

RAPPORT

Kodningsprinciper Dynameq



Trafikverket

Postadress: Neptunigatan 56, 211 18 Malmö

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig

Dokumenttitel: Kodningsprinciper – Dynameq

Version: 1.0

Författare: Irvenå Johan, PLep

Dokumentdatum: 2024-08-20

Innehåll

1 Inledning	5
1.1 Bakgrund	5
1.2 Syfte	5
2 DTA.....	6
3 Förutsättningar och indata	7
3.1 Efterfrågan.....	7
3.1.1 Tidsindelning	7
3.1.2 Uppvärmning och avveckling	8
3.2 Fordonsfördelning.....	8
3.3 Hastighetsfördelning	9
3.4 Generaliserad kostnad.....	10
3.5 Anläggningstyper (Facility Types).....	10
4 Uppbyggnad av modell	11
4.1 Trafikflöden – Centroider	11
4.2 Korsningar – Noder	12
4.2.1 Cirkulationsplatser	13
4.2.2 Väjnings-/stopplikt.....	14
4.2.3 Trafiksignaler	14
4.3 Vägar – Länkar	16
4.3.1 Växlingssträckor och påfarter.....	17
4.3.2 Avfarter.....	19
4.4 Kollektivtrafik	19
4.5 Tidsberoende - Events.....	19
5 Nätverksutläggning	20
5.1 DTA.....	20
5.2 Assignment.....	20
5.2.1 OD-paths	20
5.2.2 Generaliserad kostnad.....	21
5.2.3 Convergence	21
5.3 Vehicle types	22
5.4 Control plans	22

5.5 Results	22
5.6 Advanced	23
5.7 Random Sequence.....	24
6 Verifiering	25
6.1 Konvergens	25
6.2 Waiting	26
6.3 Animation	27
6.4 Trafikmätningar.....	27
7 Kalibrering.....	28
8 Validering	30
9 Resultat.....	31
Bilaga 1 – Exempel på hastighetsklasser	32
Bilaga 2 – Cirkulationsplatser	35
Bilaga 3 – Påfarter och växlingssträckor	39
Bilaga 4 – Exempel svensk signalsättning	41
Bilaga 5 – Jämförelse av trafikgeneratorer.....	45

1 Inledning

Detta är första versionen av kodningsprinciper för Dynameq och det kommer vara ett levande dokument som fylls på efterhand.

1.1 Bakgrund

Trafikverket har tagit fram två stycken större modeller i Dynameq för Göteborg och Stockholm med omnejd. Tanken är att detta dokumentet ska samla erfarenheter från arbetena med Dynameq och kunna ge rekommendationer av vad som är bäst praxis.

Dynameq är en programvara som är utvecklad av Bentley Systems.

1.2 Syfte

Ge råd och stöd när det kommer till kodning och parametersättning i Dynameq.

2 DTA

För mer information om DTA, dynamic traffic assignment, rekommenderas i första hand dessa två publikationer:

[Dynamic Traffic Assignment: A Primer \(trb.org\)](#)

[Guidebook on the Utilization of Dynamic Traffic Assignment in Modeling \(dot.gov\)](#)

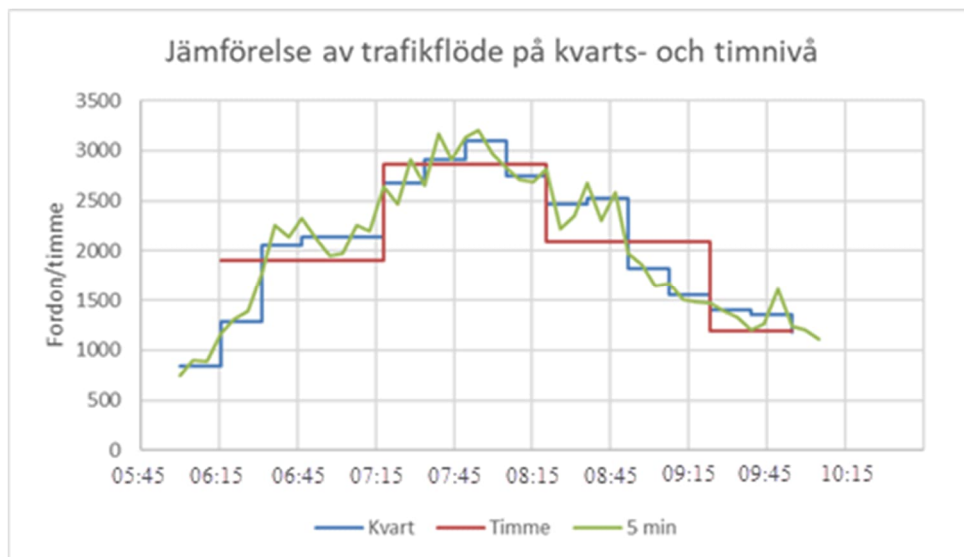
3 Förutsättningar och indata

3.1 Efterfrågan

Efterfrågan i Dynameq beskrivs i matriser som är definierade i tid, det vill säga när efterfrågan börjar och slutar för respektive matris.

3.1.1 Tidsindelning

Beroende av vilka effekter som ska studeras kan matrisernas/efterfrågans tidsupplösningen behöva justeras. Den bör vara på minst 15 minuter men vid behov kan upplösningen behöva vara finare för att kunna beskriva hur trafikflöden varierar. I figur 1 visas hur trafiken kommer in i modellen beroende av om den avrundas till 5, 15 eller 60 minuter. Exempelvis beskrivs inte den första toppen vid 06:45 med en upplösning på 15 minuter eller högre. Relativa ökningarna över avgångstidsintervall bör vara rimliga.

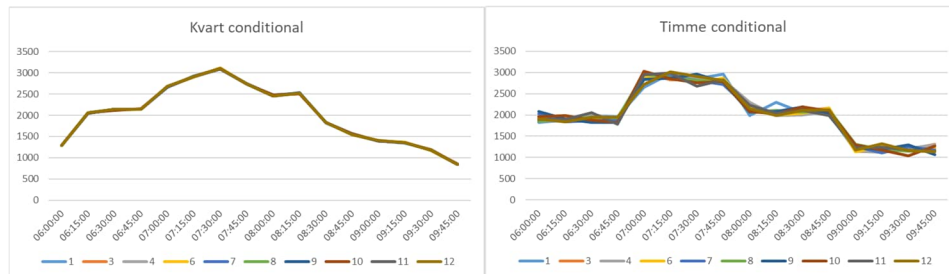


Figur 1. Jämförelse av trafikflöden på 5 minuter, kvarts- och timnivå.

I Dynameq blir det skillnad på hur trafiken kommer in i modellen beroende av hur långa tidsperioderna är. Med längre tidsperioder kan det bli större skillnader av trafikflödet då trafiken slumpas in i modellen och det kan bli mer trafik i början och mindre i slutet samt vice versa. Det blir mindre kontroll på att trafikflödena överensstämmer mot de uppmätta, vilket kan försvåra kalibrering.

I figur 2 redovisas en jämförelse mellan 10 stycken centroider och hur trafiken kommer in i modellen från respektive. I det här exemplet används *conditional*, viss variation av antal fordon och avresetidpunkt, för att generera trafiken. Den högra bilden, tim-nivå, visar på att det är en större

variation mellan hur trafiken kommer in i modellen jämfört med kvartsnivå, bilden till vänster, som ger mindre spridning. Med mindre variation av antal fordon och avresetidpunkt är sannolikheten större att trafiken hamnar på rätt ställe i modellen vid rätt tidpunkt.



Figur 2. Jämförelse av trafikfördelning mellan kvarts- och timnivå.

3.1.2 Uppvärmning och avveckling

Med uppvärmning och avveckling av trafiken menas perioderna före och efter analysperioden (period för resultatuttag).

Uppvärmningsperioden i modellen skall vara dubbelt så lång tid som det tar att köra den längsta ruten i tid avrundat uppåt till 15 minuter.

Vill man även kunna plocka ut resultat för alla fordon som påbörjar sin resa under analysperioden behöver trafik även läggas in i perioden för avveckling. Avvecklingsperioden med inlagd trafik behöver vara så lång att alla fordon som påbörjar sin resa under analysperioden hinner avsluta sin resa.

I Dynameq är simuleringsperioden dubbelt så lång som perioden med efterfrågan. Detta görs eftersom det vid de första iterationerna råder stor trängsel och modellen måste få möjlighet att mäta restiden för alla fordon hela resa för bättre beräkning av ruttval i de kommande iterationerna.

Tabell 1. Rekommendation för uppvärmning och avveckling.

Rekommendation	
Uppvärmning	Dubbelt så lång i tid som det tar att köra den längsta ruten avrundat uppåt till 15 minuter.
Avveckling	Dubbelt så lång tid som perioden med inlagd efterfråga.

3.2 Fordonsfördelning

Trafikflöden ska vara uppdelade på olika fordonstyper som har inverkan på resultatet till exempel personbil, lätt lastbil, tung lastbil utan släp och tung lastbil med släp. Längden på fordon har inverkan på kapaciteten samt att tunga fordon har andra egenskaper som framförallt

hastighetsfördelning. Fordonsfördelningen ska representera fordonsflottan.

Det är främst två parametrar i Dynameq som styr kapaciteten för olika fordonstyper: *Effective length* och *Response time*. Dessa behöver definieras för respektive fordonstyp.

Tabell 2. Definitioner *Effective length* och *Response time*.

	Definition
Effective length	Längden på fordon inklusive avståndet mellan fordon vid kö. Bör bestämmas utifrån underlag.
Response time	Påverkar avståndet mellan 2 fordon och därmed det maximala trafikflödet.

I tabellen nedan beskrivs de rekommenderade värdena för *Effective Length* och *Maximum speed* samt vilken härad *Response Time* bör ligga inom enligt Bentley. *Maximum speed* används för att modellera fordon med lägre tillåten högsta hastighet, exempelvis bussar och lastbilar.

Tabell 3. Rekommendationer för respektive fordonstyp.

Attribut	Personbil	Lastbil utan släp	Lastbil med släp	Kollektivtrafik
Effective Length	6,5 m	12 m	22 m	-
Response Time	0,75–1,5 s	1,5–2,5 s	2,0–3,0 s	1,5–2,5 s
Maximum Speed	200 km/h	92 km/h	84 km/h	-

3.3 Hastighetsfördelning

I Dynameq anges hur hastigheten förhåller sig i procent till den hastighet som anges på länkar och i noder, vanligtvis den skyltade hastigheten men även friflödeshastighet används med fördel. Det går inte att ansätta olika fördelning för olika hastighetsnivåer utan fördelningen är densamma för alla hastigheter. Hastighetsfördelningarna bör bygga på observerade data.

Beroende av om skyltad hastighet eller friflödeshastighet används i modellen bör hastighetsfördelningen justeras för att korrigera för detta.

Tabell 4. Definitioner hastighetsfördelning.

Attribut	Definition
Speed Percentage	Definierar den önskade hastigheten för en fordonstyp för varje given länk som en procentandel av den angivna hastigheten på länkar och i noder. Har inte en betydande

Attribut	Definition
	inverkan på kapaciteten. Programutvecklarna rekommenderar att den ska ligga i intervallet 85–115 %.

För exempel på hastighetsfördelning se bilaga 1.

3.4 Generaliserad kostnad

I Dynameq kan en generaliserad kostnad anges för varje fordonsklass som används vid nätutläggningen. Som standard att använda finns det restid, avstånd och restid utifrån friflödes hastighet.

Med generaliserad kostnad kan ytterligare kostnader tas hänsyn till utöver restiden såsom exempelvis vägtullar och andra faktorer som påverkar ruttval. Till exempel att förare föredrar motorvägar, kortare avstånd, färre svängar etc. Ofta beskrivs den generaliserade kostnaden i monetära termer men omvandlas till tid. Har man flera termer i sitt uttryck som var och en representerar en specifik effekt behöver de ha samma enhet, exempelvis sekunder.

3.5 Anläggningstyper (Facility Types)

Beskriver hierarkin för länkar och används av Dynameq vid användningen av mallar för prioritering av trafikflöden vid exempelvis korsningar. Lägre nummer ger högre prioritet. Kan exempelvis användas för att ansätta en hastighet för en viss *Facility Type* och få ut resultatet uppdelat på olika *Facility Type*. Har ingen påverkan på resultatet.

4 Uppbyggnad av modell

Generellt bör uppbyggnaden av en Dynameq-modell göras noggrant. Man bör tänka mikrosimulering, d.v.s. korrekta geometrier, längder på körfält och regleringar i korsningar.

4.1 Trafikflöden – Centroider

I Dynameq kommer trafiken ut på nätverket via skaft som är kopplade till centroider med virtuella länkar. Respektive centroid har ett matris-id kopplad till sig. I Dynameq bör man ej ansluta skaft (connectors) till riktiga korsningar om det kan påverka hur de riktiga korsningarna fungerar.

Tabell 5. Attribut för centroider.

Attribut	Definition
ID	ID på centroiden. Kan ändras. Går att ställa in under inställningar vilken nummerserie ID ska vara inom när man skapar nya.
Name	Default är samma som ID.
Level	Default 0. Sätter i vilken ordning överlappande objekt ritas upp.

Det finns två sätt att ansluta centroiden till nätverket, antingen genom att skapa ett nytt skaft eller om det redan finns ett befintligt skaft går det att skapa en virtuell länk till den.



Figur 3. Centroid som är kopplad till två skaft via virtuella länkar.

Finns det flera skaft kopplade till en centroid går det att styra användningen av dessa genom att ansätta en kostnad för respektive ingång/utgång.

4.2 Korsningar – Noder

I Dynameq finns det två stycken typer av noder: *junction* och *intersection*. Skillnaden är att *junctions* inte har några konflikterande korsande strömmar men kan ha vävningar medan *intersections* representerar korsningar. Beroende av korsningstyp ska även *Critical Gap*, *Critical Wait* och *Follow-up Time* anges. De värdena som ligger som default för dessa kommer från HCM (Highway Capacity Manual). Under *Project/Settings* går det att justera vad som ligger som standard.

Tabell 6. Attribut för noder.

Attribut	Definition
ID	ID på noden. Kan ändras. Går att ställa in under inställningar vilken nummerserie ID ska vara inom när man skapar nya.
Name	Default är samma som ID. Kan ändras till exempelvis väg-/gatunamn.
Type	<i>Intersection</i> eller <i>junction</i> .
Control Type	Trafiksignal eller ej trafiksignal.
Template	Val av färdiga mallar som sätter framförallt <i>Critical Gap</i> , <i>Critical Wait</i> och <i>Follow-up Time</i> . Standardvärdena för respektive kan ändras under <i>Project/Settings</i> .
Customize	Klickas i vid manuell justering av <i>Critical Gap</i> , <i>Critical Wait</i> och <i>Follow-up Time</i> .

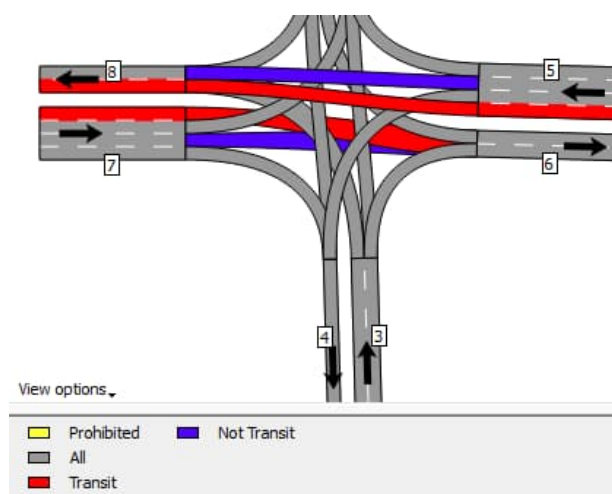
För varje nod bör hastigheten för svängarna justeras så att de har en lägre hastighet än för de som kör rakt fram. Som tumregel kan man utgå från en hastighet som möjliggör säker kurvtagning och det ska vara den lägsta hastigheten under kurvtagning. Som standard sätts annars hastigheten utifrån den inkommande länken.

Tabell 7. Definitioner för noder.

Attribut	Definition
Speed	Default är hastigheten på den inkommande länken. Hastigheten bör justeras och sättas till den lägsta hastigheten under en säker kurvtagning. Påverkar <i>Prot Cap</i> . Standardvärden kan justeras i <i>Project/Settings</i> .
Critical Gap	Minsta tidsluckan som accepteras.
Critical Wait	Påverkar
Follow-Up Time (s)	Minsta tiden mellan 2 fordon. Påverkar <i>Permitted Cap</i> .
Prot Cap (PCU/h/lane)	Högsta trafikflöde som kan uppnås i avsaknad av konflikterande strömmar och trafiksignal. Mättnadsflödet beräknas utifrån <i>Speed</i> samt <i>Effective Length Factor</i> och <i>Response Time Factor</i> för den utgående länken. Om

Attribut	Definition
	hastigheten är samma som för den utgående länken är mättnadslödet samma som för den utgående länken.
Perm Cap (PCU/h/lane)	$(3\ 600) / (\textit{Follow-Up Time})$. Högsta trafikflöde som kan uppnås i avsaknad av konflikterande strömmar och trafiksignal. Kan användas för att fånga effekter av exempelvis skyltning, fotgängare, cyklister m.m. vilka inte är representerade i modellen.

För respektive sväng behöver man också beskriva vilka körfält som går till vilka. Vilket/vilka körfält från den inkommande länken som går till den utgående länken. Detta görs grafiskt.



Figur 4. Exempel på hur körfält går från inkommande till utgående länk samt att det går att dela upp på fordonsklasser.

4.2.1 Cirkulationsplatser

För cirkulationsplatser är det viktigt att justera körfältsindelningarna så att det stämmer överens med vilka rörelser som är tillåtna. Alla länkar i själva cirkulationen ska sättas till *Yes* för *Roundabout*. Till- och frånfarter ska sättas till *No* som är default.

I tabell 8 redovisas rekommenderade värden och i bilaga 2 redovisas resultatet från de utförda testerna som legat till grund för rekommendationerna.

Tabell 8. Rekommenderade värden cirkulationsplatser.

Attribut	Rekommenderade värden	
	Enfältig	Tvåfältig
Critical Gap	2 s	3 s
Critical Wait	60 s	60 s

Attribut	Rekommenderade värden	
Follow-up Time	2,33–2,6 s	2,33–2,6 s

4.2.2 Väjnings-/stopplik

I Dynameq hanteras väjnings- och stopplik med mallarna för antingen AWSC (All Way Stop Control) eller TWSC (Two Way Stop Control). Skillnaden är att för AWSC finns det ingen prioritet mellan trafikströmmarna medan för TWSC finns det en överordnad ström.

Tabell 9. Rekommenderade värden AWSC. (För tillfället saknas rekommenderade värden)

AWSC	Attribut	Rekommenderade värden
Follow-up Time	Through	
	Right turn	
	Left turn	

Tabell 10. Rekommenderade värden TWSC. (För tillfället saknas rekommenderade värden)

TWSC	Attribut	Rekommenderade värden
Critical Gap	Left turn from major	
	Right turn from minor	
	Through traffic on minor	
	Left turn from minor	
	Critical Wait	
Follow-up Time	Left turn from major	
	Right turn from minor	
	Through traffic on minor	
	Left turn from minor	

4.2.3 Trafiksignaler

Trafiksignalerna i Dynameq fungerar i princip som en "one ring controller" men tolkas som en "two ring controller". Sekvensen för respektive fas är **grönt** -> **gult** -> **rött**. Exempelvis i fas 4 och 5 i figur 5 fortsätter vänstersvängen norrifrån ha grönt utan att växla över till gult och rött.

	1	2	3	4
Green	25.00	19.00	0.50	18.50
Yellow	4.00	4.00	0.00	4.00
All Red	5.50	1.50	0.00	8.00



Figur 5. Exempel på kontrollplan i Dynameq.

Kontrollplaner läggs in i Dynameq under vilka tidsintervall de är giltiga. Vid överlappande kontrollplaner i tid prioriteras kontrollplanen som ligger överst i listan. Om det saknas en kontrollplan för en viss tid förlängs den pågående kontrollplanen. Det finns idag inga trafikstyrda signaler i Dynameq förutom för kollektivtrafik. Har man stora skillnader av trafikflöden under exempelvis förmiddagen går det att hantera genom att sätta upp fler kontrollplaner.

Tabell 11. Attribut för trafiksignaler.

Attribut	Definition
Type - Constant	En och samma fas under hela kontrollplanen.
Type - Fixed	Tidsstyrd.
Offset	Antal sekunder signalen ska starta senare.
Cycle	Omloppstid. Kan justeras och grön tiderna uppdateras då proportionerligt.

Se bilaga 4 för exempel på hur svensk trafiksignalstyrning kan hanteras i Dynameq.

För kollektivtrafik går det att välja två stycken olika typer av prioritet. Dels *Phase Insert* (PH-IN) där en extra fas läggs in när ett kollektivtrafikfordon detekteras och dels *Early/Late Green* (EL-GR) där det sker en förlängning eller förkortning av grön tid när kollektivtrafikfordon närmar sig. Det kan ta tid innan signalen återhämtar sig och åter igen blir synkroniserad med övriga trafiksignaler.

Tabell 12. Attribut för trafiksignaler - kollektivtrafikprioritet.

Attribut	Definition
TSP Detect	Beskriver hur långt före trafiksignalen ska ta hänsyn till kollektivtrafik. (sekunder)
TSP Delay	Buffert-tid för att ta hänsyn till extra trängsel. (sekunder)

Tabell 13. Rekommenderade värden trafiksignaler. (För tillfället saknas rekommenderade värden)

Attribut		Rekommenderade värde	
Critical Gap	U-turn		
	Left turn - Through		
	Left turn - right		
	Turn on red		
Critical Wait			
		T-follow	Q-perm
Follow-up Time	U-turn		
	Left turn		
	Right turn		
	Through		
	Turn on red		

Tips:

- Skapa kontrollplan – Kontrollplanen kommer att skapas för den tidsperioden som resultatet under simulering är satt till.
- Grön korridor – Skapa *user path* för att skapa en korridor för att beräkna bästa gröntiden. Behöver inte vara genomgående flöde. Ordningen man har korridorerna bestämmer prioritet av dem vid optimeringen.
- Vid automatisk omräkning av gröntider – välj de trafiksignaler, noder, som ska räknas om och skapa *set* ifall inte alla ska räknas om.
- Går att skripta signaler med Python men det går inte att ändra trafiksignalerna med Python under körning.

4.3 Vägar – Länkar

För varje länk ska antal körfält läggas in och friflödes hastigheten/skyltad hastighet ska sättas samt om det ska vara en korrigerig av fordonsklassers *Effective Length* respektive *Response Time*. *Response Time Factor* är den huvudsakliga parametern för att justera kapaciteten vid flaskhalsar.

I tabellen nedan gås attributen för länkar igenom.

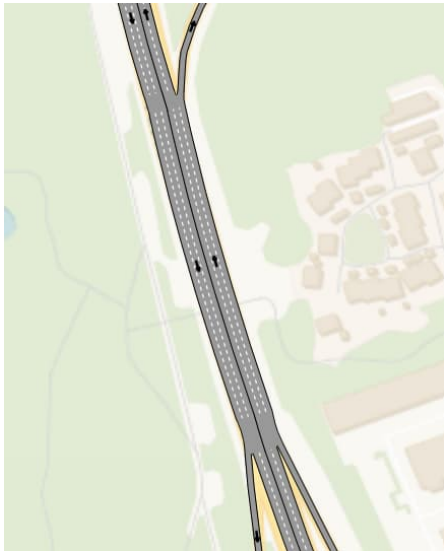
Tabell 14. Attribut för länkar.

Attribut	Definition
ID	ID på länken. Kan ändras. Går att ställa in under inställningar vilken nummerserie ID ska vara inom när man skapar nya.
Group	Default är samma som ID. Kan användas för att summera resultat på flera länkar och då sätts <i>Group</i> till samma nummer för dessa.
Name	Default är samma som ID. Kan ändras till exempelvis väg-/gatunamn.
Length	Kan sättas till valfri längd men den faktiska längden finns sparad i attributet "default_length". För att sätta alla länkar till "default_length" kan nätverkskalkylatorn användas: "ulength = 0"
Lanes	Antal körfält och bör sättas till det faktiska antalet.
Roundabout	Default No. Om länken är en cirkulerande länk i en cirkulationsplats ska den sättas till Yes.
Facility type	Default 0 - Undefined. Se anläggningstyper
Start shift	Offset för länkens början i förhållande till noden.
End shift	Offset för länkens slut i förhållande till noden.
Level	Default 0. Sätter i vilken ordning överlappande objekt ritas upp.
Direction	Länkens färdriktning

För att justera om körfält ska vara avstängda eller tillåtna för alla eller enbart några fordonsklasser görs det under *Class Permissions*. Det ska representera hur det är i verkligheten och vid rätt tidpunkt. Det kan exempelvis vara parkering, busskörfält, omkörningsförbud för lastbil etc. Är det enbart under vissa tidsperioder det ska gälla läggs det in som events.

4.3.1 Växlingssträckor och påfarter

För växlingssträckor har tester gjorts för att se hur *Response Time Factor* (RTF) påverkar kapaciteten, se bilaga 3. Hur lång sträcka som kodas in där själva vävningen sker påverkar inte kapaciteten utan enbart förändringen av RTF. Ett bra utgångsläge redovisas i tabellen nedan men det är viktigt att se över vid objektsanalyser då kapaciteten kan variera för respektive anläggning, beroende av längd på växlingsfält m.m.



Figur 6. Exempel på kodning av växlingssträcka.

Tabell 15. Rekommenderade värden växlingssträckor.

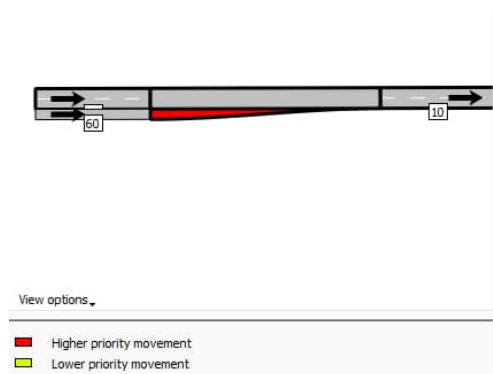
Attribut	Rekommenderade värden
Response Time Factor	1,2 (utgångsvärde)
Effective Length Factor	1,0

Ett bra utgångsläge för påfarter redovisas i tabellen nedan men det är viktigt att se över vid objektsanalyser då kapaciteten kan variera för respektive anläggning, beroende av längd på vävningfält m.m.

Tabell 16. Rekommenderade värden påfarter.

Attribut	Rekommenderade värden
Response Time Factor	1,2 (utgångsvärde)
Effective Length Factor	1,0

För påfarter och vävningar går det också att använda sig av *junction*. Då går det exempelvis att styra vilken ström som har prioritet, se figur 14.



Figur 7. Exempel på kodning av växlingssträcka med junction.

Tabell 17. Rekommenderade värden för vävning vid användning av junction enligt Bentley.

Attribut	Rekommenderade värden
Critical Gap	2,0 (utgångsvärde)
Critical Wait	Max 2 x Critical Gap

4.3.2 Avfarter

4.4 Kollektivtrafik

Kollektivtrafik i Dynameq används främst för att se hur den påverkar den övriga trafiken. När man lägger in nya fordonstyper för transit ska samma uppgifter anges som för övriga Response Time, Effective Length m.fl.

När en linje ska skapas väljs bland annat om det ska vara buss eller spårvagn under *Line Type*. Buss har möjlighet att byta körfält medan spårvagn inte kan byta.

4.5 Tidsberoende - Events

Tidsberoende events gör att man kan använda ett scenario för att exempelvis hantera vägar som är eller inte är tillgängliga för vissa trafikanter under vissa tidpunkter på dygnet. D.v.s. man behöver inte skapa olika scenarion för förmiddag och eftermiddag utan skillnaderna går att hantera med hjälp av events.

Exempelvis:

- Kollektivtrafikkörfält som är öppet för övrig trafik under vissa tidpunkter.
- Tidsbegränsade omkörningsförbud för lastbilar.

5 Nätverksutläggning

5.1 DTA

5.2 Assignment

Assignment intervals beskriver hur ofta modellen uppdaterar ruttvalet. 15 minuter är rekommenderat, längre tidsperioder blir oftast inte tillräcklig upplösning på det tidsberoende ruttvalet.

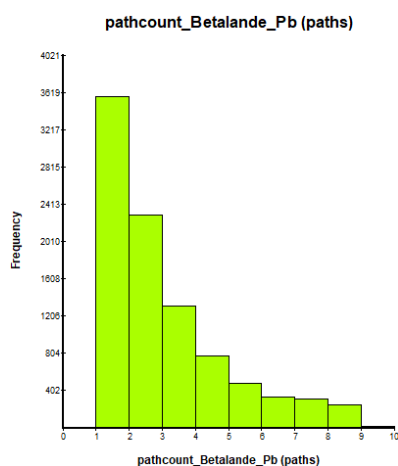
För respektive fordonsklass väljer man vilken matris som ska användas. Det finns även möjlighet till att justera storleken av matrisen i procent som till exempel kan användas vid känslighetsanalyser.

5.2.1 OD-paths

OD-paths styr hur många ruttval det max ska beräknas mellan respektive relation. OD-paths bör vara minst 10, men kan behöva vara fler om modellen är stor. Den skall dock sättas till max 50 % i förhållande till antal iterationer.

OD-paths hittas 1 per iteration tills antalet som valts uppnåtts. Sedan hålls de fasta för att därefter hitta bästa jämvikten. Modellen kommer inte lägga ut trafik på alla paths utan det är beroende av hur bra de är. För de flesta av relationerna kommer det vara relativt få som används.

För att verifiera hur många ruttor som används kan man använda sig av *path-count matrix histogram*, se figur 8.



Figur 8. Histogram över path-count.

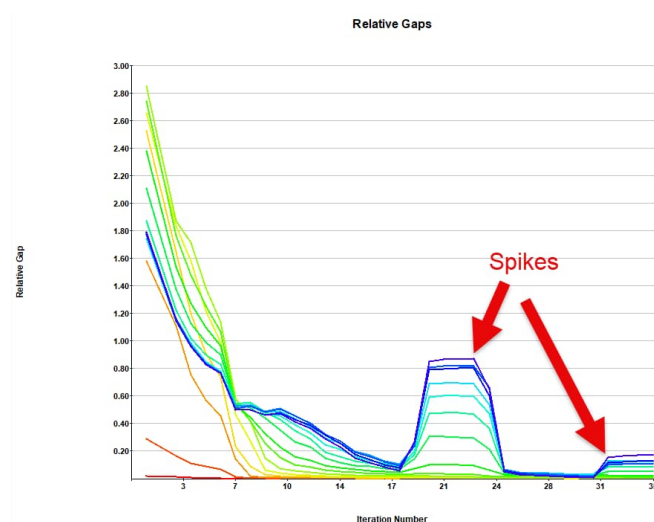
5.2.2 Generaliserad kostnad

Ställs in för respektive fordonsklass.

5.2.3 Convergence

Vid perfekt DTA så har alla rutter mellan en viss start- och slutpunkt samma restid men det är dock svårt att uppnå jämvikt, equilibrium, i DTA-modeller.

I Dynameq kan man använda sig av två sätt för att stanna körningen, dels maximalt antal iterationer och dels när *Maximum Relative Gap* har uppnåtts. Relative gaps beskriver hur nära den optimala lösningen modellen är och beräknas för varje tidsperiod. Det är inte nödvändigt att använda relative gaps som slutkriterium, det viktiga är att titta på hur de sista iterationerna varit, dels ska relative gaps inte längre minska och det ska inte förekomma några "spikes", se figur 9. Desto mer trängsel det är i en modell desto högre relative gaps kommer den ge och det går inte att åtgärda med fler iterationer.



Figur 9. Exempel på "spikes".

Tabell 18. Rekommendation iterationer och relative gap.

Attribut	Rekommenderade värde
Maximum number of iterations	Tillräckligt många så att relative gaps inte har minskat de sista 10 iterationerna.
Maximum relative gap (%)	1 % - Som tumregel kan dock allt under 5 % anses som relativt bra. Dock beroende av hur relative gaps varit de sista 10 iterationerna.

Se mer om konvergens under verifiering.

5.3 Vehicle types

Under vehicle types sätts andelar av matrisen för respektive fordonsklass som ska representera fordonsflottan. Det är främst fördelningen av hastighet som justeras här men det kan även vara att inom fordonsklasser finns det en fördelning mellan olika *response times*.

Vehicle type factors bör vara satta till 1 men kan ändras för att testa påverkan från dem vid till exempel känslighetsanalyser.

5.4 Control plans

Under Control plans klickar man i vilken/vilka som ska användas.

5.5 Results

Under Results ställer man in under vilken/vilka tidsperioder resultatet ska samlas in för. Intervall för resultat sätts till den upplösning som man vill presentera på. Det har ingen påverkan på resultatet.

Det går även att justera tidsperioderna och intervallen för resultaten och enbart köra om den sista iterationen för att få ut resultat med annan upplösning.

5.6 Advanced

Under fliken *Advanced* görs inställningar för hur trafiken ska genereras och andra inställningar som kan hjälpa modellen att konvergera.

Tabell 19. Definitioner DTA advanced.

Demand		
Traffic generator*	Traffic generator	3 stycken metoder för generering av trafik finns inlagt i Dynameq. De påverkar antal fordon som genereras och/eller deras avresetidpunkt.*
	Conditional	Rekommenderas – Trafiken får en viss variation av både antal fordon och avresetidpunkt. Variationen har större spridning vid längre tidsintervall av efterfrågan.
	Poisson	Rekommenderas ej då den ger för stor variation av antal fordon som genereras.
	Constant	Ger liknande resultat som conditional men genererar fordon med samma tidsavstånd mellan avresetidpunkt.
	Single bucket rounding	Rekommenderas att vara av. När den är av skapas olika "single bucket rounded" matriser för respektive efterfrågematris och iteration. Ruttvalen blir mer representativa och det blir mindre skillnad mellan olika slumpfrön. Körningen tar dock längre tid.

* Se bilaga för jämförelse.

Path-options

O-D path pruning	Anger minsta andel av flödet som en rutt kan ha. Om en rutt har mindre än det angivna flödet flyttas det till andra rutter. Mindre påverkan av resultat och rekommenderas att inte ändras.
Dynamic damping	Mindre påverkan av resultat. Genom att öka värdet kan modeller med mycket trängsel hjälpas att konvergera.
Dynamic O-D path search	

Övriga parametrar

Random Sequence	Påverkar slumpmässigheten i modellen – exempelvis antal fordon och avresetidpunkt.
Adaptive simulation delay threshold	Aktiveras när angiven tid är uppnådd – Kan hjälpa DTA algoritmen att hitta bättre lösningar då den tillåter en viss mängd fordon ta sig förbi köer, vilket underlättar identifieringen av rutter. Optimalt bör den inte aktiveras under sista iterationen.

Övriga parametrar

Thread Performance	Default är 2 vilket rekommenderas. Sätts den till 1 minskar användningen av ram-minne men körningen tar längre tid.
---------------------------	---

Beta	Kan snabba upp körningen men kan påverka resultatet. Rekommenderas att vara av.
-------------	--

5.7 Random Sequence

Det finns möjlighet att köra modellen med olika slumpfrön vilka bland annat påverkar antal fordon och avresetidpunkt. För en väl konvergerad modell ska det dock ge samma resultat. Större tidsintervall på matriserna kan dock ge skillnader mellan slumpfrön då det kan ge en större spridning.

Det finns skript för att köra med olika slumpfrön och för att beräkna ett medelvärde mellan de olika slumpfröna.

6 Verifiering

Verifiering syftar till att kolla av modellen så att den fungerar som den ska. I en väl verifierad modell ska ytterligare korrigeringar inte behöva göras efter att man gått in i kalibreringsfasen. Detta är något man behöver göra innan man börjar jämföra modellerade trafikflöden med uppmätta. Efter verifiering ska modellen vara stabil och konvergera samt att ändringar av indata ska leda till logiska ändringar i utdata.

6.1 Konvergens

Vid perfekt DTA så har alla rutter mellan samma start- och slutpunkt lika restid men det är dock svårt att uppnå jämvikt, equilibrium, i DTA-modeller.

Att se över hur väl en modell konvergerar kan hjälpa till att se om det finns några problem. Konvergerar inte modellen kan det oftast härledas till någon av dessa 3 orsaker:

- Kodningsfel.
- För hög efterfrågan (prognosår).
- För låg kapacitet i nätverket (prognosår). För nuläge kan det vara felaktig återgivning av kapacitet i nätverket.

Dessa kan bidra till att trängseln i nätverket överskattas och försämrar relative gaps vilket i sin tur kan göra att modellen inte konvergerar.

I de sista 10 iterationerna bör det inte ha skett någon signifikant sänkning av relative gap eller varit några spikes (när relative gaps plötsligt blir mycket högre för en iteration).

- Relative gaps – *Relative Gaps* beräknas för varje tidpunkt och iteration och kommer att stabiliseras för att sedan sluta minska – de faktiska värdena för *Relative Gaps* beror främst på trängselns nivå i modellen. Inte alltid användbart att använda som slutkriterium då det vid hög trängsel gör det svårt för modellen att komma tillräckligt lågt.
 - Allt under 5 % ses som relativt bra.
- Spikes – Troligtvis en allvarlig fördröjning som kan bero på att ruttvalet har ändrats så att det skapas flaskhalsar som blockerar vägar helt. Nätverket behöver ses över men det kan dock vara svårt

att komma till rätta med om efterfrågan i modellen inte matchar kapaciteten i nätverket.

Om problemet med att modellen inte konvergerar härleds till att efterfrågan är för stor i förhållande till nätverkets kapacitet går det i princip inte att komma tillrätta med konvergensen om inte antingen efterfrågan justeras och/eller kapaciteten i nätverket förstärks.

Ett sätt att identifiera flaskhalsar i nätverket är att köra en DTA med ett lägre värde av *Adaptive simulation delay Threshold* under fliken *Advanced* för DTA.

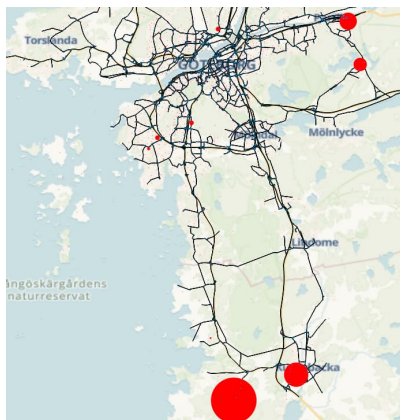
6.2 Waiting

Ett annat viktigt mått att se över är waiting som bör vara 0.

- Waiting – Den tid det tar för fordon att komma ut från centroiden när de har alstrats och visar på om trafiken kommer in i modellen eller ej.

Att *Waiting-Time* uppstår beror på att det är kö från nätverket in i centroiden så att det bildas en virtuell kö i centroiden. Är väntetiden större än 0 under simuleringen indikerar det att det kan finnas låsningar i modellen och/eller att efterfrågan är för stor. En modell med många fordon som väntar utanför är inte valid.

För att kolla av vilka centroider som har väntande fordon utanför modellen kan man sätta centroidernas storlek till waiting, vilket tydligt visar var det finns väntandes fordon som inte kommer ut på nätverket, se exempel i figur 10.



Figur 10. Exempel på centroider med waiting.

För att lösa problemet kan centroiden behöva fler skift för att dela upp trafiken som skall ut på nätverket och/eller fler körfält. Efterfrågan kan också behöva justeras, i storlek och i tid, om det inte är rimligt hur mycket

trafik som alstras per tidsenhet. Det kan även vara så att nätverket inte klarar av att hantera efterfrågan.

6.3 Animation

Ett bra sätt att verifiera modellen kan vara genom att använda sig av animationen i Dynameq. Man ska dock komma ihåg att visualiseringen inte är perfekt utan det finns förenklingar i modellen som gör att det kan se konstigt ut.

Tolkning av animationerna:

- Fordon passerar noder omedelbart då de är modellerade som punkter och inte har någon längd. Längden som noder har delas av de anslutande länkarna.
- Ovanstående punkt gör också så det ser ut som att fordonen trycks ihop i köerna då själva kölängden ska bli korrekt. Desto kortare länk som ansluter en nod desto större andel av nodens längd kommer länkens längd bestå av.
- Vid weaving börjar kön innan själva växlingsområdet, d.v.s. det är ingen kö utmed växlingen.

Tips:

- Det går att ladda fordon i ett mindre område och under valfri tidsperiod.
- Det går att göra screen-line i animationen för att grafiskt se vart fordon ska. Till exempel går det att göra på hela länken alternativt bara på 1 eller fler körfält.

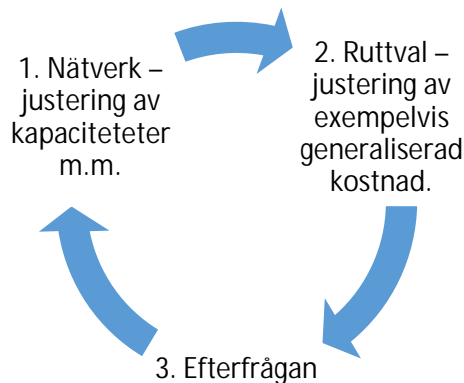
6.4 Trafikmätningar

Dynameq har inbyggt verktyg för att kolla om trafikmätningar som läggs in är konsistenta mot varandra, *Traffic Count Analysis*. Den går att använda sig av för både länkar och svängar. Bra att göra inför kalibrering så att det inte är några trafikmätningar som är inkonsekventa.

7 Kalibrering

Kalibrering syftar till att rätta till de eventuella felaktigheter som modeller har. Det kan handla om för mycket eller för lite trafik, ruttval m.m. Modellen bör ej kalibreras för mycket utan först och främst kalibrera det man tror minst på och justera till det bättre. Oftast går det att få tillgång till bra data att kalibrera mot men man bör också beakta vilka osäkerheter som kan finnas i den. Kalibreringen som görs ska även vara möjlig att ta med sig till prognosår och inte vara för hård.

Kalibreringen bör göras i följande ordning och är oftast cyklisk då behov av att justera nätverket kan uppstå om man justerar ruttval och/eller efterfrågan:



Figur 11. Schematisk ordningsföljd vid kalibrering.

För länkar är det *Response Time Factor* som är den primära parametern för att justera kapaciteten vid flaskhalsar. *Effective Length Factor* påverkar avståndet mellan fordon och har mindre påverkan på kapaciteten. Är faktorn satt till 1.0 för respektive är det default som gäller som är satt under respektive fordonstyp.

Vid kalibrering av korsningar, konflikterande strömmar, är det främst dessa tre parametrar som bör justeras, *Critical Gap*, *Critical Wait* och *Follow-up Time*.

- *Critical Gap* – Bestämmer det maximala flödet för den underordnade strömmen som en function av flödet för den överordnade strömmen.
- *Critical Wait* – Säkerställer ett minsta flöde för den underordnade strömmen när det är ett högt flöde i den överordnade strömmen. Behöver framförallt justeras vid vävningar.

- *Follow-up Time* – Sätter det högsta flödet för den underordnade strömmen när den överordnade strömmen har noll i flöde.

För trafiksignaler kan signaltiderna behöva justeras om flödena som passerar inte stämmer med de observerade flödena. Alternativt är det trafikflödena som behöver justeras. Man kan köra en dta för att få fram flow-rates och få en uppfattning om hur tiderna bör justeras.

Kalibrering av efterfrågan kan exempelvis göras med hjälp av select-link, genom att ta fram matriser som kan användas för att justera efterfrågan nedåt eller uppåt för specifika länkar. Antingen i absoluta tal eller %.

8 Validering

9 Resultat

Vid uttag av resultat kan intervallet på tidsupplösning sättas till vad som då det inte har någon påverkan på resultatet. Det går även att justera tidsupplösningen på resultatet efter att modellen blivit körd. Det räcker då att köra om sista iterationen och välja nytt intervall.

När man exempelvis tittar på fördröjning vid korsningar är det enbart fördröjningen från varje länk som ansluter direkt till korsningsnoden som adderas till noden. För att även få med utbredningen av köer, läs fördröjning, från korsningen behöver länkarna från respektive ben av korsningen läggas till med samma id under *Group* under *Properties*.

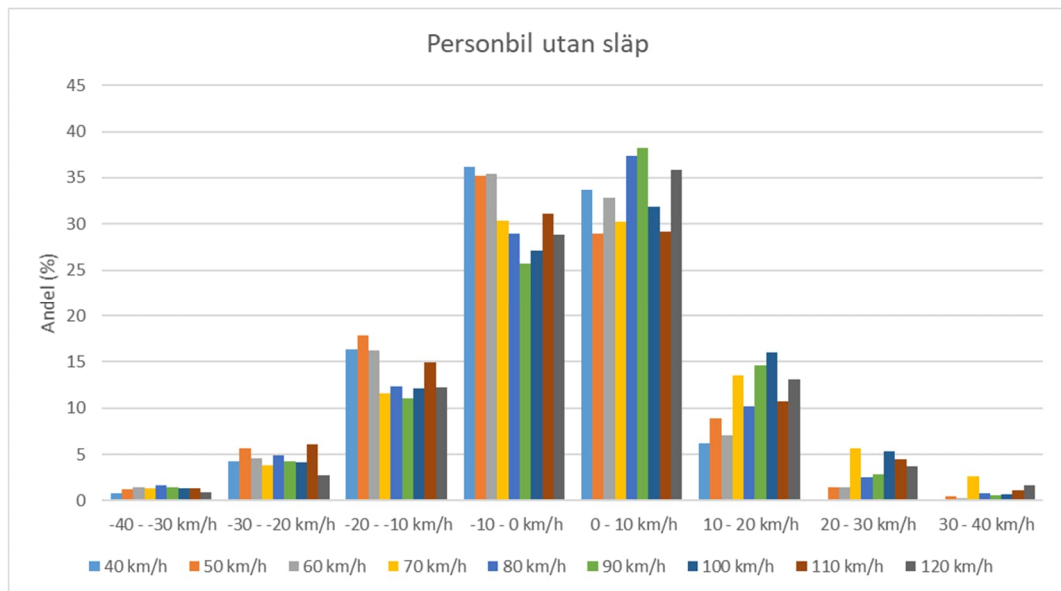
Tabell 20. Definitioner.

Attribut	Definition
Flow	Fordon per timme.
Volume	Antal fordon.

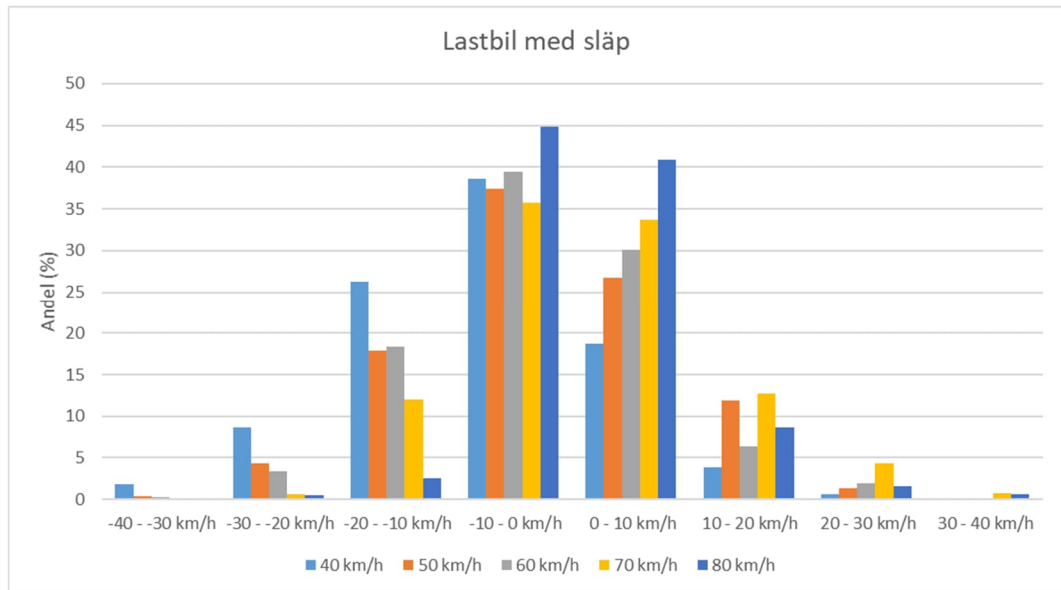
Bilaga 1 – Exempel på hastighetsklasser

Hastighetsklasserna för personbilstrafik och lastbilstrafik bygger på Trafikverkets "Hastighetsundersökning 2020". Undersökningen görs under ett dygn för respektive mätpunkt under perioden 16 maj till 30 september då det är barmark. För mer information om hur undersökningen går till se [FULLTEXT01.pdf \(diva-portal.org\)](#).

De data som använts är för personbil utan släp och lastbil med släp. Samma fördelning har använts för lastbil utan släp som med släp. Skillnaden är att max-hastigheten sätts till 90 km/h för lastbil utan släp och för med släp är max-hastigheten 80 km/h. Se figur XX och XX för hur fördelningen är för respektive hastighetsgräns.



Figur 12. Fördelning av hastighet i förhållande till respektive hastighetsgräns. Personbil utan släp.



Figur 13. Fördelning av hastighet i förhållande till respektive hastighetsgräns. Lastbil med släp.

I Dynameq ansätts hur hastigheten förhåller sig i procent till friflödehastigheten. Se figur XX för exempel där Klass_25 för personbil är satt till 125 %. Från undersökningen är facken i absoluta tal vilket blir en diskrepans mellan Dynameq och de uppmätta. Det går ej heller i Dynameq att ansätta olika fördelning för olika friflödehastigheter. Facken som används i Dynameq är Klass_85 upp till Klass_35 i steg av 10 %, totalt 6 stycken fack.

Personbil

- Lastbil_utan_slap
- Lastbil_med_slap

Copy Delete

types

- Generic
- Klass_35
- Klass_25
- Klass_15
- Klass_05

Add Copy Delete

microscopic

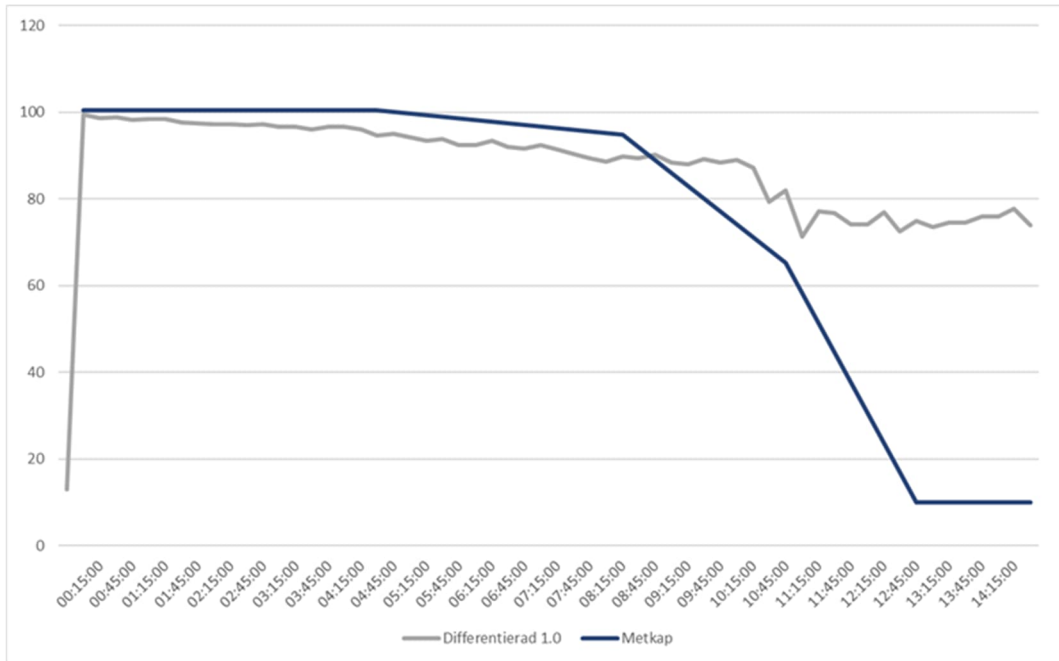
Name	Unit	Value
Effective Length	m	6.25
Response Time	s	1.25
Maximum Speed	km/h	200.00
Speed Percentage	%	125.00

Sedan vid inmatning är fordonsfördelning 90 % personbilar och 10 % tung trafik se figur XX. Ett första utkast gjordes av fördelningen enligt ovanstående fördelningar. Sedan har de kalibrerats in, framförallt för personbil där en del trafik behövde flyttas upp till de högre klasserna för att få en högre friflödehastighet vid låga fordonsflöden.

Class	Matrix	O-D Paths	Percent
Default	None	-	100%
Personbil	Personbil stegringsmz	1	90%
Lastbil_utan_slap	Lbu stegringsmatrix	1	4%
Lastbil_med_slap	Lbs stegringsmatrix	1	6%

100 MV 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
		Pb	LBn	Lps
Alla typsekt	0	100,5	88,5	83,5
Brytpunkt 0	0	100,5	88,5	83,5
Brytpunkt 1	1 962	100,5	88,5	83,5
Brytpunkt 2	3 523	94,9	83,2	78,4
Brytpunkt 3	4 460	65,3	65,3	65,3
Brytpunkt 4	5 352	10,0	10,0	10,0

Resultat:



Slutliga fördelningar av hastighetsklass, se figur XX och XX.

Class	Vehicle Type	Percentage
Personbil	Generic	0
Lastbil_utan_slap	Klass_35	1
Lastbil_med_slap	Klass_25	5
	Klass_15	15
	Klass_05	32
	Klass_95	39
	Klass_85	8

Class	Vehicle Type	Percentage
Personbil	Generic	0
Lastbil_utan_slap	Klass_35	0
Lastbil_med_slap	Klass_25	0
	Klass_15	15
	Klass_05	38
	Klass_95	32
	Klass_85	15

Övrigt:

- Mäter inte bara friflödeshastigheter, därför har många låga hastigheter plockats bort.
- Högre andel personbil, desto högre hastighet.
- Vid för låga/höga hastigheter bör lokal kalibrering göras av friflödeshastigheten i modellen.

Bilaga 2 – Cirkulationsplatser

Ett antal tester har gjorts för att jämföra kapaciteten i Dynameq med Capcal. Med standardparametrarna underskattar Dynameq kapaciteten. För 1-fältiga cirkulationsplatser är det svårt att nå upp till de kapaciteter som är framräknade med hjälp av Capcal. För 2-fältiga cirkulationsplatser är det svårare att entydigt välja *Critical Gap* då resultatet varierar beroende av det cirkulerande flödet.

För Dynameq styr *Follow-up Time* hur många fordon som kan åka in i cirkulationen då det ej finns något cirkulerande flöde. För Capcal är kapaciteten cirka 1 540 fordon per körfält då det ej finns något cirkulerande flöde.

Tillfart	Körfält	Riktning	Flöde (f/t)	Kapacitet (f/t)
A	1	HR	1	1541
	2	RV	1	1541

Tillfart	Körfält	Riktning	Flöde (f/t)	Kapacitet (f/t)
A	1	HRV	1	1543

Dynameq har en *Follow-up Time* på 2,60 sekunder som standard vilket ger en kapacitet per körfält på 1 385. För att uppnå samma som för Capcal behöver den justeras till cirka 2,33 sekunder. Detta påverkar även kapaciteten för tillfarten.

Dir	In	Out	Start Time	Speed (km/h)	Prot Cap (PCU/h/lane)	Follow-up Time (s)	Perm Cap (PCU/h/lane)
EB-R	1	9	00:00	60.00	2215	2.60	1385

Dir	In	Out	Start Time	Speed (km/h)	Prot Cap (PCU/h/lane)	Follow-up Time (s)	Perm Cap (PCU/h/lane)
EB-R	1	9	00:00	60.00	2215	2.33	1545

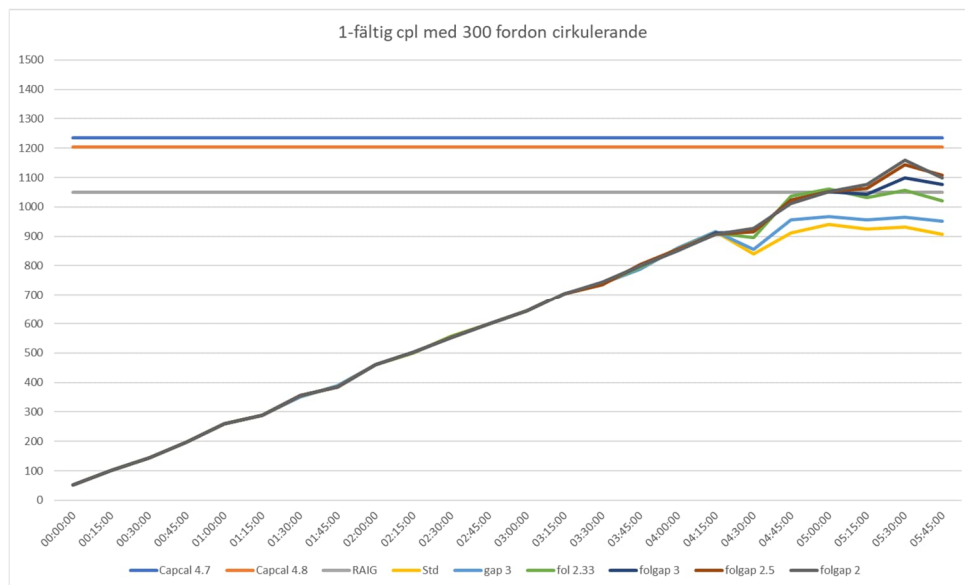
Critical Gap är som standard på 4,1 sekunder för cirkulationsplatser i Dynameq. Ett antal tester har gjorts för att se hur kapaciteten förändras vid olika parametersättning i Dynameq. Både för 1-fältig och 2-fältig.

Tabell 21.

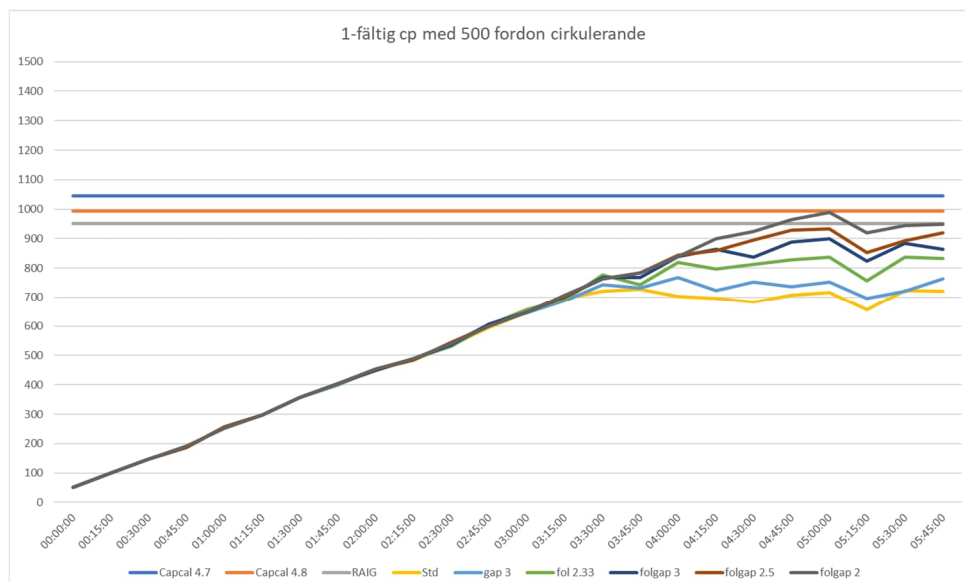
Test	Follow-up Time	Critical Gap
Standard	2,6 s	4,1 s
gap 3	2,6 s	3,0 s
fol 2,33	2,33 s	4,1 s
folgap 3	2,33 s	3,0 s

Test	Follow-up Time	Critical Gap
folgap 2,5	2,33 s	2,5 s
folgap 2	2,33 s	2,0 s

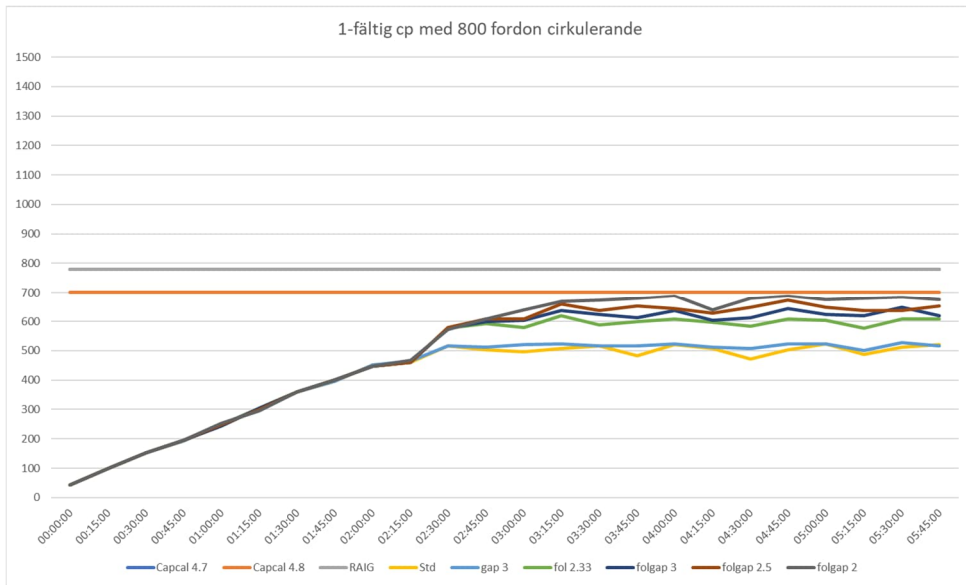
Nedan går resultatet igenom för respektive inställning från diagrammet ovan med olika cirkulerande flöde samt vilken kapacitet Capcal 4.7 och 4.8 samt RAIG (Roundabout An Informational Guide) har för respektive. Trafikflödet är fast för det cirkulerande medan det ökas successivt i tillfarten tills kapaciteten är uppnådd.



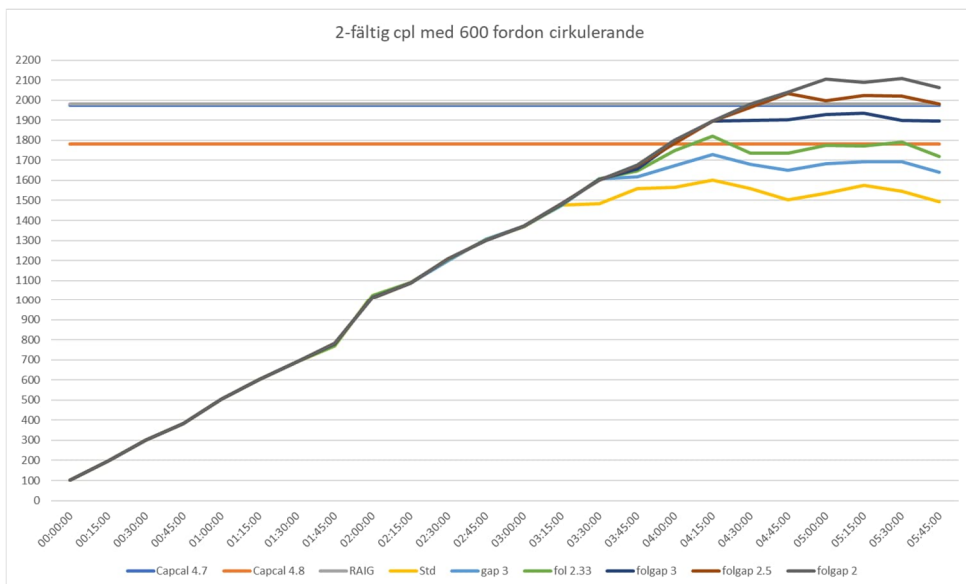
Figur 14. 1-fältig cirkulationsplats med 300 cirkulerande fordon.



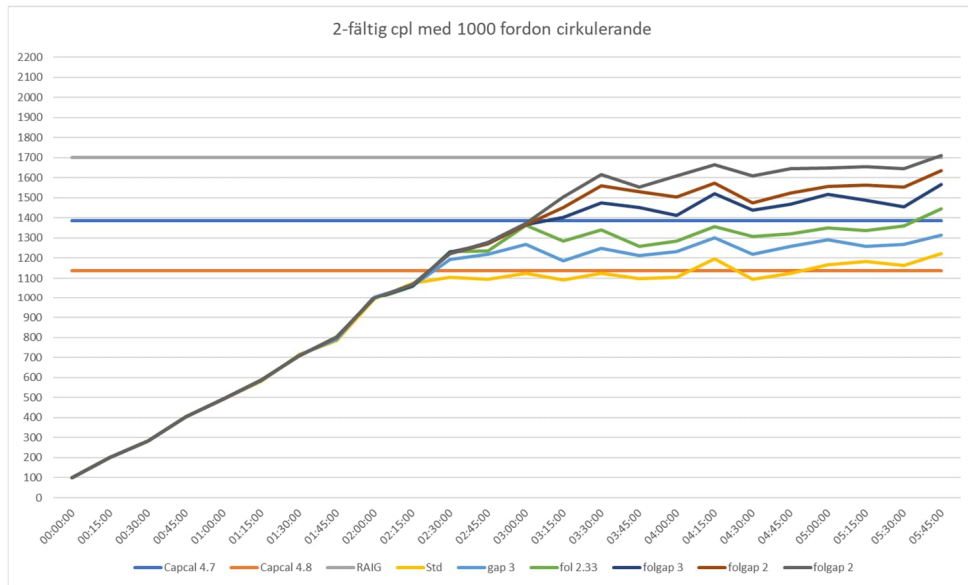
Figur 15. 1-fältig cirkulationsplats med 500 cirkulerande fordon.



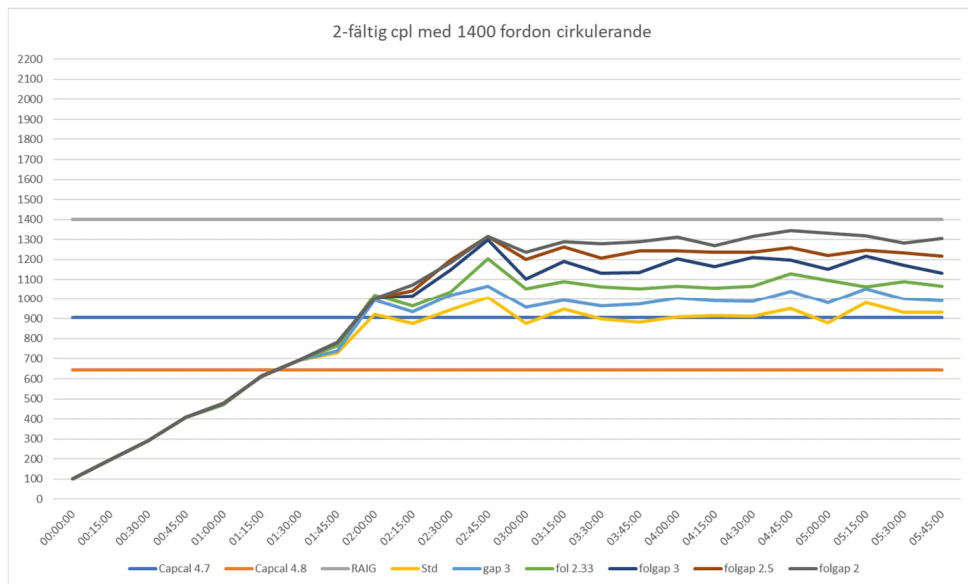
Figur 16. 1-fältig cirkulationsplats med 800 cirkulerande fordon.



Figur 17. 2-fältig cirkulationsplats med 600 cirkulerande fordon.



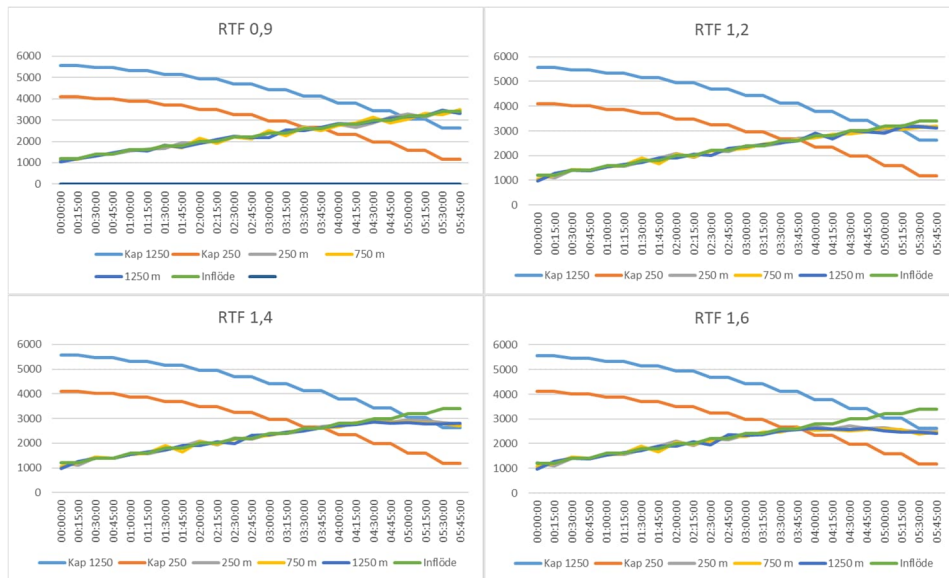
Figur 18. 2-fältig cirkulationsplats med 1 000 cirkulerande fordon.



Figur 19. 2-fältig cirkulationsplats med 1 400 cirkulerande fordon.

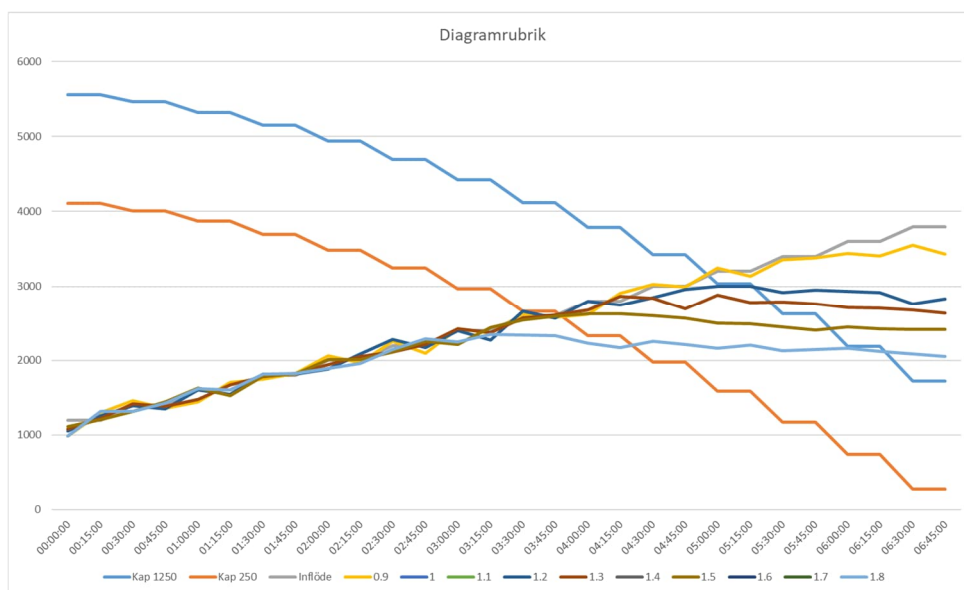
Bilaga 3 – Påfarter och växlingssträckor

Nedan illustreras var brytpunkten för kapaciteten i figur 20 ändras längden av växlingssträckan för olika *Response Time Factors*. Resultatet visar att det längden av växlingssträckan inte påverkar kapaciteten.

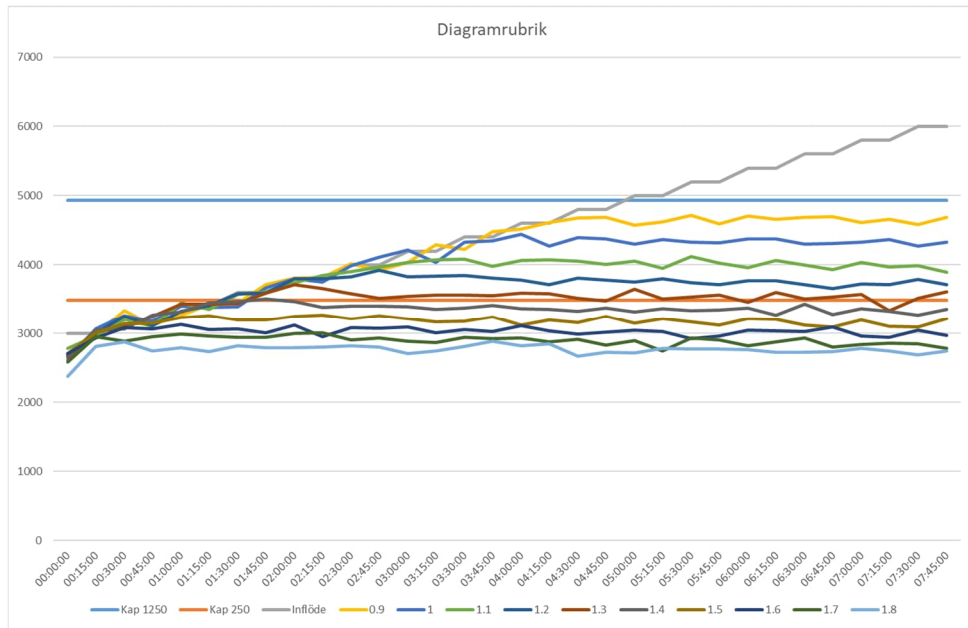


Figur 20. Test av olika längd för olika *Response Time Factor*.

I figur 21 och figur 22 är kapaciteten för 250 och 1 250 långa växlingssträckor inritade. I figur 14 justeras det växlande flödet medan i figur 15 justeras det genomgående.



Figur 21. Förändring av de växlande flödena.

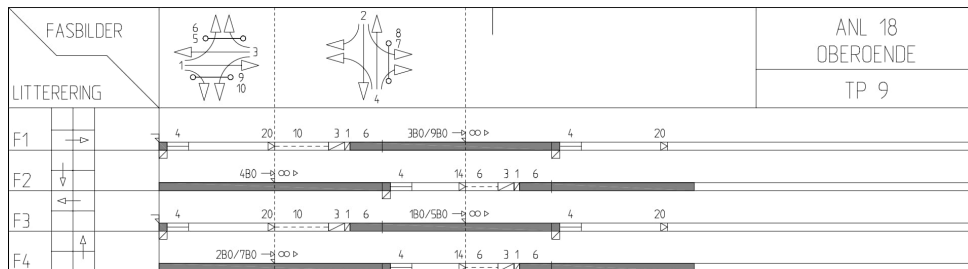


Figur 22. Förändring av det genomgående flödet.

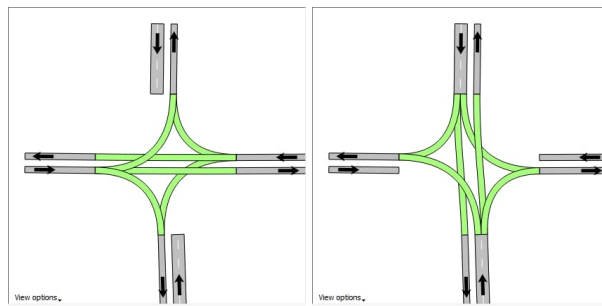
Bilaga 4 – Exempel svensk signalsättning

I denna bilaga går några exempel igenom på hur svensk signalsättning kan implementeras i Dynameq. Faser för gång och cykel är ej med.

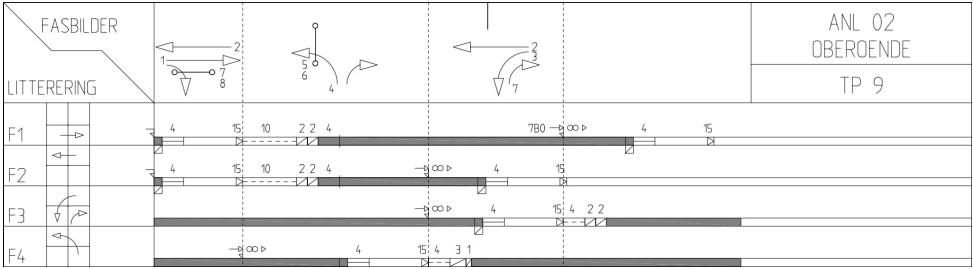
Enbart 2 fasbilder där de olika faserna har samma tidssättning.



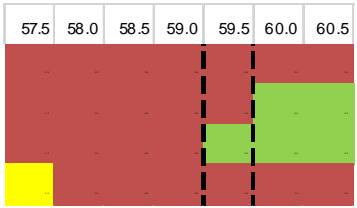
	1	2
Green	30.00	20.00
Yellow	4.00	4.00
All Red	7.50	9.50



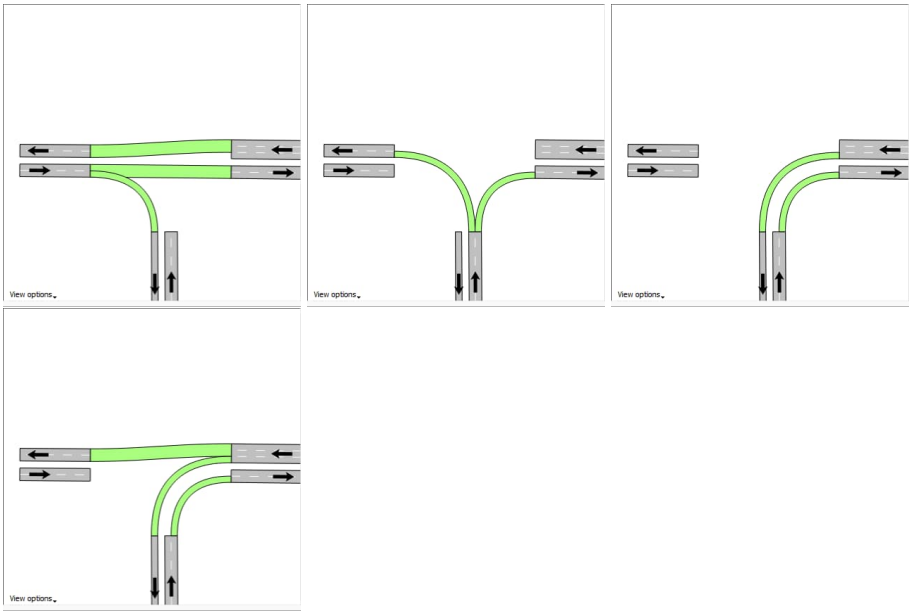
3 stycken fasbilder men där fasbild 3 har olika starter för ingående fas 2 och fas 3.



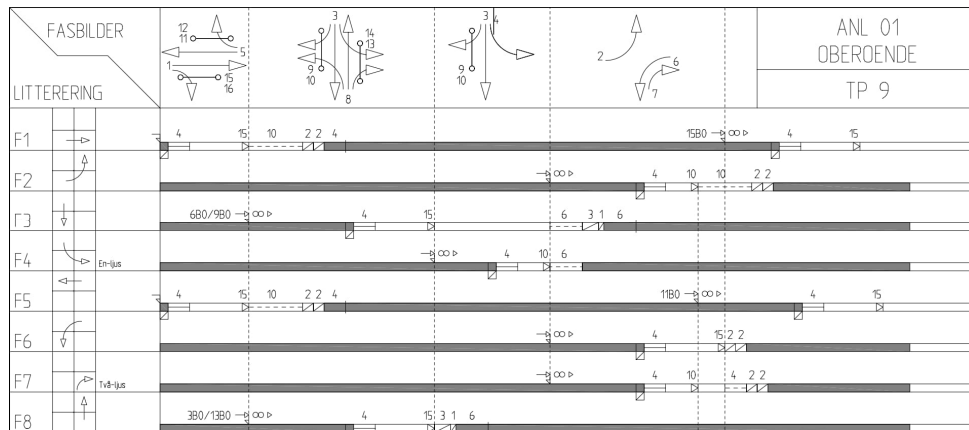
F3 börjar 0,5 s före F2 vilket hanteras genom att lägga till en fasbild där enbart F3 är inkluderad.



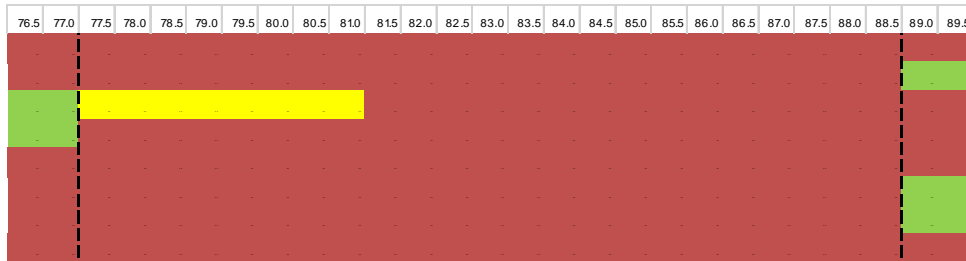
	1	2	3	4
Green	25.00	19.00	0.50	18.50
Yellow	4.00	4.00	0.00	4.00
All Red	5.50	1.50	0.00	8.00



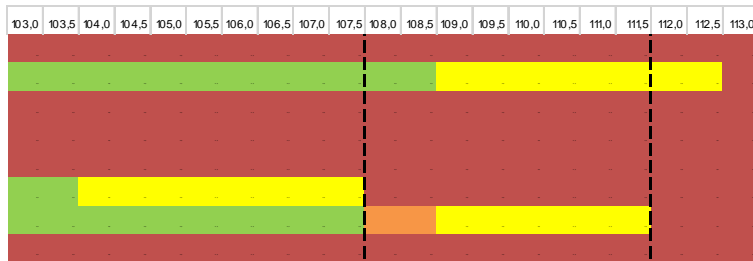
4 stycken fasbilder där bland annat en fas är inkluderad i två stycken av fasbilderna.



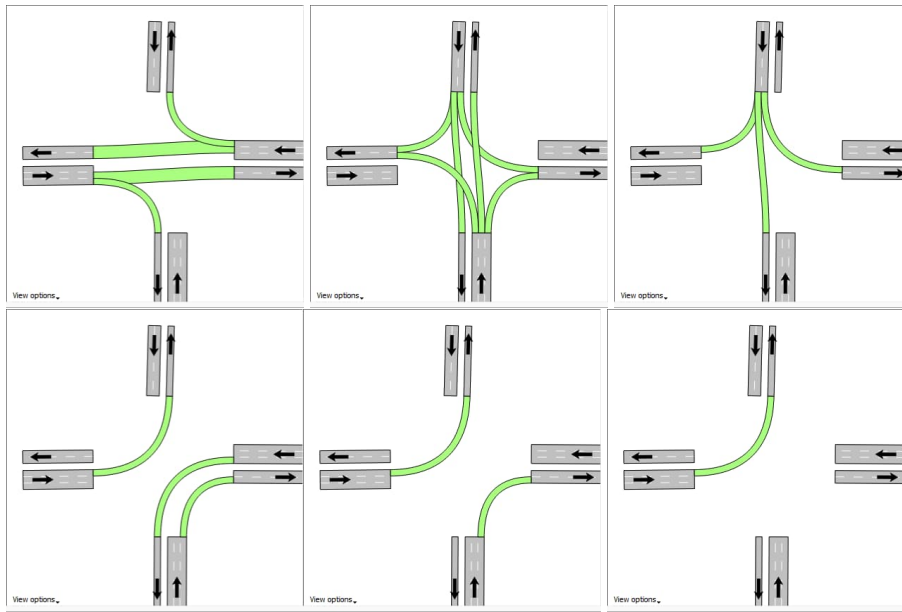
F4 har ingen gultid vid dess slut så en extra fas infogas i Dynameq med 0 i gröntid och 4 i gultid för F3.



Fas 7 ska egentligen vara gul vid den orangea markeringen men det är ej valid så den behöver vara grön. Fasbild 7 i Dynameq.

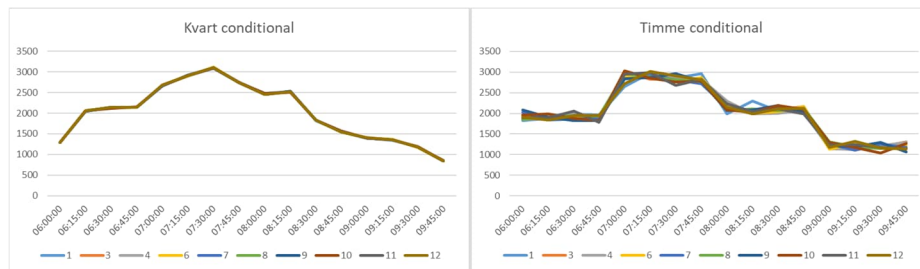


	1	2	3	4	5	6
Green	25.00	15.00	23.50	15.00	1.00	0.00
Yellow	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	1.00
All Red	5.50	0.00	7.50	0.00	0.00	2.50

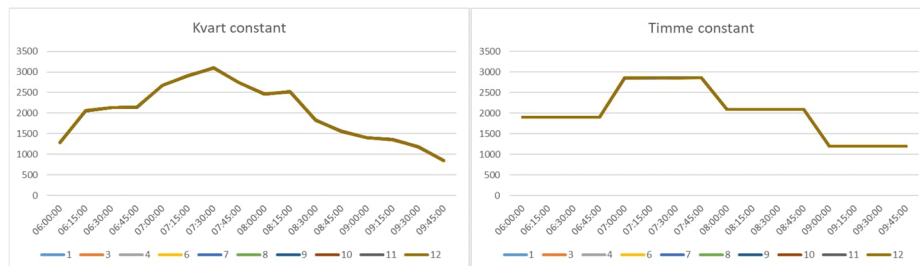


Bilaga 5 – Jämförelse av trafikgeneratorer

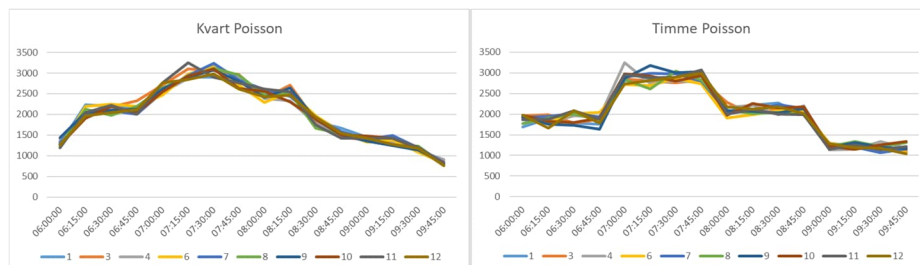
En jämförelse av hur det skiljer sig åt mellan de olika trafikgeneratorerna conditional, constant och poisson har gjorts samt om trafiken läggs ut på kvarts- eller timnivå, se figur 23 till 25.



Figur 23. Jämförelse av nätutläggning med conditional på kvart respektive timme.



Figur 24. Jämförelse av nätutläggning med constant på kvart respektive timme.



Figur 25. Jämförelse av nätutläggning med poisson på kvart respektive timme.

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

trafikverket.se