

Framtidens motorvägsstyrning

CTR-dagen, 2019-05-14

Joakim Ekström, LiU
Ellen Grumert, VTI/LiU



Dagens stadsnära motorvägar

Två typer av problem



Bild: Carina Andreasson/Mostphotos

Återkommande trafikstockning

- På- och avfarter
- Reducerat antal körfält
- Långsiktiga vägarbeten
- Etc.



Foto: Roland Magnusson/Mostphotos



Bild: Stefan Falkelind/Mostphotos

Ej återkommande trafikstockning (incidenter)

- Olyckor
- Tillfälliga/akuta vägarbeten
- Långsamtgående fordon
- Stillastående fordon
- Tappad last
- Motorhaveri
- Etc.



Bild: corepics/Mostphotos

Åtgärder

- Automatisk/direkt trafikstyrning (kort tidshorisont)

- Påfartskontroll (Ramp Control (RC))
- Varierande hastigheter (Variable Speed Limits (VSL))
- Körfältsavstängning/Incidentvarning

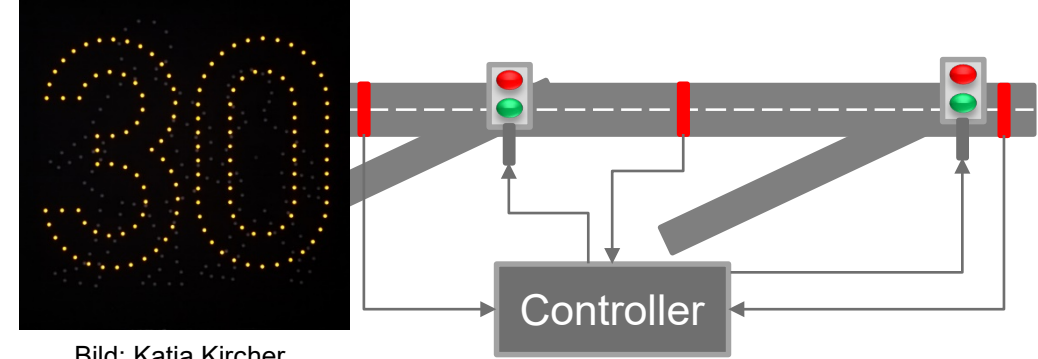


Bild: Katja Kircher

- "Planerande" trafikstyrning (lång tidshorisont)

- Ombyggnationer/Ej tillfällig omdirigering av trafik
- Tullar



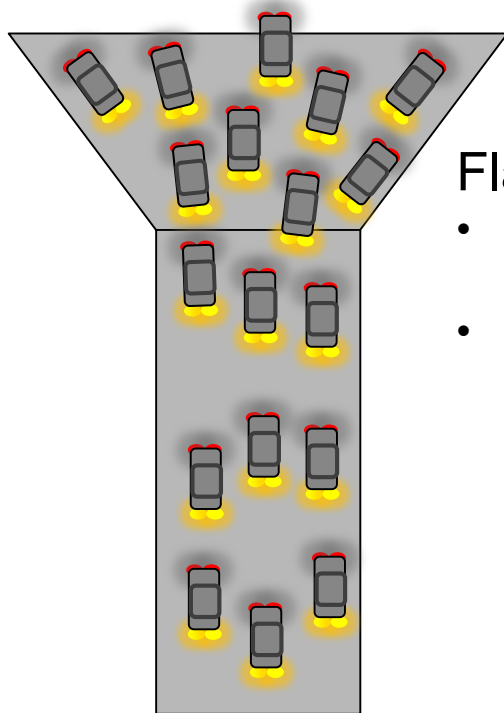
Bild: Ove Nordström/Mostphotos



Bild: Bildkoll/Mostphotos

Vad beror trafikstockningen på?

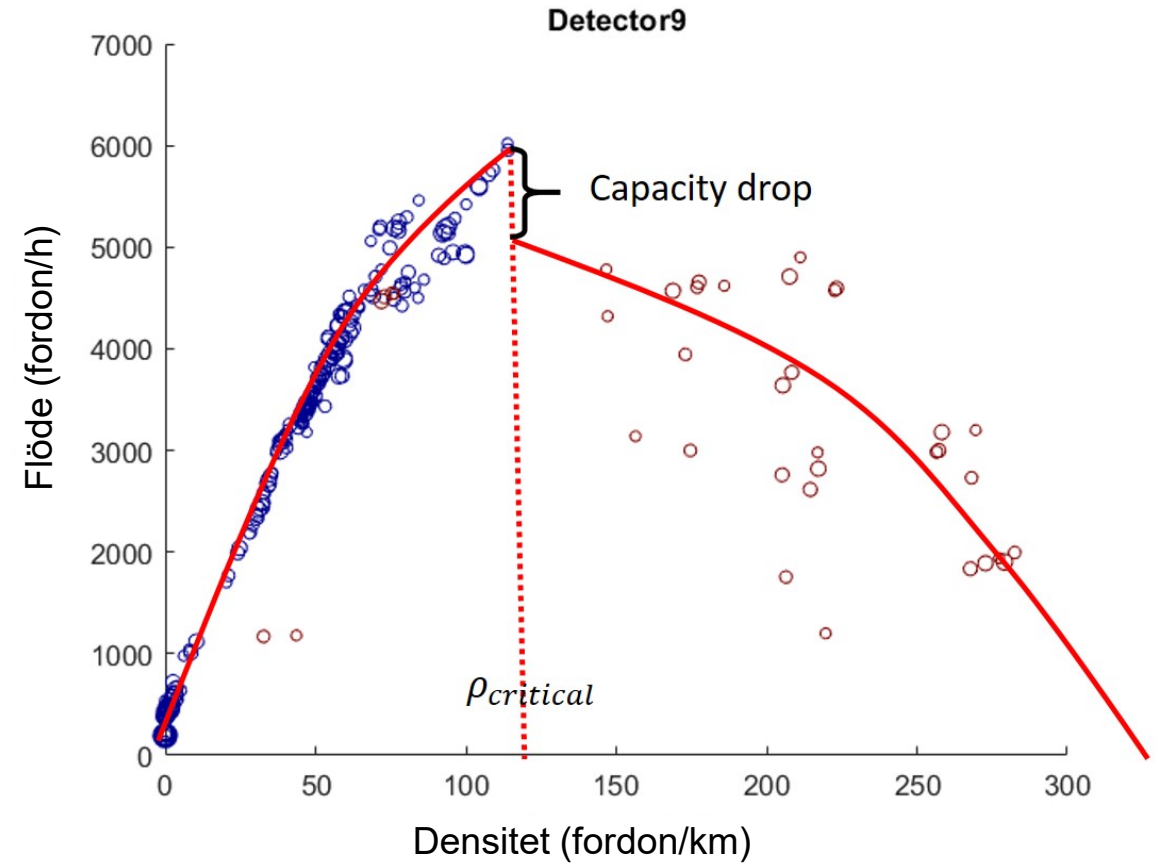
Utan styrning



Flaskhals

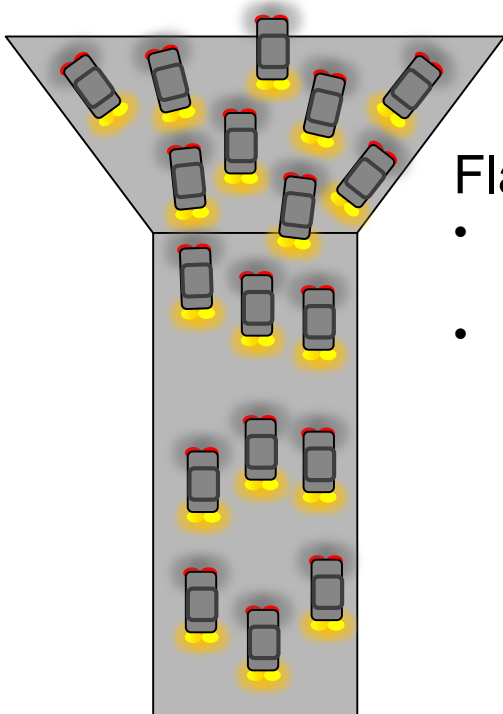
- Nödvändiga och **onödiga** vävningar
- Inbromsningar

Exempel - påverkan



Hjälper aktiv trafikstyrning?

Utan styrning



Flaskhals

- Nödvändiga och **onödiga** vävningar
- Inbromsningar

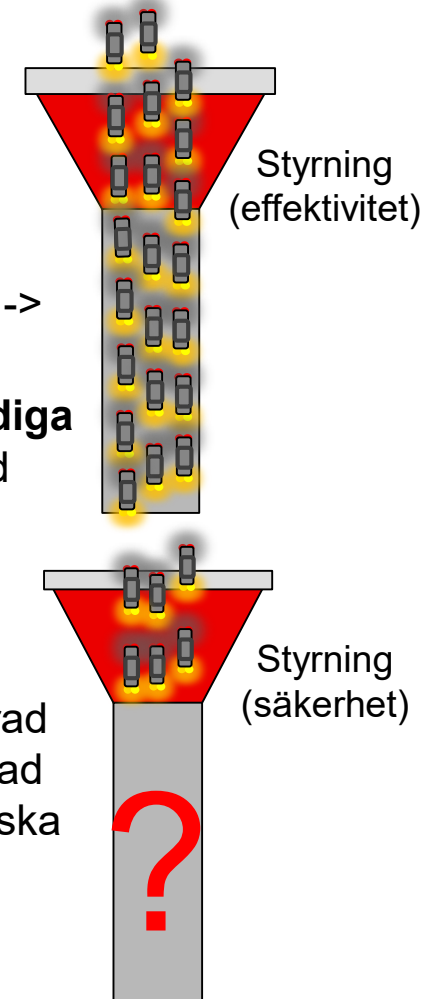
Med styrning

Fokus effektivitet

- Homogenisera hastigheten (VSL) -> Minska vävningar och inbromsningar -> Ökad genomströmning i flaskhalsen
- Minska inflödet (RC) -> Minskar **onödiga** vävningar och inbromsningar -> Ökad genomströmning i flaskhalsen

Fokus säkerhet

- Minska hastigheter (VSL) -> Reducerad risk för olyckor och följdolyckor -> Ökad säkerhet (effektiviteten kan både minska och öka beroende på hur stor hastighetssänkningen är)



Exempel effekter av olika hastighet

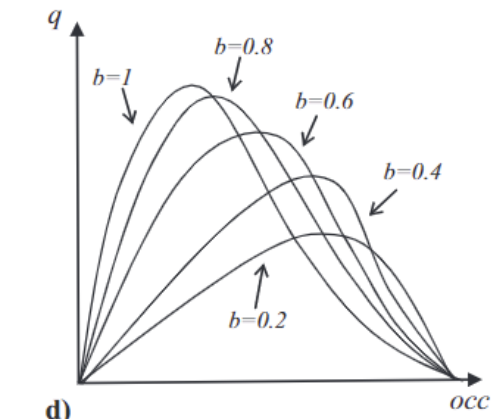
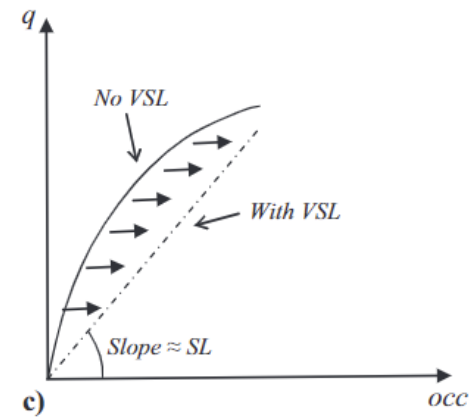
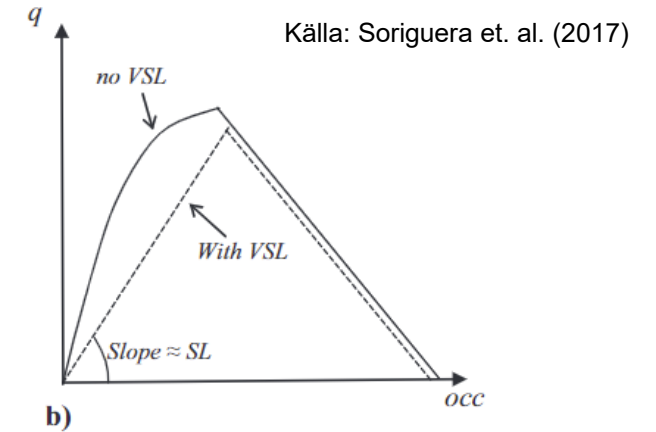
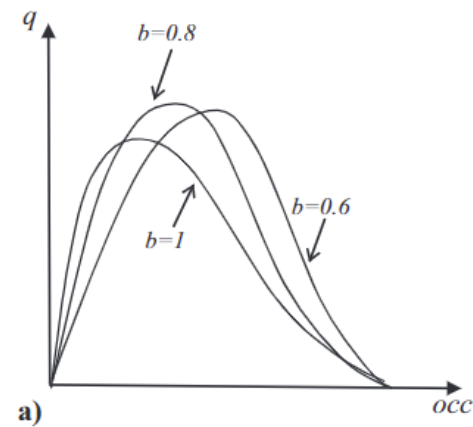
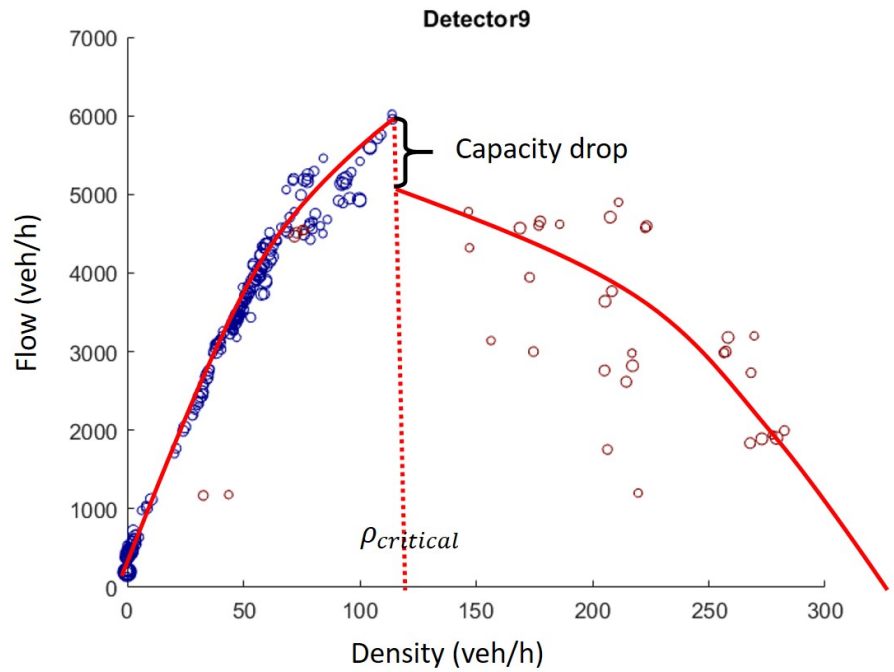


Fig. 1. Existing models regarding VSL effects on the flow-occupancy diagram. (a) [Cremer \(1979\)](#) based on data from [Zackor \(1972\)](#). Capacity increase was predicted as a result of homogenization. (b) [Hegyi et al. \(2005a, 2005b\)](#). The diagram under VSL is obtained as the intersection of a new free-flowing branch (according to the SL in force) and the previous diagram without control. This leads to capacity reductions for low speed limits. (c) [Papageorgiou et al. \(2008\)](#). A decrease in the free flow speed is observed as a result of VSL. Observations are inconclusive regarding capacity and congested states, for which no model is proposed. (d) [Carlson et al. \(2010\)](#) based on data from [Papageorgiou et al. \(2008\)](#), propose a model with capacity reductions for lower speed limits. *Note: b is the ratio between the speed limit and the free flow speed without VSL-control.*

Studier kring VSL

Existerande system

- Tröskelvärdesbaserade
 - Sverige
 - England
 - Nederländerna
 - USA
 - Spanien
 - Etc.
- Reglerteknik
 - Australien (I-controller)
- Analytisk (beräknar trafikillstånd)
 - Nederländerna (SPECIALIST)
- Att notera
 - Ofta säkerhetsfokus
 - Detektering av trafik på fasta platser – vad händer däremellan?

I litteraturen (simuleringsstudier)

- Frågeställningar
 - Vilken typ av kontroll?
 - Vilka tröskelvärden/parametrar?
 - Vilka begränsningar?
 - Jämförelser och utveckling
- Typ av kontroll
 - Tröskelvärdesbaserad
 - Reglerteknik
 - Analytisk
 - Proaktiv styrning (Prediktion)
- Att notera
 - Ibland komplexa kontrollalgoritmer
 - Många parametrar att skatta
 - Beräkningstunga

Resultat från VSL studier

- Fältförsök – jämförelsen ger inte exakt lika scenarier
- Simuleringsstudier – kontrollerad studie och mer uttalade resultat

Säkerhet

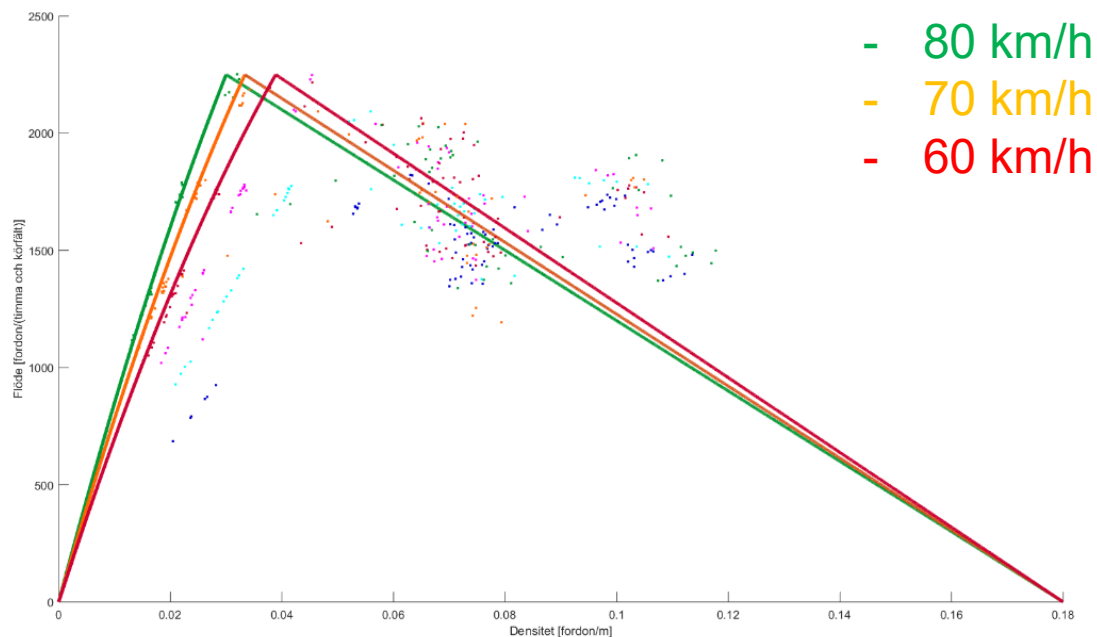
- Fokus i de flesta existerande systemen
- Vinster framförallt på mer homogena hastigheter i och mellan körfält, minskat antal olyckor
- Ingen eller begränsad förbättring av effektivitet (framförallt som ett resultat av minskat antal olyckor)
- (Minskad miljöpåverkan)

Effektivitet

- Har testats i existerande system (som trials, bl.a. Sverige)
- Främst i simuleringsstudier
- Förbättringar i restid, hastighetsnivå, flöde och homogenisering av hastighet har observerats
- Implementeras för tillfället i Melbourne
- Simuleringsresultat visar att något mer avancerade algoritmer (ej tröskelvärdesbaserade) kan ge stor effekt runt kapacitetsnivåer
- (Minskad miljöpåverkan)

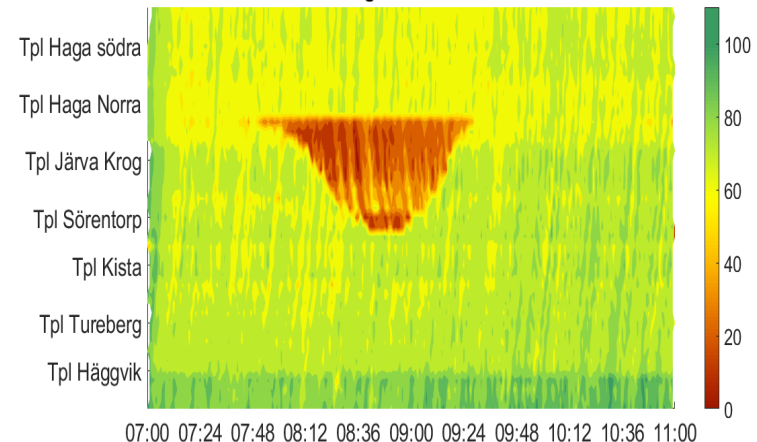
Simuleringsexempel – VSL med fokus på effektivitet

Resultat av olika hastighetsgränser

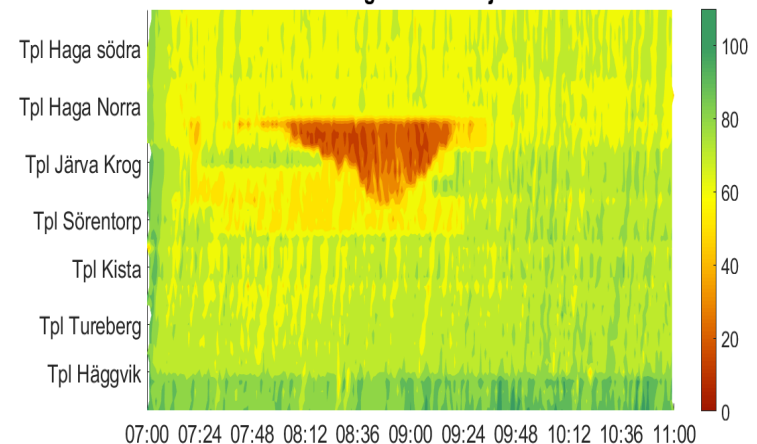


Essingeleden 80 km/h (sänkning 60 km/h)

Hastighet utan VSL

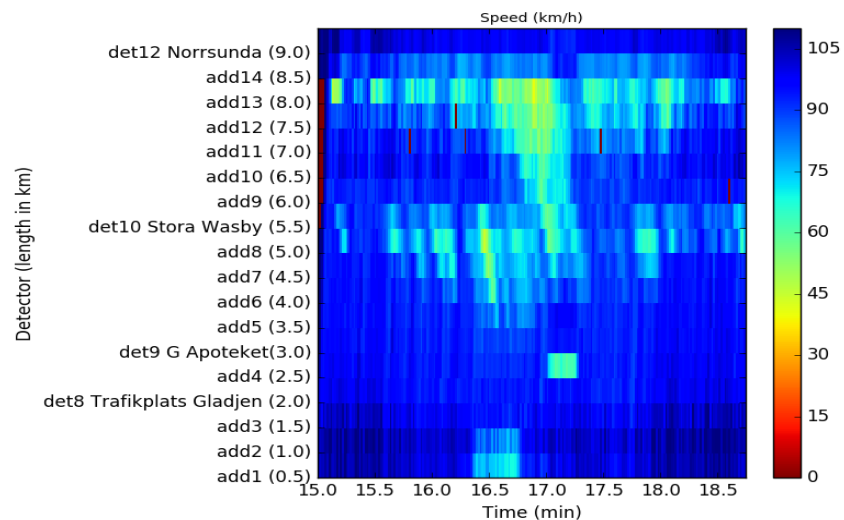
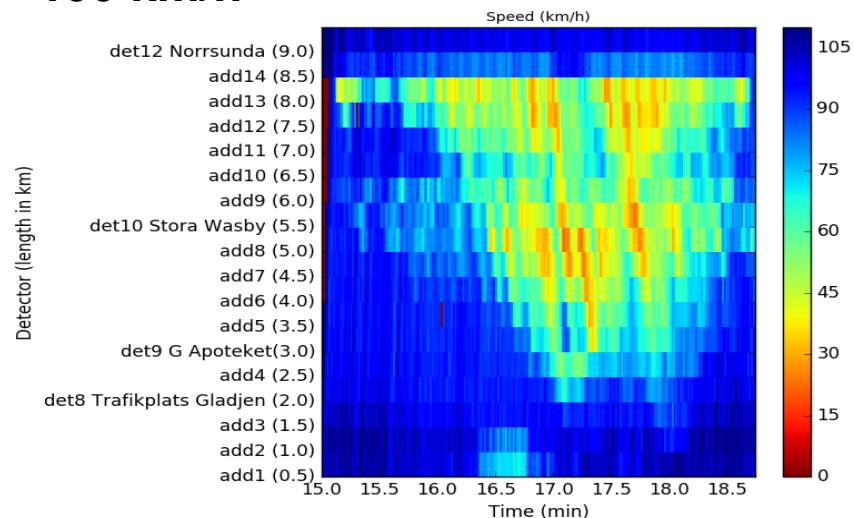


Hastighet Södertälje

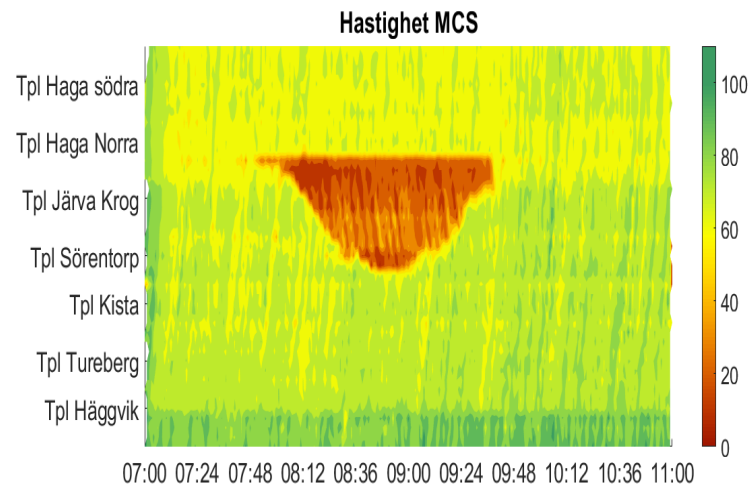
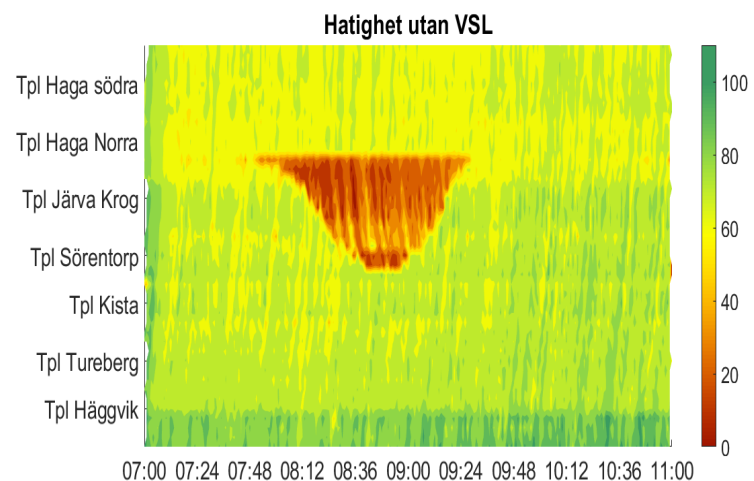


Simuleringsexempel – VSL med fokus på säkerhet

100 km/h

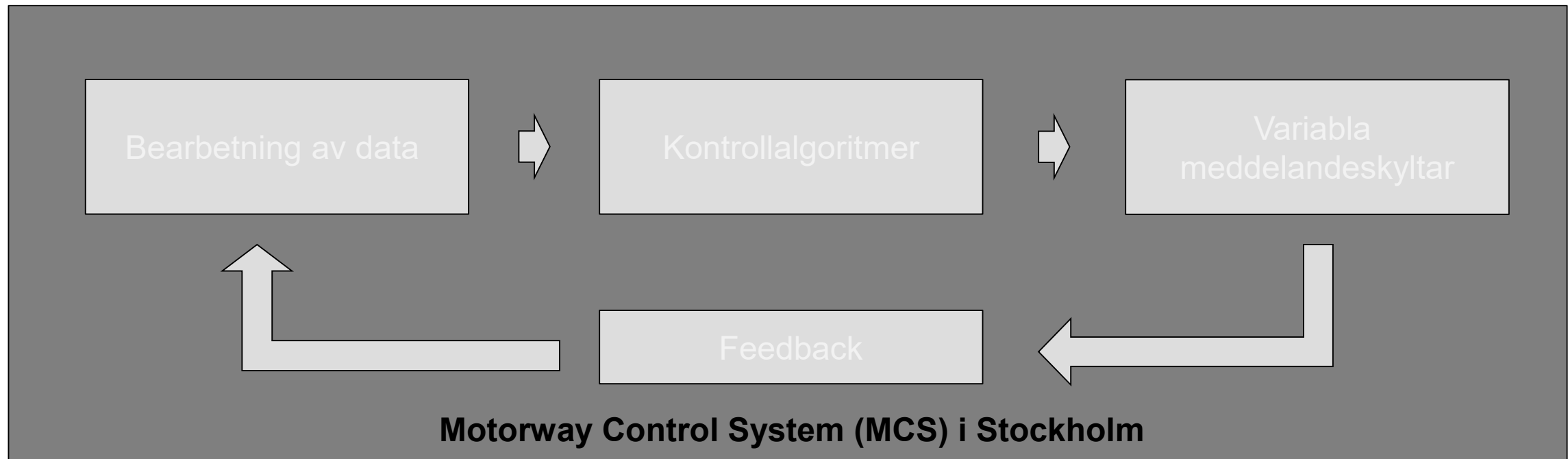


Essingeleden 80 km/h (sänkning 50, 70 km/h)



I projektet

Systemkomponenter

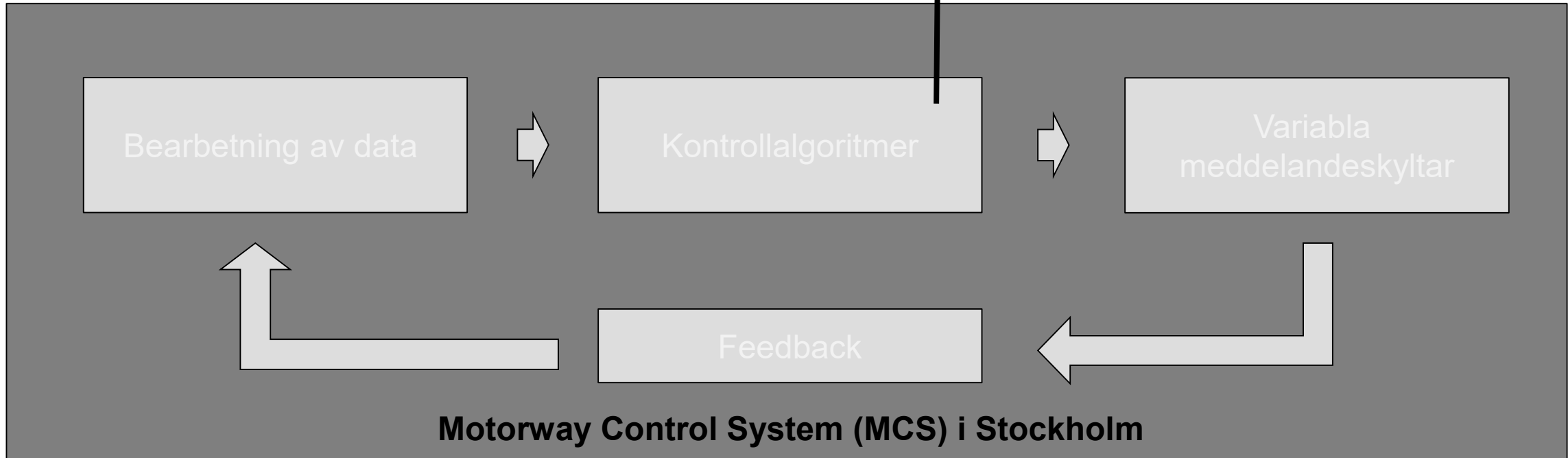


Projektfokus

1. Hur kan olika kontrollalgoritmer
för att bestämma variabla
hastigheter anpassas för att
uppfylla svenska förordningar?



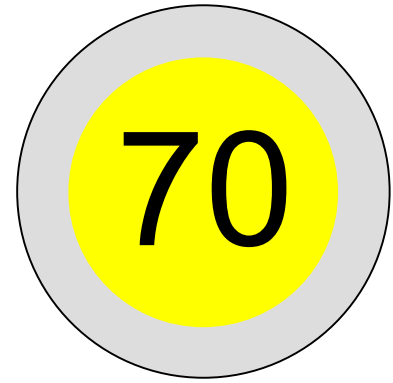
Systemkomponenter



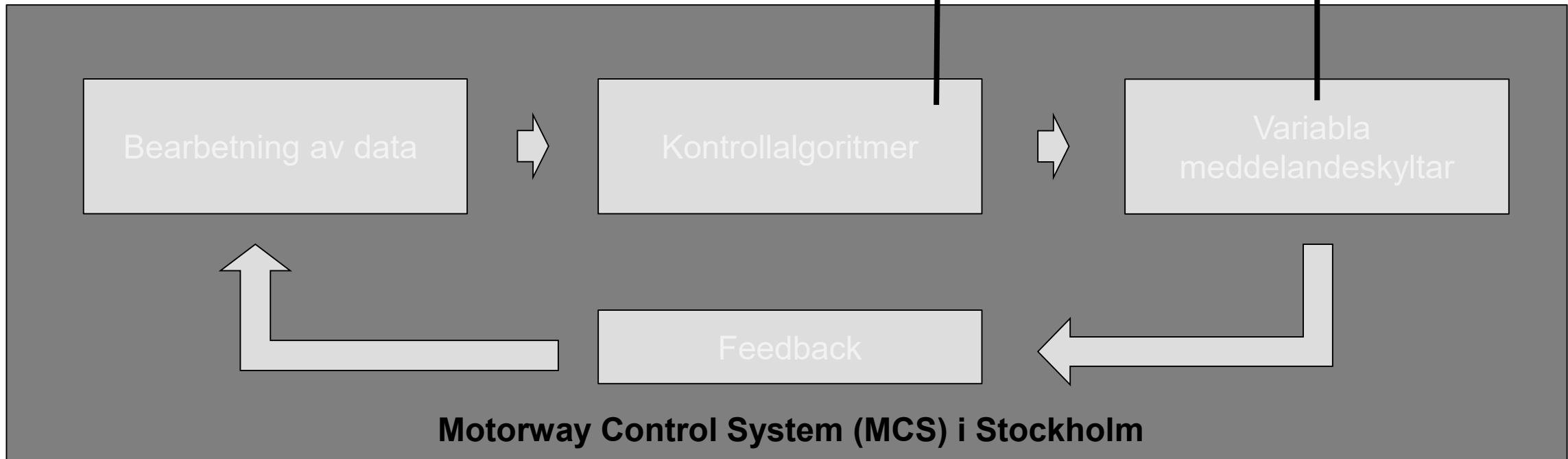
Projektfokus

Systemkomponenter

1. Hur kan olika kontrollalgoritmer för att bestämma variabla hastigheter anpassas för att uppfylla svenska förordningar?



2. Hur påverkar obligatoriska hastigheter effekten av hastighetsstyrning?



Begränsningar vid införande av VSL system

Praktiska begränsningar

- Att sträckan som den varierande hastighetsbegränsningen gäller för inte är för kort
- Att hastighetsbegränsningarna inte varierar med för hög frekvens
- Att de möjliga hastighetsbegränsningarna begränsas till en grundhastighet, samt en eller flera nedsättningar till förbestämda nivåer
- Att en varierande hastighetsskylt finns vid början av sträckan

Trafikförordningens begränsningar

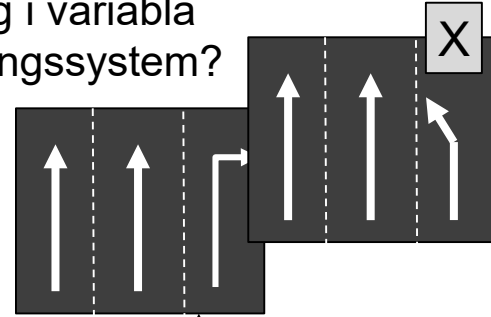
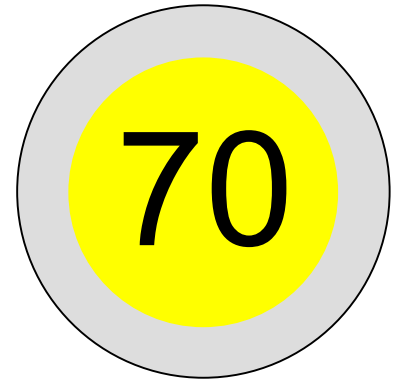
- Trafikdata som används för att besluta om hastighetsbegränsning måste vara av sådan karaktär att de med enkelhet kan uppmätas med annan utrustning av en person placerad utmed motorvägen.
 - Flöde
 - Medelhastighet
- Beslutslogiken måste kunna beskrivas i text, och förstås av en trafikant utan större svårighet.

Projektfokus

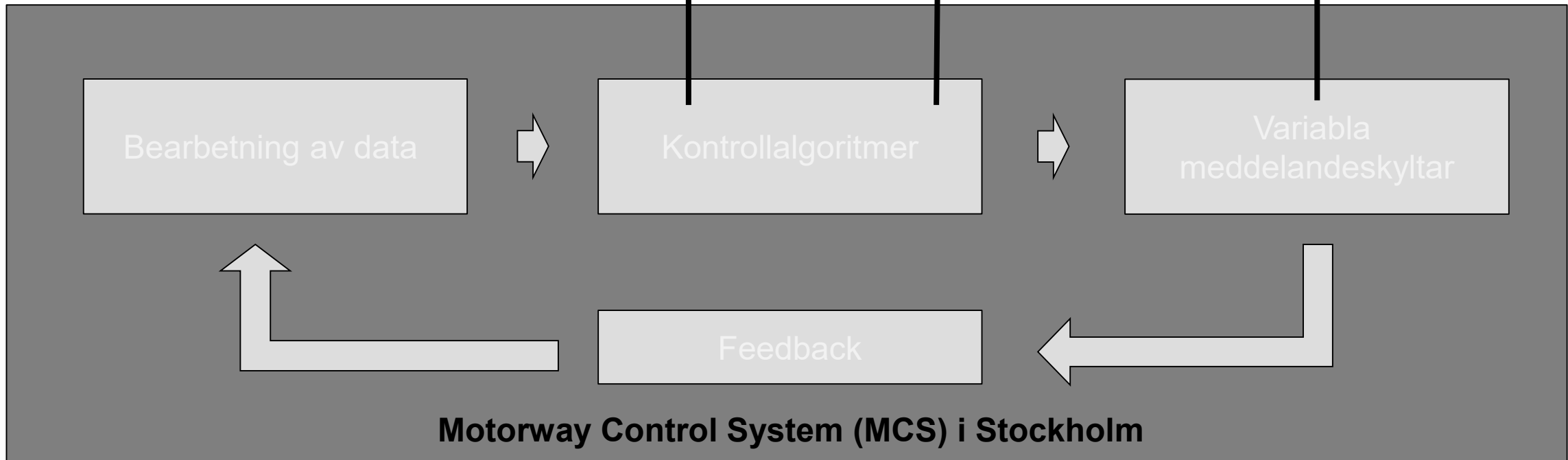
3. Vilka är effekterna av att använda sig av körfältsstyrning i variabla hastighetsstyrningssystem?

1. Hur kan olika kontrolgoritmer för att bestämma variabla hastigheter anpassas för att uppfylla svenska förordningar?

2. Hur påverkar obligatoriska hastigheter effekten av hastighetsstyrning?



Systemkomponenter



Motorway Control System (MCS) i Stockholm

Körfältsstyrning i VSL

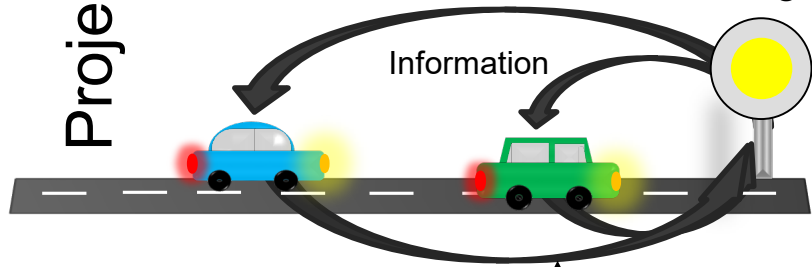
- Pågående forskning
 - Melbourne
 - Forskningsstudier: Kreta, USA, etc.
 - TRB mycket forskning kring detta
- Syfte: minska vävningseffekter
- Implementation
 - I sin enklaste form: tidig info om körfältsbyten, avstängda körfält långt innan olyckor, etc.
 - Mer avancerat: olika hastigheter för olika körfält, uppkopplade fordon (tidiga körfältsbyten och samarbete vid vävning)



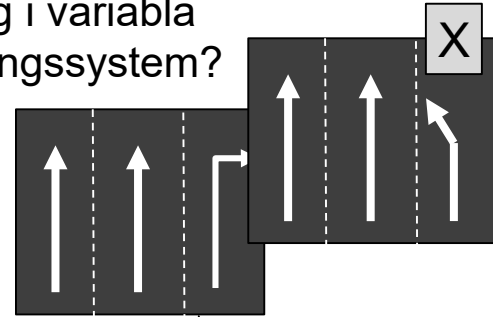
Bild: Viktor Bernhardsson

Projektfokus

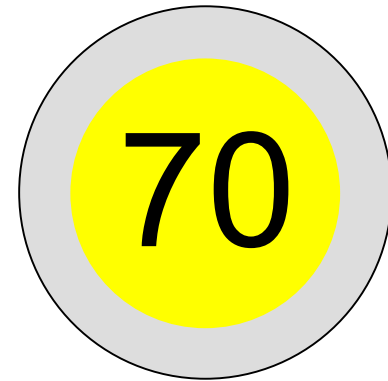
4. På vilket sätt kan fordon-för-fordon data användas i MCS?



3. Vilka är effekterna av att använda sig av körfältsstyrning i variabla hastighetsstyrningssystem?

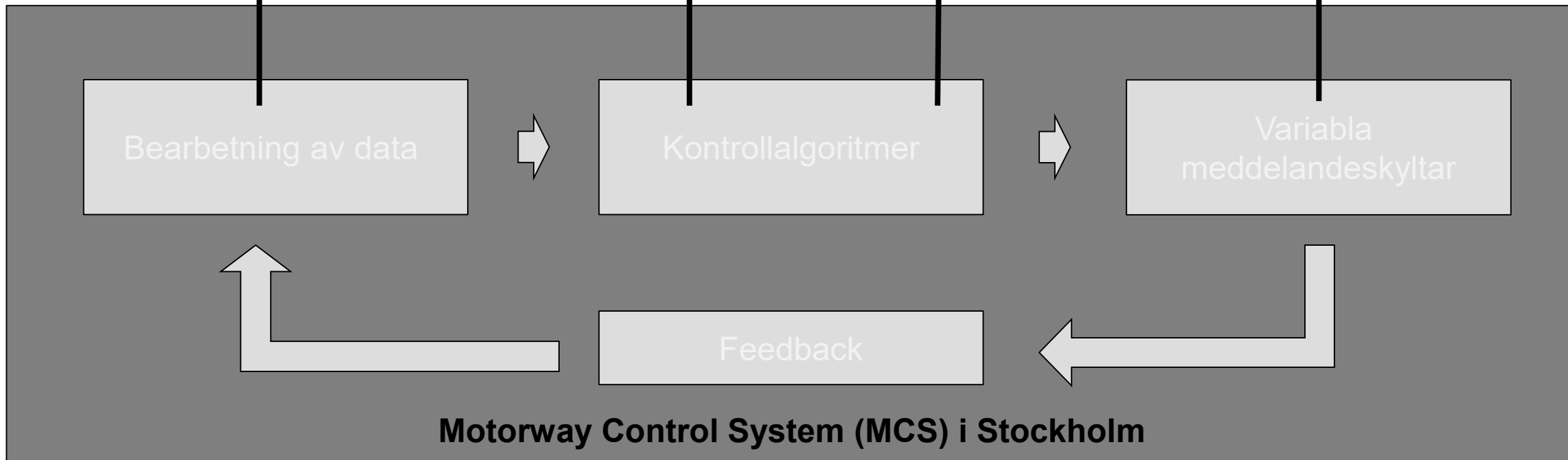


1. Hur kan olika kontrollalgoritmer för att bestämma variabla hastigheter anpassas för att uppfylla svenska förordningar?



2. Hur påverkar obligatoriska hastigheter effekten av hastighetsstyrning?

Systemkomponenter



Frågor!