CHALMERS

Kollektivtrafikkorridorer i Göteborg

En analys av framtida utbyggnadsplaners påverkan på Göteborgs kollektivtrafiksystem

Kandidatarbete inom Civilingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik

GUSTAV BLOMGREN
LINNEA JOHANSSON
SIMON LÖFGREN
IDA NORDBERG
LARS OLSSON

Institutionen för Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelning för Geologi och geoteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2018
ACEX10-18-39

Kandidatarbete ACEX10-18-39

Kollektivtrafikkorridorer i Göteborg

En analys av framtida utbyggnadsplaners påverkan på Göteborgs kollektivtrafiksystem

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik

Public Transportation Corridors in Gothenburg

An analysis of the impact of future expansion plans on Gothenburg's public transportation system

Bachelor thesis within the civil engineering program Samhällsbyggnadsteknik

Institutionen för Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för Geologi och geoteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2018

Kollektivtrafikkorridorer i Göteborg

En analys av framtida utbyggnadsplaners påverkan på Göteborgs kollektivtrafiksystem

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik

GUSTAV BLOMGREN
LINNEA JOHANSSON
SIMON LÖFGREN
IDA NORDBERG
LARS OLSSON

© GUSTAV BLOMGREN, LINNEA JOHANSSON, SIMON LÖFGREN, IDA NORDBERG, LARS OLSSON, 2018.
Kandidatarbete ACEX 10-18-39

Institutionen för Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelning Geologi och geoteknik
Chalmers Tekniska Högskola
412 96 Göteborg
Sverige
Telefon: 031-772 10 00

Institutionen för Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Göteborg, Sverige 2018

Sammanfattning

Göteborg står inför stora förändringar. Från att vara relativt glesbebyggt är visionen att staden ska förtätas. Detta för med sig utmaningar för kollektivtrafiken eftersom staden främst avser att utnyttja det kollektivtrafiksystem som redan finns. I dagsläget utsätts stadens kollektivtrafik för stora påfrestningar och en växande befolkning kommer att öka belastningen ytterligare.

Kollektivtrafiken är högre belastad vid vissa tidpunkter på dagen, så kallade maxtimmar. Dessa inträffar under morgonen samt på eftermiddagen i samband med att många reser till och från arbetsplatser och skolor.

Studiens första frågeställning undersöker hur dagens kollektivtrafiksystem klarar en ökning av antalet resenärer till följd av förtätningen. Endast maxtimmen på morgonen är intressant för analysen eftersom det är den högst belastade timmen under dagen. Studien analyserar tre kollektivtrafikkorridorer där det i nära anslutning finns utbyggnadsplaner för bostäder. Dessa trafikeras av ett flertal buss- och spårvagnslinjer.

I resultatet av den första frågeställningen presenteras både hur belastade de valda kollektivtrafiklinjerna är i dagsläget och hur den växande befolkningen kommer att påverka belastningen i framtiden. Resultatet av analysen visar att den ökade mängden resenärer inte klaras av med dagens kollektivtrafiksystem. Enbart tätare turer är inte en lösning då hållplatserna i centrum inte klarar av fler fordon under maxtimmen. Därför behöver andra åtgärder vidtas för att öka kapaciteten i kollektivtrafiken.

Under frågeställning två diskuteras åtgärder som kan göras för att öka kapaciteten och utveckla kollektivtrafiksystemet. Både generella åtgärder och planerade infrastruktursatsningar i Göteborg tas upp. Även åtgärdernas effekter diskuteras trots att några slutsatser i siffror inte kan dras.

Då studien innehåller antaganden, samt avgränsningar som påverkar resultatet bör denna rapport ses som ett underlag för fortsatta studier av kollektivtrafiken och inte som ett definitivt resultat av hur den framtida kollektivtrafiksituationen kommer att se ut.

Nyckelord: kollektivtrafik, kapacitet, utbyggnadsplaner, maxtimme, Göteborg.

Abstract

Gothenburg is changing. From being a relatively sparsely populated city, the vision is now to densify. This, however, puts stress on the public transportation since the city intends to use its present public transportation infrastructure for the foreseeable future. Currently the city's public transportation is under great stress and an increasing population will further add to the strain of the system.

The public transportation is under greater stress at certain hours during the day, called maximum hours. These occur during the morning and during the afternoon and are related to traveling to and from work and school.

The study's first line of questioning investigates the current day's public transportation capability in handling the increasing number of travelers due to densification. Only the morning maximum hour is of interest, as it is when the public transportation is under the highest strain. The study analyzes three corridors of public transportation with plans for the construction of adjacent residences. These corridors are currently operated by several routes consisting of buses and trams.

The result of the first line of questioning presents both how much stress the public transportation is experiencing now and how the increasing population will affect the stress ratio in the future. The results of the first line of questioning displays that the current public transportation infrastructure is insufficient for handling the increasing number of travelers. To only increase the frequency of service is not a viable solution as the stops in the central city are operating at maximum capacity during the maximum hour. Therefore, other measures should be taken to increase the capacity in the public transportation system.

In the second line of questioning, actions which can increase the capacity and develop the public transportation system are discussed. Both general measures and planned investments in infrastructure in the Gothenburg region are considered. The effects of these actions and investments are discussed as well, however no actual conclusions are being made.

As the study contains assumptions and delimitations, which will alter the result, this study should be seen as a basis for continued studies of the public transportation and not as a definitive proclamation for how the actual situation of the public transportation will develop.

Keywords: public transportation, capacity, development strategy, maximum hour, Gothenburg.

Innehållsförteckning

Sammanfattning I

Abstract II

1 Inledning 1

1.1 Bakgrund 2

1.2 Syfte 3

1.3 Frågeställningar 3

1.4 Avgränsningar 3

1.5 Samhälleliga och etiska aspekter 4

2 Metod 5

2.1 Framtagning av statistik 5

2.2 Frågeställning 1 6

2.2.1 Uppskattning av framtida bostadsproduktion 6

2.2.2 Alstring av nya resor 6

2.2.3 Applicering på nuläget 6

2.3 Frågeställning 2 7

2.4 Antaganden 7

3 Olika typer av kollektivtrafiksystem 8

3.1 Kategori C – Buss, spårväg, trådbuss 8

3.2 Kategori B – BRT, spårväg (LRT) 9

3.3 Kategori A – Metro, regional tågtrafik, LRRT 10

3.4 Ju högre kategori desto bättre? 11

4 Göteborgs kollektivtrafiksystem 12

5 Utvalda korridorer 14

5.1 Belastning idag 16

5.1.1 Brunnsbo – Brunnsparken (Centrum) 16

5.1.2 Gamlestaden – Centralstationen (Centrum) 17

5.1.3 Lindholmen – Nordstan (Centrum) 20

6 Kapacitetsberäkningar 22

6.1 Bussystemets begränsningar 25

6.1.1 Linje 16 25

6.1.2 Linje 52 27

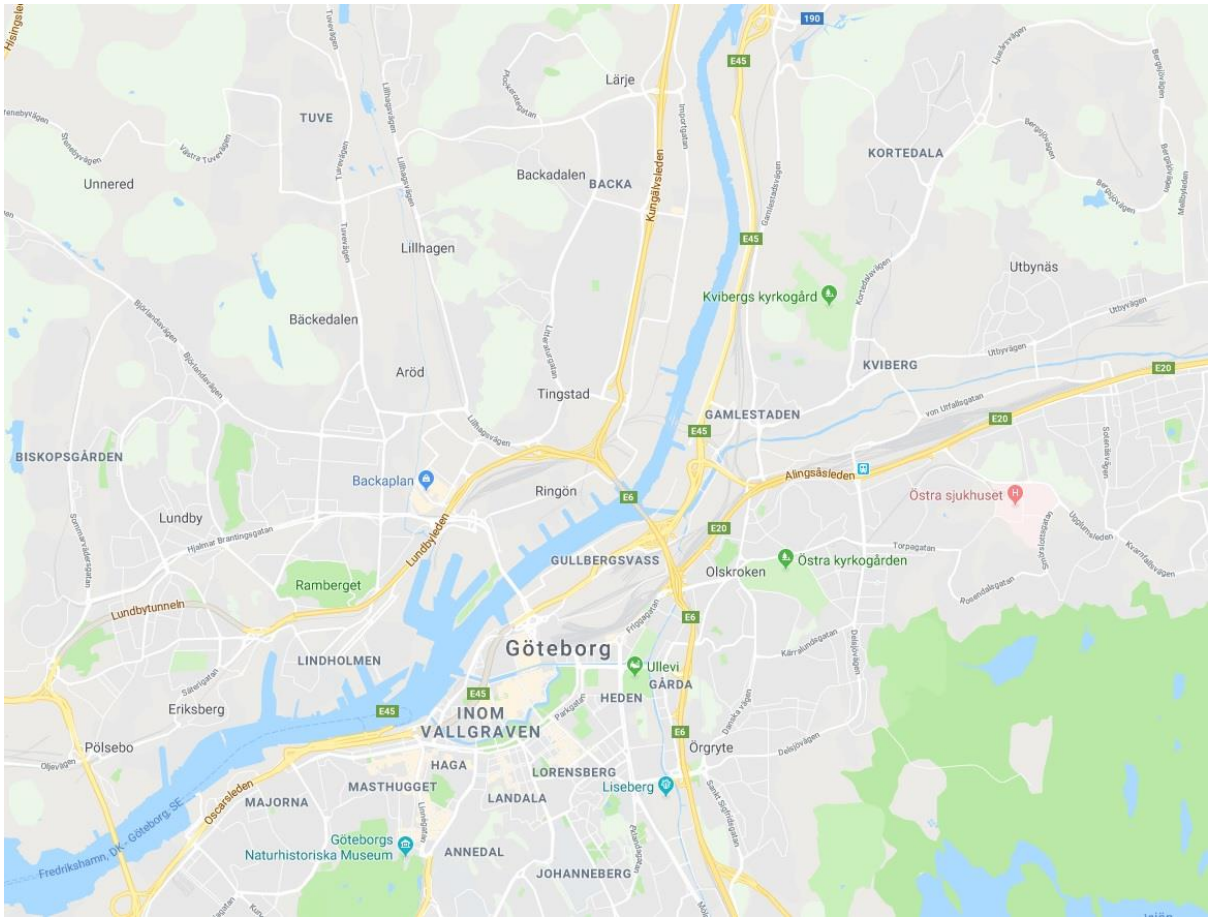
6.2 Spårvägssystemets begränsningar 28

6.2.1 Applicering på Göteborgs spårvägssystem 30

6.2.2 Kapacitetsberäkning sträckan Gamlestaden – Centralstationen (Centrum).....31
6.2.3 Signalsystemets begränsningar 33
7 Frågeställning 1 35
7.1 Brunnsbo och Backa.....35
7.2 Gamlestaden.....36
7.3 Lindholmen och Eriksberg.....36
7.4 Resultat.....37
7.4.1 Brunnsbo och Backa 38
7.4.2 Gamlestaden.....41
7.4.3 Lindholmen och Eriksberg.....44
8 Frågeställning 2 47
8.1 Generella åtgärder 47
8.1.1 Fler turer.....47
8.1.2 Längre vagnar 47
8.1.3 Omdragning av linjer 47
8.1.4 Nya system.....48
8.2 Planerade korridorsspecifika åtgärder.....48
8.2.1 Gamlestaden - Centralstationen 48
8.2.2 Lindholmen – Nordstan (Centrum).....49
8.2.3 Brunnsbo - Brunnsparken 50
8.2.4 Åtgärder för samtliga kollektivtrafikkorridorer 51
9 Diskussion 52
9.1 Metod 52
9.1.1 Kapacitetsberäkningar.....53
9.2 Avgränsning 53
9.3 Syfte 54
9.4 Frågeställning.....54
9.5 Resultat.....54
10 Slutsats.....56
Referenslista.....57
Bilagor.....60

1 Inledning

Göteborg är en stad som växer. Stadens ledande politiker har utformat en målsättning om att den framtida tillväxten ska ske genom förtätning av den befintliga staden (Göteborgs Stad, 2014). Ambitionen är att det ska skapa ett större underlag för service och handel och därmed bidra till ett starkare centrum. I en tät stad ökar möjligheterna att kunna ta sig runt till fots och på cykel då avstånden är mindre. Genom att bygga nära minskar också transportbehoven jämfört med att expandera utåt eftersom färre personer då behöver transporteras längre sträckor. Samtidigt finns en förhoppning om att kunna använda den befintliga kollektivtrafiken i de områden som förtätas.



Figur 1. Karta över Göteborg, (Google Maps, 2018). Återgiven med tillstånd enligt Googles användarvillkor.

1.1 Bakgrund

Göteborg är idag relativt glest bebyggt jämfört med Sveriges andra storstäder. Uppgifter från Statistiska Centralbyrån (Statistiska Centralbyrån, 2016a) anger en befolkningstäthet på 2663 invånare per kvadratkilometer för år 2015. Det kan jämföras med Sveriges andra storstäder, Stockholm och Malmö vars motsvarande täthetstal är 3659 respektive 3915 invånare per kvadratkilometer. Statistiken beskriver befolkningstätheten i tätorten och inte i hela kommunen. Därigenom ges en mer rättvis jämförelse eftersom kommunernas landareal skiljer sig åt. Varför finns då denna skillnad? Svaret beror till viss del på att stora tidigare hamnområden först nu blivit tillgängliga för utbyggnad, men även frånsett den faktorn är Göteborg en stad med stora avstånd.

Det glesbebyggda Göteborg är resultatet av ett stadsbyggnadsideal som genomgått förändringar genom historien. Lundin beskriver en dramatisk stadsomvandling som tog vid kring 1900-talets mitt (Lundin, 2008). Det var en omvandling som skedde med bilen som utgångspunkt och som fick stor påverkan, inte minst i Göteborg. Under 1950-talet ökade antalet registrerade personbilar i Sverige från 252 000 till nästan 1,2 miljoner. Den växande bilismen blev ett problem både med avseende på trafiksäkerhet och ur ett trängselperspektiv. Under konferensen Bilstaden, år 1956, vid Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm diskuterades ett nytt stadsplanetänk som en följd av bilismen. I det nya bilsamhället fanns ingen plats för den historiskt koncentrerade stadskärnan. Omfattande centrumförnyelser, mer känt som saneringar, tog vid. Bara under en tioårsperiod revs ungefär 100 000 bostäder i olika stadskärnor runt om i landet. Nya bostäder byggdes istället till största delen utanför stadskärnorna inom ramen för miljonprogrammet. En rad positiva värderingar, till exempel högre levnadsstandard och materiellt välstånd, kopplades samman med bilsamhället som ansågs kunna dra nytta av både stadslivets och lantlivets fördelar. Därmed skapades den glesa staden.

Idag är idén om bilsamhället förlegad och istället arbetas det för en omställning mot ett hållbart samhälle. I den hållbara staden förespråkas resande med kollektivtrafik, till fots och med cykel (Göteborgs Stad, 2014). Den glesa stadsstrukturen finns dock kvar vilket utgör en utmaning genom de stora avstånd som den för med sig. Avstånden minskar möjligheten att kunna ta sig fram till fots och med cykel, samtidigt som glesheten gör det svårare att planera ett effektivt kollektivtrafiksystem på grund av att underlaget i många områden är för litet. Det är mot denna bakgrund som ambitionen om förtätning av den befintliga staden har vuxit fram.

Även om förtätningen har flera positiva sidor är den inte helt oproblematisk. Den riskerar att leda till påfrestningar på kollektivtrafiken eftersom ett ökat befolkningsunderlag också leder till ett ökat användande. Så länge det finns outnyttjad kapacitet att ta av, alltså gott om plats på bussar och spårvagnar, är detta positivt. Problemet uppstår när befolkningsunderlaget växer sig större än vad systemet kan klara av. Utbyggnadsstrategin (Göteborgs Stad, 2014) beskriver att förtätningen i huvudsak ska ske i områden där det redan finns utbyggd kollektivtrafik för att kunna utnyttja denna. Samtidigt ska den ske relativt centralt. Göteborgs kollektivtrafiksystem är uppbyggt på ett sådant sätt att nästan alla linjer korsar varandra inom ett litet område i centrum för att därefter sprida sig utåt (se figur 6, sida 15. På väg in mot centrum sammanstrålar därför ett flertal linjer och går tillsammans den sista biten. Detta kan beskrivas som en kollektivtrafikkorridor, alltså en sträcka som är högt trafikerad av

kollektivtrafik som matar in bussar och spårvagnar mot de centrala knutpunkterna. Ur bytessynpunkt är den här systemuppbyggnaden praktisk då det blir möjligt att ta sig i princip var som helst i staden med ett byte. Samtidigt är den centrala knutpunkten en destination för många. Detta leder till att förtätningen får till följd att det ökade befolkningsunderlaget till kollektivtrafiken läggs på längs en sträcka där det redan idag är många som reser. Därmed riskerar befintliga linjer att utsättas för ett behov som de inte har dimensionerats för. För att kollektivtrafiken ska vara ett attraktivt alternativ för resenärerna krävs att den är både bekväm och funktionell (Västra Götalandsregionen, 2009). Samtidigt strävas efter att kollektivtrafiken ska uppfattas som snabb, enkel, pålitlig, trygg och säker.

1.2 Syfte

Studien syftar till att undersöka om dagens kapacitet inom några av Göteborgs kollektivtrafikkorridorer är tillräcklig för att klara det ökade resbehov som Göteborgs Stads ambition om förtätning kommer att innebära. Om den befintliga kapaciteten visar sig vara otillräcklig kommer potentiella lösningar för att öka kapaciteten diskuteras.

1.3 Frågeställningar

Utifrån syftet går det att formulera följande två frågeställningar:

1. Har nuvarande kollektivtrafikkorridorer den kapacitet som krävs för Göteborgs planerade tillväxt?
2. Hur kan dessa förändras för att tillgodose den kapacitet som Göteborgs planerade tillväxt kräver?

Den första frågeställningen undersöker den nuvarande belastningen i Göteborgs kollektivtrafiksystem samt hur stor kapacitet de aktuella linjerna har. Utbyggnad genom förtätning kommer att innebära ett ökat antal resenärer och undersökningar behöver göras för att se ifall det nuvarande systemet är tillräckligt för att klara denna ökning.

Den andra frågeställningen undersöker möjliga lösningar för att utöka kapaciteten i Göteborgs kollektivtrafiksystem. Detta kan vara i form av nya linjedragningar, andra system eller utnyttjande av kommande infrastrukturprojekt, till exempel Västlänken. Studien undersöker hur dessa satsningar skulle kunna bidra till att avlasta den befintliga kollektivtrafiken inom Göteborg.

1.4 Avgränsningar

Undersökningen har avgränsats till att endast innefatta Göteborgs Stad eftersom utgångspunkten ligger i Göteborgs Stads utbyggnadsstrategi. Det går att argumentera för att även Mölndals, Partilles samt Kungsbackas kommuner skulle inkluderas. Delar av dessa kommuner ingår enligt SCB i tätorten Göteborg och är därmed delar av en sammanhängande bebyggelse (Statistiska Centralbyrån, 2016b). Det är därmed rimligt att anta att det råder liknande resmönster inom dessa områden som i Göteborgs Stad. Dock ligger inflytandet över stadsutvecklingen i dessa områden helt på de kommuner där de ingår. Göteborgs Stad kan

således inte ta hänsyn till dessa områden i sin utbyggnadsstrategi varvid dessa exkluderas. Vidare har undersökningen avgränsats inom kollektivtrafikområdet till att endast innefatta korridorer inom stomkollektivtrafiknätet (se figur 6, sida 15). Det består av spårvagns- och stombussnätet och kännetecknas av kapacitetsstarka genomgående linjer med hög turtäthet (Västra Götalandsregionen, 2009).

1.5 Samhälleliga och etiska aspekter

Arbetet är huvudsakligen fokuserat på analys av olika kollektivtrafikkorridorers kapacitet vilket leder till att de etiska aspekterna kommer ha fokus på samhällsnytta. Det finns en minimal risk att rapportens innehåll kommer ge upphov till skada för andra. Rapporten kan däremot bidra med samhällsnytta genom att skapa en klarare bild över hur belastade olika kollektivtrafikkorridorer i staden är. Det kan underlätta för de som planerar kollektivtrafiknätet inom staden, samt användas som underlag för framtida beslut.

Det resultat som presenteras i rapporten fokuserar på hur belastade utvalda delar av kollektivtrafiken kommer att vara år 2035, givet att inga större investeringar görs innan dess, för att kunna svara på frågan om dagens system kommer att räcka till eller inte. I resultatet diskuteras också olika förändringar av kollektivtrafiksystemet och hur dessa kan påverka belastningen i olika korridorer. Oavsett om resultatet blir att dagens system klarar av den beräknade framtida belastningen eller inte kan resultatet vara till nytta för den framtida utvecklingen av kollektivtrafiksystemet. En förbättring av kollektivtrafiken är en samhällsnytta som är bra för alla och nödvändig för att de som till exempel inte har körkort ska kunna ta sig mellan olika platser. En utveckling av kollektivtrafiken och ökning av resandet med densamma är också viktigt ur hållbarhetssynpunkt, något som uttrycks i och med målet om att minst 40 % av resorna ska ske med kollektivtrafik år 2025 (Västra Götalandsregionen, 2009). Resultatet i den här rapporten tillsammans med andra rapporter och utredningar skulle kunna bidra till en utveckling av kollektivtrafiksystemet på ett sådant sätt att det blir till nytta för samhället och bidrar till en hållbar utveckling.

2 Metod

För att bestämma vilka sträckor inom kollektivtrafiknätet som var intressanta för undersökningen gjordes en översyn av befintliga sträckor i staden. Sträckor som förordades var sådana som är högt belastade i dagsläget. För att hitta dessa behövde en inledande analys av belastningsgrader på kollektivtrafiknätet göras. Därför togs initiativ till ett möte med Västtrafik som är den aktör som driver kollektivtrafiken i Västsverige och är helägt av Västra Götalandsregionen (Västtrafik AB, u.å.). Med hjälp av Erik Andersson, förvaltningsledare, och Mauricio Aira, teknisk konsult inom trafikinformationsområdet (personlig kommunikation, 8 februari 2018), inhämtades statistik över antalet resenärer som utnyttjar kollektivtrafiken. Statistiken undersöktes sedan för att hitta några av de mest belastade korridorerna i Göteborg. Belastningsgraden för en tur med en kollektivtrafiklinje anges i relation till antalet sittplatser som finns på respektive fordon. Är samtliga sittplatser upptagna är belastningen 100%. Ett värde på 100% är därmed inte samma som att fordonet är fullt då det även finns plats för stående resenärer i stadstrafik.

2.1 Framtagning av statistik

Aira och Andersson (personlig kommunikation, 8 februari 2018) förklarar hur Västtrafik samlar in statistiken. Det görs via ett kundräkningssystem, förkortat KRS. KRS registrerar antalet på- och avstigande resenärer, vars längd överstiger 110 cm, med hjälp av dioder i dörrarna. De insamlade data efterbehandlas efter fyra parametrar samt matchas med äldre statistik för att hitta eventuella avvikelser och se om dessa verkar rimliga eller inte. Dessa data kvalitetsgranskas sedan vilket innebär att det säkerhetsställs att utrustningen fungerar som den ska. Statistiken balanseras sedan ut över månaden och ger max- samt medelvärden för jämnare resultat. Slutligen kan Västtrafik göra en projektion över vad man tror antalet resenärer kommer att vara i framtiden. Västtrafik sammanställer all data i en databas. Därifrån kan statistik extraheras i olika filformat.

I dagsläget är samtliga bussar i Göteborgs stadstrafik utrustade med KRS. Antalet spårvagnar utrustade med systemet är dock endast 15–20%. För att se till att få en så bra översyn som möjligt med spårvagnarna jobbas det aktivt för att se till att de olika KRS-utrustade spårvagnarna roteras runt på de olika linjerna.

Tidigare användes ett annat system för insamling av statistik som gick ut på att resenärerna räknades genom antalet som stämplade sina biljetter. Det var dock bristfälligt vilket visade sig när man införde det nuvarande systemet och upptäckte en skillnad mellan belastningsgraderna på upp till 30% systemen emellan. Skillnaden uppkommer på grund av att det är svårt att tolka stämplingsdata då resenärer kan betala på flera olika sätt samt att flera biljettyper inte behöver stämplas. Det gäller till exempel digitala biljetter i mobilapplikationen Västtrafik ToGo samt period- och pappersbiljetter. Dessutom sker tjuvåkning vilket också bidrar till missvisande statistik.

2.2 Frågeställning 1

Efter att kollektivtrafikkorridorer valts ut studerades frågeställningarna som formulerats utifrån rapportens syfte. Den första frågeställningen studerar om de utvalda kollektivtrafikkorridorerna har den kapacitet som krävs för att klara av den ökning av resor som tillkommer genom förtätning av Göteborg.

2.2.1 Uppskattning av framtida bostadsproduktion

För att kunna bedöma hur många nya resenärer som förväntas tillkomma när staden förtätas behövde en uppskattning göras om hur många nya bostäder som kommer byggas längs de aktuella sträckorna. Denna uppskattning bygger i stor utsträckning på Göteborgs Stads strategidokument för utbyggnadsplanering (Göteborgs Stad, 2014). I detta strategidokument anges hur Göteborg ska växa och var den huvudsakliga nybyggnationen kommer att ske. Dokumentet visar också på utbyggnadspotentialen för olika områden, räknat i antal nya bostäder. Informationen kompletterades vid behov med informationssökning om stadsutveckling samt om plan- och byggprojekt via Göteborgs Stads webbplats. De framtida bostäderna ligger till grund för hur stor ökningen av antalet resenärer kommer att bli.

2.2.2 Alstring av nya resor

Utifrån informationen om förväntat bostadstillskott uppskattades hur många personer bostäderna kan hushålla samt hur många kollektivtrafikresor dessa förväntas göra per person och dygn. Uppskattningen gjordes med hjälp av verktyget *Resekalkyl* som finns tillgängligt på Teknisk Handboks (TH) webbplats (Göteborgs Stad, 2018c). Verktyget är kalibrerat för att överensstämma med den resefördelning som Göteborgs Stad anger som mål i sin trafikstrategi. TH tillhandahålls av Trafikkontoret i Göteborg och riktar sig till alla som arbetar med planering, projektering, byggande samt drift- och underhåll av allmän plats inom staden.

2.2.3 Applicering på nuläget

När antalet alstrade resor beräknats återstod att överföra dessa ovanpå dagens resandesituation för att se hur belastningsgraderna inom kollektivtrafiken påverkades. Det gjordes för den mest kritiska tidpunkten på dygnet, maxtimmen. Maxtimmen är den timmen med störst trafikmängd (Göteborgs Stad, u.å.-a). Då är antalet resenärer flest och därmed är också belastningen som högst. Det finns en maxtimme på morgonen och en på eftermiddagen. Resandet under morgonen är vanligtvis något mer koncentrerat varvid maxtimmen under morgonen brukar ha fler resande än eftermiddagens dito (Stockholms Läns Landsting, 2017). Eftersom den utgör ett värstascenario är det den som förelåg mest intressant att analysera. Enligt *Trafikstrategi för Göteborg – Underlagsrapport* (Göteborgs Stad, 2013c) kunde 10% av de alstrade resorna förväntas påverka kollektivtrafiknätet under maxtimmen.

Den nya belastningen jämfördes med olika index för att se om ökningen av resenärer kan hanteras utan att några åtgärder behöver vidtas för att förbättra kollektivtrafiken. De index som ingick var maxkapacitet och bekvämlighet. Maxkapaciteten är en fastställd gräns som anger hur många personer, inkluderat både sittande och stående, som får plats på en tur. Vad som anses som rimlig bekvämlighet är dock svårare specificera. Det ska tilläggas att bekvämlighet i det här sammanhanget inte syftar på exempelvis hur stora eller hur sköna

sätena är. Istället är det ett mått på trängsel, alltså hur högt belastad en tur kan vara samtidigt som det fortfarande anses komfortabelt att åka med. Vid mötet med Aira och Andersson på Västtrafiks Göteborgskontor (personlig kommunikation, 8 februari 2018) framkom att en beläggningsgrad under 120% av antalet sittplatser är att anse som ett bekvämt antal resenärer enligt Västtrafik. Det värdet har därför använts som en bekvämlighetsgräns i analysen.

2.3 Frågeställning 2

Om svaret på den första frågeställningen pekade mot att kollektivtrafiken längs en eller flera sträckor inte klarade av den ökade belastningen tog den andra frågeställningen vid. Där diskuterades hur systemet kan förändras för att tillgodose det behov som efterfrågas. Från resultatet av frågeställning ett framgår om den ökade mängd resor, som utbyggnaden av nya bostäder ger, kommer att klaras av med det befintliga kollektivtrafiksystemet eller om det krävs förändringar. Om analysen visade att den ökade belastningen inte klaras av med dagens kollektivtrafiksystem är målet med fråga två att resonera kring och ge förslag på olika åtgärder som kan ge en ökad kapacitet. Åtgärderna beskrevs och diskuterades för att se hur de kan bidra till att förbättra kollektivtrafiksystemet.

Inom ramen för frågeställning två togs det upp både generella åtgärder som kan öka kapaciteten i systemet samt mer specifika åtgärder som kan förbättra kapaciteten på vissa sträckor. I diskussionen funderades även kring hur planerade infrastrukturprojekt i Göteborg kan påverka kapaciteten i kollektivtrafiken inom staden.

2.4 Antaganden

Då undersökningen riktar sig mot framtiden behövde antaganden göras. En del av dessa är stärkta av underliggande fakta medan vissa är mindre underbyggda. Morgonens maxtimme (den som analyserades) antogs inträffa mellan klockan sju och åtta. Detta då många beger sig till jobb och skola vid den tiden. Vid analysen av maxtimmen antogs även att samtliga tillkommande resenärer väljer att åka i riktning mot centrum. Att centrum är den dominerande färdriktningen på morgonen är uppenbart då väldigt många verksamheter och arbetsplatser är koncentrerade dit. Även hur kollektivtrafiksystemet är uppbyggt understryker detta, då de allra flesta längre resor med byte görs via centrum. Att resandeandelen mot centrum skulle uppgå till 100% är däremot inte troligt. Anledningen till att det antagandet ändå gjordes var att mer sofistikerade metoder för att uppskatta resandeandelar saknades, eller i vart fall inte fanns tillgängliga för rapportens författare.

Vid appliceringen av alstrade resor på det befintliga belastningsläget förväntades dessa fördela sig jämt över de linjer och de turer som trafikerade den undersökta sträckan under maxtimmen. Ta som exempel en sträcka som trafikeras av två olika linjer som vardera kör fem turer i riktning mot centrum under maxtimmen. Om framtida bostadsutveckling väntas leda till 100 nya resor under maxtimmen kommer dessa fördela sig jämt över de 10 turer som går, alltså ett tillskott på 10 resenärer per tur.

3 Olika typer av kollektivtrafiksystem

Inom städer finns alltid ett behov av transporter, både av gods och människor. När det kommer till transport av människor handlar det ofta om att ta sig mellan hemmet och jobb, vänner, affärer samt diverse aktiviteter. Det handlar också om att ta sig till knutpunkter för fortsatta resor till destinationer utanför staden så som andra städer, länder och platser. Ju större en stad är, desto större blir behovet att ta sig runt. Ganska snabbt blir avstånden så stora att det är orimligt att gå hela sträckan. Behovet av kollektivtrafik uppstår.

Det finns olika typer av kollektivtrafiksystem och hur väl dessa presterar styrs av flera faktorer. En viktig sådan är förkörsrätten (Vuchic, 2007). Den avgör vilket fordon som kör först längs de sträckor där flera trafikslag delar körväg. Vuchic argumenterar för att förkörsrätten är av fundamental betydelse och delar in denna i tre kategorier, A-C, beroende på hur stark den är. Buss och spårvagn ingår i den svagare kategori C medan exempelvis en metro (tunnelbana) sorteras in under A. Styrkan på förkörsrätten innebär i praktiken hur separerat det aktuella kollektivtrafiksystemet är, det vill säga hur mycket hänsyn som behöver tas till annan trafik. Generellt innebär kategori A en större kapacitet men också högre investeringskostnader. Samtidigt är system av högre rang ofta komplexa och kan därmed vara svårare att implementera i stadslandskapet. Nedan följer en genomgång av de olika kategorierna och de kollektivtrafiksystem som underordnas dem enligt Vuchic (2007).

3.1 Kategori C – Buss, spårväg, trådbuss

Kategori C kännetecknas av blandad trafik (se figur 2 nedan). Här delar kollektivtrafiken yta med övriga trafikslag som bilar, cyklar och fotgängare. Några av de allra vanligaste kollektivtrafikslagen, buss och spårvagn, sorteras in under kategori C. Dessa trafikslag för allmänt kollektivt resande var också de första att utvecklas när ett färdmedelsbehov först uppstod i växande städer (Vuchic, 2007). Till en början var spårvagnarna hästdragna men mot 1800-talets slut började elektrifiering att ersätta hästarna. I och med att de inte kräver någon separat körbana är de enkla att implementera i ett redan befintligt gatunät i stadsstrukturen. Det innebär däremot att de samtidigt behöver dela utrymme med andra vilket skapar målkonflikter. Ofta görs åtgärder för att minska dessa och öka framkomligheten genom exempelvis egna körfält och reglerade signalkorsningar där kollektivtrafiken ges företräde när den närmar sig. Framkomligheten är dock fortfarande att anse som kraftigt influerad av annan trafik.

Att bygga ut kollektivtrafiken med ett system i kategori C innebär en relativt liten investering eftersom befintliga gator och vägar kan utnyttjas. Samtidigt har kollektivtrafiken att förhålla sig till de hastighetsbegränsningar som gäller på dessa gator och vid mycket trafik med köbildning blir denna inverkan ännu större. När hastigheten är låg riskerar valet att åka kollektivt bli mindre attraktivt. Kapaciteten för antalet resenärer överlag är också begränsad på grund av fordonens utformning. En buss har bara ett visst antal platser och en spårvagn kan inte göras hur lång som helst utan att fysiska hinder uppstår i gaturummet.

Trådbussar ingår också i kategori C. Trådbussen är egentligen en kombination av bussens och spårvagnens fördelar då den utnyttjar spårvagnens effektiva elektriska framdrivning i kombination med bussens gummidäcksförsedda hjulaxlar. Därigenom skapas ett renare och

betydligt mindre bullrigt färdmedel som dessutom inte kräver någon nedläggning av spår i gatan. Däremot är trådbussen fortfarande låst till sin färdväg av de överhängande kontaktledningarna. Idag finns dock så starka batterier att det går att köra eldrivna bussar utan kontinuerlig extern strömtillförsel. Över längre sträckor utgör dock batteriernas kapacitet fortfarande en begränsning.

Figur 2. Per Dubbsgatan, Göteborg (2018). Exempel på ett system av blandad trafik, kategori C. Författarens egen bild.

3.2 Kategori B – BRT, spårväg (LRT)

Inom kategori B är förkörsrätten större tack vare en mer utpräglad separering från annan trafik (se figur 3 nedan). Hit kategoriseras två typer av kollektivtrafiksystem. Det är dels BRT, som är en förkortning för Bus Rapid Transit, och dels spårväg. Ett BRT-system är mer oberoende av annan trafik än vanliga busslinjer vilket gör det mindre känsligt för trafikstörningar. Oberoendet skapas genom att bussarna designeras en till stora delar särskild infrastruktur. Detta i form av egna körbanor och förmånsbehandling vid korsningar för att kunna tillåta högre hastigheter samt särskilt anpassade hållplatser och fordon för att minska uppehållstiden vid av- och påstigning. Sådan anpassning kan vara i form av extra breda dörrar eller genomgående låggolv alternativt höga plattformar samt snabb och smidig biljetthantering.

Att spårväg ingår både i kategori B och C beror på hur den är utformad. Är den förlagd på gatuspår underordnas den kategori C medan den faller under kategori B om den är longitudinellt separerad från övrig trafik, till exempel om den är förlagd på egen banvall eller designerad en egen yta. Sådan spårväg går också ibland under beteckningen LRT som är en förkortning av Light Rail Transit. Separeringen är dock inte total. I kategori B sker fortfarande vissa korsningar med annan trafik. Konkurrensen i färdriktningen är dock obehindrad. Tack vare den delvis egna körbanan möjliggörs signalreglering längs vissa

sträckor. Det tillåter högre hastigheter eftersom föraren då vet om i förväg att det inte finns hinder längs färdvägen. Det är också möjligt att köra längre fordon.

Sammantaget innebär kategori B en högre kapacitet samt ökad attraktionskraft och pålitlighet. Eftersom kategorin innebär en viss avskildhet från annan trafik ökar transportsystemens behov av yta genom till exempel nya eller bredare gator. Investeringskostnaden ökar därmed jämfört med kategori C eftersom det krävs helt ny infrastruktur samtidigt som implementeringen kan försvåras om det är ont om utrymme.

Figur 3. Skånegatan, Göteborg (2018). Exempel på viss separering, kategori B. Författarens egen bild.

3.3 Kategori A – Metro, regional tågtrafik, LRRT

För att kvalificeras till den högsta kategorin av förkörsrätt krävs fullständig separering från övriga trafikslag (se figur 4 nedan). Här återfinns metro (tunnelbana), regional tågtrafik samt LRRT. LRRT är en förkortning av Light Rail Rapid Transit. Det som skiljer LRRT från ett klassiskt metrosystem är kapaciteten. En traditionell metro trafikeras ofta av ganska långa fordon medan fordonen i ett LRRT-system mer liknar spårvagnar till storlek och utseende. En metrolinje har ungefär 2,5–4 gånger högre kapacitet än en LRRT-linje. Systemen är annars mycket lika varandra i utformningen och de erbjuder båda ett mycket effektivt resande. Regional tågtrafik ingår också i kategori A. Sådan trafik är dock främst till för att, som namnet antyder, transportera människor mellan städer snarare än inom dem.

Införandet av ett kollektivtrafiksystem motsvarande kategori A är förenligt med mycket höga kostnader. Det höga priset härrör från den totala separeringen från all annan trafik vilket kräver omfattande bro- alternativt tunnelkonstruktioner. Å andra sidan är systemet mycket effektivt och kapacitetsstarkt. Den höga hastigheten som trafikseparingen innebär ger snabbare resor. Detta förstärks ytterligare av att metro- och LRRT-system, tack vare planskildheten, oftare kan gå raka vägen mellan två målpunkter. Sammantaget är kollektivtrafiksystem i kategori A mycket attraktiva ur resenärens synvinkel. Till dess

nackdel ligger ingreppen i stadsbilden som kan bli mycket stora om systemet förläggs ovan mark. Att implementera ett kategori A-system kan därmed vara mycket komplicerat.

Figur 4. Tunnelbana, Stockholm (Storstockholms Lokaltrafik, 2004). Exempel på fullständig separering, kategori A. CC-BY.

3.4 Ju högre kategori desto bättre?

Trots att skillnaderna mellan de olika kollektivtrafiksystemen är tydliga är det svårt att peka ut det bästa systemet. Det går att argumentera för att metron, som ingår i kategori A, är det bästa systemet. Det är snabbt, erbjuder täta turer och har överlägset högst kapacitet (Vuchic, 2007). Visserligen är kostnaden också i topp men det är ändå inte säkert att metron lämpar sig bäst i alla situationer. Den höga kapaciteten i sig kan vara en nackdel. Att bygga en metro där det saknas ett tillräckligt stort underlag av potentiella resenärer skulle kunna få en negativ effekt på turtätheten eftersom tomma tåg innebär en kostnad. Möjligheten att ta sig snabbt till sin destination skulle då behövas sättas i relation till friheten att göra resan när den önskas. I en sådan situation skulle ett annat system av en lägre kategori kanske vara betydligt bättre. Ett system med lägre kapacitet men med tätare turer. Samtidigt kan en viss överkapacitet leda till att det blir attraktivt att bygga fler bostäder längs systemets linjer och därmed kan problemet med ett bristande resenärsunderlag lösas, om än något förskjutet i tid. Att planera ny kollektivtrafik är således en komplicerad process. Det är viktigt att tillgodose både det nutida och det framtida behovet. Det gäller för varje kollektivtrafiklinje i sig, likväl för systemet som helhet.

4 Göteborgs kollektivtrafiksystem

Stommen i Göteborgs lokala kollektivtrafik består av ett spårvägssystem (Västra Götalandsregionen, 2009). I tillägg till detta finns ett vältäckande busslinjenät samt en viss färjetrafik. Vid ett möte (personlig kommunikation, 20 mars 2018) med Peter Näslund, trafiksamordnare på Trafikkontoret vid Göteborgs Stad, och Lars Bärtzner, trafikplanerare på Göteborgs Spårvägar, diskuterades Göteborgs nuvarande kollektivtrafiksituation. Hur ett kollektivtrafiksystem presterar, alltså hur bra det är på att transportera resenärer från en punkt till en annan med avseende på mängd och tid, beror på flera parametrar. Dels finns fordonstekniska parametrar, huvudsakligen i form av platsbegränsningar, dels finns rent anläggningstekniska parametrar såsom antal spår eller körbanor samt konflikter med andra trafikslag. Dessutom finns tjänstgöringsparametrar, som rätten till rast, vilket kan försvåra möjligheterna till att utnyttja anläggningen på ett effektivt sätt. Vid analys av kapaciteten i ett system är det viktigt att skilja på vad som är teoretiskt möjligt och vad som faktiskt kan fungera i praktiken. De parametrar som har störst inverkan är de enskilda fordonens storlek, alltså hur många sittande respektive stående resenärer som får plats, samt med vilka tidsintervall fordonen kan framföras.

Vad gäller spårvägsnätet i Göteborg är detta utbyggt på olika sätt. Näslund förklarar att en del av systemet består av så kallade gatuspår medan andra delar är förlagda på särskilda banvallar. Systemet är, enligt tidigare avsnitt, en kombination av kategori C och B vad gäller styrkan på förkörsrätten. Förutsättningarna för trafikering och därmed kapaciteten skiljer sig åt beroende på vilken typ av spår en vagn framförs på, fortsätter Näslund. Vid trafikering på gatuspår (kategori C) gäller för en spårvagn samma regler som för annan vägtrafik men med skillnaden att spårvagnen ska ges fri väg. Det är samma princip som gäller för blåljustafik och innebär att övrig trafik ska framföras på ett sådant sätt att spårvagnen, i det här fallet, inte hindras. Spårvagnen har dock fortfarande punktsignaler som reglerar företräde i korsningar att förhålla sig till. Föraren är i det här fallet helt ansvarig för att fordonet framförs på ett säkert sätt, det vill säga på ett sådant sätt att inga kollisioner sker. Det kallas att föraren kör på sikt. Även om spårvagnen har fri väg finns det alltid en risk att andra trafikanter, till exempel fotgängare, cyklister, bilar eller bussar, inte uppmärksammar spårvagnens framfart. Det ligger då på förarens ansvar att se till att aldrig köra snabbare än att denne hinner stanna innan ett eventuellt hinder vid ett nödstopp. På grund av att spårvagnar är mycket tunga samtidigt som kontaktytan mellan hjul och spår är mycket liten är bromssträckan relativt lång. Allt detta sätter begränsningar för hur tätt det går att trafikera ett gatuspår.

På de delar där spårvägen är förlagd på en särskild banvall (kategori B) ser situationen lite annorlunda ut. Spårområdet på dessa sträckor är förbjudet område för allmänheten. Här finns heller inga andra trafikslag som måste tas hänsyn till. Generellt håller fordonen därför en högre hastighet när de framförs på en egen banvall. Här gäller inte, till skillnad från på gatuspår, att föraren alltid kör på sikt. Utan här finns också ofta signalsäkerhetsanläggningar. I en signalsäkerhetsanläggning innebär grönt ljus att spåret är fritt fram till nästa ljussignal. Rött ljus innebär således att det finns någon form av konflikt längs spåret, allt som oftast bestående av en annan spårvagn. Den bestämmande parametern för hur tätt det går att trafikera ett sådant spår blir därför tiden det tar att köra en sådan signalsäkrad sträcka.

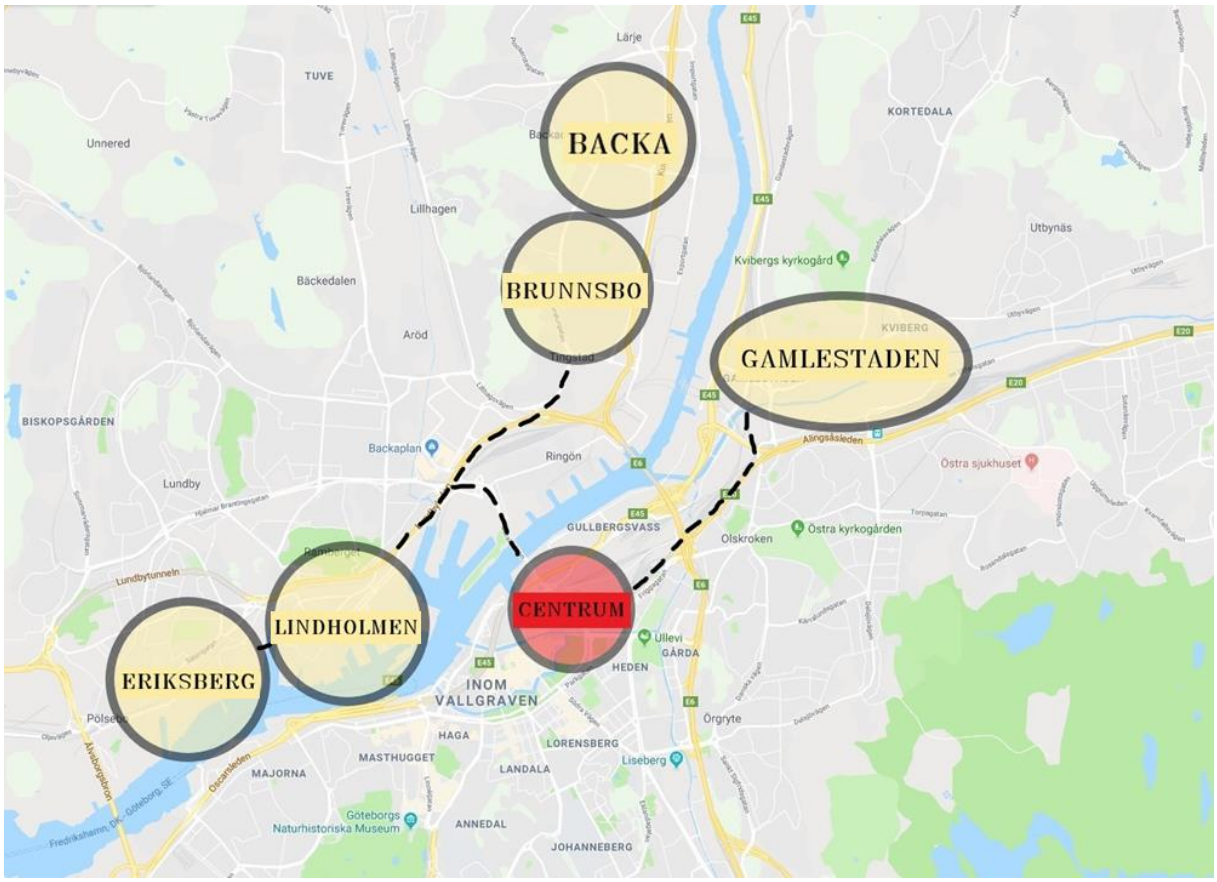
Eftersom samma spårvagnslinje kan trafikera både gatuspår och särskild banvall är det ofta komplicerat att avgöra hur tätt det går att köra. Detta försvåras ytterligare om flera linjer går

samman vissa delsträckor. Bärtzner, trafikplanerare på Göteborgs Spårvägar, tar upp en sträcka längs Stampgatan (mellan Drottningtorget och Polhemsplatsen) som han menar är ett av världens tätaste kollektivtrafikstråk. Längs denna sträcka sammanstrålar åtta olika spårvagnslinjer samt en busslinje. Poängen han framför är att även om det finns utrymme för tätare linjetrafik längre ut i systemet är det inte säkert att den trafikökningen är möjlig att implementera närmare centrum där systemet är mer invecklat.

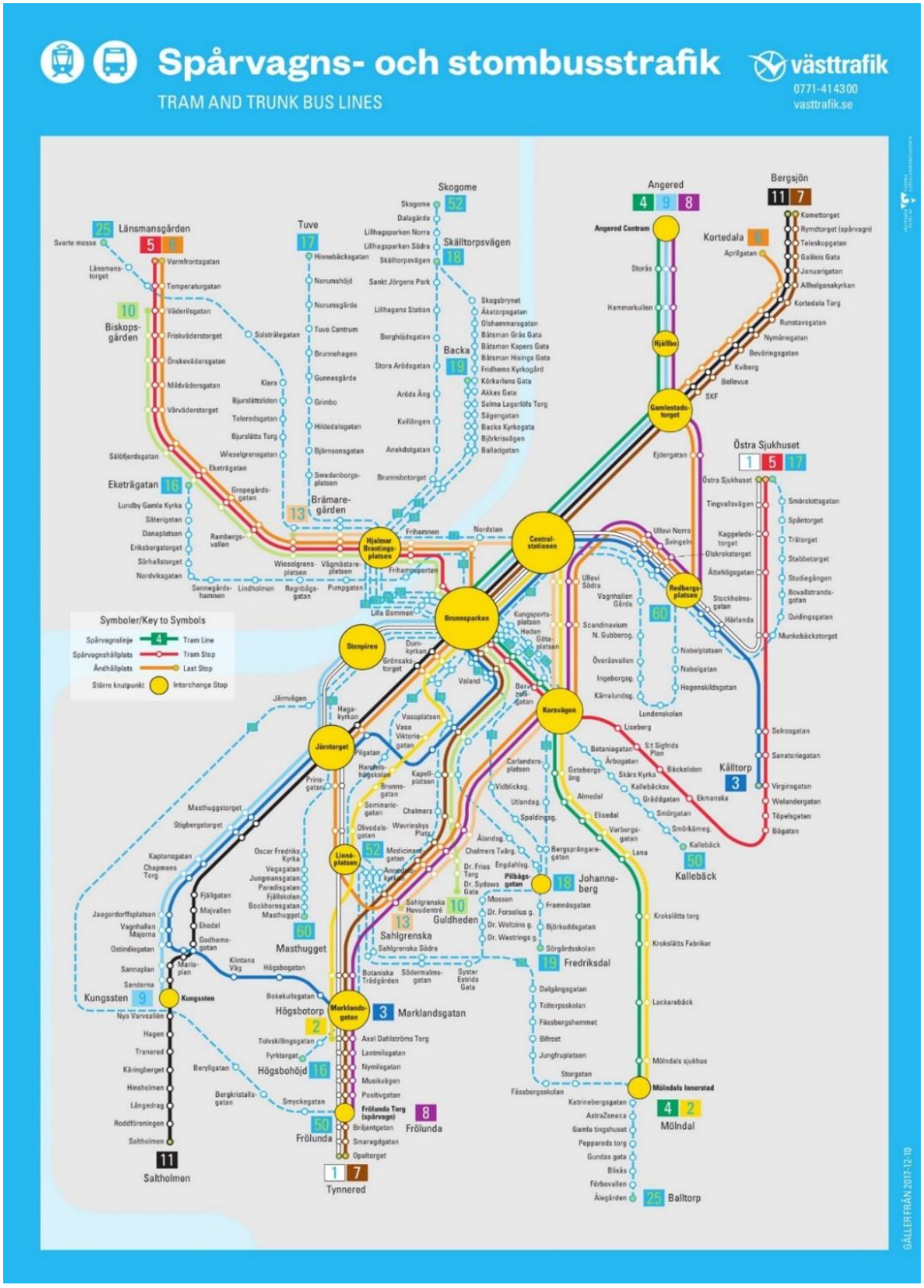
Ibland kan det vara andra anledningar som avgör hur tät trafik det går att köra på exempelvis buss- och spårvagnslinjer. Varje hållplats i sig har ett tak för hur många fordon som kan tas emot under ett bestämt tidsintervall. Detta kan vara ett problem vid knutpunkter, alltså platser där många linjer sammanstrålar. När en buss eller spårvagn stannar vid en hållplats tar det en stund att släppa av och på resenärer. Bärtzner uppskattar att uppehållstiden är i snitt 15–20 sekunder i lågtrafik och 30–40 sekunder i högtrafik. Siffrorna gäller för spårvagnar. För busstrafik gäller generellt något längre uppehållstid. En teori som möjligen kan förklara skillnaden är att resenärer på spårvagnar går mot dörrarna och gör sig redo att gå av tidigare än vad bussresenärer gör. Att folk tenderar att sitta alternativt stå och hålla fast sig längre tid på bussar skulle i så fall bero på att dessa, förutom att kränga i färdriktningen, även i större utsträckning kränger i sidled.

5 Utvalda korridorer

Utifrån metoden har tre sträckor valts ut. Dessa sträckor har valts ut eftersom de är högt belastade idag och för att det finns planer på förtätning genom byggnation längs dessa sträckor. Fler bostäder genererar fler resenärer vilket i sin tur kommer att påverka belastningen i framtiden. Den första utvalda kollektivtrafikkorridoren är Brunnsbotorget till Brunnsparken (Centrum). Denna sträcka trafikeras av stombusslinjerna 18, 19 och 52. Den andra utvalda korridoren är Gamlestaden till Centralstationen (Centrum). Denna sträckan trafikeras av spårvagnslinjerna 4, 7, 9 och 11 samt busslinje 58. Den tredje utvalda korridoren är Lindholmen till Nordstan (Centrum). Denna sträcka trafikeras av busslinjerna 16, 55 och 58. De utvalda kollektivtrafikkorridorerna framgår av figur 5 nedan och de olika linjerna (förutom 55 och 58) framgår av figur 6 nedan.



Figur 5. Karta över kollektivtrafikkorridorerna. (Google Maps, 2018). Återgiven med tillstånd enligt Googles användarvillkor. Egen redigering.



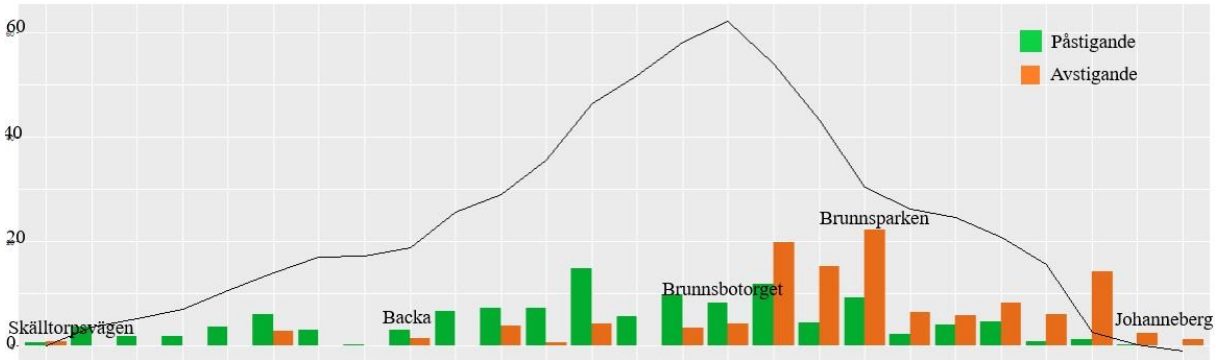
Figur 6. Linjekarta över spårvagns- och stombusstrafik (Västtrafik AB, 2017d). Alla studerade linjer förutom linje 55 och 58 visas på kartan. Återgiven med tillstånd.

5.1 Belastning idag

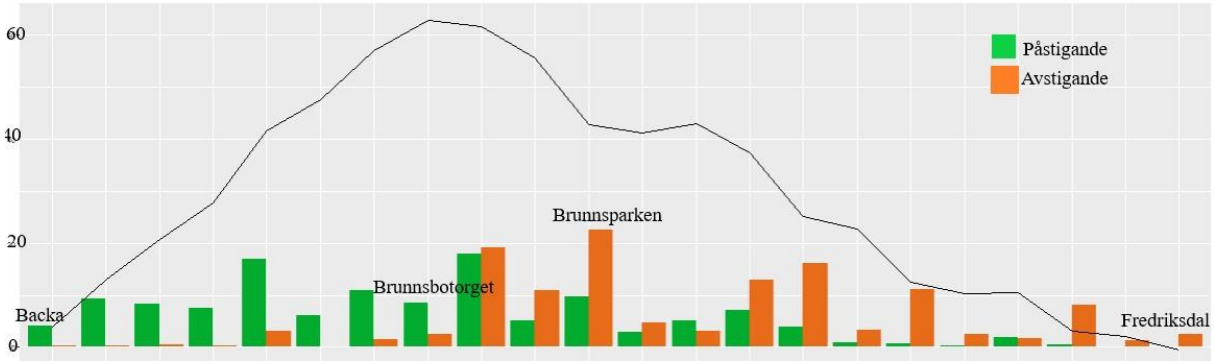
De siffror som redovisas för dagens belastning för samtliga linjer gäller i riktning in mot centrum och kommer från Västtrafiks kundräkningssystem, KRS. Diagrammen visar ett genomsnitt av antalet resande på turerna som går måndag till torsdag mellan 7:00 till 8:00 på morgonen. Det finns också en variation i resandet över året, men det statistiska underlaget som har använts för att ta fram dessa genomsnitt är från november månad 2017. Under november månad reser de flesta människor "som vanligt" då det inte infaller några storhelger som ger extra lediga dagar eller liknande. Statistiken är alltså i största möjliga mån baserat på vardagsresande.

5.1.1 Brunnsbo – Brunnsparken (Centrum)

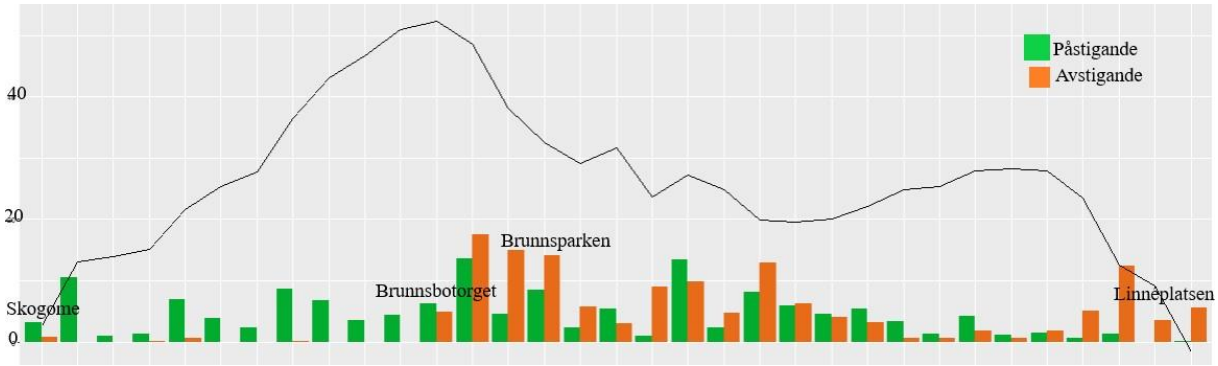
Linje 18, 19 och 52 går alla tre mellan Brunnsbo och Brunnsparken (Centrum), som är den första av de utvalda kollektivtrafikkorridorerna. Diagrammen nedan visar hur belastningen ser ut längs hela linjen. Bussarna som trafikerar dessa linjer har en kapacitet på 43 sittande resenärer och det motsvarar 100% i belastning. Figurerna visar att när det är som flest personer på linje 18 och 19 är det strax över 60 personer per tur (se figur 7 respektive 8). Det motsvarar en belastning på ungefär 145% under hela maxtimmen. För att även den högst belastade turen under maxtimmen ska klaras av behöver genomsnittsbelastningen ligga under 120% (Göteborgs Stad, 2013b). Det gör den alltså inte i det här fallet. På linje 18 och 19 är det flest resenärer mellan Brunnsbotorget och Hjalmar Brantingsplatsen men det är fortsatt högt även till Brunnsparken. Linje 52 har som mest drygt 50 resenärer per tur och det motsvarar ungefär 120% i belastning (se figur 9), alltså precis den belastningsgrad som anses nödvändig under maxtimmen för att klara av den absolut högst belastade turen. Även linje 52 är som högst belastad vid hållplatserna kring Brunnsbotorget och fram till Hjalmar Brantingsplatsen. Dock är det troligt att belastningen varierar mellan turerna som går under denna morgontimme och att vissa är högre belastade medan andra har en lägre belastning.



Figur 7. Linje 18, Skälltorpsvägen - Johanneberg, den heldragna linjen i figuren visar antal resenärer på fordonet, gröna staplar visar påstigande resenärer och röda staplar visar avstigande resenärer vid varje hållplats (Västtrafik AB, 2017a).



Figur 8. Linje 19, Backa – Fredriksdal, den heldragna linjen i figuren visar antal resenärer på fordonet, gröna staplar visar påstigande resenärer och röda staplar visar avstigande resenärer vid varje hållplats (Västtrafik AB, 2017a).



Figur 9. Linje 52, Skogome – Linnéplatsen, den heldragna linjen i figuren visar antal resenärer på fordonet, gröna staplar visar påstigande resenärer och röda staplar visar avstigande resenärer vid varje hållplats (Västtrafik AB, 2017a).

5.1.2 Gamlestaden – Centralstationen (Centrum)

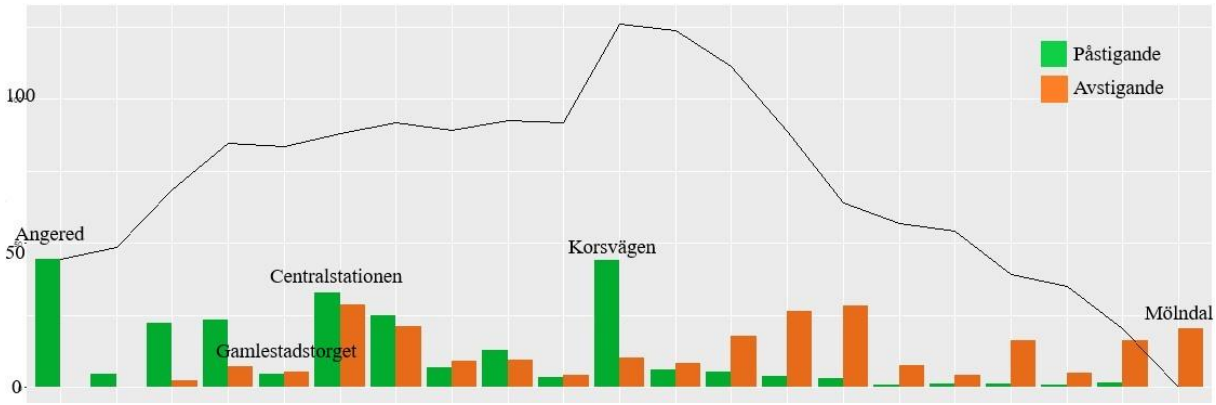
På sträckan Gamlestadstorget till Centralstationen (Centrum), som är den andra av de utvalda kollektivtrafikkorridorerna, går spårvagnslinjerna 4, 7, 9 och 11 samt busslinje 58. Kapaciteten på spårvagnarna varierar beroende på vilken typ av spårvagn som trafikerar den aktuella turen. Det varierar mellan 116 resenärer (sittande och stående) på de äldre vagnarna till 190 resenärer på de nyare vagnarna (Göteborgs Spårvägar, 2018). Busslinje 58 körs med enkelledade bussar som har totalt 43 sittplatser. Vid Gamlestadstorget passerar också spårvagnslinjerna 6 och 8 som istället för att gå in mot Centralstationen fortsätter mot Redbergsplatsen och sedan vidare längs Skånegatan till Korsvägen. Det medför att boende kring Gamlestaden har flera resealternativ beroende på var i staden deras målpunkt ligger. Alla måste alltså inte åka via Centralstationen. Det gör också att resorna sprids mellan dessa två riktningar. För spårvagns- och busslinjerna har samma typ av diagram tagits fram som för busslinjerna 18, 19 och 52 ovan.

Linje 7 och 11 kommer från Bergsjön till Gamlestaden och fortsätter sedan mot Centralstationen. Linje 7 har flest antal resenärer på sträckan mellan Gamlestadstorget och Centralstationen. Där är antalet resenärer ungefär 130 stycken per tur (se figur 11). Hur hög belastning det motsvarar är svårt att säga eftersom spårvagnstypen som trafikerar sträckan varierar och har olika kapacitet. Även linje 11 är som högst belastad på sträckan mellan Gamlestadstorget och Centralstationen och då är antalet resenärer ungefär 90 stycken per tur (se figur 13).

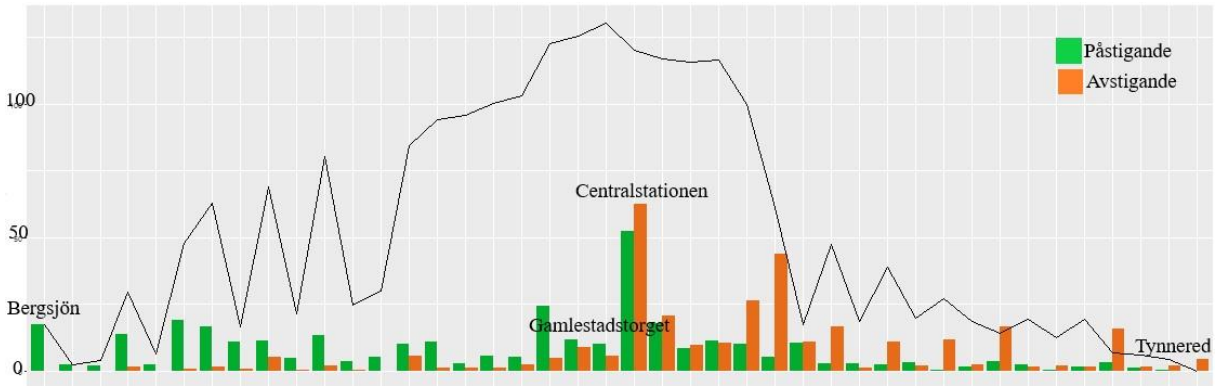
Linje 4 och 9 kommer från Angered till Gamlestadstorget och fortsätter sedan samma väg som linje 7 och 11 till Centralstationen. På sträckan Gamlestadstorget till Centralstationen har linje 4 drygt 80 resenärer per tur (se figur 10). Dock är linjen högre belastad på andra delsträckor, men eftersom det ligger utanför våra avgränsningar undersöks det inte vidare. Linje 9 har ungefär 70 resenärer per tur på sträckan mellan Gamlestadstorget och Centralstationen (se figur 12). Även denna linje är högre belastad senare på sträckan.

Spårvagnslinjerna 6 och 8 fortsätter sedan mot Redbergsplatsen och Korsvägen efter att ha passerat Gamlestaden. Linje 6 kommer från Kortedala och linje 8 från Angered. Det gör att dessa linjer är aktuella för resenärer som har andra målpunkter i staden och inte behöver resa via Centralstationen. Linje 6 och 8 är dock utanför kollektivtrafikkorridoren Gamlestaden - Centralstationen som studeras i analysen.

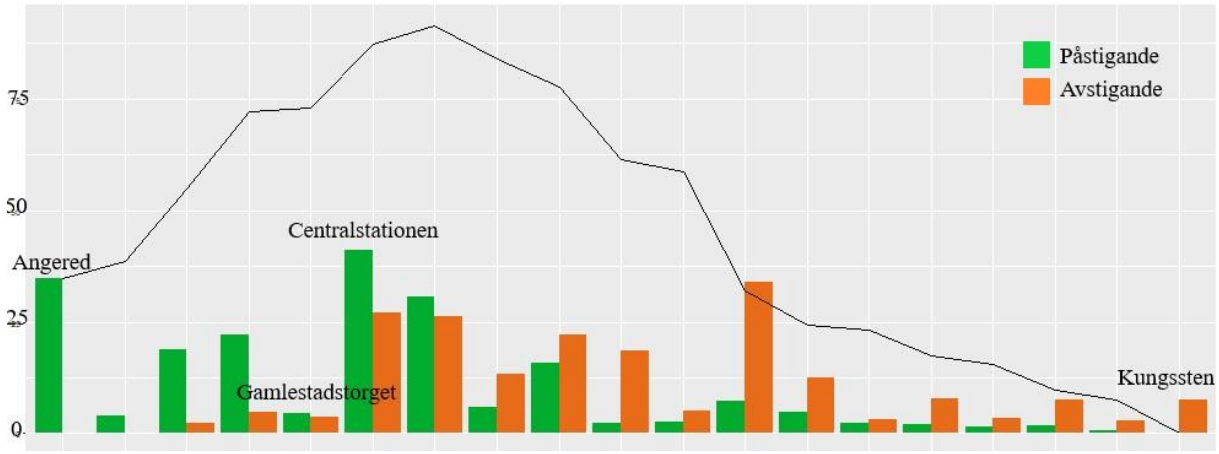
Busslinje 58 stannar inte på hållplatsen Gamlestadstorget utan på den närliggande hållplatsen Kristinedal och fortsätter sedan till Centralstationen, men till skillnad från spårvagnslinjerna så stannar buss 58 en gång på vägen, vid Svingeln. På den här sträckan är antalet resenärer runt 50 stycken per tur vilket motsvarar en belastning på ungefär 115% (se figur 13).



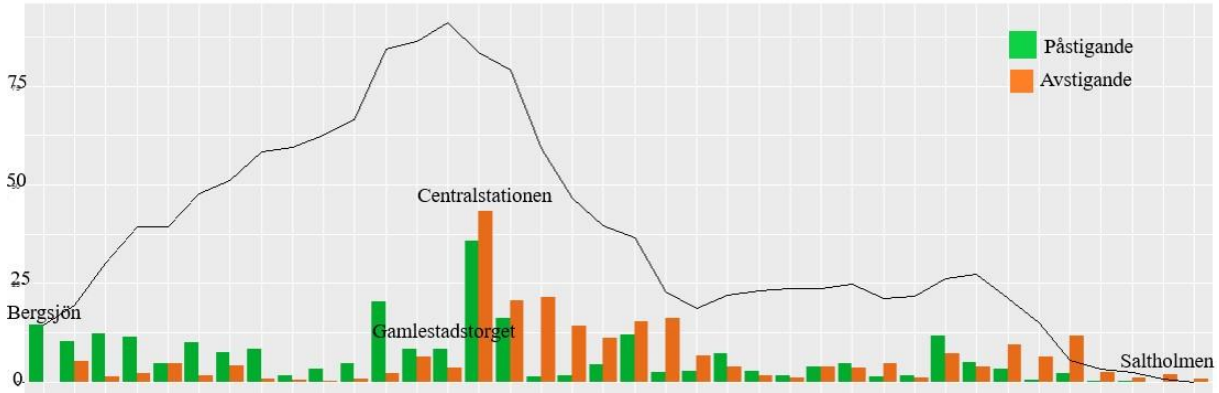
Figur 10. Linje 4, Angered – Mölndal, den heldragna linjen i figuren visar antal resenärer på fordonet, gröna staplar visar påstigande resenärer och röda staplar visar avstigande resenärer vid varje hållplats (Västtrafik AB, 2017a).



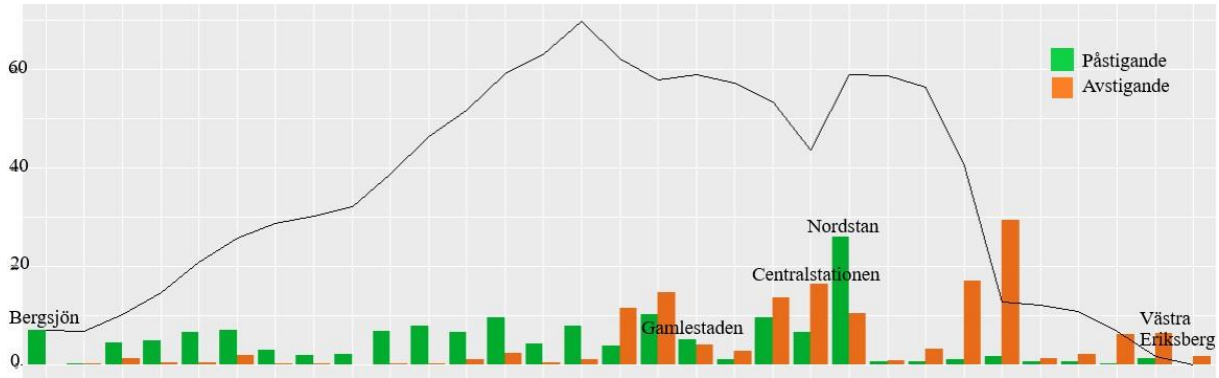
Figur 11. Linje 7, Bergsjön – Tynnered, den heldragna linjen i figuren visar antal resenärer på fordonet, gröna staplar visar påstigande resenärer och röda staplar visar avstigande resenärer vid varje hållplats (Västtrafik AB, 2017a).



Figur 12. Linje 9, Angered – Kungssten, den heldragna linjen i figuren visar antal resenärer på fordonet, gröna staplar visar påstigande resenärer och röda staplar visar avstigande resenärer vid varje hållplats (Västtrafik AB, 2017a).



Figur 13. Linje 11, Bergsjön – Saltholmen, den heldragna linjen i figuren visar antal resenärer på fordonet, gröna staplar visar påstigande resenärer och röda staplar visar avstigande resenärer vid varje hållplats (Västtrafik AB, 2017a).



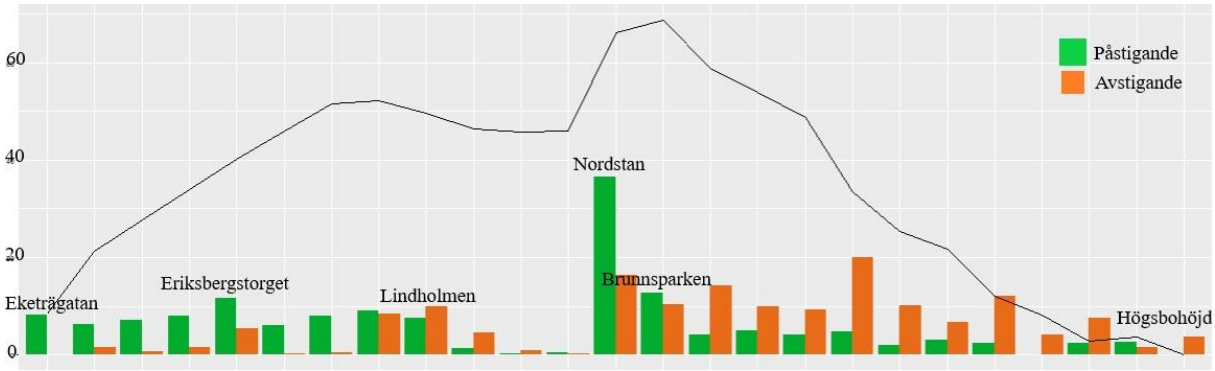
Figur 14. Linje 58, Bergsjön – Västra Eriksberg, den heldragna linjen i figuren visar antal resenärer på fordonet, gröna staplar visar påstigande resenärer och röda staplar visar avstigande resenärer vid varje hållplats (Västtrafik AB, 2017a).

5.1.3 Lindholmen – Nordstan (Centrum)

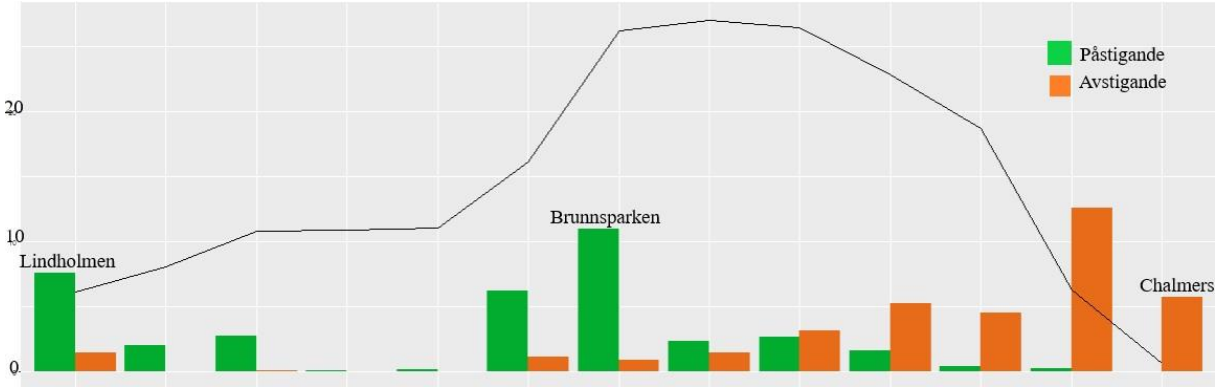
På sträckan Lindholmen till Nordstan (Centrum), som är den tredje utvalda kollektivtrafikkorridoren, går linjerna 16, 55 och 58. Linje 16 trafikeras av både enkel- och dubbelledade bussar. De dubbelledade bussarna har 57 sittplatser och de enkelledade 43 sittplatser. Linje 58 körs med enbart enkelledade bussar som har 43 sittplatser. Linje 55 körs med el och elhybridbussar som har 34 sittplatser (Volvo Bussar, u.å.).

Linje 16 passerar på den här sträckan ett antal mellanliggande hållplatser, men vid dessa hållplatser är antalet av- och påstigande relativt litet vilket gör att den totala belastningen på sträckan inte varierar särskilt mycket. Sträckan har mellan 50 och 60 resenärer per tur i genomsnitt och det motsvarar en belastning på ungefär 100% på de dubbelledade bussarna och nästan 130% på de enkelledade bussarna (se figur 15). Linje 58 har på sträckan Lindholmen till Nordstan drygt 55 resenärer per tur i genomsnitt vilket motsvarar ungefär 130% belastning då linjen körs med enkelledade bussar (se figur 17).

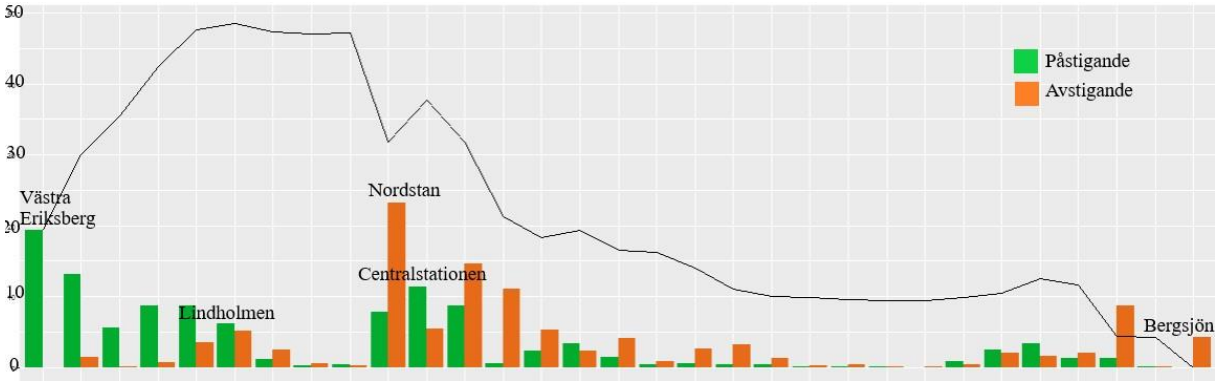
Linje 55 startar vid Teknikgatan som ligger i anslutning till hållplats Lindholmen. Linjen går inte till hållplatsen Nordstan utan stannar vid Brunnsparken som ligger på andra sidan av Nordstans köpcentrum. Linje 55 har på denna sträcka ungefär 10 resenärer per tur vilket motsvarar en belastning på 30% (se figur 16). Linjen är alltså mycket lågt belastad på denna sträcka under maxtimmen.



Figur 15. Linje 16, Eketrägatan – Högsbohöjd, den heldragna linjen i figuren visar antal resenärer på fordonet, gröna staplar visar påstigande resenärer och röda staplar visar avstigande resenärer vid varje hållplats (Västtrafik AB, 2017a).



Figur 16. Linje 55, Lindholmen – Chalmers, den heldragna linjen i figuren visar antal resenärer på fordonet, gröna staplar visar påstigande resenärer och röda staplar visar avstigande resenärer vid varje hållplats (Västtrafik AB, 2017a).



Figur 17. Linje 58, Västra Eriksberg – Bergsjön, den heldragna linjen i figuren visar antal resenärer på fordonet, gröna staplar visar påstigande resenärer och röda staplar visar avstigande resenärer vid varje hållplats (Västtrafik AB, 2017a).

6 Kapacitetsberäkningar

Genom att undersöka punktligheten hos en specifik linje går det att se ifall kapaciteten kan höjas genom att öka turtätheten eller ifall detta endast skulle ge upphov till hopklumpning (Danaher, Ryus, Ellis, Walker, & Hunter-Zaworski, 2003). Hopklumpning är när fordon, istället för att åka med jämna mellanrum, hamnar direkt efter varandra och på så sätt inte tillför lika mycket för att avlasta systemet.

Studier över punktligheten för linje 4, 7, 11, 16 och 52 har gjorts. Dessa fem linjer är intressanta då de är högt belastade under maxtimmen inom de kollektivtrafikkorridorer studien undersöker. För att beräkna punktligheten används ekvation 3-7 från Transit Capacity and Quality of Service Manual, part 3 (TCQSM, part 3) (Danaher m.fl., 2003).

Formel 1. Ekvation 3-7, TCQSM, part 7, (Danaher m.fl., 2003).

$$C_{wh} = \frac{\textbf{\textit{Standardavvikelse i tid}}}{\textbf{\textit{Schemalagt mellanrum mellan fordon}}}$$

C_{wh}: Koefficient för tidsvariation.

Beroende på vilket värde koefficienten för tidsvariationen får kommer kollektivtrafiklinjerna kunna delas in i olika klasser. Dessa beskriver hur väl systemet fungerar och ger också en uppfattning om det går att öka antalet fordon. Klassificeringen som finns är följande:

Tabell 1. *Klassificering av kollektivtrafik gällande punktlighet.*

Klassificering	Intervall	Beskrivning
A	0.00-0.21 ≤1%	Service provided like clockwork
B	0.22-0.30 ≤10%	Vehicles slightly off headway
C	0.31-0.39 ≤20%	Vehicles often off headway
D	0.40-0.52 ≤33%	Irregular headways, with some bunching
E	0.53-0.74 ≤50%	Frequent bunching
F	≥0.75 >50%	Most vehicles bunched

Kommentar. Hämtad från TCQSM, part 3, (Danaher m.fl., 2003).

För att få fram värden som beskriver verkligheten så bra som möjligt har ett genomsnittsvärde i avvikelser från tidtabellen tagits fram utifrån uppgifter från Västtrafiks realtidssystem (Västtrafik AB, 2017b). I detta system finns resestatistik och den data som använts är från sex slumpmässigt utvalda dagar i november 2017. Om värdet är lågt följer fordonen sina tidtabeller och då kan det finnas möjlighet att öka turtätheten. Blir värdet däremot högt betyder det att risken för hopklumpning av fordon är större. Det skulle resultera i att högre turtäthet ej kommer bidra till att minska passagerarbelastningen och att linjen redan överskridit sin kapacitet för antal fordon som trafikerar den. Följande tabeller är författarnas egna beräkningar av koefficienten för tidsvariationen för linje 4, 7, 11, 16 samt 52 utifrån statistik från Västtrafiks system över realtidsinformation, om inget annat anges.

Tabell 2. *Spårvagnslinje 4.*

Studerade dagar	Standardavvikelse [s]	Standardavvikelse [min]
Dag 1	76,3	1,3
Dag 2	110,2	1,8
Dag 3	81,0	1,4
Dag 4	116,7	1,9
Dag 5	106,5	1,8
Dag 6	178,2	3,0
Schemalagd frekvens [min]		**10**
Genomsnittlig standardavvikelse [min]		**1,86**
Koefficient för tidsvariation		**0,19**

Kommentar. Statistik hämtad från Västtrafiks realtidssystem (Västtrafik AB, 2017c). Omarbetad med tillåtelse.

Tabell 3. *Spårvagnslinje 7.*

Studerade dagar	Standardavvikelse [s]	Standardavvikelse [min]
Dag 1	81,0	1,35
Dag 2	160,7	2,7
Dag 3	207,2	3,5
Dag 4	167,8	2,80
Dag 5	262,0	4,4
Dag 6	295,7	4,93
Schemalagd frekvens [min]		**10**
Genomsnittlig standardavvikelse [min]		**3,26**
Koefficient för tidsvariation		**0,33**

Kommentar. Statistik hämtad från Västtrafiks realtidssystem (Västtrafik AB, 2017c). Omarbetad med tillåtelse.

Tabell 4. *Spårvagnslinje 11.*

Studerade dagar	Standardavvikelse [s]	Standardavvikelse [min]
Dag 1	70,8	1,2
Dag 2	159,2	2,7
Dag 3	197,7	3,3
Dag 4	156,7	2,6
Dag 5	237,5	4,0
Dag 6	323,5	5,4
Schemalagd frekvens [min]		**10**
Genomsnittlig standardavvikelse [min]		**3,18**
Koefficient för tidsvariation		**0,32**

Kommentar. Statistik hämtad från Västtrafiks realtidssystem (Västtrafik AB, 2017c). Omarbetad med tillåtelse.

Tabell 5. *Busslinje 16.*

Studerade dagar	Standardavvikelse [s]	Standardavvikelse [min]
Dag 1	119,2	1,99
Dag 2	171,3	2,86
Dag 3	67,0	1,12
Dag 4	109,7	1,83
Dag 5	136,2	2,27
Dag 6	205,8	3,43
Schemalagd frekvens [min]		**5**
Genomsnittlig standardavvikelse [min]		**2,25**
Koefficient för tidsvariation		**0,45**

Kommentar. Statistik hämtad från Västtrafiks realtidssystem (Västtrafik AB, 2017c). Omarbetad med tillåtelse.

Tabell 6. *Busslinje 52.*

Studerade dagar	Standardavvikelse [s]	Standardavvikelse [min]
Dag 1	79,2	1,32
Dag 2	123,2	2,05
Dag 3	101,2	1,69
Dag 4	37,8	0,63
Dag 5	104,8	1,75
Dag 6	254,3	4,24
Schemalagd frekvens [min]		**10**
Genomsnittlig standardavvikelse [min]		**1,946**
Koefficient för tidsvariation		**0,19**

Kommentar. Statistik hämtad från Västtrafiks realtidssystem (Västtrafik AB, 2017c). Omarbetad med tillåtelse.

Enligt uträkningarna blir linje 4 klass A vilket betyder att det nästan inte finns någon risk för hopklumpning av fordonen som trafikerar linjen. Utan att ta hänsyn till andra faktorer skulle det här resultatet innebära att denna linjen klarar av fler fordon. För linje 11 och 52 som blir klass B bör inte ytterligare fordon läggas till. För det nuvarande antalet fordon överskrids ej kapaciteten, men med fler fordon längs linjerna skulle dessa kunna ge upphov till hopklumpning. Linje 7 blir klass C vilket innebär att det finns risk att systemet redan nu agerar över sin kapacitet. Detta innebär att det inte rekommenderas att öka antalet fordon som färdas längs med linjen. Linje 16 blir klass D vilket betyder att systemet är över sin kapacitet och hopklumpning sker.

6.1 Bussystemets begränsningar

Det finns olika modeller för att beräkna busskapaciteten, i detta avsnitt kommer en beräkningsmodell från TCQSM, part 4 att användas (Danaher m.fl., 2003). Enligt denna modell kan busskapaciteten längs en linje beräknas med ekvation 4–11 i TCQSM. Beräkningarna är gjorda för linje 16 och 52.

Formel 2. Ekvation 4–11, TCQSM, part 4 (Danaher m.fl., 2003).

$$B_l = \frac{3600(\frac{g}{C})}{t_c + \left(\frac{g}{C}\right) t_d + Z * c_v * t_d}$$

Tabell 7. *Beskrivning av indata.*

Beteckning	Förklaring
B_l	Hållplatsens busskapacitet [buss/h]
3600	Antal sekunder på en timme
g/C	Grönt ljus proportion
t_c	Starttid, tid det tar för fordonet att lämna hållplatsen [s]
t_d	Uppehållstid, sammanlagd tid fordonet spenderar på hållplatsen [s]
t_{om}	Marginal för felkällor [s]
Z	Standard koefficient som beaktar maximalt antal förseningar
c_v	Koefficient för olika uppehållstider

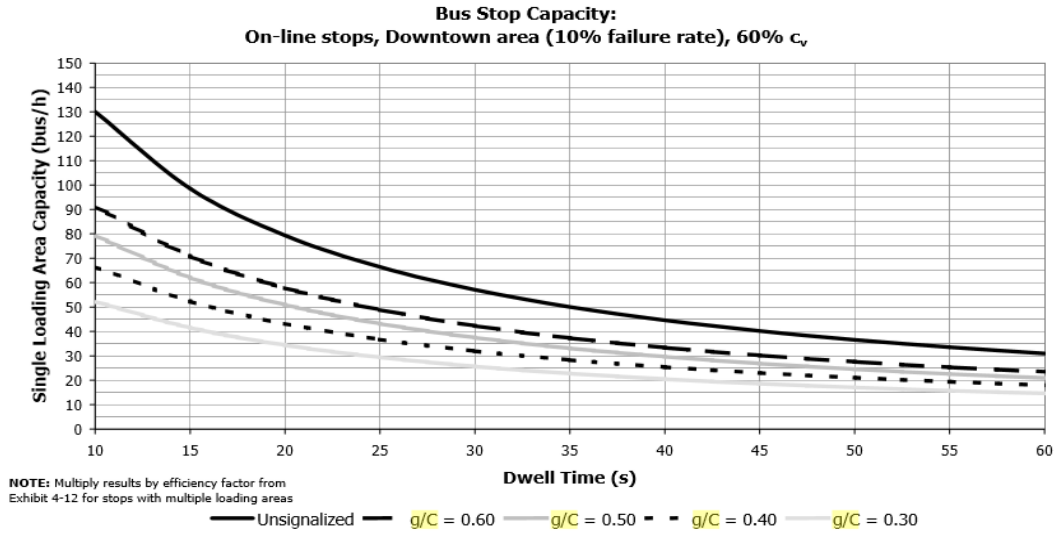
Kommentar. Hämtad från TCQSM, part 4 (Danaher m.fl., 2003).

6.1.1 Linje 16

För att beräkna antalet bussar som linje 16 kan trafikera sin rutt med undersöks hur stor kapacitet dess hållplatser har. För linje 16 har hållplats Brunnsparken, läge E, valts då den är den mest trafikerade hållplatsen längs rutten.

Följande är känt:

- Enligt Lars Bärtzner, Trafikplanerare på Göteborgs Spårvägar (personlig kommunikation, 20 mars 2018), kan man uppskatta att uppehållstiden, alltså tiden en buss står still på hållplatsen, är 45 sekunder för bussar och 35 sekunder för spårvagnar. Då det är 5 spårvagnar och 1 buss som stannar på hållplatsläge E blir uppehållstiden cirka 36 sekunder i genomsnitt.
- Tiden det tar för fordonet att lämna hållplatsen (t_c) kan uppskattas till medelvärde 10 sekunder. Detta värde är ett generellt medelvärde taget från TCQSM, part 4 (Danaher m.fl., 2003).
- g/C har satts till 0,6 enligt TCQSM, part 3.
- Stoppet är ett enfiligt stopp utan möjlighet för omkörning (Västtrafik AB, u.å.)
- 80 % av alla fordon ska komma fram i utsatt tid.
- Cv kan uppskattas till 0,6 utifrån figur 18 nedan.



Figur 18. Hållplatsens passagerarkapacitet, hämtad från TCQSM, part 4 (Danaher m.fl., 2003). Återgiven med tillstånd.

Med värden från tidigare antaganden går det att beräkna det maximala antalet bussar som kan stanna på hållplatsen. Resultatet presenteras i tabellerna nedan:

Tabell 8. *Nuvarande antal fordon, läge E.*

Buss-/spårvagnslinje	**Avgångar/h**
Linje 1:	5
Linje 2:	6
Linje 4:	6
Linje 6:	7
Linje 7:	7,5
Linje 16:	12
Totalt:	**43,5**

Kommentar. Statistik hämtad från Västtrafiks realtidssystem (Västtrafik AB, 2017c). Omarbetad med tillstånd.

Tabell 9. *Teoretiskt maximalt antal fordon, läge E.*

Parameter	**Värde**
g/C	0,6
t_c	15
t_d	36,67
Z	0,2
c_v	1
B_l	**48,7**

Kommentar. Värden hämtade från TCQSM, part 4 (Danaher m.fl., 2003). Undantag för t_d, från möte med Peter Näslund (personlig kommunikation, 20 mars 2018). För beskrivning av indata, se tabell 7.

Det maximala antalet fordon som enligt formeln kan trafikera hållplatsen är 48,7 st/h, ungefär 5 fordon mer än vad som trafikerar den idag. Dock så är detta endast en primär undersökning och ytterligare data behöver samlas in innan man kan göra en mer översiktlig bedömning. Beräkningen har ej inkluderat korsande linjers trafik och hur dessa konflikter påverkar systemet som helhet. Det finns även andra faktorer som ej tagits hänsyn till vilket gör detta underlag osäkert i sin förmåga att bedöma maximalt antal fordon (buss/spårvagn).

6.1.2 Linje 52

Då linje 52 stannar vid Brunnsparken läge A kommer de variabler som togs fram för linje 16 även att gälla här. Detta då läge A har samma förutsättningar som läge E gällande värdena för Z, c_v samt g/C.

Tabell 10. *Nuvarande antal fordon, läge A.*

Buss-/spårvagnslinje	Avgångar/h
Linje 5:	6
Linje 10:	6
Linje 18:	8
Linje 52:	7
Linje 55:	7
Totalt:	**35**

Kommentar. Statistik hämtad från Västtrafiks realtidssystem (Västtrafik AB, 2017c). Omarbetad med tillstånd.

Tabell 11. *Teoretiskt maximalt antal fordon, läge A.*

Parameter	Värde
g/C	0,6
t_c	15
t_d	41
Z	0,2
c_v	1
B_l	**45,2**

Kommentar. Värden hämtade från TCQSM, part 4 (Danaher m.fl., 2003). Undantag för t_d, från möte med Peter Näslund (personlig kommunikation, 20 mars 2018). För beskrivning av indata, se tabell 7.

För läge A blev resultatet att det maximala antalet fordon som kan trafikera hållplatsen är 45,2 st/h, vilket innebär att ungefär 10 fordon ytterligare som skulle kunna trafikera hållplatsen utan att överbelasta dess kapacitet. Återigen måste dock hänsyn tas till att de övriga kollektivtrafiksystemen i området ej tas med i analysen och att dess påverkan kan förändra maximalt antal fordon som kan färdas längs med sträckan.

De två teoretiska resultaten tyder dock på att det skulle kunna gå att öka antalet fordon som färdas genom Brunnsparken. Eftersom det är marginella skillnader mellan den nuvarande belastningen och den teoretiska maxbelastningen verkar det finnas en viss buffert i systemet som tillåter en fordonsökning.

6.2 Spårvägssystemets begränsningar

För att kunna beräkna kapaciteten på en sträcka i ett spårvägssystem är enligt Transit Capacity and Quality of Service Manual, part 5 (TCQSM, part 5) det mest grundläggande att kunna specificera den svagaste länken på sträckan (Danaher m.fl., 2003). När den svagaste länken på sträckan har identifierats används denna för att beräkna maximal kapacitet på sträckan i stort. I TCQSM, part 5 definieras kapaciteten i ett spårvägssystem som det maximala antalet tåg per timme som går att köra på berörd sträcka. I följande avsnitt definieras kapacitet i spårvägssystemet enligt detta.

Att bestämma en exakt kapacitet i ett spårvägssystem är komplext, speciellt med tanke på att många spårvägssystem har en stor variation av förkörsrätt på olika delar av banan (Danaher m.fl., 2003). Det gäller även Göteborgs spårvägssystem. De flesta spårvägssystem använder sig av en kombination av olika typer av förkörsrätt beroende på hur olika delar av systemet är byggt. Egen förkörsrätt med plankorsningar kan till exempel vara trafikering på separerat banvall med signalprioritet. Andra exempel på förkörsrätt är trafikering i gatuspår antingen separerad från övrig trafik eller i blandtrafik. Begränsningar i systemet utgörs bland annat av i vilken grad spårvagnen har förkörsrätt, men också andra begränsningar som till exempel enkelspårssektion eller sträcka med signalblockering. Se figur 19–22 nedan med olika typer av trafikering och förkörsrätt.

Figur 19. Exempel på trafikering i gatuspår separerad från övrig trafik från TCQSM, part 5 (Danaher m.fl., 2003). Återgiven med tillstånd.

Figur 20. Exempel på gatuspår i blandtrafik från TCQSM, part 5 (Danaher m.fl., 2003). Återgiven med tillstånd.

Figur 21. Exempel på egen förkörsrätt på egen banvall från TCQSM, part 5 (Danaher m.fl., 2003). Återgiven med tillstånd.

Figur 22. Exempel på egen förkörsrätt på bana mitt emellan bilkörfält från TCQSM, part 5 (Danaher m.fl., 2003). Återgiven med tillstånd.

För beräkning av kapacitetsbegränsningar i systemet beroende av förkörsrätt definierar manualen fyra olika typer av sektioner. Sektionstyperna är rangordnade så att den med lägst rang är bestämmande vid beräkning av kapaciteten. Om kapacitetsbegränsningen ska beräknas längs en linje är det den överst förekommande sektionstypen i listan nedan som styr vilken formel som ska användas för beräkning. Detta är ett generellt sätt att räkna och inte applicerbart utan anpassningar på alla system.

1. Enkelspår med tvåvägstrafikering
2. Signalsektion
3. Gatuspårstrafikering
4. Egen förkörsrätt med plankorsningar

6.2.1 Applicering på Göteborgs spårvägssystem

Göteborgs spårvägssystem har en varierande nivå gällande förkörsrätt. Vissa delar av Göteborgs system får anses ha en hög standard med trafikering på egen banvall separerad från övrig trafik medan andra delar trafikeras i blandtrafik på gatuspår. De fyra sektionstyperna som TCQSM, part 5 definierar med avseende på förkörsrätt: Enkelspår med tvåvägstrafikering, signalsektion, gatuspårstrafikering och egen förkörsrätt med plankorsning, jämförs nedan med olika delar av Göteborgs spårvägsnät.

6.2.1.1 Enkelspår med tvåvägstrafikering

Göteborgs spårvägsnät består uteslutande av dubbelspår med tvåvägstrafikering utan enkelspårsträckor. Därav är den första definitionen i TCQSM, part 5 ”Enkelspår med tvåvägstrafikering” inte applicerbar i Göteborgs spårvägssystem.

6.2.1.2 Signalsektion

Det finns flera signalsektioner i Göteborgs spårvägssystem. Peter Näslund, trafiksamordnare på Trafikkontoret i Göteborgs Stad (personlig kommunikation, 20 mars 2018), förklarar att i Göteborgs spårvägssystem skiljs det på att köra på så kallad huvudsignal och att köra på sikt. Huvudsignaler är placerade som separata signalanläggningar ute på olika sträckor i systemet, till exempel i tunnlar och i korsningar där banor på egen banvall går ihop till en gemensam bana. Signalanläggningen begränsar så att en spårvagn inte kan komma in på en sträcka som framförvarande fordon ännu inte lämnat. Det kallas att den sträckan är signalsäkrad, då kör föraren på de besked som ges av signalen. Är det grönt på en sådan sträcka så vet föraren att framförvarande spår är fritt från andra fordon. Exempel på signalsäkrade sträckor i Göteborgs spårvägssystem är Chalmerstunneln och Hammarkulletunneln samt där Bergsjöbanan och Angeredsbanan går ihop i Gamlestaden. Näslund sade vidare att på andra sträckor kör föraren på sikt. Att köra på sikt innebär att föraren måste hålla uppsikt i körriktningen och vara beredd på att hinder kan finnas längs spåret. Signalerna på sträckor med sikt ger klartecken att det är fritt att köra i en korsning, det vill säga att korsande trafik har röd signal. Dock ger en sådan signal ingen information om framförvarande sträcka är fri från hinder. Det kan till exempel stå ett framförvarande fordon på sträckan föraren precis har fått grönt på.

6.2.1.3 Gatuspårstrafikering

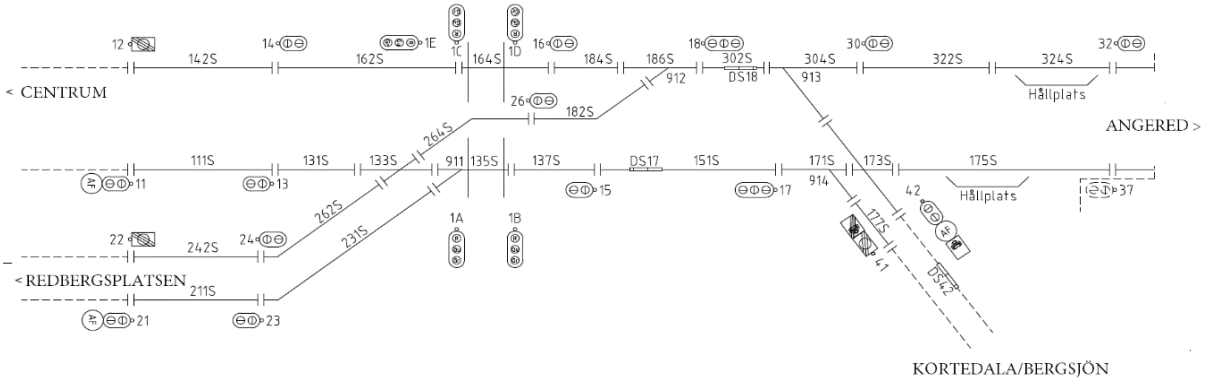
Gatuspårstrafikering finns i stora delar av Göteborgs system, främst i innerstaden men även på vissa kortare sträckor längre ut i systemet enligt Näslund (20 mars 2018). Några exempel på sträckor med gatuspår är Per Dubbsgatan, Santesonssgatan, Vasagatan och Ånäsvägen. Denna typ av trafikering visades i figur 2, sida 9.

6.2.1.4 Egen förkörsrätt med plankorsning

Egen förkörsrätt med plankorsningar finns med varierande utformning i olika delar av Göteborgs spårvägssystem. Längs Skånegatan och Mölndalsvägen framförs spårvagnarna med egen förkörsrätt separerad från biltrafiken med undantag av plankorsningar med biltrafik och gående. På sträckan mellan Gamlestadstorget och Angered däremot går spårvägen helt på egen banvall enbart med plankorsning med gående vid hållplatser. Enligt Näslund (20 mars 2018) ges spårvägen prioriterat företräde med signaler i plankorsningar med biltrafik. I korsningar med gångtrafikanter vid hållplatser har spårvagnen alltid företräde.

6.2.2 Kapacitetsberäkning sträckan Gamlestaden – Centralstationen (Centrum)

Spårvägssträckan som är av intresse i rapporten, Gamlestaden – Centralstationen (Centrum), är till största del byggd på separat banvall med plankorsningar endast med gångtrafikanter vid hållplats. Undantaget är två delar, en ca 1000 meter lång sträcka vid Gamlestaden samt en ca 150 meter lång sträcka nära centrum. Längs dessa två sträckor går spårvagnstrafiken i gatuspår, dock i eget körfält separerad från biltrafik förutom vid några plankorsningar. Det finns även en signalanläggning på sträckan vid hållplats Gamlestadstorget (se figur 23). Vid Gamlestadstorget går de tre linjerna från Kortedala/Bergsjön (6, 7 och 11) ihop med linjerna från Angered (4,8 och 9). På en sträcka av ca 400 meter går dessa sex linjer ihop och ska samsas på samma spår. Signalanläggningen sätter här begränsningar av hur många spårbundna fordon som går att köra på denna sträcka.



Figur 23. Utformning av signalsäkerhetsannläggning i Gamlestaden. Här syns hur linjerna från Kortedala/Bergsjön går ihop med linjerna från Angered, delar spårsträcka och sedan delas upp igen mot Centrum eller Redbergsplatsen. (Jakob Edstrand, konsult på Crabat AB, projektledare på Trafikkontoret i Göteborgs, personlig kommunikation, 24 april 2018). Omarbetad med tillstånd.

För att kunna välja ut den svagaste länken på sträckan samt vilka ekvationer som ska användas för att beräkna sträckans kapacitet ger TCQSM, part 5 fem nyckelfaktorer som ska beaktas (Danaher m.fl., 2003):

1. Enkelspår med tvåvägstrafikering, använd ekvation 5–13.
2. Signalsektion, för att hitta det kortaste möjliga avståndet det går att trafikera mellan två spårvagnar i en signalsektion, använd ekvationer för järnvägstrafikering.
3. Gatuspårstrafikering, använd ekvation 5–15.
4. Egen förkörsrätt med plankorsningar utan signalprioritering, använd ekvation 5–15.
5. Egen förkörsrätt med plankorsningar med signalprioritering, använd ekvationer för järnvägstrafikering.

Signalsektion (2) och egen förkörsrätt med plankorsning med signalprioritering (5) kan appliceras på signalanläggningen vid hållplats Gamlestadstorget. Gatuspårstrafikering (3) kan appliceras på de två tidigare nämnda gatuspårssträckorna. Övriga delar av sträckan går under egen förkörsrätt med plankorsning med signalprioritering (5).

Om gatuspårstrafikeringen på sträckan Gamlestaden - Centrum väljs som svagaste länk i systemet ska ekvation 5–13 från TCQSM, part 5 användas. Dessa två sträckor är dock relativt korta och går separerade från övrig trafik utom vid signalprioriterade korsningar. Enligt TCQSM, part 5 är av större vikt att beakta en signalsektion, därför väljs signalsektionen vid hållplats Gamlestadstorget som den svagaste länken på sträckan.

För att få fram ett kapacitetsmått på hur tätt det går att köra spårvagnarna på den svagaste länken säger TCQSM, part 5 att ekvationer för järnvägstrafikering ska användas. Maximalt antal spårbundna fordon per timme, T, kan då enligt manualen beräknas genom ekvation 5–11:

Formel 3. Ekvation 5-11. Hämtad från TCSQM, part 5 (Danaher m.fl., 2003).

$$T = \frac{3600}{h_{gs}} = \frac{3600}{t_{cs} + t_d + t_{om}}$$

Där t_{cs} beror på signalsystemet, t_d på hållplatsuppehåll och t_{om} på krav på driftsmarginal, alltså en marginal på hur mycket ett spårbundet fordon får ligga efter i tidtabell utan att det stör bakomliggande fordon.

6.2.3 Signalsystemets begränsningar

Signalsystemets begränsningar beräknas med ekvation 5–7 och ger $t_{cs,}$ vilket är det minsta avståndet mellan två spårbundna fordon mätt i sekunder.

Formel 4. Ekvation 5-7. Hämtad från TCSQM, part 5 (Danaher m.fl., 2003).

$$t_{cs} = \sqrt{\frac{2(L_t + d_{eb})}{a(1 - 0{,}1G_o)}} + \frac{L_t}{v_a} + \left(\frac{100}{f_{br}} + b\right)\left(\frac{v_a}{2d}\right) + \frac{a(1 - 0{,}1G_i)l_v^2 t_{os}^2}{20000 v_a}\left(1 - \frac{v_a}{v_{max}}\right) + t_{os} + t_{jl} + t_{br}$$

Tabell 12. Tabell 5–53.

Default Value	Term	Description
calculated	t_{cs}	train control separation in seconds
650 ft, 200 m	L	longest train length
35 ft, 10 m	d_{eb}	distance from the front of stopped train to start of station exit block in feet or meters
calculated	v_a	station approach speed in ft/s or m/s
88 ft/s, 27.8 m/s	v_{max}	maximum line speed (88 ft/s = 60 mph , 27.8 m/s=100 km/h)
75%	f_{br}	braking safety factor—worst-case service braking is f_{br}% of specified normal rate—typically 75%
2.4–three-aspect, 1.2–cab, 1.0—moving block	b	separation safety factor—equivalent to number of braking distances (surrogate for blocks) that separate trains
3.0 s	t_{os}	time for overspeed governor to operate on automatic systems—to be replaced with driver sighting and reaction times on manual systems
0.5 s	t_{jl}	time lost to braking jerk limitation
1.5 s	t_{br}	brake system reaction time
4.3 ft/s^2, 1.3 m/s^2	a	initial service acceleration rate in ft/s^2 or m/s^2
4.3 ft/s^2, 1.3 m/s^2	d	service deceleration rate in ft/s^2 or m/s^2
32 ft/s^2, 10 m/s^2	a_g	acceleration due to gravity in ft/s^2 or m/s^2
0%	G_i	grade into station, downgrade = negative
0%	G_o	grade out of station, downgrade = negative
90%	l_v	line voltage as percentage of specification
20.5 ft, 6.25 m	P_e	positioning error—moving block only, in feet or meters
165 ft, 50 m	S_{mb}	moving-block safety distance—moving block only, in feet or meters

Kommentar. Hämtad från TCQSM, part 5 (Danaher m.fl., 2003). Återgiven med tillstånd.

I TCQSM, part 5 definieras tre olika typer av signalsystem. Antingen med fasta signalblockeringar, rörliga signalblockeringar eller hyttsignalsystem. Signalanläggningen på Gamlestadstorget antas vara definierad som ett signalsystem med fasta signalblockeringar. I tabell 5–53 från TCQSM, part 5 finns ett antal minsta standardvärden som kan användas till ekvation 5–7. Härifrån tas de värden som författarna inte har möjlighet att kolla upp eller att kunna säkerställa annat värde på. För att hitta precisa värden för Göteborgs spårvägssystem på vissa av variablerna till ekvation 5–7 krävs en insyn om både banan, anläggningen och fordonen som författarna till den här rapporten inte har tillgång till. De värden som är

specifika för Göteborgs spårvägssystem och som är tillgängliga nämndes vid mötet med Lars Bärtzner, trafikplanerare på Göteborgs Spårvägar (personlig kommunikation, 20 mars 2018). Dessa är följande:

- L (längsta tåglängd) = 30 m.
- V_a (hastighet vid infart till hållplats) = 15 km/h.
- V_{max} (maximal hastighet på banan) = 60 km/h.

Resterande termer till ekvation 5–7 tas som standardvärden i tabell 5–53 (se tabell 12 ovan). Insättning av termerna i ekvation 5–7 ger ett värde på t_{cs} som blir 27 sekunder.

Till slutekvationen, ekvation 5–11, krävs även värden på t_d och $t_{om.}$ Hållplatsuppehålltid, $t_{d,}$ sätts till 40 sekunder (hållplatsuppehåll under maxtimme). Driftsmarginalen, t_{om}, sätts till noll för att få ett maximalt värde utan hänsyn till hur sent vissa tåg får ligga. Enligt TCQSM, part 5 är det rekommenderat att sikta på ett värde på t_{om} till åtminstone 15 sekunder, allra helst ännu högre. Ju lägre värde desto större risk att en liten försening på ett tåg ger stora följdförseningar för nästkommande tåg. Insättning i ekvation 5–11 ger:

$T = \frac{3600}{27+40+0} = 53{,}7$ spårbundna fordon per timme.

I dagsläget avgår det 45 turer med linje 4, 6, 7, 8, 9 och 11 på sträckan under morgontimmen 07:00 till 08:00. Enligt ovanstående uträkningar ska det finnas utrymme för att köra 8 turer extra mot vad det gör idag under maxtimmen. Om istället det minimivärde för driftsmarginal som TCQSM, part 5 rekommenderar används, t_{om} = 15 sekunder fås:

$T = \frac{3600}{27+40+15} = 43{,}9$ spårbundna fordon per timme.

Det skulle göra att utrymmet för att köra extra turer helt försvinner.

Enligt Jakob Edstrand, konsult Crabat AB projektledare på Trafikkontoret i Göteborgs Stad (personlig kommunikation, 24 april 2018), klarar signalanläggningen vid Gamlestadstorget i praktiken ett fordon var 40:e sekund i varje riktning. Detta är dock rent tekniskt och tar inte hänsyn till exempelvis tiden för hållplatsuppehåll. Tas hänsyn även till hållplatsuppehåll (ca 40 sekunder under maxtimmen) blir det möjligt att köra ett fordon var 80:e sekund istället. Det skulle ge en kapacitet på 45 spårbundna fordon per timme. Vilket nära överensstämmer med tidigare beräkningar av maximal kapacitet.

7 Frågeställning 1

Enligt Göteborgs stads utbyggnadsplaner är prognoserna att staden ska växa med 150 000 invånare till 2035 (Göteborgs Stad, 2014). Det ska ske på ett hållbart sätt så att bostads-, jobb- och servicemöjligheter kan skapas till alla göteborgare. Staden ska utvecklas genom förtätning för att skapa ett enklare liv för fler människor. Dock finns det en konflikt mellan att skapa en tät och en grön stad, vilket måste beaktas i planeringen. För utvecklingsarbetet har man satt upp tre inriktningar:

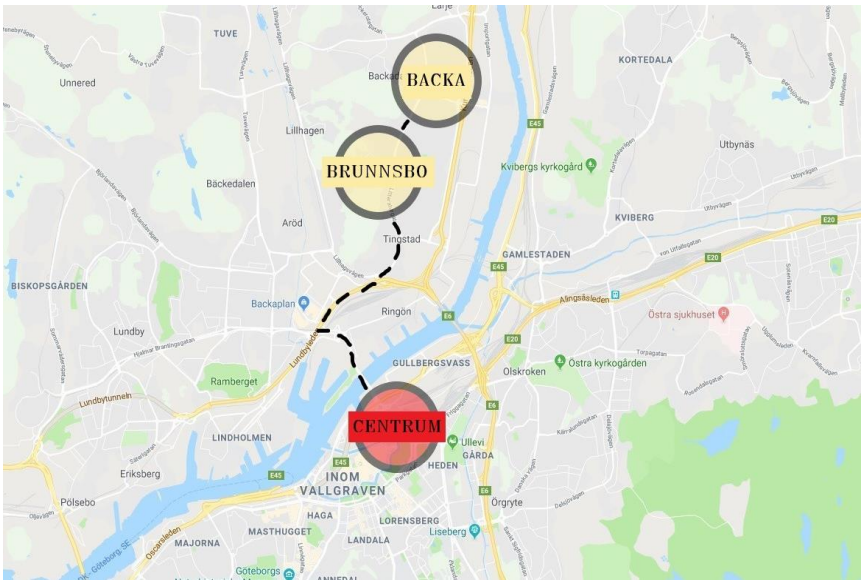
- Dra nytta av det som finns.
- Utveckla lokala centrum, även kallade tyngdpunkter.
- Kraftsamla där det gör skillnad.

Idén är att utnyttja tidigare gjorda investeringar inom kollektivtrafik, service med mera. Allt för att få en effektivare infrastruktur och minska behovet av nya kostsamma investeringar. Utifrån detta har ett antal prioriterade utbyggnadsområden valts ut. Gemensamt för dessa områden är att de har en väl utvecklad kollektivtrafik, innehåller tyngdpunkter och har en tillräckligt hög befolkningstäthet som ger underlag till lokal service.

7.1 Brunnsbo och Backa

Brunnsbo och Backa är ett av de prioriterade utbyggnadsområdena (Göteborgs Stad, 2014). Utvecklingen av detta området hänger mycket ihop med planen på att bygga en pendeltågsstation vid Brunnsbo. Den beräknade byggnationen för området är 600 nya bostäder fram till år 2022 och ytterligare utbyggnadspotential för 2500 – 2800 nya bostäder efter 2022.

Den ökade bebyggelsen i Brunnsbo och Backa kommer påverka kollektivtrafikkorridoren Brunnsbo – Brunnsparken (Centrum), se figur 24 nedan. Bebyggelsen kommer att påverka tre nuvarande busslinjer. Dessa är linje 18 från Skälltorpsvägen, linje 19 från Backa och linje 52 från Skogome. Linjerna antas påverkas lika mycket eftersom de går samma sträcka in mot centrum.



Figur 24. Karta över kollektivtrafikkorridoren Brunnsbo/Backa – Brunnsparken (Centrum). (Google Maps, 2018). Återgiven med tillstånd enligt Googles användarvillkor. Egen redigering.

7.2 Gamlestaden

I Gamlestaden är prognosen att 2200 nya bostäder ska byggas till år 2022 och utbyggnadspotential på ytterligare 2000 nya bostäder efter det (Göteborgs Stad, 2014).

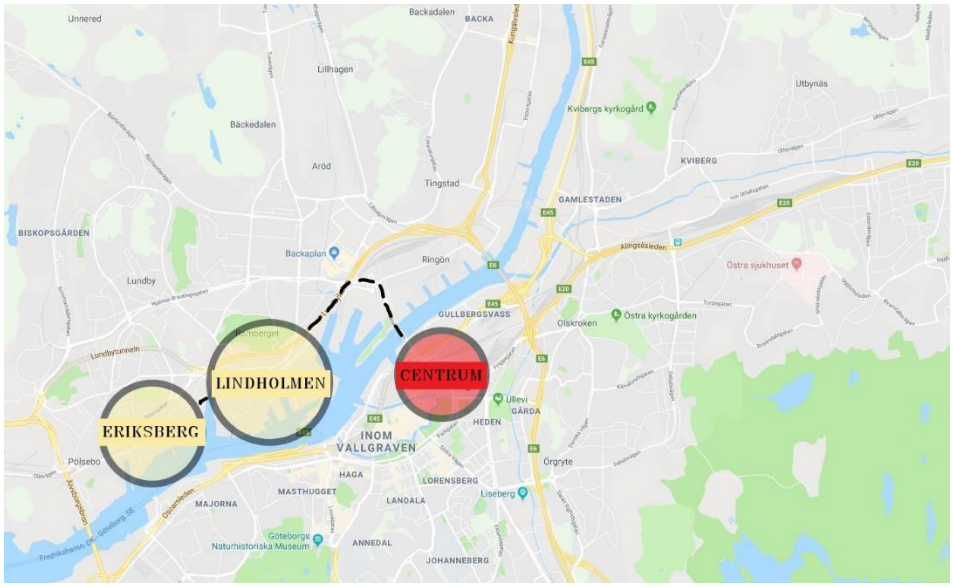
Den ökade bebyggelsen i Gamlestaden kommer påverka kollektivtrafikkorridoren Gamlestaden – Centralstationen (Centrum), se figur 25 nedan. Bebyggelsen kommer påverka fem nuvarande linjer. Dessa är spårvagnslinje 4 och 9 från Angered samt spårvagnslinje 7, 11 och busslinje 58 från Bergsjön. Linjerna kommer troligtvis påverkas lika mycket eftersom de går i princip samma sträcka från Gamlestaden in mot centrum. Längre fram kommer linjerna som går genom Gamlestaden även påverkas av den framtida byggnationen som kommer ske i Angered, Kortedala och Bergsjön.

Figur 25. Karta över kollektivtrafikkorridoren Gamlestaden – Centralstationen (Centrum). (Google Maps, 2018). Återgiven med tillstånd enligt Googles användarvillkor. Egen redigering.

7.3 Lindholmen och Eriksberg

Vid Lindholmen finns det planer på utbyggnad av både bostäder och verksamhetslokaler. Två projekt på Lindholmen är Karlavagnsplatsen och Lindholmshamnen (Göteborgs Stad, 2018b). Totalt ska dessa tillsammans ge 3000 nya bostäder till år 2025. Dessutom är prognosen för det sammankopplade området Eriksberg ett tillskott på 1800 nya bostäder fram till år 2022 och en fortsatt utbyggnadspotential på ytterligare 800–1000 nya bostäder efter det. Detta enligt Göteborgs Stads strategi för utbyggnadsplanering (Göteborgs Stad, 2014).

Den ökade bebyggelsen kring Eriksberg kommer påverka kollektivtrafikkorridoren Lindholmen – Nordstan (Centrum), se figur 26 nedan. Bebyggelsen kommer påverka två linjer. Dessa är linje 16 från Eketrägatan och linje 58 från Västra Eriksberg. Den ökade bebyggelsen på Lindholmen kommer påverka tre linjer. Dessa är linje 16 från Eketrägatan, linje 55 från Lindholmen och linje 58 från Västra Eriksberg. Linjerna antas påverkas lika mycket eftersom de går samma sträcka in mot centrum. Ännu längre fram i planeringen kommer linje 16, 55 och 58 dessutom påverkas av framtida byggnationer som ska ske i Frihamnen (Göteborgs Stad, 2018).



Figur 26. Karta över kollektivtrafikkorridoren Lindholmen/Eriksberg – Nordstan (Centrum). (Google Maps, 2018). Återgiven med tillstånd enligt Googles användarvillkor. Egen redigering.

7.4 Resultat

För att se hur dagens trafiksystem kan hantera det ökande resandet som bostadsbyggandet genererar har kollektivtrafikberäkningar utförts. Antalet planerade bostäder inom de olika analyserade områdena används tillsammans med en resekalkyl framtagen av Göteborgs Stad (Göteborgs Stad, 2018c). I resekalkylen antogs att det i varje bostad bor 1,7 personer och att dessa gör 2,6 resor per person och dygn (Göteborgs Stad, 2018a). Detta stämmer väl överens med SCB som för 2016 anger ett snitthushåll på 1,8 personer för bostadsrätter i Göteborg (Statistiska Centralbyrån, 2016b). I beräkningarna kommer dock Trafikkontorets värde på 1,7 att användas. Med hjälp av resekalkylen beräknades antalet resor som alstras per dag till följd av det planerade bostadstillskottet. Kalkylen visar även hur resorna fördelas, alltså hur stor andel av de alstrade resorna som sker till fots, på cykel, med kollektivtrafik alternativt med bil. Fördelningen görs både utifrån hur resvanorna ser ut i nuläget (år 2017) och den enligt trafikstrategin förväntade resefördelningen år 2035. De genererade siffrorna för kollektivtrafikresor år 2035 är de som använts i analysen.

Enligt Underlagsrapport - Trafikstrategi 2035 (Göteborgs Stad, 2013c) förväntas 10% av de alstrade resorna påverka kollektivtrafiknätet under maxtimmen. Det antal som används i analysen är 10% av de genererade siffrorna i resekalkylen för kollektivtrafik år 2035 för varje område. Då fås ett antal resor per dag under maxtimmen för varje område.

Vidare fördelas antalet alstrade resor på de linjer som påverkas i respektive område. De påverkade linjerna inom varje område antas påverkas lika mycket, det vill säga varje tur under maxtimmen in mot centrum får ett lika stort ökat antal resande. Alltså spelar det ingen större roll just vilken linje som går från området in mot centrum, utan främst den tidsmässigt passande turen för den resande. Detta görs i analysen för varje linje och varje tur under maxtimmen.

Västtrafiks data från KRS-systemet används för att se befintligt resande under maxtimme, både maximalt resande och medelresande analyseras (Västtrafik AB, 2017a). För maximalt resande väljs de två högst belastade turerna under maxtimmen ut för varje linje. För medelresande räknas ett medelantal resenärer ut för varje hållplats från data över alla turer

under maxtimmen. Även detta görs för varje linje och för varje hållplats in mot centrum (Brunnsparken/ Centralstationen). De data som används är från november månad 2017.

Det sista steget i analysen är att kombinera det beräknade antalet alstrade resor från resekalkylen med Västtrafiks data från KRS-systemet. För de olika områdena kommer de nya resenärerna att stiga på bussen/spårvagnen vid olika hållplatser. Antalet nya resande läggs på vid hållplatsen som är närmast utbyggnadsområdet och följer med längs hela resan för maximalt resande och fram till centrum för medelresande. Detta eftersom det är svårt att veta verkligt utfall vad gäller när resande går på och av. Antalet resande jämförs med antalet sittplatser samt maximalt antal tillåtna resande på bussen/spårvagnen. Vid analysen av medelresande räknas även antalet turer som krävs under maxtimmen ut för att klara den angivna bekvämlighetsgränsen på 120% av antalet sittplatser som nämndes under mötet med Mauricio Aira och Erik Andersson på Västtrafiks Göteborgskontor (personlig kommunikation, 8 februari 2018). Detta görs genom att se hur många lediga platser det är på bussen/spårvagnen när den är som mest belastad. Sedan beräknas hur många av de nya resenärerna som får plats, för att därefter räkna ut hur många nya turer det krävs för att alla ska kunna åka med. I vissa fall är turerna redan överbelastade och då krävs det nya turer både för dessa resenärer och de nya resenärerna.

Diagrammen (figur 27–38) i följande stycke presenterar resultatet och är författarnas egna baserade på data från Västtrafiks KRS-system, om inget annat anges. Totalt finns 33 diagram. De som inte presenteras nedan finns i bilaga 1 (figur 1–33, sida 60).

7.4.1 Brunnsbo och Backa

Antal nya bostäder inom området:	3 250 st.
Totalt antal resor per dag (Resekalkyl):	14 100 st.
Alstrade resor under maxtimme (10%):	1 410 st.

Påverkade linjer:

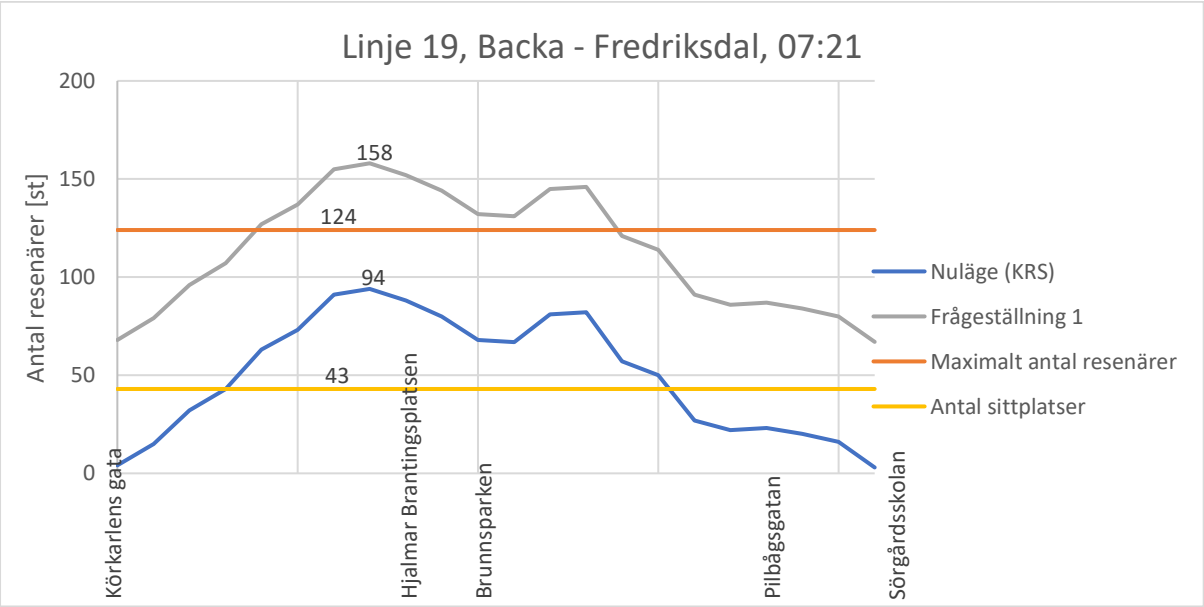
Linje 18:	8 turer under maxtimme.
Linje 19:	8 turer under maxtimme.
Linje 52:	6 turer under maxtimme.

Sträckan trafikeras av tre linjer och utbyggnadsplanerna ger 1410 extra resor under maxtimmen. Idag går det totalt 22 turer på sträckan under maxtimmen och det resulterar i ett ökat antal resande på 64,1 resor per tur. Det ökade antalet resor från Brunnsbo och Backa läggs på från hållplats Körkarlens gata för linje 18 och 19 och Brunnsbotorget för linje 52. De valda hållplatserna är de som ligger närmast utbyggnadsområdet (se figur 24, sida 34).

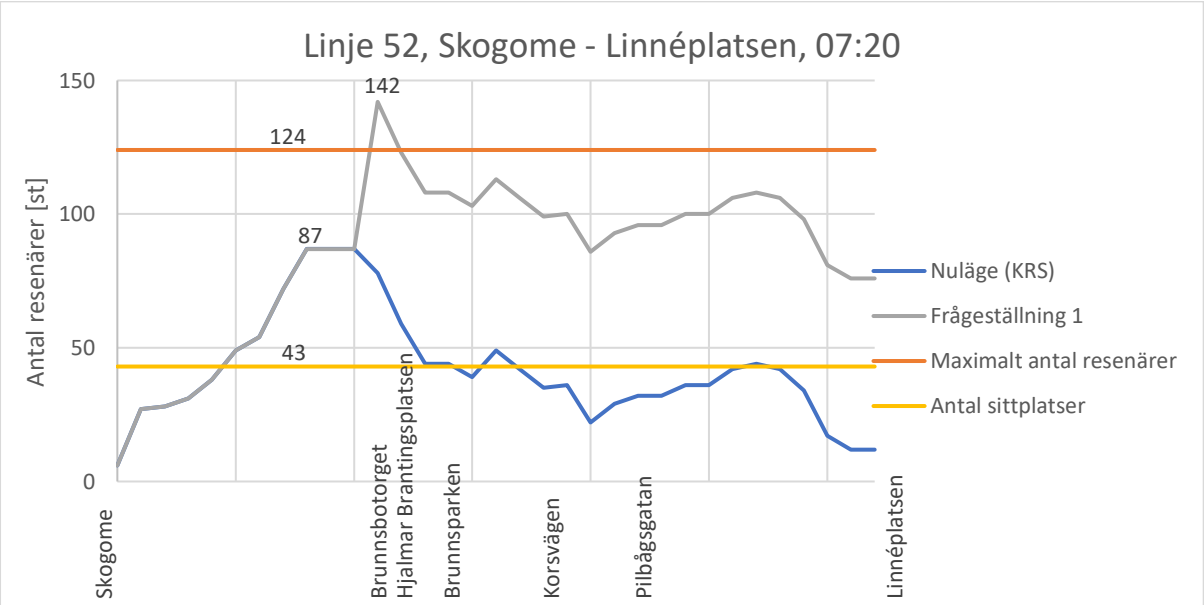
På dessa linjer, som alla körs med enkelledade bussar, är antalet sittplatser 43 stycken och maximalt 124 resenärer inklusive stående (Västtrafik AB, 2017a).

Vid analys av maximalt resande under maxtimmen kommer alla utvalda turer gå från att vara måttligt belastade till överbelastade. Värst är fallet för linje 18 och 19 som kommer vara överbelastade under halva sträckan med nästan 30 resande över maxgränsen. Belastningen för linje 19, tur 07:21 (se figur 27). Linje 52 kommer endast vara överbelastad under ett par hållplatser och då med knappt 20 resande över maxgränsen. Belastningen för linje 52, tur 07:20 visas i figur 28. Alla tre linjer är som högst belastade vid hållplatserna precis innan

Brunnsparken. Vid jämförelse med antalet sittplatser visar diagrammen att ingen av de påstigande från de nya bostäderna runt Brunnsbo och Backa kommer kunna sitta ned.



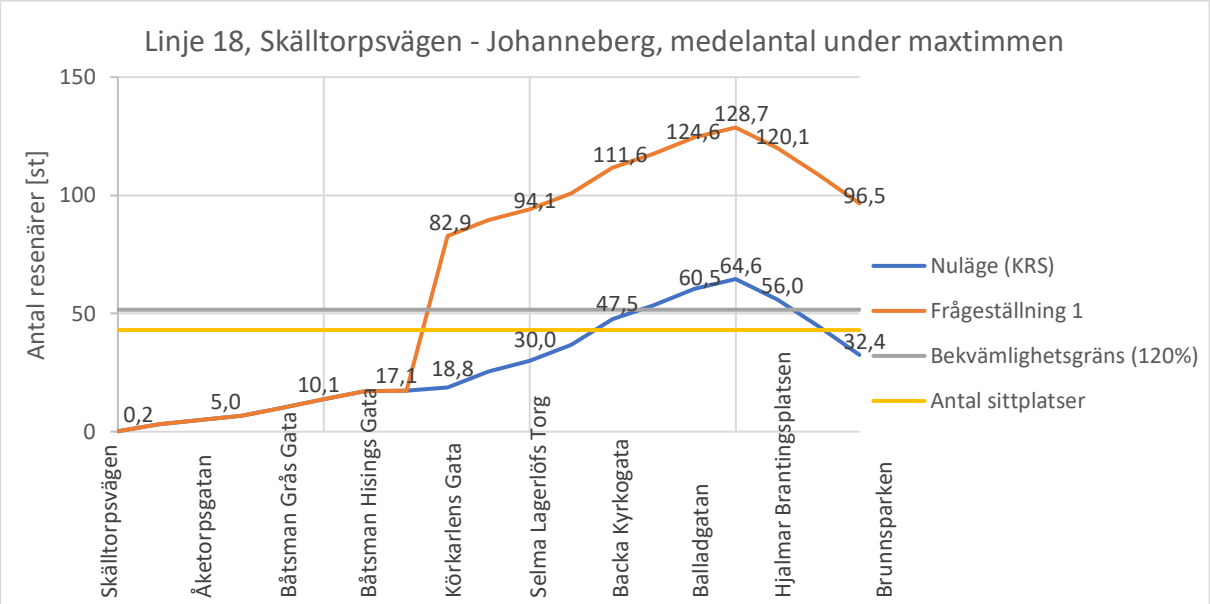
Figur 27. Linje 19, Backa - Fredriksdal, 07:21 (Västtrafik AB, 2017a). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



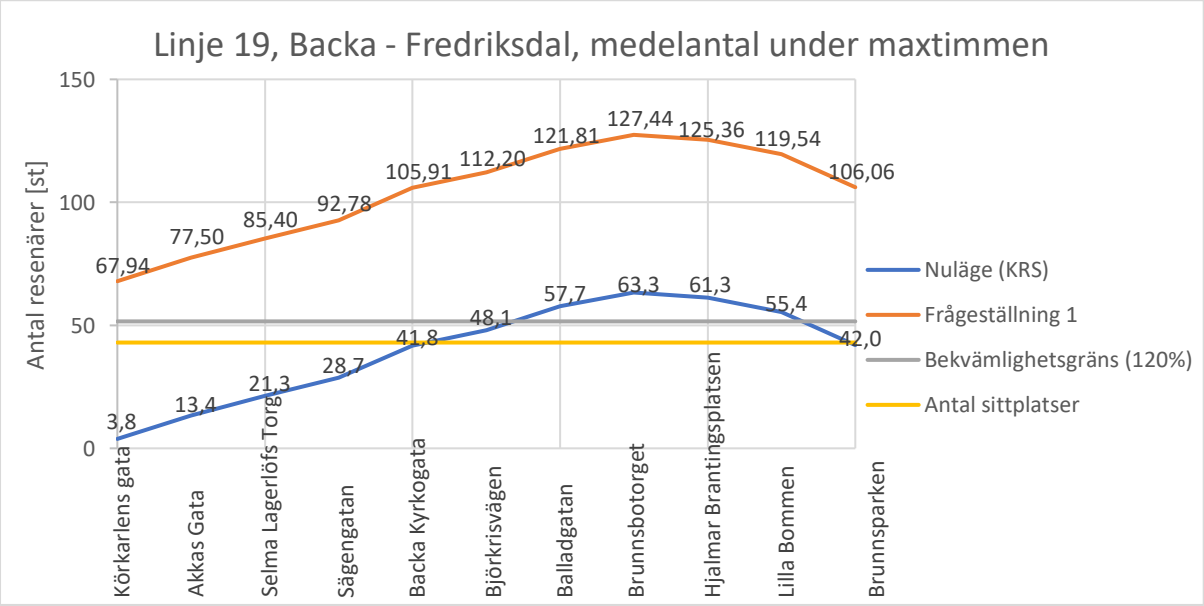
Figur 28. Linje 52, Skogome - Linnéplatsen, 07:20 (Västtrafik AB, 2017a). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.

Vid analys av medelresande under maxtimmen visas att linje 18, 19 och 52 redan i dagsläget är maximalt belastade med hänsyn till bekvämlighetsgränsen (att antalet resenärer är 120% av antalet sittplatser). Med ytterligare resenärer från de nya bostäderna kommer samma gräns vara helt omöjlig att uppnå, om inga åtgärder vidtas. Även i detta resultat syns att linjerna är som värst belastade precis innan Brunnsparken. Belastningen för linje 18 visas i figur 29 och belastningen för linje 19 visas i figur 30.

Antalet turer som krävs för att klara bekvämlighetsgränsen för alla linjer är långt högre än dagens antal turer. Linje 18 kräver 19 turer (istället för dagens 8 turer), linje 19 kräver 20 turer (istället för dagens 8 turer) och linje 52 kräver 14 turer (istället för dagens 6 turer). Det krävs alltså mer än dubbelt så många turer under maxtimmen år 2035 jämfört med idag. Analysen visar att dessa tre linjer kommer bli kraftigt överbelastade till följd av den nya byggnationen i området Brunnsbo och Backa.



Figur 29. Linje 18, Skälltorpsvägen - Johanneberg (Västtrafik AB, 2017a). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).



Figur 30. Linje 19, Backa – Fredriksdal (Västtrafik AB, 2017a). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).

7.4.2 Gamlestaden

Antal nya bostäder inom området:	4 200 st.
Totalt antal resor per dag (Resekalkyl):	18 300 st.
Alstrade resor under maxtimme (10%):	1 830 st.

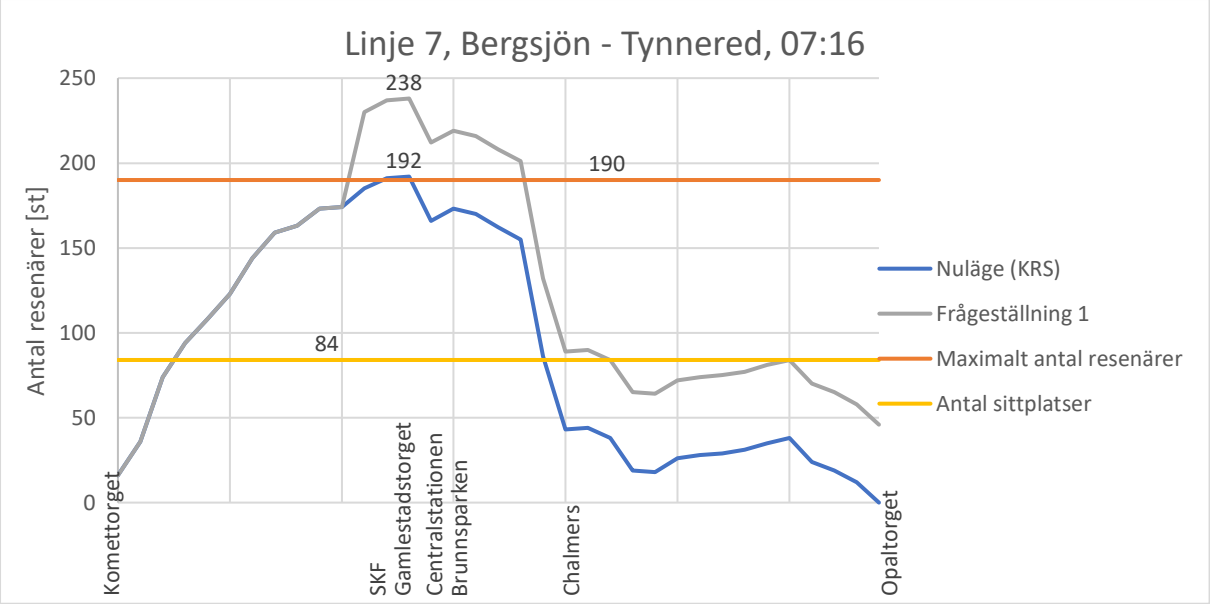
Påverkade linjer:

Linje 4:	7 turer under maxtimme.
Linje 7:	10 turer under maxtimme.
Linje 9:	7 turer under maxtimme.
Linje 11:	10 turer under maxtimme.
Linje 58:	6 turer under maxtimme.

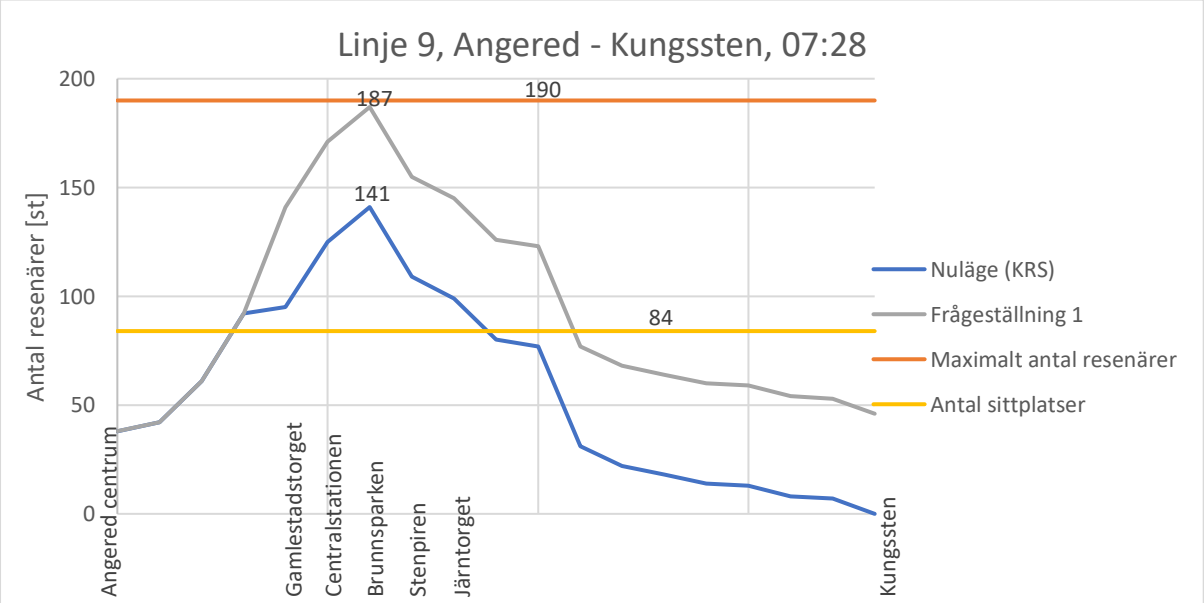
Sträckan trafikeras av sju linjer och utbyggnadsplanerna ger ett tillskott på 1 830 resor under maxtimmen. Idag går det totalt 40 turer på sträckan under maxtimmen och det resulterar i ett ökat antal resande på 45,8 resor per tur. Det ökade antalet resor från Gamlestaden läggs på från hållplats Gamlestadstorget för linje 4 och 9, samt hållplats SKF för linje 7, 11 och 58. De valda hållplatserna är de som ligger närmast utbyggnadsområdet (se figur 25, sida 35).

På dessa linjer (förutom linje 58), som körs med spårvagnar av modell M31 och M32, är antalet sittplatser i genomsnitt 84 stycken, maximalt 190 resenärer inklusive stående (Göteborgs Spårvägar, 2018). Linje 58 körs med enkelledade bussar och antalet sittplatser är 43 stycken och maximalt 124 resenärer inklusive stående (Västtrafik AB, 2017a). Värt att notera är att linje 4 och 9 även kommer påverkas av framtida nybyggnationer i Angered och linje 7, 11 och 58 kommer påverkas av framtida nybyggnationer i Kortedala och Bergsjön.

Vid analys av maxtimmen kommer belastningen på samtliga linjer från Gamlestaden att öka, men olika mycket. Sedan tidigare är linje 4, 9 och 11 något lägre belastade. Resterande linjer uppnår redan idag den maximala kapaciteten under de turer som är högst belastade under maxtimmen. Detta resulterar i att samtliga linjer kommer bli överbelastade i samband med bostadsbebyggelsen i Gamlestaden. Alla linjer är som högst belastade vid hållplatserna precis innan Centralstationen/Brunnsparken. Allra högst belastad blir linje 7 och linje 58. Linje 7 blir som högst belastad vid Gamlestadstorget med 48 resande över maxgränsen (se tur 07:16 som visas i figur 31). Linje 9 och 11 klarar precis kapacitetstaket under maxtimmen. Linje 9 underskrider antalet med tre resenärer (se tur 07:28 i figur 32). En stor fördel för linjerna från Gamlestaden jämfört med andra områden är det höga turantalet, detta minskar antalet ökade resor per tur något.



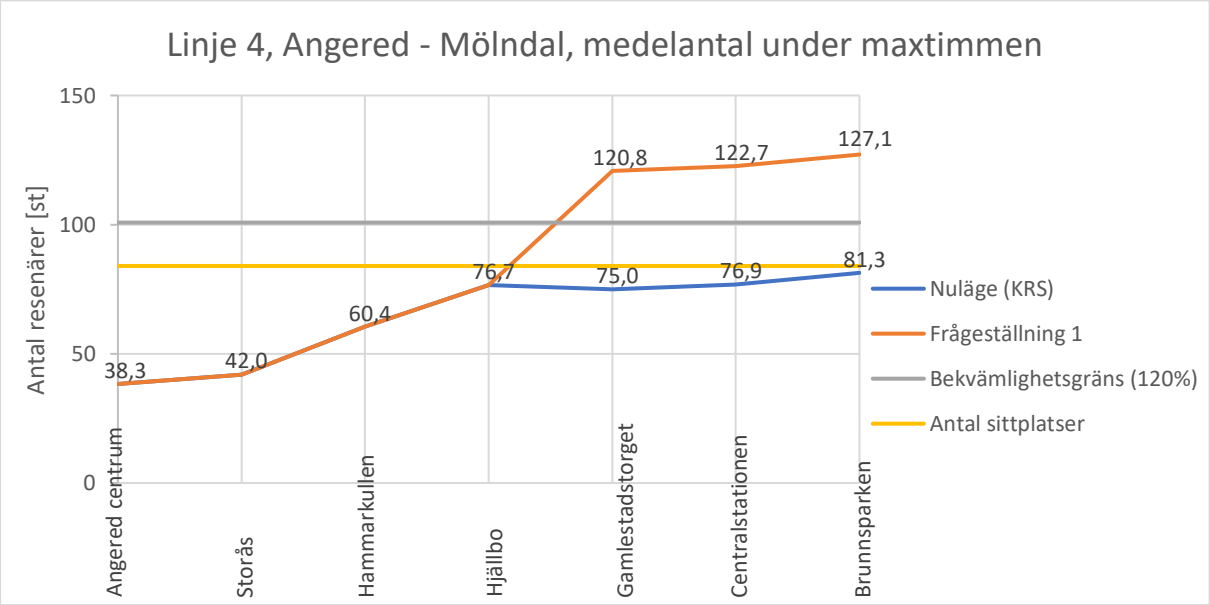
Figur 31. Linje 7, Bergsjön - Tynnered, 07:16 (Västtrafik AB, 2017a). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



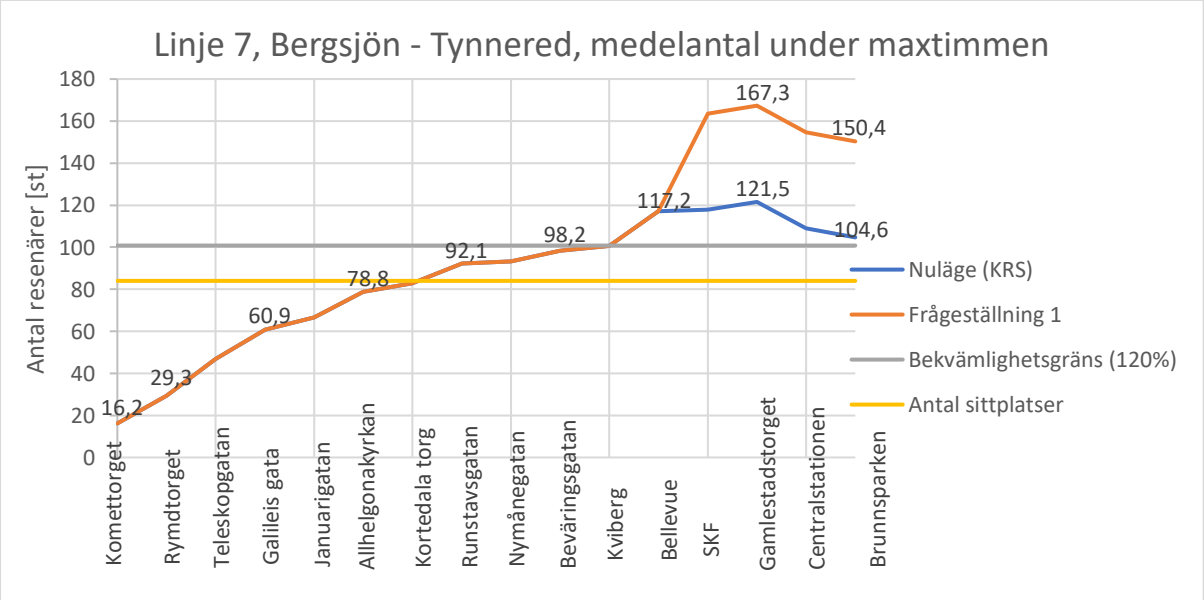
Figur 32. Linje 9, Angered - Kungssten, 07:28 (Västtrafik AB, 2017a). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.

Vid analys av medelresande under maxtimmen visas att samtliga linjer redan i dagsläget är antingen näst intill maximalt belastade eller överbelastade med hänsyn till bekvämlighetsgränsen. Kapacitetstaket på dessa linjer är alltså redan nått på sista delen av sträckorna in mot centrum. Ingen av linjerna kommer klara bekvämlighetsgränsen med ytterligare resenärer från de nya bostäderna. Linje 4 blir minst påverkad med 27 resenärer över gränsvärdet. Belastningen för linje 4 visas i figur 33. Linje 7 blir mest påverkad med 67 resenärer över. Belastningen för linje 7 visas i figur 34. Alla linjer är som högst belastade precis innan Centralstation/Brunnsparken.

Antalet turer under maxtimmen som krävs för att klara bekvämlighetsgränsen varierar mellan olika linjer, allt från två extra turer (linje 4) till dubbelt så många (linje 58) jämfört med dagsläget. Linje 4 kräver 9 turer (istället för dagens 7 turer), linje 7 kräver 17 turer (istället för dagens 10 turer), linje 9 kräver 10 turer (istället för dagens 7 turer), linje 11 kräver 15 turer (istället för dagens 10 turer) och linje 58 kräver 14 turer (istället för dagens 6 turer). Analysen visar att samtliga linjer från området Gamlestaden kommer bli överbelastade till följd av den framtida byggnationen.



Figur 33. Linje 4, Angered - Mölndal (Västtrafik AB, 2017a). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).



Figur 34. Linje 7, Bergsjön – Tynnered (Västtrafik AB, 2017a). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).

7.4.3 Lindholmen och Eriksberg

Antal nya bostäder inom området:	2 700 + 3 000 = 5 700 st.
Totalt antal resor per dag (Resekalkyl):	11 800 + 14 100 = 25 900 st.
Alstrade resor under maxtimme (10%):	1 180 + 1 410 = 2 590 st.

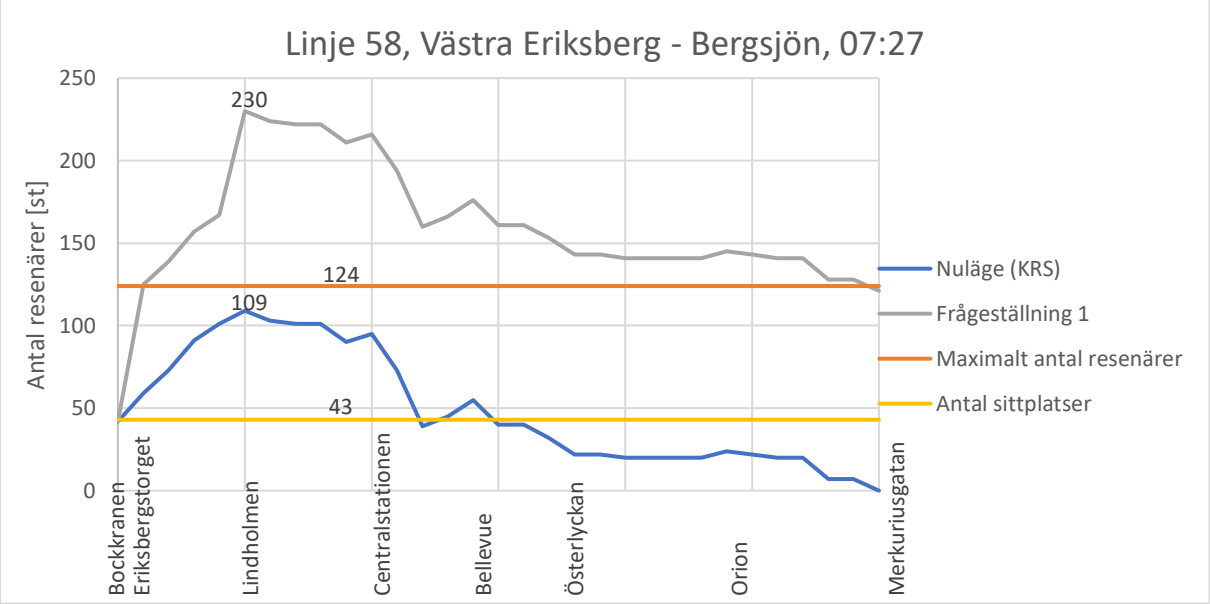
Påverkade linjer:

Linje 16:	12 turer under maxtimme.
Linje 55:	6 turer under maxtimme.
Linje 58:	6 turer under maxtimme.

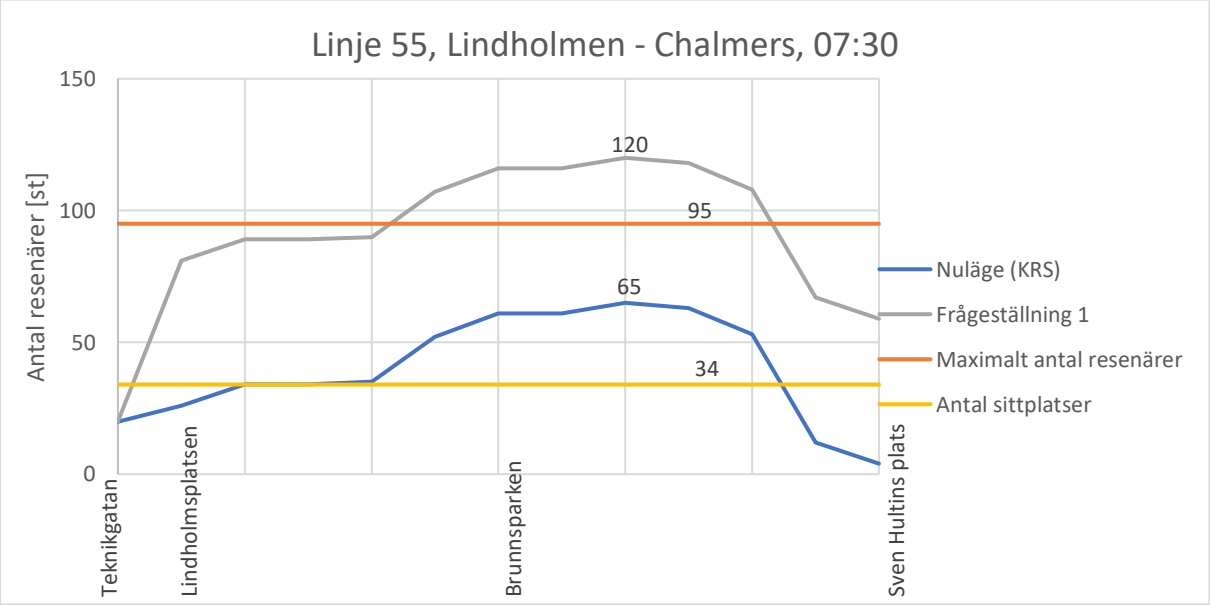
Sträckan trafikeras av tre linjer och utbyggnadsplanerna väntas medföra 2 590 extra resor under maxtimmen. Idag går det totalt 24 turer på sträckan under maxtimmen och det resulterar i ett ökat antal resande på 65,6 resor per tur från Eriksberg och 54,6 resor per tur från Lindholmen. Det ökade antalet resor från Eriksberg läggs på från hållplats Eriksbergstorget för linje 16 och 58. Det ökade antalet resor från Lindholmen läggs på från hållplats Lindholmen för linje 16 och 58, och hållplats Lindholmsplatsen för linje 55. De valda hållplatserna är de som ligger närmast utbyggnadsområdet, (se figur 26, sida 36).

Linje 16 körs mestadels med dubbelledade bussar som har 57 sittplatser, maximalt 165 resenärer inklusive stående. Linje 55 körs med mindre bussar som har 34 sittplatser, med en kapacitet på maximalt 95 resenärer. Linje 58 körs med enkelledade bussar som har 43 sittplatser och ett maximalt på 124 resenärer (Västtrafik AB, 2017a).

Vid analys av maximalt resande under maxtimmen kommer belastningen på samtliga linjer från Eriksberg och Lindholmen öka, dock olika mycket. Linje 16 och 58 är redan idag kraftigt belastade på sträckan in mot centrum. Linje 55 är lågt belastad och nästan alla resenärer får sittplatser under maxtimmen. Detta resulterar i att linje 16 och 58 kommer bli starkt överbelastade stora delar av sträckan, med knappt 100 resande över maxgränsen strax innan centrum (Brunnsparken/Centralstationen). Belastningen för linje 58, tur 07:27 visas i figur 35. Linje 55 blir främst överbelastad efter centrum, detta är dock utanför analysens avgränsningsområde, tur 07:30 visas i figur 36.



Figur 35. Linje 58, Västra Eriksberg - Bergsjön, 07:27 (Västtrafik AB, 2017a). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.

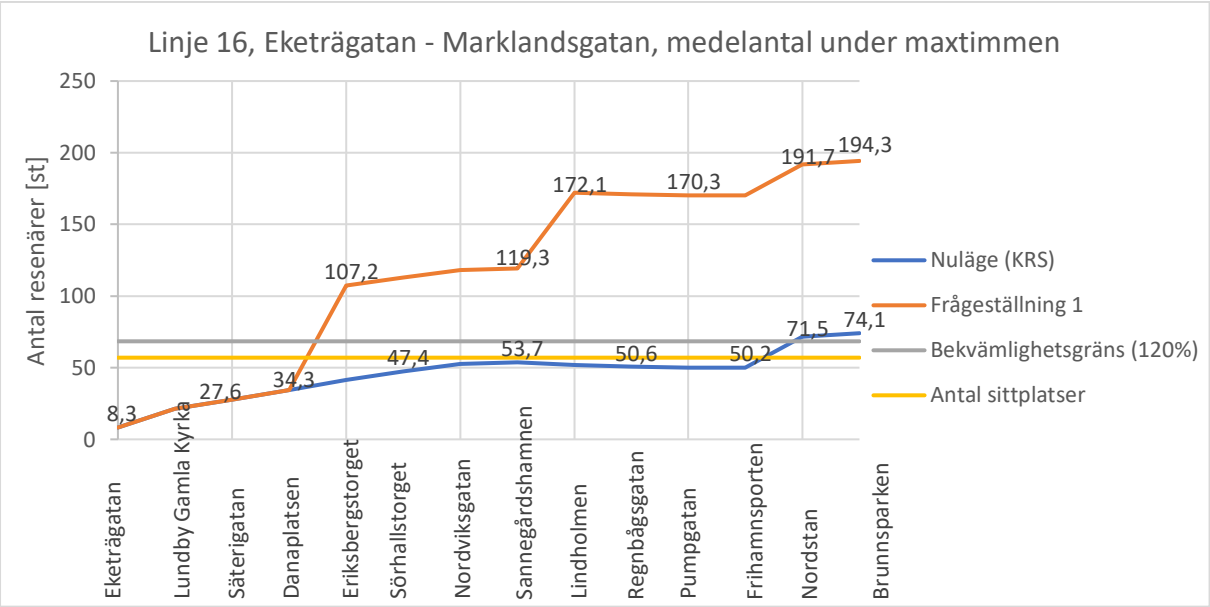


Figur 36. Linje 55, Lindholmen - Chalmers, 07:30 (Västtrafik AB, 2017a). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.

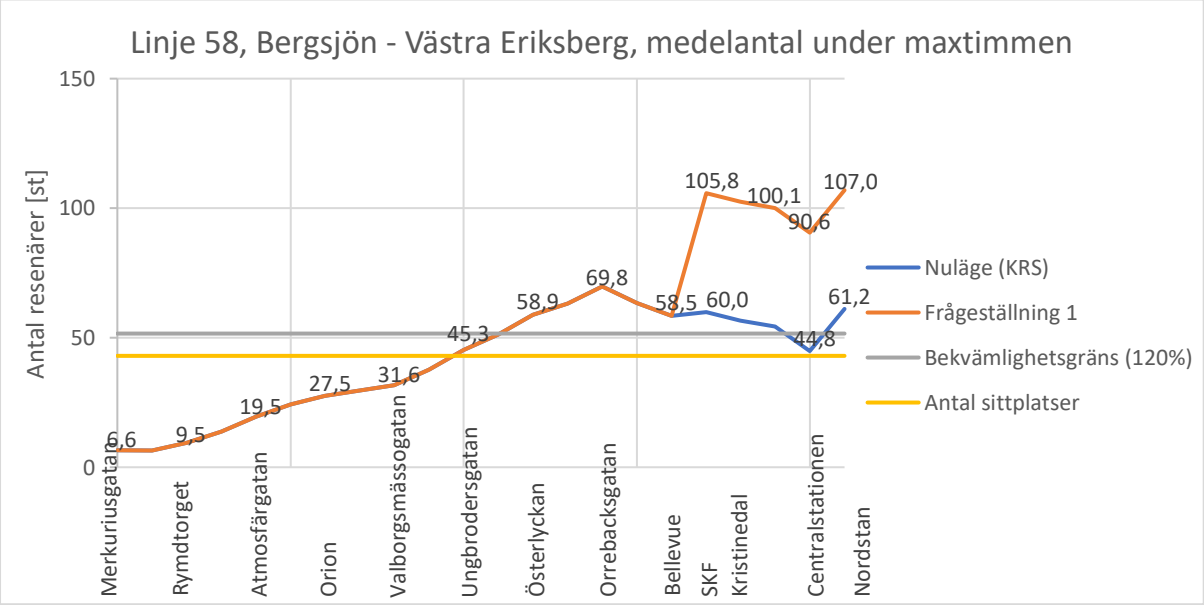
Vid analys av medelresande under maxtimmen visas att linje 16 och 58 redan i dagsläget är maximalt belastade med hänsyn till bekvämlighetsgränsen medan linje 55 har god marginal upp till densamma. Dock kommer ingen av linjerna klara bekvämligheten med ytterligare resenärer från de nya bostäderna. Samtliga linjer är som mest belastade precis innan centrum (Brunnsparken/Centralstationen). Linje 55 blir minst påverkad med 47 resenärer över gränsvärdet. Linje 58 blir starkt påverkad med 125 resenärer över gränsen (se figur 38). Linje 16 blir mest påverkad med 137 resenärer över (se figur 37).

Antalet turer under maxtimmen som krävs för att klara bekvämlighetsgränsen är långt över dagens antal turer. Linje 16 kräver 34 turer (istället för dagens 12 turer), linje 55 kräver 12

turer (istället för dagens 6 turer) och linje 58 kräver 20 turer (istället för dagens 6 turer). Antalet turer för linje 55 bör alltså fördubblas medan antalet turer på linje 16 och 58 bör bli tre gånger så många under maxtimmen. Analysen visar att samtliga linjer från områdena Eriksberg och Lindholmen kommer bli kraftigt överbelastade till följd av den nya byggnationen.



Figur 37. Linje 16, Eketrägatan – Marklandsgatan (Västtrafik AB, 2017a). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).



Figur 38. Linje 58, Västra Eriksberg – Bergsjön (Västtrafik AB, 2017a). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).

8 Frågeställning 2

I frågeställning 1 framgår det att belastningen på den befintliga kollektivtrafiken kommer att öka markant. För att klara av den ökande mängden resenärer krävs att åtgärder vidtas rörande kollektivtrafiken i Göteborg. I praktiken är det omöjligt att lägga till så många nya turer som skulle behövas på grund av de begränsningar som finns i systemet. I samtliga tre studerade korridorer finns linjer som passerar genom Brunnsparken. Det är linje 4, 7, 9 och 11 från Gamlestaden, linje 18, 19 och 52 från Brunnsbo samt linje 16 och 55 från Lindholmen. Brunnsparken är knutpunkt för tio av Göteborgs elva spårvägslinjer samt åtta olika busslinjer. Enligt Lars Bärtzner, trafikplanerare på Göteborgs Spårvägar (personlig kommunikation, 20 mars 2018), utnyttjas Brunnsparken redan idag fullt ut under maxtimmen. Att lägga till fler turer på någon av dessa linjer är således en omöjlighet. Kapaciteten måste därför ökas på andra sätt.

8.1 Generella åtgärder

Det finns olika metoder som skulle kunna användas för att höja kapaciteten i kollektivtrafiknätet. Flera av dem går dessutom att implementera inom ramen för det befintliga systemet.

8.1.1 Fler turer

Att öka turtätheten, det vill säga att lägga till fler turer, skulle också öka kapaciteten. Som konstaterat ovan är detta dock inte möjligt att göra på linjer som passerar Brunnsparken eftersom Brunnsparken inte klarar fler fordon under maxtimmen. Däremot kan det vara möjligt att öka turtätheteten på andra linjer.

8.1.2 Längre vagnar

En annan åtgärd är att höja passagerarkapaciteten på de enskilda fordonen. Det kan till exempel röra sig om längre fordon. Dagens spårvagnar är cirka 30 meter långa (Göteborgs Spårvägar, 2018). Med 45 meter långa vagnar skulle kapaciteten öka med 50%. Det är en avsevärd ökning som kan uppnås utan att turtätheten påverkas. Peter Näslund (personlig kommunikation, 20 mars 2018) berättade att hållplatsutformningen vid utbyggnaden av Kringen, som är en ringled för spårvagnar i Göteborg, från början anpassades till 45 meter långa vagnar. När trafiken öppnades gjordes dock prioriteringen att satsa på tätare turer med konventionella 30-metersvagnar istället för att köpa in nya längre vagnar. Många av dessa plattformar finns kvar och utmaningen att anpassa spårvägen till trafik med 45-metersvagnar borde därmed vara relativt liten. Egentligen finns inget hinder att köra ännu längre vagnar men det skulle kräva omfattande ombyggnationer.

8.1.3 Omdragning av linjer

Genom att dra om linjer i systemet är det möjligt att höja dess kapacitet. Detta skulle kunna vara ett alternativ vid Brunnsparken där bussar i många fall stannar i samma lägen som spårvagnarna. Eftersom bussar, till skillnad från spårvagnar, inte är låsta till en specifik körväg skulle dessa kunna köras en annan väg. Det skulle i så fall frigöra plats vid Brunnsparken och därmed möjliggöra en utökad spårvägstrafik förutsatt att inga andra punkter längs respektive spårvagnslinje sätter begränsningar. En nackdel med detta är dock

att bytesmöjligheterna försämras då färre linjer möts på samma plats. Ett övervägande behöver göras huruvida det är fördelaktigt eller inte.

8.1.4 Nya system

Att komplettera det nuvarande kollektivtrafiksystemet med nya system såsom metro eller LRRT har potential att höja systemets totala kapacitet. Utbyggnaden av ett helt nytt system kan dock vara mycket dyrt och komplicerat. Hur ett sådant system eventuellt skulle kunna se ut diskuteras inte vidare i den här rapporten.

8.2 Planerade korridorsspecifika åtgärder

De tre studerade korridorerna kommer att påverkas på olika sätt av de framtida bebyggelseplanerna. Det finns också förslag på framtida utveckling av infrastruktur i Göteborg som kommer påverka och kan avlasta den befintliga kollektivtrafiken. De olika projekten kommer att påverka olika delar av staden, gemensamt är dock att de flesta ligger relativt långt fram i tiden. Planerna på att bygga nya bostäder sträcker sig först fram till år 2022 och sedan vidare till 2035 medan utbyggnaden av infrastrukturen inte kommit lika långt i planeringen och kommer till stor del bli klar efter bostäderna. Det skapar ett glapp på ett antal år då det har byggts mycket bostäder samtidigt som kollektivtrafiken inte utvecklats i samma takt. Nedan listas ett antal projekt som kommer påverka och kan avlasta kollektivtrafiken som den ser ut idag. Förslagen är beskrivna under den av de utvalda delsträckorna som de kommer att påverka mest.

8.2.1 Gamlestaden - Centralstationen

En av de stora infrastruktursatsningarna som är på gång i Göteborg är Västlänken. Västlänken kommer att bli en åtta kilometer lång dubbelspårig järnväg som till stor del kommer att gå i tunnel under de centrala delarna av staden (Göteborgs Stad, 2018d). Inom projektet ingår byggnation av tre nya underjordiska stationer. De tre nya stationerna kommer att ligga vid Centralstationen, Haga och Korsvägen. Tunneln är tänkt att trafikeras av pendel- och regiontrafik. Syftet med Västlänken är att öka tågkapaciteten vid Göteborgs central samt att möjliggöra ett genomgående järnvägsnät genom staden. När pendel- och regiontrafiken får fler stationer att stanna på möjliggörs smidigare resor och belastningen kan spridas ut på fler knutpunkter. Alltså kan resenärerna byta från tåg till andra färdmedel på fler ställen i staden vilket eventuellt skulle avlasta Drottningtorget och Brunnsparken som idag inte har någon kapacitet kvar för fler spårvagnar eller bussar under rusningstrafik.

Byggnationen av Västlänken ska vara klar så att trafiken kan börja rulla år 2026 (Trafikverket, 2018). Hur många tåg som faktiskt kommer att trafikera Västlänken när den är klar beror dock på hur järnvägssystemet runt omkring Göteborg utvecklas samt hur trafiken planeras (Göteborgs Stad, 2018d).

Om Västlänken kommer att påverka resandet på sträckan mellan Gamlestaden och Centralstationen beror på hur de genomgående tåglinjerna dras. Om pendel- och regionaltåg som kommer från Vänersborg/Trollhättan/Älvängen kommer att stanna vid den befintliga stationen i Gamlestaden och sedan fortsätta genom staden via Västlänken kommer dessa tåg kunna bli ett alternativ även för resande från Gamlestaden. Om resenärerna från Gamlestaden sedan väljer att åka tåg, spårvagn eller buss är svårt att förutse då valet beror på många olika

faktorer. Det kan bero på vad som går snabbast, vad som kräver minst antal byten eller vad som är smidigast utifrån var start- och målpunkten i staden är lokaliserad. Med noggrann planering av linjer och avgångar finns ändå viss potential för att tågtrafiken i det här fallet ska kunna avlasta spårvagnstrafiken på sträckan Gamlestaden till Centralstationen som är mycket högt belastad idag och blir ännu mer belastad i framtiden då mycket bostäder ska byggas i området.

8.2.2 Lindholmen – Nordstan (Centrum)

Kollektivtrafikresande på sträckan från Lindholmen till centrala Göteborg sker idag främst med buss som går från Lindholmen via Frihamnen och sedan över Göta Älv till någon av de tre hållplatserna. Denna sträcka är redan idag högt belastad och med tanke på de omfattande utbyggnadsplanerna som finns för området kommer antalet resenärer att öka i framtiden. I frågeställning 1 visade beräkningar på detta att sträckan kommer behöva trafikeras med en turtäthet på mindre än två minuter för att klara av den ökade belastningen. Det är mer eller mindre omöjligt med dagens kollektivtrafikutformning och därför behövs radikala förändringar i systemet för att öka kapaciteten. Det finns ett par förslag på framtida infrastruktursatsningar som säkerligen kommer påverka resandet på denna sträcka. Detta genom att tillföra alternativa färdvägar som både kan medföra en högre samlad kapacitet från området samtidigt som befintliga linjer avlastas.

8.2.2.1 Linbana

En infrastruktursatsning som är på gång i detta område är en linbana mellan Järntorget och Wieselgrensplatsen. Linbanan som planeras att stå färdig 2021 var en idé som växte fram efter dialog med Göteborgs invånare år 2013 (Göteborgs Stad, u.å.-b). Linbanan har sedan dess gått från att vara ett roligt förslag till att bli ett seriöst framtida resealternativ inom kollektivtrafiken. Det är även det första nya tekniska delsystem inom kollektivtrafiksystemet på nästan 100 år. Den nya linbanan förväntas kunna transportera 2000 resenärer per timme, samma kapacitet som en spårvagnslinje med femminuterstrafik (Göteborgs Stad, 2016). Den kommer att gå mellan Wieselgrensplatsen och Järntorget med hållplatser vid Lindholmen och Rambergsvallen.

Linbanan har fördelar gentemot befintlig kollektivtrafik. Efter byggnation är den miljövänlig och tillför mindre bullerföroreningar än konventionella system (Göteborgs Stad, 2016). Det är billigare att bygga ut ett linbanenät än det är att bygga ut ett spårvagnsnät. Hänsyn bör dock tas till att Göteborgs Stad redan har ett väl utbyggt spårvagnsnät vilket skulle minska kostnaden vid en eventuell fortsatt utbyggnad. Dessutom finns potential att öka spårvagnstrafiken på befintliga spår, ett alternativ som är avsevärt billigare. Göteborgs stad har även gjort en driftkostnadskalkyl som ger en årskostnad på 40–50 miljoner kronor för linbanan, något som är dyrare än existerande alternativ.

Enligt en förstudie gjord av Tyréns för Göteborgs Stad (Göteborgs Stad, 2013a) går det inte att integrera redan existerande infrastruktur för kollektivtrafikens hållplatser med linbanornas hållplatser. Det kommer dock att vara viktigt att linbanornas hållplatser i staden samspelar med existerande gatunätverk och kollektivtrafik för att få ett enhetligt system.

För att linebanesystemet ska kunna bli en hållbart alternativ inom kollektivtrafiken måste dragningarna av linbanesträckorna uppfylla god tillgänglighet (Göteborgs Stad, 2016). En av hållplatserna bör befinna sig i stadskärnan, välintegrerad med nuvarande kollektivtrafik,

medan andra hållplatser kan ligga i glesare stadsområden för att integrera dessa i stråket. Förmågan att kunna erbjuda förtätning som kan överbrygga de flesta rumsliga barriärer, som till exempel älven, samt otillgängliga områden är en av linbanans största styrkor.

8.2.2.2 Ny älvförbindelse för kollektivtrafik

En annan stor infrastruktursatsning som planeras i Göteborg är utbyggnaden av en ny spårvägs- och busslinje mellan Tingstadsvägen/Brunnsbotorget via Hjalmar Brantingsplatsen, Lindholmen, Stigberget till Linnéplatsen (Sverigeförhandlingen, 2017), alternativt tunnel, som är tänkt att gå mellan Lindholmen och Stigbergstorget. Sträckan mellan Hjalmar Brantingsplatsen och Tingstadsvägen ska byggas för citybuss, även kallat BRT (SOU 2017:107, 2017) (Sverigeförhandlingen, 2017) fördel för gång- och cykeltrafikanter jämfört med tunnel. Hela projektet ska vara klart år 2035 och då förväntas 25 000 resenärer använda Lindholmsförbindelsen varje dygn.

8.2.2.3 Sammantaget

Ny spårväg- och citybuss på sträckan Tingstadsvägen till Linnéplatsen och linbana mellan Wieselgrensplatsen och Järntorget kommer inte att ha exakt samma sträckning som kollektivtrafiken mellan Lindholmen och Brunnsparken/Nordstan har idag. Dock skulle utbyggnaden av dessa två infrastruktursatsningar innebär fler alternativ för resande från Norra Älvstranden in till de centrala delarna av Göteborg och det skulle kunna avlasta den befintliga kollektivtrafiken och öka kapaciteten i systemet. De olika alternativen ger resenärerna möjlighet att välja beroende på var deras målpunkt i staden ligger och alla behöver inte lägre resa via Brunnsparken. Det skapar också en större robusthet i spårvägssystemet med två förbindelser över älven istället för en som idag och det är bra för att minska problemen vid störningar.

8.2.3 Brunnsbo - Brunnsparken

Sträckan Brunnsbotorget till Brunnsparken trafikeras idag med buss som delvis går på egen körbana. Linjerna går från Brunnsbotorget via Hjalmar Brantingsplatsen över Göta Älvbron till Brunnsparken. Sträckan mellan Tingstadsvägen/Brunnsbotorget och Hjalmar Brantingsplatsen ska som beskrivit ovan byggas om till citybuss (SOU 2017:107, 2017). Vid Hjalmar Brantingsplatsen ska citybussen kopplas samman på ett sådant sätt att det är lätt att fortsätta sin resa med spårväg istället. Men även norr om Tingstadsvägen/Brunnsbotorget ska det byggas mycket nya bostäder och därför behöver kollektivtrafiken förbättras för att klara den ökade belastningen även längs med Litteraturgatan genom Backa.

För stråket Backa, norr om Brunnsbotorget, har Göteborgs stad tillsammans med Västra Götalandsregionen och Sverigeförhandlingen enats om att bygga ut nuvarande busstråk till citybuss förberett för spårvägsutbyggnad (Sverigeförhandlingen, 2017). Citybuss eller BRT-system innebär att sträckan anläggs för att kunna köra buss med egen körbana och möjlighet till el-laddning/eldrift. Dessutom kommer sträckan att förberedas för spårväg genom att sektionsbredd och linjeföring görs på sådant sätt det går att bygga ut spårväg i framtiden. Sträckan det handlar om är cirka 3,5 kilometer lång mellan Körkarlens gata och Balladgatan där det ska kunna kopplas samman med citybussen som kommer från Hjalmar Brantingsplatsen. Utbyggnaden ska stå klar år 2023 (SOU 2017:107, 2017).

Utanför ramen för Sverigeförhandlingen har Västra Götalandsregionen dessutom beslutat om att bygga en järnvägsstation på Bohusbanan vid Brunnsbotorget (Sverigeförhandlingen,

2017). Tåg från Strömstad/Uddevalla/Stenungssund till Göteborg och omvänt kommer då att stanna på stationen. Det skulle kunna utveckla Brunnsbo till en ny bytespunkt för pendelresenärer norr ifrån som har målpunkter i staden norr om Göta Älv och på så vis inte behöver passera älven utan kan byta till buss- eller spårvägstrafik tidigare. Utbyggnaden av citybussar både norr ut från Brunnsbo och till Hjalmar Brantingsplatsen gör att resalternativen blir goda för målpunkter norr om älven och då blir det också attraktivt. En fördel med att skapa en bytespunkt norr om älven är att de som har målpunkter där inte behöver resa med tåget hela vägen in till Centralstationen för att där byta till buss- eller spårvägstrafik och ta sig tillbaka till andra sidan älven. Det skulle kunna avlasta lite i till exempel Brunnsparken och Drottningtorget.

8.2.4 Åtgärder för samtliga kollektivtrafikkorridorer

Utöver stora satsningar på utbyggnad av infrastruktur för kollektivtrafik ingår inom ramen för Göteborgs Stads ramavtal i Sverigeförhandlingen också satsningar på cykelbanor i anslutning till dessa (SOU 2017:107, 2017). Det handlar om totalt åtta stycken cykelbanor som ska byggas ut under perioden 2019–2027. Göteborgs Stad har även tagit fram ett cykelprogram som är en fördjupning och konkretisering av trafikstrategin för just cyklismen (Göteborgs Stad, 2015). Inom programmet, som sträcker sig från 2015 till 2025, är visionen att Göteborg ska vara en attraktiv cykelstad där det ska vara snabbt, enkelt och säkert att cykla både till målpunkter som ligger nära och till de som ligger längre bort. Det har också satts upp två stycken mätbara mål:

- Till år 2025 ska antalet cykelresor ha tredubblats jämfört med år 2011.
- År 2025 ska tre av fyra göteborgare tycka att Göteborg är en attraktiv cykelstad.

För att uppnå detta behövs riktade satsningar för cyklister som förbättrar säkerheten och framkomligheten i cykelbanenätet. Det kommer att kräva stora och precisa satsningar. Det visar sig om man tittar på andra städer som idag har en hög andel cykelresor. Det är inte något som bara har blivit så av sig självt utan ett resultat av tydliga satsningar på cyklisterna. Det finns mycket som Göteborg kan ta efter för att skapa bättre förutsättningar. De satsningar på cykelstråk som finns med i Sverigeförhandlingen ligger i anslutning till kollektivtrafiksatsningarna och tanken är att dessa två delar tillsammans ska förbättra förutsättningarna för hållbart resande till och inom staden.

Det finns också andra föreslagna och planerade infrastruktursatsningar som skulle kunna förbättra kollektivtrafiksituationen i Göteborg. Dels för att klara av den mängd ökande resor som kommer till följd av ökat antal invånare men också för att avlasta de mest belastade passagerna i systemet idag. Om dessa förslag som är lyfta här ovan är tillräckliga eller om det behövs fler åtgärder för att få ett kollektivtrafiksystem där det är smidigt att göra både dagliga och längre resor är svårt att bedöma. För att göra sådana bedömningar och framtidsprognoser behövs mer avancerade beräknings- eller simuleringsprogram som kan ta hänsyn till flertalet av de olika parametrar som påverkar resandet. Det är inte något som vi har tillgång till under arbetet med den här studien och därför inget som kan analyseras mer ingående.

Alla nämnda förslag kommer på något sätt att påverka kapaciteten i kollektivtrafiken om de förverkligas. Utifrån det material och den information som finns tillgängligt för författarna går det bara att spekulera kring om huruvida detta är tillräckligt för att klara av den ökade belastningen. För att kunna dra tydliga slutsatser krävs dock mer djupgående analyser.

9 Diskussion

Det här kapitlet omfattar en diskussion av studiens metod, avgränsningar, syfte, frågeställning och resultat.

9.1 Metod

Metoden för frågeställning 1 är huvudsakligen en uppskattning av hur mycket resandet kommer att öka längs de utvalda sträckorna när nya bostäder byggs i linje med Göteborgs Stads utbyggnadsplanering. I planerna anges hur många nya bostäder som ska byggas i ett visst område, men inte mer exakt vilken typ av bostäder det handlar om eller hur många personer som kan komma att bo i de nya bostäderna. För att kunna räkna ut hur många nya resor som alstras av nyproduktionen av bostäder behövde en uppskattning göras om hur många personer som faktiskt kommer att bo i bostäderna. I det verktyg som användes och som Göteborgs Stad står bakom angavs att en bostad i snitt hushåller 1,7 boende. Var denna siffra kommer ifrån framgick dock inte. Siffran jämfördes därför med Statistiska Centralbyråns uppgifter om snitthushåll i Göteborg varvid ett antal på 1,8 personer per hushåll erhölls för år 2016. SCB:s siffra gäller dock endast för bostadsrätter. Det är möjligt att Göteborgs Stad i sin siffra väger in andra boendeformer alternativt använder statistik från ett annat år än rapportens författare vilket skulle kunna förklara skillnaden. Oavsett vilket är detta antagande en osäkerhet i analysen. Eftersom mer exakta planer för vad som ska byggas saknas får antagandet ändå anses vara rimligt och det bästa som kan göras under rådande omständigheter.

I analysen har det antagits att alla resor som tillkommer görs från respektive område (Gamlestaden, Brunnsbo/Backa eller Lindholmen) in till centrum vilket är en grov förenkling. Alla kommer inte att åka in till centrum. En del av de resande kommer att åka åt motsatt håll eller ta sig till sin målpunkt via andra linjer. I analysen ingår dessutom bara spårvagns- och stombusslinjer, men det finns även andra busslinjer som går kortare sträckor i andra riktningar som vissa resenärer med största sannolikhet kommer att använda. Det är alltså troligt att detta antagande överskattar antalet tillkommande resor. Vid en vidare undersökning av belastningen på kollektivtrafiken är detta något som vore intressant att ta hänsyn till.

Frågeställning 2 besvaras huvudsakligen genom att söka information om kommande infrastruktursatsningar i Göteborg. Dessa planerade åtgärder har sedan diskuterats tillsammans med generella åtgärder som kan implementeras i systemet. I studien diskuteras också om dessa åtgärder kan avlasta kollektivtrafiknätet så att den framtida ökningen av resor klaras av. Det är dock väldigt svårt att veta effekten av olika åtgärder. Det skulle möjligen gå att analysera i mer avancerade simulerings- och beräkningsprogram men det är inget som författarna av den här rapporten har haft tillgång till. Därför har de olika förslagen endast diskuterats och inga direkta slutsatser om exempelvis vilken nytta de olika förslagen skulle få har dragits. Förslagen har inte heller ställts mot varandra i någon jämförelse. Detta får ses som en stor svaghet med studien, men det var ändå det bästa som kunde åstadkommas utifrån förutsättningarna.

9.1.1 Kapacitetsberäkningar

I de teoretiska beräkningarna av buss- och spårvagnskapaciteten enligt modellen i TCQSM (Danaher m.fl., 2003) behövde vissa antaganden göras. För bussarna behövdes värden för hur ofta de var tvungna att stanna för grönt ljus uppskattas. Det kunde göras genom att rapporten angav generella värden för detta. Ett problem med att ta generella värden från rapporten är att modellerna som beskrivs i rapporten är framtagna i Nordamerika och de generella värdena bygger på undersökningar gjorda i nordamerikanska städer. Ifall dessa antagna värden inte stämmer väl överens med situationen i Göteborg finns en risk att resultatet blir missvisande. För att göra resultatet mer tillförlitligt skulle fältundersökningar kunna ha utförts för att kontrollera antagandenas rimlighet. Givet arbetets tidsram har dock detta inte varit möjligt att genomföra.

Kollektivtrafik är en regional angelägenhet och styrs av lokala förutsättningar, idéer och beslut. Därför är det inte alls säkert att en modell för att beräkna kapacitet som fungerar bra i en stad fungerar för alla städer. Modellen som har använts för de teoretiska beräkningarna av kapacitet har som tidigare nämnts utvecklats i Nordamerika. Den hade kanske behövt anpassas mer med specifika värden för alla ingående parametrar för att resultat skulle bli mer anpassat till situationen i Göteborg. Ett sätt att få tag på mer information om detta hade varit att boka in fler möten med kunniga personer som jobbar med planering och byggnation Göteborgs kollektivtrafik. Det hade kunnat ge en bättre förståelse för de faktorer som påverkar kapaciteten och möjligen tillhandahålla specifika indata till beräkningarna med modellen.

Vid uträkningarna användes mestadels mjukvaran Excel. Det gör att studien blir begränsad av Excels förmåga för uträkningar. För studien i fråga påverkar inte detta något då de beräkningar som gjordes var relativt lätta och inte krävde särskilt mycket prestanda. Ifall tyngre beräkningar hade behövt göras skulle däremot en kraftigare mjukvara vara till hjälp.

9.2 Avgränsning

Vid analysen av hur befolkningsökningen i de utvalda områdena skulle påverka det befintliga kollektivtrafiksystemet begränsades denna till att i första hand utesluta allt som ligger utanför Göteborgs Stads kommungräns. För de specifika kollektivtrafikkorridorerna har ytterligare avgränsningar gjorts så att enbart den planerade utbyggnaden av bostäder i nära anslutning till sträckan har tagits med. Utvecklingen i områden som ligger längre bort men som ändå kommer att påverka samma linje har alltså bortsetts från. Exempelvis spårvagnslinjerna som trafikerar sträckan mellan Gamlestaden och Centralstationen börjar inte i Gamlestaden utan kommer från antingen Kortedala/Bergsjön eller Angered. Dessa linjer kommer naturligtvis att påverkas även av utbyggnaden som är planerad i dessa områden, men det är alltså inget som är inkluderat i denna studie. Anledningen till att inga områden utöver de som ligger precis utmed den analyserade korridoren tagits med är problemet med vart gränsen då ska dras. Det blir svårt att dra en gräns som är konsekvent för alla de studerade korridorerna och därför har valet gjorts att enbart ta med de områden som ligger precis i anslutning till dessa. Denna avgränsning kommer dock att underskatta resultatet av belastningen på kollektivtrafiken när utbyggnaden har gjorts i alla områden. Det är alltså troligt att belastningen kommer bli ännu högre än vad resultatet i den här studien visar.

9.3 Syfte

Studiens syfte är tvådelat, första delen handlar om att undersöka om kapaciteten i några av Göteborgs kollektivtrafikskorridorer är tillräcklig för att klara det ökade resebehovet som en förtätning av staden kommer innebära medan den andra delen handlar om att diskutera potentiella lösningar om kapaciteten inte är tillräcklig. Under arbetets gång har syftet gått bra att följa. Det har varit tillräckligt tydligt för att kunna vara till hjälp för att hitta rätt frågeställningar och avgränsningar för projektet. Syftet har heller inte varit för smalt så att projektet blivit för litet eller för specifikt.

9.4 Frågeställning

Utifrån syftet för studien formulerades även två frågeställningar. De två frågeställningarna hänger ihop med syftets två delar och definierar väl vad studien ska svara på. Det har gått bra att arbeta utifrån de formulerade frågeställningarna och de har varit tillräckligt tydliga för att arbetet ska kunna fortskrida framåt på ett tillfredställande vis.

9.5 Resultat

Resultatet visar att det nuvarande kollektivtrafiksystemet inte kommer att vara tillräckligt för att hantera det ökande resandet till följd av det planerade bostadsbyggandet i centrala Göteborg. I analysen förekommer flera avgränsningar och osäkerheter som påverkar resultatet. En av dessa, närmare bestämt valet att enbart ta med den planerade bostadsutvecklingen i nära anslutning till den studerade korridoren och därmed bortse från eventuell bostadsproduktion i områden längre bort, leder till att belastningsgraderna underskattas. Samtidigt innebär antagandet att samtliga nya resenärer väljer att åka in mot centrum till en överskattning av de samma. Mot bakgrund av detta bör resultatet i denna studie inte användas som något underlag till beslut. Det kan däremot användas som en indikation på hur kollektivtrafiksituationen ser ut i dagsläget och vilket utrymme för ökat resande som finns. För att få bättre resultat behöver mer avancerade analyser göras som tar hänsyn till hur de olika linjerna kommer att påverkas i ett större sammanhang. Områden som ligger längre bort och även grannkommunernas utveckling kommer att påverka hur hög belastningen blir på olika linjer i slutänden.

I kapitel 6 studerades kapaciteten i det nuvarande kollektivtrafiksystemet. Bland annat utfördes beräkningar på det högst belastade hållplatslägena längs busslinjerna 16 och 52. Beräkningarna gav ett resultat i form av hur många fordon som maximalt kan hanteras av respektive hållplatsläge under en timme vilket därigenom ger en indikation om hela linjens begränsningar. Linje 16 trafikerar korridoren Lindholmen – Nordstan och passerar därefter hållplats Brunnsparken, läge E. Beräkningen visar att läge E kan hantera ytterligare fem turer jämfört med dagens nivåer. Idag körs tolv turer med linje 16 under maxtimmen men enligt kapitel 7.4.3 skulle det i framtiden krävas nästan tre gånger så många turer för att klara den ökade belastningen. Dessa fem möjliga extraturer ligger alltså långt under det framtida behovet. Dessutom används läge E av andra buss- och spårvagnslinjer som kanske också skulle behöva mer utrymme i tidtabellen i framtiden.
Även linje 52 passerar Brunnsparken, dock vid läge A. Här visar beräkningen på en möjlighet att köra tio turer fler i framtiden jämfört med idag. Det skulle visserligen täcka linje 52:s

behov, som enligt kapitel 7.4.1 behöver åtta turer mer under maxtimmen i framtiden, men eftersom fler linjer använder läge A är det ändå inte säkert att det är tillräckligt.

Sammantaget visar beräkningarna att det i teorin finns outnyttjad kapacitet men att kapacitetstaket ligger förhållandevis nära dagens nyttjandenivåer. Dessutom tar beräkningarna enbart hänsyn till de enskilda hållplatslägenas kapacitet och inte hållplatsen Brunnsparken som helhet. Därför föreligger en risk att kapacitetsutrymmet som finns i teorin inte finns kvar i praktiken. Det innebär i så fall att Brunnsparken inte skulle klara av den reseökning som väntas ske som en följd av den planerade förtätningen. Det stärker också Lars Bärtzners (personlig kommunikation, 20 mars 2018) påstående om att Brunnsparken redan idag är maxbelastad under maxtimmen.

I avsnitt 6.2 har beräkningar på kapaciteten för spårvägssträckan mellan Gamlestaden och Centralstationen genomförts. Dessa beräkningar säger att det går att köra 44 turer på sträckan i riktning mot centrum. Idag trafikeras sträckan av 45 turer under maxtimmen, alltså är maximal belastning redan uppnådd. Med den större mängden resenärer som tillkommer i samband med bostadsutbyggande kommer 51 turer att behövas bara på linje 4, 7, 9, och 11 på denna sträcka. Då har inte ens linje 6 och 8, som delvis trafikerar samma sträcka, räknats med. Alltså kommer denna sträcka inte att klara av den ökning av resenärer som orsakas av nybyggnationen.

Resultatet visar på att ett bostadsbyggande som leder till ökat resande också måste följas av någon form av utveckling eller investering i kollektivtrafiken. Det viktiga är då att dessa kollektivtrafikinvesteringar är med i ett tidigt skede av planeringen så att utbyggnaden av kollektivtrafiken sker tillsammans med bostäderna och inte efter. Så är inte riktigt läget i Göteborg idag. Det ökade antal bostäder som tas upp i rapporten är i ett första skede planerade att byggas till år 2022 medan resten ska vara klart till år 2035. Satsningarna på kollektivtrafiken följer däremot inte alls samma tidplan och kommer inte att byggas ut i samma omfattning tills dess. Till exempel ska Lindholmsförbindelsen, den nya bron alternativt tunneln för kollektivtrafik, vara klar år 2035, medan stor del av de nya bostäderna kring Lindholmen kommer att vara betydligt tidigare. Karlastaden, det största nybyggnadsområdet på Lindholmen, ska vara klart år 2024. Det blir alltså ett glapp på ungefär tio år från det att alla bostäder är inflyttningsklara till att utbyggnaden av kollektivtrafiken är klar. Frågan blir då hur resandet ska lösas under denna tidsperiod. Detta skulle kunna vara en anledning till att titta närmare på förslag som är lättare och snabbare att implementera, i alla fall för att lösa glappet mellan bostadsutbyggnaden och kollektivtrafiken. Kortsiktighet är dock sällan något bra. Samtidigt bör det därför planeras större insatser för att kunna ta ett helhetsgrepp om kollektivtrafiksituationen i framtidens Göteborg.

10 Slutsats

Göteborgs Stad har en ambition om att växa genom förtätning av den befintliga staden. Resultatet visar att den påfrestning detta innebär i form av fler resenärer inte kommer att kunna bäras av den befintliga kollektivtrafiken inom de korridorer som ingår i analysen. En ökad turtäthet skulle teoretiskt kunna vara en åtgärd för att täcka upp en del av resenärsökningen men är i praktiken mycket svår att uppnå på grund av att hållplatslägen i Centrum har svårt att klara fler fordon. Därmed behöver ett vidare grepp tas om stadens kollektivtrafiksituation för att svara mot framtidens behov.

Referenslista

Danaher, A., Ryus, P., Ellis, E., Walker, M. C., & Hunter-Zaworski, K. (2003). *Transit Capacity and Quality of Service Manual, 2nd Edition*. *TCRP Report*. Hämtad från http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/tcrp/tcrp100/part 0.pdf

Google Maps. (2018). Karta över Göteborg. Hämtad från https://www.google.se/maps/@57.7316846,11.9736087,13.25z

Göteborgs Spårvägar. (2018). Vår flotta. Hämtad från http://goteborgssparvagar.se/om-oss/var-flotta/

Göteborgs Stad. (u.å.-a). Maxtimme på eftermiddagen. Hämtad från http://goteborg.se/wps/portal/start/gator-vagar-och-torg/gator-och-vagar/statistik-om-trafiken/trafikmangder-pa-olika/!ut/p/z1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfIjo8ziAwy9Ai2cDB0N_N0t3Qw8Q7wD3Py8ffy9LAz0wwkpiAJKG-AAjgb6BbmhigCTPFPO/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/#hto

Göteborgs Stad. (u.å.-b). Stadslinbana i Göteborg - Ett nytt sätt att resa kollektivt. Hämtad från http://goteborg.se/wps/portal/start/byggande--lantmateri-och-planarbete/kommunens-planarbete/plan--och-byggprojekt/!ut/p/z1/hY_NTsMwEISfhUOu3nVieR1uLlIr4qgtIlITX6oU3DTQ_MgxROLpCUckUOc2mm-kGbBQgu3rz7apQzv09XXxlZXHPc-e1Ipr3G3SNT4WZr_emnyHRsDhFmCXGP-RRqiWPh1

Göteborgs Stad. (2013a). *Linbanor som alternativ kollektivtrafik i Göteborg*. Hämtad från https://goteborg.se/wps/wcm/connect/ff0bcbd1-8fc1-48e2-8d8f-14479e1129df/2931Forstudielinbanaoveralven.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=url&CACHEID=ff0bcbd1-8fc1-48e2-8d8f-14479e1129df

Göteborgs Stad. (2013b). *Trafikstrategi för Göteborg, Underlagsrapport Kollektivtrafik*. Hämtad från https://goteborg.se/wps/wcm/connect/189f13ce-7292-4a23-bcc1-f20ddc751405/Kollektivtrafik.pdf?MOD=AJPERES

Göteborgs Stad. (2013c). *Trafikstrategi för Göteborg - Underlagsrapport - Hur många reser i Göteborg 2035?* Göteborg: Trafikkontoret. Hämtad från https://goteborg.se/wps/wcm/connect/68647273-63a1-4c4f-ad24-5306e041b6a1/Underlagsrapport_Hur+många+reser+2035_dec13.pdf?MOD=AJPERES

Göteborgs Stad. (2014). *Strategi för Göteborg 2035 utbyggnadsplanering*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret. Hämtad från http://goteborg.se/wps/wcm/connect/2b48a33f-df7f-4109-8f7e-6a188582c2cc/up_slutrapport_lag.pdf?MOD=AJPERES

Göteborgs Stad. (2015). *Cykelprogram för en nära storstad 2015 – 2025*. Hämtad från https://goteborg.se/wps/wcm/connect/538134e2-844e-4e46-acc4-fe74a673cefb/Cykelprogram_antagen_web_FINAL.pdf?MOD=AJPERES

Göteborgs Stad. (2016). *Linbanans roll för stadens trafik- och gångnätverk*. Hämtad från http://www2.trafikkontoret.goteborg.se/resourcelibrary/Rapport_Linbanans_rollGangnatverk.pdf

Göteborgs Stad. (2018). Användarmanual för Resekalkyl. Hämtad från http://resekalkyl.tkgbg.se/assets/Resekalkyl-UserManual.pdf

Göteborgs Stad. (2018). Frihamnen. Hämtad från https://stadsutveckling.goteborg.se/sv/projekt/frihamnen/

Göteborgs Stad. (2018). Lindholmen, Stadsutveckling. Hämtad från https://stadsutveckling.goteborg.se/sv/projekt/lindholmen/

Göteborgs Stad. (2018). Resekalkyl, Trafikkontoret. Hämtad från http://resekalkyl.tkgbg.se/statistik/resekalkyl

Göteborgs Stad. (2018). Västlänken. Hämtad från https://stadsutveckling.goteborg.se/sv/projekt/vastlanken/

Lundin, P. (2008). *Bilsamhället : ideologi, expertis och regelskapande i efterkrigstidens Sverige*. Stockholm: Stockholmia.

SOU 2017:107. (2017). *Slutrapport från Sverigeförhandlingen Infrastruktur och bostäder – ett gemensamt samhällsbygge*. Hämtad från http://www.regeringen.se/4afeba/contentassets/1299d9b5e4d24843ad132316569d036c/sou-2017_107_webb_total.pdf

Statistiska Centralbyrån. (2016a). *Tätorter 2015*. Stockholm: Statistiska centralbyrån. Hämtad från https://www.scb.se/Statistik/MI/MI0810/2015A01/MI0810_2015A01_SM_MI38SM1601.pdf

Statistiska Centralbyrån. (2016b). *Tätorter 2015 som delar kommungräns*. Stockholm: Statistiska centralbyrån. Hämtad från http://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/markanvandning/tatorter-arealer-befolkning/

Stockholms Läns Landsting. (2017). *Riktlinjer Planering av kollektivtrafiken i Stockholms län* (Vol. 1). Hämtad från http://www.sll.se/Global/2. Kollektivtrafik/Kollektivtrafik för alla/Riktlinjer-planering-av-kollektivtrafiken-i-Stockholms-län-RiPlan-2017.pdf

Storstockholms Lokaltrafik. (2004). *Tunnelbana*. Hämtad från https://www.flickr.com/photos/kanalsl/5074784061/in/photolist-8JrAuV-GTKvBY-LZBcv-dXuQ8Y-h9M1KL-HyyBQq-paKAf9-SSNvq6-rfL6uL-f4xqQF-pnqTpG-hxJZ1t-q3dH6e-dpea5L-8JuEyJ-kjNvdb-4nHghg-LZBmz-cYVG25-LZBpi-dpea8y-hAG1Gn-LZuco-LZu9W-LZupJ-LZu1A-cYWmay-LZBbi-5UHxo

Sverigeförhandlingen. (2017). *Beskrivning av kollektivtrafikobjekten för storstad Göteborg*. Hämtad från http://media.sverigeforhandlingen.se/2017/06/170620-Faktablad-Göteborg.pdf

Trafikverket. (2018). Västlänken. Hämtad från https://www.trafikverket.se/nara-dig/Vastra-gotaland/projekt-i-vastra-gotalands-lan/Vastlanken---smidigare-pendling-och-effektivare-trafik/

Volvo Bussar. (u.å.). Volvo 7900 Electric Specifications. Hämtad från http://www.volvobuses.se/sv-se/our-offering/buses/volvo-7900-electric/specifications.html

Vuchic, V. R. (2007). *Urban Transit Systems and Technology*. *Urban Transit Systems and Technology*. Hämtad från https://www.wiley.com/en-us

Västra Götalandsregionen. (2009). K2020 - Kollektivtrafikprogram för Göteborgsregionen. Hämtad från http://www.grkom.se/download/18.548ab011121832a8c6880006573/1359469263399/K2020+Kollektivtrafikprogram+antaget+20090403.pdf

Västtrafik AB. (u.å.). Västtrafik AB | Västtrafik. Hämtad från https://www.vasttrafik.se/om-vasttrafik/vasttrafik-ab/

Västtrafik AB. (2017a). KRS, Kundräkningssystem [Databas]. Hämtad från www.vasttrafik.se

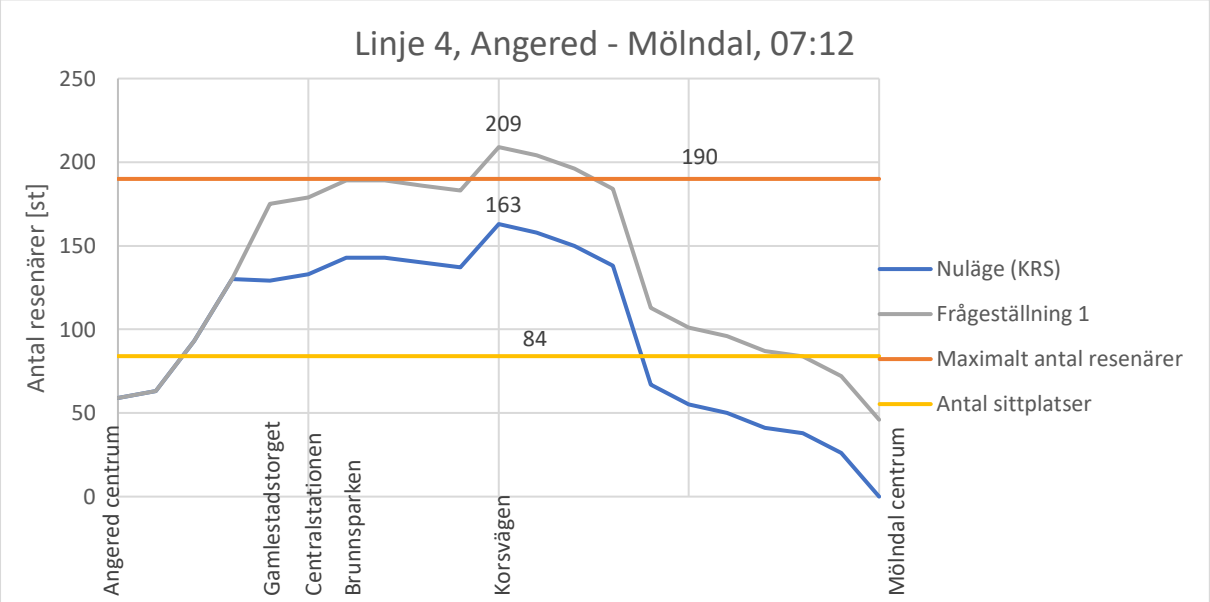
Västtrafik AB. (2017b). Realtidsinformation [Datorprogram]. Hämtad från www.vasttrafik.se

Västtrafik AB. (2017c). Realtidsinformation [Datorprogram].

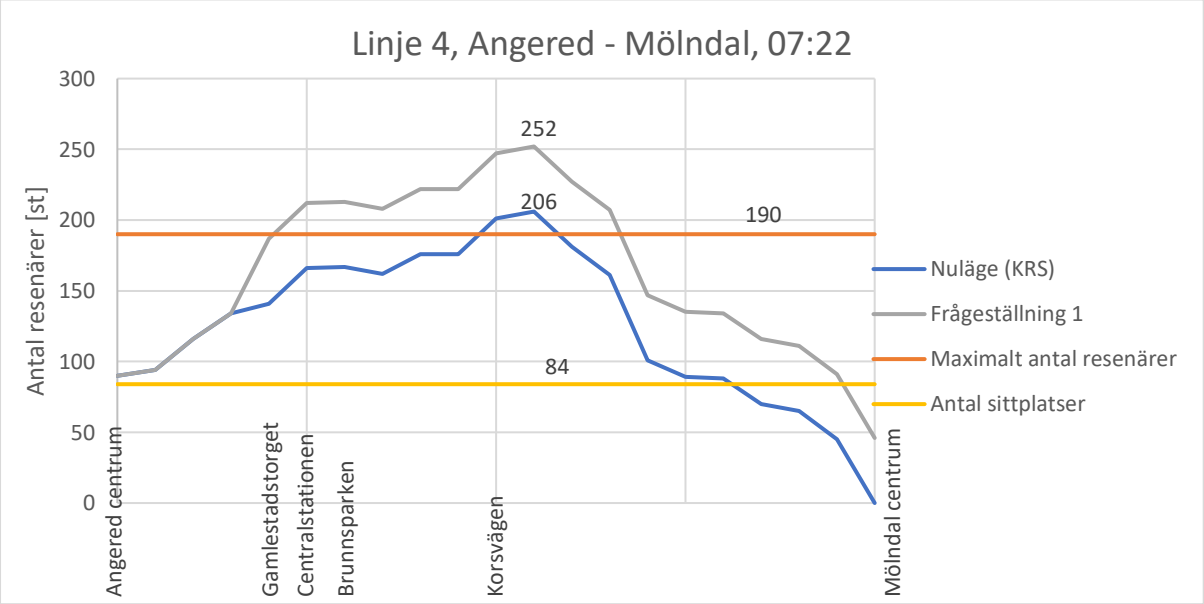
Västtrafik AB. (2017d). Spårvagns- och stombusstrafik. Hämtad från https://www.vasttrafik.se/globalassets/media/dokument/linjenatskartor/sparvagn/sparvagn-och-stombusskarta.pdf

Bilagor

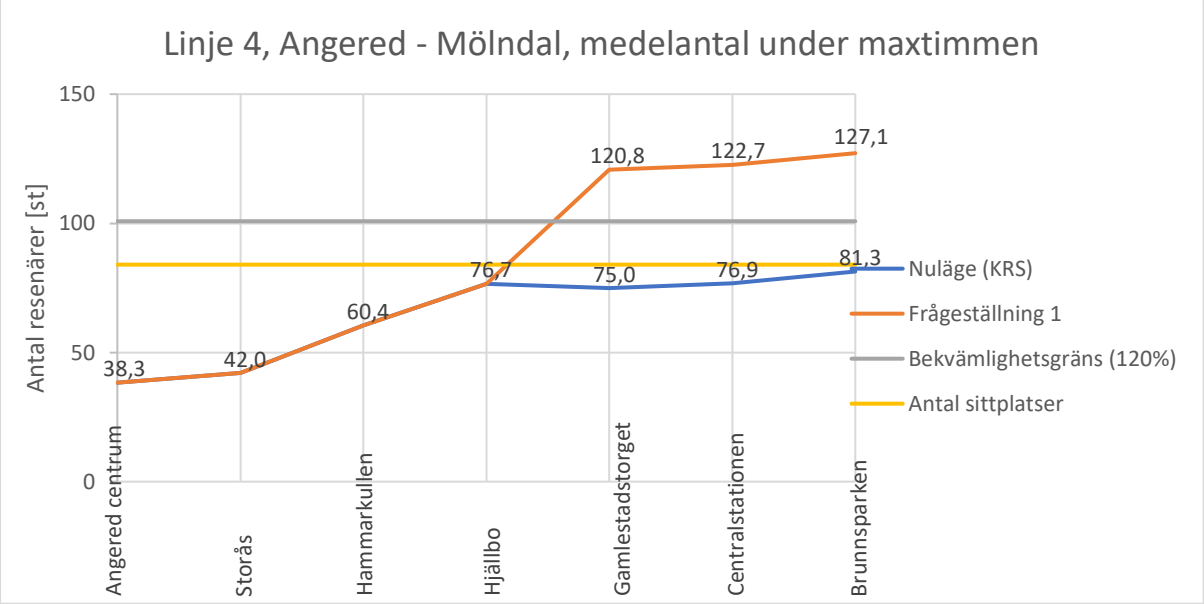
Bilaga 1



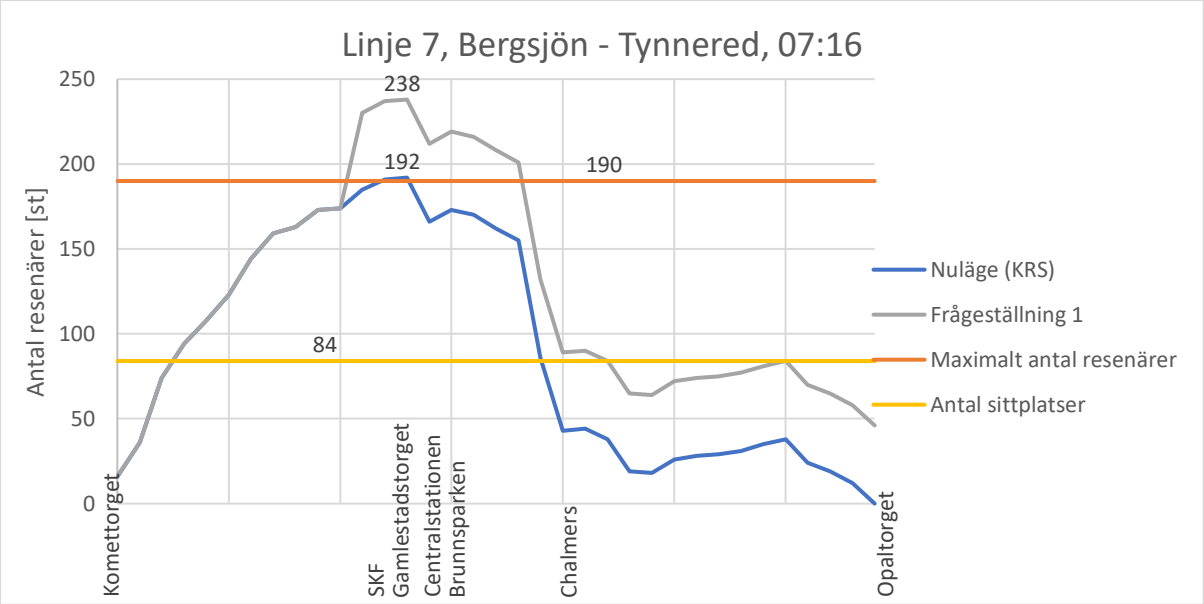
Figur 1. Linje 4, Angered - Mölndal, 07:12 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



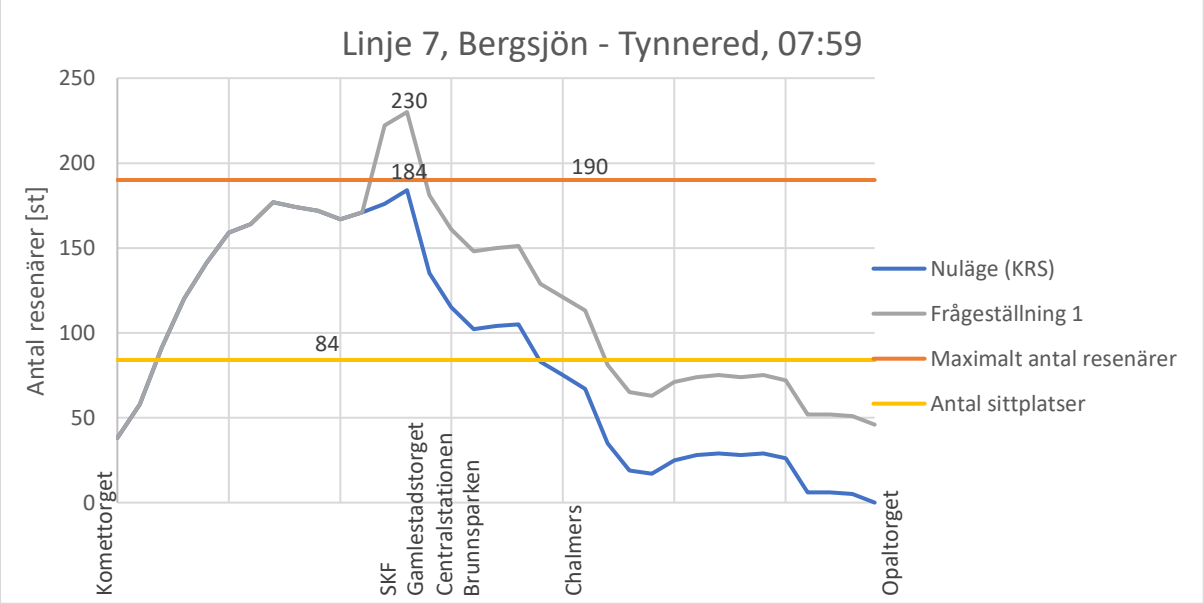
Figur 2. Linje 4, Angered - Mölndal, 07:22 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



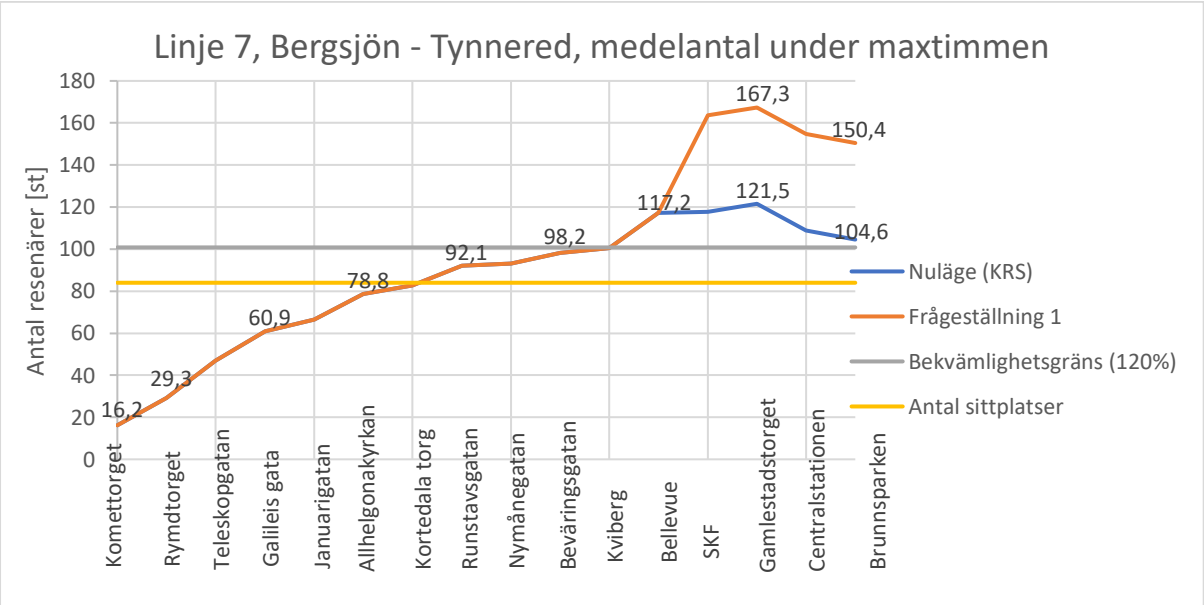
Figur 3. Linje 4, Angered - Mölndal (KRS, Västtrafik, 2017). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).



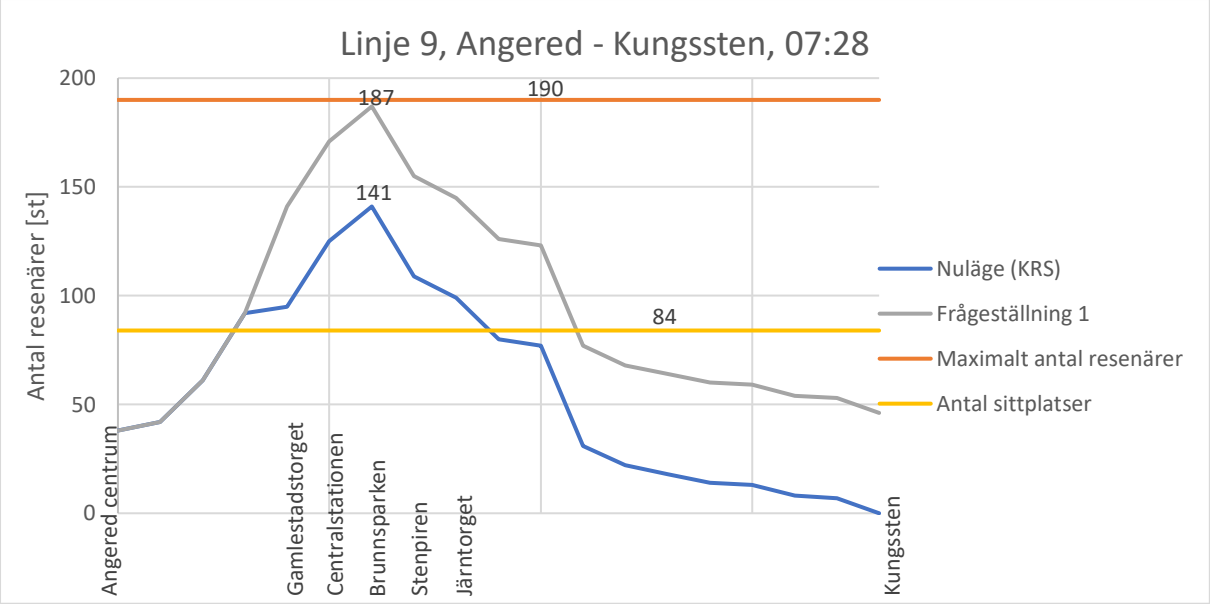
Figur 4. Linje 7, Bergsjön - Tynnered, 07:16 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



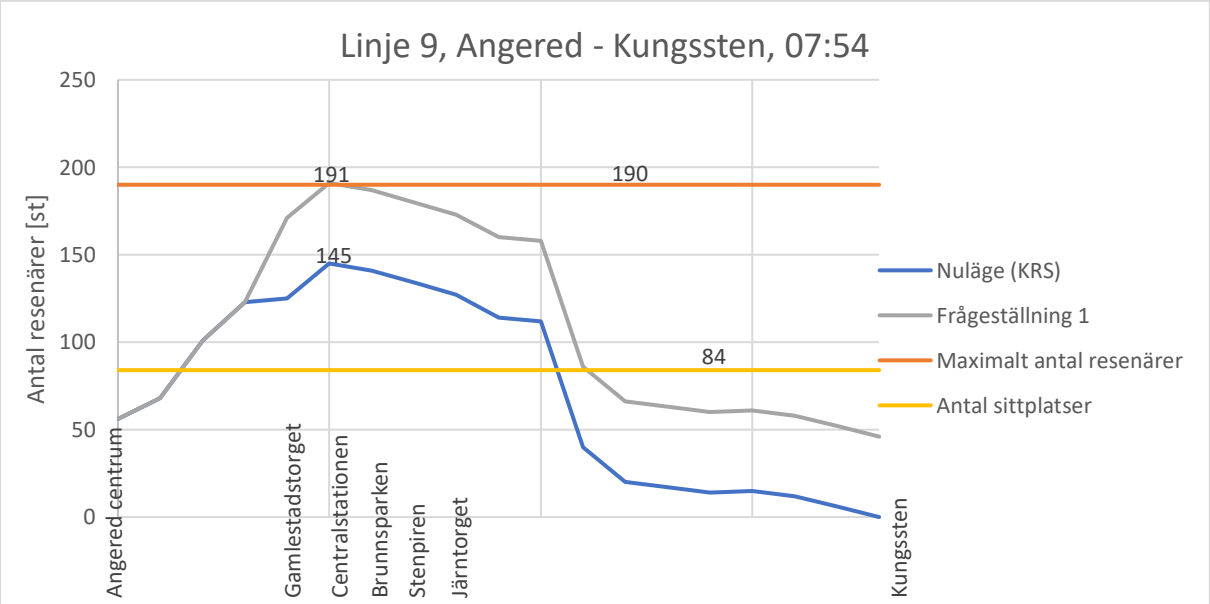
Figur 5. Linje 7, Bergsjön - Tynnered, 07:59 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



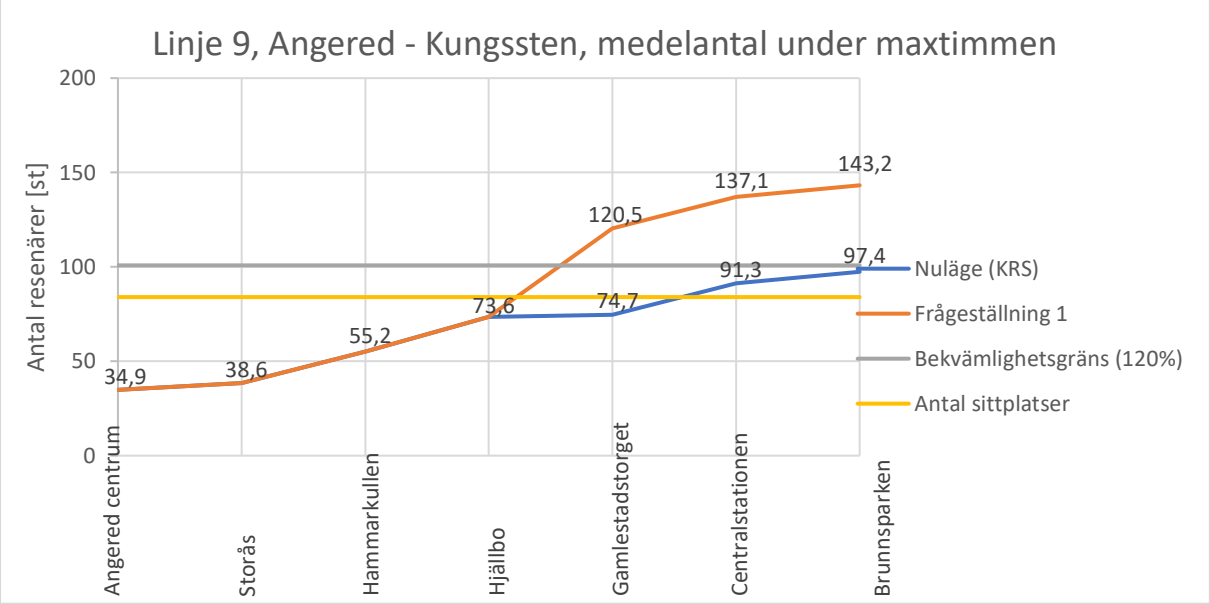
Figur 6. Linje 7, Bergsjön - Tynnered (KRS, Västtrafik, 2017). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).



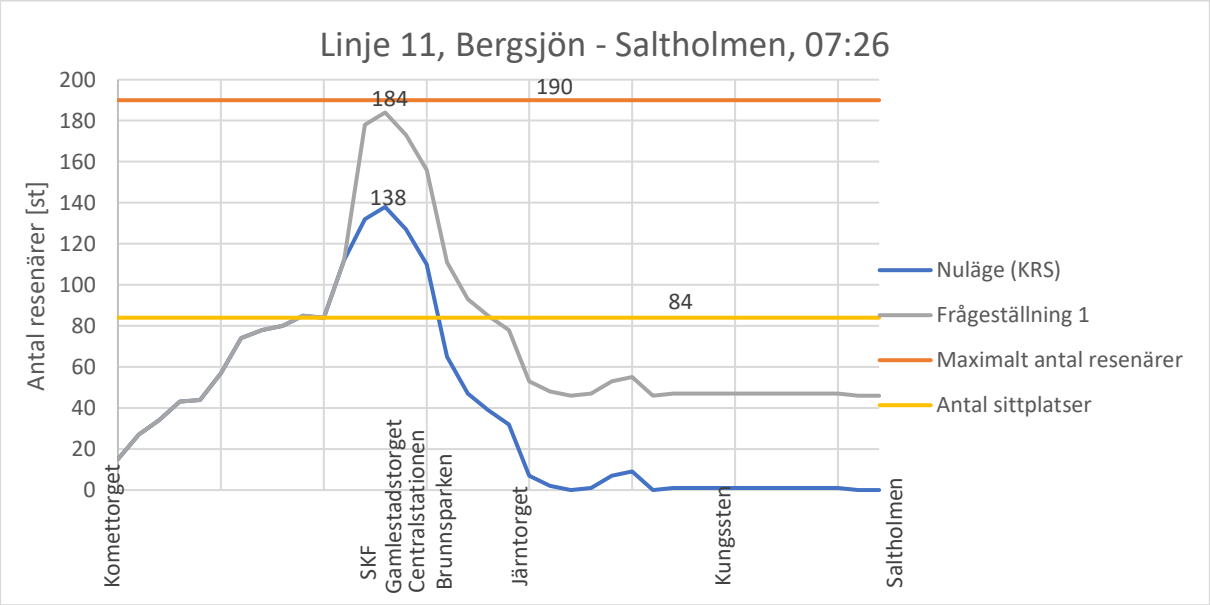
Figur 7. Linje 9, Angered - Kungssten, 07:28 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



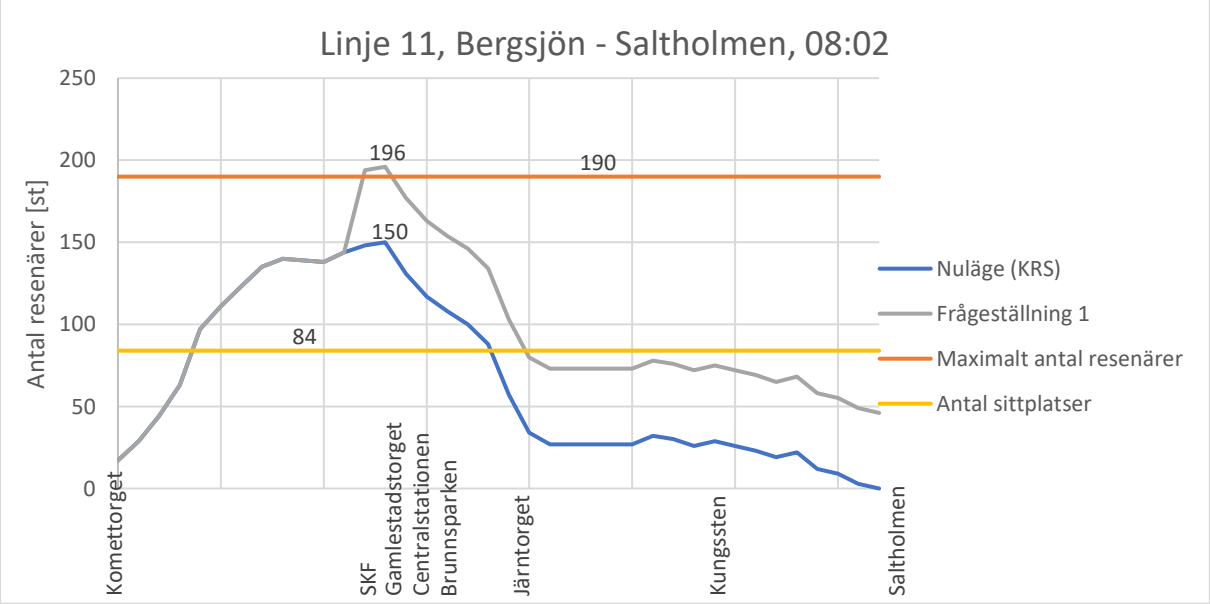
Figur 8. Linje 9, Angered - Kungssten, 07:54 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



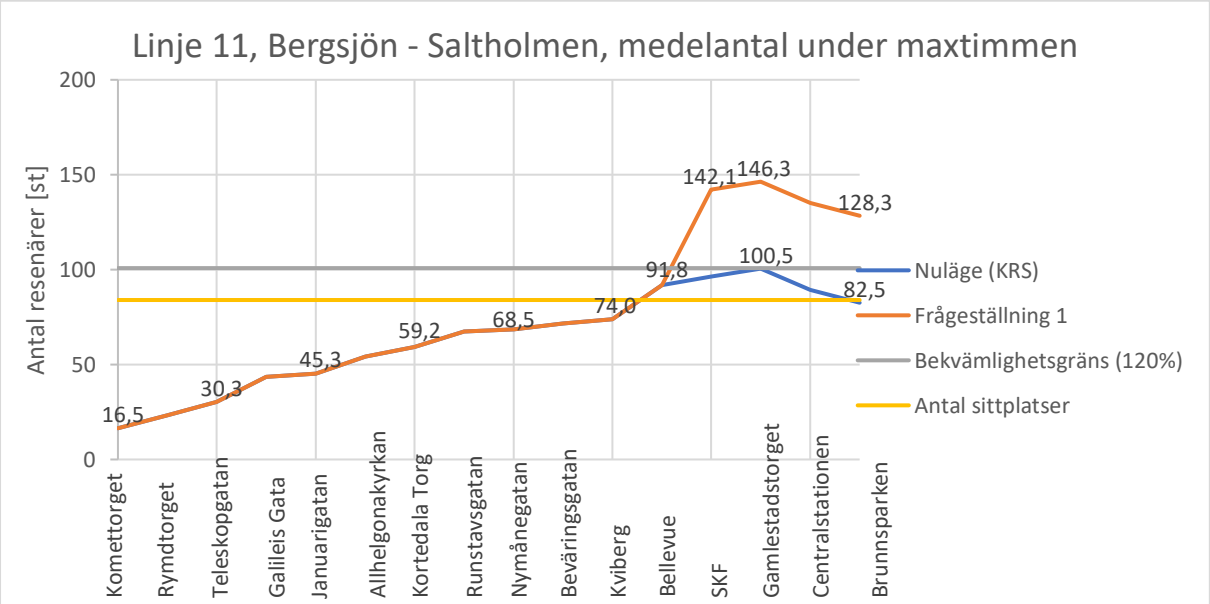
Figur 9. Linje 9, Angered - Kungssten (KRS, Västtrafik, 2017). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).



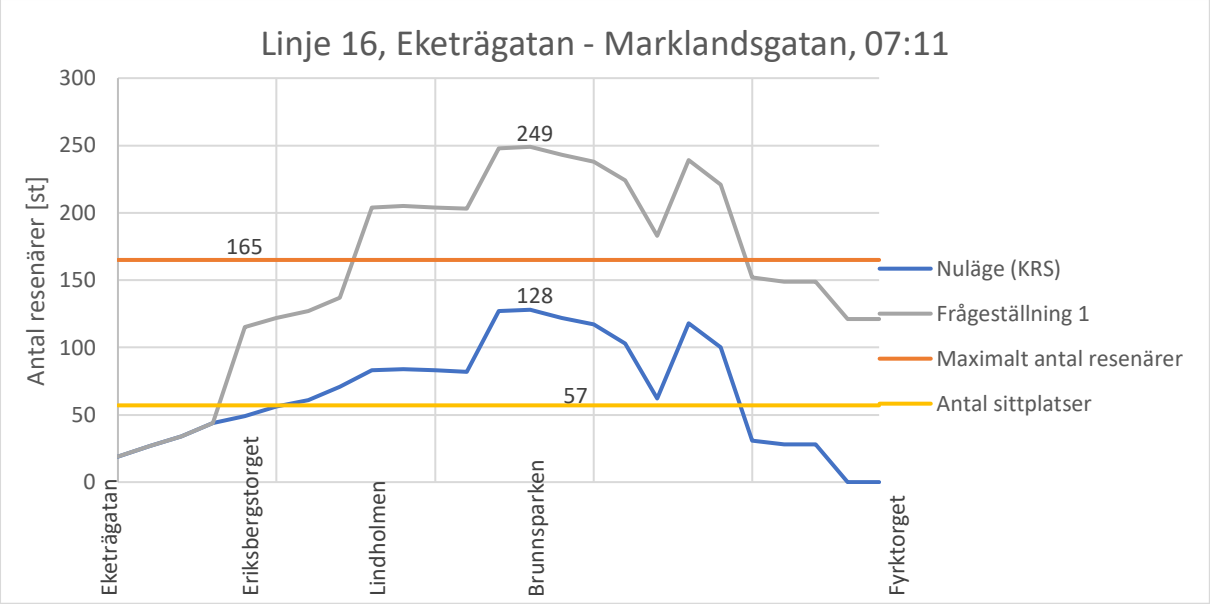
Figur 10. Linje 11, Bergsjön - Saltholmen, 07:26 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



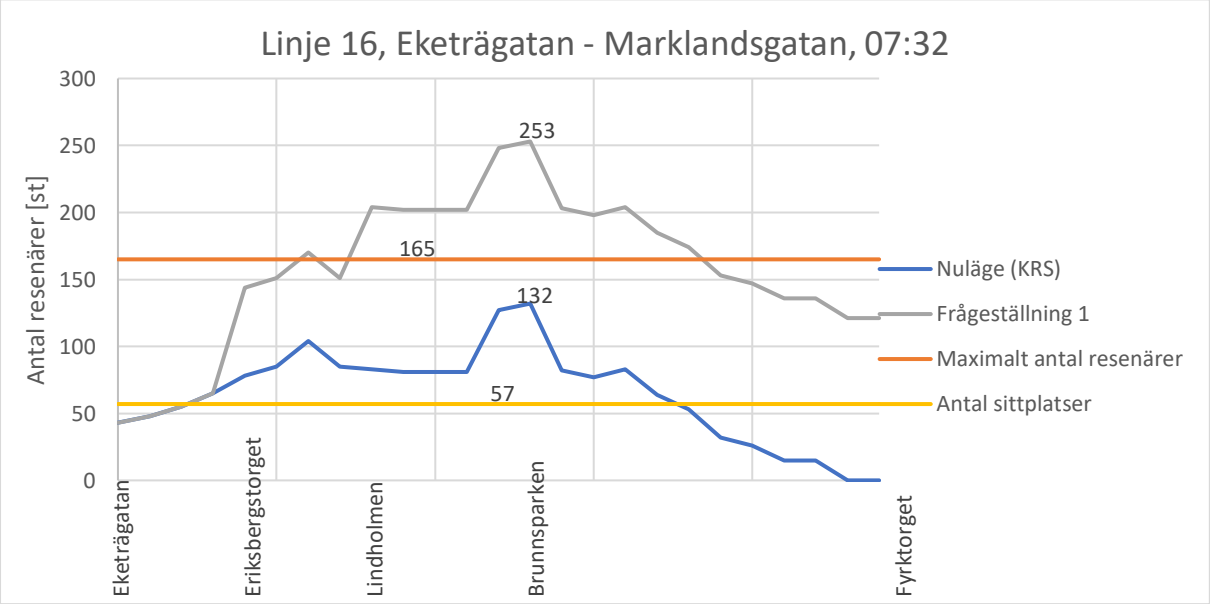
Figur 11. Linje 11, Bergsjön - Saltholmen, 08:02 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



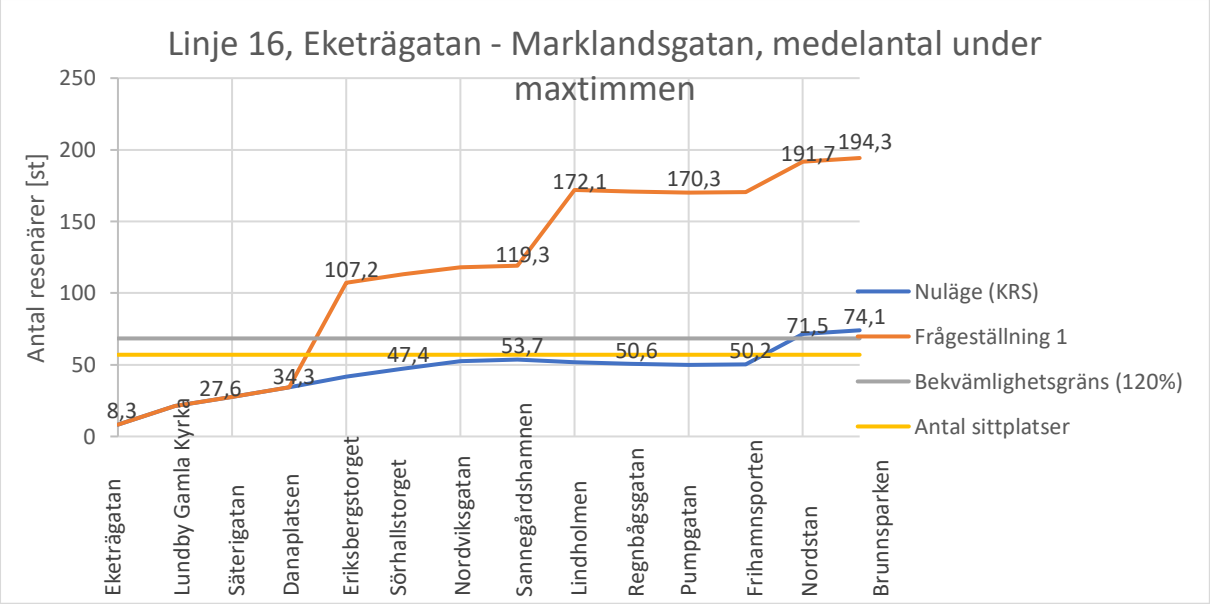
Figur 12. Linje 11, Bergsjön - Saltholmen (KRS, Västtrafik, 2017). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).



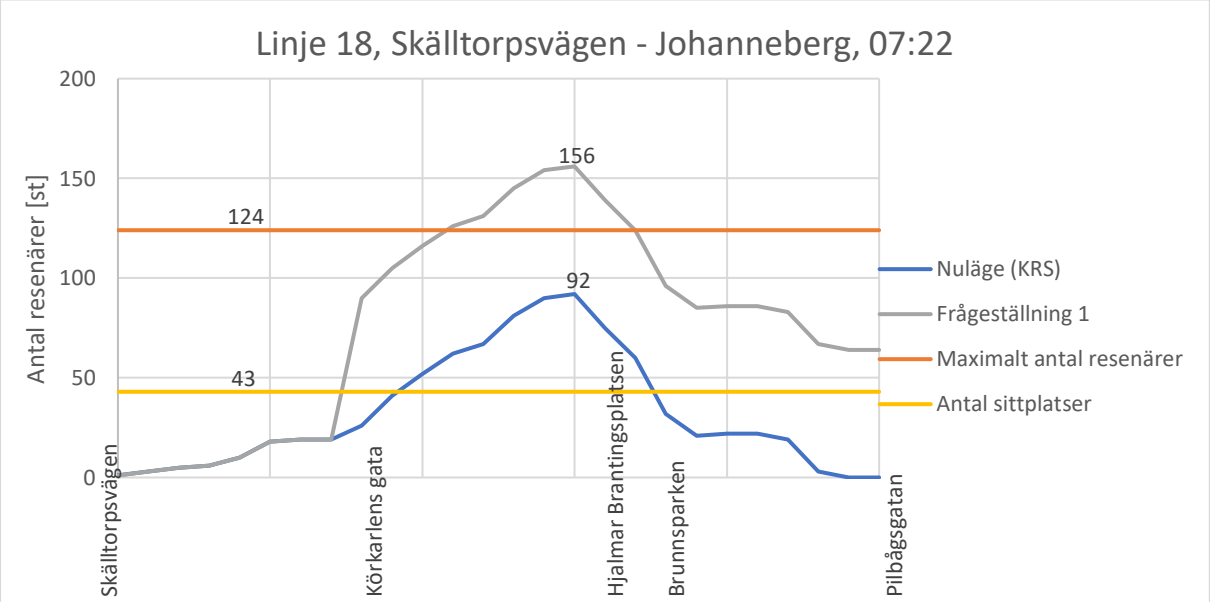
Figur 13. Linje 16, Eketrägatan - Marklandsgatan, 07:11 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



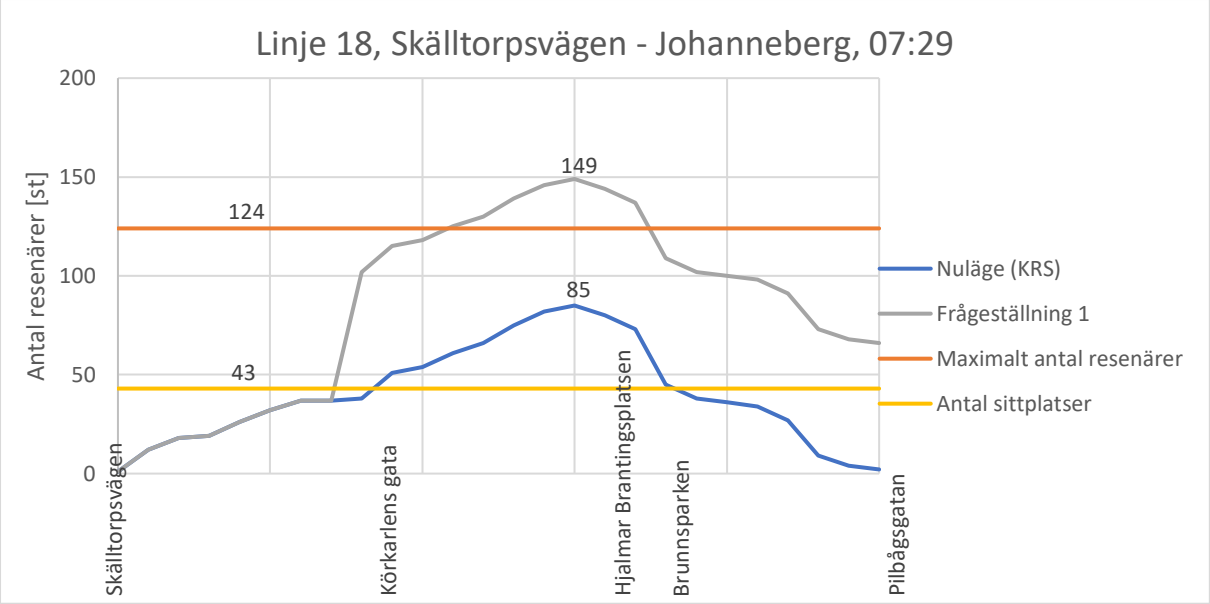
Figur 14. Linje 16, Eketrägatan - Marklandsgatan, 07:32 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



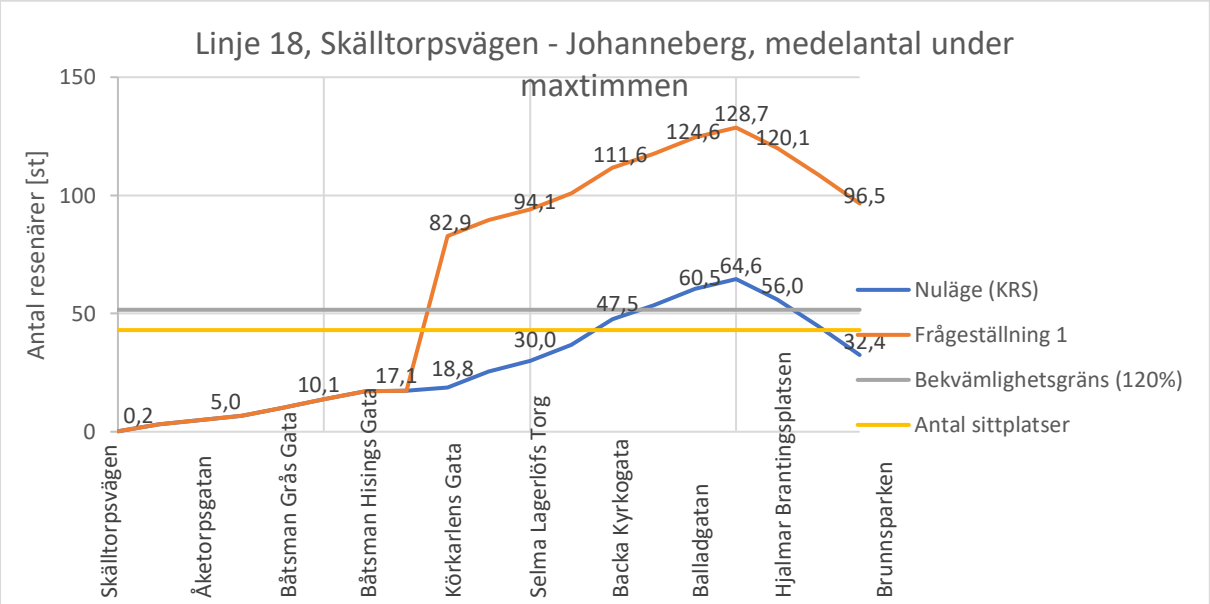
Figur 15. Linje 16, Eketrägatan - Marklandsgatan (KRS, Västtrafik, 2017). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).



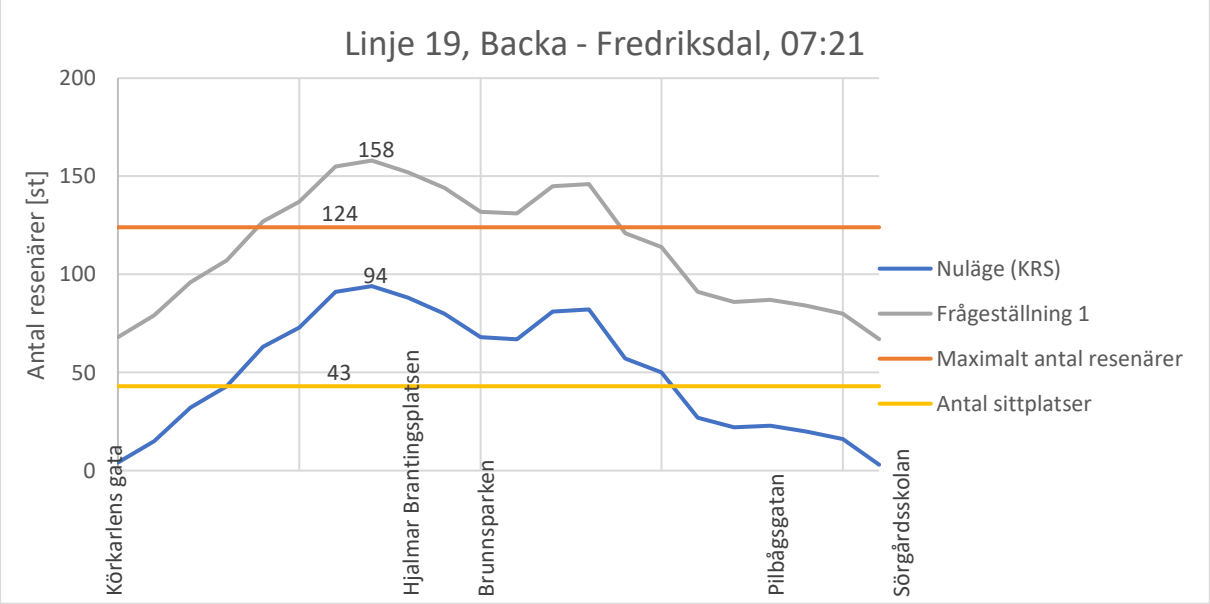
Figur 16. Linje 18, Skälltorpsvägen - Johanneberg, 07:22 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



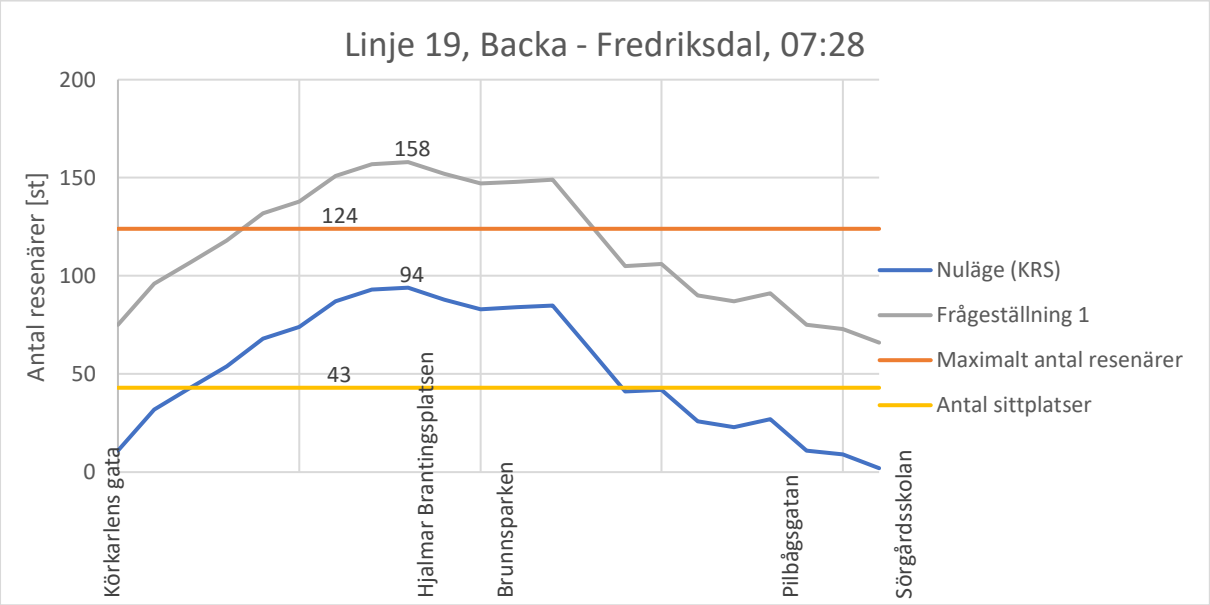
Figur 17. Linje 18, Skälltorpsvägen - Johanneberg, 07:29 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



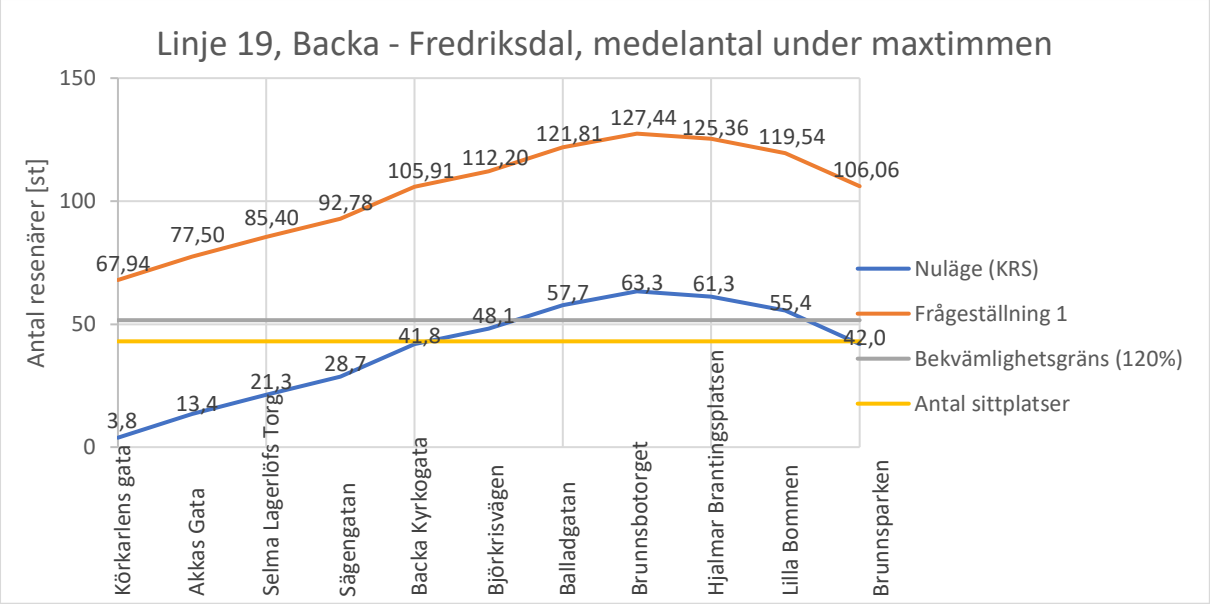
Figur 18. Linje 18, Skälltorpsvägen - Johanneberg (KRS, Västtrafik, 2017). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).



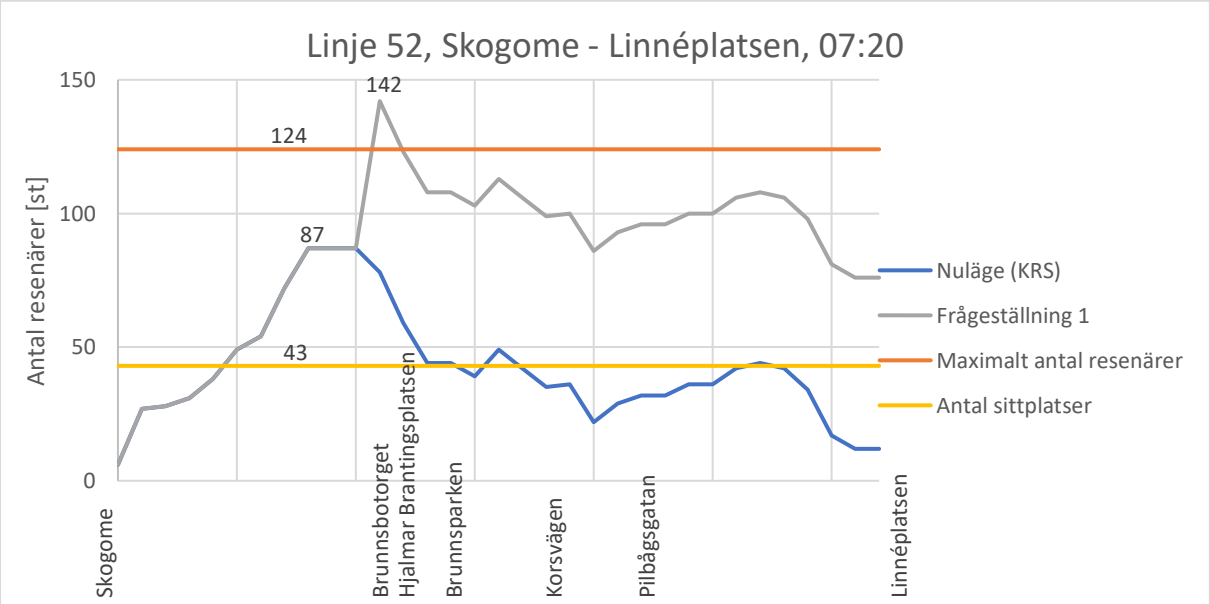
Figur 19. Linje 19, Backa - Fredriksdal, 07:21 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



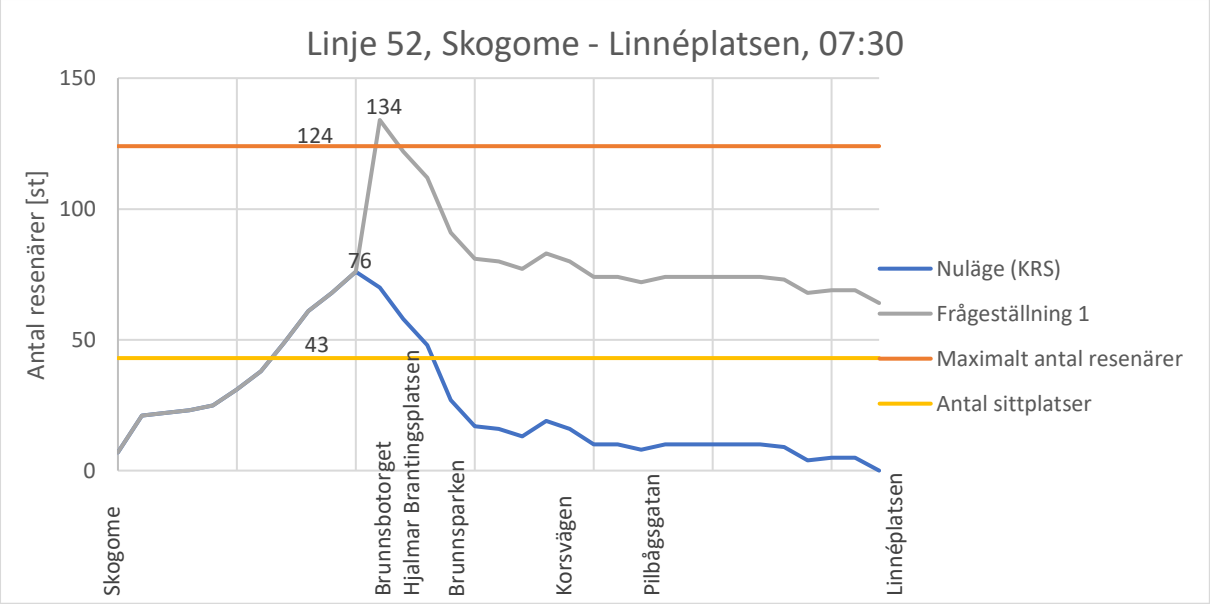
Figur 20. Linje 19, Backa - Fredriksdal, 07:28 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



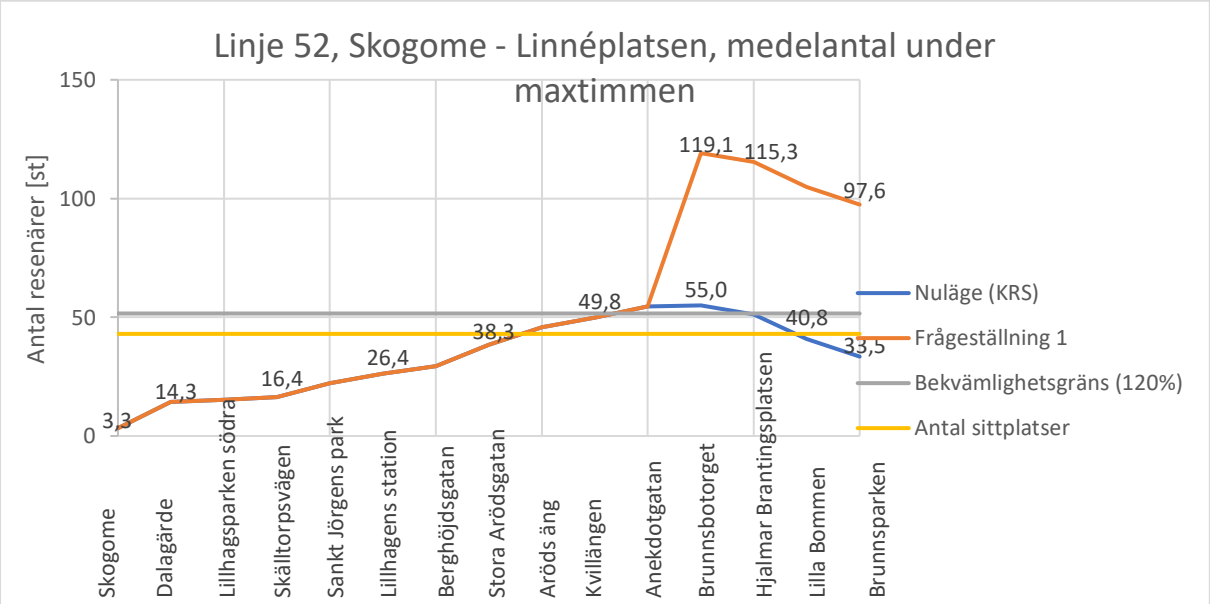
Figur 21. Linje 19, Backa - Fredriksdal (KRS, Västtrafik, 2017). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).



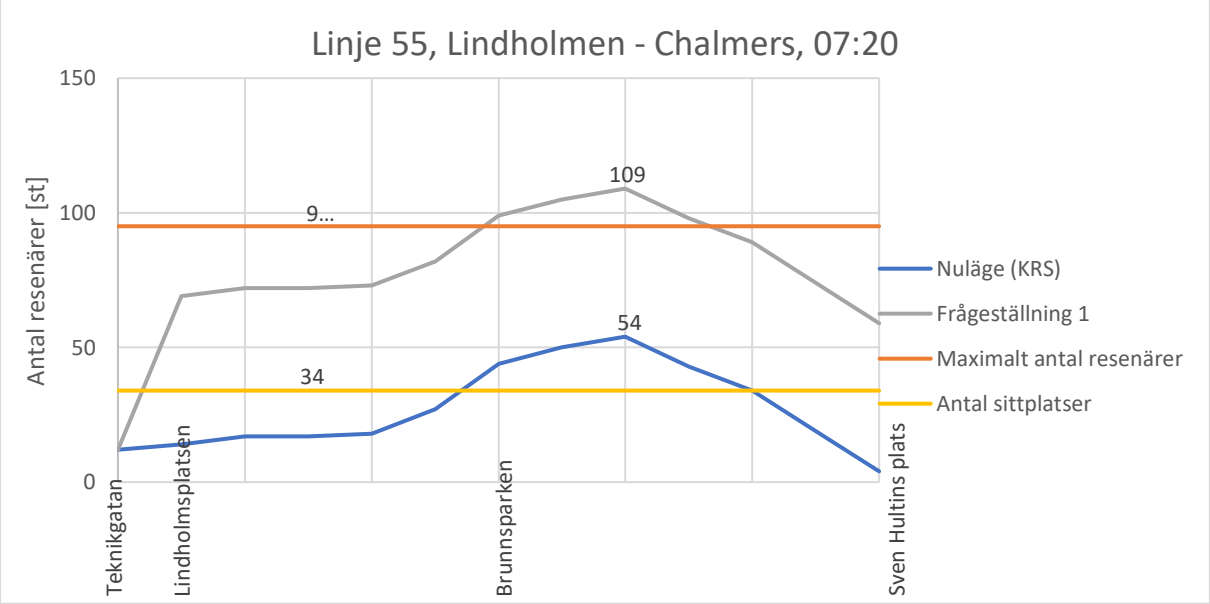
Figur 22. Linje 52, Skogome - Linnéplatsen, 07:20 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



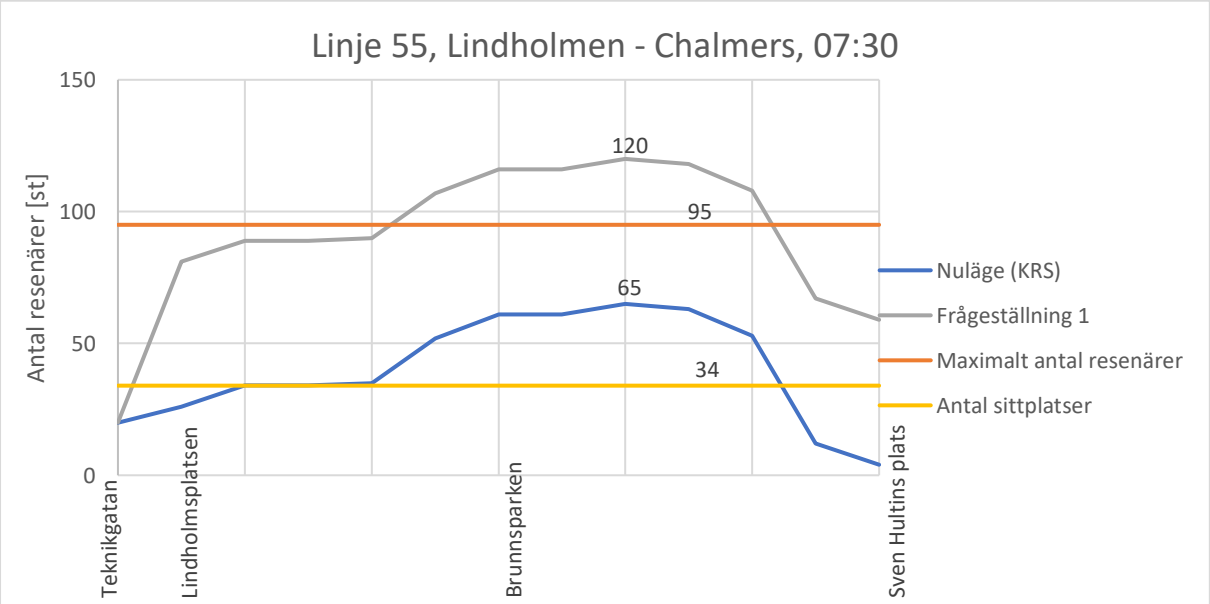
Figur 23. Linje 52, Skogome - Linnéplatsen, 07:30 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



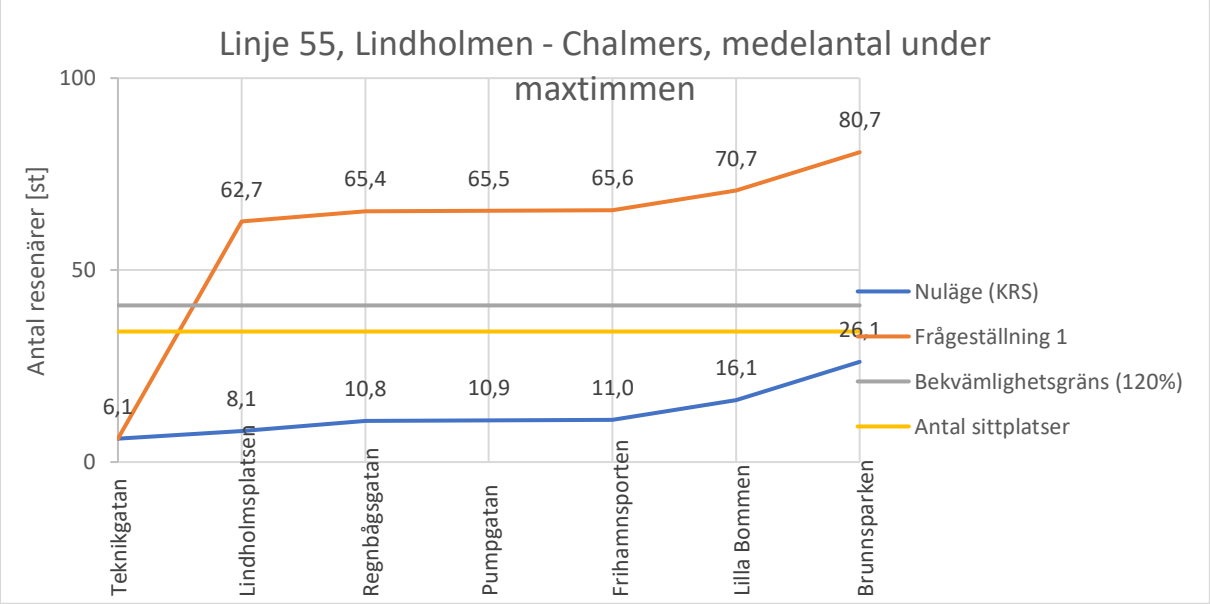
Figur 24. Linje 52, Skogome - Linnéplatsen (KRS, Västtrafik, 2017). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).



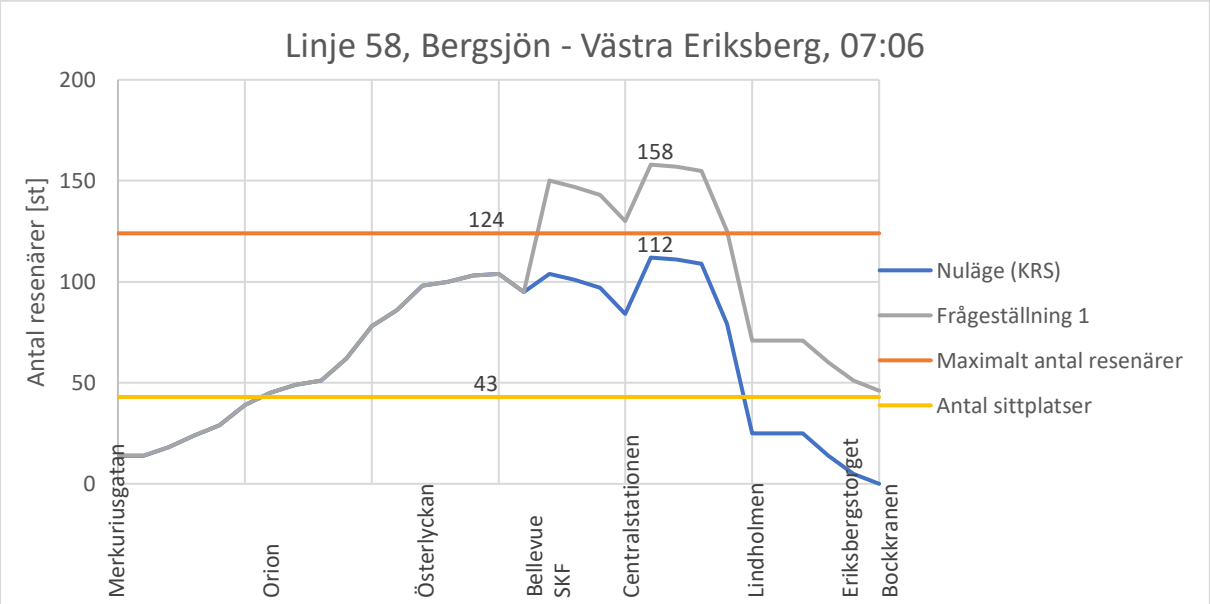
Figur 25. Linje 55, Lindholmen - Chalmers, 07:20 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



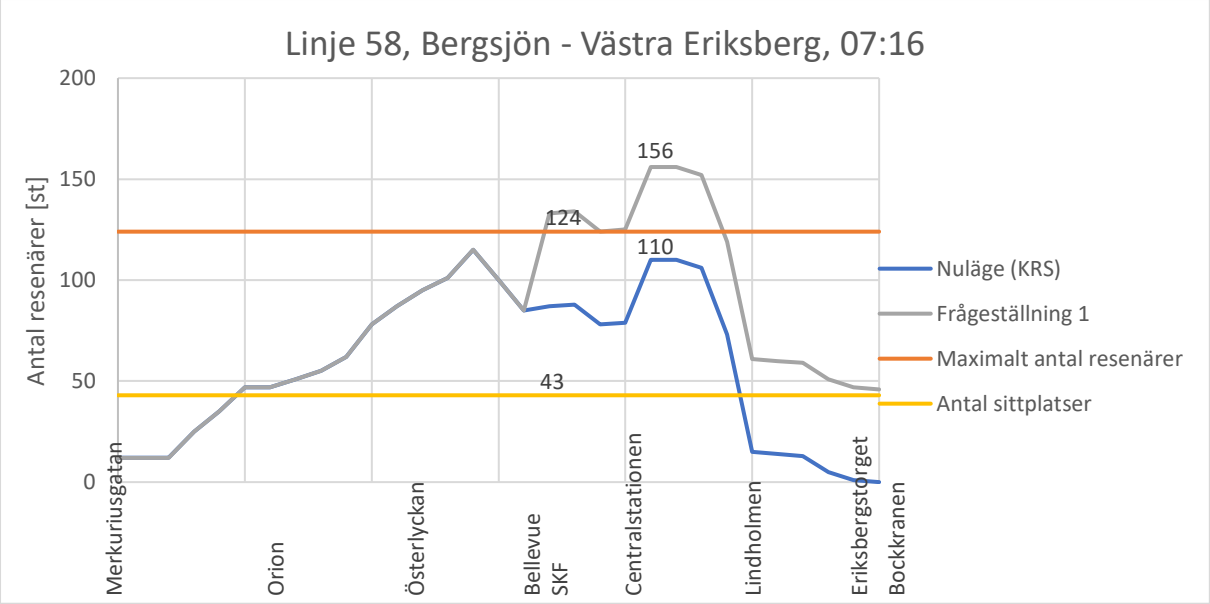
Figur 26. Linje 55, Lindholmen - Chalmers, 07:30 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



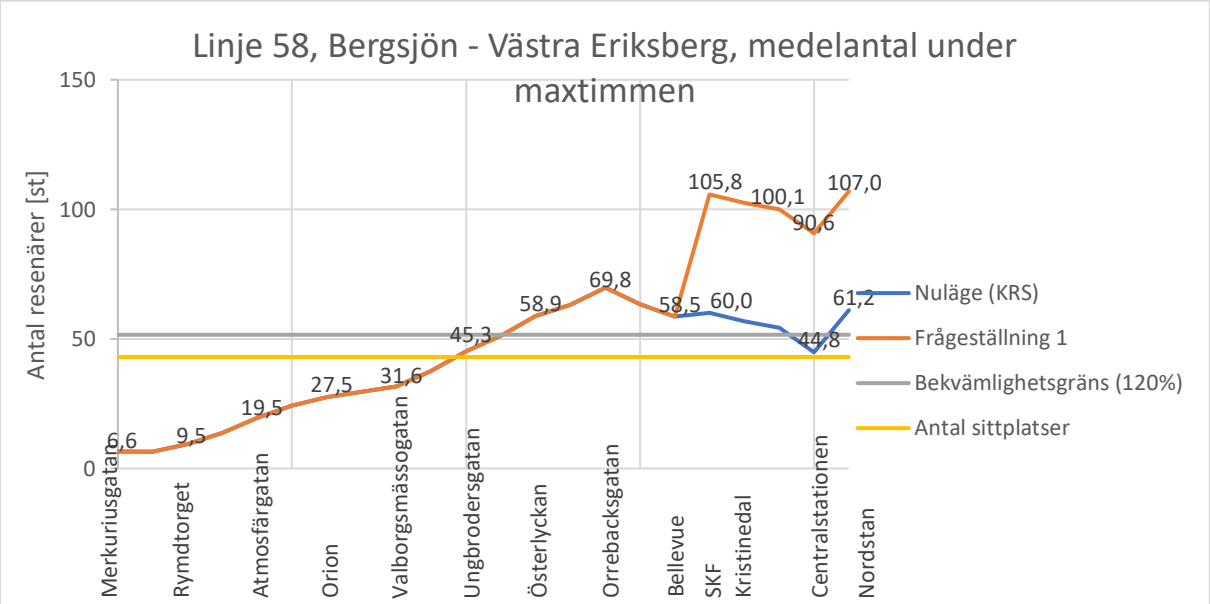
Figur 27. Linje 55, Lindholmen - Chalmers (KRS, Västtrafik, 2017). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).



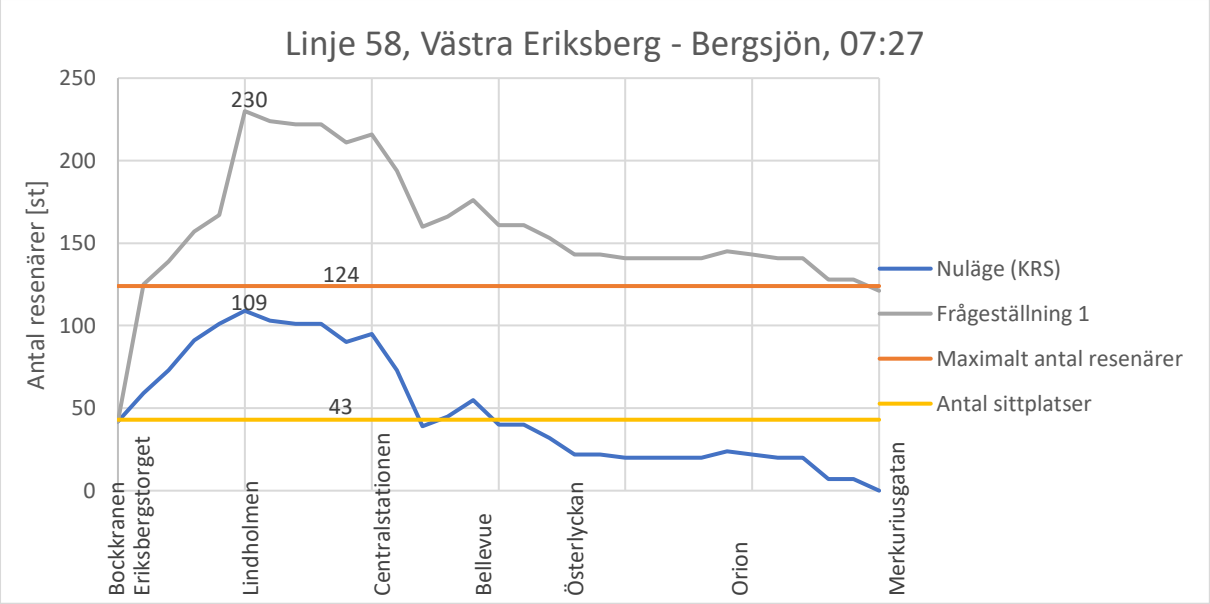
Figur 28. Linje 58, Bergsjön - Västra Eriksberg, 07:06 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



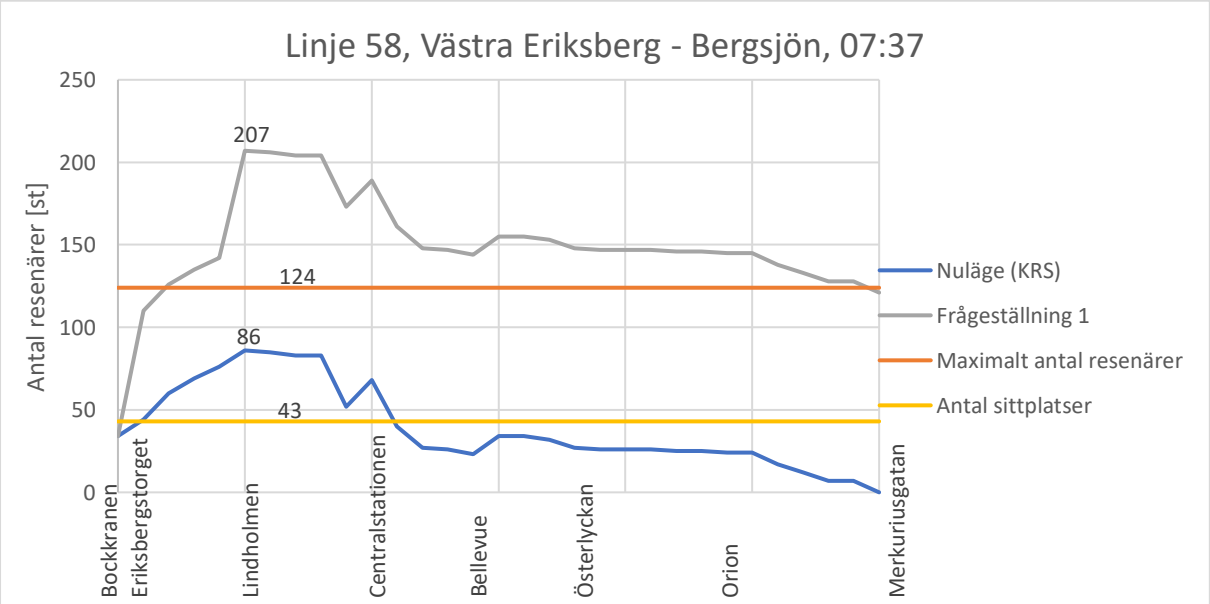
Figur 29. Linje 58, Bergsjön - Västra Eriksberg, 07:16 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



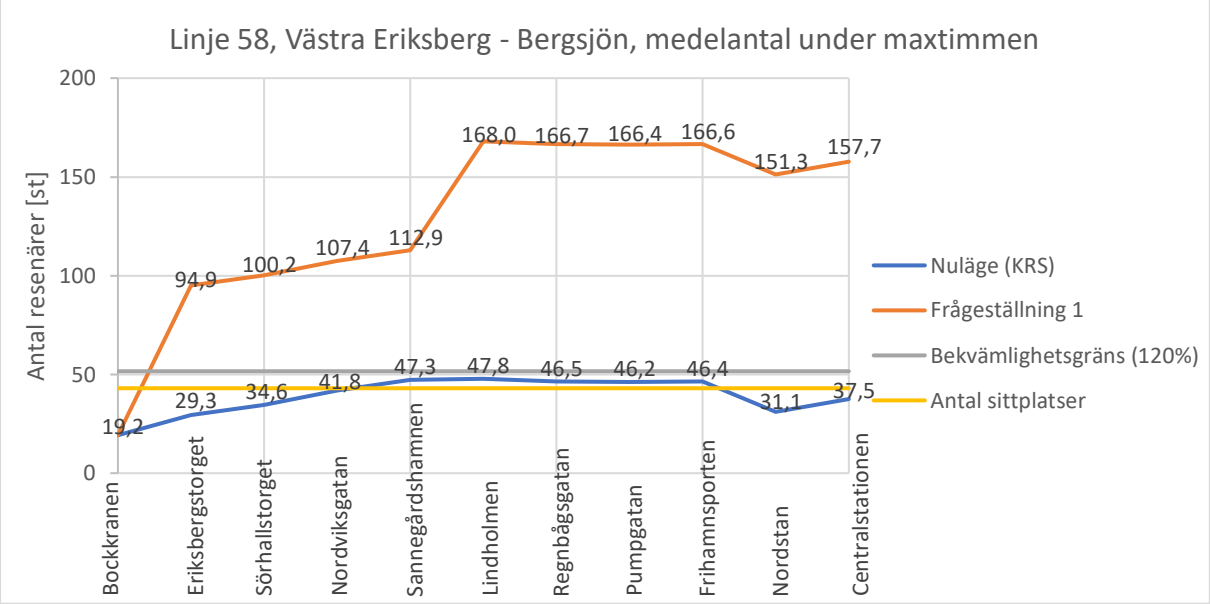
Figur 30. Linje 58, Bergsjön - Västra Eriksberg (KRS, Västtrafik, 2017). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).



Figur 31. Linje 58, Västra Eriksberg - Bergsjön, 07:27 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



Figur 32. Linje 58, Västra Eriksberg - Bergsjön, 07:37 (KRS, Västtrafik, 2017). En av de mest belastade turerna under maxtimmen. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och maximalt antal resenärer fordonet tillåter.



Figur 32. Linje 58, Västra Eriksberg - Bergsjön (KRS, Västtrafik, 2017). Medelantal resenärer under maxtimmen för varje hållplats in mot centrum. Statistiken jämförs med frågeställning 1, antal sittplatser och bekvämlighetsgränsen (120% av antalet sittplatser på fordonet).