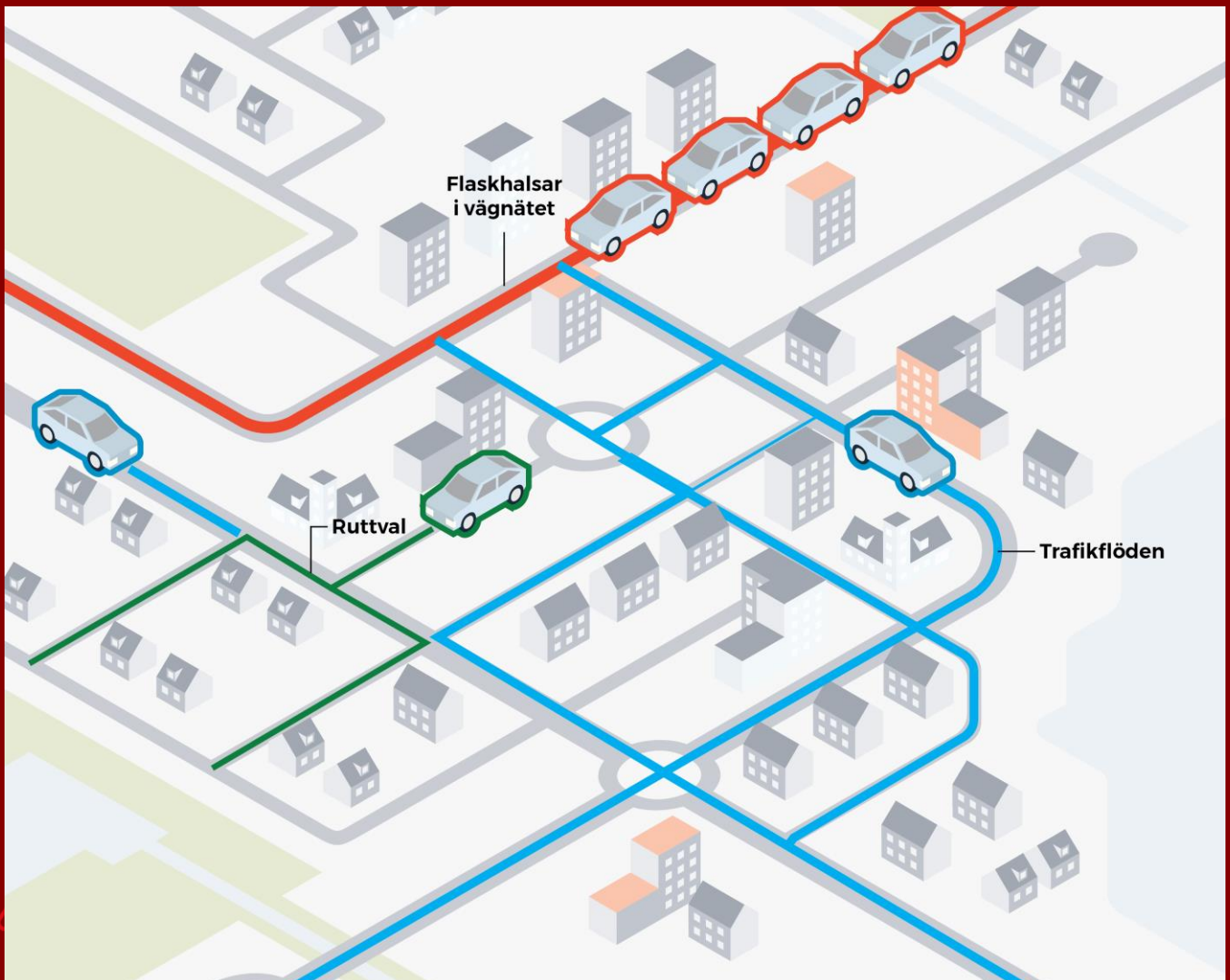


RAPPORT

Mesomodell för Storgöteborg

Modelldokumentation nulägesmodell
2022-modell (BP2024.01)



Trafikverket

Postadress: Vikingsgatan 2-4, 411 04 Göteborg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

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

Dokumenttitel: Mesomodell för Storgöteborg, Modelldokumentation nulägesmodell
2022-modell (BP2024.01)

Konfidentialitetsnivå: Ej känslig

Författare: Frida Aspnäs och Gustav Wegner, WSP

Dokumentdatum: 2024-06-11

Ärendenummer: TRV 2024/36864

Kontaktperson: Emmi Ebbesson, PLrvv, Trafikverket

Illustration: WSP

Innehåll

| | |
|---|-----------|
| 1 Bakgrund | 6 |
| 1.1 Syfte | 7 |
| 1.2 Metod | 7 |
| 2 Del 1 - Modellöversikt..... | 9 |
| 2.1 Allmän beskrivning av trafikmodeller..... | 9 |
| 2.2 Allmän beskrivning av en trafikprognos | 10 |
| 2.3 Den regionala Göteborgsmodellen | 11 |
| 2.4 Modellspecifikation | 14 |
| 2.5 Övergripande validering av modellen..... | 14 |
| 2.6 Användning av modellen | 16 |
| 3 Del 2 – Modelldokumentation..... | 17 |
| 3.1 Modelluppbyggnad | 17 |
| 3.1.1 Programversion | 17 |
| 3.1.2 Geografisk avgränsning..... | 17 |
| 3.1.3 Uppbyggnad av vägnät..... | 18 |
| 3.1.4 Vägtyper | 21 |
| 3.1.5 Globala kapacitetsparametrar på väglänkar..... | 21 |
| 3.1.6 Hastighetsklasser | 23 |
| 3.1.7 Lokala kapacitetsparametrar på vägar och i korsningar | 25 |
| 3.1.8 Cirkulationsplatser | 27 |
| 3.1.9 Trafiksignaler | 27 |
| 3.1.10 Kollektivtrafikprioritet i trafiksignaler | 29 |
| 3.1.11 Hastighetsklassificering av vägnät | 30 |
| 3.1.12 Vägnät för resultatuttag..... | 34 |
| 3.1.13 Kollektivtrafik | 34 |
| 3.2 Efterfrågan..... | 35 |
| 3.2.1 Sampers 2019 (basprognos 2024.01)..... | 35 |
| 3.2.2 Kvartsuppdelning | 36 |
| 3.2.3 Avresetidpunkt..... | 38 |
| 3.2.4 Maxtimme i olika delar av nätet..... | 38 |
| 3.2.5 Trängselskatt..... | 38 |
| 3.3 Nätutläggningsinställningar..... | 40 |

| | | |
|--|--|----|
| 3.3.1 | Generaliserad kostnad..... | 40 |
| 3.3.2 | Iterationer | 40 |
| 3.3.3 | Slumpfrön | 40 |
| 3.4 | Modellvalidering..... | 41 |
| 3.4.1 | Trafikräkningar..... | 41 |
| 3.4.2 | Modellflöden jämfört med trafikräkningar | 44 |
| 3.4.3 | Restider | 49 |
| 4 DEL 3 - Användarhandledning | 53 | |
| 4.1 | Inledning..... | 53 |
| 4.2 | Versionshistorik | 53 |
| 4.3 | Reseefterfrågan..... | 53 |
| 4.3.1 | Modellering av trängselskatter | 54 |
| 4.3.2 | Traversalmatriser | 56 |
| 4.4 | Inställningar och exekvering | 57 |
| 4.5 | Kodningsprinciper..... | 57 |
| 4.5.1 | Väglänkar | 57 |
| 4.5.2 | Signalreglerade korsningar | 58 |
| 4.5.3 | Kollektivtrafikprioritet..... | 59 |
| 4.5.4 | Cirkulationsplatser | 60 |
| 4.5.5 | Specifika attribut | 60 |
| 4.6 | Script..... | 63 |
| 4.7 | Nätutläggningsinställningar..... | 64 |
| 4.8 | Att tänka på | 65 |
| 4.8.1 | Konvergens | 65 |
| 4.8.2 | Ruttval | 65 |
| 4.8.3 | Områden med fler än ett skaft..... | 65 |
| 4.9 | Resultatuttag | 66 |
| 4.9.1 | Nätverksresultat..... | 66 |
| 4.9.2 | Restider | 66 |
| 4.9.3 | Nedsatt hastighet..... | 67 |
| 4.9.4 | Restidsindex..... | 68 |
| 4.9.5 | Osäkerheter i modellen..... | 69 |
| 4.10 | Förvaltning av modellen..... | 71 |
| 4.10.1 | Att göra vid en tillämpning..... | 71 |
| 5 Fortsatt arbete..... | 72 | |

Sammanfattning

Detta dokument syftar till att beskriva den regionala Göteborgsmodellen på mesonivå som är framtagen i programvaran Dynameq. Modellen är framtagen för ett nuläge motsvarande år 2022. Sedan tidigare finns det en modell framtagen för nulägesåret 2017 och prognosåret 2040. Dessa modeller finns redovisade i en separat rapport. Framtagandet av den modell som redovisas i denna rapport baseras på modellen för år 2017 men med justeringar avseende vägnät och reseefterfrågan. Denna rapport beskriver 2022-modellen detaljerat och fungerar som en fristående rapport.

Den nulägesmodell som finns framtagen och redovisas i denna rapport kallas för 2022-modell (BP2024.01). Vägnätet i modellen motsvarar 2022 års vägnät och efterfrågan i modellen kommer från Trafikverkets senaste basprognos från april 2024 med en efterfrågan som motsvarar år 2019.

I den första delen av detta dokument beskrivs vilken typ av modell som tagits fram och vad den kan användas till. I del 2 beskrivs hur modellen tagits fram och i den tredje delen finns en användarhandledning.

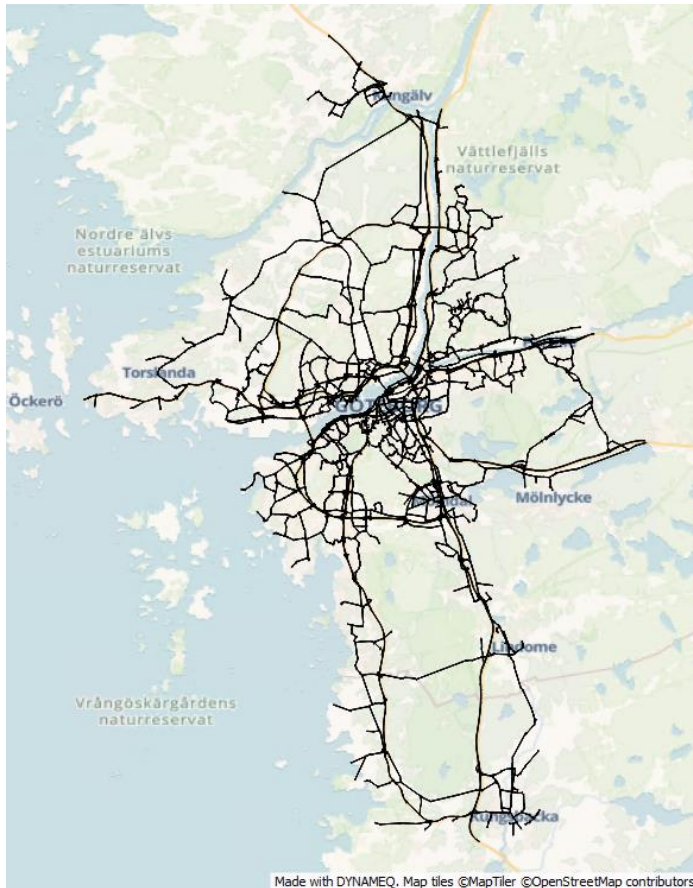
För de senare delarna av dokumentet bör läsaren ha grundläggande erfarenheter av Dynameq som mjukvara och allmän kunskap om trafikmodeller. Detta dokument kommer inte att beskriva hur man startar eller installerar relevant programvara för att köra den regionala Göteborgsmodellen.

Del 1 bör läsas av beställare och mottagare av analyser och del 2 och del 3 ska läsas av användare och tillämpare av modellen.

1 Bakgrund

Trafikverket, Västra regionen har anlitat WSP för att ta fram en mesomodell som täcker Storgöteborgs tätortsområde och som inkluderar det övergripande vägnätet. Modellen är geografiskt avgränsad från Kungälv i norr till Kungsbacka (E6) i söder vilket är en sträcka på cirka 50 km. I östlig riktning avgränsas modellen i Angered, Partille (E20) och Landvetter (RV40). Modellens vägnät (år 2022) kan ses i kartan nedan.

Anledningen till att den nulägesmodell som tagits fram avser 2022 och inte 2019, som är det nulägesår som efterfrågan avser, är på grund av att det skett stora förändringar i vägnätet i och med öppnandet av bland annat Marieholmstunneln och Hisingsbron. För att det ska vara enklare att använda modellen till objektsanalyser har det ansetts bäst att inkludera Marieholmstunneln samt övriga förändringar som skett efter 2019 i nulägesmodellen.



Figur 1: Geografisk avgränsning för modellen. De svarta linjerna visar de vägar som ingår i modellen.

I Region Stockholm har flera olika modellverktyg testats och det finns nu en fungerande modell i programmet Dynameq, av den anledningen så har även modellen för Göteborg upprättats i Dynameq. Sedan tidigare har Dynameq använts i Göteborgsområdet för t ex analyser av trängselskatt, analyser av ny infrastruktur samt även i byggskedesanalyser.

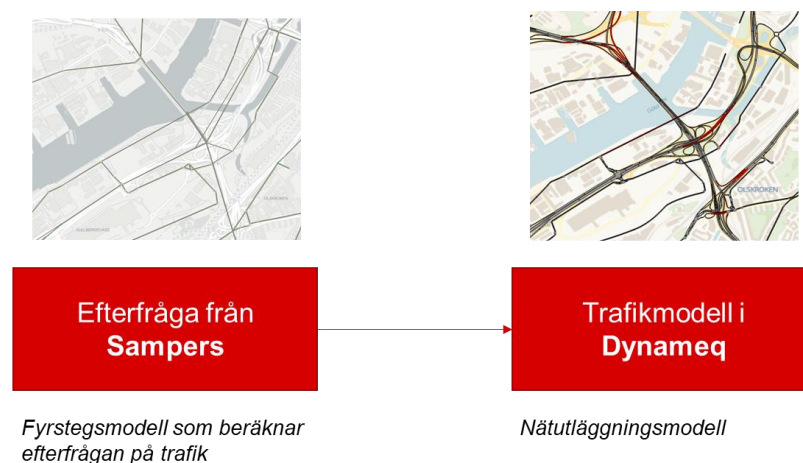
1.1 Syfte

Syftet med projektet har varit att upprätta en mesoskopisk modell av Storgöteborg som möjliggör analyser avseende framkomlighet och olika åtgärders påverkan på systemnivå. Modellen ska framöver kunna användas i regionala analyser omfattande hela Storgöteborg eller delområden. Den medför att arbetet inom ÅVS:er och utredningar får en kortare startsträcka och mindre behov av att upprätta nya modeller. I projektet har en nulägesmodell för år 2022 tagits fram.

I denna dokumentation beskrivs vad modellen kan användas till. Dokumentationen syftar även till att översiktligt redovisa modellens uppbyggnad och de justeringar av parametrar som gjorts under arbetet och vad som kan behöva arbetas vidare med för att ytterligare förbättra modellen. Då modellen utvecklas kontinuerligt så ska bilder och resultat i detta dokument mer ses som exempel som används för att beskriva modellen.

1.2 Metod

Modellen har kodats upp i Dynameq och har en koppling till prognosmodellen Sampers där själva trafikprognoserna tas fram. Det finns script framtagna för att kunna ta hand om trafikmatriserna från Sampers och överföra dessa på rätt format till Dynameq.



Figur 2: Metoden som använts för att utveckla modellen.

Genomgående har modellen byggts upp genom att implementera justeringar systematiskt och övergripande i hela modellen och inga lokala kalibreringar har gjorts med specifika parametrar på enskilda länkar eller noder. Detta för att det ska vara enkelt att förstå hur modellen är uppbyggd och också att kunna hålla den uppdaterad. Där justeringar har kodats in på länkar och noder har detta markerats genom specifika attribut. Detta gör att det blir enkelt att visualisera vilka länkar och noder som har justerats samt enkelt att framöver kunna ändra dessa värden.

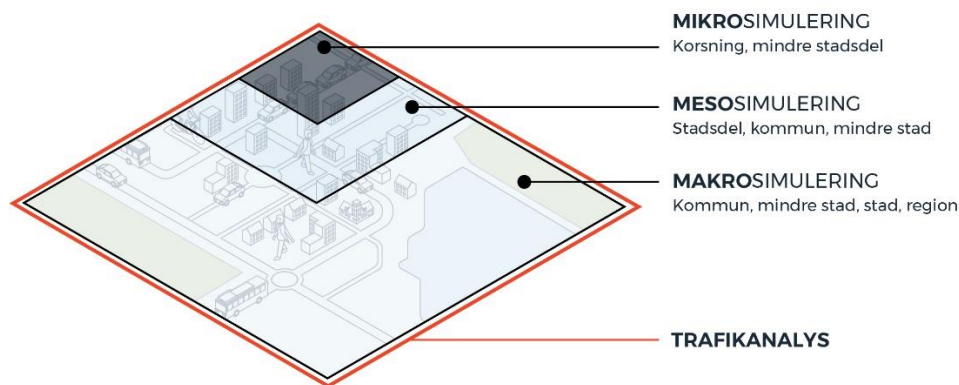
Vid objektsanalyser och andra avgränsade analyser kan det behöva göras lokala anpassningar och kalibreringar i det område som påverkas av det specifika objektet. Då maxtimmen som modelleras är den genomsnittliga maxtimmen i hela Storgöteborg så kan det bli aktuellt att vid objektsanalyser ta hänsyn till att maxtimmen inte infaller vid samma tidpunkt i hela vägnätet utan det finns stora lokala variationer i vägnätet. Detta beskrivs i mer detalj senare i rapporten.

2 Del 1 - Modellöversikt

I modellöversikten ges en övergripande beskrivning av modellen samt beskrivning av när och hur modellen kan användas samt vilka svar som kan förväntas.

2.1 Allmän beskrivning av trafikmodeller

En trafikmodell är ett verktyg som kan användas för att planera framtidens stad. Det finns olika typer av trafikmodeller och dessa delas vanligen upp i tre nivåer, mikro-, meso- och makromodeller, där den geografiska avgränsningen och modellens användningsområde är avgörande för val av modell (se Figur 3).



Figur 3: Den geografiska avgränsningen för olika trafikmodeller.

Med makrosimulering kan ett större trafiknät som omfattar en stad, kommun eller hela landet analyseras. Trafikprognoserna omfattar både bil- och kollektivtrafik och kan användas för att beräkna trafikvolymerna på vägar och resenärflödena i kollektivtrafiken.

Mesosimulering är en mellannivå mellan makro- och mikrosimulering som kan användas för att simulera trafiken i ett medelstort område. Med hjälp av modellen kan ruttvalseffekter, trängsel, köer och potentiella trafikkonflikter identifieras. Modellen kan också användas för att utvärdera effekter av olika utformningar.

Med mikrosimulering kan trafiken i ett mindre område detaljstuderas. Analysen sker på individnivå vilket gör att varje fordon, cykel och fotgängare kan visualiseras i modellen. Detta gör det möjligt att identifiera köer och kapacitetsproblem och utvärdera möjliga lösningar till dessa problem.

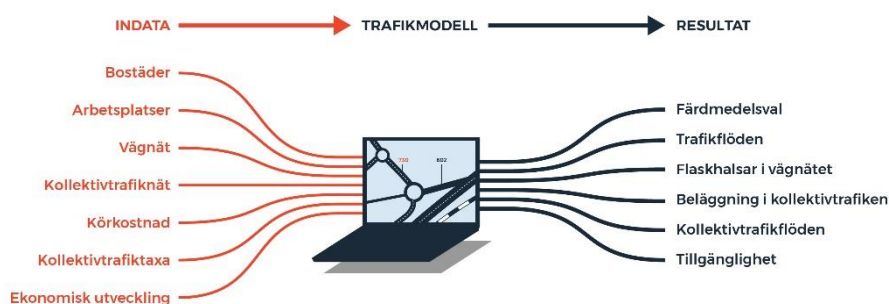
Den modell som byggts upp i detta projekt är en mesomodell.

2.2 Allmän beskrivning av en trafikprognos

En trafikprognos är en förutsägelse om hur trafiken kommer att utvecklas i framtiden utifrån givna förutsättningar. För att göra en trafikprognos används en kvantitativ trafikmodell där resandet beräknas med hjälp av matematiska samband som är estimerade utifrån resvaneundersökningar.

Det finns olika typer av trafikprognosmodeller som kan användas för att förutsäga hur trafiken i ett område kommer att utvecklas i framtiden. Alla prognosmodeller bygger dock på att modellen matas med en viss typ av indata som ligger till grund för de resultat som modellen sedan genererar. I detta projekt används Sampers för att prognosticera det framtida resandet.

I en trafikprognosmodell (i detta projekt Sampers) finns olika färdmedel med. Detta gör att när en prognos beräknas fram så kan resultatet både bli att det blir en överflyttning mellan trafikslag och att trafiken fördelar om sig i vägnätet till följd av trängsel. Om en prognos görs för ett scenario där till exempel kollektivtrafiktaxan sänks, där turtätheten blir förbättrad och där kollektivtrafiklinjerna täcker in ett större område kommer detta leda till en överflyttning av resor från biltrafik till kollektivtrafik då det kollektiva färdmedlet i modellen blir mer konkurrenskraftigt. På samma sätt kan det bli en överflyttning till gång och cykel i ett scenario där dessa färdmedel prioriteras.



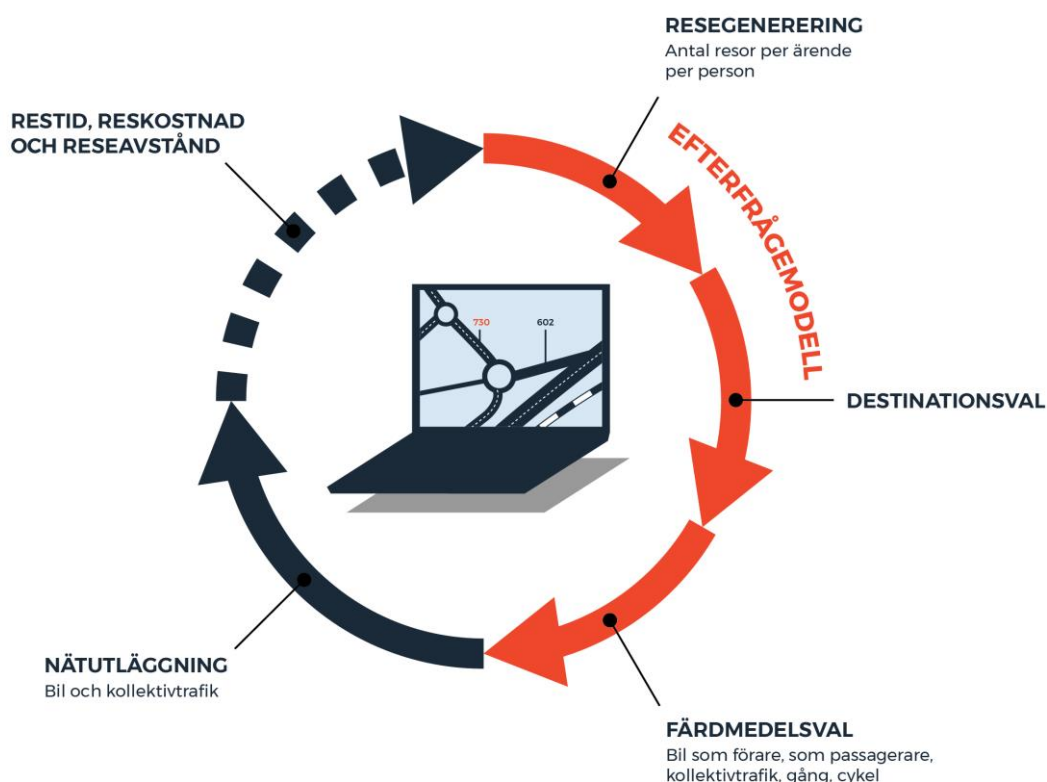
Figur 4: En trafikmodell matas med olika typer av indata och utifrån matematiska samband görs en prognos över det framtida resandet.

2.3 Den regionala Göteborgsmodellen

Den regionala Göteborgsmodellen som har tagits fram är en mesomodell och är framtagen i programvaran Dynameq. Modellen har koppling till Trafikverkets prognosmodell Sampers då efterfrågan (antalet resor) kommer från denna modell.

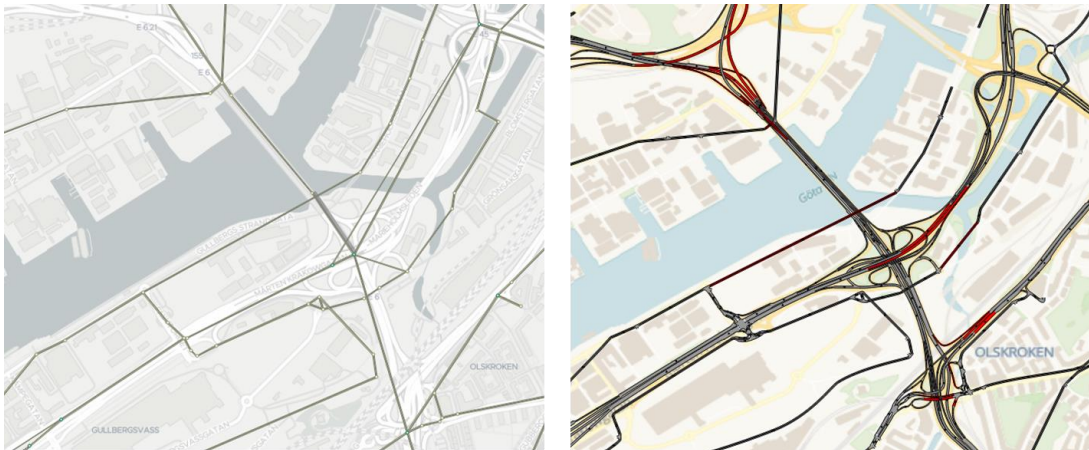
Sampers är ett nationellt modellsystem för trafikslagsövergripande analyser av persontransporter. Sampers beräknar framtida trafikvolym för olika scenarier, där det finns möjlighet att variera infrastruktur, BNP, bränslepris, sysselsättning, befolkningstillväxt med mera. Sampers är en fyrstegsmodell som beräknar:

- Hur många resor ska göras per ärende och per person från olika områden (resegenerering)
- Var ska dessa resor gå (destinationsval)
- Vilket färdmedel ska resorna göras med (färdmedelsval)
- Vilken väg ska resorna ta? (nätutläggning)



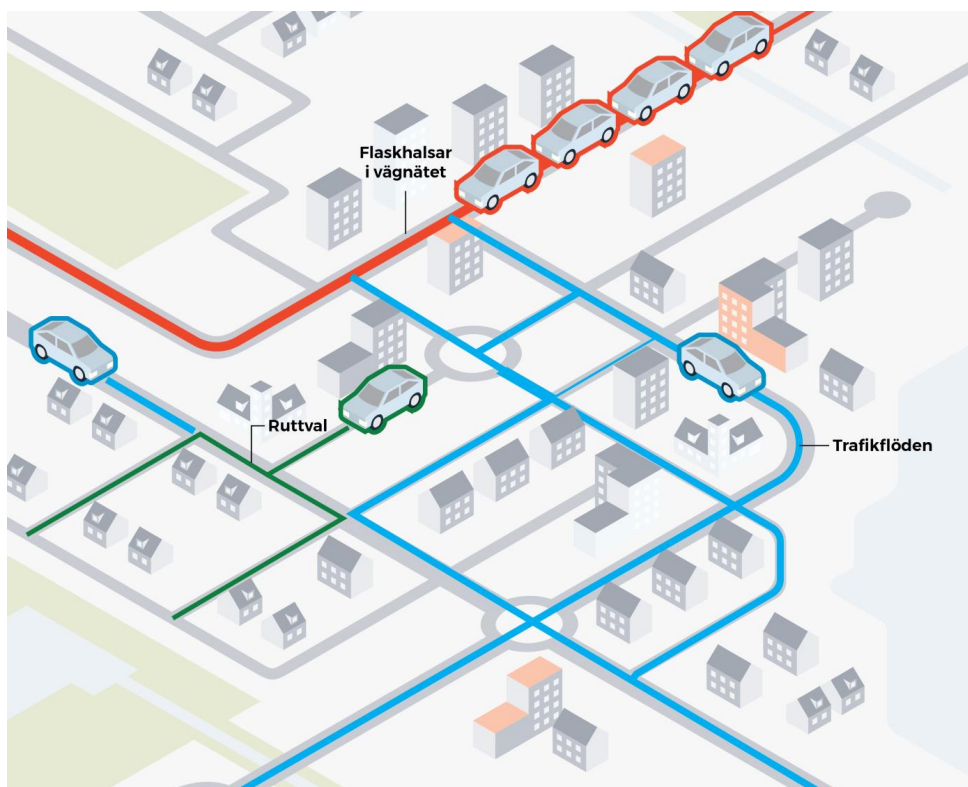
Figur 5: En prognosmodells uppbyggnad.

I Sampers görs nätutläggningen i programmet Emme. Emme är en makromodell vilket gör att det saknas detaljer i vägnätet såsom till exempel trafiksignaler och detaljerad kodning av trafikplatser (bilden nedan visar skillnaden i detaljeringsnivån mellan makro och meso). Detta gör att det i makromodellen inte går att göra detaljerade analyser av framkomlighet och trängsel i vägnätet. För att kunna göra mer detaljerade analyser av vägnätet krävs en modell på meso- eller mikronivå.



Figur 6: Vägnät i Emme i den vänstra bilden och vägnät i Dynameq i den högra bilden.

En mesomodell kan användas för att studera flaskhalsar i vägnätet, trafikflöden på olika vägar samt vilka ruttval som kan uppstå.



Figur 7: Illustration som visar vad en mesomodell kan användas till.

För att kunna svara på andra typer av frågeställningar än vad Sampers kan ge svar på har det funnits ett behov av att utveckla en mesomodell för Storgöteborg. Den modell som är framtagen i Dynameq kan användas för att simulera trafiken i Göteborgsområdet och utvärdera vilka effekter ny infrastruktur, ny vägutformning eller andra kapacitetspåverkande åtgärder får i vägsystemet på restider, ruttval och framkomlighet.

Några exempel på frågeställningar som modellen kan användas för att besvara är:

- Hur påverkas ruttval om en väg stängs av?
- Hur påverkas framkomligheten om ett bilkörfält görs om till ett kollektivtrafikkörfält?
- Hur påverkas trafiksystemet om en ny väg läggs till?
- Hur förändras framkomligheten i vägnätet vid en exploatering?
- Hur påverkas framkomligheten och ruttval vid vägarbeten såsom tillfälliga avstängningar?

Dynameq arbetar med fasta matriser som hämtas från prognosystemet Sampers. Detta innebär att förändringar som görs i Dynameq inte kommer att påverka antalet bilresor som görs utan endast påverka vilka vägval som görs mellan bestämda start- och målpunkter i vägsystemet. Om det ska genomföras större förändringar i vägsystemet och som kan tänkas påverka valet att resa, val av färdmedel eller val av målpunkt behöver en trafikprognos först köras i Sampers. Därefter kan matriser läsas över till Dynameq för att göra en fortsatt analys.

I detta projekt har en grundmodell för år 2022 tagits fram. Modellen är kalibrerad och validerad mot uppmätt data och kan användas i tillämpade analyser. Modellen kommer fortsatt att utvecklas och förbättras i samband med framtida objektsanalyser. När modellen ska användas för en tillämpad analys måste modellen ses över och eventuellt kompletteras med detaljkodning för det specifika området samt kalibreras för de förutsättningar som råder för det specifika området. Läs vidare i användarhandledningen.

I inledningen av uppdraget hämtades erfarenheter in från projekten som byggt upp Dynameqmodeller för Stockholm och Malmö. Efter dessa möten beslutades att kollektivtrafiken inte skulle kodas in i grundmodellen. Det skulle krävas en stor arbetsinsats för att få in alla kollektivtrafiklinjer och dess trafikering i modellen samt att upprätthålla en aktuell kodning. Om det görs ändringar i infrastrukturen så påverkas kollektivtrafiklinjerna som trafikerar området varpå kontroll och rättning alltid måste göras. Vid analyser av objekt som innefattar kollektivtrafik så kan kollektivtrafiklinjer kodas in i den specifika objektsanalysen.

2.4 Modellspecifikation

I arbetet med modellen har två olika scenarion för år 2022 tagits fram:

- Förmiddagens maxtimme 7:15-8:15
- Eftermiddagens maxtimme 15:30-16:30

I arbetet med utvecklingen av modellen har ingen prognosmodell motsvarande år 2045 tagits fram på grund av de osäkerheter som finns kopplat till det framtida resandet samt på grund av begränsad tid inom detta projekt.

I Sampers beräknas trafiken öka i framtiden. Vägnätet i Göteborg är idag redan hårt belastat vilket gör att det inte finns utrymme att öka trafiken i allt för stor utsträckning om inte åtgärder för att öka framkomligheten i vägnätet görs. Om matriser med större flöden läggs in i ett redan belastat nät finns det risk för att modellen genererar ologiska ruttval på grund av trängsel. För att kunna ta fram en mesomodell för prognosåret krävs det att matriserna, ruttval, kvartsfördelning etc. kontrolleras.

När modellen ska användas i objektsanalyser kan matriser för år 2045 läggas in i modellen för det område som ska analyseras. Det finns script framtagna för att ta ut matriser från Sampers och för inläsning i Dynameq.

2.5 Övergripande validering av modellen

Modellen har validerats mot trafikräkningar i syfte att få en modell som stämmer överens mot verkligheten på ett så bra sätt som möjligt. En svårighet med valideringen har varit att modellens vägnät motsvarar år 2022 medan efterfrågan motsvarar år 2019. Modellen har därför validerats mot både mätningar från 2019 och från 2022.

Mätningarna från år 2019 är byggskedespåverkade då det skedde en del större byggnationer i området under detta år. Mätningarna för år 2022 är från vecka 9 och 10. Det finns vissa osäkerheter med mätningarna från 2022 i och med pandemins påverkan på resandet. Under denna period fanns det inga restriktioner på hemarbete till följd av pandemin, men veckorna innan var de veckor där smittspridningen var som störst i samhället. Pandemin påverkade också vårt resmönster med mer hemarbete. Detta gör att trafikflödet generellt var lite lägre än normalt under denna period. Mätningar från senare delen av 2022 var inte lämpliga att använda på grund av byggskedspåverkan på mätningarna.

Vid validering av modellen har mätningar från 2019 använts i modellens ytterområde för att säkerhetsställa att modellen har rätt in- och utflöde. Mätningarna från 2022 har använts för att validera modellen mer centralt. Mätningarna har främst använts för att säkerhetsställa korrekta ruttval.

I arbetet med kalibrering och validering av modellen har ingen lokal kalibrering eller justering av reseefterfrågan gjorts. Detta gör att det finns fortsatt vissa avvikelser som bör hanteras vid objektsanalyser. I kapitel 3.4 i denna rapport beskrivs mer detaljerat hur modellen har validerats och vilka avvikelser som har setts i modellen. Sammanfattningsvis har följande aspekter noterats i valideringsarbetet:

- Det finns en viss osäkerhet i kvalitén för vissa mätningar vilket behöver beaktas när modellen ska användas. Mätningar som har använts från 2019 kan vara byggskedespåverkade och mätningar från 2022 är pandemipåverkade.
- In- och utflödet i modellen stämmer generellt bra mot mätningar. Under förmiddagen underskattar modellen trafiken något och under eftermiddagen stämmer totalnivån relativt väl.
- Trafiken över Älvsnittet är något överskattad under både förmiddagens och eftermiddagens maxtimmar, jämfört med nivåerna under våren 2022.
 - Trafiken på Älvsborgsbron och i Marieholmstunneln är generellt sett underskattad i modellen. I synnerhet om man tar i beaktning att trafikmätningarna ligger i underkant då de var pandemipåverkade.
 - Trafiken västerut på Angeredsbron är överskattad under både för- och eftermiddagen. En möjlig förklaring är att Sampers överskattar antalet icke-betalande resor över Älvsnittet i denna riktning.
 - Trafiken på Hisingsbron och i Tingstadstunneln är överskattad. En del av överskattningen på Hisingsbron är på grund av ruttval. En del trafik som borde åka via Älvsborgsbron väljer istället Hisingsbron. Kvalitén på mätningen för Hisingsbron är osäker vilket gör det svårt att veta om den data modellen jämförs mot är korrekt.
- Trafiken på Söderleden och Västerleden är underskattad. Denna underskattning kommer från Sampers och kan bero på att Sampers har en för hög kollektivtrafikandel för resor till Volvo och inre hamnen.

2.6 Användning av modellen

Vid användning av modellen vid objektsanalyser bör följande beaktas:

Efterfrågan

Det första som bör göras vid en objektsanalys är att tänka på om den åtgärd som ska testas kommer påverka efterfrågan. Om åtgärden inte förväntas påverka efterfrågan kan de matriser som finns i modellen användas. Ny Samperskörning bör endast göras om det är en åtgärd som förväntas ge en tydlig skillnad i efterfrågan. Om åtgärden till exempel är att stänga av en gata så bör efterfrågan inte påverkas i någon större utsträckning och då är det bäst att använda samma matriser i både jämförelsealternativet (JA) och i utredningsalternativet (UA).

Maxtimme

I genomsnitt över alla trafikräkningar infaller förmiddagens maxtimme 07:15-08:15 och eftermiddagens maxtimme 15:30-16:30 men det kan lokalt vara stora skillnader. Exempelvis så infaller maxtimmen under förmiddagen på Hisingsleden runt kl. 6 och på Götaälvbron runt kl. 8. Detta är något som måste tas hänsyn till vid objektsanalyser och att simuleringen anpassas till den maxtimme som råder lokalt i objektets influensområde.

Influensområde

Vid en objektsanalys är det viktigt att tänka på vilket influensområde som åtgärden kan ge påverkan på. Detta för att säkerställa att modellen har en bra detaljeringsgrad i hela influensområdet. Om detaljeringsgraden varierar i området kan det ge onaturliga ruttval.

Detaljkodning

Modellens kodning bör ses över för det område som ska studeras och vid behov uppdateras. En översyn behöver göras av trafiksignaler, kodning av länkar och noder samt skafning.

Kalibrering

Modellen bör kalibreras vid objektsanalyser för det område som ska studeras. Modellflöden bör jämföras mot trafikmätningar och en kontroll av framkomlighet och restider bör göras. Om flödena är på rätt nivå men framkomligheten inte stämmer mot verkligheten kan kapaciteten i modellen behöva justeras. Om modellens flöden inte stämmer mot mätningar kan en kalibrering av matriserna behöva göras.

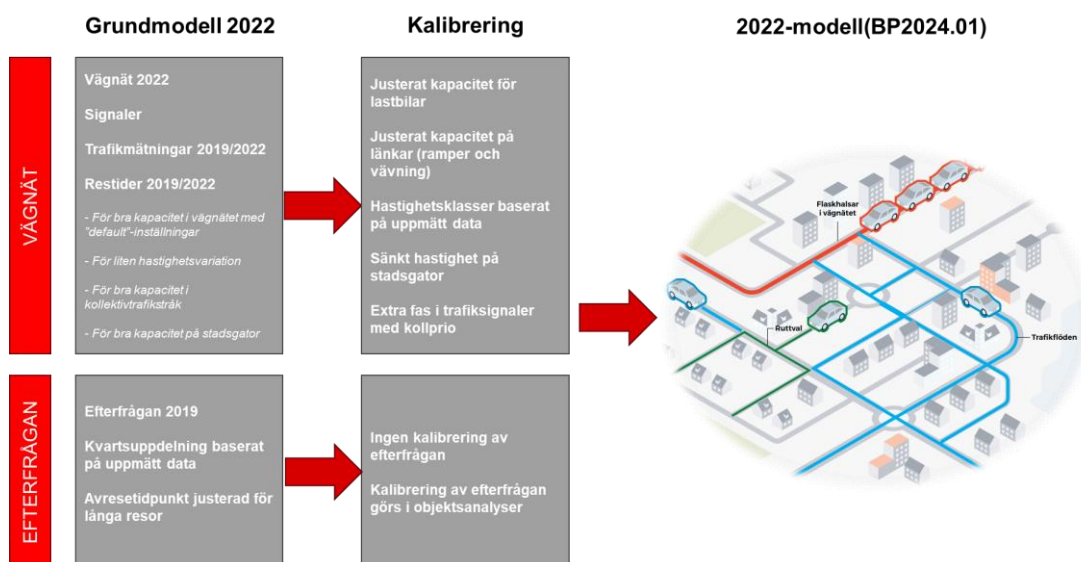
Konvergens

Det är viktigt att alltid kontrollera så att modellen konvergerat efter nya körningar.

3 Del 2 – Modelldokumentation

3.1 Modelluppbyggnad

I detta kapitel redovisas hur modellen är framtagen. Illustrationerna nedan sammanfattar arbetsprocessen med framtagandet av nulägesmodellen. Mer detaljerad information om arbetsprocessen går att läsa längre fram i detta kapitel.



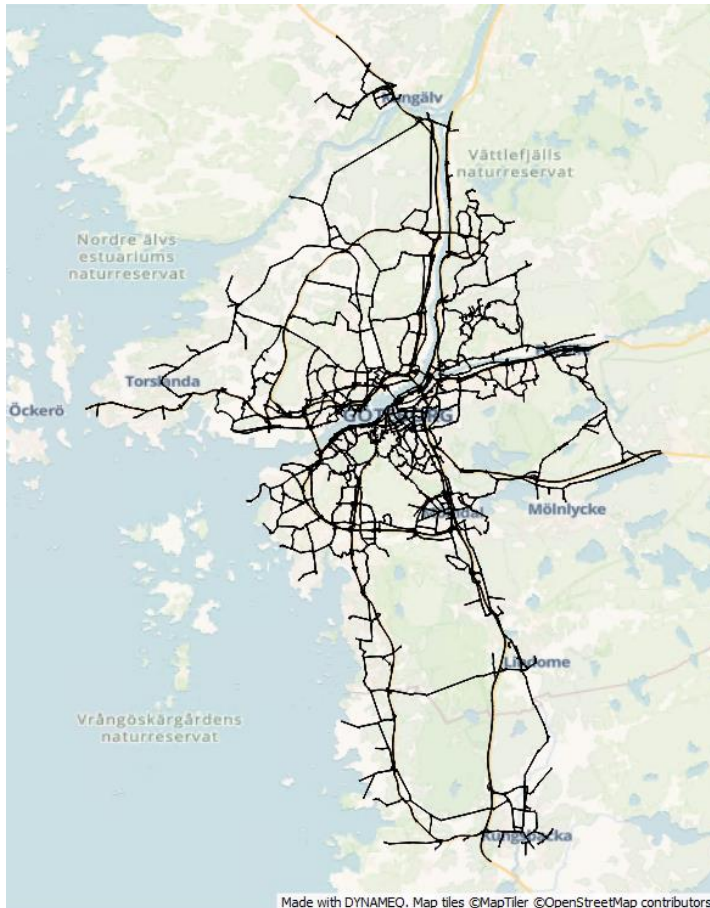
Figur 8: Arbetsprocess för framtagandet av nulägesmodellen.

3.1.1 Programversion

Modellen är uppbyggd i Dynameq version 23.

3.1.2 Geografisk avgränsning

Modellen är geografiskt avgränsad från Kungälv i norr till Kungsbacka i söder vilket är en sträcka på cirka 50 km. I östlig riktning avgränsas modellen i Angered, Partille (E20) och Landvetter (RV40). Modellens vägnät kan ses i Figur 9. Som kan ses i figuren nedan inkluderas inte alla vägar i modellen utan endast de större vägarna.



Figur 9: Geografisk avgränsning

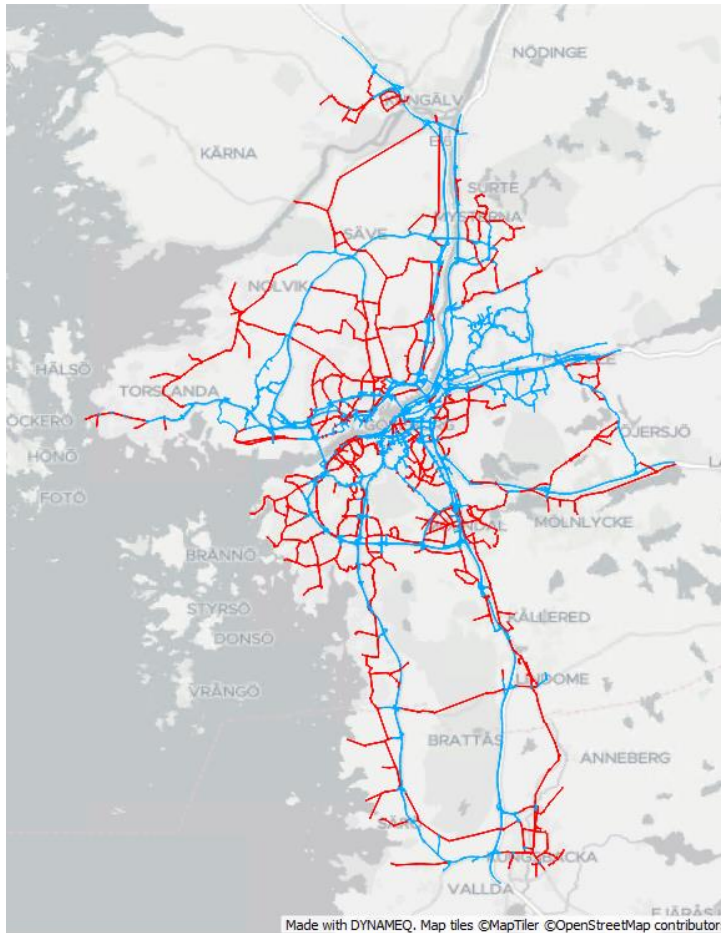
3.1.3 Uppbyggnad av vägnät

I början av projektet diskuterades val av metod för att bygga upp modellen. Det beslutades att det skulle utgå från de modeller som fanns uppbyggda för Tingstadstunneln och Älvsborgsbron. Dessa byggdes vidare på och de större lederna med tillhörande trafikplatser och intilliggande korsningar kodades manuellt. Därefter lästes resterande vägnät in från EMME.

För att kunna se vilket vägnät som är kodat manuellt och vilket som kommer från EMME har det manuellt kodade vägnätet markerats i ett attribut @manuell. I kartan nedan ses vilka delar av modellen som kodats manuellt (blåa länkar) och vilka delar av modellen som har ett vägnät från EMME (röda länkar). När modellen utvecklas framöver kommer fler delar av det röda vägnätet ersättas med manuellt kodat vägnät. Stora delar av vägnätet i centrala Göteborg är kodat manuellt.

De delar av vägnätet som lästs in från EMME kommer inte att vara lika korrekt beskrivet i modellen som det detaljkodade vägnätet. Detta innebär att kapaciteten i vissa fall kan vara för hög och att dessa vägar är mer attraktiva än vad de är i verkligheten. Vid en analys kan det röda vägnätet i objektets närhet behöva ses över så att en åtgärd inte leder till en för stor överflytt av trafik till dessa länkar.

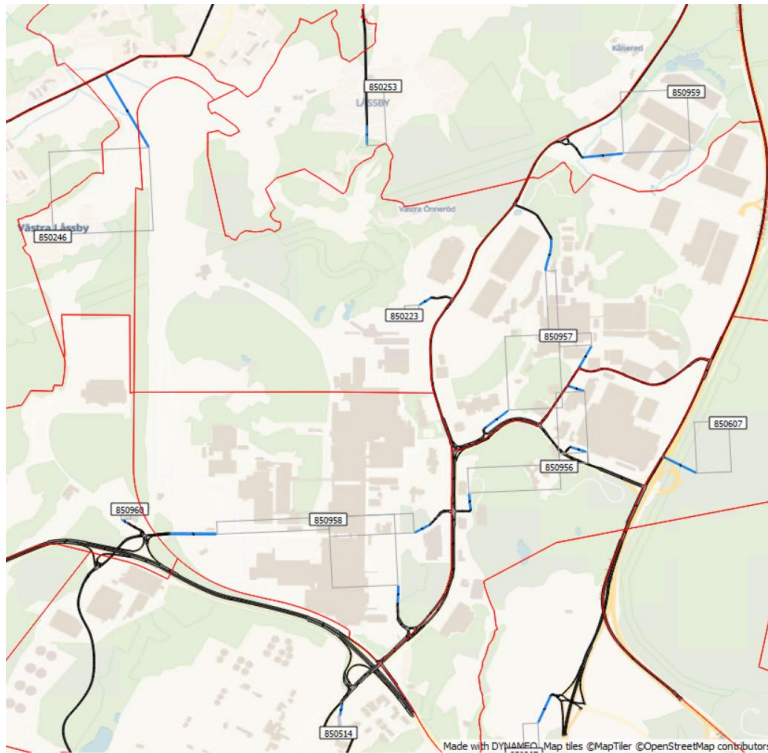
De blå punkterna som kan anas bland vissa röda vägar är cirkulationsplatser som kodats manuellt för att få mer korrekt kapacitet på dessa platser.



Figur 10: Manuellt kodat vägnät (blått) respektive vägnät importerat från EMME (rött).

På några platser i modellen har skafningen justerats. Bland annat har skafningen setts över kring Volvo i Torslanda då området alstrar mycket trafik men har en relativt grov zonindelning. För att få större spridning av trafiken har fler skaft adderats från detta område, se kartbild nedan.

Det är även en hel del områden i centrala Göteborg som har fått ett extra skaft för att få större spridning av trafiken, se exempel på några av dessa i kartbilden nedan. Nackdelen med detta är att för ett område som exempelvis får ett skaft åt öster och ett skaft åt väster så kommer all trafik österut välja det skaft som kopplar åt öst och all trafik västerut det andra skaftet. Görs det någon objektsanalys i närheten av dessa områden så kan detta behövas ses över i den specifika analysen.



Figur 11: Karta över skafning omkring Volvo i Torshälla. De röda linjerna motsvarar zonindelningen.



Figur 12: Karta som visar exempel på skafning i centrala Göteborg. De röda linjerna motsvarar zonindelningen.

3.1.4 Vägtyper

Det finns 26 olika vägtyper (Facility types) definierade i modellen. Dessa är nummersatta så att det går att addera fler hastigheter av en viss kategori i framtiden om det skulle behövas. Lägre nummer innebär högre prioritet i en korsning där två vägtyper möts. Komplet lista av vägtyperna som används i modellen finns i del 3. En vägtyp med ett lägre nummer får högre prioritet i en korsning med vägtyper som har ett högre nummer.

3.1.5 Globala kapacitetsparametrar på väglänkar

Vilken kapacitet det blir på väglänkarna beror av olika parametrar som sätts i modellen. Det finns ett antal globala parametrar som påverkar själva fordonen och som gäller oavsett var de kör i nätverket och sedan finns det lokala parametrar som sätts i noder och på länkar. De globala parametrarna som ställs in för en fordonstyp är:

Response time (R), som är förarens reaktionstid eller säkerhetsgräns i tidsavstånd till ett främre fordon. Det påverkar länkens maximala kapacitet (Q^{max}) och backward shockwave speed (V^{wave}) beroende på fordonssammansättningen på länken.

Effective length (L), som är genomsnittslängden på fordonstypen. Parametern påverkar främst max antal fordon som får plats vid stillastående (K^{jam}), men också maximal kapacitet (Q^{max}) och backward shockwave speed (V^{wave}) beroende på fordonssammansättningen på länken.

Maximum speed, högsta möjliga hastighet för ett fordon. Standardvärdet i Dynameq är 200 km/h och har justerats till 84 km/h för lastbilar med släp och till 92 km/h för lastbilar utan släp.

Speed percentage, som uttrycker önskad hastighet för fordonstypen på en viss länk i procent av länkens skyltade hastighet. Den önskade hastigheten begränsas av den högst tillåtna hastigheten för denna fordonstyp. Det innebär att den önskade hastigheten för en viss fordonstyp på en viss länk är hastighetsprocenten multiplicerat med länkens skyltade hastighet, dock ej högre än fordonstypens maximala hastighet.

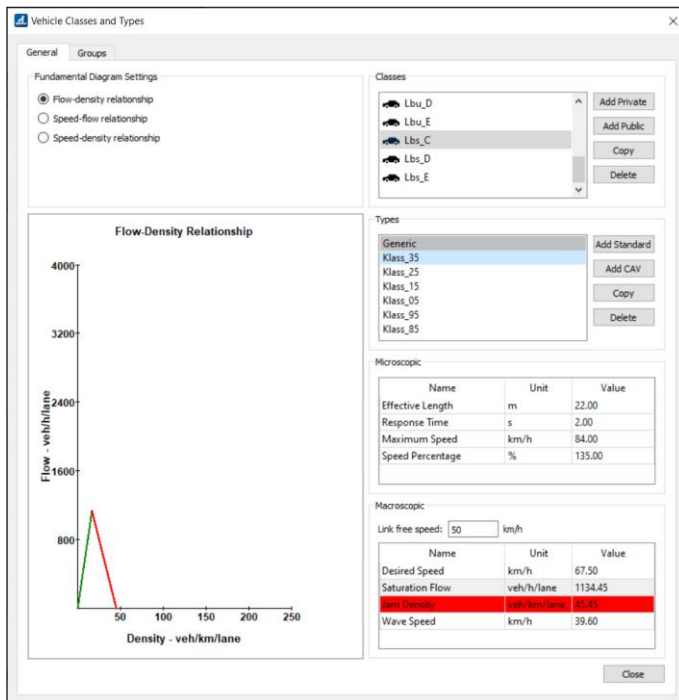
Nedan presenteras de värden som har justerats i modellen efter rekommendationer från Trafikverkets expertcenter, se nedan.

Response time (R) har justerats för lastbilar och lastbilar med släp. Standardvärde i Dynameq är 1,25 sekunder och har justerats till 2,0 sekunder för lastbilar med släp samt till 1,5 sekunder för lastbilar utan släp.

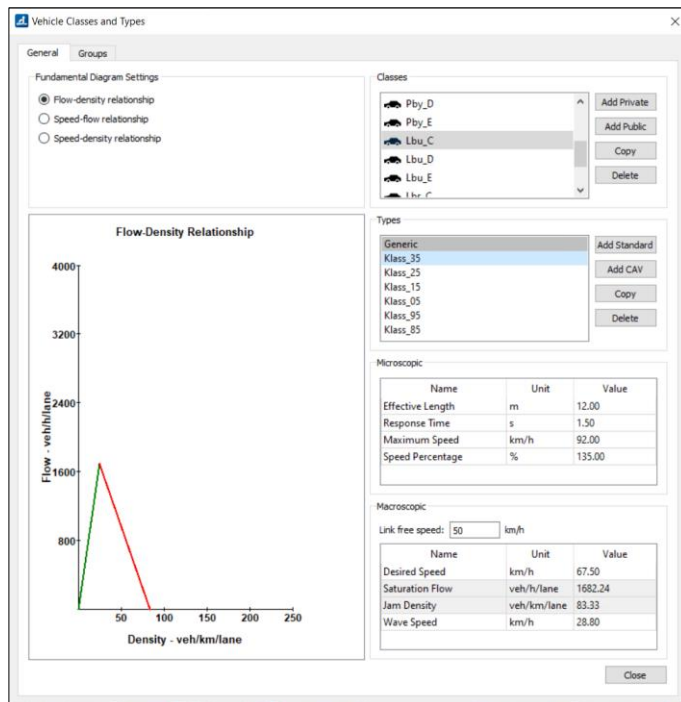
Effective length (L) har justerats för lastbilar och lastbilar med släp. Standardvärde i Dynameq är 6,25 meter och har justerats till 22 meter för lastbilar med släp till och 12 meter för lastbilar utan släp.

Gjorda inställningar för lastbilar med släp och lastbilar utan släp kan ses i figurerna nedan.

Kollektivtrafik finns inte inlagt i modellen men skulle kunna adderas för specifika analyser framöver och i så fall behöver de fordonstyper och dess egenskaper också läggas till i modellen.



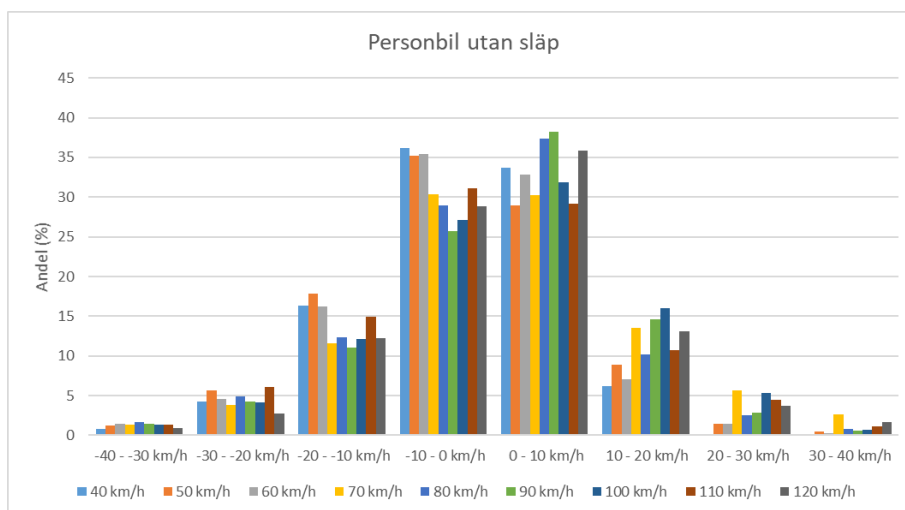
Figur 13: Justerade parametrar för lastbilar med släp i modellen.



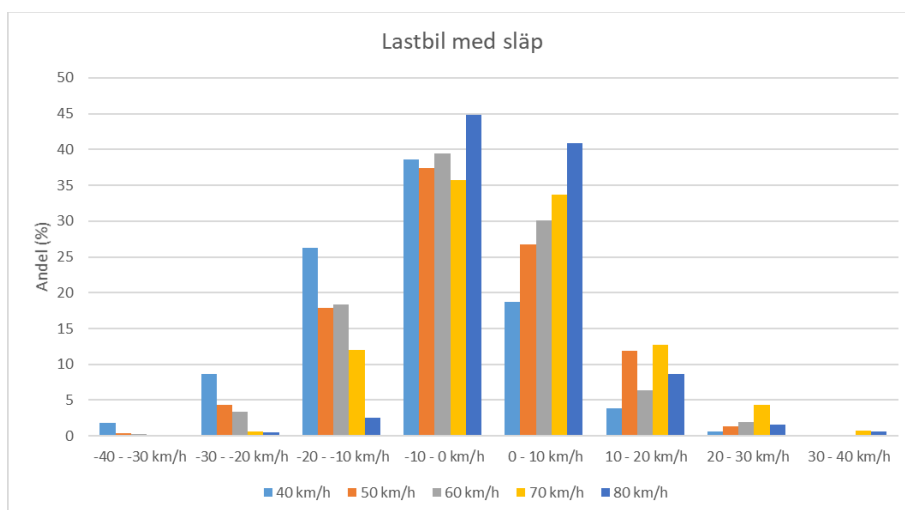
Figur 14: Justerade parametrar för lastbilar utan släp i modellen.

3.1.6 Hastighetsklasser

En översyn av hastighetsklasser i Dynameq har gjorts av Expertcenter på Trafikverket och har dokumenterats i detta avsnitt. Detta har gjorts för att få större variation i hastigheter för alla fordon. Hastighetsklasserna för personbilstrafik och lastbilstrafik bygger på Trafikverkets "Hastighetsundersökning 2020". Den data som har 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 92 km/h för lastbil utan släp och för lastbil med släp är max-hastigheten 84 km/h. Se figurerna nedan hur den faktiska hastigheten varierar för respektive hastighetsgräns.

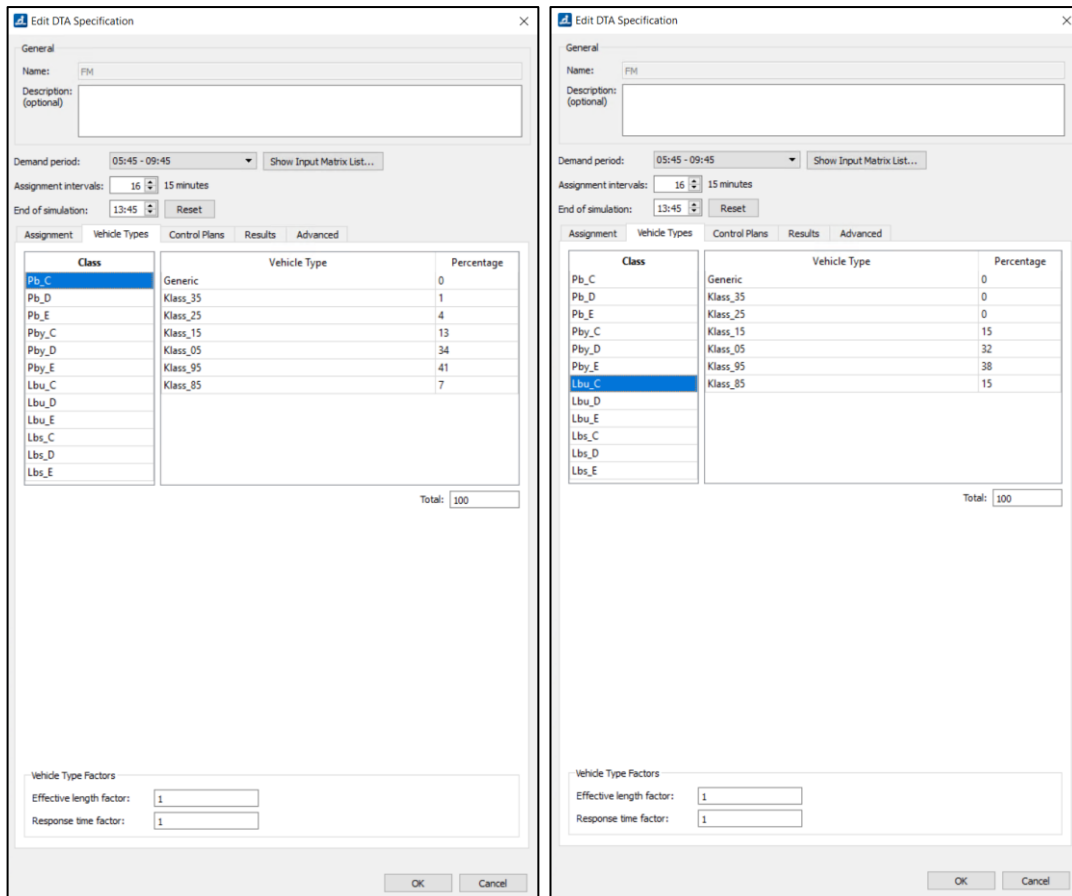


Figur 15: Fördelning av hastighet i förhållande till respektive hastighetsgräns. Personbil utan släp.



Figur 16: Fördelning av hastighet i förhållande till respektive hastighetsgräns. Lastbil med släp.

I Dynameq ansätts hur önskad hastigheten förhåller sig i procent till friflödehastigheten. Expertcenter på Trafikverket kom efter tester fram till följande hastighetsklasser som har ställts in i Dynameq. I figuren nedan visas inställningar för personbilar där exempelvis Klass_25 utgör 4 procent av personbilstrafiken och de kommer ha en önskad hastighet 25 procent över skyltad hastighet.



Figur 17: Fördelning av hastighetsklasser för personbilar till vänster och lastbilar till höger.

3.1.7 Lokala kapacitetsparametrar på vägar och i korsningar

Utöver dessa globala parametrar så finns det ett antal lokala parametrar som kan ställas in på länkar och noder.

Response time factor (RTF), är en länkparameter och multipliceras med fordonets response time (R) på en länk. En högre RTF innebär att förare över lag kör mer försiktigt (vilket innebär lägre kapacitet på länken). RTF påverkar länkens maximala kapacitet (Q^{max}) och backward shockwave speed (V^{wave}) beroende på fordonssammansättningen på länken.

Effective length factor (LF), är en länkparameter och multipliceras med fordonets effective length (L) på en länk. Parametern justerar hur många fordon som får plats per längdenhet, och detta påverkar främst det maximala antalet fordon som får plats vid stillastående (K^{jam}), men också den maximala kapaciteten (Q^{max}) och backward shockwave speed (V^{wave}) beroende på fordonssammansättningen på länken.

Free-flow speed (V^{free}), är en länkparameter och beskriver den skyltade hastigheten.

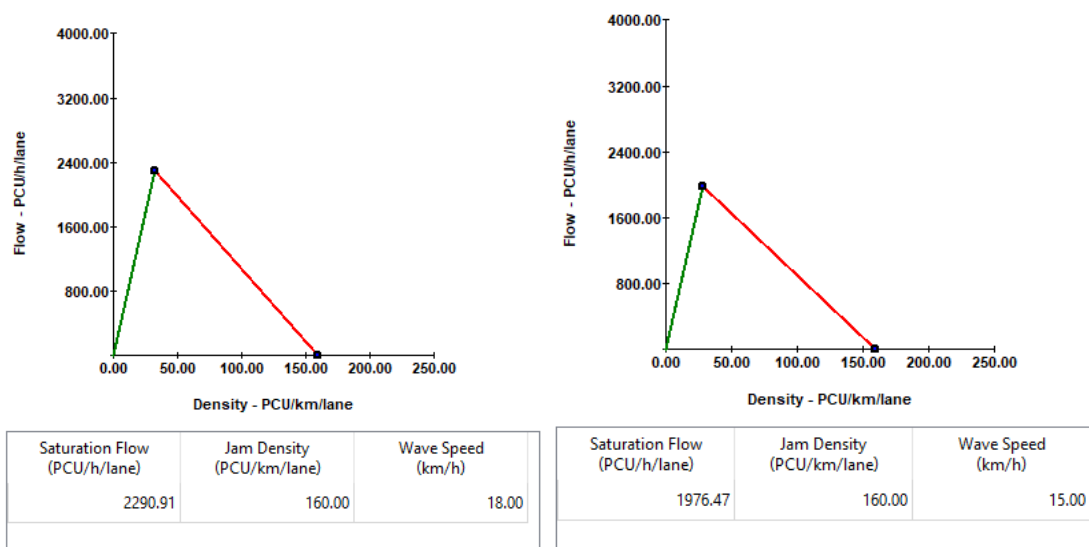
Critical-gap (G), är en nodparameter och är den minsta tidsluckan i den överordnade trafikströmmen (till exempel FacilityType 1) som i genomsnitt krävs för att fordon från den underordnade anslutningen (till exempel FacilityType 2) ska kunna köra ut i den överordnade strömmen. Parametern bestämmer storleken på tidsluckan som har 50 procents sannolikhet att vara accepterad av ett fordon. $G/2$ har noll procents sannolikhet och $3G/2$ har 100 procents sannolikhet. Lägre G betyder att fler fordon från underordnade länkar kommer att gå före fordon på överordnade länkar när flödet på den överordnade länken är mindre än Q^{max} . När Q^{max} har nåtts av det överordnade flödet så bestäms flödet från den underordnade länken helt och hållet av critical-wait istället.

Critical-wait (W), är en nodparameter och beskriver tiden för väntan på godtagbara luckor på överordnade länkar. Parametern modellerar hur otåliga förare är när de väntar på en lucka för att köra in i ett överordnat flöde. Ju längre tid som går desto högre är sannolikheten att en förare accepterar en tidslucka som kanske inte är accepterad normalt eller är "säker". Det tvingar potentiellt överordnade fordon att sakta ner för att undvika kollision. W -värdet bestämmer hur lång väntetid som ger en 50 procent sannolikhet att ett underordnat fordon åker före ett överordnat. $W/2$ har noll procents sannolikhet och $3W/2$ har 100 procents sannolikhet. Parametern definierar ett min-flöde från underordnade länkar när överordnade länkar har nått sin Q^{max} . Högre W betyder alltså att ett större flöde från underordnade länkar tillåts vid högre trängsel.

Follow-up time, är en nodparameter och beskriver den minsta tidsluckan till framförvarande fordon i *samma* trafikström som krävs för att köra ut i en korsning.

Under arbetet med att bygga modellen har flera tester genomförts där RTF – Response Time Factor har justerats på väglänkar. I modellen är RTF satt till standardvärdet 1,0 i hela vägnätet. Sedan har länkar före avfart, länkar efter påfart samt sträckor som bedömts ha hög andel växling mellan körfält markerats i tre olika attribut @favfart, @epafart och @vaxling. Länkar före avfart eller efter påfart har markerats om de är kortare än 1 250 meter. Länkar före avfart har behållit RTF lika med 1,0. För länkar efter påfart har RTF justerats till 1,2 och för länkar med hög andel växling har RTF justerats till 1,05. Här kan det behövas fler tester och analyser för att hitta rätt värden på dessa länkar och är något som kan behöva kalibreras noggrannare inför en objektsanalys. Genom att höja RTF på dessa länkar minskar kapaciteten och det har gjort att modellen kommer närmre uppmätta restider. Dock är det ingen perfekt överensstämmelse och mer arbete krävs för att hitta rätt parametersättning.

I figurerna nedan ses skillnad i kapacitet för en motorväg med skyltad hastighet 70 km/h med RTF 1,0 (till vänster) och RTF 1,2 (till höger).



Figur 18: Kapacitet för motorväg med skyltad hastighet 70 km/h med RTF 1,0 (till vänster) och RTF 1,2 (till höger).

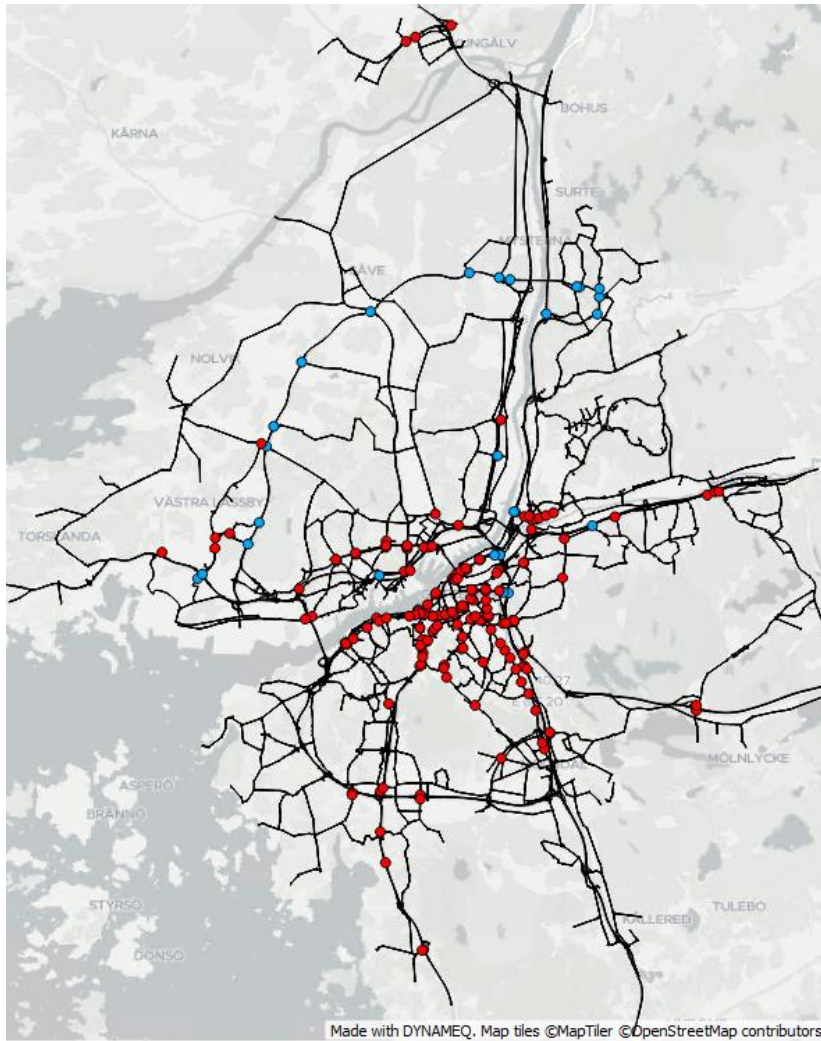
3.1.8 Cirkulationsplatser

Cirkulationsplatserna som har detaljkodats i modellen har antingen fått hastighetsgräns 40 km/h (större cirkulationsplatser) eller 30 km/h (mindre cirkulationsplatser). Alla cirkulationsplatser som har kodats in har markerats som manuellt kodade. Det kan finnas cirkulationsplatser som inte är kodade ännu i det vägnät som kommer från EMME.

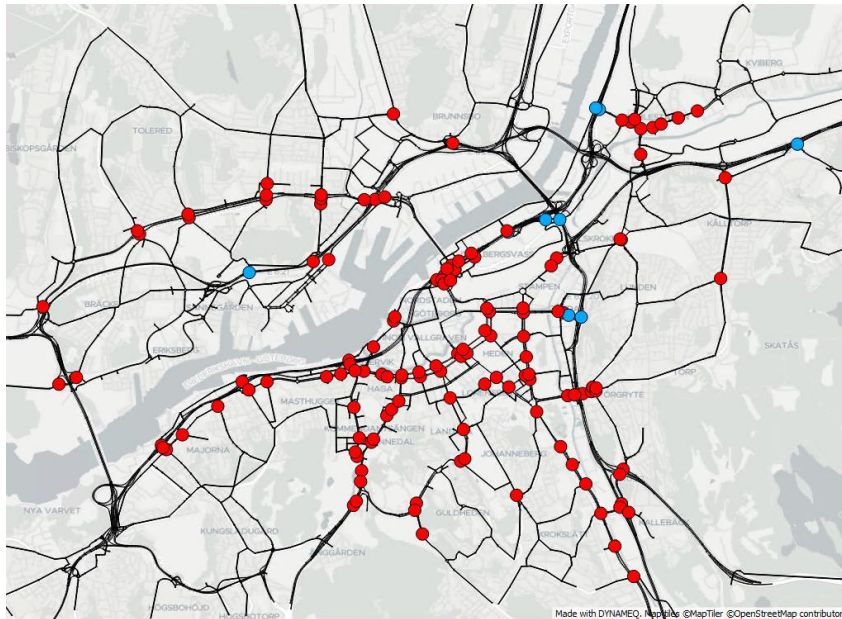
I cirkulationsplatser med ett cirkulerande körfält har critical-gap för inkommande tillfarter justerats till 2 sekunder och i cirkulationsplatser med två cirkulerande körfält har critical-gap för inkommande tillfarter justerats till 3 sekunder. Follow-up-time har justerats till 2,33 sekunder i samtliga cirkulationsplatser.

3.1.9 Trafiksignaler

Totalt i modellen finns det 192 signalreglerade korsningar. Av dessa är en mindre andel (29) kodade efter signalunderlag (signalkorsningar markerade i blått i kartan nedan) medan merparten (övriga) av trafiksignalerna bygger på bedömda signaltider (röda i kartan nedan). Trafiksignaler beskrivs mer i användarhandledningen. Det kan fortfarande finnas trafiksignaler i det vägnät som inte har detaljkodats som ännu inte kodats som trafiksignaler. Samma signalplaner används för både förmiddag och eftermiddag för de flesta korsningarna. På vissa ställen har justeringar i signaltider gjorts för eftermiddagen för att fungera tillsammans med eftermiddagens flöden.



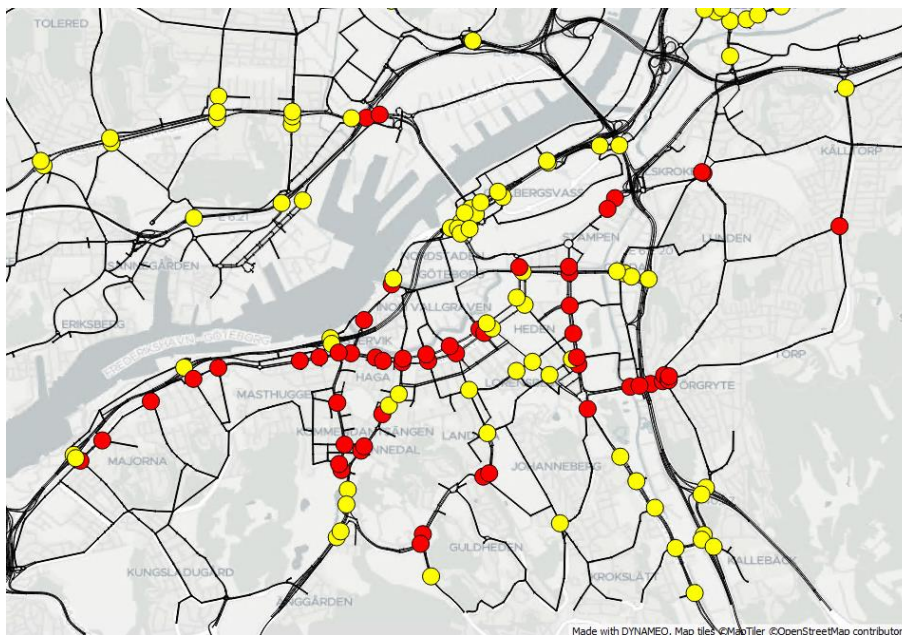
Figur 19: Trafiksignaler i modellen, från tidigare modeller eller underlag (blå), bedömda signaltider (röda).



Figur 20: Trafiksignaler i modellen, från tidigare modeller eller underlag (blå), bedömda signaltider (röda).

3.1.10 Kollektivtrafikprioritet i trafiksignaler

Då kollektivtrafiken inte är kodad i modellen och trafiksignalerna är kodade med fasta tider så överskattas kapaciteten i de korsningar där det passerar många spårvagnar (och bussar) som har prioritet i signalerna. Dessa signaler har korrigerats (röda i kartan nedan) för att kompensera för kollektivtrafikprioritet. Detta beskrivs mer i användarhandledningen.



Figur 21: Signaler med kollektivtrafikprioritet (röda), övriga signaler (gula).

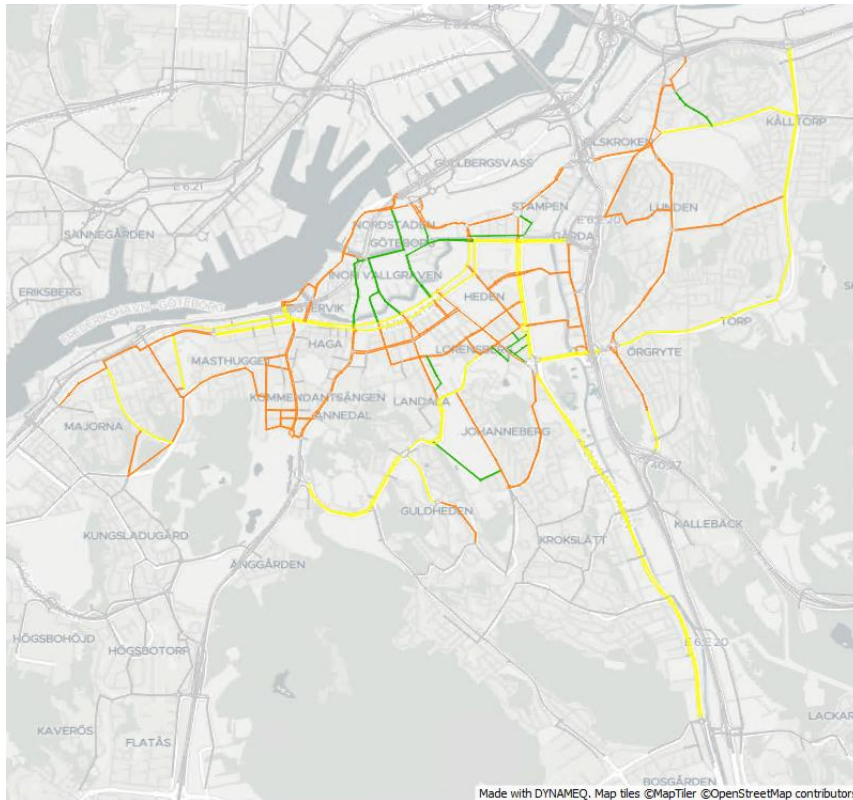
3.1.11 Hastighetsklassificering av vägnät

I modellen har skyltad hastighet kodats in på alla länkar. Justeringar har gjorts på det vägnät som kommer från EMME och som inte kodats manuellt genom att sänka hastigheten på dessa länkar med 10 km/h från skyltad hastighet. Detta har gjorts för att de länkar som kommer från EMME inte ska få för god framkomlighet. Detta vägnät har inte rätt längder då länkarna inte följer väglinjerna som i verkligheten.

Utöver dessa justeringar så konstaterades tidigt att medelhastigheterna genom centrala Göteborg var för höga både på det vägnät som kommer från EMME och det detaljkodade vägnätet. För en hel del gator i de centrala delarna är den skyltade hastigheten högre än vad som är möjligt att köra i många fall på grund av vägmiljö bestående av farthinder, övergångsställen och gatuparkering. I projektet har diskussioner förts med INRO/Bentley (leverantör av programvaran Dynameq) om hur gator i de centrala delarna ska hanteras då utformning och gatumiljö gör att fordon inte når upp till skyltad hastighet.

Ett alternativ skulle vara att koda in alla övergångsställen som korsningar men då det saknas information om hur många gångtrafikanter det är på varje enskild övergång samt att det finns andra saker i gatumiljön som ger upphov till lägre hastigheter så som farthinder och gatuparkering så var detta alternativ inte att föredra. Det beslutades därför att klassificera vägnätet i centrala Göteborg i tre klasser utifrån hur gatumiljön ser ut. Dessa är kodade i ett attribut *@Hastklass* vilket gör det enkelt att justera hastigheterna för dessa tre klasser om så önskas.

Hastighetsklassificering har ställts in för gator med skyltad hastighet 50 km/h. Detta har gjorts för ett avgränsat område enligt figuren nedan. Området som hastighetsklassificerats implementerades först som ett test och som gav önskad effekt på restiderna. Framöver kan detta område utökas och täcka in större delar av Göteborg i samband med att modellen fortsätter att utvecklas och större delar av vägnätet blir manuellt kodat.



Figur 22: Hastighetsklassificerat vägnät i centrala Göteborg. Hastighetsklass 1 är markerat i gult, hastighetsklass 2 är markerat i orange och hastighetsklass 3 är markerat i grönt.

Nedan beskrivs hur klassificeringen är gjord på vägnätet och vilka hastigheter som satts på de olika vägarna. Ett undantag är de EMME-länkar som har fått en hastighetsklassificering (och som redan har fått en hastighetssänkning på 10 km/h). Dessa länkar har fått samma hastighet som de manuellt kodade länkarna förutom de länkar som har fått hastighetsklass 1 där är hastigheten sänkt med 5 km/h till 45 km/h.

Hastighetsklass 1 – 45 km/h (gul)

Gator som markerats som hastighetsklass 1 (gula) har inget i gatumiljön som hindrar att hålla skyltad hastighet, se exempel på gulmarkerad gata nedan (Guldhedsgatan i riktning mot Sahlgrenska). De länkar som har fått en hastighetsklassificering och inte är manuellt kodade har fått hastigheten 45 km/h. Länkar har kodats med länkattributet @Hastklass=1.



Figur 23: Exempel på gata som fått hastighetsklass 1, (bild från Google Streetview).

Hastighetsklass 2 – 38 km/h (orange)

Gator som markerats med hastighetsklass 2 (orange) har en gatumiljö med övergångsställen, gatuparkering, farthinder m.m. som gör att det är svårt att hålla skyltad hastighet. För dessa gator har hastigheten sänkts till 38 km/h. Exempel på gata som kodats som hastighetsklass 2 nedan (Aschebergsgatan i riktning mot Vasaplatsen). Länkar har kodats med länkattributet @Hastklass=2.



Figur 24: Exempel på gata som fått hastighetsklass 2, (bild från Google Streetview).

Hastighetsklass 3 – 30 km/h (grön)

Gator som markerats som hastighetsklass 3 (grön) har en gatumiljö som begränsar framkomligheten ytterligare jämfört med hastighetsklass 2. Dels kan det vara utformningen eller att det är större korsande strömmar av gångtrafikanter. Det finns även exempel på gator som inte ska ha genomfartstrafik som har kodats som klass 3. För dessa gator har hastigheten satts till 30 km/h. En del av dessa gator är cykelfartsgator men som har fått med sig hastigheten 50 km/h från EMME. Exempel nedan från Slussgatan. Länkar har kodats med länkattributet @Hastklass=3.



Figur 25: Exempel från Slussgatan som fått hastighetsklass 3, (bild från Google Streetview).

3.1.12 Vägnät för resultatuttag

I den övergripande modellen har det tagits fram ett resultatfilter med fokus på de större lederna, se figuren nedan. Dessa väglänkar är markerade med länkattributet @Resultatfilter=1. Vägnätet för resultatuttag kan kompletteras framöver när modellen blir mer detaljerad.



Figur 26: Resultatfilter illustrerat med svarta länkar. De gråa länkarna i bakgrunden motsvarar övriga länkar i modellen.

3.1.13 Kollektivtrafik

I inledningen av uppdraget hämtades erfarenheter in från projekten som byggt upp DYNAMIQ-modeller för Stockholm och Malmö. Efter dessa möten beslutades att kollektivtrafiken inte skulle kodas in i grundmodellen. Det skulle krävas en stor arbetsinsats för att få in alla kollektivtrafiklinjer och dess trafikering i modellen samt att upprätthålla en aktuell kodning. Om det görs ändringar i infrastrukturen så påverkas kollektivtrafiklinjerna som trafikerar området varpå kontroll och rättning alltid måste göras.

Vid analyser av objekt som innefattar kollektivtrafik så kan kollektivtrafiklinjer kodas in i den specifika objektsanalysen.

3.2 Efterfrågan

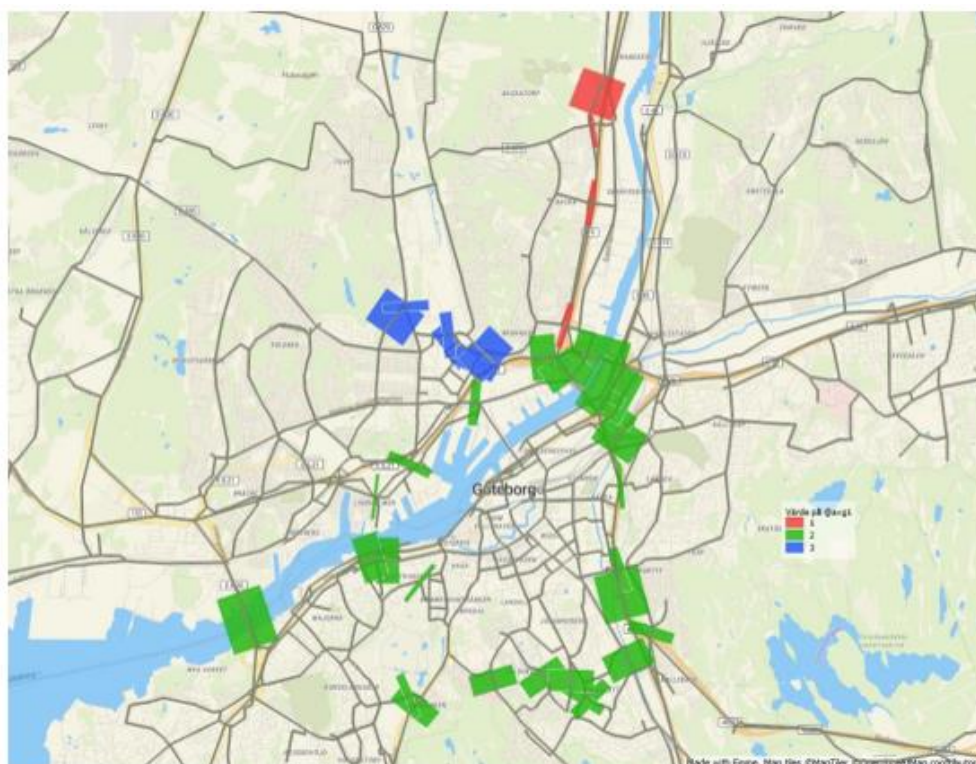
3.2.1 Sampers 2019 (basprognos 2024.01)

Trafikefterfrågan har hämtats från Sampers basprognos västra regionen med nulägesår 2019 (basprognos, version 1, april 2024).

I Sampers hanteras trängselskatten genom att trafiken delas upp och läggs ut i tre klasser: C, D och E. I modellen finns det tre typer av portaler, trängselskatteportaler (gröna), Backaundantaget-portaler (röda) och kontrollstationer (blåa).

- Klass C: Samtliga betalande
- Klass D: Backaundantaget¹
- Klass E: Icke-betalande

Varje klass innehåller alla de olika fordonstyperna i Sampers: personbil, personbil yrkestrafik, lastbil utan släp samt lastbil med släp. Se figur nedan för de olika trängselskatteportalerna.



Figur 27. Trängselskatteportaler i Sampers. Grön=vanlig trängselskatteportal, röd=Backaundantaget-portal, blå=kontrollstation. Bild från Emme.

¹ <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Trangselskatt/Trangselskatt-i-goteborg/undantag-fran-trangselskatt-i-backa/>

Till Dynameq önskas separata efterfrågematriser för personbilar, lastbilar utan släp och lastbilar med släp, då dessa fordonsklasser har olika egenskaper när det kommer till hastighet, fordonslängd och *response time*. Likaså önskas separata matriser för betalande och ej betalande av trängselskatt. Totalt läggs 12 klasser ut i Sampers för ett vintervardagsmedeldygn (VVMD):

- Pb C, Pb D, Pb E (personbil)
- Pby C, Pby D, Pby E (personbil yrkestrafik)
- Lbu C, Lbu D, Lbu E (lastbil utan släp)
- Lbs C, Lbs D, Lbs E (lastbil med släp)

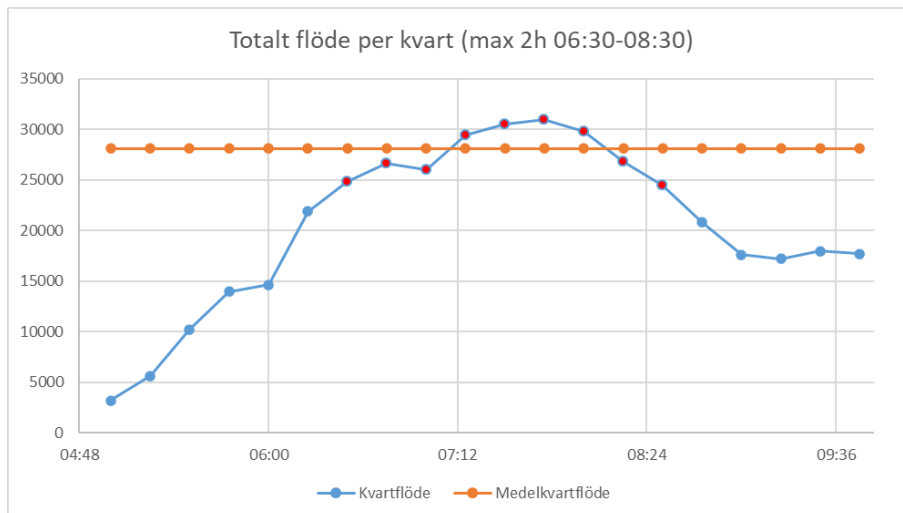
Till skillnad från i Sampers 3 så är det i nya basprognos med Sampers 4 möjligt att göra en nätutläggning för alla dessa fordonsklasser samtidigt.

Vägnätet i Sampers är betydligt större än det vägnät som är intressant för denna modell. Från Sampers hämtas därför matriser som representerar den del av vägnätet som motsvarar den modell som tagits fram i Dynameq. Dessa matriser kallas för traversalmatriser.

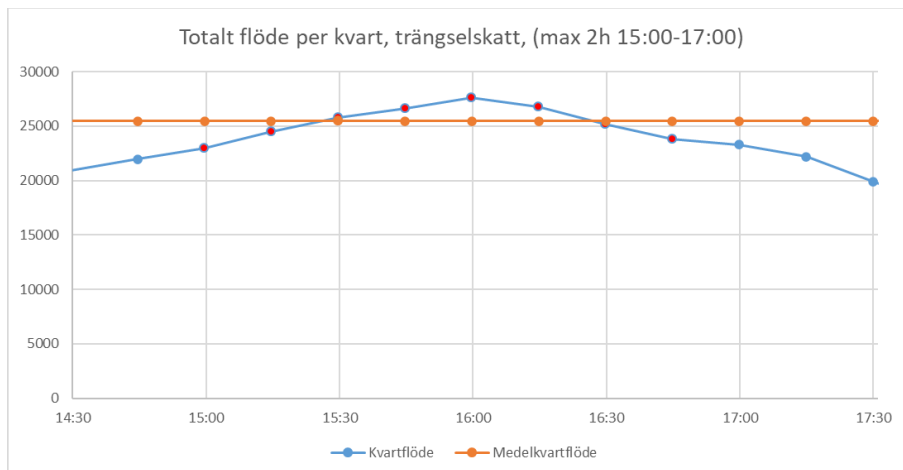
3.2.2 Kvartsuppdelning

Trafikverket har tagit fram riktlinjer för uppvärmning och nedkylning vilken innebär att båda dessa perioder ska vara dubbelt så långa som den längsta restiden i modellen. Den längsta sträckan i modellen är mellan Kungsbacka och Kungälv där sträckan är cirka 50 km och restiden ca 40-45 min. Uppvärmnings- och nedkylningsperioden har därför satts till 1 timme och 30 min vilket motsvarar 05:45-07:15 och 08:15-09:45 för förmiddagen, 14:00-14:30 och 16:30-18:00 för eftermiddagen.

Varje kvartsandel sätts i relation till vad medelkvartsflödet är under de två mest belastade timmarna under förmiddagen, vilket teoretiskt är den trafik som fås från Sampers. Kvartsandelarna som presenteras för förmiddagen nedan är baserat på mätningar från 2016-2017 och kommer från tidigare modellversion som hade nulägesår 2017. För eftermiddagen baseras kvartsandelarna på mätningar från 2022. En analys av data för ett nyare år har gjorts men skillnaden var så pass liten att en bedömning gjordes att ingen uppdatering behövdes.



Figur 28: Kvartsfördelning av trafikflöde i förhållande till medelkvartflödet under de två mest belastade timmarna under förmiddagen.



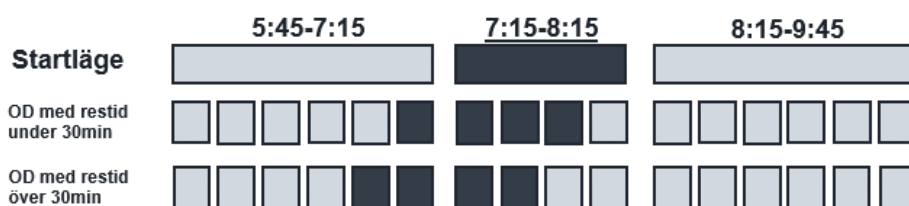
Figur 29. Kvartsfördelning av trafikflöde i förhållande till medelkvartflödet under de två mest belastade timmarna under eftermiddagen.

I modellen har efterfrågan från Sampers delats upp på 15-minutersintervall för att fånga variationen mer detaljerat under maxtimmesperioderna. Denna justering har endast applicerats på personbilstrafiken. Lastbilstrafiken är mer jämnt fördelad under dygnet så dessa matriser fördelas med lika stor andel för alla kvartar under simuleringsperioden.

Denna uppdelning baseras på genomsnittliga variationen av alla mätpunkter i hela nätverket. Detta gör att trafikens variation fångas i genomsnitt men lokalt kan det vara stora variationer.

3.2.3 Avresetidpunkt

Kvartsuppdelningen baseras på en sammanställning av alla trafikräkningar. Det innebär att den trafik som uppmätts exempelvis mellan 07:45-08:00 redan är ute i vägnätet. För att kompensera för detta tidigareläggs alla resor med en kvart. Det är också för att modellen täcker ett relativt stort geografiskt område och de resor som startar längre ut i modellen har i verkligheten startat ännu tidigare. För att ta hänsyn till detta så tidigareläggs alla resor som är längre än 30 minuter med ytterligare en kvart. Detta innebär att dessa resor startar 30 minuter tidigare eftersom alla resor redan tidigarelägs 15 minuter. Så för resor med en restid längre än 30 minuter blir det alltså (15 min + 15 min), enligt bilden nedan.



Figur 30: Avresetidpunkt för resor kortare/längre än 30 minuter (OD står för Origin-Destination, dvs start- och målpunkt för resor). Exemplet i figuren är för förmiddagen, men samma princip har även tillämpats för eftermiddagen.

3.2.4 Maxtimme i olika delar av nätet

I genomsnitt över alla räkningar infaller förmiddagens maxtimme 07:15-08:15 och eftermiddagens maxtimme 15:30-16:30 men det kan lokalt vara stora skillnader. Exempelvis så infaller maxtimmen under förmiddagen på Hisingsleden runt kl. 6 och på Götaälvbron runt kl. 8. Detta är något som måste tas hänsyn till vid objektsanalyser och att simuleringen anpassas till den maxtimme som råder lokalt i objektets influensområde.

3.2.5 Trängselskatt

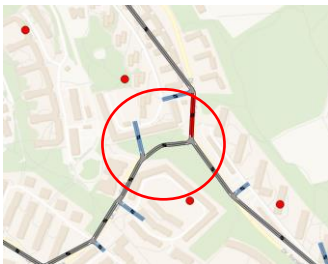
Det finns fyra fordonsklasser som läggs ut i modellen vilka är personbil, personbil yrkestrafik, lastbil utan släp och lastbil med släp. För varje fordonsklass finns det tre matriser beroende på vilken klass (C, D eller E). Hur detta hanteras i modellen beskrivs i användarhandledningen, kapitel 4.3.1. Då vägnätet är mer detaljkodat i Dynameq än i Sampers uppstod några problem i områden i närheten av trängselskattegränsen vilket gjorde att en del icke betalande fordon (klass D och E) inte kunde komma fram till sin destination. För att alla fordon ska läsas in i modellen har några skift lagts för ej betalande fordon (klass D och E) till/från dessa områden. Det gäller tre zoner i Lindholmen, en zon vid Salsmästaregatan och en zon vid Doktor Allards Gata. Specialkodningen kan ses i figurerna nedan:

Lindholmen



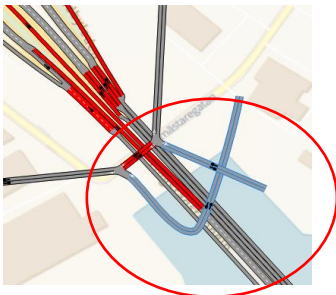
Figur 31: Specialkodning för att hantera ej betalande i Lindholmen.

Doktor Allards Gata



Figur 32: Specialkodning för att hantera ej betalande vid Doktor Allards Gata

Salsmästaregatan

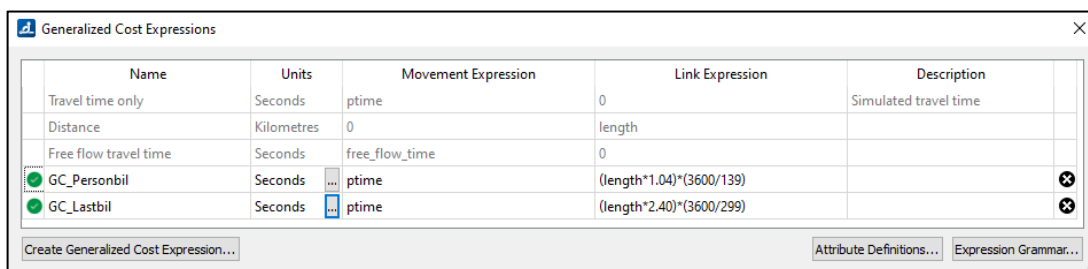


Figur 33: Specialkodning för att hantera ej betalande vid Salsmästaregatan

3.3 Nätutläggningsinställningar

3.3.1 Generaliserad kostnad

Generaliserad kostnad i modellen är inställd enligt figuren nedan. För personbilar och lastbilar gäller olika uttryck. Generaliserad kostnad används för att fordon i modellen inte bara ska ta hänsyn till restiden vid val av rutt utan även väga in en kilometerkostnad. Kilometerkostnad och tidsvärden har hämtats från Sampers.



| Name | Units | Movement Expression | Link Expression | Description |
|-----------------------|------------|---------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Travel time only | Seconds | ptime | 0 | Simulated travel time |
| Distance | Kilometres | 0 | length | |
| Free flow travel time | Seconds | free_flow_time | 0 | |
| GC_Personbil | Seconds | ptime | $(length * 1.04) * (3600 / 139)$ | |
| GC_Lastbil | Seconds | ptime | $(length * 2.40) * (3600 / 299)$ | |

Figur 34: Inställning av generaliserad kostnad i modellen.

3.3.2 Iterationer

Modellen har körts med 50 iterationer för förmiddagen och 100 iterationer för eftermiddagen. Det är dock viktigt att vara uppmärksam på om modellen konvergerar, då små förändringar i nätverket eller indata ibland kan ha stor påverkan på hur modellen konvergerar. Läs mer om konvergens i användarhandledningen.

3.3.3 Slumpfrön

I projektet har slumpfrön diskuterats och i samråd med Expertcenter på Trafikverket togs beslutet att endast använda ett slumpfrö.

3.4 Modellvalidering

3.4.1 Trafikräkningar

Totalt finns det 121 mätpunkter som använts för att kalibrera modellen och som är tillhandahållna av Trafikverket. I de flesta mätpunkter mäts alla fordon som passerar inklusive kollektivtrafiken. Dessa mätpunkter kommer från tre olika dataset:

- Trängselskattesnittet
- Trafikverkets mätningar
- Trafikverkets vägtrafikflödeskarta (slangmätningar)

Trängselskattesnittet

Mätningarna från Trängselskattesnittet kommer från Göteborgs trängselskatteportaler. Fram till 2016 har Trafikkontoret i Göteborg använt sig av snittet 28 Fasta punkterna som ett mått på biltrafikens utveckling i staden. Byggprojekt i Göteborg får dock allt större inverkan på mätstationerna och har gjort det svårare för Trafikkontoret att få tillräckligt med data av god kvalitet från de mätplatserna. För att kunna följa trafikutvecklingen på ett bättre sätt har de sedan 2017 valt att använda Trängselskattesnittet istället. Trängselskatteportalerna uppges ha en mycket hög leveranssäkerhet av data (Trafikkontoret, 2018).

Trängselskattesnittet består av en blandning av stora leder, Älvsborgsbron, Tingstadstunneln och ett antal större och mindre gator. Enligt Trafikkontoret är en fördel med snittet att det är slutet och inga passager in eller ut genom snittet kan göras utan att registreras (Trafikkontoret, 2018).

Den tillhandahållna data har mätperioden vecka 9-10 2022 och består av 73 mätpunkter. Data för mängden trafik är uppdelad på kvartsnivå.

Trafikverkets mätningar (Metor)

Utöver mätpunkterna från Trängselskattesnittet användes också mätningar från Trafikverket. Mätningarna är från vecka 9-10 2022 och ligger i och omkring Göteborg. Data för trafikflödena är uppdelad på kvartsnivå.

Vägtrafikflödeskartan (slangmätningar)

Merparten av mätpunkterna i Trängselskattesnittet och Trafikverkets mätningar (Metor) är placerade relativt centralt i Göteborg och innefattar inte ytterområdena i modellen. Mätningarna har därför kompletterats med mätpunkter från Trafikverkets så kallade Vägtrafikflödeskartan, vilka kommer från slangmätningar. Här har timinformation från stickprovspunkter av bra kvalitet valts ut för att täcka

så stora delar av modellområdet som möjligt. Mätningarna är från 2019, med undantag för fyra stycken mätningar som är ifrån 2018 då ingen mätning från 2019 fanns att tillgå. Tidperioden är ett urval av mätningar under hela året, som ej infaller under sommaren. Totalt har 10 mätpunkter har plockats ut från Vägtrafikflödeskartan.

Sammanställning av trafikmätningar

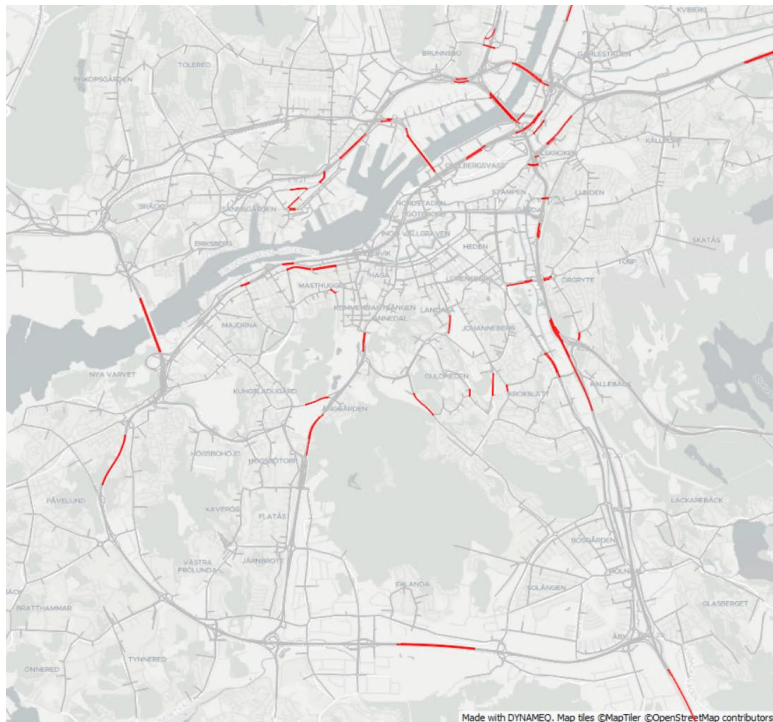
För mätningarna under våren 2022 (Trängselskattesnittet och Trafikverkets mätningar) valdes måndag-torsdag vecka 9 och 10. På grund av variationerna i när mätningarna från Vägtrafikflödeskartan är gjorda kunde inga enskilda veckor väljas ut, utan här har istället måndag-torsdag under januari-maj och september-december valts ut.

Från Trängselskattesnittet och Trafikverkets mätningar (Metor) har sedan medelvärdet för varje kvart under de utvalda perioderna beräknats, vilket summerades till timmesnivå. Den timmen under för- respektive eftermiddagen med störst trafikmängd identifierades sedan för varje mätpunkt. Medelvärdet för varje timme under de valda tidsperioderna beräknades, och maxtimmen identifierades. För Trängselskattesnittet och Trafikverkets mätningar (Metor) kan starten för maxtimmen bestämmas på kvartsnivå, medan det för mätningarna från Vägtrafikflödeskartan endast kan göras för heltimmar.

Kartorna nedan redovisar vilka trafikmätningar som använts (röda länkar). Den första kartan visar hela modellen och den andra en mer detaljerad karta över centrala Göteborg.



Figur 35: Mätpunkter som använts i valideringen av modellen (röda länkar), hela modellen.

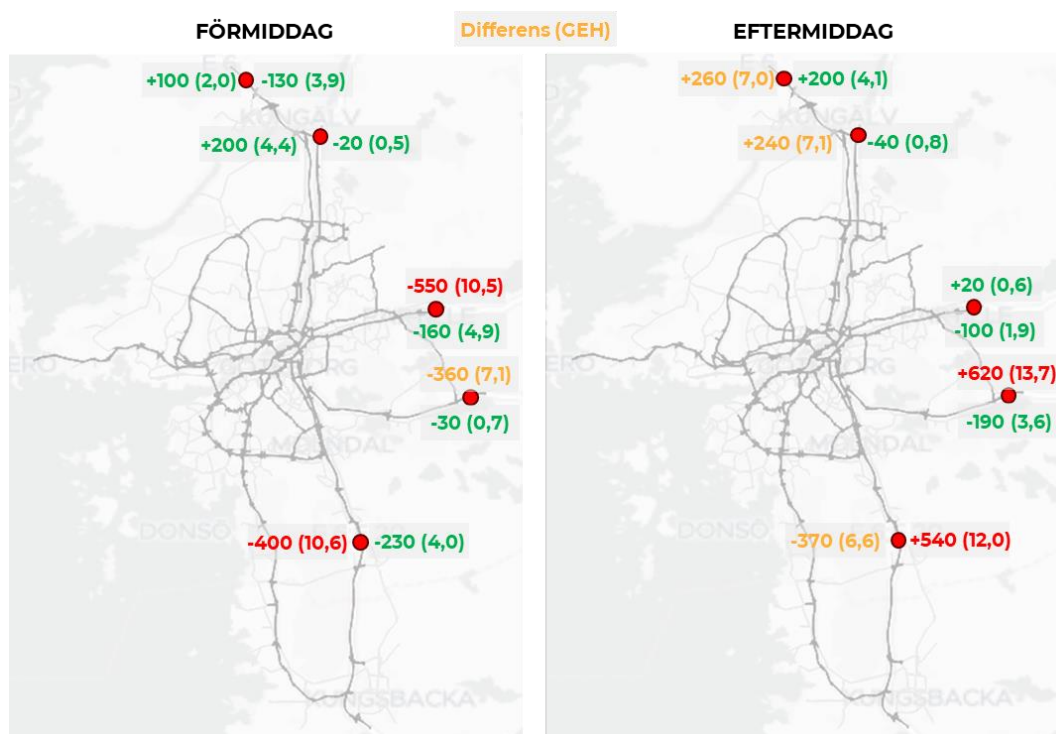


Figur 36: Mätpunkter som använts i valideringen av modellen (röda länkar), inzoomad bild.

3.4.2 Modellflöden jämfört med trafikräkningar

3.4.2.1 Modellens ytterområden

I modellens ytterområde har en jämförelse gjorts mot mätningar från år 2019, se figuren nedan. I de fall där mätningar från 2019 ej har funnits att tillgå har mätningar från 2018 använts. Valideringen visar att modellen generellt sett stämmer väl överens mot trafikmätningar under både för- och eftermiddagen.



Figur 37. Differens mellan modell och trafikmätningar (fordon/h) samt GEH inom parentes under respektive maxtimme. Positivt betyder att modellen överskattar trafik och negativt betyder underskattning. Ju lägre GEH, desto bättre överensstämmelse mot trafikmätningar.

GEH-värdet beräknas enligt nedan där M är modellerat flöde och C är det uppmätt flöde:

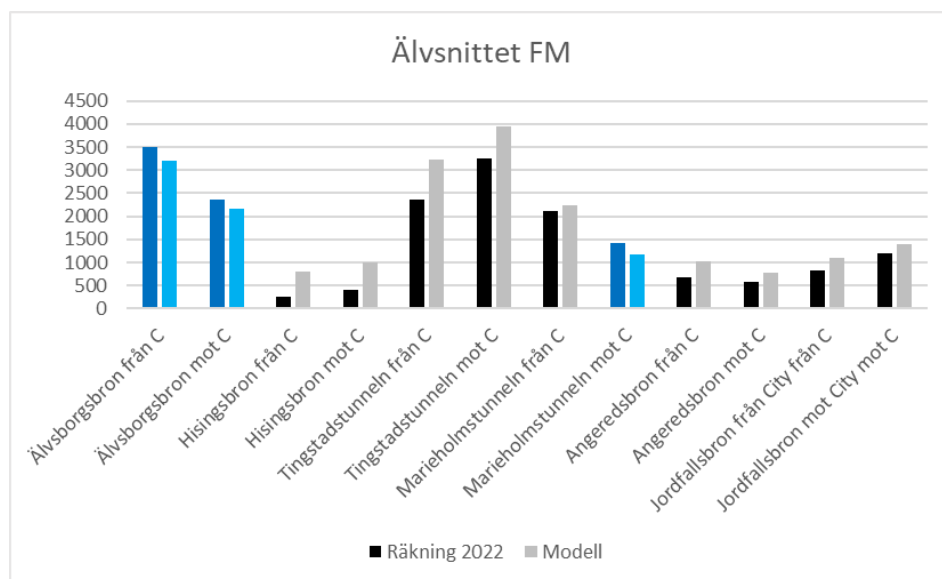
$$GEH = \sqrt{\frac{2(M - C)^2}{(M + C)}}$$

För att modellen ska anses ha god överensstämmelse mot trafikräkningar så ska helst merparten av mätningarna ha GEH under 5. Det kan vara godkänt med GEH mellan 5 och 10 men helst ska inga mätningar ha GEH över 10. Detta kan vara bra att tänka på vid tillämpning av modellen.

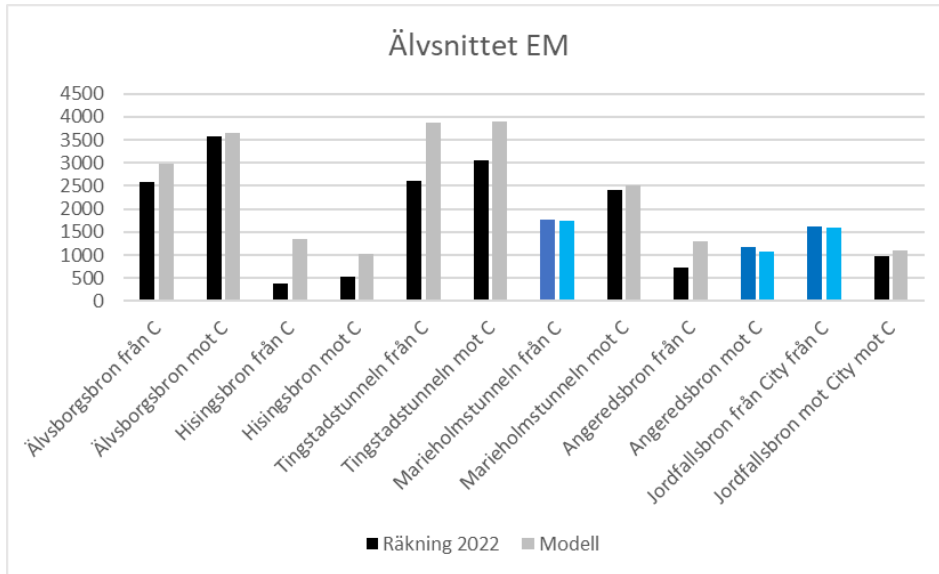
3.4.2.2 Älvsnittet

Som beskrivet under 3.4.1 så är mätningarna från 2022 från våren och är i viss utsträckning påverkade av pandemin och bör således tolkas som något underskattade.

Modellen överskattar trafiken över Älvsnittet totalt sett. På Älvsborgsbron och i Marieholmstunneln underskattar dock modellen generellt sett trafiken under båda maxtimmarna medan Tingstadstunneln och Hisingsbron överskattas i modellen. Mätningen för Hisingsbron är generellt sett väldigt låg och teorin är att bron var relativt nyöppnad 2022 och bilister inte vara vana att köra via bron. Kvalitén på mätningen är också en osäkerhet. Trafiken västerut (mot C) på Angeredsbron är tydligt överskattat under både förmiddagen och eftermiddagen. Det skulle kunna bero på att Sampers överskattar antalet icke-betalande resor över Älvsnittet i denna relation, eftersom man endast kan korsa Älvsnittet utan att betala trängselskatt där och på Jordfallsbron. Lågt flöde på Älvsborgsbron hänger ihop med att trafiken även underskattas på Västerleden och Söderleden. En trolig förklaring är att efterfrågan för personbilstrafik från Sampers i denna relation är för låg jämfört med verkligheten.

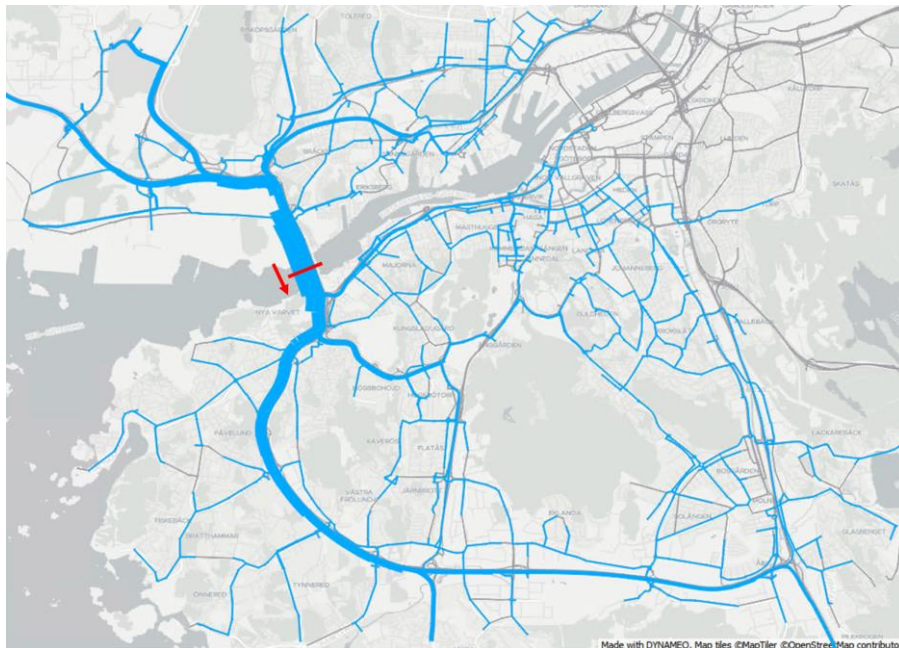


Figur 38. Jämförelse mellan trafikräkningar och modellflöden över Älvsnittet, förmiddagens maxtimme (fordon/h). Blått betyder att modellen underskattar trafiken och svart betyder att modellen överskattar trafiken.



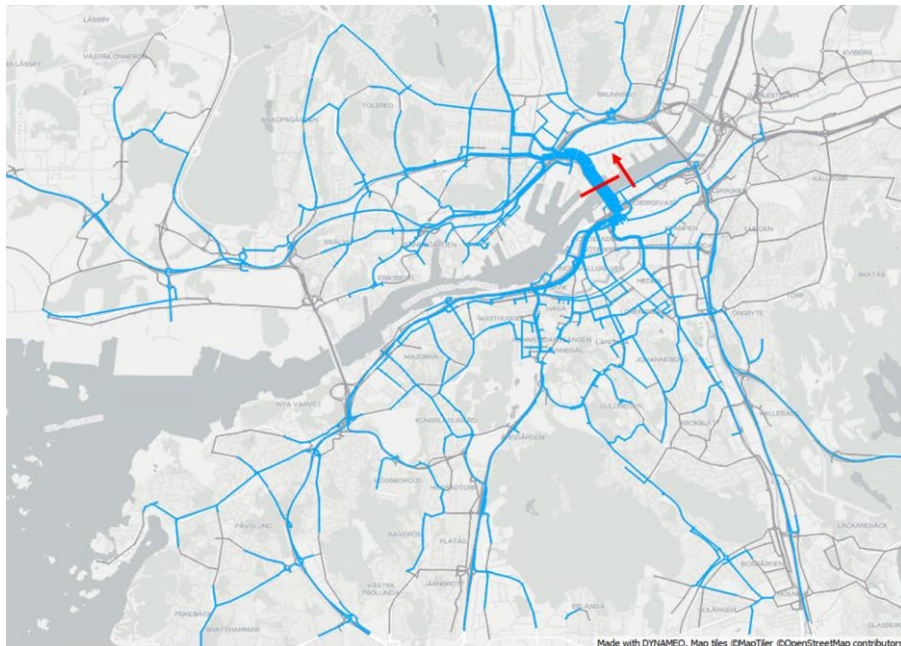
Figur 39. Jämförelse mellan trafikräkningar och modellflöden över Älvsnittet, eftermiddagens maxtimme (fordon/h). Blått betyder att modellen underskattar trafiken och svart betyder att modellen överskattar trafiken.

Nedan följer några exempel på "select-links", vilket illustrerar varifrån trafiken på ett snitt kommer ifrån samt vart trafiken ska. Dessa resultatbilder kan vara hjälpsamma för att förstå varför trafiken på vissa vägar är över- eller underskattad.

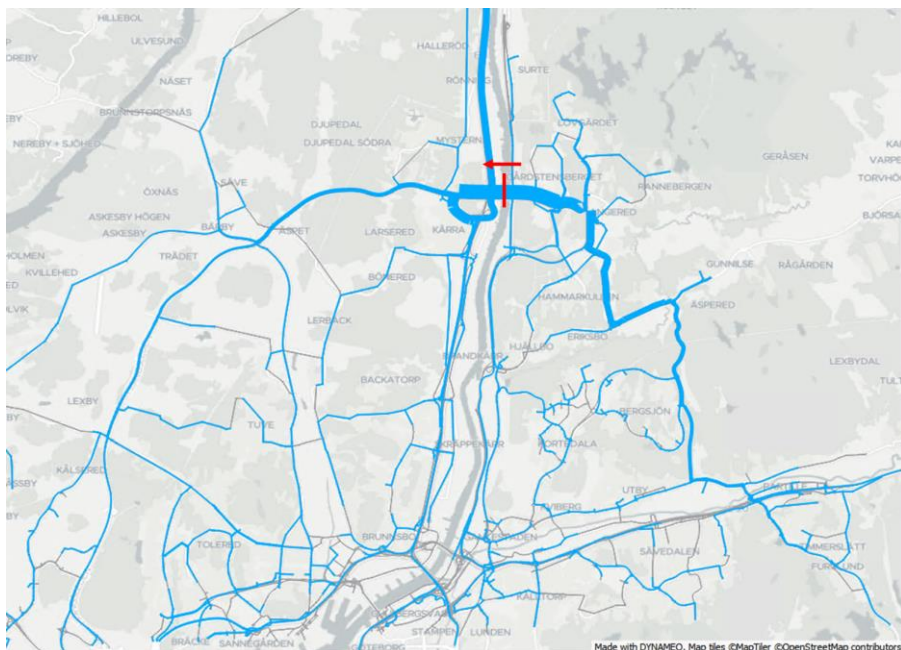


Figur 40. "Select-link" på Älvsborgsbron södergående, eftermiddagens maxtimme. Ju tjockare länk, desto fler fordon. Figurerna är exempel på resultat som kan tas ut från modellen.

I figuren nedan kan det observeras att många som utnyttjar Hisingsbron har startpunkt i södra eller sydvästra Göteborg och skulle likväl kunna åka via Älvsborgsbron i stället. Detta kan vara en delförklaring till överskattningen på bron.



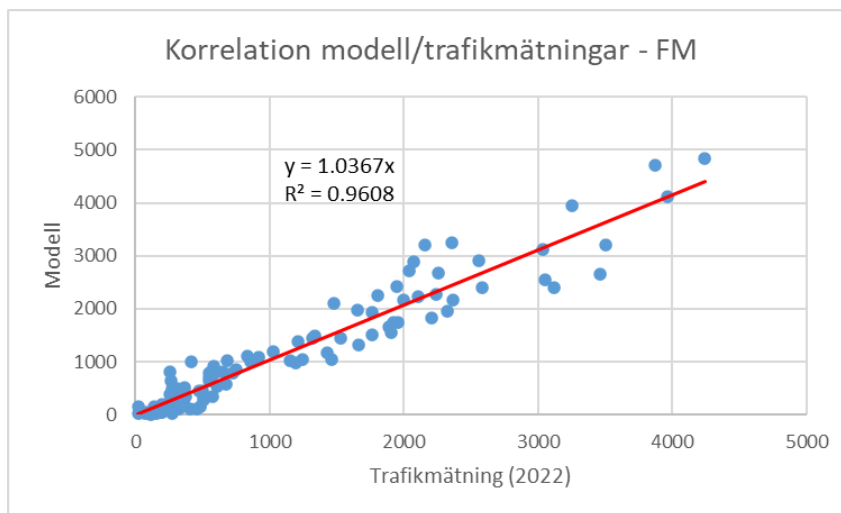
Figur 41. "Select-link" på Hisingsbron norrgående, eftermiddagens maxtimme. Ju tjockare länk, desto fler fordon. Figurerna är exempel på resultat som kan tas ut från modellen.



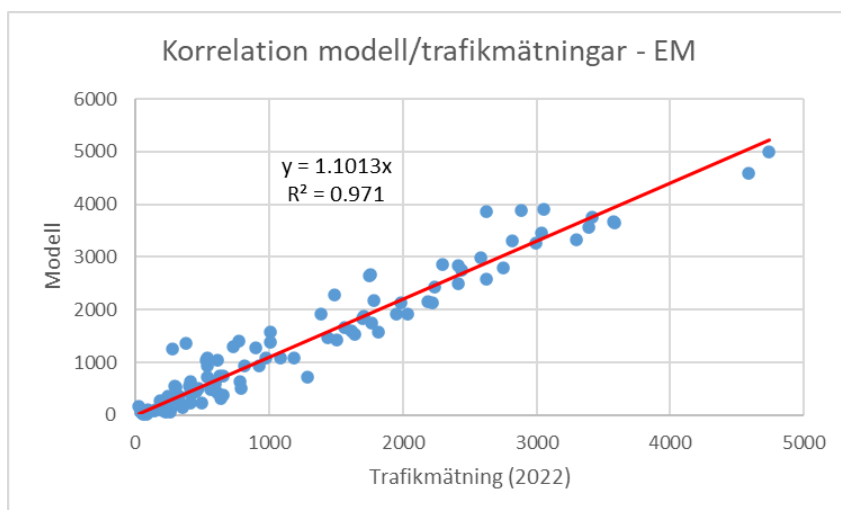
Figur 42. "Select-link" på Angeredsbron västergående, eftermiddagens maxtimme. Ju tjockare länk, desto fler fordon. Figurerna är exempel på resultat som kan tas ut från modellen.

3.4.2.3 Övriga delar av nätverket

Om man jämför de modellerade flödena mot alla trafikmätningar från 2022 så överskattas trafiken generellt sett under förmiddagen med 3% och under eftermiddagen med 12%. Ett sätt att mäta en modells överensstämmelse mot trafikräkningar är att titta på linjär regression. Den linjära regressionen visar ett R^2 på 0,96 för förmiddagen och 0,97 för eftermiddagen, vilket får anses som god överensstämmelse. I den linjära regressionen har modellen jämförts mot alla 2022-mätningar. Det ska tas i beaktning att det är ett stort vägnät där det ska tas hänsyn till avresetidpunkt och att det lokalt kan vara stora skillnad när den faktiska maxtrafiken inträffar. Mätningarna är dessutom från våren 2022 och kan vara pandemipåverkade medan reseefterfrågan motsvarar år 2019, vilket kan förklara varför modellen överskattar trafiken något. Det finns även en osäkerhet i mätkvalitén för vissa mätpunkter samt så kan vissa mätningar vara påverkade av lokala ombyggnationer i vägnätet, exempelvis Hisingsleden. Några punkter där det är större avvikelser är punkter som också i Sampers har en stor avvikelse och som följer med till Dynameq.



Figur 43. Linjär regression som visar korrelation mellan modellerade flöden och trafikmätningar, förmiddagens maxtimme.



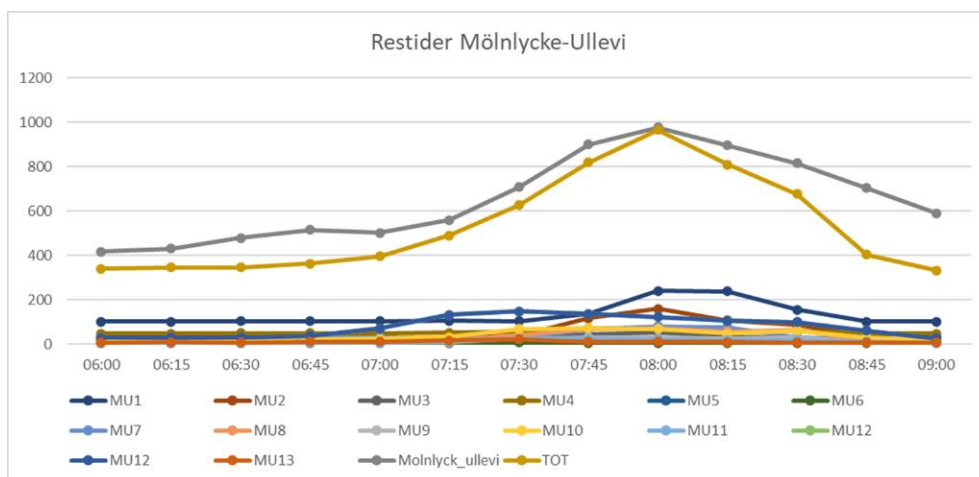
Figur 44. Linjär regression som visar korrelation mellan modellerade flöden och trafikmätningar, eftermiddagens maxtimme.

Utöver att modellen ska stämma överens mot trafikräkningar så önskas också att kvartsvariationen överensstämmer under maxtimmen. På grund av att mätningarna är från 2022 men efterfrågan från 2019 har ingen validering av kvartsvariationen under maxtimmen gjorts, men vid objektsanalyser kan det vara nödvändigt att se över detta.

3.4.3 Restider

Utöver att modellerade trafikflöden ska stämma överens med trafikräkningar så är det önskvärt att modellen genererar restider som motsvarar mätningar så att rätt nivå av trängsel modelleras. Restider i modellen har jämförts med ett antal sträckor i centrala Göteborg samt för ett antal pendlingsstråk på de större lederna. Detta har primärt gjorts för förmiddagens maxtimme, vilket presenteras nedan. Restiderna hämtas från Stress som mäter restiden på olika delsegment som sedan adderas ihop till restid för ett längre stråk. I Dynameq specificeras ett längre stråk och så erhålls medelrestiden för de fordon som trafikerat hela sträckan. Då metoderna skiljer sig åt har ett test gjorts på sträckan Mölnlycke – Ullevi där restiden mätts på två sätt i Dynameq, dels som hel sträcka, dels som summan av delsegment (13 stycken).

Totalen av delsegmenten ger något lägre restid än mätningen för hela sträckan, dock ligger den maximala restiden lika för båda metoderna. Det kan konstateras att det fungerar att jämföra modellen med restiderna från Stress trots att Dynameq mäter hela sträckan och inte summan av alla delsträckor.



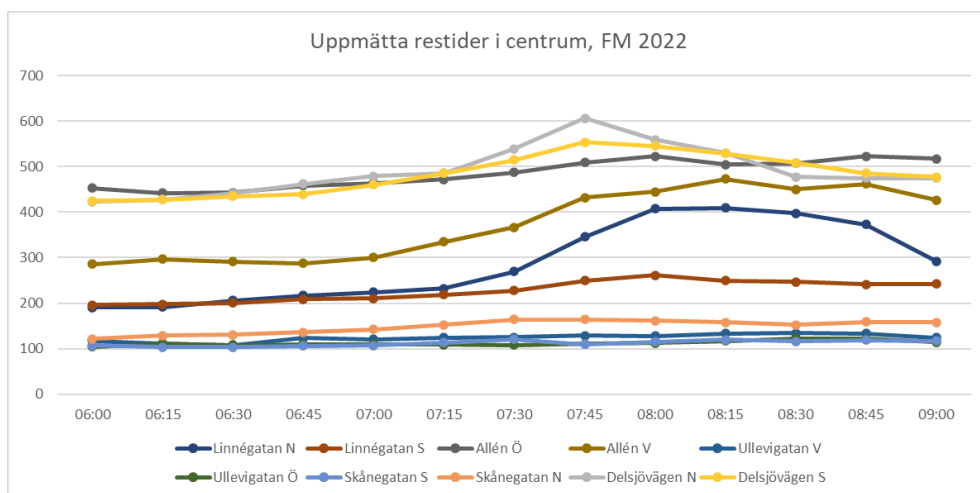
Figur 45: Jämförelse av mätmetod i modell och STRESS (restid i sekunder), MU1-MU13 är alla väglänkar i modellen mellan Mölnlycke och Ullevi.

Restider centrum

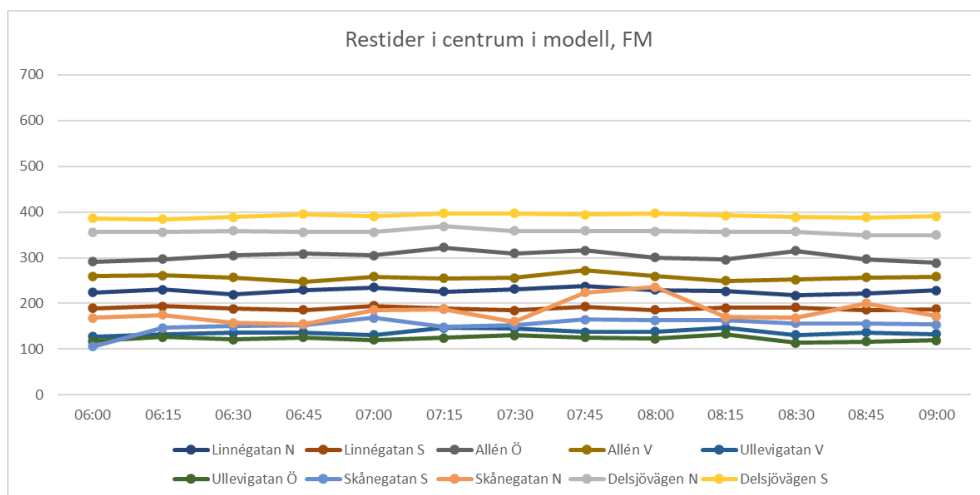
Restider från modellen har jämförts mot uppmätta restider för ett antal sträckor i centrala Göteborg. Det konstaterades tidigt i utvecklingen av modellen att restiderna kraftigt underskattades. För att komma närmre de uppmätta restiderna har hastigheterna sänkts i centrala Göteborg och det har kompenseras för kollektivtrafikprioritet i trafiksignaler. I figuren nedan visas modellens restider jämfört med uppmätta. I modellen uppstår inte samma variation som det gör i verkligheten och det kan anas att det i centrala Göteborg är för mycket trafik i modellen före maxtimmen och för lite trafik efter maxtimmen. Detta kan bero på att efterfrågan är anpassad till alla trafikmätningar och där väger de stora trafiklederna tungt och att efterfrågan i centrala Göteborg skiljer sig mot denna fördelning.

| | Maxtimme | 06:00 | 06:15 | 06:30 | 06:45 | 07:00 | 07:15 | 07:30 | 07:45 | 08:00 | 08:15 | 08:30 | 08:45 | 09:00 |
|---------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Linnégatan N | -26.4% | 17.5% | 20.7% | 6.7% | 5.9% | 4.9% | -2.7% | -14.1% | -31.3% | -43.7% | -44.6% | -45.4% | -40.5% | -21.8% |
| Linnégatan S | -21.4% | -3.2% | -2.1% | -6.1% | -11.4% | -7.5% | -13.9% | -18.5% | -22.6% | -28.9% | -23.8% | -22.6% | -23.2% | -22.8% |
| Allén Ö | -37.4% | -35.7% | -32.9% | -31.1% | -32.8% | -34.1% | -31.8% | -36.5% | -38.1% | -42.5% | -41.4% | -37.9% | -43.2% | -44.2% |
| Allén V | -34.0% | -9.3% | -12.1% | -11.9% | -14.0% | -14.0% | -24.0% | -30.3% | -37.1% | -41.7% | -47.2% | -44.0% | -44.4% | -39.5% |
| Ullevigatan Ö | 14.5% | 12.9% | 14.1% | 12.8% | 15.1% | 9.4% | 14.2% | 20.5% | 13.8% | 9.5% | 13.4% | -6.9% | -4.0% | 4.3% |
| Ullevigatan V | 12.2% | 8.7% | 19.5% | 25.1% | 10.8% | 8.7% | 18.0% | 15.8% | 6.3% | 9.0% | 9.9% | -2.4% | 2.6% | 6.7% |
| Skånegatan N | 25.9% | 37.8% | 35.0% | 21.0% | 13.7% | 30.5% | 23.1% | -2.2% | 37.0% | 45.8% | 7.8% | 10.6% | 25.6% | 9.2% |
| Skånegatan S | 36.8% | -1.3% | 42.4% | 45.2% | 44.1% | 57.7% | 30.7% | 25.6% | 49.8% | 42.3% | 35.7% | 35.2% | 31.2% | 31.5% |
| Delsjövägen N | -34.1% | -15.8% | -16.7% | -18.7% | -23.0% | -25.8% | -24.1% | -33.5% | -40.8% | -36.1% | -32.8% | -25.2% | -26.3% | -26.4% |
| Delsjövägen S | -24.5% | -9.1% | -10.2% | -10.7% | -10.1% | -15.1% | -18.2% | -22.9% | -28.9% | -27.2% | -25.8% | -23.6% | -20.1% | -18.1% |

Figur 46: Jämförelse mellan uppmätta restider och modellerade restider på olika stråk i centrum under förmiddagen (grönt innebär att modellen underskattar restiden och rött att modellen överskattar restiden). Väderstreck avser korriktning.



Figur 47: Uppmätta restider för stråk i centrum under förmiddagen (restid i sekunder).



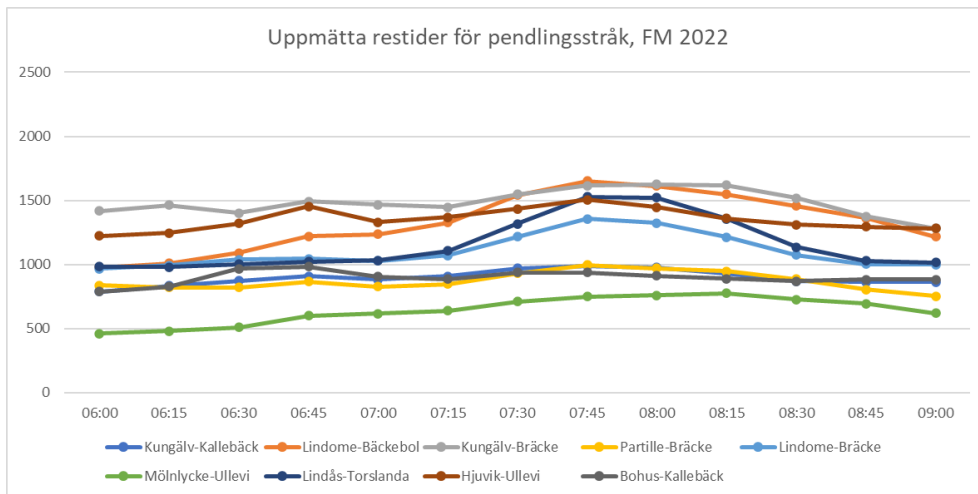
Figur 48: Modellerade restider för stråk i centrum under förmiddagen (restid i sekunder).

Restider pendlingsstråk

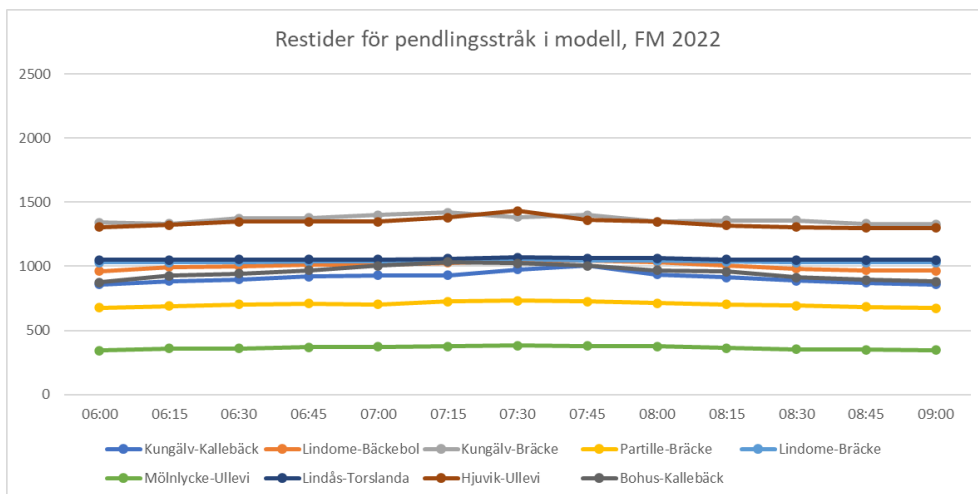
Restider har också jämförts för ett antal pendlingsstråk i Göteborg. Generellt sett så underskattas restiderna i modellen. Framförallt sticker stråken Mölnlycke-Ullevi och Lindome-Bäckebo ut där restiden underskattas ganska kraftigt. Båda dessa stråk inkluderar sträckan E6 mellan Kallebäcksmotet och Tingstadstunneln, där det har varit svårt att få till rätt trängselsituation i modellen. Vid fortsatt arbete och tillämpning av modellen bör parametersättningen på motorvägarna och ramperna undersökas närmare för att få till rätt restider.

| | Maxtimme | 06:00 | 06:15 | 06:30 | 06:45 | 07:00 | 07:15 | 07:30 | 07:45 | 08:00 | 08:15 | 08:30 | 08:45 | 09:00 |
|-------------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kungälv-Kallebäck | 0.3% | 9.0% | 6.5% | 2.8% | 1.2% | 5.3% | 2.6% | 0.8% | 1.9% | -4.0% | -1.4% | 1.9% | 0.9% | -0.3% |
| Lindome-Bäckebo | -32.3% | -1.5% | -1.5% | -8.2% | -17.1% | -18.2% | -22.6% | -32.2% | -36.6% | -35.9% | -34.9% | -32.5% | -28.8% | -20.7% |
| Kungälv-Bräcke | -11.0% | -5.4% | -8.9% | -2.0% | -7.5% | -4.5% | -2.0% | -10.5% | -13.4% | -17.0% | -16.1% | -10.7% | -3.3% | 3.6% |
| Partille-Bräcke | -22.7% | -19.2% | -15.9% | -14.3% | -18.0% | -14.8% | -14.2% | -21.3% | -27.3% | -26.5% | -25.7% | -21.9% | -15.1% | -10.5% |
| Lindome-Bräcke | -15.5% | 6.7% | 4.0% | -0.4% | -0.6% | 1.3% | -1.8% | -13.3% | -22.8% | -21.1% | -14.6% | -4.0% | 2.7% | 3.2% |
| Mölnlycke-Ullevi | -47.1% | -25.6% | -25.1% | -29.3% | -38.6% | -39.8% | -41.5% | -46.2% | -49.4% | -50.4% | -53.2% | -51.4% | -49.8% | -44.4% |
| Lindås-Torslanda | -22.3% | 6.6% | 6.9% | 4.9% | 3.2% | 2.1% | -4.2% | -18.9% | -30.4% | -30.2% | -22.5% | -7.8% | 2.1% | 3.2% |
| Hjuvik-Ullevi | -4.1% | 6.6% | 6.2% | 1.9% | -7.3% | 1.4% | 0.9% | -0.1% | -9.7% | -6.9% | -2.9% | -0.4% | 0.4% | 1.2% |
| Bohus-Kallebäck | 9.7% | 11.1% | 12.2% | -2.4% | -1.2% | 11.0% | 16.5% | 9.1% | 7.1% | 6.5% | 7.7% | 5.1% | 1.3% | 0.0% |

Figur 49: Jämförelse mellan uppmätta restider och modellerade restider för olika pendlingsstråk under förmiddagen (grönt innebär att modellen underskattar restiden och rött att modellen överskattar restiden).



Figur 50: Uppmätta restider på pendlingsstråk (restider i sekunder).



Figur 51: Modellerade restider på pendlingsstråk (restider i sekunder).

4 DEL 3 - Användarhandledning

4.1 Inledning

Användarhandledningen syftar till att beskriva hur modellen ska användas och vad som är bra att tänka på när modellen kodas, exekveras eller när det tas ut resultat. Användare rekommenderas att inför användandet av modellen läsa både del 2 och del 3 i denna rapport samt Trafikverkets kodningsprinciper².

4.2 Versionshistorik

En version 1.0 av modellen finns framtagen och är daterad 240507. Version 1.0 innehåller ett scenario som avser förmiddagen år 2022 och ett scenario som avser eftermiddagen år 2022.

4.3 Reseefterfrågan

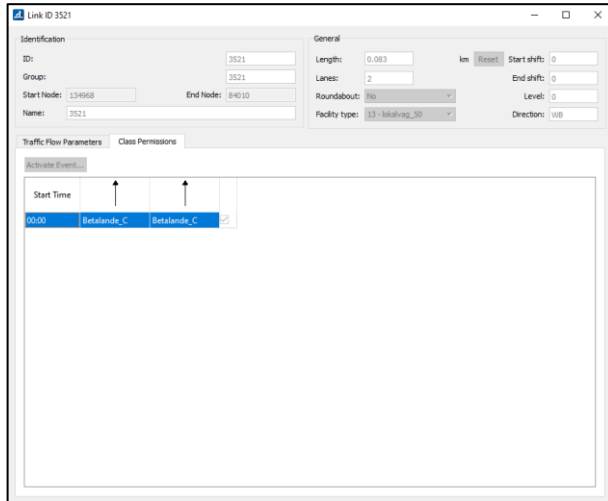
Reseefterfrågan till Dynameq hämtas från Emme/Sampers i form av matriser. Totalt importeras 12 stycken matriser för förmiddagen respektive eftermiddagen.

- Pbc – Personbil, betalande.
- Pbd – Personbil, ej betalande. Får passare Backaundantaget-portaler.
- Pbe – Personbil, ej betalande. Får passera kontrollstationer.
- Pbyc – Personbil yrkestrafik, betalande.
- Pbyd – Personbil yrkestrafik, ej betalande. Får passare Backaundantaget-portaler.
- Pbye – Personbil yrkestrafik, ej betalande. Får passera kontrollstationer.
- Lbuc – Lastbil utan släp, betalande.
- Lbud – Lastbil utan släp, ej betalande. Får passare Backaundantaget-portaler.
- Lbue – Lastbil utan släp, ej betalande. Får passera kontrollstationer.
- Lbsc – Lastbil med släp, betalande.
- Lbsd – Lastbil med släp, ej betalande. Får passare Backaundantaget-portaler.

² [Trafikanalyser och vägkapacitetsanalyser - Bransch \(trafikverket.se\)](https://trafikverket.se/trafikanalyser-och-vagkapacitetsanalyser-bransch)

- Lbse – Lastbil med släp, ej betalande. Får passera kontrollstationer.

De som är betalande har tillgång till hela vägnätet och de som är ej betalande kan inte passera en länk med trängselskatteportal. Detta är i modellen kodat med Class Permissions på dessa länkar, se exempel i figuren nedan.



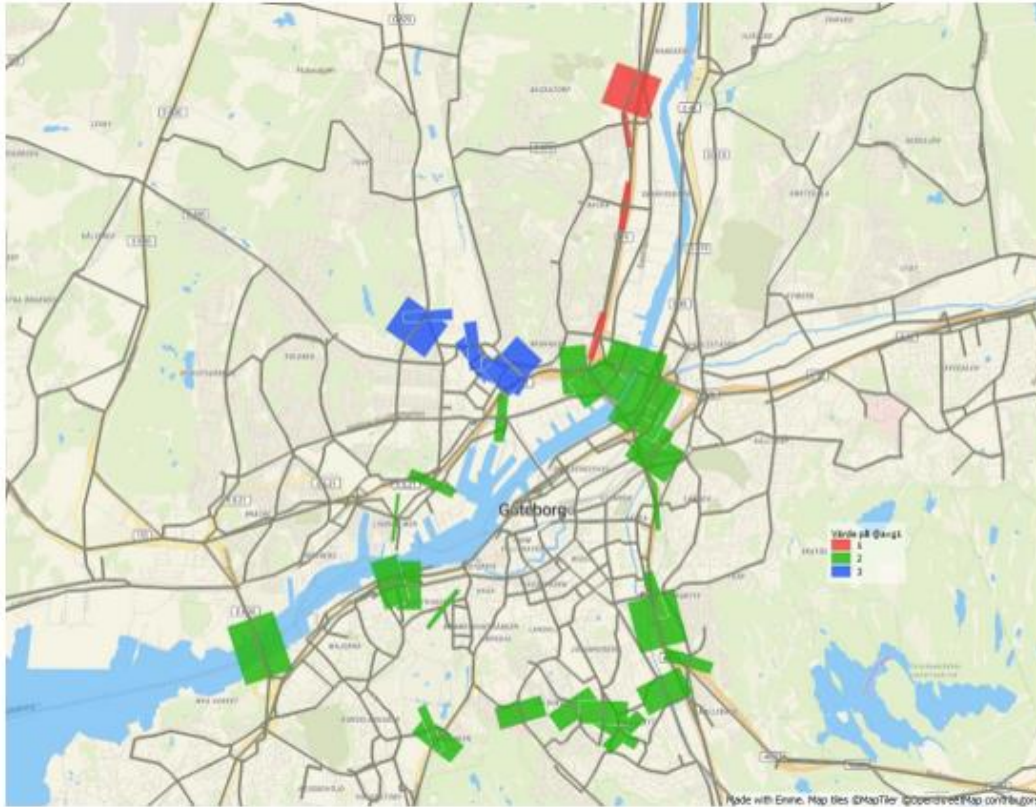
Figur 52: Exempel på Class Permissions på en länk med trängselskatteportal där endast klass C får passera.

4.3.1 Modellering av trängselskatter

Om det ska genomföras en analys där valet att betala eller inte betala trängselskatt kan påverkas så bör det funderas på om det krävs att en prognos först görs i Sampers då valet att betala eller inte betala trängselskatt är låst i matriserna när de hämtats från Sampers och inget val som trafikanterna gör i Dynameq. I vissa fall är det möjligt att det går att hitta alternativa sätt att hantera detta i analysen och i andra fall kan det krävas att en ny prognos tas fram i Sampers. Hur det ska hanteras beror på vad frågeställningen är.

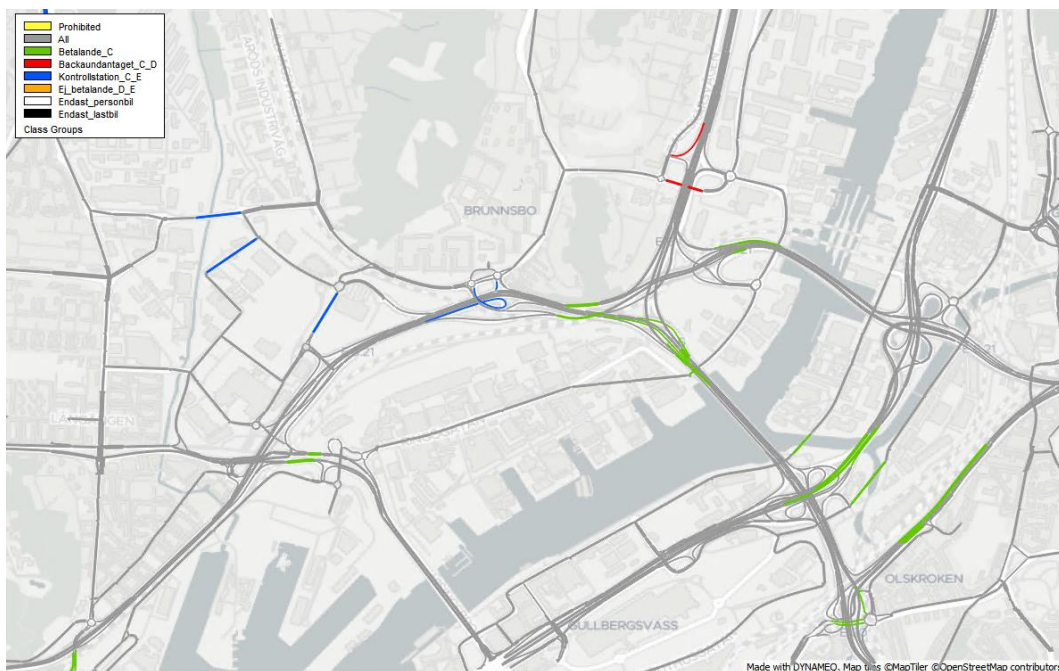
4.3.1.1 Backaundantaget

I modellen hanteras trängselskatten genom att trafiken delas upp och läggs ut i tre klasser: C, D och E. Klass C motsvarar betalande fordon som får passera genom samtliga trängselskatteportaler. Klass D motsvarar fordon som får passera genom Backaundantaget-portaler men ej kontrollstationer. Klass E motsvarar icke-betalande fordon som ej får passera genom vanliga trängselskatteportaler eller Backaundantaget-portaler men som får passera genom kontrollstationer. Se figur nedan för de olika trängselskatteportalerna.



Figur 53. Trängselskatteportaler i Sampers. Grön=vanlig trängselskatteportal, röd=Backaundantaget-portal, blå=kontrollstation. Samma portaler har tillämpats i Dynameq.

I modellen är trängselskatt kodat med Class Permissions (som i Figur 52 ovan) på olika länkar, se exempel i figuren nedan.



Figur 54. Class permissions i modellen, exempelbild tagen över centrala Göteborg.

4.3.2 Traversalmatriser

Traversalmatriser hämtas från EMME. Alla zoner i modellen har samma nummer både i Dynameq och i EMME förutom för de länkar som blir portar in i modellen. Portarna i EMME kan ses i figuren nedan.



Figur 55: Portar markerade i EMME. Portarna följer modellens avgränsning.

4.4 Inställningar och exekvering

Modellen har körts med 50 iterationer för förmiddagen och 100 iterationer för eftermiddagen. Det är dock viktigt att vara uppmärksam på om modellen konvergerar, då små förändringar i nätverket eller indata ibland kan ha stor påverkan på hur modellen konvergerar. Läs mer om konvergens under avsnitt 4.8.1. Vid modellutveckling har slumpfrö 1 använts. Om andra slumpfrön ska användas ska detta ske i samråd med Trafikverket.

4.5 Kodningsprinciper

I detta avsnitt beskrivs de kodningsprinciper som har använts när modellen byggs upp. Detta är något som kommer att uppdateras i samband med att modellen fortsätter att utvecklas.

4.5.1 Väglänkar

Det finns 26 olika vägtyper (Facility types) definierade i modellen. Dessa är nummersatta så att det går att addera fler hastigheter av en viss kategori. Lägre nummer innebär högre prioritet i en korsning där två vägtyper möts. Komplet lista av vägtyperna som används i modellen nedan.

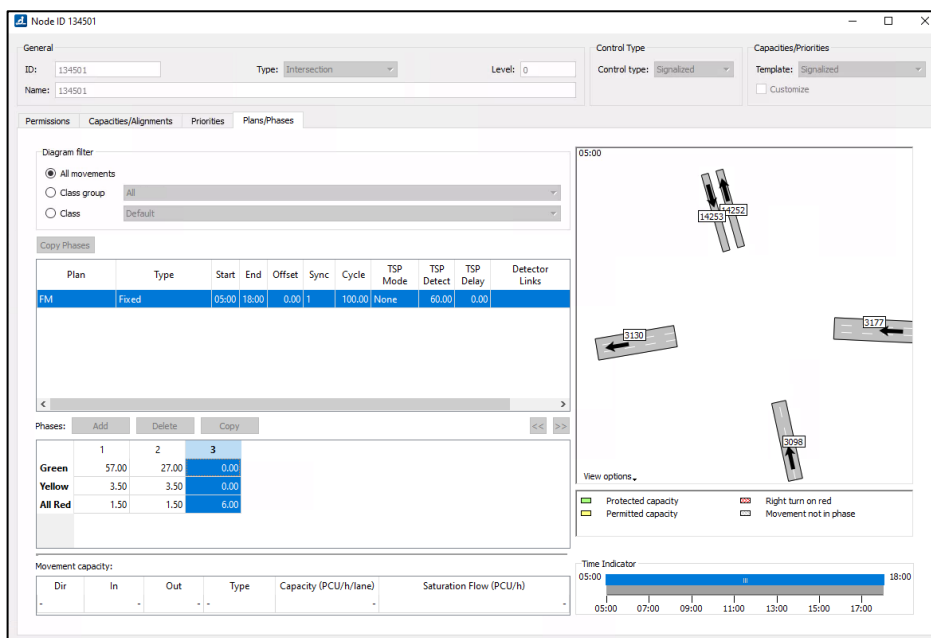
| | |
|----|-----------------|
| 1 | motorvag_110 |
| 2 | motorvag_100 |
| 3 | motorvag_90 |
| 4 | motorvag_80 |
| 5 | motorvag_70 |
| 10 | lokalvag_80 |
| 11 | lokalvag_70 |
| 12 | lokalvag_60 |
| 13 | lokalvag_50 |
| 14 | lokalvag_40 |
| 15 | lokalvag_30 |
| 21 | villagata_30 |
| 30 | Skaft |
| 41 | pafartsramp_110 |
| 42 | pafartsramp_100 |
| 43 | pafartsramp_90 |
| 44 | pafartsramp_80 |
| 45 | pafartsramp_70 |
| 46 | pafartsramp_60 |
| 47 | pafartsramp_50 |
| 51 | avfartsramp_110 |
| 52 | avfartsramp_100 |
| 53 | avfartsramp_90 |
| 54 | avfartsramp_80 |
| 55 | avfartsramp_70 |
| 56 | avfartsramp_60 |
| 57 | avfartsramp_50 |

Figur 56: Vägtyper i modellen

4.5.3 Kollektivtrafikprioritet

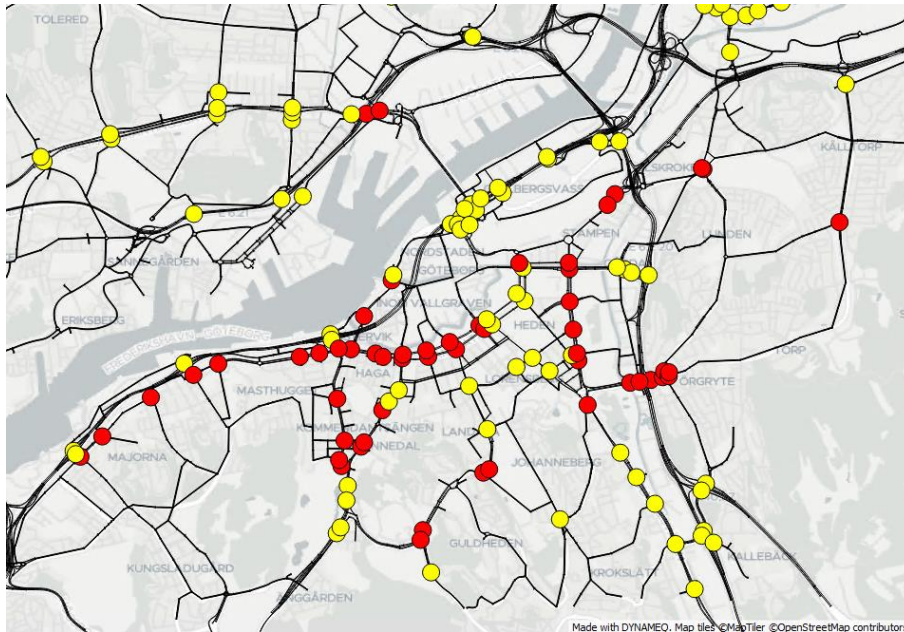
Då kollektivtrafiken inte är kodad i modellen och trafiksignalerna är kodade med fasta tider så har ett antal test genomförts för att på ett övergripande sätt få in den kapacitetsförlust som kollektivtrafikprioriteten innebär. Målet var att detta skulle införas på ett sätt så att det var enkelt att förstå och se hur det är gjort samt enkelt att ändra eller ta bort.

Då trafiksignalerna har olika antal faser och för att det skulle bli lika hanterat i alla korsningar så blev den enklaste lösningen att lägga till en extra fas i de signaler som har kollektivtrafikprioritet. Det har också avgränsats till korsningar med spårvagnstrafik med undantag för två trafiksignaler vid Hisingsbron (endast busstrafik). Den extra fasan som är tillagd i dessa korsningar har fått 6 sekunder rödtid för alla.



Figur 58: Exempel på extra fas i trafiksignal för att kompensera för kollektivtrafikprioritet.

I kartan nedan visas vilka signaler som har fått extra fas med rödtid för att kompensera för kollektivtrafikprioritet. Signaler som har fått denna extra fas har markerat med nodattributet @kollprio=1, markerade med rött i figuren nedan. Avgränsningen har varit de stråk där det går spårvagnstrafik och fler signaler kan behöva anpassas i samband med objektsanalyser.



Figur 59: Signaler med kollektivtrafikprioritet (röda), övriga signaler (gula).

4.5.4 Cirkulationsplatser

Cirkulationsplatser har antingen fått hastighetsgräns 40 km/h (större cirkulationsplatser) eller 30 km/h (mindre cirkulationsplatser). I cirkulationsplatser med ett cirkulerande körfält har critical-gap för tillfarter justerats till 2 sekunder och i cirkulationsplatser med två cirkulerande körfält har critical-gap för tillfarter justerats till 3 sekunder. Follow-up-time har justerats till 2,33 sekunder i samtliga cirkulationsplatser.

4.5.5 Specifika attribut

Det finns ett antal definierade länkattribut som kodas på länkarna. Det finns ett attribut "@manuell" som ska användas när vägnät kodas för att hålla ordning på vilka delar av vägnätet som kodats manuellt och vilka delar av vägnätet som kommer direkt från EMME samt att kunna ta till vara på nya delar av vägnätet som detaljkodas. Utöver detta attribut finns det tre attribut som kodas på de större lederna som används för att försöka få till en mer korrekt kapacitet på växlingssträckor. Dessa attribut heter "@favfart", "@eavfart" och "@vaxling". Dessa attribut beskrivs mer nedan. Det finns även ett attribut "@Hastklass" som är kodat i centrala Göteborg för att få ner hastigheten ytterligare. Detta beskrivs under avsnittet hastighetsklassificering, kapitel 3.1.11. Det finns även två nodattribut som kodats in. Ett nodattribut "@Signal_kodad" som beskriver om trafiksignaler är kodade efter underlag eller om gröntider baseras på bedömningar. Det finns ett nodattribut "@kollprio" om det är en signal där det kompenseras för kollektivtrafikprioritet. Det finns även ett attribut "@Resultatfilter" som kan användas för att filtrera ut resultat för delar av vägnätet. Attributet @Skyltad_hastighet beskriver den skyltade hastigheten på varje länk.

@manuell

De länkar som har kodats manuellt har attributet @manuell=1. Länkar som kommer från EMME har @manuell=0. Vid tillämpning och där det kodas in nya länkar eller där någon kodning ändras skall detta attribut sättas till @manuell=2. Detta är för att kunna se vad som ändrats i modellen när denna lämnas tillbaka. Då kommer dessa ändringar att gås igenom och de ändringar som tas med till kommande versioner kommer då få attributet @manuell=1.

@favfart

Detta attribut sätts till @favfart=1 på länkar som är länk före avfart och som är kortare än 1250 meter. För alla dessa länkar har Response Time Factor (RTF) satts till 1,0 (default).

@epafart

Detta attribut sätts till @epafart=1 på länkar som är länk efter påfart och som är kortare än 1250 meter. För alla dessa länkar har Response Time Factor (RTF) satts till 1,2.

@vaxling

Detta attribut sätts till @vaxling=1 på länkar som bedöms ha hög grad av växling mellan körfält. För alla dessa länkar har Response Time Factor (RTF) satts till 1,05.

Observera att en länk kan ha mer än ett av ovanstående attribut kodade. Vilka kapacitetsvärden det ska vara på dessa länkar är något som behöver studeras vidare framöver. Att attributen är kodade gör att det blir enkelt att justera kapacitetsparametrar för alla länkar samtidigt. Nu är RTF bestämt enligt rangordning: 1. @epafart, 2. @vaxling, 3. @favfart (då @epafart har högst RTF och @favfart har lägst RTF).

@Hastklass

Detta attribut har använts för att hastighetsklassificera vägnätet i centrala Göteborg och hastigheten har sänkts för olika länkar utifrån vägmiljö. Se avsnitt om hastighetsklassificering för mer information, kapitel 3.1.11.

@Signal_kodad

Detta attribut har använts för att kunna synliggöra vilka korsningar som är signalkorsningar samt vilka som är kodade utifrån underlag och vilka som är kodade utifrån bedömda signaltider. (0=ingen signal, 1=baserad på underlag/tidigare modell, 2=bedömda tider).

@kollprio

Är det en trafiksignal som har kompenserats för kollektivtrafikprioritet så är detta attribut satt till @kollprio=1. För mer information se avsnitt om kollektivtrafikprioritet.

@Resultatfilter

Ett filter har skapats för de större lederna samt vägar som är av större intresse och som kan användas vid resultatuttag för att filtrera bort mindre vägar samt mycket av vägnätet från EMME. Detta attribut är satt till @Resultatfilter=1 för länkar som ska inkluderas. Detta kan utvecklas framöver när större delar av vägnätet blir manuellt kodat. De länkar som är kodade i resultatfilter kan ses i figuren nedan.



Figur 60: Resultatfilter som är kodat i Dymameq

@Skyltad_hastighet

Detta attribut motsvarar den skyltade hastigheten (km/h) på varje länk. I modellen är inte friflödes hastigheten lika med den skyltade hastigheten om nätverk kommer från Emme eller har en hastighetsklassificering.

4.6 Script

I syfte att effektivisera arbetet med modellen, i synnerhet hantering av matriser så har ett antal olika Python-script utvecklats. Följande script har tagits fram:

Python-script

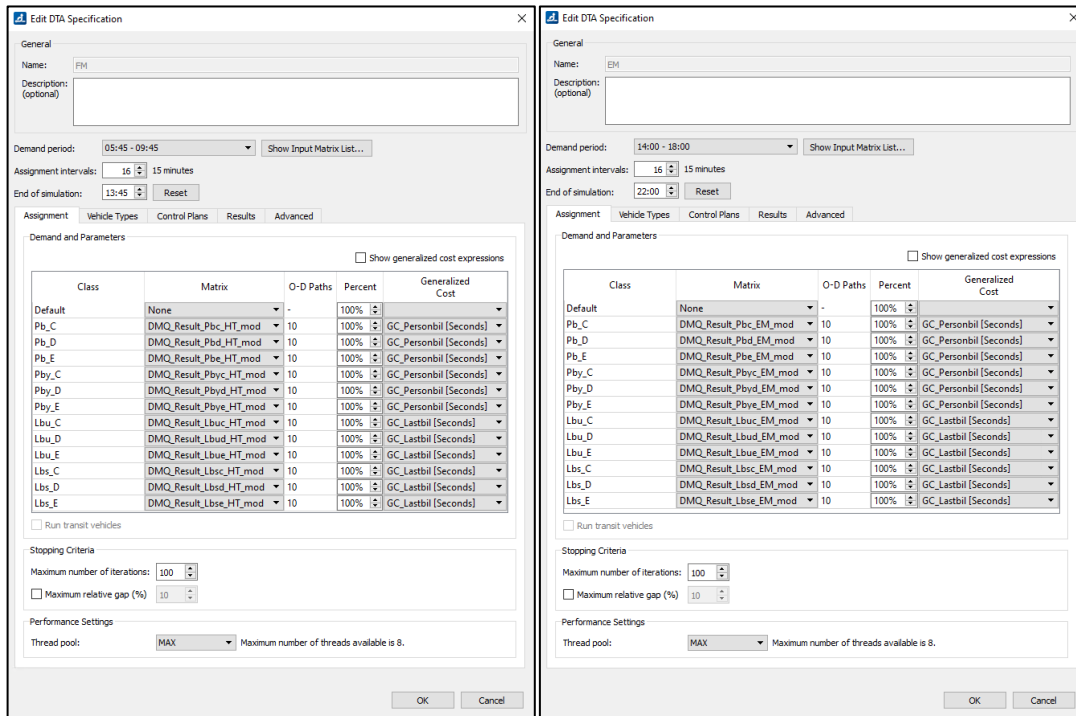
- Script som läser in exporterade matriser från Emme/Sampers och som skriver ut motsvarande matriser i Dynameq-matrisformat. Dessa matriser kan sedan läsas in i direkt i Dynameq.

Notebook (Dynameq API)

- Script för att läsa in Dynameq-matriser i ett specificerat scenario.
- Script för att dela upp de inlästa matriserna från Emme/Sampers på 15-min intervall, justera trafikvolymen för varje intervall samt justera starttiden för resor längre 30 min.
- Script som exporterar en textfil med OD-par (start- och slutpunkter) vars genomsnittliga restid är över 30 minuter. Detta script kräver att en nätutläggning har körts.
- Script som skapar och specificerar rätt inställningar för en DTA (nätutläggning).
- Script för att skapa select-links för specifika länkar.
- Script som exekverar en eller flera DTA:s (nätutläggningar) samt select links.

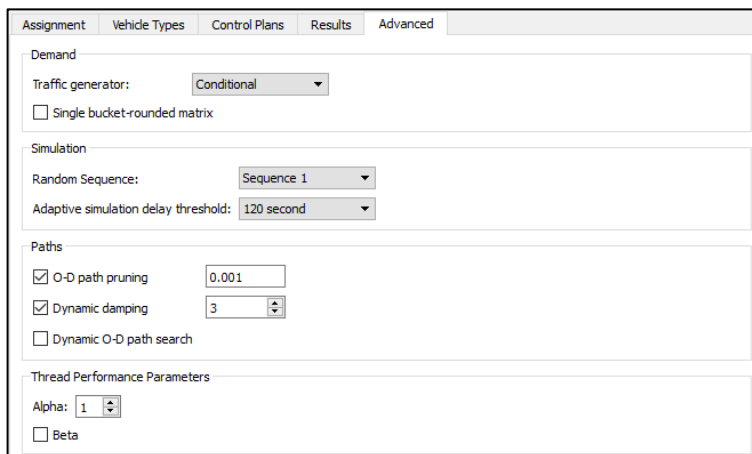
4.7 Nätutläggningsinställningar

Nedan redovisas de inställningar som har använts vid nätutläggningen i Dynameq (DTA – Dynamic Traffic Assignment).



Figur 61: Inställningar (Assignment) för nätutläggning (DTA), förmiddagen till vänster och eftermiddagen till höger.

Inställningar under Advanced som har använts vid nätutläggning (DTA) kan ses i figuren nedan. Samma inställningar har gjorts för förmiddagen och eftermiddagen.



Figur 62: Inställningar (Advanced) för nätutläggning (DTA).

4.8 Att tänka på

4.8.1 Konvergens

För att kontrollera om konvergens uppnås kan man titta på graferna för *relative gap*, *travel times* och *waiting* (DTA → Convergence). Dessa grafer ska helst vara stabila (ej stora skillnader mellan iterationer) och så nära 0 som möjligt. Det är viktigt att kontrollera att modellen konvergerar för alla 12 fordonsklasser.

Var observant på att modellen kan få tillfälliga hopp i relative gap vid vissa iterationer så det blir inte nödvändigtvis bättre konvergens för att det körs fler iterationer. Konvergens måste kontrolleras efter varje körning.

4.8.2 Ruttval

Vid analyser bör ruttvalen som görs i modellen granskas. I modellen har alla trafikanter kunskap om alla möjliga vägval och restider vilket gör att det utifrån restid och reslängd görs val i modellen som kanske inte skulle ske i verkligheten. Ruttval kan kontrolleras genom select link analyser.

Var också observant på förändringar som kan påverka valet att betala eller inte betala trängselskatt. I Dynameq görs inte detta val utan valet att betala eller inte betala trängselskatt modelleras i Sampers/EMME och matriserna är låsta när de läses in i Dynameq.

Om det görs en analys i Dynameq där det finns anledning att tro att åtgärden kan påverka valet att betala eller inte betala trängselskatt så bör det funderas på om det behövs göras en ny analys i Sampers/EMME. Då får förändringen kodas in i EMME och det behöver göras nya uttag av traversalmatriser till Dynameq.

Om det görs en analys där kapaciteten på det detaljkodade vägnätet på något sätt begränsas så bör det kontrolleras att det inte blir för stor överflytt till det vägnät som inte är manuellt kodat. Skulle detta uppstå bör kodningen ses över i det berörda vägnätet.

4.8.3 Områden med fler än ett skaft

För en del områden där det genereras många resor har dessa anslutits med mer än ett skaft till vägnätet. När det görs en analys i närheten av ett sådant område kan det vara bra att tänka på att all trafik som exempelvis ska österut från ett sådant område kommer välja det skaft som är åt öster och trafik som ska exempelvis västerut kommer att välja det skaft som är åt väster. I verkligheten blir det större spridning då ett område har fler än två anslutningar till vägnätet. Det är framför allt i centrala Göteborg där det finns områden (zoner) som anslutits med två eller flera skaft till vägnätet.

4.9 Resultatuttag

Beroende på vad det är för resultat som ska tas ut så kan dessa i vissa fall tas ut på timnivå men i andra fall kan det vara intressant att titta på kvartsnivå. När modellen är körd (på kvartsnivå) går det att göra en kopia på nätutläggningen och köra om sista iterationen och i denna kopia ta ut resultaten på timnivå. Detta kan göras för att bespara beräkningstid. Det har tagits fram ett script i Notebook som automatiskt gör detta.

4.9.1 Nätverksresultat

För varje analys kan det vara bra att ta ut nätverksresultat som visar total restid, total fördröjning, totalt antal fordonskilometer och medelhastighet och jämföra dessa resultat mot jämförelsealternativet för att kontrollera att det går åt det håll som förväntas i analysen. Detta är ett bra sätt att upptäcka om något gått fel.

4.9.2 Restider

I modellen för år 2022 finns ett antal sträckor definierade i centrum och ett antal pendlingsstråk definierade som paths i modellen. Dessa kan också användas för att jämföra emot jämförelsealternativet och se hur trängselsituationen förändras på olika stråk.

Nedan listade stråk finns definierade i modellen:

Centrum:

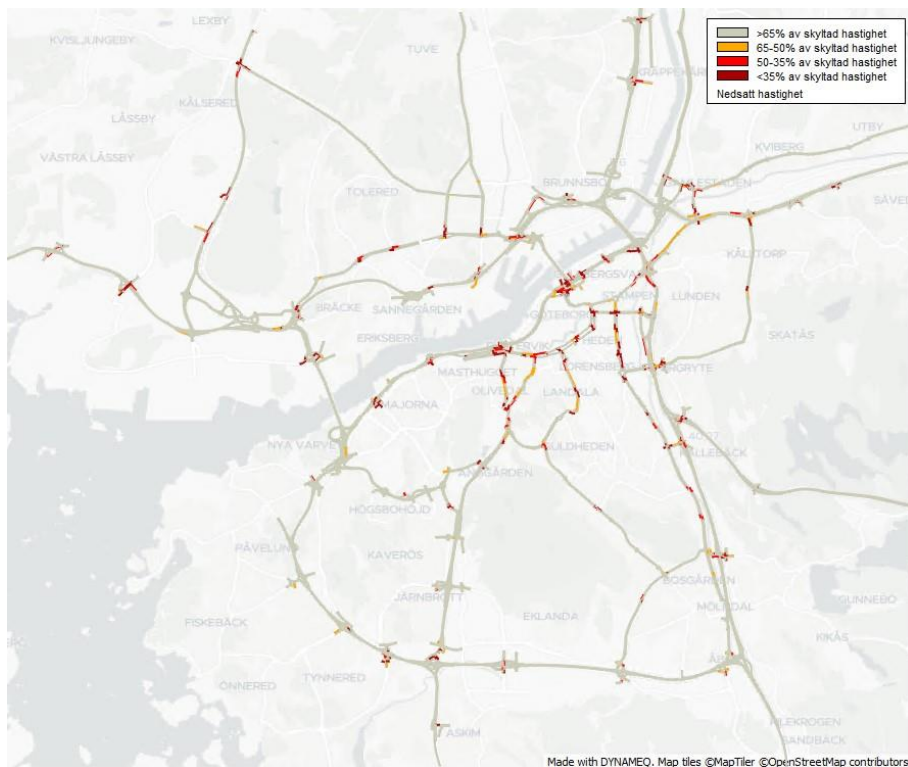
Linnégatan
Allén
Ullevigatan
Skånegatan
Delsjövägen

Pendlingsstråk:

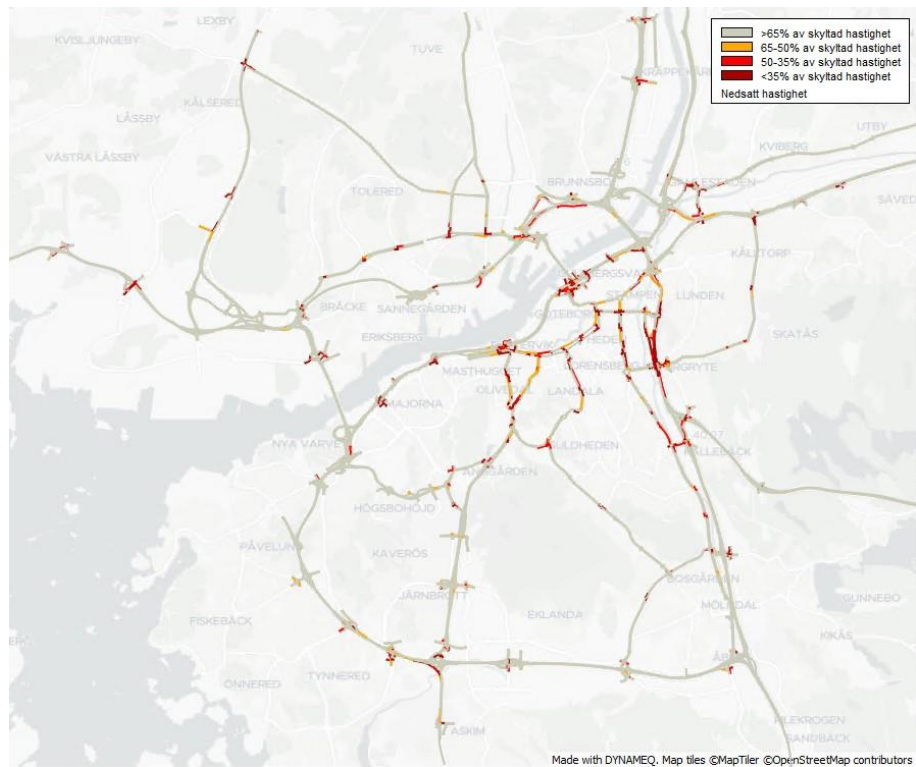
Kungälv-Kallebäck
Lindome-Bäckebo
Kungälv-Bräcke
Partille-Bräcke
Lindome-Bräcke
Mölnlycke-Ullevi
Lindås-Torslanda
Hjuvik-Ullevi
Bohus-Kallebäck

4.9.3 Nedsatt hastighet

Nedsatt hastighet kan vara ett sätt att illustrera trängseln i vägnätet. Figurerna nedan illustrerar den genomsnittliga nedsatta hastigheten på varje länk under för- respektive eftermiddagens maxtimme. Färgerna illustrerar modellerad hastighet under maxtimmen i förhållande till skyltad hastighet (ej friflödeshastigheten).



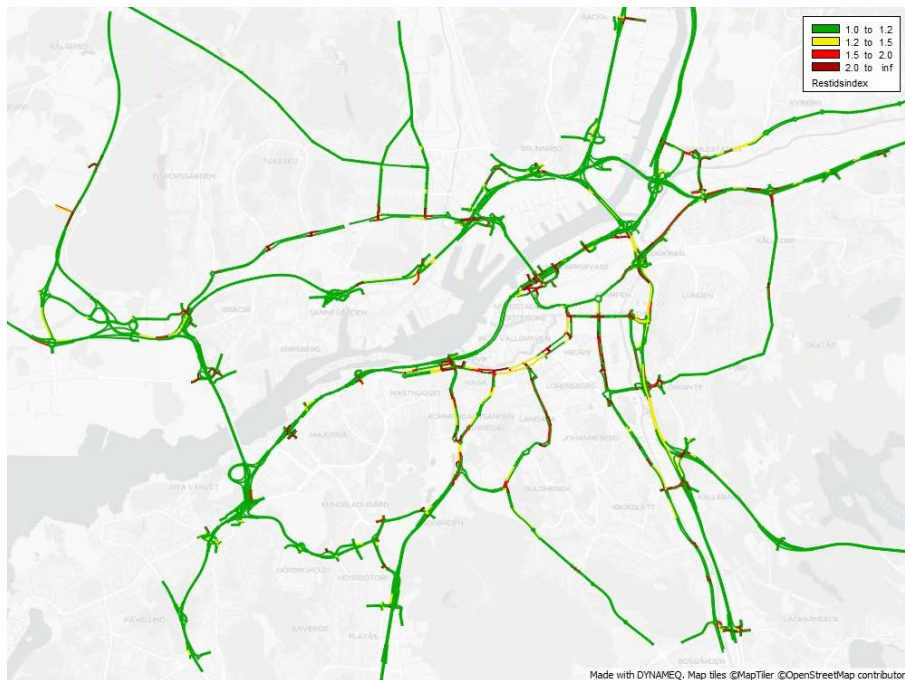
Figur 63: Nedsatt hastighet i modellen mellan under förmiddagens maxtimme.



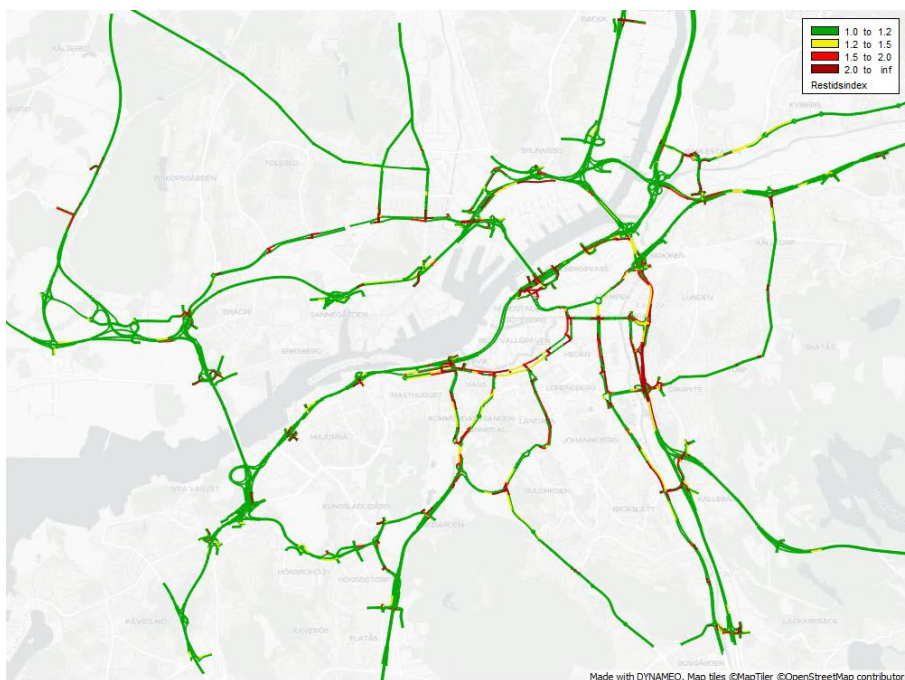
Figur 64. Nedsatt hastighet i modellen under eftermiddagens maxtimme.

4.9.4 Restidsindex

Restidsindex är ett sätt att illustrera trängseln i vägnätet och ett mått som Trafikverket har tagit fram. I figurerna nedan illustreras restidsindex under för- respektive eftermiddagens maxtimme. Restidsindex beräknas genom att ta friflödehastigheten genom den modellerade hastigheten.



Figur 65. Restidsindex i modellen under förmiddagens maxtimme.



Figur 66: Restidsindex i modellen under eftermiddagens maxtimme.

4.9.5 Osäkerheter i modellen

En del av vägnätet kommer direkt från EMME och är inte lika detaljerat som det manuellt kodade vägnätet. För att inte överskatta framkomligheten på detta vägnät har hastigheten sänkts generellt med 10 km/h, läs mer om detta i avsnitt 3.1. Detta

är en brist och modellen kommer att förbättras framöver när större delar av vägnätet blir manuellt kodat.

Det finns även brister i efterfrågan från Sampers då trafiken kan överskattas i vissa relationer och underskattas i andra. När matrisernas tas ut från Sampers till Dynameq så följer dessa brister med.

Som beskrivits tidigare så inträffar inte maxtimmen vid samma tidpunkt överallt i vägnätet. Matriserna har justerats efter hur trafiken varierar i genomsnitt i hela vägnätet men lokalt kan det finnas stora variationer. Vid objektsanalyser är detta något som kan behöva hanteras. I en lokal analys får hänsyn tas till när maxtrafiken inträffar i det aktuella området och kalibreras efter det.

I modellen finns det 192 trafiksignaler kodade och av dessa är det 29 trafiksignaler som kodats efter signalunderlag eller som kommer från tidigare framtagna modeller och resterande trafiksignaler har fått bedömda gröntider. Vid objektsanalyser så är det bra att se över trafiksignalerna i det område som påverkas av objektet.

Modellen inkluderar inte heller kollektivtrafik och framför allt i centrala Göteborg påverkas framkomligheten av kollektivtrafiken. Detta har hanterats genom att kompensera för kollektivtrafikkprioritet i vissa trafiksignaler samt med sänkta hastigheter på en del av vägnätet.

Kapaciteten i vägnätet har justerats dels genom att justera vissa parametrar för fordonen, dels för vissa väglänkar i vägnätet. Här kan det behövas göra mer fördjupade analyser och tester för att hitta rätt uppsättning av dessa parametrar för att få rätt kapacitet på olika typer av väglänkar och korsningar. Vid objektsanalyser kan kapacitetsfaktorer på enskilda länkar behöva justeras för att kalibrera modellen lokalt i det område som analyseras.

I korsningar så används den parametersättning som är default i Dynameq, med undantag för cirkulationsplatser. Här kan det behövas anpassningar av dessa parametrar för svenska förhållanden för att få rätt kapacitet i korsningar.

4.10 Förvaltning av modellen

I detta projekt har en grundmodell för år 2022 tagits fram. Modellen är validerade mot uppmätt data och kan användas i tillämpade analyser. Den modell som är framtagen är inte färdig utan kommer utvecklas och förbättras i samband med framtida tillämpade analyser. När modellen ska användas för en tillämpad analys bör modellen ses över och kalibreras för det specifika området samt så bör vägnätet detaljkodas vid behov (om ej redan gjort i området).

När modellen ska användas i specifika projekt erbjuds en mer detaljerad/teknisk presentation av modellen samt visst tillämpningsstöd.

4.10.1 Att göra vid en tillämpning

Vid tillämpning av modellen ska följande alltid göras:

- Lokal översyn av modellens nätverk i specificerat område. Vid behov så bör vägnätet detaljkodas (om det inte redan är gjort) samt signaler och parametersättning ses över.
- Validering mot trafikmätningar. Vid behov så bör justering av efterfrågan (matriser) göras så att överensstämmelse mot trafikmätningar kan uppnås. Kontroll kring när maxtimmen uppstår bör också kontrolleras för det specifika området och vid behov justeras i modellen.
- Kodning ska göras enligt de principer som beskrivs i rapporten. Det är av stor vikt att de attribut som skapats för att få systematik i modellkodningen används. Till exempel attribut för om länkar är detaljkodade eller inte, typ av stadsgata (hastighetsklass) och hur signalen är kodad.

Efter en tillämpad analys ska modellen skickas tillbaka till Trafikverket med en återkoppling och dokumentation av vilka förändringar som är gjorda.

5 Fortsatt arbete

I detta projekt har en grundmodell för år 2022 tagits fram som kan användas i tillämpade analyser. En fungerade modell har tagits fram men det finns vissa förbättringar/fortsatt arbete som skulle kunna göras:

- Test av generaliserad kostnad
- Detalkodning av nätverk som kommer från Emme
- Detalkoda trafiksignaler
- Parametersättning för korsningar (se över templates)
- Test av Response time factor
- Kodningsprinciper för påfartsramper (olika principer i Stockholmsmodellen och Göteborgsmodellen just nu)
- Finare kalibrering av modellen (nätverk och parametersättning)
- Kalibrering av efterfrågan i Sampers
- Test av Peak-spreadning-script
- Framtagande av 2045-prognos

Detta är baksidan på rapporten.

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1

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

trafikverket.se