arbeta med hastighetsdämpande åtgärder, i detta fall ett schema över processen för att genomföra trafikstudier och implementera åtgärder, utvecklat av Calgary City, Canada. Anpassad efter Urban systems limited (2006).*

	Aktivitet	Tidsspann
Steg 1. Problemidentifikation	Etablera "trafikkommittéer" Identifiera trafikproblem Samla in och analysera trafik- och säkerhetsdata Fastställa undersökningsmål och syfte	2–6 mån
Steg 2. Trafikplan	Fastställa tänkbara lösningar Utveckla föreslagen trafikplan Undersöka samhällsstödet för trafikplanen, exempelvis genom en enkätundersökning Justera och ta fram en slutgiltig trafikplan för godkännande	2–5 mån
Steg 3. Implementering	Få trafikplanen godkänd Implementera de trafikdämpande åtgärderna	12 mån
Steg 4. Projektavslutning	Studera trafikförhållandena efter förändringarna: fördelar och hur de påverkat området och trafiknätverket	2–4 mån



## 5 Slutsatser och diskussion om potentiell användning

Detta projekt har funnit en rad hastighetsdämpande åtgärder som används internationellt. Huruvida dessa är lämpliga att använda i Sverige, lokalt, regionalt eller nationellt beror på en rad olika faktorer såsom: område, vägens geometri, klimat, trafikflöde, trafikkultur, installation och planering och även hur man bedömer behovet och effekten av sådana åtgärder. För att effektivt gå från behovsanalys till implementering och uppföljning/utvärdering krävs att åtgärderna är väl genomtänkta och får acceptans i samhället. Exempelvis är det lättare att få acceptans för passiva självreglerande hastighetsdämpande åtgärder än påtvingande lagupprätthållande åtgärder. Inför införandet och val av lämpliga hastighetsdämpande åtgärder bör man konkretisera vilken effekt de förväntas ha samt göra en kostnadskalkyl.

En rapport publicerad av staden Calgary har en tabell där man radar upp en lång rad möjliga hastighetsdämpande åtgärder och baserar rekommenderad användning på årsdygnstrafik (ÅDT) och vägtyp (Urban systems limited, 2006). De mest effektiva hastighetsdämpande åtgärderna sägs vara vertikala åtgärder såsom vägkuddar, vägbulor, och plataer men effektiviteten av dessa är direkt beroende av hur många och hur nära varandra dessa installeras. Om de exempelvis placeras med ett avstånd om 40–60 meter så kan en minskning av hastigheten med 30 km/tim uppnås enligt Harvey (2011). När hastighetsdämpande åtgärder används isolerat verkar deras effektivitet bli som lägst. Genom att använda kombinationer av flera hastighetsdämpande åtgärder som är självreglerande kan förmodligen en större effekt på hastighet erhållas, men det finns inte speciellt många vetenskapliga studier inom detta område.

En viktig aspekt vid valet av hastighetsdämpande åtgärder är hastighetsbegränsningen på vägsträckan där åtgärderna skall implementeras. De flesta åtgärderna som används i Sverige idag, och de nya vi funnit, bör användas främst i tätortstrafik eller där hastighetsbegränsningen är maximalt 50 km/tim. De åtgärder som skulle kunna vara implementerbara för att minska hastigheter över 50 km/tim är ITS-baserade åtgärder. Redan idag finns exempel på ITS system som är implementerade på vägavsnitt med en hastighet över 50 km/tim, där motorvägsstyrningssystem (MCS) som finns i både Stockholm och Göteborg är bland det mest använda. Även visuella markeringar eller vissa andra typer av vägmarkeringar är exempel på system som skulle kunna implementeras för att minska hastigheter över 50 km/tim.

En studie som utvärderat 20 olika typer av hastighetsdämpande åtgärder i körsimulator konstaterar att det är svårt att införa hastighetsdämpande åtgärder där vägsträckan är rak men att hastighetsreduktioner ändå går att erhålla genom att man ökar förarnas riskperception (Jamson et al., 2010). Ökad riskperception i tätortsmiljö kan uppnås på flera olika sätt; t.ex. genom införande av olika typer av hastighetsdämpande åtgärder, införande av ”shared space” eller genom att ta bort alla varningsskyltar för att göra förarna mer hänsynstagande och mer medvetna om riskerna. Det är således avgörande att hastighetsdämpande åtgärder införs utifrån att trafikplanerarna utvecklar en helhetsstrategi.

Clarke & Carpenter (2007) diskuterar om designen av hastighetsdämpande åtgärder är rätt eller fel. Kate Carpenter, som intervjuas, anser att ingenjörer ska ta en mer innovativ, nyskapande ansats som att ta bort all gatumöblering och tänka om när det gäller design. Designers bör undvika den medelväg, kompromiss, som varken är ett ”rent ark” eller standard design. Carpenter säger: ”You either do what they have done on High Street Kensington and take out virtually all signs and markings so it is clear that everybody is responsible for working out what they do. Or you do everything to

standard because that protects you as a highway authority and a designer.” Hon anser vidare att fotgängare bör integreras mer naturligt i flödet av människor och fordon, vilket även leder till att gatumiljön blir renare, säkrare och attraktivare.

ITS är ett växande område och med hänsyn till den utveckling som sker kontinuerligt, både inom tekniken som används för ITS men också inom ITS-området som helhet, finns det stor potential i den här typen av system. Då forskningen inom området är prioriterat både inom och utanför EU är det viktigt att följa med i utvecklingen.

Många av de hastighetsrelaterade system som finns idag inom ITS är system med fokus på att ge information till föraren. Dels genom ren hastighetsinformation, som t.ex. variabla hastighetsskyltar, där hastigheten anpassas efter aktuellt flöde, väderförhållanden eller olika typer av hinder eller uppkomna risker. Det finns också skyltar som visar någon typ av information relaterad till för hög hastighet eller varningar som har för avsikt att göra föraren medveten om framförvarande hinder/risker. Detta leder i sin tur förhoppningsvis till någon typ av agerande hos föraren för att anpassa hastigheten till framförvarande hinder/risk. En kombination av dessa två typer av system är motorvägsstyrningssystem som både kan ge information till föraren i form av varningar (t.ex. varning för kö och avstängda körfält) men också visa nya rekommenderade hastigheter. Dessa typer av system finns idag implementerade i Sverige. Information och varningar vid sidan av vägen kan anpassas både till motorväg och stadsmiljö såväl som glesbygd och landsväg.

De flesta av de intelligenta transportsystem som finns beskrivna i kapitel 4.2.1 bygger på den typ av system där föraren kan se information på en enhet vid sidan av vägen och därefter anpassa sin hastighet efter den givna informationen, vilket leder till hastigheter som är anpassade till omgivningarna och uppkomna situationer. Det är dock viktigt att information är så tydlig och lätt att förstå som möjligt. I fallet med Dynamic message signs visades att förare sänkte hastigheten för att fokusera på skyltarna och den givna informationen. Detta är en positiv effekt men samtidigt kan det antas att föraren förlorar fokus på vägen vilket kan leda till att en hastigt uppkommen situation kan öka risken för olycka. Det nämns också att animeringar i många fall bör uteslutas då det kan distrahera föraren och att tydliga enkla bilder och tecken ger bättre förståelse än detaljerade bilder. Det har också visats att förare i vissa fall tenderar att ignorera information som inte är obligatorisk utan bara rekommenderad. Då systemen ofta är kostsamma att implementera är det därför viktigt att vid införandet av dessa system utvärdera effekten av olika typer av information och förarens acceptans av informationen. Detta skulle kunna göras via simulatorförsök och frågeformulär. Då många av de system som idag anger alternativa hastigheter visar rekommenderade hastigheter och inte obligatoriska hastigheter kan viljan att följa nya hastighetsgränser vara svagare än om man hade obligatoriska nya hastighetsgränser.

I Nya Zeeland och Australien använder man sig av fartkameror och VMS hastighets-skyltar utanför skolor där rektorn har möjlighet att sätta på och stänga av systemet (pers. kommentar Torsten Bergh, Trafikverket, 2011-03-18). Man skulle kunna tänka sig en sådan användning av systemet med VMS-skyltar i Sverige när många barn är i rörelse i området. Problemet med detta skulle vara den mänskliga faktorn och det faktum att rektorn eller annan person måste vara närvarande och sätta på och stänga av skyltarna.

Ett relativt nytt system som inte har använts i Sverige i någon större utsträckning är aktiva farthinder. Problemen med dessa hinder verkar vara att hitta en typ av konstruktion som inte skadar fordon som passerar i för hög hastighet då farthindret är aktiverat. En idé som ett företag utvecklat är att använda en nedsänkning istället för en

upphöjning. Detta skulle kunna vara mer skonsamt för fordon som passerar då farthindret är aktiverat.

Samverkande system har diskuterats mer och mer de senaste åren och planen är att ha fungerande system ute på marknaden omkring 2020 (Grumert, 2011). Systemen bygger på kommunikation mellan bilar och mellan bilar och infrastrukturen. En hel del av dessa system fokuserar direkt eller indirekt på hastighetsanpassningar. Många system bygger på att föraren ska kunna få realtidsinformation direkt in i bilen och på så sätt kunna agera snabbare på t.ex. faror/hinder och hastighetsförändringar.

Det har diskuterats en del potentiella problem rörande samverkande system. CVIS (2010) tar i sin rapport upp några av de viktigaste problemställningarna.

Standardiseringen av systemen är något som anses mycket viktig för att få interoperabilitet. Detta är viktigt för både telekomindustrin och bilindustrin men också för myndigheter som ska ta beslut om vilka system som bör satsas på. Det är därför viktigt att så snabbt som möjligt hitta gällande standarder som är desamma inom Europa men företrädesvis också för resten av världen. Dessa standarder bör vara så omfattande och precisa som möjligt. Ett sådant arbete pågår idag i Europa men även inom ISO<sup>18</sup> (International Standardization Organisation) som är en internationell standardiseringsorganisation. Ett samarbete mellan dessa organisationer existerar för att minimera onödigt dubbelarbete och överlappningar. Det är viktigt att löpande uppdatera sig om status och utveckling inom standardiseringen för att vid satsning på utveckling av nya system fokusera på system som är i linje med de standarder som utvecklas i området. Detta för att garantera en så stor spridning av systemen som möjligt och system som fungerar väl med andra system.

Användbarhet är ett annat område som också är viktigt och diskuterat. För att få välfungerande och användbara system krävs det att en stor del av bilparken har systemen och vill använda systemen, eftersom tanken i många fall är att informationen ges till föraren direkt i bilen istället för via enheter vid vägen. Informationen kan dock komma från enheter vid vägen. Då ITS-system ofta är kostsamma att implementera är det viktigt att utvärderingar görs innan systemen sätts i bruk med fokus på användbarhet. Detta kan t.ex. göras via frågeformulär kombinerat med simulatorförsök.

Användningen av modern teknik är stor inom samverkande system och kommunikationen mellan system gör att utsattheten för dataintrång och virusspridning blir större. Det är viktigt att skydda personliga data såsom personuppgifter och att designa system som klarar att skydda sig mot virusattacker etc. Om förare helt plötsligt skulle få felaktig information om hastighetsgränser eller varningar uteblev eller var felaktiga skulle detta kunna få förödande konsekvenser. Kravet på väldesignade system är därför mycket stort. Med hjälp av de standarder som utvecklas kommer klara riktlinjer finnas för hur systemen ska byggas men det är ändå viktigt att noga tänka över designen av system innan de implementeras i verkligheten, också med tanke på framtida utveckling.

Det är också viktigt att beakta gällande regler och lagar. Även om systemen ger information som guidar föraren så är det viktigt att påvisa att det faktiskt är föraren som bär det slutliga ansvaret. Det skulle kunna finnas en risk att föraren slappnar av och kanske också blir en sämre förare då guidande system finns implementerade i bilen. Det är därför viktigt att beakta aspekter med den här typen av system som kan ändra förarens beteende till det sämre.

---

<sup>18</sup>[http://www.iso.org/iso/standards\\_development/technical\\_committees/list\\_of\\_iso\\_technical\\_committees/iso\\_technical\\_committee.htm?commid=54706](http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/list_of_iso_technical_committees/iso_technical_committee.htm?commid=54706)

Ett sista problem som har diskuterats mycket är att antalet aktörer som är inblandade i utvecklingen av samverkande system är många och ofta har olika syn på vad som är viktigt. Det är viktigt att alla aktörer är involverade i utvecklingen och att samarbete sker mellan aktörer för att få en så stor spridning av systemen som möjligt. Aktörer som är inblandade är bland annat telekomindustrin, bilindustrin, myndigheter, forskningsinstitut, olika typer av användare etc.

Det viktigaste som kan sägas vad gäller ITS är att systemen ofta är kostsamma och effekterna är i många fall oklara eftersom systemen ännu inte finns implementerade i stor skala. Vad gäller samverkande system är det viktigt att spridningen av systemen är så stor som möjligt för att ge önskad effekt. Utvärderingar av systemen spelar därför en viktig roll för att mäta effekter, användbarhet etc. Simulatorförsök är ett bra alternativ till utvärdering av dessa typer av system med hänsyn till t.ex. användbarhet och eventuella förändrade beteenden hos förare. Trafiksimuleringsstudier är ofta också effektfullt vid utvärderingar av dessa typer av system för att få en uppfattning av hur trafikflöden påverkas av systemen. Ofta kan simulatorförsök tillsammans med olika typer av programvara för att simulera trafik användas för att öka förståelsen för systemen. Fältförsök och enkätundersökningar är andra exempel på utvärderingar som kan bidra till en ökad förståelse av effekterna av systemen. Trots att effekterna idag i många fall är oklara speciellt inom samverkande system, har många projekt visat på potentialen i systemen. Och de system som finns ute på marknaden idag tyder på att systemen i många fall får önskade effekter.

En del av de hastighetsdämpande åtgärderna som tas upp i denna undersökning har inte blivit testade ordentligt i fält medan andra använts under viss tid i andra länder och även utvärderats. Innan nya hastighetsdämpande åtgärder, oavsett typ, införs i Sverige bör man undersöka närmare vilken effekt åtgärderna har och under vilka förutsättningar de är lämpliga att användas. För vissa av åtgärderna, exempelvis målningar i vägbanan, måste beaktas hur effekten blir när det råder vinterväglag. Förslagsvis kan det vara bra att utföra test i körsimulator med svensk trafikmiljö eller i fält och göra utvärderingar innan implementering av nya åtgärder sker.

## Referenser

Allpress, J. A. & Leland, L. S. 2010. Reducing traffic speed within roadwork sites using obtrusive perceptual countermeasures. *Accident Analysis and Prevention*, 42, pp. 377–383.

American Planning Association. 2006. *Planning and Urban Design Standards*, John Wiley & Sons, Inc.

Anund, A. & Söderström, B. 2010. Utvärdering av effekten av förstärkt information vid övergångsställen (FIVÖ). VTI notat 16-2010. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Blomberg, R. D. & Cleven, A. M. 2006. Pilot Test of "Heed the Speed", a Program to Reduce Speeds in Residential Neighborhoods. Washington: U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.

Bolling, A. & Sörensen, G. 2008. State-of-the-art för utformning av vägarbetsplatser. Förslag till nya lösningar. VTI notat 6-2008. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

CEN. & ETSI. 2010. Joint CEN and ETSI response to Mandate M/435 [Online]. [http://www.etsi.org/WebSite/document/Technologies/First\\_Joint\\_CEN\\_and\\_ETSI\\_Response\\_to\\_Mandate\\_453.pdf](http://www.etsi.org/WebSite/document/Technologies/First_Joint_CEN_and_ETSI_Response_to_Mandate_453.pdf). [Accessed April 2011].

Clarke, E. & Carpenter, K. 2007. Traffic calming - is the design right or wrong? *Traffic Engineering and Control*, 48 (3), 93–95.

CVIS. 2010. CVIS, Cooperative Urban Mobility [Online]. [http://www.cvisproject.org/download/CVIS\\_Handbook\\_FINAL%20Version.pdf](http://www.cvisproject.org/download/CVIS_Handbook_FINAL%20Version.pdf). [Accessed April 2011].

Daniel, J., Chien, S. & Liu, R. 2005. Effectiveness of Certain Design Solutions on Reducing Vehicle Speeds. New Jersey Institute of Technology.

Elvik, R. & Vaa, T. 2004. *The handbook of road safety measures*, Emerald group Publishing Limited.

ETSI. 2009. Technical report, Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Definitions [Online]. ETSI. Available: [http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_tr/102600\\_102699/102638/01.01.01\\_60/tr\\_102638v010101p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/102600_102699/102638/01.01.01_60/tr_102638v010101p.pdf) [Accessed April 2011].

Europakommissionen. 2008. Communication from the commission - Action Plan for the Deployment of Intelligent Transport Systems in Europe. Brussels.

Europakommissionen. 2009. Standardisation mandate addressed to CEN, CENELEC and ETSI in the field of information and communication technologies to support the interoperability of co-operative systems for intelligent transport in the European community. Brussels.

Galante, F., Mauriello, F., Montella, A., Perneti, M., Aria, M. & D'ambrosio, A. 2010. Traffic calming along rural highways crossing small urban communities: Driving simulator experiment. *Accident Analysis and Prevention*, 42, 1585–1594.

Gates, T. J., Qin, X. & Noyce, D. A. 2008. Effectiveness of Experimental Transverse-Bar Pavement Marking as Speed-Reduction Treatment on Freeway Curves. *Journal of the Transportation Research Board*, No. 2056, pp. 95–103.

- Griffin, L. I. & Reinhardt, R. N. 1995. A Review of Two Innovative Pavement Marking Patterns that have been Developed to Reduce Traffic Speeds and Crashes. Texas Transportation Institute.
- Grumert, E. 2011. Cooperative systems - an overview. VTI notat 6A-2011. Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Gulden, J. & Ewing, R. 2009. New Traffic Calming Device of Choice. Institute of Transportation Engineers Journal, 79(12), 26-31.
- Harvey, T. 2011. A review of current traffic calming techniques [Online]. Available: [http://www.its.leeds.ac.uk/projects/primavera/p\\_calming.html](http://www.its.leeds.ac.uk/projects/primavera/p_calming.html) [Accessed 13 april 2011].
- He, Y. & Sun, X. 2010. Investigating Drivers' Behavior Change by Signal Countdown Devices at Intersections in Beijing. Road Safety on Four Continents. Abu Dhabi United Arab Emirates.
- Hunter, M., Boonsiripant, S., Guin, A., Rodgers, M. O. & Jared, D. 2010. Evaluation of Effectiveness of Converging Chevron Pavement Markings in Reducing Speed on Freeway Ramps. Journal of the Transportation Research Board, No 2149, pp. 50–58.
- Høye, A. & Mosslemi, M. 2009. Fartsdempende tiltak i gangfelt - eksempler och erfaringer. TØI-rapport 1033/2009. Oslo.
- Jamson, S., Lai, F. & Jamson, H. 2010. Driving simulator for robust comparison: A case study evaluating road safety engineering treatments. Accident Analysis and Prevention, 42, 961-971.
- Lindkvist, A. 2008. Variabel hastighet, Trafikstyrd väg. Tillämpningsrapport. Vägverket Publikation 2008:98. Vägverket, ITS-enheten.
- Manser, M. P. & Hancock, P. A. 2007. The influence of perceptual speed regulation on speed perception, choice, and control: Tunnel wall characteristics and influences. Accident Analysis and Prevention, 39, 69–8.
- McHale, P. J. 2005. Traffic Calming – Good Examples. Road Safety on Four Continents. Warsaw Poland.
- NCHRP. 2004. Safety Evaluation of Permanent Raised Pavement Markers. Report 518. National Cooperative Highway Research Program, USA.
- NCHRP. 2008. Guidelines for Selection of Speed Reduction Treatments at High-Speed Intersections. Report 613. Washington, D.C.: Transportation Research Board, National Cooperative Highway Research Program, USA.
- Nissan, A. 2007. Evaluation of impacts of the motorway control system (MCS) in Stockholm. Report. KTH Division for transport and logistics.
- Parham, A. H. & Fitzpatrick, K. P. E. 1998. Handbook of speed management techniques. Sponsored by the Texas Department of Transportation In Cooperation with U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration.
- Rahman, F., Takemoto, A., Sakamoto, K. & Kubota, H. 2005. Comparative study of design and planning process of traffic calming devices. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 5, 1322-1336.
- Rantatalo, O. & Wikström, P.-E. 1998. Utformning och implementering av trafiklugnande åtgärder i tätortsmiljö. Examensarbete, Luleå Tekniska Universitet.

- Reddy, V., Datta, T., Savolainen, P. & Pinapaka, S. 2008. Evaluation of Innovative Safety Treatments. A Study of the Effectiveness of Tyregrip High Friction Surface Treatment. Florida Department of Transportation.
- Rothenberg, H., Benavente, M. & Swift, J. 2004. Report on Passive Speed Control Devices. Massachusetts Traffic Safety Research Program, MassSAFE.
- Sawers, C. 2007. A low-tech approach to road safety engineering in urban areas. Road Safety on Four Continents, Bangkok Thailand.
- Skladany, P. 2005. Traffic Calming on Main Roads in Urban Areas Czech Technical Guidelines TP 124. Road Safety on Four Continents. Warsaw Poland.
- Sorrell, M. T., Sarasua, W. A., Davis, W. J., Ogle, J. H. & Dunning, A. 2007. Use of Radar Equipped Portable Changeable Message Sign to Reduce Vehicle Speed in South Carolina Work Zones. TRB.
- South Gloucestershire Council. 2004. Vehicle Activated signs report. PTE-04-0001. South Gloucestershire.
- Strong, C. & Kumar, M. 2006. Safety evaluation of Yield-To-Pedestrian Channelizing Devices: Final Report. Western Transportation Institute, Montana State University. Commonwealth of Pennsylvania department of transportation.
- Strong, C. & Ye, Z. 2010. Spillover effects of yield-to-pedestrian channelizing devices. Safety Science, 48, 342–347.
- Sulzmann, F. 2008. Best practice guide on road signing [Online]. IN-SAFETY Deliverable 5.1. Report. Available: [http://ec.europa.eu/transport/roadsafety\\_library/publications/in-safety\\_d5\\_1.pdf](http://ec.europa.eu/transport/roadsafety_library/publications/in-safety_d5_1.pdf) [Accessed May 2011].
- Svensson, T. & Hedström, R. 2003. Hastighetsdämpande åtgärder och integrerad stadsplanering – En litteraturstudie. VTI meddelande 946. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Sörensen, G. & Wiklund, M. 2011. Åtgärder för att minska hastighet förbi vägarbetsplatser. Utvärdering baserad på tre fältförsök. VTI rapport 698. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Towliat, M., Svensson, H. & Lind, G. 2009. Effects of variable speed limits at rural intersections. 16th ITS World Congress; ITS in Daily Life. Stockholm.
- Trafikverket. 2010. Attraktiva stadstrum för alla – Shared Space. Rapport 2010:122. Trafikverket.
- Tyréns. 2007. Trafiksäkerhet vid shared space. Skyltfonden, Vägverket.
- Urban Systems Limited. 2006. The City of Calgary Traffic Calming Policy. [http://www.calgary.ca/DocGallery/BU/trans\\_planning/transportation\\_solutions/traffic\\_calming\\_policy.pdf](http://www.calgary.ca/DocGallery/BU/trans_planning/transportation_solutions/traffic_calming_policy.pdf). Calgary.
- Wang, J. H., Keceli, M. & Maier-Sperdelozzi, V. 2009. Effects of dynamic message sign messages on traffic slow downs. 88th Annual Meeting of the Transportation Research Board. Washington.
- Womble, J. E. & Bretherton, W. M. 2003. Traffic Calming Design Standards for New Residential Streets: A Proactive Approach. Institute of Transportation Engineers Journal, 73 (3), 50–54.

Vägverket. 2009a. Effekter på hastighet och trafiksäkerhet med automatisk trafiksäkerhetskontroll. Trafiksäkerhetskameror etablerade under 2006. Publikation 2009:9.

Vägverket. 2009b. ITS på väg – En handledning i processen att införa vägnära ITS-lösningar med exempel på genomförda tillämpningar. Publikation 2009:75.





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, däckprovingsanläggning, 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.

