

# Prioritering av busstrafik i Örebros trafiksignaler

En förstudie



Versionsnummer 1.00

Datum 2007-10-01

**movea**

Författare: Peter Kronborg och Torgil Otterdahl

## Förord

Movea Trafikkonsult AB har fått i uppdrag av Örebro kommun att översiktligt utreda möjligheterna av att införa ett system för prioritering av bussar i Örebros trafiksignaler.

Arbetet inleddes den 16 mars 2007 genom ett möte i Örebro med deltagande från Örebro kommun och Länstrafiken. De första preliminära resultaten redovisades på ett möte den 16 maj. Ett slutmöte med arbetsgruppen hölls den 4 september.

Arbetet har bedrivits av Peter Kronborg, Movea, och Torgil Otterdahl, Traficon. Till konsulterna har varit knutet en arbetsgrupp bestående av:

Anna Kero	Programkansli Samhällsbyggnad (beställare)
Johan Ekstrand	Tekniska förvaltningen
Christer Ljungkvist	Stadsbyggnadskontoret
Hans Nordgren	Tekniska förvaltningen
Jan Persson	Länstrafiken

Ett viktigt underlag för utredningsarbetet har varit den linjenätsanalys som kom i remissversion under arbetets gång.

Vi på Movea och Traficon vill tacka för ett mycket intressant utredningsuppdrag och önskar staden lycka till med det fortsatta arbetet med att prioritera bussarna i Örebro.

Stockholm respektive Göteborg  
oktober 2007

Peter Kronborg  
Movea Trafikkonsult AB  
[www.movea.se](http://www.movea.se)

Torgil Otterdahl  
Traficon AB  
[www.traficon.se](http://www.traficon.se)

Illustrationer: Carl Jilg. Foto: Torgil Otterdahl och Peter Kronborg

1	SAMMANFATTNING .....	1
2	BUSSPRIORITET – HISTORIK.....	3
3	DET ÄR MYCKET LÖNSAMT MED BUSSPRIORITET .....	4
4	DAGSLÄGET I SVERIGE.....	6
5	MODERN TEKNIK GER NYA MÖJLIGHETER .....	8
6	TRAFIKLÄGET I ÖREBRO.....	10
6.1	Vägtrafik.....	10
6.2	Trafiksignaler.....	11
6.3	Busstrafik.....	13
6.4	Realtidssystem.....	13
7	UTREDNING OM STADENS BUSSLINJENÄT .....	15
8	KONSULTENS FÖRSLAG.....	17
8.1	Biltrafiksystem och busslinjenät .....	17
8.2	Bussdetekteringsteknik .....	17
8.3	Prioriteringsteknik .....	18
8.4	Styrapparatteknik .....	20
8.5	Vilka busslinjer ska prioriteras?.....	21
8.6	Hållplatser och korsningsutformningar .....	22
8.7	Vilka korsningar ska prioriteras och hur mycket? .....	22
8.8	Visa att bussarna prioriteras.....	25
8.9	Konsekvenser för samordningen.....	27
8.10	Konsekvenser för utryckningsprioriteten.....	27
8.11	Kostnader .....	28
9	BEDÖMD NYTTA.....	29
10	GENOMFÖRANDE .....	31
11	AVSLUTANDE REKOMMENDATIONER.....	35
12	BILAGOR.....	37
	Bilaga 1: Exempel linje 6.....	37
	Bilaga 2: Referenser .....	40



# 1 Sammanfattning

Prioritering av bussar i trafiksignaler är sedan flera år en väl etablerad teknik som ger stora positiva effekter. Busstrafikens konkurrenstrafik ökar utan några stora negativa effekter. Ett flertal studier i olika länder har pekat på den stora samhällsekonomiska fördelen med prioritet. Både i Sverige och i andra länder har många städer gått in för bussprioritet i sina trafiksignaler.

I och med tekniska utvecklingen har stadsbussar numera normalt bussdatorer med en GPS-mottagare ansluten. Detta gör att den tidigare relativt dyra detekteringen som krävde fast utrustning i körbanan på ett långt avstånd från stopplinjen inte nu längre behövs. I stället kan bussdatorn, som ju vet bussens position, sända en prioritetsbegäran via radio fram till trafiksignalen.

Även styrapparaterna, som styr trafiksignalerna, har utvecklats. Det så kallade Pribussystemet gör att programmeringen och dokumentationen av bussprioritet numera är relativt lätt.

Örebros trafiksystem skiljer sig relativt mycket från det i andra städer av samma storlek. Det finns ingen ringled vilket gör att vissa centrala gator är hårt belastade. Järnvägen och Svartån utgör barriärer med få passager. Den centrala staden är relativt kompakt. Korsningsavstånden är korta. Örebro har många trafiksignaler. Ett unikt antal (ca 40) är av ovanstående skäl sammankopplade i en enda stor samordning.

Stadsbusstrafiken är konventionell, men föreslås ersättas av system med stombussar respektive stadsbussar. Antalet bussresenärer är lågt i jämförelse med andra städer, men förväntas öka genom det nya linjenätet.

Efter en inträngande analys av förutsättningarna och vissa simuleringar har följande förslag till införande av bussprioritering i Örebro tagits fram:

- Inför ett system för att prioritera de nya stomlinjerna i Örebros nya linjenät
- Dagens stora samordningssystem för trafiksignalerna fungerar mycket bra. Det får inte påverkas alltför negativt av prioriteten
- Välj att fokusera prioriteten till de korsningar där bussarna fördröjs mycket och där det går bra att prioritera
- Avvakta med prioritet för regionbussar och stadsbussar tills staden har fått full erfarenhet av stombusslinjerna. Prioritera däremot alla stombussar. En anledning till denna försiktighet är att det nya linjenätet innebär en kraftig ökning av antalet bussar
- Anskaffa radiomodem för att säkert och snabbt detektera bussarna, men behåll Telenorsystemet (bussdator etc) för övriga funktioner ombord på bussarna

- Bygg upp prioritet utmed en linje först för att skaffa erfarenhet, varefter systemet byggs ut till hela stombusslinjenätet. Speciellt måste tillförlitligheten i detektering säkerställas. Även sammanslagning av hållplatser kan övervägas
- Systemet kräver ett omfattande arbete vid installation och fortsatt drift. Och engagerad personal
- Se till att informera och motivera all berörd personal i god tid och glöm inte att informera trafikanterna

Den totala kostnaden för en satsning på bussprioritet i Örebro kan uppskattas till drygt 10 Mkr. Driftskostnaden uppskattas till ca 0,75 Mkr/år. Att uppskatta nyttan i monetära termer är svårt, men andra studier påvisar således god lönsamhet.

Utöver ovanstående punkter kan följande förslag, som delvis ligger utanför utredningsuppdraget, vara av betydelse:

- Undersök möjligheten att flytta hållplatser som är placerade före signalkorsningarna. En flyttning kan förbättra bussarnas framkomlighet genom förbättrad prioriteringsfunktion
- Se över linjenätsutredningen så att även bussprioritetsönskemålen beaktas, bland annat genom att hålla nere antalet bussar i hårt belastade korsningar
- Överväg att öppna Skebäcksbron för allmän trafik för att avlasta Hamnbron

## 2 Bussprioritet – historik

Prioritering av bussar är inget nytt. Framförallt spårvagnar har sedan länge prioriterats i många städer i världen. I Sverige framförallt i Göteborg.

Intresset för bussprioritering startade i Sverige på 1970-talet. Man hade kommit på att en stor detektorslinga med samma mått som en buss (2,5x10 m) gav ett betydligt större utslag för en passerande buss än för andra fordon. Detta gav möjlighet att detektera bussar i blandtrafik. (Spårvagnar kunde redan tidigare detekteras genom till exempel kontaktledningsdetektorer). Samtidigt ersattes reläerna i styrapparaterna av datorer, vilket gav en större möjlighet att skapa olika logiska regler för prioriteten.

Intresset för bussprioritet ledde till att flera städer byggde upp sådana system. Det visade sig dock snabbt att den stora slingan, med amplitudselektiv detektering, inte fungerade så väl i blandtrafik. Bussen måste passera mitt över slingan för att den ska fungera. Detta är givetvis svårt i blandtrafik, men enklare om bussen har eget körfält. Det var dessutom inte lätt att justera detektorförstärkarna rätt.

I Stockholm började man i slutet av 1980-talet att i stället använda transponderteknik. En sändare under bussen sände information till en speciell slinga nedfräst i körbanan. Detta gav en betydligt säkrare detektering och enbart bussar i linjetrafik detekterades. Man kunde även sända information om linjenummer och därigenom ta hänsyn till vart bussen var på väg. Detta system med induktiv detektering med Vetag/Vecom byggdes ut i stor skala i Stockholms innerstad. Det kom däremot inte till användning i andra svenska städer. Däremot i många städer i övriga Europa.

Parallellt med utvecklingen av detekteringen utvecklades verktygen för att prioritera i styrapparaten. Stockholms stad var huvudaktör vid framtagningen av Pribuss. Det är ett strukturerat sätt för hur bussar ska prioriteras. I och med att Pribuss har vidareutvecklats och framförallt har implementerats som färdiga funktioner i styrapparaterna är Pribuss nu ett kraftfullt verktyg för bussprioritering.

Inledningsvis gjorde delvis prioriteten rätt "vilt" med negativa konsekvenser för övriga trafikanters framkomlighet och framförallt för trafiksäkerheten. Numera görs prioriteten normalt mer välavvägd.

I och med användningen av bussdatorer, GPS (satellitnavigering) och datakommunikation via radio har det öppnats nya möjligheter till kostnadseffektiv prioritering. Se kapitel 5 för mer detaljer.

### 3 Det är mycket lönsamt med bussprioritet

Många svenska och utländska utredningar har sedan lång tid påvisat lönsamheten av bussprioritering i trafiksignaler. Alla har kommit fram till att det är samhällsekonomiskt lönsamt, till och med mycket lönsamt. Speciellt om bussprioriteringen genomförs i ett paket av andra åtgärder.

Det bör därför inte finnas någon tvekan att införa bussprioritet i en stad. Hur stor nytta är beror på flera olika faktorer bland annat:

- Hur stor del av infrastrukturen finns redan? Finns det bussdatorer med bra positionering
- Hur bra stadens struktur passar för prioritering. Linjestruktur och korsningsavstånd inverkar
- Speciellt de städer som satsar på få, men hårt trafikerade stomlinjer, har en fördel

Fördelarna med prioritering är framförallt:

- Det går snabbare för bussarna att komma fram och antalet stopp vid trafiksignalerna 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
- 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).

Den allra mest påtagliga vinsten, som framförallt märks företagsekonomiskt, är om man kan tjäna in en dimensionerande buss på en linje. Men vinsterna kan givetvis även ges till trafikanterna genom förbättrad turtäthet.

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 varför äldre lönsamhetssiffror som redovisas nedan bör vara i underkant.

Ett bra exempel på en rapport, som i sin tur innehåller fler olika referenser är Lehtonen (2002). Där redovisas ett flertal utvärderingar i Europa som pekar på restidsvinster för busstrafiken på 5 – 15 % med 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. Ändå bättre resultat redovisas i vissa 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 företagsekonomisk kalkyl pekade på kostnader (drift- och kapitalkostnader, exklusive utvecklingskostnader) för tre korsningar på 150 kkr/år och företagsekonomiska intäkter på 730 kkr/år. Med samhällsekonomiska mått fick man intäkter på 1560 kkr/år och kostnader på 640 kkr/år. Systemet var således klart lönsamt, såväl företagsekonomiskt som samhällsekonomiskt.

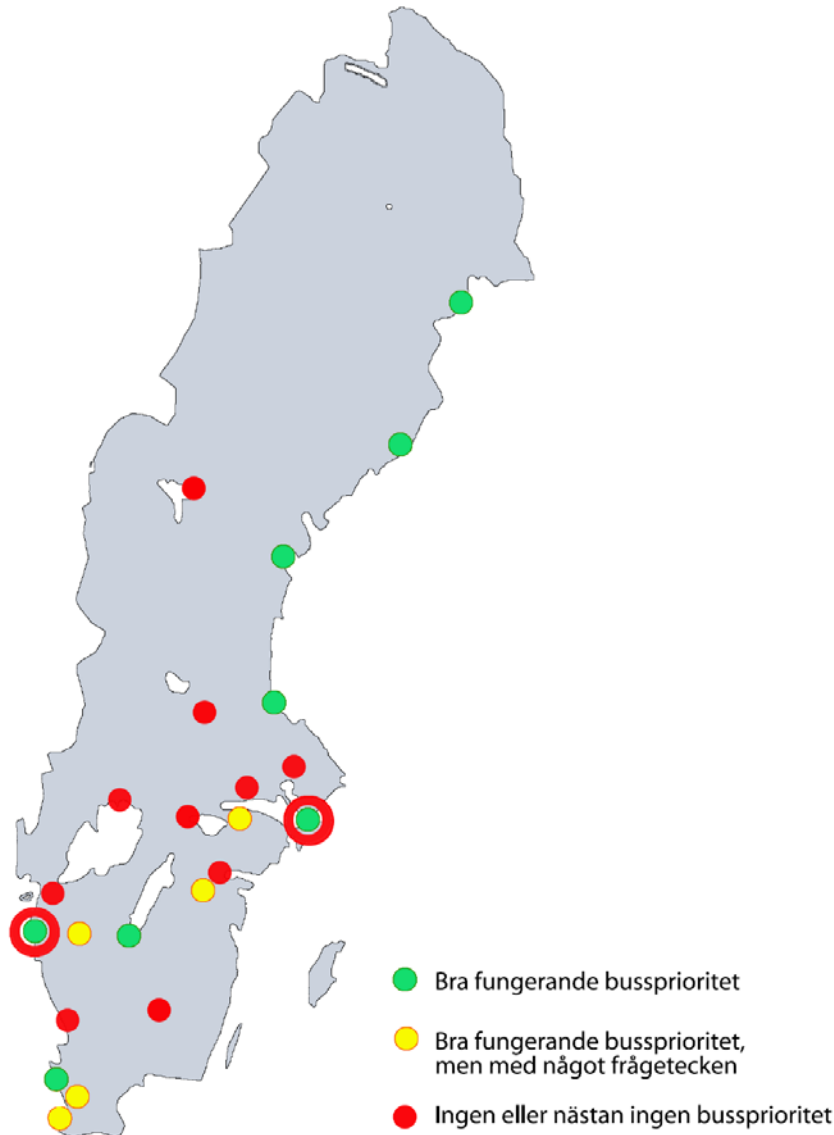
I USA anser man att bussprioritering i trafiksignaler normalt har en samhällsekonomisk återbetalningstid på cirka tre år (ITS America, 2004). Liknande siffror återfinns i flera europeiska projekt, bland annat de EU-stödda forskningsprojekten Prompt, Income, Romanse, Rosetta, Tabasco och Priscilla.

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

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 det ingen anledning att tveka eller utreda huruvida bussprioritet är samhällsekonomiskt lönsam. Bussprioriteringen är troligen till och med rent företagsekonomiskt lönsam under dessa förutsättningar.

## 4 Dagsläget i Sverige

Idag har många städer i Sverige byggt upp system för avancerad bussprioritering. Men samtidigt finns det många städer som helt eller nästan helt saknar bussprioritering. Det är svårt att se något riktigt mönster, utan det verkar vara en fråga om några drivande personer inom kommunen har valt att satsa på bussprioritering.



Figur: Dagsläget för bussprioritering i Sverige som det ritades upp 2005

Stockholm och Göteborg har som nämnts ovan prioriterat sedan många år. Men numera finns det även en omfattande prioritet i från norr mot söder, Luleå, Umeå, Sundsvall, Gävle, Linköping, Jönköping, Borås, Helsingborg, Lund och Malmö.

Vissa större städer med en omfattande busstrafik saknar däremot bussprioritering nästan helt. Det gäller bland annat, från norr mot söder: Östersund, Borlänge, Uppsala,

Västerås, Karlstad, Örebro, Eskilstuna, Norrköping (förutom spårvagnsprioritet), Trollhättan, Växjö och Halmstad. Dessutom saknas bussprioritet i många förorter i storstockholm med mycket busstrafik och åtskilliga trafiksignaler. Bland annat i Täby, Sollentuna, Solna, Sundbyberg och Haninge. På samma sätt saknas bussprioritet nästan helt i förortskommunerna runt Göteborg såsom Mölndal, Partille och Kungälv. Spårvagnarna prioriteras dock i Mölndal.

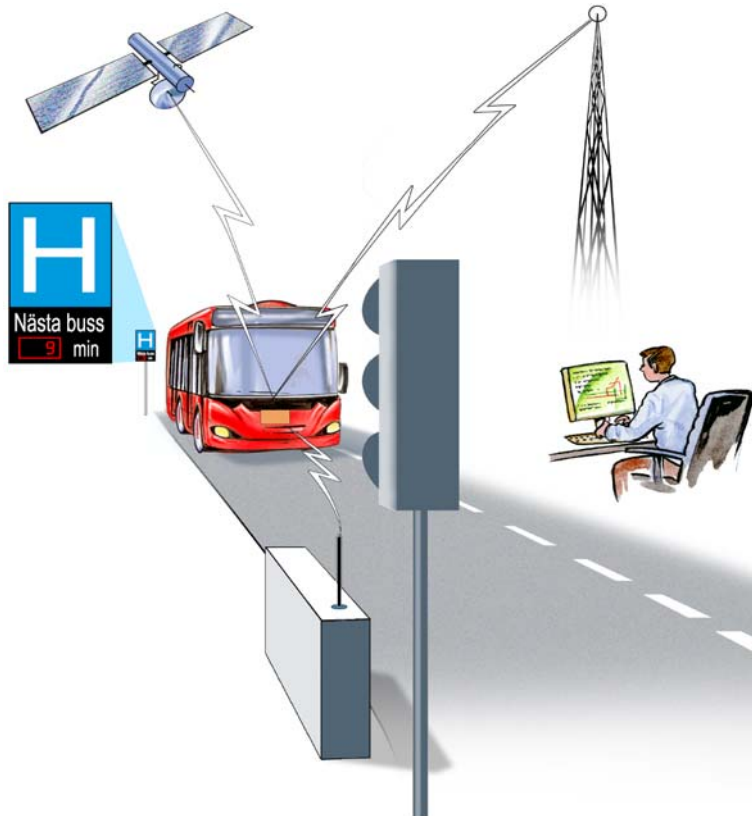
Utbyggnaden pågår kontinuerligt. Även nya städer tillkommer kontinuerligt. Intresset för kollektivtrafikprioritering är högt. Under senare år har utvecklingen accelererat, delvis beroende på satsningen på stomlinjer i många kommuner. En tidig förebild är till exempel Jönköping, men liknande systemlösningar finns även bland annat i Stockholm.



## 5 Modern teknik ger nya möjligheter

Under det senaste decenniet har ny teknik medfört nya möjligheter för intelligent bussprioritering.

Viktiga komponenter i prioriteringssystemet är detekterings-, kommunikations- och styrapparattekniken.



Detekteringen kan realiseras på olika sätt. Beroende på den tekniska utvecklingen dominerar i nya system GPS-baserad positionering med lokal radiokommunikation från buss till trafiksignal (nedan kallad *radiodetektering*).

Radiodetektering bygger på att bussen vet var den är. Normalt kombinerar man information från en GPS-mottagare med information om linjesträckning och hållplatslokalisering. Informationen om vilken linje bussen kör på hämtas från systemet som styr yttre linjenummerskyltar. Ytterligare information fås från systemet för automatiskt hållplatsutrop/nästa hållplatsskylt. Alla dessa funktioner, inklusive själva radiodetekteringen, är normalt integrerade i en bussdator.

I de flesta radiodetekteringssystem som finns i drift i Sverige förlitar man sig främst på linjebeskrivningen och använder GPS-informationen enbart i begränsad omfattning.

Dessa system koncentrerar sig på hållplatsavstånden som är unika för respektive linje. Detta är en svaghet, speciellt i de fall då mer än en buss stannar vid en hållplats. Längdmätningen, som sker med hjälp av s.k. odometer, hamnar därvidlag ofta en eller flera busslängder fel. I nyare system bör denna brist kunna vara eliminerad genom att GPS-informationen nyttjas mer. Man kan å andra sidan inte helt lita på GPS-informationen beroende på tunnlar, reflektioner av radiovågor i byggnader och andra störningar. GPS-positionen talar inte heller om vart bussen är på väg, eller hur den ligger till i förhållande till tidtabellen.

Den information som sänds från bussen till trafiksignalen kan innehålla följande delar. (Observera att detta är ett exempel. Funktionerna kan realiseras på olika sätt). Det kan vara bra att ta med allt från början, även om enbart vissa fält används initialt:

- Id-nummer för bussen som sänder
- Linje och tur
- En tidsangivelse så att mottagaren kan jämföra klockan hos sändare och mottagare
- 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

Bussen kan sedan uppdatera sin prioritetsbegäran om det händer något. Till exempel om det går oväntat långsamt. För att kunna göra detta måste normal körtid fram till stopplinjen finnas i bussens databas. I samband med att bussen passerar stopplinjen sker en avanmälan som genom id-numret kan kopplas till rätt anmälan så att rätt anmälan tas bort. En bra radiodetektering förutsätter en bra och stabil radiotäckning.

I styrapparatsskåpet, som är placerat invid korsningen, monteras ett radiomodem som tar emot anmälan och avanmälan från bussen. Informationen skickas vidare till styrapparaten som ger bussen prioritet.

Man måste komma ihåg att kraven på snabbhet i kommunikationen och en låg spridning i fördröjningen är höga. Meddelandet får som högst fördröjas 0,5 s, eller mer exakt uttryckt som att högst ett meddelande på 100 får fördröjas mer än 1,0 sekunder.

## 6 Trafikläget i Örebro

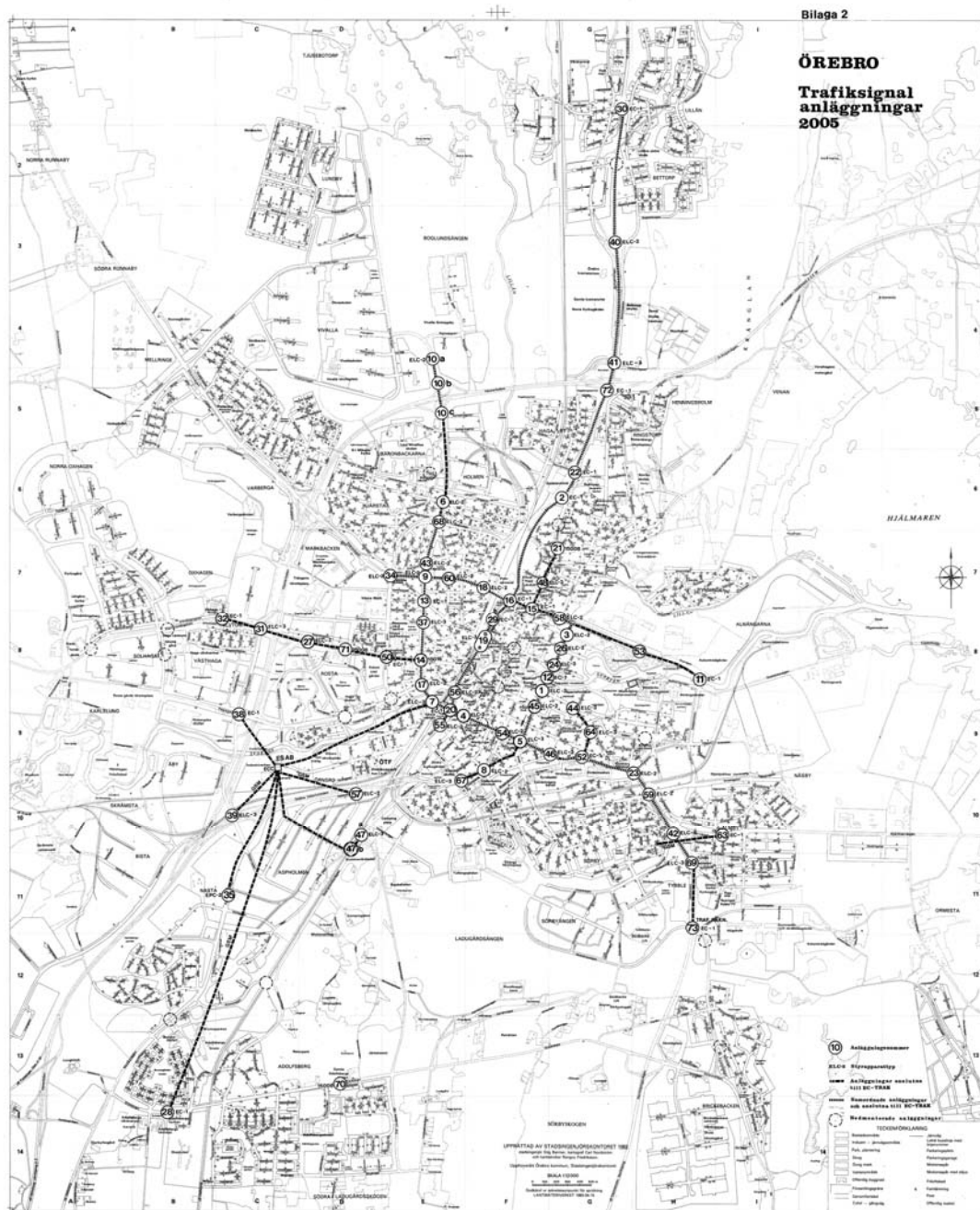
### 6.1 Vägtrafik

Örebro är en ganska normal medelstor svensk stad med relativt låg kollektivtrafikandel. Cykelandelen är hög, men gatusystemet är ganska bilistanpassat med stora korsningar med dubbla vänstersvängar och en del cykelförbud. Det finns ingen yttre ringled runt staden, E20 utgör möjligen en "västra ringled". Svartån och järnvägen fungerar som barriärer för övrig trafik. Det finns endast två passager under järnvägen i centrala Örebro. Det finns få rondeller och parkeringstrycket är ganska lågt.

Det uppträder inga längre bilköer i Örebro, men det är nära kapacitetsgränsen ca kl 16. De köer som finns växer i rusningen i Rudbecksgatan, Trädgårdsgatan, Alnängsgatan, Östra Nobelgatan och Östra Bangatan. Dessa gator fungerar som en inre ringled och trafikmängden på dessa gator är ganska stor i högtrafik, särskilt i korsningarna Östra Bangatan - Rudbecksgatan, Rudbecksgatan - Trädgårdsgatan och Östra Nobelgatan - Östra Bangatan.

I Östra Bangatan, Östra Nobelgatan och i Rudbecksgatan väster om Trädgårdsgatan är trafikmängden i genomsnitt ca 20 000 fordon per dygn under vardagar. Under järnvägen vid Hertig Karls Allé är motsvarande siffra ca 30 000 fordon och på Hamnbron vid Alnängsgatan ca 20 000 fordon per dygn.

## 6.2 Trafiksignaler



Figur: Trafiksignalanläggningar i Örebro

I Örebro finns totalt ca 70 st trafiksignalkorsningar, varav ca 40 st finns i centrala Örebro. Ca 40 st fungerar i en enda stor samordningskedja vilket är unikt för en svensk stad.

Planvalet är klockstyrt under följande tider:

- Morgonprogram, central samordning P1, vardagar mellan kl 06.30-08.30, omloppstid 80 sekunder
- Medelprogram, central samordning P2, vardagar 08.30-15.30 och 17.30-20.30 samt helgdagar 08.30-20.30, omloppstid 80 sekunder
- Eftermiddagsprogram, central samordning P3, vardagar 15.30-17.30, omloppstid 100 sekunder

Under övrig tid går samtliga anläggningar i oberoende styrning.

Maximala väntetiden för grönt ljus är därför knappt 100 sekunder. De stora och komplexa korsningarna Östra Bangatan - Rudbecksgatan, Rudbecksgatan - Trädgårdsgatan och Östra Bangatan - Östra Nobelgatan dimensionerar dessa ganska långa omloppstider. Av figur på den föregående sidan 11 framgår vilka gator som ingår i samordningskedjan.

De gröna vågorna fungerar ganska bra beroende på gynnsamma korsningsavstånd och måttliga trafikmängder. En väl fungerande samordning förutsätter bl.a. att trafiken flyter med en given hastighet, t.ex. 35-50 km/h. Om trafiken blir alltför tät så sjunker hastigheten och samordningen fungerar därför dåligt i en sådan situation.

Överbelastning uppstår sällan i Örebro.

Korsningsavstånden är korta och det är vanligt med separatreglerade vänstersvägar, vilka har tillkommit av säkerhetsskäl. De stora korsningarna Östra Bangatan - Rudbecksgatan, Rudbecksgatan - Trädgårdsgatan och Östra Bangatan - Östra Nobelgatan är t.o.m. separatreglerade i alla tillfarter vilket är ganska ovanligt i andra svenska städer. Dessa signaler har därför inga sekundärkonflikter. I dessa korsningar är det svårt att få en effektiv bussprioritet att fungera eftersom de många faserna tar mycket tid att gå igenom. I samordningen finns därför inte mycket tid över för prioriteringar.

Det är medel till modern standard på signalerna. Styrapparaterna är av följande typ i de 48 st anläggningar som kommer att passeras av stombussarna:

- JCF 15008, 2 st
- JCF 150016, 1 st
- ELC-2, 22 st
- ELC-3, 9 st
- EC-1, 14 st

De allra flesta styrapparater i Örebro är av fabrikat Ericsson, EB, Peek eller Swarco. I själva verket kommer dessa från en i grunden samma leverantör vars namn och

lokalisering har ändrats genom olika uppköp. Alla styrapparater är mikrodatorstyrda och tillhör denna likartade produktfamilj.

Detektorbestyckning är mycket god med detektorer i alla tillfarter. Detta medför att samtliga anläggningar kan användas i oberoende styrning.

Örebro har ett driftsövervakningssystem av typ EC-Trak. Detta är en fördel vid införande av bussprioriteten. Systemet vidarebefordrar bl.a. fel i trafiksignalerna och kan också användas för att utföra ändringar i styrningen. En uppgradering av systemet till OmniVue är planerat.

### 6.3 Busstrafik

Kollektivtrafiken i Örebro bedrivs nästan uteslutande som busstrafik. Det är främst genom stadsbusstrafiken och regionbusstrafiken. Samtliga dessa bussar passerar trafiksignaler på sin väg genom staden.

Stadsbusstrafiken bedrivs idag på ett konventionellt sätt med ett radiellt linjenät med nio genomgående linjer (samt en servicelinje) där alla berör centrum (Järntorget). Turtätheten är för några linjer 10 minuter under rusningstid. I övrigt är den 12, 15 eller 20 minuter under rusningstid. Tre av linjerna trafikeras med ledbussar.

52 bussar är tursatta (inklusive förstärkningsvagnar) i stadsbusstrafiken. Det är Busslink som kör bussarna som entreprenör åt Länstrafiken. Men hela stadsbusstrafiken betalas av Örebro kommun. Kommunen spelar därför en mycket stor roll för stadsbusstrafiken.

Regionbusstrafiken omfattar 24 linjer som kommer in till Örebro längs cirka 7 olika stråk. Regionbusstrafiken sköts helt och hållet av Länstrafiken med sex olika entreprenörer som kör trafiken. Kommunerna står för 35 % av kostnaderna medan landstinget står för den resterande delen. Alla regionbusslinjer är dragna så att de angör Resecentrum och Konserthuset (linje 504 angör inte Konserthuset), innan de når sin ändhållplats i närheten av Universitetssjukhuset. (Detta innebär att linjer norrifrån vänder runt Konserthuset). Vid närheten av ändhållplatsen har regionbussarna en större uppställningsplats med tillgång till rastlokal.

### 6.4 Realtidssystem

Länstrafiken har ett realtidssystem från Telenor, kallat AVL2000. Det är installerat i samtliga stadsbussar i Örebro, men finns bara på en av regionbussarna, linje 721. Det är ett system som ursprungligen utvecklades av Infocom i Sönderborg i Danmark. Till skillnad från de tre stora systemen på den svenska marknaden (Thoreb, Trivector och Init) har Telenor enbart levererat till en enda kund i Sverige. (Länstrafiken omfattar

dock tre län; Örebro, Södermanland och Västmanland). Utanför Sverige har Telenor däremot levererat flera system.

I Sverige har Telenorsystemet inte tidigare använts för bussprioritet i trafiksinaler. I Eskilstuna har man sedan några år bedrivit prov med begränsad framgång, trots stora insatser av Swarco (signalleverantör), Jan Lindén (signalkonsult) och Telenor. Problemet är att Telenor för kommunikation från bussen fram till trafiksinalen har valt att använda GPRS. Det är ett publikt radiosystem för datakommunikation baserat på GSM-teknik. Det lämpar sig inte för tekniska realtidssystem med tidskrav inom intervallet 0,1 - 1 sekund, såsom bussprioritering i trafiksinaler. Det fungerar däremot bra för andra användningar inom kollektivtrafiken såsom trafikledning eller trafikantinformation.

Begäran om prioritet blir fördröjd i Telenor-systemet, dels en fast tid, dels en variabel tid. Den fasta fördröjningen kan kompenseras genom tidigare detektering. Det fungerar ibland bra, men inte om det finns andra korsningar eller hållplatser nära signalen. Den variabla tiden är ännu svårare att klara av eftersom den beror av flera olika faktorer såsom belastning i GPRS-nätet. Det finns tyvärr ingen funktion för att begära prioritet för meddelanden i ett GPRS-nät.

Det kan även nämnas att man eventuellt avser att inom kort byta biljettsystem och även radiosystem inom stadsbusstrafiken i Örebro. Detta påverkar dock inte möjligheterna till bussprioritering direkt.

## 7 Utredning om stadens busslinjenät

Det har under året pågått en utredning gemensamt mellan Örebro kommun och länstrafiken om en total översyn av stadsbusstrafiken i Örebro (kallad Kollektivtrafik i Örebro 2010, KollÖr). Ett primärt syfte är att öka antalet bussresenärer i Örebro kraftigt. Man räknar med en ökning från dagens 7 miljoner resor per år till 10,5 miljoner resor per år. Det vill säga en ökning med cirka 50 %. Det är bland annat växthuseffekten som driver på dessa önskemål. Flera rapporter har publicerats, bland annat KollÖr delrapport 2, Nulägesbeskrivning Översyn av stadsbussarnas linjenät (september 2006) och Förslag till nytt linjenät för Örebro kommuns trafik (Danielsson & Co Trafikkonsult, mars 2007). Inga beslut är ännu fattade. Förslaget till nytt linjenät är ute på remiss; KollÖr delrapport 3, Förslag till nytt stadsbusslinjenät i Örebro (maj 2007).

Man kan kanske säga att bussprioritering inte har varit en integrerad del av linjenätsutredningen och att den här redovisade utredningen har hängts på i efterhand.

En bärande tanke i linjenätsutredningen har varit att ta fram ett stombussnät på samma sätt som bland annat Jönköping och Stockholm tidigare har gjort med stor framgång. (Man bör därvid komma ihåg att bussprioritering har varit en viktig del av stomlinjearbetet i dessa städer). Med stomlinjer fås en tydligare struktur på linjenätet och möjlighet till tätare trafik.

I det nu gällande förslaget till nytt stadsbusslinjenät förslås ett system med åtta genomgående stomlinjer. De har dock bara åtta ändhållplatser och på de yttre sträckorna går alltid två linjer, med saxad turtäthet. Genom centrum går linjerna olika vägar (ofta på helt nya gator mot idag). Linjerna har en genare linjesträckning genom centrum än förut. Men genom att de två olika linjerna från respektive ändhållplats går olika vägar genom centrum erhålls en god tillgänglighet. Trafiken förbi Universitetssjukhuset och Resecentrum har ökat kraftigt i jämförelse med idag. Dessa målpunkter har fått en allt större betydelse under senare år.

Om varje stomlinje har 15-minuterstrafik fås en turtäthet på 7½ minuter på varje linjesträckning utanför centrum. I centrum än tätare. Genom att linjerna förslås trafikeras med ledbussar fås en hög sittplatsandel.

Konsekvensen av det föreslagna nya linjenätet och dess trafikering för möjligheten att effektivt prioritera bussar bedöms av oss ha försämrats genom att:

- Antalet bussar under maxtimme genom många kritiska korsningar ökar kraftigt. Detta tas upp i linjenätsutredningen, men det görs ingen konsekvensanalys. Det är särskilt allvarligt i de fall när antalet vänstersvägande bussar ökar stort
- Möjligheten till att anpassa linjedragningen så att den passar för bussprioritet har inte tagits till vara. Det gäller främst att tillse att hårt belastade korsningar inte trafikeras med alltför många linjer, framförallt inte i vänstersväg

- Vad som saknas helt i linjenätsutredningen är hållplatslokaliseringen och hållplatsindragningar vilka är mycket viktiga faktorer för att snabba upp busstrafiken och att skapa bra möjligheter för prioritering

Konsulten skriver själv i sammanfattningen i sin rapport: "För att snabba upp trafiken ytterligare krävs att bussarna i större utsträckning får prioritet i viktiga korsningar.... Viktigt är även att se över antalet hållplatser".

Det hade givetvis varit bättre om man har tagit med alla dessa aspekter i en och samma utredning.

I linjenätsutredningen förslås även fem stadsbusslinjer med glesare trafik som komplement till stombussarna. Dessa stadsbussar fångar upp de trafikanter som inte kan utnyttja stombussarna. Stadsbussarna går på Drottninggatan och Storbron som inga stombussar trafikerar.

Regionbussarna tas inte alls upp i linjenätsutredningen och nämns endast kortfattat i kommunens remissmaterial.

Ur bussprioriteringssynvinkel är således linjenätsutredningens förslag försvårande. Det övergripande målet att öka kollektivtrafikandelen är dock ett politiskt mål. Genom att förstärka busstrafiken kraftigt vill man göra busstrafiken mer attraktiv och därigenom öka andelen bussresenärer.

Sammantaget ökar antalet bussar med förslaget från 52 till 68 stycken (+31 %), vagnkilometerproduktionen ökar med hela 91 % och vagnstimmesproduktionen med 67 %. Den totala driftskostnaden ökar till 144 Mkr/år. En ökning med 56 % eller 52 Mkr i jämförelse med dagsläget.

Ökningen av antalet trafikanter förväntas givetvis inte bli lika stor som trafikökningen. Man har uppskattat en ökning med 50 %. Man har däremot inte gjort några försök att analysera varifrån de nya resenärerna kommer. Har de tidigare kört bil, cyklat, gått eller inte rest alls? Det är viktig fråga i dagens läge när växthusgasdebatten är intensiv och det framförallt bilister som man vill ha över till kollektivtrafiken.

*Det är dock vår bedömning att fördubblingen av vagnskilometerproduktionen är väl stor och att bedömningen av påverkan av antalet resenärer är väl optimistisk. Det är i alla fall säkert att en sådan kraftig utökning av busstrafiken gör det svårare att prioritera. Man kan även undra om kommunen har råd med denna ambitiösa satsning.*

## 8 Konsultens förslag

### 8.1 Biltrafiksystem och busslinjenät

Genom avsaknaden av en ringled runt Örebro tvingas mycket biltrafik passera genom centrala Örebro. Detta innebär att många korsningar är hårt belastade och därigenom svåra att prioritera bussar i. Detta gäller stråken Rudbecksgatan – Östra Bangatan/Hertig Karls Allé, men framförallt Rudbecksgatan – Trädgårdsgatan – Alnängsgatan – Östra Nobelgatan. Det sistnämnda stråket har 20.600 fordon per dygn (över Hamnbron) trots att stråket delvis enbart har ett körfält per riktning.

*Genom att öppna Skebäcksbron för allmän trafik skulle möjligheterna att prioritera busstrafiken öka betydligt.*

Det nya föreslagna busslinjenätet innebär en kraftig ökning av busstrafiken i många kritiska korsningar. Vi har i nedanstående text tagit förslaget som givet, men är säkra på att det skulle gå att åstadkomma ett bättre resultat om signalprioriteringsaspekterna skulle ha beaktats redan vid linjenätsutredningen.

*Med tanke på möjligheterna till en bättre bussprioritet bör det nya föreslagna linjenätet gärna revideras med syfte att undvika att hårt belastade korsningar får mycket stora bussflöden under rusningstid, särskilt vänstersvängande busstrafik.*

*Utanför uppdragets ram passar vi på att påpeka vår spontana åsikt att Olaigatan upplevs som något trång för stombusstrafik och att Trädgårdsgatan – Alnängsgatan kanske inte lämpar sig för stombusstrafik med tanke på den höga trafikbelastningen. Det torde krävas fysiska åtgärder på dessa gator.*

Ytterligare en trafikteknisk aspekt är busskörfält. Om bussarna fastnar i köer och det finns utrymme för det kan ett busskörfält, även ett kort sådant, ge mycket stor positiv effekt för bussarnas framkomlighet. Busskörfält har även en pedagogisk funktion eftersom bilisterna ser bussen köra förbi. Vi har dock bedömt köproblemen i Örebro som så små att det inte föreligger något behov av busskörfält.

Även så kallade klackhållplatser skulle kunna förbättra för busstrafiken.

### 8.2 Bussdetekteringsteknik

För att kunna prioritera bussar måste de detekteras. Det gäller framförallt:

- Anmälan på ett tidsavstånd så att det är lagom att växla bort fientliga gröna signalgrupper och växla in grönt för bussen

- Avamälan i samband med passagen av stopplinjen. Normalt direkt efter stopplinjen

Detekteringen bör ske med en mycket hög säkerhet. Den bör också ske snabbt. Tänk på att en buss som kör 50 km/h kör med 14 m/s. Under en sekund hinner bussen således köra 14 meter.

Telenorsystemet som finns i stadsbussarna med bussdator, GPS-mottagare med mera verkar vara ett bra system, med ett stort undantag. Undantaget är att i detta system normalt använder GPRS för radiokommunikation från buss till trafiksignal.

Vi anser att det inte är lönt att försöka få Telenorsystemet att fungera i sin nuvarande form. Vi bedömer det inte möjligt att få det att fungera tillräckligt bra med de höga krav på precision i detektering som ställs. Fördröjning bör maximalt vara 0,1 s möjligen 0,5 s och absolut inte större än 1,0 s. Variansen bör dessutom vara liten.

*Vi föreslår dock att Telenorsystemet behålls, men att radiokommunikationen (GPRS) från buss till trafiksignal ersätts med separata radiomodem. Ett radiomodem kostar så lite som 4.000 kr. Färdigmonterat på buss kan kostnaden uppskattas till maximalt 10.000 kr per buss inklusive en ny antenn. Dagens stadsbussflotta om cirka 50 bussar skulle därmed kosta cirka 0,5 Mkr att utrusta. Därutöver behöver programvaran i bussdatorerna anpassas och alla bussar måste förse med information om detekteringspunkter. Den sistnämnda omprogrammeringen måste i alla fall göras även om GPRS-kommunikation används.*

Vid trafiksignalens apparatskåp monteras ytterligare ett radiomodem, samt normalt en extern antenn. Kostnaden för detta kan uppskatta till maximalt 10.000 kr inklusive montage. Det är ungefär samma kostnad som om man hade använt GPRS-kommunikation.

Det är viktigt att interfacet mellan buss och styrapparat följer en väl etablerad standard, förslagsvis enligt den tyska VDV-standarden. Det finns flera mindre lyckade exempel på mer "hemmadesignade" lösningar. Systemlösningen skall vara sådan att det t ex är enkelt att byta radiomodemen till en annan typ eller annat fabrikat.

### 8.3 Prioriteringsteknik

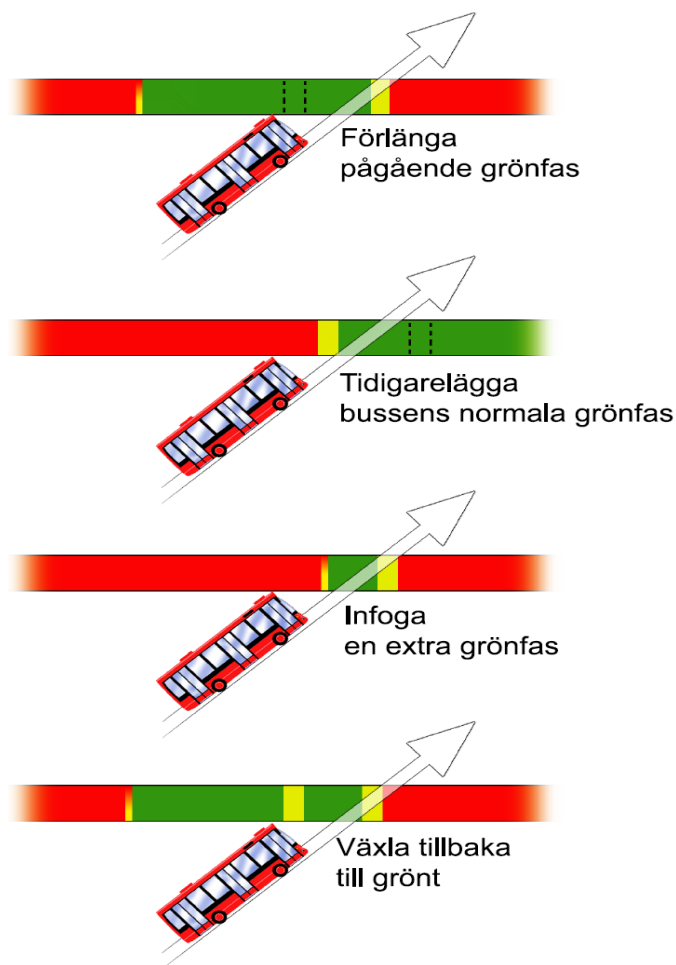
Även om man kan beskriva bussprioritering som komplicerad rör det sig egentligen i grunden om fyra olika grundläggande funktioner som alla olika system utnyttjar:

- *Förlängning.* Om en buss ankommer mot en grön signal förlängs grönt så länge att bussen kommer genom
- *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 långt avstånd att förlängning inte är möjligt. Syftet är då att den egna signalen snabbt ska bli röd så att den åter ska kunna bli grön lagom tills att bussen kommer fram till signalen

- *Extrafas*. Innebär att bussens signalgrupp inte behöver vänta på sin plats i sekvensen, utan blir grönt direkt efter att följande 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 är en funktion som kan vara tveksam ur trafiksäkerhetssynvinkel. 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 om det är ett övergångsställe med mycket 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
- I Pribuss finns också vissa möjligheter till s.k. *stärkningsfunktion*, vilket innebär att tillfarter som fått för lite grönt på grund av den prioriterade bussen kan kompenseras i efterhand och ges mera grönt

Det är de tre första funktionerna som vi bedömer som aktuella för Örebro.



Figur: Fyra grundläggande metoder för att prioritera

*Det finns flera olika strategier för hur prioriteten ska realiseras i styrapparaten, men vi bedömer att Pribuss (Stockholms gatukontor, 1992) är ett givet val i dagens läge. Detta eftersom Pribuss är implementerat i många av de i Örebro aktuella styrapparaterna, innebär en tidsbesparing i projekteringskedet och dessutom ger en god dokumentation.*

Pribuss innebär att man i styrapparaten använder ett antal färdiga funktioner för att realisera prioriteten. Vilka funktioner som skall användas i en aktuell korsning bestäms i samband med projekteringen och beror på ett antal faktorer som exempelvis trafikmängder, antal faser, detekteringsavstånd etc. Projekteringsunderlaget används sedan för programmering av styrapparaten.

Vid projekteringen bestäms också bussens detekteringspunkt och denna information programmeras in i bussdatorernas databas så att anmälningen skickas från bussen till styrapparaten på riktigt avstånd från korsningen.

Det är mycket viktigt att intrimning av prioriteten sker på ett omsorgsfullt sätt. Denna process är tidskrävande och det är också viktigt att rätt hjälpmedel används, t.ex. med vissa dataprogram så att utvärdering kan göras på ett effektivt sätt. Det är vanligt att styrapparatparametrar, av olika skäl, behöver justeras på plats i samband med intrimningen. Orsaken kan t.ex. vara att trafikmängderna har förändrats från projektering till idrifttagning.

## **8.4 Styrapparatteknik**

En korsning med trafiksignaler styrs av en så kallad styrapparat. Det är i princip en dator med diverse utrustning för att ta emot data (t ex detektorkort som känner av om en metallmassa passerar över en detektorslinga) respektive för att ge utdata (främst genom tändkorten som styr ut 230 V besked till lysdioderna i signallykorna).

En viktig del av styrapparaten är kopplingen till omvärlden via ett driftsövervakningssystem. I Örebro EC-Trak från Swarco Sverige AB. Kommunikationen kan ske via fiberkabel, kopparkabel eller trådlöst via till exempel GPRS-modem.

Styrapparatens processor är inte särskilt kraftfull, men klarar med lätthet av de extra arbetsuppgifter som bussprioritet innebär. Det svåra är att detektera bussarna och sedan att programmera styrapparaten så att prioriteten blir optimal.

Marknaden för styrapparater i Sverige är i det närmaste en monopolmarknad med en stor dominerande aktör, Swarco. Swarco knyter till sig kunder bland annat genom driftsövervakningssystemet. Alla styrapparater i Örebro är levererade av Swarco (eller dess föregångare Ericsson, EB Traffic respektive Peek)

Det går inte att prioritera bussar effektivt i alla styrapparater. Man kan göra följande indelning för de apparattyper som finns i Örebro:

- JCF 15008 Går ej bra
- JCF 150016 Går ej bra
- ELC-2 Kräver byte av processorkort, vilket inte längre tillverkas
- ELC-3 Går bra
- EC-1 Går bra

*48 st styrapparater är föremål för utredning. Av dessa är 23 st, dvs 48 %, av typ ELC-3 och EC-1, dvs sådana som det är relativt enkelt att ge prioriteringsfunktion. I övriga korsningar finns äldre apparattyper och där krävs apparatbyte. Se figur på sidan 24.*

Då styrapparatbyte krävs så kan det betraktas som tidigarelagda reinvesteringar.

## 8.5 Vilka busslinjer ska prioriteras?

Att de nya stombusslinjerna ska prioriteras är en självklar förutsättning för detta projekt. I och med att busstrafiken förslås utvidgas kraftigt är redan det en utmaning.

I linjenätsutredningen förslås även ett antal stadsbusslinjer. Dessa har lägre prioritet än stomlinjerna bland annat eftersom de inte har så många trafikanter. De har inte heller samma turtäthet. Vi har kommit till slutsatsen att de inte behöver prioritet i trafiksignalerna. Detta på liknande sätt som många andra städer med stombussar har resonerat (Stockholm, Jönköping etc). Och det är redan tillräckligt svårt att prioritera stomlinjerna.

Däremot är frågan vad som bör göras med regionbussarna? Under maxtimmen har de knappt 30 avgångar från Resecentrum vilket motsvarar fem stadsbusslinjer med 30-minutstrafik. De, liksom stomlinjerna, har många trafikanter. Men eftersom alla regionbussar berör några få korsningar blir det väldigt mycket busstrafik i dessa korsningar varför prioriteten blir svår. Eftersom regionbussarna för tillfället inte har några bussdatorer går det inte att detektera dem. För den närmaste tiden kan det därför inte vara aktuellt att ge dem prioritet.

I vissa städer väljer man att enbart prioritera bussar som ligger efter tidtabellen eller som har många trafikanter ombord. Det första är fullt möjligt i Örebro, medan det andra kräver någon form av automatisk räkning av trafikanterna. Vi har dock inte ansett det vara lämpligt i Örebro, i alla fall inte initialt. (Man måste komma ihåg att med prioritet kan körtiderna i tidtabellerna reduceras i jämförelse med situationen utan prioritet).

Däremot behövs en strategi för vad man ska göra om två konflikterande bussar samtidigt begär prioritet. Vi anser att man bör göra som i de flesta andra städer att fullfölja påbörjad prioritet innan nästa prioritetsbegäran behandlas av styralgoritmen.

*Sammanfattningsvis förslås, att åtminstone inledningsvis, enbart stombussar prioriteras. Och att alla stombussar alltid prioriteras. En anledning till att bara prioritera stombussar är det nya linjenätet som innebär en kraftig ökning av antalet bussar.*

## 8.6 Hållplatser och korsningsutformningar

För att få en bra bussprioritering bör hållplatserna vara placerade efter signalkorsningarna. Det blir därigenom långa detekteringsavstånd under förutsättning att inga andra hinder finns på vägen fram till korsningarna.

Befintliga hållplatser i Örebro är ofta placerade efter signalkorsningarna, ca 75 % enligt en grov uppskattning.

I utredningen om nytt busslinjenät finns inga förslag till flyttning av befintliga hållplatser förutom på några platser t.ex. på Rudbecksgatan.

*Det finns goda möjligheter till att förbättra bussarnas framkomlighet i vissa korsningar genom att flytta hållplatserna till lägen efter signalkorsningarna.*

I många städer har man även med framgång slagit ihop hållplatser för att snabba upp stomlinjer. Detta kan även underlätta prioritering i trafiksignaler.

Som alternativ till signalreglering kan i vissa fall andra korsningstyper vara möjliga, t.ex. cirkulationsplatser. Detta kräver särskilda utredningar och ett antal faktorer måste då vägas in som trafikmängder, platsbehov, kostnader, säkerhet, framkomlighet för oskyddade trafikanter etc. Det är möjligt att sådana lösningar också kan förbättra framkomligheten för bussarna. Cirkulationsplatser innebär dock vissa nackdelar för busstrafiken genom att det inte går att prioritera och att bussarna måste sänka farten.

Det kanske går att ta bort några signalanläggningar? Erfarenheten visar dock att detta ofta är svårt pga protester från exempelvis fotgängare. Även detta kräver särskilda utredningar, men och kan i vissa fall ge bussarna bättre framkomlighet.

## 8.7 Vilka korsningar ska prioriteras och hur mycket?

Möjligheterna till en effektiv prioritering beror på flera faktorer. De viktigaste är:

- Befintlig korsningsutformning och signalfunktioner
- Detekteringsavstånd och busshållplatsernas läge
- Mängden trafik i korsningen

De flesta korsningar är lämpade för bussprioritering medan en del är mindre lämpade. I några korsningar skulle prioriteringen ge ingen eller liten effekt pga ogynnsamma förutsättningar.

Vi har studerat samtliga berörda signakorsningar och klassificerat dessa i tre nivåer, se figur på sidan 24.

Grön ring: Mycket god effekt av bussprioriteringen

Gul ring: God effekt av bussprioriteringen

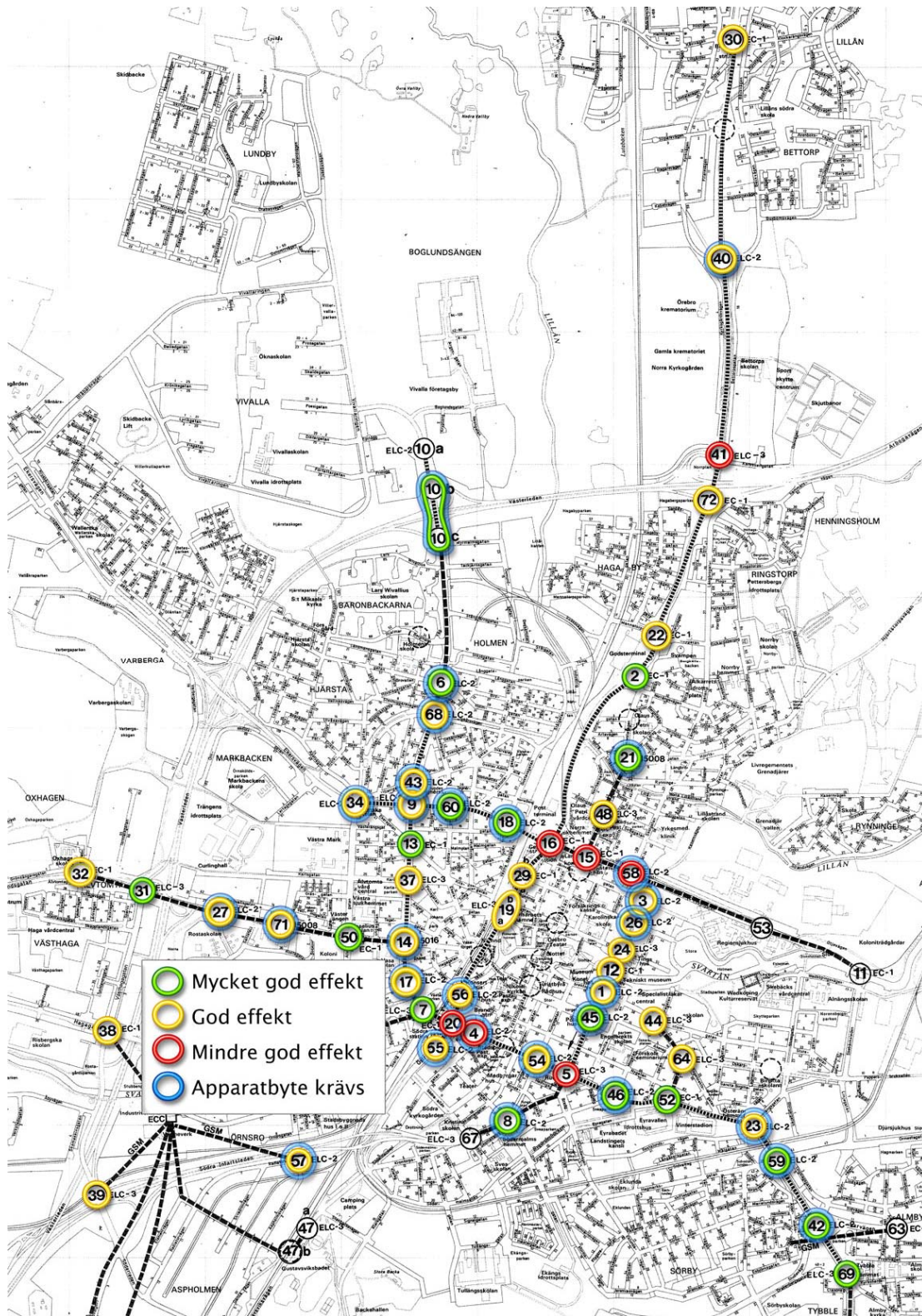
Röd ring: Mindre god effekt av bussprioriteringen

48 st korsningar trafikeras av stombussar och av dessa har:

- 16 st, dvs 33 % klassificerats som gröna, dvs möjligheterna till prioritet bedöms som mycket god
- 25 st, dvs 52 % klassificerats som gula, dvs möjligheterna till prioritet bedöms som god
- 7 st, dvs 15 % klassificerats som röda, dvs möjligheterna till prioritet bedöms som mindre god

Korsningar med grön ring är i de flesta fall anläggningar med ständigt oberoende styrning eller med låg trafik. Korsningar med gul ring är centralt samordnade och har måttlig trafik. Korsningar med röd ring är komplexa, är centralt samordnade och har stora trafikmängder.

Klassificeringen rött, gult och grönt med bedömningen mycket god, god respektive mindre god effekt av bussprioritering avser huvudsakligen situationen under högtrafik, dvs morgon och eftermiddag. I de flesta korsningar är effekten av bussprioritering god eller mycket god i lågtrafiksituationerna.



Figur: Effekt av Bussprioritet. Bedömning av individuella trafiksignalanläggningar. Figuren visar också vilka styrapparater som behöver bytas för att bussprioriteringen skall kunna införas. Korsningarna 10 styrs av enda styrapparat. Från början tre korsningar, men en är numera ombyggd till rondell.

Som tidigare nämnts så föreslår vi att stombussar ges signalprioritet.

*Vi föreslår också att prioriteten införs i två etapper:*

### **Etapp 1:**

*Pilotsträcka för att skaffa erfarenheter och testa delar av systemet. Särskilt detekteringens funktion måste säkerställas. Sträcka som trafikeras av stombusslinje nr 6 (motsvarar den västra delen av dagens linje 7) från Björkhaga till korsningen Rudbecksgatan - Svartå Bangata.*

På sträckan finns 8 st signalkorsningar:

- Anl. 32 Karlslundsgatan vid Blåmesvägen
- Anl. 31 Karlslundsgatan - Västthagagatan
- Anl. 27 Karlslundsgatan vid Rosta Skola
- Anl. 71 Karlslundsgatan vid Rostahemmat
- Anl. 50 Karlslundsgatan - Älvtomtagatan
- Anl. 14 Hertig Karls Allé - Karlslundsgatan
- Anl. 17 Hertig Karls Allé - Hagagatan
- Anl. 7 Rudbecksgatan - Svartå Bangata

Anläggningarna är av varierande typ. Vissa är samordnade och vissa är ständigt i oberoende styrning. I halva antalet krävs apparatbyte.

Syftet med pilotsträckan är bl.a. att prova att radiodetekteringen och utrustningen på bussarna fungerar som planerat.

Etapp 1 inleds lämpligen med enklare tester på en garageplan för att säkerställa grundfunktionen i detekteringen.

Efter att Etapp 1 genomförts sker utvärdering av effekterna. Möjlighet finns till eventuella mindre ändringar.

### **Etapp 2:**

*Övriga korsningar utmed stomlinjerna, 40 st anläggningar.*

Eftersom det ingår ca 20 apparatbyten och annat arbete så måste denna etapp utsträckas i tiden, sannolikt på 2 – 3 år pga risk för resursbrist. Man kan också överväga en uppdelning av etapp 2 i flera etapper.

## **8.8 Visa att bussarna prioriteras**

Bussprioritering är inte enbart en teknisk fråga. Det är också en fråga 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 pengar, men inte syns om man inte är expert. En annan anledning är att få fler och snabbare felrapporter om något har blivit fel.



*Figur: Signallykta med indikeringslampa av Stockholmstyp*

*Det bästa sättet att visa prioriteringsfunktionen är att montera indikeringslampor ovanpå trafiksignalerna på samma sätt som görs i Göteborg, Norrköping och Stockholm. För att de ska fungera som reklam för bussprioritering är det viktigt att kontinuerligt informera om dem och dess funktion både till trafikpersonal och till trafikanter. Det är viktigt att förstå att informationslamporna bara visar att bussarna är detekterade, inte hur mycket de prioriteras.*

Indikeringslamporna fyller dessutom en viktig funktion för att få in felrapporter och även vid felsökning.

Kostnaden för en indikeringslampa med konsol uppskattas till 2 000 kronor. Några styrapparater måste dock kompletteras med extra kretskort och där tillkommer en ytterligare kostnad på ca 15 000 kronor per korsning.

Det finns en liten risk att signalkablarna är fullt utnyttjade i någon enstaka korsning. För att indikeringslamporna skall kunna fungera där så måste nya kablar förläggas från respektive styrapparat till lämplig stolpe. Detta medför tillkommande kostnader för kabel och schakt på ca 300 kr/meter. Vid projektering av bussprioriteringen kommer sådana frågor att utredas.

## 8.9 Konsekvenser för samordningen

Örebro har en speciell lösning med många signalkorsningar i en enda stor samordningskedja. Samordningen är inkopplad mellan 06.30 och 20.30 på vardagarna. Detta medför ganska långa väntetider för trafik som korsar den gröna vägen, å andra sidan gynnas trafik som kör i den gröna vägen. Särskilt i små korsningar kan väntetiderna upplevas som långa.

Det är svårare att prioritera bussar i samordnade system än i oberoende system:

- 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
- 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 den i otakt med de andra korsningarna. De gröna vågorna störs och korsningen som har avvikit har svårt att komma ifatt om den har kommit efter
- Även om man lyckas prioritera genom en buss genom en korsning är risken stor att den fastnar i den följande korsningen. Man kan då ha stört trafiken genom prioriteringen utan att bussen har tjänat på det
- Många trafikanter är vana vid de gröna vågorna och det kan uppstå trafiksäkerhetsproblem om man avviker från normal styrning. Det största problemet kan vara fotgängare som går ut mot röd fotgängarsignal i förvissning om att grön fotgängarsignal snart ska komma

*Det bör därför övervägas om det, åtminstone i några korsningar, kan vara motiverat att ta bort samordningen och istället låta styrapparaterna ständigt fungera i oberoende styrning. Detta skulle ge bussarna bättre framkomlighet, eventuellt på bekostnad av framkomligheten för bilar i den gröna vägen. Sådana frågor bör utredas vid projekteringen.*

## 8.10 Konsekvenser för utryckningsprioriteten

Den befintliga prioriteten för ambulans och brandkår berörs i princip inte av bussprioriteten.

Utryckningsprioritet finns f.n. för ambulans i Alnängsgatan – Trädgårdsgatan och Grev Rosengatan - Östra Nobelgatan. I Kungsgatan - Borgmästargatan och i Rudbecksgatan - Östra Bangatan med intilliggande korsningar finns utryckningsprioritet för räddningstjänsten.

Bussprioriteten utformas på ett sådant sätt att utryckningsprioriteten blir överordnad bussprioriteten.

## 8.11 Kostnader

I detta kapitel görs ett försök att uppskatta kostnader för investering och för drift och underhåll. Kostnaderna är dock inte beräknade i detalj varför de kan komma att revideras senare under arbetet med bussprioritet.

### Installationskostnader

Installation i trafiksignaler vid Etapp 1, pilotsträcka samt radiomodem:

- Installation i bussar 20 kkr per buss x 60 st = 1 200 kkr (alla bussar förutsätts utrustas redan i denna etapp)
- För styrapparat som inte behöver bytas, 4 st à 60 kkr = 240 kkr
- För styrapparat som behöver bytas, 4 st à 300 kkr = 1 200 kkr

*Total kostnad för installation i 8 st trafiksignaler Etapp 1: 2 640 kkr*

Installation i trafiksignaler vid Etapp 2:

- För styrapparat som inte behöver bytas, 21 st à 60 kkr = 1 260 kkr
- För styrapparat som behöver bytas, 19 st à 300 kkr = 5 700 kkr

*Total kostnad för installation i 40 st trafiksignaler Etapp 2: 6 960 kkr*

Dessutom tillkommer kostnader för *projektering, allmänna projektkostnader, information etc etapp 1 och 2 som uppskattas till: 1 000 kkr*

*Total installationskostnad för etapp 1 och 2 inklusive all utrustning och övriga kostnader: 10,6 Mkr*

Styrapparatbytena kan betraktas som tidigare lagda investeringar, men är helt medtagna i kostnaderna ovan.

Dagens investeringsbudget för Örebro trafiksignaler är ca 0,5 Mkr/år. Denna satsning kräver således mycket stora insatser som kräver speciell finansiering. Delar av kostnaden bärs dock av länstrafiken.

### Driftskostnader

Nedanstående är en grov uppskattning.

Bemanning på Tekniska förvaltningen, systemansvarig, utökat arbete: 0,25 Mkr/år

Tillkommande kostnader för driftentreprenör trafiksignaler: 0,2 Mkr/år (sker i konkurrensupphandling)

Drift av utrustning på bussar och tillhörande system: 0,1 Mkr/år

Övriga kostnader, möten, tillfälliga åtgärder, åtgärder vid linjeförändringar etc: 0,2 Mkr/år

*Total driftskostnad för hela systemet: 0,75 Mkr/år. Detta kan jämföras med dagens driftskostnad för alla trafiksignaler i Örebro som är ca 3,3 Mkr.*

## 9 Bedömd nytta

Nyttan av ett bussprioriteringssystem är inte lätt att ange i monetära termer. Speciellt inte innan bussprioriteringen har införts.

Nyttan av bussprioritering kan delas upp i:

- *Bussarna kommer fram snabbare och antalet stopp minskar.* Detta är till fördel för busstrafiken och bussförarna, men framförallt för trafikanterna
- *Spridning i körtid blir mindre.* Detta är till fördel för busstrafiken och bussförarna, men även för trafikanterna. Effekten bör vara störst vid tät busstrafik, 7-8 minuters turtäthet eller tätare, där bussarna har en tendens att para ihop sig två och två
- *Busstrafiken gynnas i förhållande till biltrafiken.* Eftersom en buss i medeltal har betydligt fler personer ombord än en bil är detta positivt
- *Såväl bussförare som passagerare slipper "onödiga" stopp och blir mindre stressade*

Vinsterna med bussprioritet kan fördelas på ett lämpligt sätt mellan trafikanter (snabbare restid och bättre regularitet, samt kanske förbättrad turtäthet) och busstrafiken (ett reducerat behov av bussar).

Utvecklingen under senare år med realtidssystem inom kollektivtrafiken med bussdatorer och den snabba utvecklingen inom positioneringen med GPS har gjort att kostnaden för att introducera bussprioritet har sjunkit kraftigt. Man behöver inte längre fräsa slingor som kräver dyra tillredningar. Den kvarvarande stora kostnaden för att införa bussprioritet är att korsningar med äldre styrapparater kräver styrapparatbyte.

Utomlands har det gjorts omfattande utvärderingar av effekten av bussprioritet och försök att bedöma nyttan av prioriteten. En rapport som i sin tur innehåller referenser till en stor mängd andra rapporten Lehtonen (2002). Denna rapport pekar på att restidsvinsten för busstrafiken ofta blir 5 – 15 % genom prioritet i trafiksignalerna och fördröjningen i trafiksignalerna minskar med 10 – 30 %. Därutöver redovisas en förbättrad regularitet och punktlighet.

I andra rapporter redovisas ibland ännu bättre resultat, men då är bussprioriteten normalt så pass kraftig att biltrafikens framkomlighet påverkas kraftigt negativt.

Inom ramen för detta projekt har en simulering gjorts för den nya föreslagna stomlinjen nummer 6. Det är en enkel simulering med Vissim. Ingen hänsyn har tagits till konflikterande prioritet och signalstyrningen har varit förenklad. Inga extrafaser har använts. Busslinjen har enbart simulerats i en riktning.

Restiden (på den sträcka där det finns trafiksignaler) har enligt simuleringen minskat med 9 %. Själva signalfördröjningen har minskat med 17 %. Resultaten redovisas i bilaga 1. Det är resultat i samma storleksordning som redovisas av Lehtonen ovan.

Resultaten kan kanske synas vara små med en restidsvinst på 1½ minut utmed en hel linje. De bör dock inte föraktas. Det är mycket svårt att nå motsvarande vinster till rimliga kostnader med andra metoder.



## 10 Genomförande

För att effektivt införa bussprioritering krävs en gedigen planering. Själva genomförandet kräver ett stort engagemang under en lång tid.

För att bussprioritering ska fungera bra krävs det att systemet fungerar bra från början och därefter hålls i ett väl fungerande skick år efter år. Detta är inte trivialt, utan kräver både arbetsinsatser och pengar. Det krävs därför stora insatser för Örebro kommun.

Detta genomförandekapitel tar upp:

- Förplanering
- Installation
- Driftsstart och intrimning
- Utvärdering
- Fortsatt drift
- Revision
- Bemanning
- Engagemang

### Förplanering

En bra upphandling och information/motivation är väsentligt.

Ett viktigt moment som det ibland slarvas med är inmätningen. Det gäller att mäta in linjernas hållplatslägen respektive signalstopplinjelägen. 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 i början behöver det finnas uttestade rutiner så att man vet att man klarar tidtabellsskiften, linjeomläggningar, hållplatsflyttningar, strejker och annat som kan inträffa.

Det är också viktigt att ansvarsfördelningen är klar och tydligt. Detta gäller både vid installation och drift. Många olika aktörer är involverade:

- Länstrafiken
- Olika bussentreprenörer
- Örebro kommun
- Signalentreprenör
- Leverantörer

Detta ställer krav på organisationen. Någon bör dessutom ha det övergripande samordnings- och systemansvaret, förslagsvis en tjänsteman på Tekniska förvaltningen.

Projekteringen förutsätts göras av externa konsulter.

## Installation

Mycket tid och omsorg krävs vid installation och intrimning av detekteringssystem, kommunikationssystem och styrapparat.

Bland annat bör:

- Databasen i bussen kontrolleras. Ger bussen prioritet i rätt korsning?
- Radiotäckningen kontrolleras
- Timeout för avanmälan kontrolleras
- Väntetider och köer för konflikterande trafik kontrolleras. Alltför långa bilköer kan inte accepteras. Detta måste kontrolleras vid olika trafiksituationer

Det är viktigt att systemen i bussen, detekteringssystem och kommunikationssystem är fullständigt kontrollerade och godkända (FAT, SAT) innan prioriteten kopplas in.

Ansvarsfördelning:

- Tekniska förvaltningen: systemansvarig och ansvarig för all vägsidesutrustning samt *övergripande ansvar för radiokommunikationen. Med radiokommunikationen menas här inte radiosändare och radiomottagare, utan ansvar för att radiovågorna når fram och tolkas rätt*
- Länstrafiken och dess entreprenörer: ansvarig för installation och drift av utrustning på bussar. Dvs radiomodem och antenn
- Signalentreprenör: svarar för drift och underhåll på vägsidesutrustningen inklusive radiomodem.

## Driftsstart och intrimning

Det krävs en hög beredskap i samband med driftsstarten 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.

Sådant som kan behövas trimmas in kort efter driftsstart är bland annat:

- Detekteringsavstånd som kan behöva anpassas till förändrade körtider. Observera att en ändring i detekteringsavstånd kan leda till följdändringar
- Radiotäckningen som kan behöva förbättras
- Prioriteringen under högtrafik i överbelastade korsningar som kan behöva skärpas eller relaxeras beroende på hur det ser ut på gatan

## Utvärdering

Efter en tids drift uppkommer kanske frågor om hur bra systemet fungerar och om dess effekter och lönsamhet. Man bör därför redan från början planera en utvärdering för att kunna svara på denna typ av frågor.

**Fortsatt drift**

Även efter 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.

För att kunna leta efter fel på ett effektivt sätt krävs det hjälpmedel som man normalt inte får vid anskaffandet av systemen. Bland annat bör det finnas:

- System så man kan se såväl busstrafiken som signalstyrningen samtidigt
- Kommunen behöver ha utrustning på egna fordon för att kunna simulera bussar
- System som automatisk registrerar avvikelser från det normala och slår larm
- Beräkningshjälpmedel som analyserar körtider för bussar
- System för att rita upp väg-tiddiagram (kopplade till signalstyrningen) för bussarnas framfart

Mycket av detta finns numera i OmniVue, som är under anskaffning till Örebro kommun.

Men uppföljningen är ändå tidskrävande. Speciellt eftersom den till viss del måste ske ute på gatan och man då måste invänta bussankomster.

Samarbete mellan olika parter är givetvis fortfarande viktigt. Regelbundna driftmöten bör hållas där berörda parter får tillfälle att informera och stämma av, komma med synpunkter etc. Dessa möten kan hållas t.ex. en gång i kvartalet.

Eftersom linjeändringar och hållplatsflyttningar påverkar signalprioriteringen måste nya rutiner införas. Tillfälliga trafikomläggningar vid exempelvis vägarbeten och evenemang påverkar systemet och kan medföra att tillfälliga eller permanenta omprogrammeringar måste göras. Information om förändringarna måste komma berörda till del.

**Revision**

Efter ett antal års drift bör man genomföra en grundläggande revision för att se hur bra systemen fungerar i verkligheten.

Vid revisionen kontrolleras bl.a. eventuella förändringar av bussarnas linjesträckning så att prioritet ges på rätt ställe. Andra parametrar som kontrolleras är bussarnas körtider, vilket kan påverka inställningar i styrapparaten. Detekteringspunkterna bör också kontrolleras.

Det är också viktigt att dokumentationen ständigt hålls uppdaterad och att ansvarsfördelningen är klarlagd.

### **Bemanning**

Ett bussprioriteringssystem av föreslagen storlek kräver tid och resurser för att fungera uthålligt. En signal- och tillika prioritetsansvarig på Tekniska förvaltningen bör därför arbeta heltid med dessa frågor under både installationen och under den fortsatta driften.

Till sin hjälp har han driftentreprenören för trafiksignalerna som också måste stärka sin organisation i samband med idrifttagning av systemet. Detta måste beaktas vid kommande driftupphandling.

Nödvändig kompetens och organisation krävs också hos bussentreprenörerna så att radiomodem och annan utrustning kan hållas i drift på rätt sätt.

### **Engagemang**

Även om tekniken kan fungera bra gör den garanterat inte det om inte alla är motiverade att se till att den fungerar. Redan tidigt måste man därför planera så att alla känner positivt för bussprioritetssystemet. Eftersom olika kategorier har olika förkunskaper måste de olika grupperna behandlas olika. De viktigaste grupperna att nå 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
- Busstrafiken det vill säga Länstrafiken och dess entreprenörer. Såväl planerings-, drift – och servicepersonal inom dessa organisationer måste ha intresse för bussprioriteringen
- Kommunen och dess entreprenörer. Även här måste planerings-, drift – och servicepersonal inom dessa organisationer ha intresse för bussprioriteringen
- Även politiker bör vara införstådda med funktionen. Bussprioritering i trafiksignaler innebär en omprioritering från biltrafik till busstrafik och är en fråga som kan röna politiskt intresse
- Trafikanterna bör även vara involverade. Bland annat för att även kunna få felrapportering 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
- Det är viktigt att försöka nå ut via massmedia. Bussar och trafiksignaler anses ofta vara journalistiskt intressant vilket underlättar informationsspridningen
- Gentemot den egna personalen krävs utbildningsinsatser

*Genomförandet kräver således stora resurser för att bli bra. Och det måste finnas engagerade medarbetare som driver på. Just bemanningen på Tekniska förvaltningen är kritisk.*

## 11 Avslutande rekommendationer

Med ledning av ovanstående är våra rekommendationer:

- Inför ett system för att prioritera de nya stomlinjerna i Örebros nya linjenät
- Dagens stora samordningssystem för trafiksignalerna fungerar mycket bra. Det får inte påverkas alltför negativt av prioritet
- Välj att fokusera prioritet till de korsningar där bussarna fördröjs mycket och där det går bra att prioritera
- Avvakta med prioritet för regionbussar och stadsbussar tills staden har fått full erfarenhet av stomlinjerna. Prioritera däremot alla stombussar. En anledning till denna försiktighet är att det nya linjenätet innebär en kraftig ökning av antalet bussar
- Anskaffa radiomodem för att säkert och snabbt detektera bussarna, men behåll Telenorsystemet för övriga funktioner
- Bygg upp prioritet utmed en linje först för att skaffa erfarenhet, varefter systemet byggs ut till hela stombusslinjenätet
- Systemet kräver ett omfattande arbete vid installation och fortsatt drift. Och engagerad personal
- Se till att informera och motivera all berörd personal i god tid och glöm inte att informera trafikanterna

Det måste dock observeras att man kan ifrågasätta realismen i delar av förutsättningen för utredningen. Är det realistiskt att öka trafikutbudet med 100 %? Och kan man enbart genom denna morot, utan några piskor, få en ökning på 50 % för antalet trafikanter? Om syftet är att reducera biltrafiken är kanske parkeringsrestriktioner och andra former av piskor alternativ som bör utredas? Särskilt som erfarenheten visar att förbättringar inom busstrafiken främst attraherar cyklister och gående, inte bilister.

Total kostnad för installationen uppskattas till 10,6 Mkr för hela systemet.

Genomförandet föreslås att delas upp på två etapper:

- Etapp 1 är en liten pilotsträcka med 8 korsningar för att testa systemet och för att få erfarenheter innan etapp 2 påbörjas. I etapp 1 utbyts 4 st styrapparater för att möjliggöra prioritering. Särskilt detekteringen måste ägnas särskild uppmärksamhet så att dess funktion säkerställs
- Etapp 2 omfattar 40 korsningar och omfattar 21 styrapparatbyten. Genomförandet uppskattas ta 2-3 år

Styrapparatbytena kan betraktas som tidigarelagda investeringar, men är helt medtagna i kostnaderna ovan.

Driftskostnaden för stadens trafiksignaler inklusive tillkommande utrustning i bussarna etc uppskattas öka med 0,75 Mkr/år. Driftskostnaden för dagens trafiksignaler år 2007 är ca 3,3 Mkr.

Nyttan med bussprioriteringen kan sammanfattas som:

- Bussarna kommer fram snabbare och antalet stopp minskar. Vid en enkel simulering inom projektet minskade restiden med 9 %. Fördröjningen i signaler minskade med 17 %. Ytterligare förbättring på gatan bedöms som realistiskt
- Spridning i körtid blir mindre
- Busstrafiken gynnas i förhållande till biltrafiken
- Såväl bussförare som passagerare slipper "onödiga" stopp och blir mindre stressade

Utöver ovanstående förslag kan följande förslag som delvis ligger utanför utredningsuppdraget vara av betydelse:

- Undersök möjligheten att flytta hållplatser som är placerade före signalkorsningarna. En flyttning kan förbättra bussarnas framkomlighet genom förbättrad prioriteringsfunktion. Även sammanslagning av hållplatser kan övervägas
- Se över linjenätsutredningen så att även bussprioritetsönskemålen beaktas, bland annat genom att hålla nere antalet bussar i hårt belastade korsningar
- Överväg att öppna Skebäcksbron för allmän trafik för att avlasta Hamnbron

## 12 Bilagor

### Bilaga 1: Exempel linje 6



Figur: Överblick linje 6 i Vissim med karta som bakgrund

För att bedöma den framtida bussprioritetens tidspåverkan på en hel linjesträckning så utfördes en enkel simulering i Vissim som är ett väletablerat datorsimuleringsverktyg. Den framtida stomlinjen nummer 6 valdes som försökssträcka.

De trafiktekniska parametrarna från befintliga trafiksignaler längs sträckan utnyttjades. Ett antal andra trafiktekniska parametrar för sträckan användes också, exempelvis väntetid vid hållplatser för befintlig busslinje nummer 7, vilken i sin västliga del motsvarar den nya linje 6. Befintliga hållplatslägen användes.

Trafiksignalparametrarna ändrades därefter för att efterlikna framtida bussprioritet.

Ingen hänsyn togs till konflikterande prioriteter och signalstyrningen var förenklad. Extrafaser användes inte. Busslinjen simulerades i en riktning.

Simuleringens visade att den ackumulerade tidsvinsten efter linjen blir ca 1 ½ minut. Restiden på den sträcka där det finns trafiksignaler minskade med 9 %. Själva signalfördröjningen minskade med 17 %.

Vid projekteringen och genomförande finns sannolikt möjligheter till ytterligare tidsvinster med hjälp av extrafaser och hållplatsflyttningar.

## Resultat på respektive delsträcka

Nr	Namn	Medel restid med prio (s)	Medel restid utan prio (s)	Uppskattad tidsvinst (s)
1	Posthornsgatan -> Haga C	383.2	384.2	1
2	Anl. 32	6.3	12.4	6.1
3	Tornfalksgatan	62.6	62.8	0.2
4	Anl. 31	11.4	25.6	14.2
5	Mellan 31 och 27	23.5	23.7	0.2
6	Anl. 27	7.6	7.7	0.1
7	Tengvallsskolan	19.1	20.6	1.5
8	Anl. 71	7.5	16.0	8.5
9	Slättevägen	61.1	62.9	1.8
10	Anl. 50	16.6	16.9	0.3
11	Älvtongatan	59.9	60.1	0.2
12	Anl. 14	18.4	22.4	4
13	Vasaskolan	57.6	61.0	3.4
14	Anl. 17	8.8	11.0	2.2
15	Mellan 17 och 7	6.3	5.1	-1.2
16	Anl. 7	5.9	5.2	-0.7
17	7 till 20	10.5	11.4	0.9
18	Anl. 20	23.5	21.4	-2.1
19	Mellan 20 och 4	51.9	54.6	2.7
20	Anl 4	5.4	5.5	0.1
21	Mellan 4 och 54	65.2	64.8	-0.4
22	Anl 54	46.0	49.6	3.6
23	Mellan 54 till 5	4.5	11.6	7.1
24	Anl. 5	33.0	33.9	0.9
25	Mellan 5 och 45	60.9	61.0	0.1
26	Anl. 45	5.0	5.1	0.1
27	Mellan 45 och 1	67.2	84.4	17.2
28	Anl. 1	5.8	4.8	-1
29	Mellan 1 och 12	4.3	4.2	-0.1
30	Anl. 12	3.8	4.1	0.3
31	Mellan 12 och 24	5.9	6.4	0.5
32	Anl. 24	2.5	2.5	0
33	Mellan 24 till 26	53.2	55.4	2.2
34	Anl. 26	8.6	16.5	7.9
35	Mellan 26 och slut	124.8	123.4	-1.4
36	<b>Totalt</b>	<b>1343.6</b>	<b>1419.1</b>	<b>75.5</b>
		22 min	23 min	1 min
		24 sek	39 sek	16 sek

## Bilaga 2: Referenser

Danielsson & Co Trafikkonsult AB

Förslag till nytt linjenät för Örebro kommuns trafik

Örebro kommun, mars 2007

ITS America

An Overview Transit Signal Priority

ITS America, 2004

Kronborg, Peter

Släpp fram bussarna. Hur man effektivt prioriterar kollektivtrafik i trafiksignaler

Vägverket, publikation 2005:87

Lehtonen, M och Kulmala, R

The Benefits of a Pilot Implementation of Public Transport Priorities and Real-Time

Passenger Information

VTT, Helsingfors 2002

Stockholms gatukontor

Pilotprojekt för prioritering av busstrafik i trafiksignaler. Sammanfattning av

huvudrapport

Stockholms gatukontor, SL och TFB, Stockholm 1992

Örebro kommun

KollÖr, Delrapport 2, Nulägesbeskrivning Översyn av stadsbussarnas linjenät

september 2006

Örebro kommun

KollÖr delrapport 3, Förslag till nytt stadsbusslinjenät i Örebro, Remissmaterial

maj 2007





---

**movea**

[www.movea.se](http://www.movea.se)

[fornamn.efternamn@movea.se](mailto:fornamn.efternamn@movea.se)

Movea Trafikkonsult AB

Hammarby Fabriksväg 25

120 33 STOCKHOLM