

Projektet Smart trafikstyrning

Trafikstyrda tidplaneval och förbättrad adaptivitet i trafiksignaler

Redovisning av resultat

Innehåll

| | |
|--|----------|
| Innehåll | 2 |
| 1 Bakgrund | 3 |
| 2 Syfte och mål | 3 |
| 3 Trafikstyrda trafiksignaler | 3 |
| 4 Utvecklade styrningsförändringar och funktioner | 4 |
| 4.1 Funktion Borttagen återupptagning | 4 |
| 4.2 Funktion Maxtidsgenomslag | 5 |
| 4.3 Funktion Skänkning av gröntid | 6 |
| 4.4 Funktion Hög belastning | 6 |
| 5 Resultat | 7 |
| 5.1 Funktion borttagen återupptagning | 7 |
| 5.1.1 <i>Globala effekter</i> | 8 |
| 5.1.2 <i>Restider</i> | 8 |
| 5.2 Maxtidsgenomslag | 9 |
| 5.2.1 <i>Globala effekter</i> | 9 |
| 5.2.2 <i>Restider</i> | 10 |
| 5.3 Skänkning av gröntid | 10 |
| 5.3.1 <i>Globala effekter</i> | 11 |
| 5.3.2 <i>Restider</i> | 11 |
| 5.4 Hög belastning | 12 |
| 5.4.1 <i>Globala effekter</i> | 12 |
| 5.4.2 <i>Restider</i> | 12 |
| 5.5 Sammanställning resultat | 13 |

1 Bakgrund

Delprojektet ”Förbättrad adaptivitet i trafiksignaler” ingår i projektet smart trafikstyrning. Smart trafikstyrning är ett av de prioriterade verksamhetsprojekten i programmet Smart och uppkopplad stad.

Denna del omfattar att ta fram och testa smarta signalfunktioner i trafiksignalanläggningar. Funktionernas syfte är att öka signalstyrningens flexibilitet samt främja framkomligheten och minska väntetiderna i signalkorsningarna utan att några fysiska åtgärder vidtas

2 Syfte och mål

I detta delprojekt ska översyn av styrningen och funktioner i dagens styrapparater för trafiksignaler se över. Översynen syftar till att se vilka befintliga och nya funktioner som kan användas för att göra styrningen mer adaptiv och ge möjlighet att omfördela gröntid mellan olika tillfarter. Genomförda förändringar kommer sedan att simuleras för att se vilka effekter en mer adaptiv styrning medför. Resultatet kommer ligga till grund för beslut om vilka förändringar som är möjliga i dagens styrning för att få en ökad förmåga till en anpassning av förändrade trafikförhållanden.

3 Trafikstyrda trafiksignaler

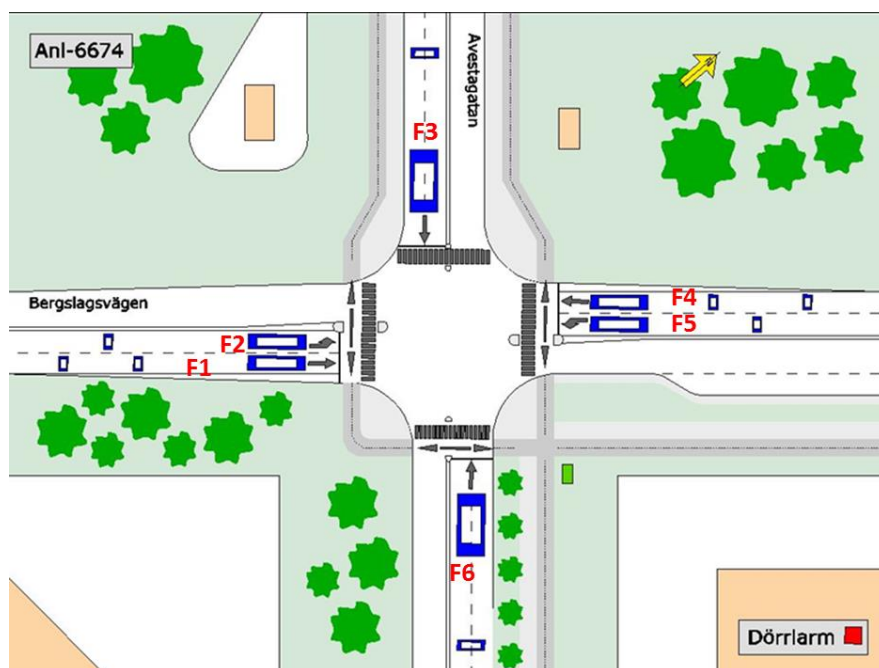
I trafikstyrda trafiksignaler växlar trafiksignalen efter aktuell efterfrågan av trafik. Induktiva slingor (detektorer) i gatan känner av när fordon passerar och upprätthåller grönt i signalen så länge som det passerar fordon över detektorn. Gröntiden kan förlängas till en förutbestämd maxtid t ex 30 sekunder, därefter växlar signalen till rött även om det fortsätter att komma fordon. Den förutbestämda maximala gröntiden kan vara olika för olika signalgrupper och bygger på trafikmängder från mätningar eller simuleringsmodeller.

Trots att trafikstyrda trafiksignaler växlar efter aktuell efterfrågan kan trafikefterfrågan vara högre än vad den maximala gröntiden medger under vissa tider på dygnet och i olika tillfarter vilket skapar köer. Genom att tillåta en omfördelning av gröntider eller en

utökning av omloppstiden skulle överbelastning i en tillfart kunna minskas.

4 Utvecklade styrningsförändringar och funktioner

Trafikkontoret har valt ut korsningen Bergslagsvägen – Avestagatan som en exempelkorsning. Korsningen är en fyrvägskorsning med separatreglerade vänstersvängar för trafik på Bergslagsvägen. Korsningen är trafikstyrd och med varierande trafikströmmar under dygnet och tidvis överbelastade tillfarter. Fyra olika funktioner har tagits fram och testats i simuleringsmiljö och på gatan. En beskrivning av funktionerna följer nedan.



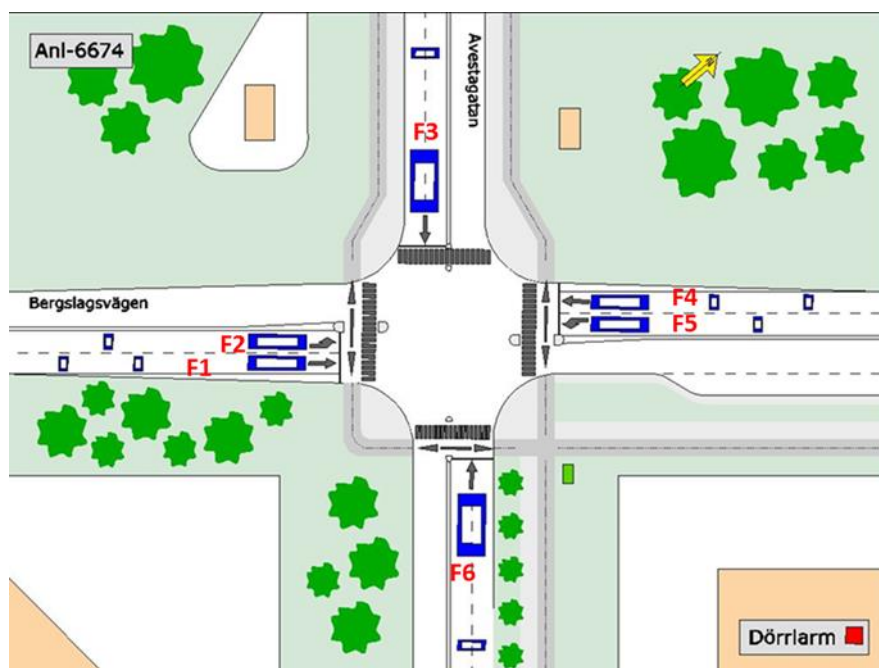
4.1 Funktion Borttagen återupptagning

Detektorer som styr en signalgrupp kan ges alternativen EJ ÅTERUPPTAGNING alternativt ÅTERUPPTAGNING för förlängning av signalgruppens status MAXTID (gröntid). Funktionen EJ ÅTERUPPTAGNING innebär att en överskriden intervalltid inte får återupptas och ge vidare förlängning om konflikterande/fientlig signalgrupp är anmäld. Funktionen

ÅTERUPPTAGNING innebär att ny och fortsatt förlängning endast får ske om signalgruppen fortfarande är kvar i aktivt status MAXTID (någon annan detektor måste då förlänga).

Återupptagningen kan medföra att strömbilar i slutet av grön tiden upprätthåller grönt för huvudleden på bekostnad av tvärgatorna. Smarta funktionens syfte är att stoppa återupptagningen på huvudleden när ett flertal fordon väntar på lokalgatorna i tväranslutningarna. På så sätt minska tvärtrafikens väntetider och balansera upp fördröjning i korsningens olika anslutningar.

Funktionen aktiveras när tillfarterna F3 och F6 har rött och yttre detektorerna på tvärgatorna har registrerat 5 pulser (inkommande fordon). Återupptagningen hos detektorerna till F1 och F4 stoppas.



4.2 Funktion Maxtidsgenomslag

Syftet med den smarta funktionen är att övervaka utnyttjandet av grön tiden i en signalgrupp. Om gruppen frekvent utnyttjar hela sin maxtid, dvs går med full belastning, får signalgruppen extra lång maxtid under ett följande omlopp. På så sätt minskar risken att strömmen överbelastas och blockerar eventuella medriktade strömmar.

Funktionen tillämpas på vänstersvängen F5. När gruppen utnyttjat sin maxtid på 15 sekunder två gånger i rad, laddas maxtiden för F5 under tredje omloppet med 23 sekunder. Därefter återställs maxtiden till det normala och man börjar om att räkna maxtidsgenomslagen. Räknaren nollställs även om maxtiden inte utnyttjats fullt ut under ett omlopp.

4.3 Funktion Skänkning av gröntid

Ibland kan fordonsflödet i en korsning fluktuera stort. Oberoende styrning hanterar variationerna inom definierade max- och fråntider för respektive signalgrupp. När max- och fråntiden mätts ut för en signalgrupp växlar dock signalen över till nästa signalläge även om grönbehovet för aktuella gruppen kvarstår. Detta sker även om gröntiderna för grupperna i de övriga signallägena inte utnyttjas fullt ut.

Syftet med den smarta funktionen är att tillfälligt kunna skänka outnyttjad gröntid från signalgrupper i ett signalläge till en annan signalgrupp där trafiktrycket är större och där gröntiden (max- och fråntid) kanske inte räcker till. På så sätt kan styrningen göras mer flexibel, utan en betydlig ökning av omloppet.

Funktionen aktiveras när F1 och F4 inte utnyttjar sina max- och fråntider (totalt 42 sekunder) när de är gröna samtidigt. Outnyttjade gröntiden läggs till F3:s ordinarie gröntid nästa gång F3 blir grön. T ex om F1 och F4 har haft grönt samtidigt i 32 sekunder ökas F3:s max- och fråntiden med 10 sekunder (från 30 sekunder till 40 sekunder). Detta gäller endast under ett omlopp, nästa gång återställs tiderna.

4.4 Funktion Hög belastning

Vid en lång köbildning i en tillfart kan det finnas behov att tillfälligt öka flödet i den, för att t ex undvika blockering uppströms.

Syfte med den smarta funktionen är att identifiera köbildning i en tillfart och om köbildningen är bestående öka gröntiden i tillfarten för att öka fordonsflödet nästa gång gruppen får grönt.

Funktionen aktiveras när bortre detektorn (130 m från stopplinjen) för tillfart F4 har varit belagd i minst 12 sekunder i ett 60 sekunders intervall. Funktionen anmäler fiktiv grupp F14 med 10 sekunder

längre maxtid och förlängs av samma detektorer som F4. F4 kommer att vara grön så länge som F14 är grön.

5 Resultat

Simuleringen har genomförts i VISSIM med testfall för respektive funktion enligt avsnitt 4, med respektive funktion aktiv. Dessa har sedan jämförts med respektive testfall där funktionerna är ej aktiva. Simuleringarna genomförs med fem körningar med varierande slumpstal. Detta innebär att varje simuleringskörning och dess resultat skiljer sig åt. Denna variation kan ses som den naturliga dagliga variationen av trafiksituationen. Resultaten som presenteras i denna rapport är ett medelvärde av respektive alternativs fem replikationer, om inte annat anges. Kvalitativa slutsatser är baserade på utdata och visuell analys av flera simuleringskörningar.

Samtliga testfall simuleras i två timmars intervall, samt en uppvärmningskvart. Utdata utvärderas för den andra simulerade timmen då trafiksituationen har stabiliserats och eventuella köbildningar aggregerats. Funktionernas effekter utvärderas med hjälp av olika nyckeltal. De nyckeltal som används är globala parametrar för genomsnittlig fördröjning samt totala restiden i systemet. Dessutom redovisas även restider i alla relationer samt genomsnittliga och maximala kölängder i respektive tillfart (resultat redovisas ej i denna rapport).

5.1 Funktion borttagen återupptagning

Funktionen fungerar enligt plan både baserat på visuell observation av simuleringarna och analys av utdata. Resultaten visar på effektivisering av signalen, där de sista ströfordonen på huvudleden inte förlänger gröntiden när tillräcklig många fordon står och väntar på tvärgatorna. De numerära effekterna är små, men positiva, där trafiken på tvärgatorna blir "vinnare". Gröntiderna för huvudleden minskar något, medan tvärgatorna får en liten ökning av gröntid. Funktionen aktiveras nästan i alla omlopp under simuleringsintervallen, 40-60 gånger per timme.

5.1.1 Globala effekter

Återupptagning, globala parametrar, 2-a timmen

| Körning | Fördröjning per fordon/cykel/ fotgängare (s) | Restid totalt (s) |
|-------------------|---|-------------------|
| 1 | -1,63 | -3438,1 |
| 2 | -0,5 | -1168 |
| 3 | -0,4 | -839,7 |
| 4 | -0,03 | 54,2 |
| 5 | -0,16 | -361,7 |
| Medel | -0,54 | -1150,66 |
| Standardav | 0,64 | 1216,84 |

Tabellen ovan visar på globala effekter i hela modellen. Skillnaden i värden mellan scenario där smarta funktionen är aktiv och jämförelsescenario med konventionella styrningen redovisas. Nyckelvärden som redovisas är genomsnittsfördröjning per fordon/cykel/gående i modellen samt total restid i hela modellen under andra simuleringstimmen. Resultaten visar på en mindre global förbättring i restid och fördröjning.

5.1.2 Restider

Återupptagning, restider, medel 2-a timmen

| Riktning | Aktiv (s) | Ej aktiv (s) | +/- (s) |
|----------|-----------|--------------|---------|
| V->N | 56 | 58,76 | -2,76 |
| V->Ö | 47,53 | 48,19 | -0,66 |
| V->S | 48,39 | 48,02 | 0,37 |
| N->V | 40,8 | 37,39 | 3,41 |
| N->Ö | 57,48 | 57,74 | -0,26 |
| N->S | 33,62 | 33,32 | 0,3 |
| Ö->V | 48,37 | 48,83 | -0,46 |
| Ö->N | 38,61 | 40,05 | -1,44 |
| Ö->S | 50,91 | 50,07 | 0,84 |
| S->V | 59,02 | 59,91 | -0,89 |
| S->N | 41,89 | 43,02 | -1,13 |
| S->Ö | 46,76 | 45,06 | 1,7 |

Tabellen visar restider under andra simuleringstimmen i korsningens samtliga relationer för scenario där funktionen är aktiv, respektive jämförelsescenario där konventionell styrning används (ej aktiv). Som det framgår blir den största restidsökningen för högersvängande trafiken norrifrån, medan största restidsminskningen uppstår för tvärgatornas trafik (som svänger norrut).

5.2 Maxtidsgenomslag

Funktionen fungerar enligt plan, baserat på både visuell observation av simuleringen och signalväxlingsloggen. Genomsnittliga inverkan på globala trafiksituationen i modellen är inte särskilt stor, det förekommer både körningar där totala restider och genomsnittliga fördröjningarna har förbättrats och körningar där dessa värden försämrats. Stora vinnaren är vänstersvängen norrifrån (F5) som prioriteras enligt plan samt hela norra tillfarten (F4) som hänger på vänstersvängen när den motriktade lågtrafikerade vänstersvängen gått till rött. Detta sker på bekostnad av konflikterande strömmar, trafiken från väst får den största restidsökningen.

Gröntider för F5 under ett antal omlopp vid funktionen aktiv. Gröna rutor anger av funktionen förlängda gröntider.

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| omlopp | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| F5 gröntid (s) | 8,1 | 22,2 | 16 | 31,7 | 22,6 | 18,5 | 24,3 | 23,4 | 20,4 | 27 | 23,4 | 23,3 | 25,8 |
| omlopp | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| F5 gröntid (s) | 23,4 | 23,3 | 26,7 | 23,4 | 23,4 | 31,7 | 18,5 | 16 | 24,3 | 13,9 | 16,8 | 23 | 19,2 |

Tabellen ovan visar aktiveringsförloppet för funktionen under en serie av 26 stycken omlopp. Funktionen fungerar enligt plan. Varje gång det sker två maxtidsgenomslag (grönt över 15 sekunder) för F5 aktiveras funktionen och gruppen får en maxtid + fråntid på 32 sekunder (gröna rutor). Hela möjliga gröntiden utnyttjas inte varje gång, men F5 får ändå en god avveckling under dessa omlopp som bl a minskar risk för tillbakablockering.

5.2.1 Globala effekter

Maxtidsgenomslag, globala parametrar, 2-a timmen

| Körning | Fördröjning per fordon/cykel/fotgängare (s) | Restid totalt (s) |
|-------------------|---|-------------------|
| 1 | -2,73 | -3930,1 |
| 2 | 2,93 | 6698,4 |
| 3 | 0,89 | 4470,2 |
| 4 | 1,5 | 3767,9 |
| 5 | -2,3 | -4277,4 |
| Medel | 0,06 | 1345,80 |
| Standardav | 2,47 | 5092,50 |

Resultaten visar i genomsnitt oförändrad fördröjning och en mindre försämring på totalrestiden. Variation förekommer mellan olika

körningar, i vissa minskar fördröjningen mellan i andra ökar dessa. Standardavvikelsen för fördröjningen är ca 2,5 sekunder per trafikant.

5.2.2 Restider

Maxtidsgenomslag, restider, medel 2-a timmen

| Riktning | Aktiv (s) | Ej aktiv (s) | +/- (s) |
|----------|-----------|--------------|---------|
| V->N | 114,36 | 102,99 | 11,37 |
| V->Ö | 79,9 | 76,89 | 3,01 |
| V->S | 82,66 | 81,77 | 0,89 |
| N->V | 49,85 | 57,13 | -7,28 |
| N->Ö | 93,37 | 99,69 | -6,32 |
| N->S | 46,82 | 49,74 | -2,92 |
| Ö->V | 62,15 | 60,37 | 1,78 |
| Ö->N | 43,57 | 43,22 | 0,35 |
| Ö->S | 62,22 | 59,35 | 2,87 |
| S->V | 76,74 | 72,54 | 4,2 |
| S->N | 53,58 | 51,47 | 2,11 |
| S->Ö | 54,58 | 54,88 | -0,3 |

Som det framgår i tabellen ovan minskar restiderna för trafiken norrifrån. I gengäld ökar restiderna för tvären (framförallt västerifrån) samt för trafiken söderifrån.

5.3 Skänkning av gröntid

Funktionen fungerar enligt plan baserat både på visuell observation av körningarna och analys av utdata. Skänkningsfunktionen effektiviserar signalväxlingen med minskade genomsnittliga fördröjningar och totala restider i systemet. Trafiken från tvärgatorna blir vinnare, delvis på bekostnad från huvudleden (pga ökad väntetid). Förbättringarna för trafiken från tvärgatorna är dock märkbart större än försämringen på huvudleden.

Det finns gröntid att skänka från huvudleden till tvärgatorna under ca 30 omlopp per timme. Tillfart F3 utnyttjar funktionen med en ökad gröntid utöver sin vanliga ca 10 gånger per timme, dvs endast när behovet hos F3 finns. Genomsnittlig ökning av gröntiden är knappt fem sekunder. Över två timmars simuleringsintervall får F3 i genomsnitt ca 80 s extra.

5.3.1 Globala effekter

Skänkning, globala parametrar, 2-a timmen

| Körning | Fördröjning per fordon/cykel/fotgängare (s) | Restid totalt (s) |
|--------------|---|-------------------|
| 1 | -5,4 | -17798,5 |
| 2 | 0,25 | 943,5 |
| 3 | -2,03 | -5619,7 |
| 4 | -2,03 | -5467,2 |
| 5 | -3,59 | -9720,4 |
| Medel | -2,56 | -7532,46 |
| Standardav | 2,10 | 6891,02 |

Tabellen ovan visar att funktionen medför minskad genomsnittlig fördröjning och minskade totala restider i modellen.

5.3.2 Restider

Skänkning, restider, medel 2-a timmen

| | Aktiv (s) | Ej aktiv (s) | +/- (s) |
|------|-----------|--------------|---------|
| V->N | 75,51 | 77,15 | -1,64 |
| V->Ö | 69,15 | 75,83 | -6,68 |
| V->S | 68,06 | 72,34 | -4,28 |
| N->V | 52,06 | 49,98 | 2,08 |
| N->Ö | 70,24 | 68,55 | 1,69 |
| N->S | 47,94 | 47,31 | 0,63 |
| Ö->V | 60,33 | 67,92 | -7,59 |
| Ö->N | 55,43 | 62,88 | -7,45 |
| Ö->S | 64,16 | 73,05 | -8,89 |
| S->V | 69,06 | 66,46 | 2,6 |
| S->N | 43,07 | 42,47 | 0,6 |
| S->Ö | 45,35 | 43,25 | 2,1 |

Funktionen medför minskade restider för trafiken från tvärgatorna på västra, respektive östra tillfart. Restiderna för trafiken på huvudleden på norra och södra tillfarten ökar något, förmodligen beroende på ökad väntetid.

5.4 Hög belastning

Funktionen aktiveras ca 10 gånger under andra simulerade timmen, men utnyttjar inte sin potential fullt ut. Under en del omlopp utnyttjas inte den extra gröntiden. Sannolikt kan det förklaras med tillbakablockering från vänstersvängsströmmen, då gröntiden endast ökas för F4 medan F5 har samma gröntider men får längre väntetid. Eventuellt kan det lösas med att öka även F5 något i ett halvvänster, men med risk att F1 påverkas.

Simuleringarna visar på att funktionen, som den är implementerad i testet, har en negativ påverkan på genomsnittsfördröjningen och den totala restiden i modellen.

5.4.1 Globala effekter

Hög beläggning, globala parametrar, 2-a timmen

| Körning | Fördröjning per fordon/cykel/ fotgängare (s) | Restid totalt (s) |
|-------------------|--|-------------------|
| 1 | -0,15 | -296,5 |
| 2 | 3,65 | 7835,9 |
| 3 | 2,79 | 6341,4 |
| 4 | 1,28 | 2900,3 |
| 5 | 0,76 | 1661,6 |
| Medel | 1,67 | 3688,54 |
| Standardav | 1,54 | 3348,46 |

Funktionen medför en ökning av både genomsnittlig fördröjning och den totala restiden i modellen.

5.4.2 Restider

Hög beläggning, restider, medel 2-a timmen

| Riktning | Aktiv (s) | Ej aktiv (s) | +/- |
|----------|-----------|--------------|-------|
| V->N | 67,34 | 65,24 | 2,1 |
| V->Ö | 56,96 | 54,62 | 2,34 |
| V->S | 58,23 | 52,82 | 5,41 |
| N->V | 43,73 | 46,91 | -3,18 |
| N->Ö | 72,35 | 66,06 | 6,29 |
| N->S | 39,62 | 40,52 | -0,9 |
| Ö->V | 57,39 | 55,3 | 2,09 |
| Ö->N | 44,63 | 44,19 | 0,44 |
| Ö->S | 59,57 | 54,85 | 4,72 |
| S->V | 66,08 | 65,85 | 0,23 |
| S->N | 44,67 | 44,5 | 0,17 |
| S->Ö | 43,79 | 45,86 | -2,07 |

Funktionen medför minskade restider för högersvängen och rakt-framströmmen norrifrån. Vänsterströmmen från norr till öst blir dock en förlorare. Sannolikt medför det även att rakt-framströmmen inte kan prioriteras fullt ut.

5.5 Sammanställning resultat

Samtliga funktionerna aktiveras enligt plan.

Effekterna av respektive funktion varierar vilket var förväntat då funktionerna prioriterar olika trafikströmmar. Resultatet kan sammanfattas enligt nedan:

- Återupptagningsfunktionen medför en effektivisering av signalen i lågtrafik med en minskad genomsnittlig fördröjning och minskad total restid i modellen. Lokalgatorna på tvären blir vinnare, på bekostnad av enstaka fordonen i slutet av gröntiden för huvudleden.
- Maxtidsgenomslagsfunktionen löser ett specifikt problem och prioriterar vänstersvängen norrifrån, vilket medför även en helhetsförbättring för den norra tillfarten. Detta sker på bekostnad av de andra strömmarna (tvärgatorna och södra tillfarten på Bergslagsvägen). Effekterna varierar mellan olika körningar men sammantaget är i princip ett nollsummespel.
- Skänkningsfunktionen effektiviserar växlingen under lågtrafik och förbättrar för trafiken på lokalgatorna i tvären. Huvudleden får något längre väntetid som dock övervägs av restids- och körlängdsvinsterna i tvären. Totalt sett medför funktionen en förbättring i modellens globala trafikparametrar.
- Funktionen för hög beläggning aktiveras enligt plan, men utnyttjar inte sin potential fullt ut i testerna. Ett anmärkningsvärt resultat är att körlängderna norrifrån inte minskar utan snarare ökar i modellen. Totalt sett medför funktionen en försämring på genomsnittlig fördröjning och köbildning i modellen.