



# Släpp fram bussarna

Hur man effektivt  
prioriterar kollektivtrafik i  
trafiksignaler

Titel: Släpp fram bussarna

Publikation: 2005:87

Utgivningsdatum: Oktober 2005

Utgivare: Vägverket

Kontaktperson: Svante Berg, Vägverket

Författare: Peter Kronborg, Movea Trafikkonsult AB

Layout/produktion: Mehra Chramer AB

Fotografer: Niclas Albinsson (Linköping), Kristina Eriksson (Helsingborg), Rune Karlberg (Luleå), Peter Kronborg (Stockholm), Lennart Sjöberg (Göteborg) och Sam Sylwan (Jönköping)

Illustrationer: Karl Jilg

Tryck: Linderoths Tryckeri

ISSN: 1401-9612

Distributör: Vägverket, Butiken, 781 87 Borlänge

vagverket.butiken@vv.se, telefon: 0771-119 119, fax: 0243-755 50

SEMINARIEDELTAGARE:

CARL BRO

*Torbjörn Boivie*

JL TRAFIKSYSTEM

*Jan Lindén*

JÖNKÖPINGS KOMMUN, SBK

*Jonny Strahl*

JÖNKÖPINGS LÄNSTRAFIK

*Thomas Adelöf*

LINKÖPINGS KOMMUN

*Kjell Ivung*

LULEÅ KOMMUN

*Rune Karlberg*

MALMÖ GATUKONTOR

*Malena Möller*

MOVEA TRAFIKKONSULT

*Peter Kronborg*

SL

*Sten Sedin och*

*Paulina Eriksson*

STOCKHOLMS STAD

*Jan Björck*

TKS AB

*Johan Steen*

VÄGVERKET, BORLÄNGE

*Svante Berg*

VÄGVERKET, GÖTEBORG

*Jan Rosenqvist*

VÄGVERKET, STOCKHOLM

*Martin Andersson*

VÄSTMANLANDS LOKALTRAFIK

*Patrik Wiberg*

ÖSTGÖTATRAFIKEN

*Jörgen Svendsen*

Dessutom har följande  
personer senare intervjuats:

GÖTEBORGS KOMMUN

*Per Wallenius*

THOREB

*Thore Brynielsson och*

*Michel Sigvardsson*

TRIVECTOR

*Klas Odelid*

UNICON

*Jukka Julkunen*

## FÖRORD

Denna rapport syftar till att lättbegripligt förklara hur man åstadkommer en bra och fungerande prioritet för kollektivtrafik i trafiksignaler. Målgruppen är bred – från handläggare till chefer och politiker, bland såväl väghållare som inom kollektivtrafiken. Tankarna bakom rapporten är att:

- Överbrygga de kunskaps- och kulturskillnader som idag finns mellan olika experter. Dels mellan väghållare och kollektivtrafikföretag, dels mellan olika orter i Sverige
- Ge en överblick för chefstjänstemän, politiker och andra intressenter
- Peka på vad som krävs för att prioriteten ska fungera bra, år ut och år in. Bland annat vilka insatser som krävs i form av drift och underhåll
- Förklara att prioritet i princip alltid är samhällsekonomiskt lönsam, ofta till och med företagsekonomiskt lönsam
- Gå igenom de olika detekteringsmetoder respektive de olika apparattekniska metoder som finns för att realisera prioriteten
- Gå igenom olika trafiktekniska strategier för att prioritera kollektivtrafik

Tidigt i arbetet hölls ett seminarium med 17 deltagare, se listan till vänster. Ett nordiskt seminarium om bussprioritet hölls i januari 2005 i Oslo, arrangerat av den nordiska Nextgruppen. Detta seminarium genererade ytterligare kunskap.

Seminariegrupperna och övriga intervjuade har senare haft möjlighet att ge synpunkter på rapporttexten vid två tillfällen. Flera har deltagit än mer aktivt i arbetet.

Observera att termen buss används konsekvent i denna rapport. Därmed menas både buss- och spårvagnstrafik, men för att göra rapporten mer lättläst har vi valt att skriva enbart buss. Vi hoppas att Göteborg och Norrköping, samt numera även Stockholm, förlåter oss.

Vägverket tackar härmed alla deltagare för deras insatser och hoppas att rapporten kan komma till bred användning och innebära att fler bussar kommer att prioriteras bättre i framtiden.

Borlänge i oktober 2005

Svante Berg

## INNEHÅLL

---

1. Sammanfattning	1
2. Bussprioritering är lönsamt	3
3. Planera och red ut ansvarsfördelningen först	6
4. Motivera organisationer och personal	8
5. Dra om linjer, flytta hållplatser och annan passiv prioritet	9
6. Detektera bussarna säkert	11
6.1 Radiodetektering	11
6.2 Slingdetektering	13
6.3 Induktiv kommunikation	15
6.4 Se till att det fungerar	15
7. Vilka bussar är viktigast?	16
8. Traditionell styrning	18
9. Grundläggande prioriteringsfunktioner	20
10. Optimerande styrning	23
11. Visa att bussarna prioriteras!	25
12. Trafiksäkerhet och andras framkomlighet	26
13. Köp rätt system	28
14. Installation och drift	31
15. Bilaga 1: Utvecklingsbehov	34
16. Bilaga 2: Mer kunskap	35

# 1. Sammanfattning

Denna rapport tar upp olika aspekter av prioritering av bussar (och spårvagnar) i trafiksignaler. Det är nästan alltid samhällsekonomiskt lönsamt att prioritera busstrafiken. Ofta är det till och med företagsekonomiskt lönsamt att prioritera. Ändå finns det flera större städer i Sverige som mer eller mindre saknar bussprioritering.

När man bestämmer sig för att prioritera bussar i trafiksignaler krävs en gedigen planering. Inblandade organisationer och personal måste motiveras och gränsdragningsfrågorna måste klaras ut så att man vet vem som ska ansvara för vad.

Innan man börjar signalprioritera bör man även se över möjligheterna att dra om linjer, flytta hållplatslägen till efter signal korsningar, inrätta busskörfält och att göra andra trafiktekniska åtgärder.

Grundläggande för bussprioritering är att veta när bussen kommer i tillfarten och när den har passerat stopplinjen. Denna detektering är mycket viktig och kraven på precision och snabbhet är höga. Radiodetektering, det vill säga att bussen sänder en radiosignal fram till trafiksignalen, är idag dominerande i nya

system. Men radiokommunikation kräver stor omsorg för att fungera säkert.

I vissa städer kan det finnas behov av att prioritera vissa bussar mer än andra beroende på faktorer som linje, försening och antal passagerare.

All aktiv prioritering bygger i princip på fyra funktioner:

- Förlängning av eget grönt
- Avkortning av fientligt grönt
- Extrafas om det finns andra signalgrupper i sekvensen före bussens signalgrupp
- Återtagen start om bussens signalgrupp håller på att växla mot rött

Dessa funktioner kan realiseras på olika sätt med hjälp av styrapparatens standardfunktioner, Pribuss (prioriteringsfunktioner ursprungligen utvecklade för Stockholms stad) eller optimerande styrning. Det viktigaste är inte vilket verktyg som används, utan hur det används.

Bussprioritering i samordnade signaler med gröna vågor är betydligt svårare än prioritering i oberoende trafiksignaler. Det är kanske därför vissa undviker att prioritera i samordnade signaler, trots att de potentiella vinsterna är stora.

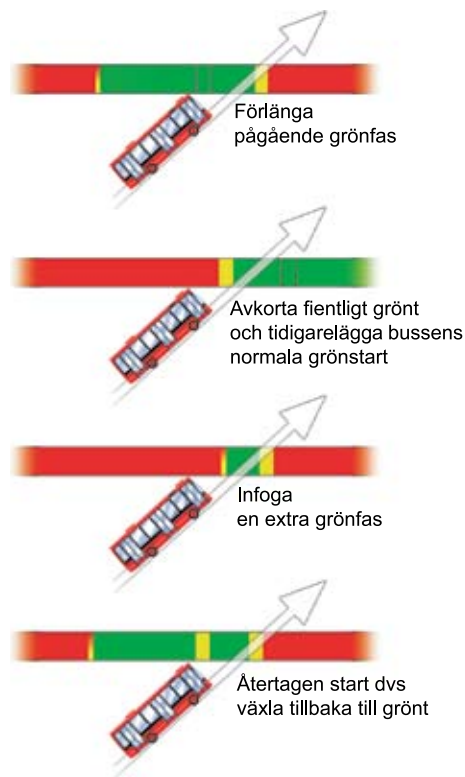


Illustration av de fyra grundfunktionerna förlängning, avkortning, extrafas och återtagen start

Optimerande styrning, främst systemet Spot från Italien, har ibland utmålats som lösningen, bland annat på prioritering i samordnade system. Spot behöver dock förbättras för att passa bra i svensk miljö. Nyttan av Spot märks dessutom kanske inte främst i själva bussprioriteringen, utan genom att annan trafik hanteras bättre.

Det är viktigt att komma ihåg att trafiksignalen är en trafiksäkerhetsanläggning. Vissa prioriteringsfunktioner kan innebära trafiksäkerhetsrisker och bör



undvikas. Man får inte heller förorsaka alltför stora fördröjningar för gående, cyklister och bilister, särskilt inte så stora fördröjningar att bussarna fastnar i nybildade bilköer.

Att börja bussprioritera sker på kollektivtrafiksidan ofta i samband med anskaffandet av ett avancerat realtidssystem med bussdatorer, radiokommunikation, trafikantinformation och trafikledning. Själva bussprioriteringens del av det totala systemet är liten, men det är den mest krävande delen beroende på krav på realtid och precision. Upp-

handlingen av denna typ av system kräver därför stor omsorg.

När bussprioriteringssystemet är på plats gäller det att se till att det fungerar väl. Detta kräver såväl kompetent personal som effektiva hjälpmedel. Tyvärr förekommer det att system fungerar dåligt beroende på felaktiga parametrar eller trasig utrustning. Ibland tar det lång tid innan felet upptäcks och åtgärdas.

Det behövs mer bussprioritering i Sverige och den måste fungera bra.

## 2. Bussprioritering är lönsamt

Många svenska och utländska utredningar har sedan länge påvisat lönsamheten av bussprioritering i trafiksignaler. Fördelarna med prioritering är framförallt:

- Bussarna kommer fram snabbare och antalet stopp minskar. Såväl busstrafiken som passagerarna tjänar på det
- Spridningen i körtid blir mindre – vid tät stadsbusstrafik kanske en lika viktig aspekt som medelkörtiden i och med att regulariteten förbättras

Det är nästan alltid samhällsekonomiskt lönsamt att prioritera busstrafiken. Det är ofta till och med företagsekonomiskt lönsamt att prioritera.

- Busstrafiken gynnas i förhållande till biltrafiken. Eftersom en buss i medeltal har 10 – 20 personer ombord, medan en bil i medeltal endast har cirka 1,2 person ombord, är detta positivt
- Såväl bussförare som passagerare slipper "onödiga" stopp och blir mindre stressade

Vinsterna kan fördelas på lämpligt sätt mellan trafikanterna (snabbare restid och bättre regularitet, samt kanske förbättrad

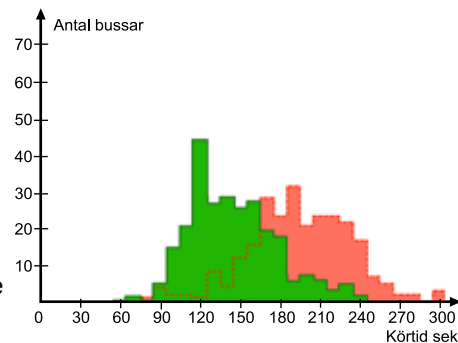
turtäthet) och busstrafiken (färre bussar).

Utvecklingen med allt mer avancerad trafikantinformation och trafikledning, samt elektronikutvecklingen med GPS-positionering, gör att kostnaden för att komplettera ett busstrafiksystem med signalprioritet har minskat väsentligt under senare år.

En rapport, som innehåller många referenser, är Lehtonen (2002). Där redovisas ett flertal utvärderingar i Europa vilka pekar på restidsvinster för busstrafiken på 5 – 15 % genom prioritering i trafiksignaler. Detta innebär att fördröjningen i trafiksignalerna minskar med cirka 10 – 30 %. Rapporten redovisar primärt en utvärdering från Helsingfors där fördröjningen för bussarna i trafiksignalerna minskade med 40 %. Även regularitet och punktlighet förbättrades.

Ännu bättre resultat redovisas i andra rapporter, men då har troligen biltrafikens framkomlighet påverkats negativt i och med bussprioriteten.

Ett annat exempel är slutrapporten om Pribuss (Stockholms gatukontor, 1992). Fördröjningarna för bussarna minskade med 10 – 20 sek per korsning. En före-



*Ett exempel på resultat av bussprioritering. Gröna staplar visar körtid för prioriterade bussar, röda för icke prioriterade. Både medelvärde och spridning reduceras med prioritet (Linje 46, med Pribuss, Stockholm 1992)*

tagsekonomisk kalkyl pekade på kostnader (drift- och kapitalkostnader, exklusive utvecklingskostnader) för tre korsningar på 150 kkr/år och intäkter på 730 kkr/år. Med samhällsekonomiska mått blev kostnaderna 640 kkr/år och intäkterna 1560 kkr/år. Systemet var således klart lönsamt, såväl företagsekonomiskt som samhällsekonomiskt.

I USA anses det att bussprioritering i trafiksignaler normalt har en samhällsekonomisk återbetalningstid på cirka tre år (ITS America, 2004). Liknande siffror återfinns i flera europeiska projekt, bland annat de EU-stödda forskningsprojekten Prompt, Income, Romanse, Rosetta, Tabasco och Priscilla.

Många rapporter redovisar resultat från storstäder. Än bättre resultat kan kanske fås i medelstora och små städer eftersom man där inte behöver ta lika stor hänsyn till annan trafik.

## KOSTNAD, NYTTA OCH LÖNSAMHET MED BUSSPRIORITERING

### Förenklad kalkyl

		Sifferexempel
Kostnad/buss för prioriteringsutrustningen på bussen <i>Exklusive kostnad för realtidssystem</i>	A	15.000 kr
Kostnad/korsning för vägsidesenhet	B	30.000 kr
Kostnad/korsning för programmering av bussprioritet <i>Inklusive projektering och intrimning</i>	C	40.000 kr
Kostnad/korsning för de korsningar som kräver byte av styrapparat <i>Halva kostnaden tas med här. Resten ses som en reinvestering</i>	D	60.000 kr
Diverse systemkostnader inklusive inköp och utbildning <i>Storleken på denna post beror delvis på stadens storlek. Installationer ingår i ovanstående poster</i>	E	200.000 kr
Kostnad för normalbuss med förare/timme	G	420 kr/h
Kapitalkostnad/år för en inbesparad buss under rusningstid	H	150.000 kr/år
Tidskostnad/timme/passagerare <i>Beräknad utifrån att 90 % av bussarna är i tid, 42 kr/h, och 10 % av bussarna är försenade, 3 x 42 = 126 kr/h</i>	J	50 kr/h
Antal bussar	L	50 st
Antal korsningar	M	15 st
Antal bussar som ankommer till en medelkorsning/timme <i>Räknat i båda riktningar</i>	N	12 st
Antal passagerare per buss	P	15 st
Antal timmar/dag <i>Kl 5 - 22</i>	S	17 h
Antal dagar/år <i>Räknat med att man har en viss nytta även lördag och söndag</i>	T	310 st
Andel korsningar som behöver byta styrapparat	V	0,33 dvs en av tre
Tidsbesparing/buss per korsning	X	15 sek
Andel inbesparade bussar under rusningstid	Y	0,04 dvs 4 %
<b>Total investering</b>	<b><math>\hat{A} = A * L + (B+C) * M + D * M * V + E</math></b>	<b>2,3 Mkr</b>
Företagsekonomisk nytta/år <i>Observera att man i praktiken inte kan tillgodogöra sig hela denna nytta direkt beroende på önskemål om turtäthet och stel tidtabell. Men på längre sikt kan man det</i>	$\hat{A} = G * N * S * T * X / 3600 + H * L * Y$	0,41 Mkr
Trafikantnytta/år	$\hat{O} = J * N * P * S * T * X / 3600$	0,20 Mkr
Företagsekonomisk återbetalningstid <i>Trafikhuvudman + väghållare</i>	$\hat{A} / \hat{A}$	5,6 år
Samhällsekonomisk återbetalningstid	$\hat{A} / (\hat{A} + \hat{O})$	3,8 år

Observera att driftskostnaderna, i storleksordning 10 % av investeringen, tillkommer. Nyttan av förbättrad regularitet, förbättrad förarmiljö etc är inte med i kalkylen.

Kalkylarket finns tillgängligt på [www.vv.se](http://www.vv.se) och [www.movea.se](http://www.movea.se) för den som vill mata in egna värden.

För en medelstor stad med normal busstrafik, med normalt antal trafiksignaler och som har eller avser att anskaffa ett system för realtidsinformation och trafikledning, finns varken anledning att tveka eller utreda huruvida bussprioritet är samhällsekonomiskt lönsam. Bussprioriteringen är troligen till och med rent företagsekonomiskt lönsam under dessa förutsättningar.

Många av Sveriges 25 största städer har förstått lönsamheten i bussprioritering och det finns idag en omfattande bussprioritet i bland annat Luleå, Umeå, Sundsvall, Gävle, Stockholm, Linköping, Jönköping, Göteborg, Helsingborg, Lund och Malmö. Några städer har just börjat bygga upp bussprioritet, till exempel Eskilstuna och Borås.

Vissa större städer med en omfattande busstrafik saknar däremot enligt uppgift nästan helt bussprioritering. Dessutom saknas bussprioritet i många förorter i Storstockholm med mycket busstrafik och åtskilliga trafiksignaler. Bussprioritet saknas också nästan helt i förortskommunerna runt Göteborg. Även vissa statliga trafiksignaler i städer med stor busstrafik saknar bussprioritering.

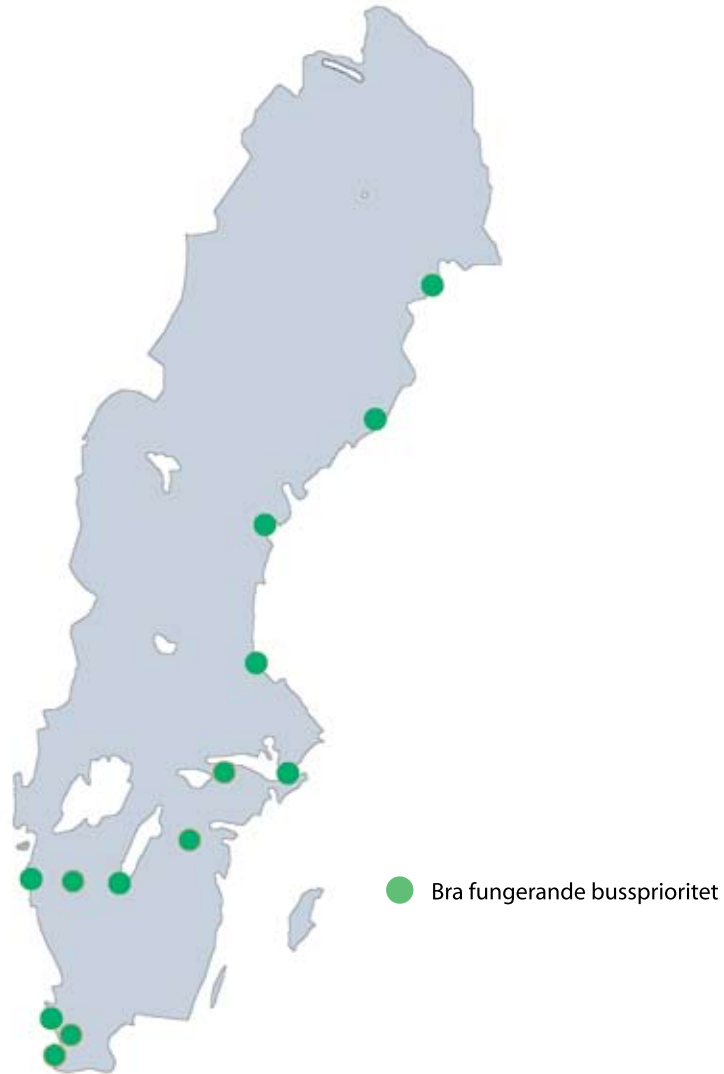


Flera städer med omfattande bussprioritet saknar dessutom i stort sett prioritet i sina samordnade system i stadens centrala delar.

Observera att uppgifterna som nämnts här inte är kontrollerade i detalj. Det kan i vissa fall finnas anledningar till varför busstrafiken inte prioriteras.

Man får inte bara fokusera på stadsbusstrafiken. Den regionala och långväga busstrafiken är mycket viktig och går in till de centrala delarna av städerna i hela Sverige.

Ett av syftena med denna rapport är att visa de trafikhuvudmän och väghållare som ännu inte har infört bussprioritering hur stor potential prioritering har. Bussprioritet i trafiksignaler bör vara en självklar del av trafiksystemet i svenska städer.



*De av Sveriges 25 största städer som har bra bussprioritet*

### 3. Planera och red ut ansvarsfördelningen först

Även om man inte bör tveka innan man inför bussprioritering är det viktigt att mycket noga tänka igenom hur prioriteringen ska gå till. Det system som väljs kommer att finnas länge och det är viktigt att hitta en kostnadseffektiv och inte minst driftsäker lösning. Det är viktigt att i förväg utreda:

- Syfte
- Omfattning. Vilka bussar, vilka korsningar
- Hur hård prioriteringen ska vara. Vilka bussar som är viktigast
- Hur detekteringen ska gå till. Samordning med andra IT-system inom busstrafiken
- Hur prioriteten ska realiseras trafiktekniskt i trafiksignalen
- Vilka verktyg som ska användas i projekteringen. Bland annat simulering
- Hur upphandlingen ska gå till
- Hur ska den viktiga dokumentationen skötas
- Hur man ska få en säker funk-

I och med att många aktörer är inblandade måste en ta huvudansvaret. Dessutom måste gränsdragningarna klaras av tidigt i processen.

tion redan från början och hålla tidplanen

- Hur en fortsatt god funktion är ut och år in ska säkerställas

Denna planering kräver inte bara ingenjörstimmar. Processen måste också förankras. Det är önskvärt att arbeta med hela linjer åt gången i stället för att göra spridda mindre insatser. Dels för att verksamheten då syns tydligare, dels för att vinsterna då kan omsättas i indragna bussar med oförändrad turtäthet.

En möjlig delfinansiering som många väghållare och trafikhuvudmän har utnyttjat är de olika statsbidrag som har funnits under senare år. Bland annat LIP och KLIMP för miljöinsatser och Göteborgsöverenskommelsen i Göteborgsregionen.

I och med att bussprioritering berör flera olika organisationer och företag är det viktigt att tidigt bestämma vem som ska ansvara för vad. Det finns flera olika modeller för detta. Den modell som används i de flesta län i Sverige och som även bör kunna fungera i framtiden (tänkt för ett system baserat på radiodetektering) är följande :

- Trafikhuvudmannen köper in och äger realtidssystemet. In-



klusive fordonsmonterad utrustning och vägkantsdatorer placerade intill trafiksignalernas styrapparater

- Trafikhuvudmannen ansvarar även för driften av hela realtidssystemet
- Trafikhuvudmannen får koordinatena för bussprioriteringens detekteringspunkter från väghållaren och ser till att databaserna i fasta datorer och i fordonen uppdateras
- Busstrafikentreprenören monterar utrustningen i sina bussar, ser till att den fungerar och sköter den dagliga driften. Förarna rapporterar bristfällig

detektering och dåligt fungerande prioritet

- Vaghållaren har ansvaret för trafiksignalerna och trafiksignalstyrningen
- Vissa vaghållare sköter trafiksignalerna själva, men de flesta anlitar entreprenörer. För bussprioritering handlar det om att montera trafikhuvudmännens vägkantsdatorer i styrapparatsskåpen, etablera en kommunikation med styrapparatens, programmera prioritet-funktioner i styrapparaterna och verifiera funktionen. Vaghållaren och entreprenörerna ansvarar även för eventuella detekteringsslingor
- Respektive part svarar för drift och underhåll av sina delar

Frågan är vem som bör ha det övergripande ansvaret för att allt fungerar och för att bedriva förbättringsarbete. Detta är ett starkt specialiserat område som kräver hög signalteknisk kompetens varför ansvaret skulle kunna ligga på vaghållaren. Samtidigt är det trafikhuvudmannen som har mest att tjäna på ett väl fungerande system. Trafikhuvudmannen bör därför ha en övervakande funktion.

Genom denna ansvarsfördelning säkerställs att hela radiokommunikationen sker i



trafikhuvudmannens egen regi. Gränssnittet mellan trafikhuvudman och vaghållare är enkelt. Det är dock en komplikation att trafikhuvudmannens utrustning placeras i vaghållarens skåp. Särskilt som viss utrustning ännu inte kan uppdateras via radio utan måste uppdateras på plats.

Det kan behövas incitament för att få alla att dra åt samma håll. Dels genom avtal, dels genom regler för hur avvikelser ska hanteras. Detta gäller kanske framförallt busstrafikentreprenörerna som inte alltid prioriterar denna typ av system.

Det finns också andra sätt att fördela ansvaret. I Stockholm köper och sköter vaghållaren vägkantsdatorn. Detta innebär att gränssnittet mellan trafikhuvudman och vaghållare hamnar

i radiokommunikationen vilket har nackdelar. Å andra sidan ansvarar vaghållaren för all vägkantsmonterad utrustning.

## 4. Motivera organisationer och personal

För att tekniken ska fungera bra måste alla vara motiverade att se till att den fungerar. Planeringen måste göras så att alla känner positivt för bussprioritetssystemet. Eftersom olika kategorier har olika förkunskaper måste de också behandlas olika. Viktigast är:

- Bussförarna måste förstå funktionen, bland annat varför de inte alltid får grönt direkt och hur detekteringen fungerar. De måste felrapportera vid fel och brister
- De servicetekniker som sköter trafiksignalerna måste se prioriteringen som en viktig funktion som ska fungera och utvecklas

I och med att många individer är inblandade krävs det en tidig och omfattande information och utbildning om bussprioriteringen.

- Busstrafiken, det vill säga trafikhuvudmannen med entreprenörer. Dessutom kan det tillkomma annan långväga busstrafik i linjetrafik. Såväl planerings- och drift- som service-personal inom dessa organisationer måste ha intresse för bussprioriteringen

- Väghållare (kommuner och Vägverket) och deras entreprenörer. Även inom dessa organisationer måste planerings-, drift- och servicepersonal ha intresse för bussprioriteringen
- Politiker bör vara införstådda med funktionen. Bussprioritering i trafiksignaler innebär en omprioritering från biltrafik till busstrafik och är en fråga av politiskt intresse
- Trafikanterna bör involveras. Bland annat för att kunna få felrapportering även från dem

För att åstadkomma detta engagemang krävs:

- Att berörda parter är med redan i utredningsfasen
- Att börja informera på ett tidigt stadium följt av upprepade informationsinsatser
- Att nå ut via massmedia. Bussar och trafiksignaler är journalistiskt intressant vilket underlättar informationsspridningen
- Den egna personalen måste utbildas i prioriteringsystemets funktion



## 5. Dra om linjer, flytta hållplatser och annan passiv prioritet

Det räcker inte enbart att detektera bussar och prioritera dem i trafiksignalerna. Dessförinnan måste vissa aspekter på trafiksystemet ses över. Många av dessa åtgärder brukar kallas för passiv prioritet:

- Gatornas utformning och geometri
- Trafikflöden (bilar, cyklisterna och gående)
- Belastningsgrad
- Busslinjer, turtäthet och belastning
- Befintliga trafiksignaler
- Trafiksäkerhet
- Trafikmiljö

Det kan kanske vara önskvärt att dra om någon linje till att gå genom signalkorsningarna längs en bättre rutt. Hållplatserna bör flyttas så att de normalt ligger efter och inte före hårt belastade signaler.



*Med busskörfält kommer bussarna fram till signalen utan att fastna i köer*

Även bussarnas tidtabeller kan behöva ses över så att inte alla bussar kommer samtidigt till en korsning.

Också själva signalregleringsprinciper kan behöva ses över. Någon trafiksignal kan kanske tas bort, medan en annan kan behöva

Genom linjeomläggningar, hållplatsflyttningar och andra åtgärder underlättas bussprioriteten.

tillkomma. Någon signalkorsning bör kanske göras om till cirkulationsplats eller tvärt om.



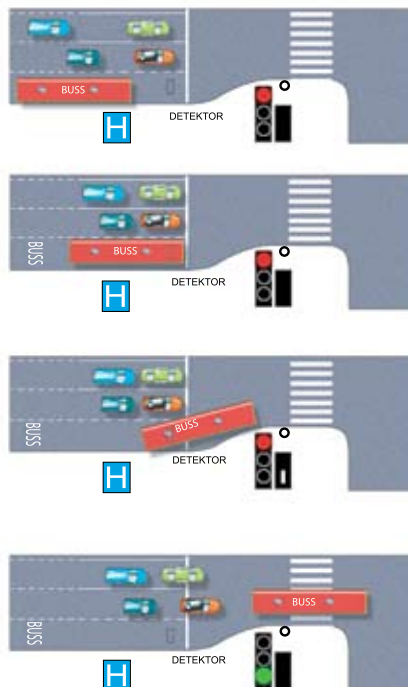
*Det är normalt bäst att placera busshållplatserna efter signalkorsningar.*



Bussarna måste komma fram till trafiksignalerna. Detta underlättas om man kan skapa busskörfält i tillfarter med köbildning. Om busskörfältet riskerar att skapa kö är det viktigt att det är så långt att inte bussarna riskerar att fastna i kön.

I bland annat England är det vanligt att ställa upp bilkön ett tiotal meter före korsningen och låta bussarna köra förbi kön i ett busskörfält som avslutas med en försignal. Med denna utformning behöver busskörfältet inte dras hela vägen fram till korsningen. Liknande arrangemang finns i bland annat Helsingborg och Luleå.

*Bussluss av den typ som finns i bland annat Helsingborg och Luleå. Busstrafiken får en tidigare start med hjälp av en tvåskens undantagssignal för kollektivtrafik. Om fordonssignalen är grön kan bussarna ta sig ut med hjälp av regeln att man ska släppa ut bussar som lämnar hållplats (Foto och illustration)*



## 6. Detektera bussarna säkert

Det är viktigt att inte blanda ihop detekteringen (detta kapitel) med hur sedan informationen från detekteringen används för prioriteringen (kapitel 7).

För att kunna prioritera bus-sar krävs att man vet var de är. Följande former av anmälan kan användas:

- Föranmälan när bussen är på ett lämpligt tidsavstånd för vissa åtgärder. Till exempel att blockera annan prioritet
- Anmälan på ett tidsavstånd la-gom för att växla bort fientliga gröna signalgrupper och växla in grönt för bussen
- Uppdatering som kan sändas från bussen om den till exempel kör långsammare än normalt i tillfarten
- Avanmälan i samband med pas-sagen av stopplinjen. Normalt direkt efter stopplinjen

Alla dessa funktioner behövs nor-malt inte. De viktigaste funktio-nerna är anmälan och avanmälan. Svårigheterna med att bestämma detekteringspunkter för anmälan beror bland annat på:

- Att hållplatser ligger nära stopplinjen. Beroende på den stora spridningen i hållplatstid vill man normalt inte anmäla förrän bussen lämnar hållplats. Den bästa åtgärden är att flytta hållplatsen. Alternativt kan man låta en buss som är på väg att köra förbi en hållplats utan att stanna skicka en anmälan redan innan den passerar håll-platsen, respektive låta en buss som är på väg att starta från hållplats skicka en anmälan redan när dörrbromsen släpper
- Varierande körtider från de-tekteringspunkt till stopplinje beroende på bilköer. Den bästa motåtgärden är ökad gröntid i signalen så att köerna försvin-

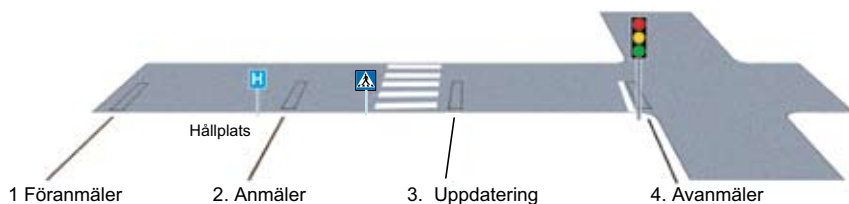
ner eller, om inte det hjälper, att inrätta ett busskörfält så att bussarna kan köra förbi kön

- Varierande körtider från de-tekteringspunkt till stopplinje beroende på ett icke signal-reglerat övergångsställe. Den bästa motåtgärden är att ta bort övergångsstället eller att eventuellt signalreglera det

Rent tekniskt kan detekteringen realiseras på många olika sätt. I nya system dominerar GPS-stödd positionering med lokal radio-kommunikation från buss till trafiksignal (nedan kallad radio-detektering). I vissa mindre till-lämpningar kan amplitudsektiv slingdetektering vara intressant. Denna detektering är även vanlig i äldre system. En annan intres-sant lösning är induktiv kommu-nikation mellan buss och slinga som idag främst används av Västtrafik.

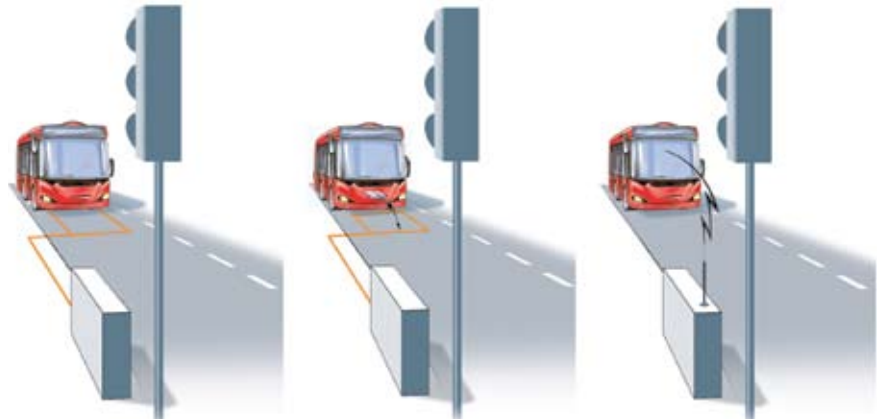
### 6.1 RADIODETEKTERING

Radiodetektering bygger på att bussen vet var den är. Normalt kombineras information från en GPS-mottagare med infor-mation om linjesträckning och hållplatslokalisering. Informa-



tionen om vilken linje bussen kör på hämtas från systemet som styr yttre linjenummerskyltar. Ytterligare stöttning fås från systemet för automatiskt hållplatsutrop/nästa hållplatskylt. Alla dessa funktioner, inklusive själva radiodetekteringen, är normalt integrerade i en bussdator.

I de flesta radiodetekterings-system som finns i drift i Sverige används linjebeskrivningen i första hand och GPS-informationen används enbart i begränsad omfattning. Dessa system koncentrerar sig på hållplatsavstånden som är unika för respektive linje. Detta är en svaghet, speciellt i de fall flera bussar samtidigt stannar vid en och samma hållplats. Längdmätningen kan då hamna en eller flera busslängder fel. I nyare system bör denna brist kunna elimineras genom att nyttja GPS-informationen mer. Det går å andra sidan inte helt att lita på



*Detektering med amplitudselektiv slinga, induktiv kommunikation respektive radio*

heller om vart bussen är på väg, eller hur den ligger till i förhållande till tidtabellen.

Radiodetekteringen bygger på att det i en databas i bussen anges att om bussen kör på linje x ska den y meter före stopplinjen vid trafiksignal nr z skicka ett meddelande till trafiksignal nr z med begäran om prioritet. Denna information sänds normalt på en särskild radiofrekvens direkt från bussen till trafiksignalen. För att undvika att flera bussar sänder samtidigt och stör varandra kan olika metoder för omsändning efter en slumpmässig tid användas. Man kan även ha system med checksummor och felrättning i radiokommunikationen, samt olika system för att bekräfta att ett meddelande har kommit fram.

Den information som sänds från bussen till trafiksignalen kan innehålla följande data:

- Id-nummer för bussen som sänder
- Linje och tur

- Vilken trafiksignal som ska ha informationen
- Önskad färdriktning i korsningen. Observera att olika varianter på en och samma linje kan ha olika önskemål
- Hur kraftfull prioritet som önskas. Se nästa kapitel

Observera att ovanstående punkter är exempel. Funktionerna kan realiseras på olika sätt. Det kan vara bra att ta med allt från början, även om enbart vissa uppgifter används initialt.

I samband med att bussen passerar stopplinjen sker en avmälans som genom id-numret kan kopplas till anmälan så att rätt anmälan tas bort.

En bra radiodetektering förutsätter stabil radiotäckning. Detta är inte alltid så lätt. Radiosignalerna kan störas på många olika sätt. Ett exempel är ett realtidsinformationssystem i Helsingborg som installerades för några år sedan. Allt gick bra, förutom några gånger om dagen då radiokom-

Radiodetektering, det vill säga att bussen sänder en radiosignal från bussen fram till trafiksignalen, är idag dominerande i nya system. Men radiokommunikation kräver stor omsorg för att få en säker funktion.

GPS-informationen beroende på tunnlar, reflektioner av radiovågor i byggnader och andra störningar. GPS-positionen talar inte





Lång amplitudselektiv slinga respektive dubbla slingor

munikationen inte fungerade. Efter en lång felsökning fann man att radiokommunikationen stördes ut då Helsingörsfärjan Tycho Brahe låg i hamnen. Det visade sig att färjans radioutrustning för manövrering av klaffarna störde ut bussradiokommunikationen. Men enbart för denna färja, inte dess systerfartyg.

Det förekommer tankar om att standardisera den sända informationen och kanske även radiokommunikationen, bland annat i Köpenhamn och i Skåne. En standardisering som inte sker på europeisk nivå skulle dock kanske innebära svårigheter. Å andra sidan skulle en standardisering underlätta för trafikhuvudmän som anlitar flera olika entreprenörer för sin trafik.

Detekteringsutrustningen ombord på bussen är numera integrerad med radio-, informations-, trafiklednings- och biljettsystem i bussdatorn. Man måste dock se upp med riskerna med att dessa andra system ofta specificeras med snabbhetskrav i storleksordningen 1/2 minut och då inte klarar de strängare krav som trafiksignalprioritering ställer.

Att göra om i efterhand är ofta komplicerat.

De ideala kraven på ett radiodetekteringssystem kan formuleras som:

- Geografisk exakthet: +/- 2 meter
- Sannolikhet att meddelande kommer fram med fördröjning < 0,25 sek: > 99,5 %

Detta är relativt hårda krav baserade på vad ett traditionellt system med slingdetektering klarar under förutsättning att slingan är hel. Dagens system för radiodetektering klarar troligen ännu inte helt dessa krav.

## 6.2 SLINGDETEKTERING

En svaghet med radiodetektering är att den kräver särskild utrustning ombord på bussarna. Om många olika bussar ska prioriteras i ett fåtal signalanläggningar går det istället att använda den teknik som användes i prioriteringens barndom, slingdetektering. Antingen med en 12 x 2,5 m stor amplitudselektiv slinga där bussar ger större utslag än andra fordon, eller med dubbla passageslingor med cirka 10 m lucka med krav på att båda slingorna

ska vara belagda samtidigt. Prov i Stockholm 1989 visade att en 12 m lång amplitudselektiv slinga fungerade bättre än en 10 m lång slinga. Ändå används ofta 10 m långa slingor fortfarande utanför Stockholm. Om man vill detektera korta servicebussar bör man dock ha kortare slingor.

Svårigheterna med amplitudselektiv slingdetektering är att:

- Slingan fungerar bara bra om bussarna passerar rakt över den. Detta är svårt i kurva och speciellt i stadstrafik med dubbelparkeringar och andra problem. I Stockholm har man tidigare försökt minska detta problem genom att måla slingans hörn blå och i vissa fall lägga flera slingor sidoförskjutna med cirka 1,5 m. Den amplitudselektiva slingan passar bäst på ställen där bussen alltid garanterat passerar rakt över den
- Även vid busshållplats blir det problem med slingplaceringen. Om slingan ligger strax nedströms hållplatsen kan till och med bussar missas helt om de kör ut som andra buss från

hållplatsen och därmed kör om bussen framför

För lösningen med dubbla slingor gäller att:

- Två slingor med cirka 10m lucka detekterade ursprungligen alla fordon längre än 10 m. Det vill säga även lastbilar och fordon med släp. Numera går det även här att använda krav på signalstyrka och i vilken ordningsföljd som slingorna beläggs för att enbart detektera buss i rätt riktning. Dessa extra krav har provats i en installation i Uppsala med goda resultat, men har inte provats i stor skala
- Den stora fördelen med två slingor är att bussens placering i sidled inte spelar så stor roll. Detekteringen kan därför bli säkrare än med en amplitudselektiv slinga

Gemensamt för både amplitudselektiv detektering och dubbla slingor är att:

- Detekteringen är mycket exakt, snabb och säker så länge utrustningen fungerar bra
- Man vet enbart att en buss passerar över slingan, inget annat. Det kan vara en turistbuss, möbelbuss eller annan buss som inteskaprioriteras. Man vet inte heller något om destination, linjenummer, tidtabellshållning och liknande



- Det går inte att avanmäla en viss buss, utan enbart att räkna in bussar och sedan räkna ut dem. Det blir lätt fel om någon detektering missas. I stället kan en teknik användas med ett eller flera snitt i tillfarten (till exempel 200 m respektive 100 m från stopplinjen) som förlänger pågående grönt successivt i korta intervall
  - Självva slingorna och detektorförstärkarna är billiga, men tillledningarna till slingorna kan bli dyra, speciellt i stadsmiljö där schakt är kostsamt
  - Detektorförstärkarna måste underhållas väl för att prestera bra. Vissa typer av detektorförstärkare fungerar inte bra i denna funktion
  - Slingor kan gå sönder och kan ta tid att laga, speciellt vintertid
  - Slingor går inte att flytta lika lätt som radiodetekteringspunkter
- Det är viktigt att säkerställa en säker slingdetektering genom att förvissa sig om att slingorna läggs på rätt ställe och på rätt sätt. Projektören bör helst på plats jämföra det projekterade läget med hur man kör i verkligheten.

### 6.3 INDUKTIV KOMMUNIKATION

I Västra Götaland (Göteborg och nu även Borås) finns sedan flera år ett system som bygger på induktiv kommunikation mellan fordon och en slinga i körbanan. Systemet levereras av Trafikdata och detektorförstärkaren marknadsförs under namnet Detic.

Liknande system har tidigare funnits i Stockholm, men Göteborgssystemet har fördelen att en och samma slinga kan användas såväl för vanlig slingdetektering av fordon som för induktiv kommunikation med bussar. Bussen kan sända information till slingan om linjenummer, färdriktning, tidtabellshållning med mera. Information kan även sändas från slinga till buss.

Den största fördelen med denna systemlösning är att det inte behövs något dyrt realtidssystem, bara en enkel transponder under bussen. Andra fördelar med denna systemlösning är att detekteringen blir mycket exakt samtidigt som det går att sända information mellan buss och trafiksignal. Nackdelarna är att slingan inte kan flyttas med lättet och att tilledningarna kan bli dyra om kabelnätet inte är lika väl utbyggt som i Göteborg.

### 6.4 SE TILL ATT DET FUNKERAR

Detekteringen är ofta svår och det krävs en hel del arbete för att få den att fungera bra. Följande gäller i första hand radiodetektering:

- Databasen i bussen måste vara korrekt från början, vilket kräver en mycket noggrann inmätning. Den måste hållas uppdaterad med avseende på permanenta och tillfälliga linjeomläggningar och hållplatsflyttningar
- Om anmälan ska ske vid en hållplats är det lämpligt att sända anmälan då dörrbromsen släpper. Tidigare använde man dörrstängning i bland annat Stockholm. Det visade sig vara mindre bra i de fall bussföraren öppnar dörren en andra gång för en sen passagerare
- Om det finns någon annan trafiksignal mellan anmälan och avanmälan måste den trafiksignalens status beaktas i prioriteten
- Eventuell annan friktion i form av oreglerade övergångsställen, väjningsplikt eller långsam trafik måste beaktas vid projekteringen. Det är oftast säkrast att vänta med anmälan tills bussen har en ostörd färd fram till trafiksignalen

- Det måste finnas en time-out i de fall avanmälan aldrig kommer

En del förbättringar behövs i de system som idag finns på marknaden:

- Mer äkta realtid
- Aktivare användning av GPS
- Tidigare inse att bussen avser att köra förbi en hållplats och annan hållplats hantering
- Avanmälan så tidigt som möjligt, ibland före stopplinjen

Mer om dessa önskemål återfinns i bilaga 1: Utvecklingsbehov.



## 7. Vilka bussar är viktigast?

Det går inte alltid att prioritera alla bussar lika mycket:

- Om flera konflikterande bussar kommer samtidigt måste en släppas fram först
- Om korsningen är hårt belastad och det kommer många bussar kan prioritering av alla bussar leda till oönskade bilköer, som även kan drabba busstrafiken
- Om alltför många bussar prioriteras i följd kan det leda till oacceptabelt långa väntetider för andra trafikanters. Detta kan bland annat leda till trafiksäkerhetsproblem, speciellt om signalgrupper hoppas över



Det finns stora möjligheter att välja vilka bussar som ska gynnas mest.

Att fördela prioriteten mellan olika bussar är kanske främst ett problem i de centrala delarna i större städer där såväl busstrafik som biltrafik är intensiv och korsningarna är hårt belastade.

Troligen är det bäst att låta bussens dator bestämma hur kraftfull prioritet som önskas, medan vägkantsdatorn får sköta avvägningarna vid samtidiga motstridiga önskemål om prioritet. Trafiksignalen sköter därefter

avvägningen mellan önskemål om prioritet och andra trafikanters behov.

Indata från bussen till vägkantsdatorn kan vara:

- Linje och variant. Vissa linjer kan vara viktigare än andra
- Körriktning. Bussar i rusningsriktningen har normalt fler passagerare ombord
- Om bussen är i trafik eller inte. Även in- och utryckande vagnar kan i och för sig prioriteras, men det är inte lämpligt
- Hur bussen ligger till i förhållande till tidtabellen. Det enk-

laste är att inte alls prioritera tidiga bussar

- Lucka till bussen bakom och framför vid tät trafik med tanke på regularisering
- Förekomsten av viktiga passningar till annan kollektivtrafik
- Antal passagerare ombord. Detta kräver någon form av räkneutrustning eller utrustning för vägning ombord

Det allra mest avancerade är att vid tät trafik frångå den fasta tidtabellen och köra så tät trafik som möjligt med tanke på antal



tillgängliga bussar och aktuell framkomlighet. Trafiksignalerna kan då användas så att de hjälper förarna att upprätthålla jämna tidsluckor mellan bussarna. Denna typ av flexibel trafik förefaller elegant, men är svår att planera med tanke på förarbyten.

Såvitt känt används enbart ett fåtal av ovanstående funktioner i Sverige idag. I Stockholms innerstad prioriteras inte stombussar som är tidigare än några minuter i jämförelse med tidtabellen. Det är viktigt att korta ner körtiderna i tidtabellerna i samband med att

prioritet införs och först därefter införa denna typ av begränsning.

I Linköping har stombussar högst prioritet, lokalbussar enbart förlängning och förkortning och servicebussar enbart tidig anmälan; alltså tre nivåer av prioritet. I Luleå används två typer av prioritet. Hård prioritet som kan ge alla typer av prioritet, där bortbrytning och överhoppning av fientliga signalgrupper är de kraftigaste, respektive mjuk prioritet som bara tillåter förlängning av grönt.

Att så få städer använder denna typ av funktioner tyder kanske på att behovet är ganska litet. Man arbetar snarare med att få en bra grundfunktion på prioriteten.

## 8. Traditionell styrning

### TERMINOLOGI

För att kunna förstå detta och följande kapitel måste man känna till en del termer kring trafiksignalstyrning:

- **Signalgrupp** är de signaler som reglerar ett eller flera körfält och som alltid visar samma färg
- **Fientliga signalgrupper** är två signalgrupper som av trafik-säkerhetsskäl aldrig får visa grönt samtidigt
- **Fasbild** utgörs av ett antal signalgrupper som ofta är gröna samtidigt
- **Sekvensen** avgör i vilken ordningsföljd som fasbilderna visas, och därmed signalgruppernas ordningsföljd
- **Mintiden** är den kortaste tillåtna gröntiden för en signalgrupp. Den är kort för bilar (ofta 4 sek), men betydligt längre för fotgängarsignaler
- **Utrymningstid** är den enligt gällande regler allröda tid som måste följa innan en fientlig signalgrupp kan bli grön. Denna tid är normalt noll till några sekunder för utrymmande bilar och cyklar, men betydligt längre för utrymmande fotgängare

### TRE OLIKA FORMER AV TRADITIONELL STYRNING

Traditionell styrning kan delas upp i tre olika varianter med olika förutsättningar för att prioritera bussar:

- **Oberoende styrning.** Korsningen hänger inte ihop med någon annan korsning i system med gröna vågor
- **Centralt samordnad styrning.** Korsningar som hänger ihop i system med gröna vågor med en bestämd omloppstid. Kallas ofta kort och gott samordning
- **Lokalt samordnad styrning,** även kallad länkning. Två till fyra korsningar som hänger ihop mer flexibelt än vid en central samordning

I kapitel 10 tas optimerande styrning upp. Detta är en nyare strategi som inte faller under begreppet traditionell styrning.

### LÄTT ATT PRIORITERA I OBEROENDE STYRNING

En korsning som styrs oberoende hänger alltså inte ihop med någon annan korsning i system med gröna vågor. Detta gör det relativt lätt att prioritera i en sådan korsning. Det går att förlänga

pågående grönt under lång tid utan att komma i otakt med andra korsningar, och man kan stoppa pågående grönt utan att riskera att stoppa stora ankommande kolonner med bilar.

Trafikanterna är dessutom vana vid att en oberoende signalanläggning inte alltid har samma stela styrning varför det är enklare att prioritera i en oberoende korsning med tanke på trafiksäkerheten.

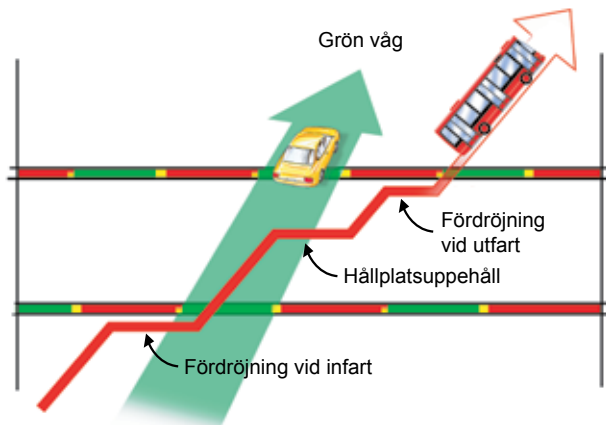
Det är svårare, men fullt möjligt, att prioritera bussar i samordnade trafiksignaler med gröna vågor än att prioritera i oberoende trafiksignaler.

### CENTRALT SAMORDNAD STYRNING GÖR DET SVÅRARE

Svårigheten att prioritera i samordnad styrning är att flera korsningar, upp till tio eller ibland upp till tjugo korsningar, hänger ihop med en gemensam omloppstid. Syftet med samordning är dels att skapa gröna vågor (små fördröjningar, få stopp), dels att undvika blockeringar när korsningar ligger nära varandra, dels att få bilisterna att välja större gator framför mindre bakgator.

Att i en sådan miljö prioritera bussar är inte lätt:

- I och med att bussarna stannar vid hållplatser har de redan från början en tendens att missa de gröna vågorna
- Många korsningar i samordnade system är hårt belastade och har en intensiv busstrafik. Bussarna kommer ofta i underordnade tillfarter
- Gångtrafiken är ofta intensivare i samordnade korsningar än i oberoende, eftersom samordnade korsningar ofta ligger mer centralt i staden
- Om en korsning prioriterar en buss kommer korsningen i otakt. De gröna vågorna störs och korsningen som har avvikit har svårt att komma ifatt om den har kommit efter
- Även om en buss prioriteras genom en korsning är risken stor att den fastnar i den följande korsningen. Prioritering-



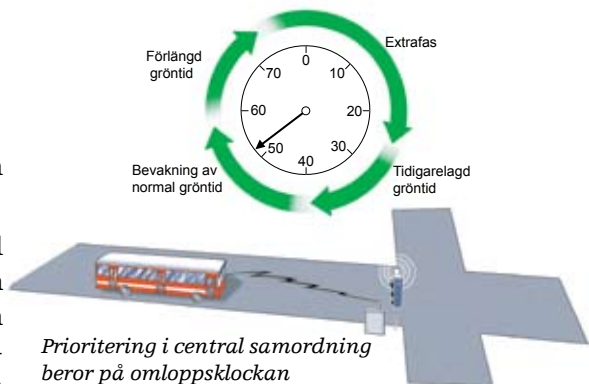
Väg-tiddiagram över en central samordning med gröna vågor. Busstrafiken missgynnas

en kan då ha stört trafiken utan att bussen har tjänat på det

- Många trafikanter är vana vid de gröna vågorna och det kan uppstå trafiksäkerhetsproblem vid avvikelser från normal styrning. Det största problemet kan vara fotgängare som går mot rött i förvissning om att det snart ska bli grönt

Det krävs därför en genomtänkt strategi för att prioritera bussar i samordnade signaler. I ett första planeringsskede skapas passiv prioritet genom att lägga gröna vågor som passar för busstrafiken. Datoriserade hjälpmedel, typ Transyt, bör användas.

I ett andra planeringsskede används därutöver aktiv prioritet. En grundläggande funktion vid prioritering i samordnade system är att ta hänsyn till var i omloppet man befinner sig. Man bestämmer vad som ska ske vid bussanmälan sekund för sekund i omloppet. Ett alternativ är opti-



merande styrning med Spot, se kapitel 10.

Användningen av prioritet i många svenska städer är fokuserad på oberoende styrning. Det finns så stora potentiella vinster med att prioritera i samordnade system att prioritering borde vara minst lika vanlig i dessa system, trots den ökade komplexiteten.

### LOKAL SAMORDNING (LÄNKNING) KAN VARA ETT ALTERNATIV

En lokal samordning (länkning) har ingen fixerad omloppstid. Länkeningen omfattar normalt två, tre eller maximalt fyra korsningar. Det är betydligt svårare att prioritera i en lokal samordning än i en central samordning. Bussprioritering i lokala samordningar är ovanliga i Sverige. För att göra en lokal samordning med prioritet som fungerar bra i praktiken krävs en hög kompetens och erfarenhet av den aktuella styrapparaten.

## 9. Grundläggande prioriteringsfunktioner

### PRIORITETSFUNKTIONER

Bussprioritering rör sig egentligen om fyra grundfunktioner som alla olika system använder:

- **Förlängning.** Om en buss ankommer mot en grön signal förlängs gröntiden så att bussen kommer igenom

Med förlängning, avkortning och extrafas får man oftast fram bussarna effektivt.

- **Avkortning.** Om en buss ankommer mot en röd signal avkortas grönt för fientliga signalgrupper som ligger före i sekvensen så att bussens signalgrupp får grönt så fort som möjligt. Avkortning kan även göras av egen signalgrupp om den är grön och bussen detekteras på så långt avstånd att förlängning inte är möjlig. Syftet är att den egna signalen snabbt ska bli röd så att den ska kunna bli grön lagom när bussen kommer fram till signalen
- **Extrafas.** Innebär att bussens signalgrupp inte behöver vänta på sin plats i sekvensen, utan visar grönt direkt efter att fient-

liga signalgrupper har växlats till rött. Eventuellt kan det ordinarie läget i sekvensen därefter hoppas över

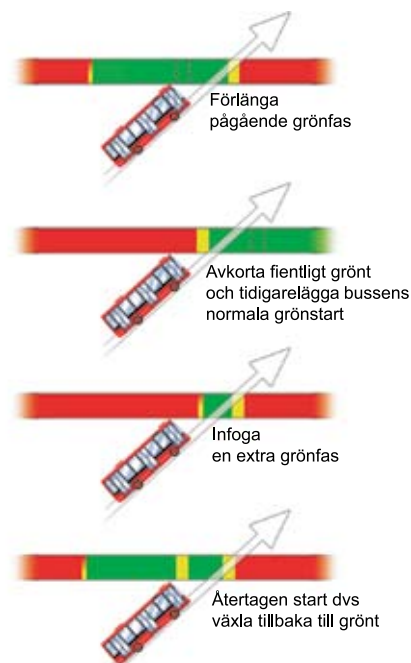
- **Återtagen start.** Om bussen detekteras just när egen signalgrupp håller på att växla från grönt till rött kan bussens signalgrupp direkt växla tillbaka till grönt. Detta kan vara tveksamt med tanke på trafiksäkerheten. Orsaken är att trafikanter förväntar sig att trafiksignalen kommer att växla på ett visst sätt och blir överraskade om signalen växlar tillbaka. Detta är speciellt allvarligt vid ett övergångsställe med många fotgängare som är i konflikt med busstrafiken. Det är dock bara när en hållplats ligger nära en trafiksignal som man behöver överväga att ta till återtagen start

Utöver dessa fyra grundfunktioner kan ibland följande funktioner behövas:

- **Förberedelse.** Om bussarna detekteras i mycket god tid går det (åtminstone i teorin) att förbereda signalstyrningen så att bussens signalgrupp är grön vid bussankomst, utan att störa annan trafik nämnvärt. Förbe-

redelserna gynnas av avsaknad av hållplatser nära signalerna, liten variation i hållplatstiderna och att man använder optimerande styrning

- **Kompensation.** För att snabbt avveckla köer som kan ha uppkommit under en prioritet kan man kompensera (städa) efter prioriteten. För en effektiv och väl avvägd städning krävs att trafiksignalen mäter kölängder med hjälp av ködetektorer eller har en trafikmodell. Alternativt



De fyra grundfunktionerna i bussprioritering



kan kompensationen göras schablonmässigt

- **Hantering av samtidiga prioriteter.** Det vanligaste är att slutföra pågående prioritet innan någon konflikterande prioritet tillåts. Mer sofistikerade principer är möjliga, men kan bli alltför komplexa. En funktion som används i vissa fall är att låta en föransmälan från en viktig busslinje blockera senare prioriteringar från mindre viktiga linjer
- **Skydda korsningar mot blockering.** Med bussprioritering kan man riskera att angränsande korsningar blockeras av köer, att köer sträcker sig ut på motorvägar eller att köer blir så långa att bussarna inte når fram till sitt busskörfält. Det finns metoder att begränsa prioriteten om köerna börjar bli alltför långa

Hur hårt man kan eller vill prioriterar beror på hur kraftfullt man använder ovanstående verktyg. Det finns ingen distinkt skillnad mellan vad som ibland kallas mjuk respektive hård prioritet. Observera att hela signalstyrningen påverkas i grunden av prioriteten. Vid intensiv busstrafik måste den normala gröntidsfördelningen ändras så att köerna balanseras med hänsyn till antalet förväntade prioriterade bussar.



#### FYRA OLIKA PRIORITERINGSSYSTEM

I Sverige används i princip fyra olika sätt att prioritera. Observera att detta handlar om prioriteringssystem i styrapparaten, inte om detekteringsmetoder som behandlas i ett tidigare kapitel. De fyra olika systemen är:

- Prioritet med grundfunktionerna i styrapparaterna vilket används i ett flertal städer
- Pribuss utvecklat av Stockholms stad; används även av några andra städer
- "Spårvagnsprioritet" i Göteborg
- Optimerande styrning, till exempel prioritet med Spot. Används i begränsad omfattning i Göteborg och Stockholm

Det viktigaste är kanske inte vilket verktyg som används, utan hur.

I många svenska städer prioriteras bussar med de vanliga grundfunktionerna implementerade med styrblock och fiktiva signalgrupper i styrapparaterna. Dessa system har projekterats av konsulter som TKS AB och JL Trafiksystem AB. De är i realiteten ganska lika Pribuss i sin funktion, men man prioriterar ofta inte lika kraftigt som i Stockholm.

Pribuss används framförallt i Stockholm. Det är ett antal funktioner i styrapparaten för prioritering som utvecklades med statlig finansiering (av Kommunikationsforskningsberedningen, KFB) i slutet av 1980-talet. Pribussutvecklingen beskrivs bland annat i en rapport från Stockholms gatukontor (1992). Pribuss finns som färdiga funktioner i styrapparater från Swarco (såväl EC-1 från fd Peek Traffic som ITC från fd Falco).

Pribuss används i stort sett bara i Stockholm beroende på dels att kunskapen om hur Pribuss används inte är väl spridd, dels på felaktiga rykten om extra licenskostnader. Pribuss beskrivs i Vägverkets vägutformningsdokument VU94 år 2002 och i VGU (2004).

I Göteborg används ett system som från början utvecklades för spårvagnsprioritet styrd av reläapparater. Denna styrning görs numera med så kallade styrblock i olika styrapparater.

Göteborgsfilosofin bygger på att samordningen rullar på som vanligt, men att vissa signalgrupper hoppas över under prioriteten. En signalgrupp hoppas dock inte normalt över två gånger i följd. Prioriteten är oftast absolut, det vill säga kraftigare än i Stockholm. Detta har gjort att det främst är spårvagnar som prioriteras, inte bussar. De bussar som prioriteras är oftast de som kör i spårområdet tillsammans med spårvagnarna. Om all kollektivtrafik skulle prioriteras lika mycket skulle trafiksystemet bli överbelastat.

I Göteborg ligger hållplatserna ofta direkt före stopplinjen. Detta ger en mycket sen detektering och behov av en kraftig prioritering.

Sammanfattningsvis kan man säga att Göteborgslösningen passar bra för spårvagnstrafik, men inte för busstrafik. Det finns också



frågetecken kring trafiksäkerheten. Under senare år har man dock styrt upp prioriteringen för att undvika vissa säkerhetsproblem.

Optimerande styrning med bussprioritet med det italienska Spotsystemet har börjat användas i Göteborg, och har provats i Stockholm. Spot används även i Malmö, men då utan prioritet.

Spot ger stora möjligheter till en bättre styrning, men är betydligt mer komplicerat. Se kapitel 10.

## 10. Optimerande styrning

### MATEMATISKA BERÄKNINGAR I REALTID

Optimerande styrning innebär att det görs matematiska beräkningar i realtid för att i varje ögonblick styra trafiksignalerna så effektivt som möjligt. I princip minimeras fördröjningar och stopp för all biltrafik i systemet. Därigenom undviks den tröghet som en traditionell samordning med gröna vågor innebär och systemet anpassar sig i stället momentant till den aktuella trafiksituationen.

Just för bussprioritering är optimerande styrning särskilt bra eftersom det går att:

- Förbereda prioriteten i god tid så att styrningen ligger rätt när bussen kommer och det inte behövs någon egentlig prioritet. Detta förutsätter dock att spridningen i körtid är liten flera minuter uppströms. Därför måste spridningen i hållplatstid vara liten, vilket i praktiken innebär att föraren inte kan sälja biljetter. Jämför flera städer i Italien och vissa andra länder i södra Europa
- Prioritera lagom kraftigt beroende på bussens behov och den aktuella trafiksituationen

- Göra avvägningar mellan flera bussar som ungefär samtidigt begär prioritet
- Efter avslutad prioritet låta den optimerande styrningen ta hand om de köer som har uppkommit ("städa")

En viktig förutsättning för optimerande styrning är att en trafikmodell byggs upp så att systemet känner till det aktuella trafikläget inklusive köer och ankommande trafik. Detta till skillnad mot traditionell styrning, där systemet normalt bara vet om en tillfart är tom eller innehåller minst en bil.

Optimerande styrning har dock vissa nackdelar:

- Det är dyrt att installera, bland annat de nya detektorer som trafikmodellen behöver
- Driftkostnaderna är höga
- De system som finns på världsmarknaden är ännu inte tillräckligt anpassade till svenska förhållanden

Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv är optimerande trafiksignalstyrning lönsamt, men om man enbart behöver bussprioritering blir normalt lösningar med traditionell teknik billigare.

### KAN SPOT VARA DET NATURLIGA VALET I SVERIGE?

Det finns flera olika system för optimerande styrning på världsmarknaden. En inventering som gjorts åt Stockholms gatu- och fastighetskontor (Kronborg, 2004) pekar på fyra olika system som kan vara aktuella i Stockholm:

Optimerande styrning (Spot) behöver utvecklas mer innan den kan användas i stor skala.

- Scoot är utvecklat i Storbritannien och används i mer än 100 städer i flera världsdelar sedan slutet av 1970-talet. Scoot bygger på små successiva förändringar, vilket gör systemet mindre lämpligt för bussprioritering
- Scats är utvecklat i Australien och används i mer än 50 städer i flera världsdelar. Scats är jämgammalt med Scoot, men använder inte matematiska verktyg på samma sätt utan bygger mer på trafiktekniska heuristiska principer
- Spot är utvecklat i Italien och togs i drift i början av 1990-

talet. Spot används i cirka 20 städer i Europa. Systemet har en lokalt distribuerad intelligens och har från början en kraftfull bussprioritet

- Motion är utvecklat i Tyskland och används i cirka 10 städer i Europa. Det första systemet togs i drift 1996. Motion påminner om Scats. Bussprioriteringen i Motion har begränsningar eftersom den främst sker lokalt

En jämförelse av de olika systemen visar att de presterar relativt lika för biltrafiken, men att Spot är klart bäst med tanke på bussprioritering.

Spot har provats, eller används i tre svenska städer:

- I Göteborg gjordes systematiska prov i början av 1990-talet i ett område utmed Engelbrekts-gatan. Resultaten var goda, men systemet permanentades inte. En utbyggnad av Spot i ett flertal områden pågår sedan några år, men har försenats av olika skäl
- I Stockholm har Spot provats i Norrtullsområdet och på nedre Kungsholmen (med bussprioritet, goda resultat). Inom ramen för ett miljöprojekt ska systemet på Kungsholmen återstartas och byggas ut under 2005 – 2006



- I Malmö finns det sedan flera år ett system utmed Bergsgatan. Dock utan bussprioritet. En vidare utbyggnad planeras

Utbyggnaden av Spot i Sverige har inte gått med den fart som man trodde för 10 år sedan. I Norge däremot har Spot byggts ut snabbt i både Oslo och Trondheim. De samordnade system som Spot har ersatt i Norge har dock varit primitivare än normala svenska samordningar, ofta helt utan fordonsstyrning och utan bussprioritet.

För att Spot ska slå igenom i Sverige krävs att Spot vidareutvecklas enligt de önskemål som Stockholms stad och Vägverket har framfört.

## 11. Visa att bussarna prioriteras!

Bussprioritering är inte enbart en teknisk fråga. Det handlar också om psykologi. Det är av flera anledningar viktigt att tala om för trafikanter, förare, politiker och andra att bussarna prioriteras.

En anledning är att prioritering kostar en hel del, men att effekterna inte syns direkt för andra än experter. En annan anledning är att man vill få fler och snabbare felrapporter. Särskilt bland trafik- och verkstadspersonal behöver systemet vara väl känt.

För att informera om prioriteringsfunktionerna bör man använda flera olika kanaler, till exempel annonser i massmedia, broschyrer, i tidtabeller, på Internet och givetvis också internt till personal hos busstrafikentreprenörer, trafikhuvudmän och väghållare.

Bussprioriteringen måste marknadsföras tydligt.

Ett av de bästa sätten att visa prioriteringsfunktionen är kanske att montera indikeringslampor ovanpå trafiksignalerna som i Göteborg, Norrköping och Stockholm, samt även i bland an-



nat Helsingfors och Oslo. För att indikeringslamporna ska fungera som reklam för bussprioritering är det viktigt att kontinuerligt informera både trafikpersonal och trafikanter om dem och deras funktion. Det är viktigt att förstå att lamporna bara visar att bussarna är detekterade, inte hur mycket de prioriteras.

Indikeringslamporna är dessutom viktiga för att få in felrapporter och även vid felsökning.

I Helsingfors och Oslo har man en tilltalande design i form av en "ljusglimt" enbart riktad mot den ankommande bussen.



*Indikeringslampor som lyser när bussen har detekterats (Göteborg respektive Stockholm)*

## 12. Trafiksäkerhet och andras framkomlighet

Införandet av bussprioritering får inte bli en suboptimering. Trafiksäkerheten får inte bli lidande och andra trafikanters (gående, cyklister och bilister) framkomlighet får inte missgynnas i en oproportionerlig utsträckning.

### SÄKERHETSANLÄGGNING

En trafiksignal är en säkerhetsanläggning. Trafiksäkerhet och önskemål om bussprioritering kan ibland hamna i konflikt.

Det går inte att göra vad som helst i en trafiksignal. Vägverkets författningssamling har bindande regler om bland annat mintider och utrymningstider som aldrig får underskridas. Väghållaren ansvarar för att dessa regler följs.

Utöver de bindande reglerna finns det andra faktorer att ta hänsyn till med tanke på trafiksäkerheten, inte minst med tanke på nollvisionen:

- Även om mintiden för fordons signaler kan vara så kort som fyra sekunder är så korta tider farliga om det finns bilar i tillfarten. De fyra sekunderna är tänkta att användas i de fall då bara någon enstaka bil står vid röd signal och snabbt kan köra

därifrån. Kortaste mintid i en tillfart full med bilar bör vara cirka 8 – 10 sek

- En signalgrupp kan möjligen hoppas över en gång i sekvensen, men bör inte hoppas över två gånger i följd

Det svåra kommer sedan med de avvägningar mellan bussframkomlighet och trafiksäkerhet som kan behöva göras i följande fall:

- Korta gröntider i signalgrupper som brukar ha lång gröntid kan leda till rödljuskörningar, upphinnandeolyckor och rödljuskåande eftersom vissa trafikanter missar den tidiga växlingen till rött. I till exempel Pribuss finns så kallade garantitider

som garanterar en "lagom" lång gröntid. Det går även att skapa sådana garantitider utan Pribuss

- Ändringar i den ordinarie sekvensen (överhoppad signalgrupp eller extrafas för buss) kan leda till rödljuskörning och framförallt till rödljuskåande. I till exempel Pribuss används inte överhoppade faser, men extrafaser. En extrafas innebär även den i praktiken att en fas hoppas över, men väntetiden till grönt hålls nere. Det går även att skapa extrafaser utan Pribuss
- Återtagen start kan leda till mycket trafikfarligt rödljuskåande. De gående sneglar på for-



donssignalen och börjar gå ut i gatan redan då fordonssignalen blir gul. När fordonssignalen sedan växlar tillbaka till grönt kan de bli påkörda av bussen, eller, troligen oftare, av en bil som kör framför bussen. Det finns även risk för ett ökat antal upphinnandeolyckor. Återtagen start är för övrigt otillåten i bland annat Danmark och Finland

Bussprioriteten måste vara väl avvägd och får inte leda till trafikolyckor.

Återtagen start är troligen allra farligast, men uppträder å andra sidan inte så frekvent. Den allvarligaste olycksrisken vid återtagen start är påkörda fotgängare. Mer forskning inom detta område vore önskvärd.

### OVILLKORLIG PRIORITET

Ovillkorlig prioritet (även kallad A-prio eller tågprioritet) ska normalt inte användas fullt ut i samband med bussprioritet. Dessa funktioner är till för järnvägsprioritet i signalreglerade korsningar i direkt anslutning till plankorsningar med järnväg.

Med ovillkorlig prioritet kan prioriteten bli alltför kraftig, alltför trubbig och ofta trafikfarlig. De problem som kan uppstå vid användning av ovillkorlig priori-

tet i samband med bussprioritet är bland annat:

- Signalen visar enbart grönt under fyra sekunder, dvs mintiden. Detta är en så kort tid att många bilister inte noterar att signalen snabbt växlar åter mot rött
- Fordonssignaler tvingas till rött långt innan parallella fotgängarsignaler växlar till rött. (Gångsignalerna har längre mintid). Detta är ineffektivt
- Återgången efter prioriteten sker inte till nästa signalgrupp i sekvensen, utan alltid till en viss bestämd signalgrupp i sekvensen oberoende av positionen före prioriteten. Signalgrupper kan därför hoppas över

Om det inte finns en hållplats mycket nära före stopplinjen tjänar dessutom inte bussarna något på denna bryska prioritet.

I vissa städer lär delar av ovanstående funktioner tillämpas i samband med bussprioritet. Vaghållarna bör se över sina programmeringar.

### FRAMKOMLIGHET FÖR ANDRA

Trafiksignalernas funktion är av mycket stor betydelse för trafiksystemets säkerhet och effektivitet. Genom att prioritera bussar görs avvikelser från den optimala styrningen om alla fordon betraktas som likvärdiga. Prioriteringen är ändå riktig eftersom



en buss har fler personer ombord än en personbil. Kollektivtrafiken är också en viktig del i arbetet för en bättre miljö. Men man bör inte prioritera alltför kraftfullt.

Med bussprioritering kan andra trafikanter (gående, cyklister och bilister) drabbas av ökade väntetider. Detta gäller speciellt om signalgrupper hoppas över, omloppstiderna dras upp kraftigt eller om gröntiden stryps. Detta är viktigt att beakta och se till så att andra trafikanter inte drabbas oproportionerligt hårt av bussprioriteten. I de centrala delarna av en stad är fotgängarnas signalfördröjningar viktiga att minimera.

## 13. Köp rätt system

Det är inte helt lätt att anskaffa ett system för bussprioritering. Det finns flera problem som måste klaras av:

- Det är ett komplext system med flera olika komponenter, som dessutom är integrerade med flera andra system, speciellt ombord på bussarna
- Kostnaderna för bussprioriteringen är blygsamma i jämförelse med totalkostnaden för ett realtidssystem för busstrafiken inkluderande busssdatorer och hållplatsdisplayer. Detta gör att prioriteringsfunktionerna lätt kommer i bakgrunden trots att prioriteringsfunktionerna ställer de tuffaste realtidskraven
- Även om olika komponenter byts ut tvingas man ofta behålla systemupplägget under åtskilliga år

Det krävs stor omsorg när man skaffar ett signalprioriteringssystem.

- Radiokommunikation riskerar att råka ut för problem med störningar och radioskugga
- Flera olika huvudmän är inblandade; trafikhuvudmän, väghållare, busstrafikentreprenörer och signalentreprenörer



*Ett realtidssystem innehåller många funktioner, men det är busssdatorerna som är navet i systemet*

- Trafiksystemet är komplext och bussprioriteringen måste kontinuerligt anpassa prioriteringen till förändringar i väg- och busstrafiksystemet
- Upphandlingen måste göras enligt lagen för offentlig upphandling vilket innebär delvis rigida regler

Det är viktigt att en av aktörerna tar på sig rollen som pådrivare och ser till att processen går framåt enligt planerna och att kvaliteten upprätthålls.

När denna typ av komplexa tekniska system köps in bör man metodiskt arbeta med:

1. Problembeskrivning, behov, ambitioner

2. Införandeplan, utvärderingsplan, förankringsprocess
3. Kravspecifikation
4. Upphandlingsunderlag
5. Val av leverantör, teknikval och beslut
6. Fabrikstester, installation och platstester
7. Förberedelser inför drifttagning och lansering
8. Provdrift och åtgärdande av brister
9. Drift och underhåll
10. Utvärdering och återkoppling

För mer detaljer, se till exempel TFK-rapport 2002:18 (Kronborg, 2002).



De leverantörer av realtidssystem för busstrafik som finns på den svenska marknaden idag är:

- **Init.** Tyskt företag med omfattande installationer i Tyskland, andra länder i Europa och USA. Inits systemlösningar skiljer sig på flera sätt från svenska leverantörers. Init tycks främst vara inriktat på riktigt stora system. Init finns idag i Stockholms innerstad och är beställt till hela Stockholms län. I systemet till Stockholms län avser man att använda Tetra för radiokommunikation. Också Upplands lokaltrafik har ett system. Init levererar även till Oslo där GPRS används för datakommunikationen. Från buss till trafiksignal använder man dock traditionell radiokommunikation i Oslo
- **Telenor Connect** (tidigare en del av Ericsson Radio). Norska Telenor marknadsför ett danskt system utvecklat av Infocom i Sønderborg på södra Jylland. Telenor har sålt ett system i Sverige, till Länstrafiken i Örebro. Även här används GPRS, eventuellt också för kommunikationen från buss till trafiksignal
- **Thoreb.** Tillsammans med Trivector är Göteborgsföretaget Thoreb den dominerande leverantören på den svenska marknaden. Thoreb har sitt ursprung

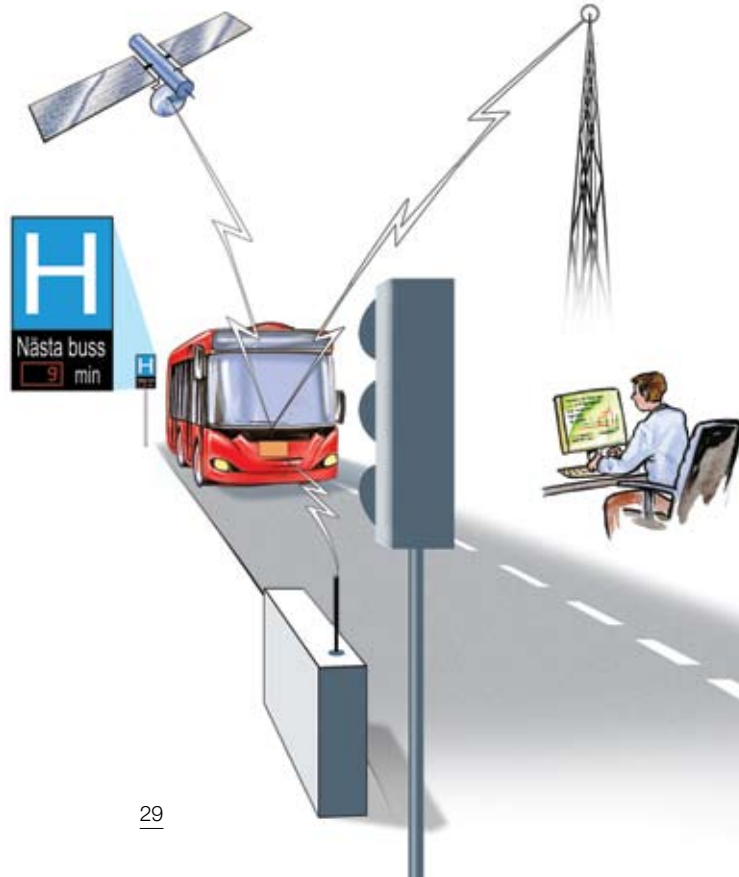
i Thore Brynielssons framsynta doktorsavhandling och utvecklingen av KomFram tillsammans med Göteborgs kommun. Thoreb har levererat system till bland annat Umeå, Västerås, Linköping, Jönköping, Halmstad och Helsingborg. Thoreb har mer än halva sin kundkrets utomlands. Bland annat i Nederländerna, Schweiz, Australien och Sydamerika

- **Trivector.** Företaget har sitt ursprung i ett utvecklingsarbete på Lunds tekniska högskola. Trivector har levererat system till bland andra Luleå, Uppsala,

Karlstad och Malmö. Trivectors system finns även i Norge

Utöver ovanstående leverantörer finns bland andra Volvo Mobility System och det finska företaget Mitron på den svenska marknaden. Även företag från Frankrike (Alcatel) och från andra länder har lämnat relevanta offerter i samband med svenska upphandlingar.

De flesta system är nationella. I den ständigt ökande globaliseringen kan man nog räkna med att marknaden på sikt blir alltmer internationell och antalet system kan komma att reduceras på ett eller annat sätt.



## STANDARDISERING

En likhet mellan Thoreb och Tri-vector är att de normalt använder radiomodem från finska Satel för sin radiokommunikation. Detta gör att systemen, åtminstone i teorin, delvis är kompatibla med avseende på signalprioritet.

En standard som kan komma att slå igenom i framtiden, men som ännu inte används i Sverige, är den amerikanska National Transportation Communications for Intelligent Transportation Systems Protocol (NTCIP). I detta fall NTCIP Standard 1211. Se mer detaljer i ITS America (2004). Ett liknande arbete med standardisering på kollektivtrafiksidan pågår inom American Public Transportation Association (APTA).

## RADIOMODEM BÄTTRE ÄN GPRS OCH TETRA FÖR TUFF REALTID?

De system som Init och Telenor marknadsför kan ha svagheter när GPRS eller Tetra används. Svagheter är bland annat att man riskerar fördröjningar i radiotransmissionen vilket inte är acceptabelt i samband med signalprioritet.

GPRS-operatörerna lämnar idag inga garantier för realtiden och det är publika nät som kan överbelastas. Tetranäten kan vara



egna nät som man har kontroll över, men Tetra är inte specificerat för denna typ av realtidstillämpningar och är framförallt en mycket dyr teknik, särskilt om stora ytor ska täckas.

Den variant av Inits system som SL i Stockholm har köpt för hela länet innehåller ytterligare en funktion som kan komplicera. SL utreder nämligen möjligheten att låta all kommunikation till trafiksignalerna gå via Tetra-radion till en central dator för vidare kommunikation till trafiksignalerna. Detta kan öka risker för fördröjningar och kan även öka sårbarheten.

## 14. Installation och drift

För att bussprioritering ska fungera bra krävs att systemet fungerar bra från början och att det sedan hålls i ett väl fungerande skick år efter år. Detta är inte trivialt, utan kräver både arbetsinsatser och pengar.

### I FÖRVÄG

Som framgår av tidigare kapitel behövs en bra upphandling samt tydliga och motiverande informationsinsatser.

Det är viktigt att ta seriöst på de fabrikstester (FAT) och platstester (SAT) som normalt ingår i avtalet med leverantören. Det gäller att passa på att testa så mycket som möjligt och framförallt försöka tänka på allt som glömdes i specifikationsarbetet.

Ett viktigt moment som det ibland slarvas med är inmätningen. Det gäller att mäta in linjernas hållplatser respektive trafiksignaler (stopplinjer). Innan systemet tas i drift måste man förvissa sig om att bussarna anmäler och avanmäler sig på rätt ställen och att det inte förekommer några spökpulser eller områden utan radiotäckning.

Redan från början behövs det uttestade rutiner så att systemet klarar tidtabellsskiftet, linjeom-



läggningar, hållplatsflyttningar, strejker och annat som kan inträffa.

### DRIFTSSTART

I samband med driftsstarten krävs en hög beredskap för att snabbt identifiera och åtgärda de problem som uppträder. Genom snabba åtgärder slipper man negativ ryktesspridning och kan i stället snabbt bygga upp ett förtroende för systemet.

Kort efter driftsstart kan bland annat följande behöva trimmas in:

- Detekteringsavstånd kan behöva anpassas till de faktiska körtiderna. Observera att en ändring i detekteringsavstånd kan leda till andra följdändringar

- Radiotäckningen kan behöva förbättras
- Prioriteringen under högtrafik i överbelastade korsningar kan behöva skärpas eller minskas beroende på hur det ser ut på gatan

För analys av hur signalväxlingen sker kan detta loggas i de flesta styrapparater.

### UTVÄRDERING

Efter en tids drift uppkommer kanske frågor om hur bra systemet fungerar och om dess ef-

Efter driftsstart krävs ett omfattande och kontinuerligt arbete för att säkerställa en god funktion

fekter och lönsamhet. Redan från början bör därför en utvärdering planeras.

### DEN FORTSATTA DRIFTEN

Även efter det att systemet har tagits i drift och fungerar väl gäller det att följa upp effektiviteten kontinuerligt. Dels genom att uppmuntra felrapportering, bland annat från bussförarna, dels genom att kontinuerligt söka efter fel. I till exempel Luleå har förarna särskilda blanketter som de kan använda för felanmälan.

För att kunna söka fel på ett effektivt sätt krävs det hjälpmedel som normalt inte ingår vid inköpet av systemen. Bland annat borde det finnas:

- System där man samtidigt kan se såväl busstrafiken som signalstyrningen
- Vaghållaren behöver ha utrustning på egna fordon för att kunna simulera bussar
- System som automatiskt registrerar avvikelser från det normala och slår larm
- Beräkningshjälpmedel för att analysera körtider för bussar
- System för att rita upp vägtiddiagram (kopplade till signalstyrningen) för bussarnas framfart

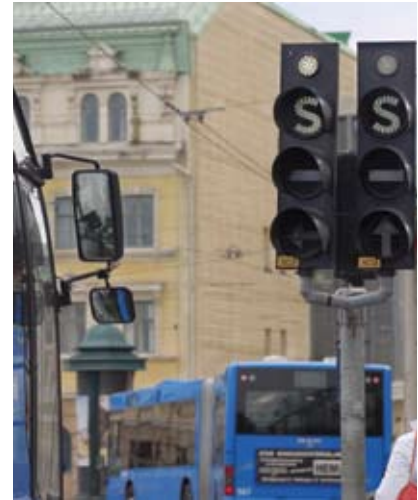
Mer om detta återfinns i Bilaga 1: Utvecklingsbehov.

Men uppföljningen är ändå tidskrävande, speciellt som den till viss del måste ske ute på gatan.

Samarbete mellan olika parter är viktigt. I till exempel Stockholm finns en uppföljningsgrupp med representanter för vaghållarna, busstrafikentreprenörerna och SL. Gruppen har regelbundna möten.

### REVISION

Efter ett antal års drift bör en grundläggande revision genomföras för att se hur bra systemen fungerar i verkligheten. Detta sker tyvärr sällan. Ett undantag är den utvärdering som Carl Bro (2004) gjorde åt Stockholms gatue- och fastighetskontor i samråd med SL rörande bussprioriteringens effekt på stomlinjerna i Stockholms innerstad. Den visar att detektering och prioritering i stort sett fungerar bra. De brister som uppmärksammas är köer i tillfarter, fotgängare som hindrar svängande bussar och ett ganska stort antal detaljfel, vissa av ganska allvarlig art, som felpacerade detekteringspunkter. Rapporten föreslår att simulering bör användas vid projektering och att dokumentationsrutinerna ses över för att få en enhetlig dokumentation på ett och samma ställe.



Rapporten betonar att det är av mycket stor vikt att prioritet i en samordning ses som ett projekt, med en ansvarig person för bland annat att all dokumentation uppdateras och finns tillgänglig. Vissa detaljer i styrningen i olika korsningar föreslås bli justerade. Vissa tvärgator (ofta med egen busstrafik) kan drabbas vid frekvent prioritet på huvudgatorna.

Garantitiderna bör i vissa fall kunna reduceras för att möjliggöra effektivare prioritet.

Rapporten pekar dessutom på behovet av att modifiera detektering eller prioritering i samband med gatuarbeten.

# Bilagor

# 15. Bilaga 1: Utvecklingsbehov

I realtidssystemet ombord på bussarna skulle det vara önskvärt med vidareutveckling och förbättringar inom följande områden:

1. Realtiden behöver bli mer äkta realtid. Detta märks framförallt när en buss lämnar en hållplats och hållplatsdisplayen visar "NU" eller "0 min" upp till 1½ minut efter att bussen har lämnat hållplatsen. Algoritmerna för trafiksignaldetektering är i och för sig snabbare, men kan säkert göras än bättre. Speciellt Thoreb säger sig under senaste åren ha graderat upp sina system för att åstadkomma en betydligt mer äkta realtid. Man kan sända meddelanden var tionde meter eller varannan sekund utan att överbelasta sina system
2. De system som finns på marknaden arbetar mycket med död räkning och försöker känna igen hållplatsavstånd. Systemen har sedan flera år även GPS, men skulle kanske kunna nyttja GPS-informationen mer? Det skulle kunna minska de problem man idag kan ha i samband med att en buss stannar som andra buss vid en hållplats och vid slirande däck vintertid
3. Det behövs mer avancerade funktioner som tidigt inser att en buss kommer att köra förbi en hållplats (stannarlampan är inte tänd och höger körriktningsvisare är inte aktiverad på ett visst avstånd före hållplats) eller inser att framfarten mot en trafiksignal verkar ta längre tid än normalt och därvidlag skickar en uppdatering av sin anmälan
4. Avnämälan brukar man för säkerhets skull lägga ett antal meter efter stopplinjen. Funktionen skulle kunna förbättras ytterligare om avvämälan görs strax före stopplinjen under förutsättning att bussen håller en viss lägsta hastighet

För bättre funktioner för övervakning av systemens funktion och effektivitet behövs vidareutveckling av bland annat:

5. System så att personal från kollektivtrafiken kan se in i väghållarens system och vice versa. Felsökning blir mycket lättare om man har tillgång till fullständig information. (Finns enligt uppgift i Thorebs system)
6. Väghållaren behöver ha utrustning på egna fordon för att kunna simulera bussar
7. System som automatiskt registrerar avvikelser från det normala och slår larm. Detta är relativt enkelt eftersom alla bussar på en linje förväntas att passera samtliga trafiksignaler utmed linjen. Det är därför lätt att identifiera bussindivider eller korsningar som fungerar dåligt
8. För att kontrollera effektiviteten i prioriteten kan man jämföra 10-percentilen i körtid för bussarna (de snabbaste som inte fördröjs) med 50-percentilen (medianvärdet). Om denna relation förändras i en tillfart finns där någon sorts problem
9. Genom att rita upp trajektorier för bussarnas framfart kan man identifiera ställen med dålig funktion
10. Genom att logga den GPS-position bussen har vid anmälan respektive avvämälan kan felaktigheter avslöjas om man ritat ut positionerna på en karta
11. Analyshjälpmedel för logglistor från styrapparater som kan ge uppgifter om exempelvis hur många gånger per dygn olika sorters prioritet gått in i en viss styrapparat. Hur många gånger och när hindrade en buss en annan buss? Hur många gånger blev en signalgrupp överhoppad? Hur många sekunder tjänade en prioriterad buss genom signalen?

Egenutvecklade system av ovanstående typer finns bland annat i Helsingfors. System av denna typ borde bli standardprodukter integrerade med realtidssystemen och trafiksignalernas driftsövervakningssystem.

12. Dessutom behövs det grundläggande kunskaper om vilka effekter bussprioritet har på trafiksäkerheten. Forskningen inom detta område är förvånansvärt eftersatt, inte bara i Sverige

## 16. Bilaga 2: Mer kunskap

I denna bilaga redovisas ett urval referenser. Bussprioritering i trafiksignaler finns dokumenterat i ett stort antal rapporter.

### **Bång, Karl-Lennart**

Bussprioritering i trafiksignaler. Teknikinventering, kravspecifikationer och systemlösningar. TFK – Transportforskningskommissionen, rapport 1987:3, Stockholm 1987  
*En rapport som redovisar status i Sverige och världen vid den tid då utvecklingen satte fart i Sverige*

### **Carl Bro**

Översyn av bussprioriterade trafiksignaler  
Carl Bro, Stockholm 2004  
*En ambitiös utvärdering av effektiviteten av bussprioriteringen i Stockholms innerstad*

### **Finlands lokaltrafikförbund**

Joukkoliikenne valo-ohjauksen suunnittelussa - JOLIVA -81 (på finska)  
Finlands lokaltrafikförbund, Helsingfors 1981  
*En första variant av en detaljerad finsk handbok med trafikteknisk inriktning om bussprioritering. Mer detaljerad än den senare versionen (2000)*

### **ITS America**

An Overview of Transit Signal Priority  
ITS America, 2004  
*En modern och omfattande översikt över bussprioritering i USA*

### **Kronborg, Peter; Lindkvist, Anders och Schelin, Eva**

Fungerar transportinformatik i praktiken? 14 fallstudier i syfte att undvika misstag i framtiden  
TFK, rapport 2002:18, Stockholm 2002  
*Rapporten går bland annat igenom systemen som styr realtidsinformationen på hållplatserna i Stockholm, Göteborg, Malmö och Helsingborg. Rapporten tar*

*upp vad man bör tänka på vid anskaffandet av komplexa realtidssystem inom trafiken*

### **Kronborg, Peter och Davidsson, Fredrik**

Adaptiv styrning av Stockholms trafiksignaler.  
Kunskaps-sammanställning och förslag Movea, Stockholm 2004  
*Innehåller en genomgång av fyra olika optimerande styrstrategier. Förordar Spot för Stockholm, men pekar på behov av vidareutveckling och att kostnaderna inte är försumbara*

### **Lehtonen, M och Kulmala, R**

The Benefits of a Pilot Implementation of Public Transport Priorities and Real-Time Passenger Information  
VTT, Helsingfors 2002  
*En intressant utvärderingsrapport från Helsingfors*

### **Ministry of Transport and Communication**

Guidelines for Public Transport Priority – JOVILA 2000 (på finska)  
Ministry of Transport and Communication, Helsingfors 2000  
*En andra variant av en den finska handboken om bussprioritering. Inte fullt så detaljerad som den första versionen (1981). Innehåller flera mycket bra illustrationer. Delar av handboken har inom ramen för detta arbete översatts till svenska*

### **NATO**

Bus Priority systems  
NATO, CCMS report no 45, TRL 1976  
*En riktigt gammal rapport som visar att bussprioritering i trafiksignaler inte är något nytt. Framtagen av TRL för NATO*

### **Stockholms gatukontor**

Pilotprojekt för prioritering av buss- trafik i trafiksignaler. Sammanfattning av huvudrapport  
Stockholms gatukontor, SL och TFB, Stockholm 1992  
*En färgglad sammanfattning av huvudrapporten om Pribuss. Själva huvudrapporten har inte gått att uppbringa. Det finns dessutom två delrapporter om Pribuss: Etapp 1; Inventering (Monica Eriksson, TFB-meddelande nr 40 1988) och Etapp 2; Kravspecifikation och handlingsprogram (Ann Storkitt, Stockholms gatukontor och SL 1990)*

### **Stockholms gatukontor**

Pribuss. Projekterings- och programmeringsanvisningar  
Stockholms gatukontor, Stockholm 1991  
*En mer detaljerad beskrivning av Pribuss och dess funktioner*

### **Vägverket**

Bussprioritering. Effekter på framkomlighet och säkerhet  
Vägverket, publikation 2001:2, Borlänge 2001  
*Denna rapport förordar bland annat att busstrafiken dras rakt genom rondellön i cirkulationsplatser. Detta förutsätter en signalreglering. Denna lösning torde vara relevant bara i ett fåtal fall*

### **Vägverket och Svenska kommunförbundet**

Vägars och gators utformning (VGU). Korsningar respektive trafiksignaler  
Vägverket och Svenska kommunförbundet, Vägverket publikation 2004:80, Borlänge 2004  
*Innehåller grundläggande kunskap om trafiksignalstyrning inklusive ett kapitel om bussprioritering där bland annat Pribuss och Spot tas upp*



*Att prioritera kollektivtrafik borde vara självklart, men är det inte för alla. Det gäller dessutom att göra rätt när man väl prioriterar*

**Vägverket**

781 87 Borlänge

[www.vv.se](http://www.vv.se) [vagverket@vv.se](mailto:vagverket@vv.se)

Telefon: 0771-119 119. Texttelefon: 0243-750 90. Fax: 0243-755 50



**Vägverket**