



CHALMERS



Enkelriktade älvstränder

Ett unikt förslag på trafikomledning i Göteborg

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogramet Väg- och Vattenbyggnad

ERIK JONSSON
PAULA JUNGBJER
NHUNG LE

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för geologi och geoteknik
Forskargruppen för väg och trafik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2016
BMTX01-16-36

THESIS FOR BACHELOR'S DEGREE IN CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Unidirectional roads close to the riverbanks

A unique proposition for redirection of the traffic in Gothenburg

ERIK JONSSON
PAULA JUNGBJER
NHUNG LE

Department of Civil and Environmental Engineering
Division of GeoEngineering
Research Group Road and Traffic
Chalmers University of Technology
Gothenburg 2016
BMTX01-16-36

Enkelriktade älvstränder

Ett unikt förslag på trafikomledning i Göteborg

ERIK JONSSON
PAULA JUNGBJER
NHUNG LE

© ERIK JONSSON, PAULA JUNGBJER, NHUNG LE, 2016

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för geologi och geoteknik
Forskargruppen för väg och trafik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
SE/412 96 Göteborg
Sverige

Göteborg 2016
BMTX01-16-36

Förord

Denna rapport är ett kandidatarbete, omfattande 15 högskolepoäng, som utgör den avslutande delen av vår treåriga grundutbildning inom civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad på Chalmers Tekniska Högskola.

Vi vill tacka vår handledare Gunnar Lannér samt Claes Johansson och Anders Markstedt från institutionen Bygg- och miljöteknik på Chalmers. Vidare vill vi framföra ett stort tack till trafikanalytikerna Anders Sjöholm och Mats Tjernkvist för den medverkan och tid de tog sig för oss samt PTV VISUM och Trafikkontoret i Göteborg som tillhandahållit oss licens respektive data som möjliggjort detta arbete.

Göteborg, maj 2016

Erik Jonsson, Paula Jungbjer och Nhung Le

Sammandrag

För att klara de utmaningar som det växande Göteborgsområdet ställs inför kommer investeringar i utveckling och förbättring av infrastrukturen i staden att ske. Rapporten syftar på att undersöka om det finns möjlighet att enkelrikta Göteborgs älvstränder tillsammans med älvförbindelserna Tingstadstunneln och Älvsborgsbron under den tid då Götatunneln i centrala Göteborg genomgår ett förstärkningsarbete. En litteraturstudie har gjorts och därefter har egna antaganaden och uppskattningar tagits fram för tänkbara trafiksituationer, intervjuer med erfarna trafikanalytiker har också utförts. Därefter användes ett trafiksimuleringsprogram för att jämföra och utvärdera olika typer av trafikkonfigurationer med enkelriktade älvstränder som utgångspunkt.

I simuleringsprogrammet har undersökningar över Göteborgs vägar gjorts och hur hela vägnätet har påverkats av den enkelriktade cirkulationssträckan. De kriterier som använts för att utvärdera det lämpligaste alternativet har varit att studera vägnätets totala körtid, vart köbildningar sker och vilka risker som kan tänkas uppkomma. Utifrån dessa aspekter har alternativet med Götaälvbron avstängd och Tingstadstunneln samt Älvsborgsbron dubbelriktade visat vara den mest kvalificerade konfigurationen. Oavsett val av trafikomledning kommer en temporär försämring av trafiksituationen i Göteborg att ske till följd. Ytterligare undersökningar rekommenderas för att utvärdera risker och sårbarheter av trafiksystemet.

Abstract

In order to accomplish the challenges the growing Gothenburg metropolitan area is facing, investments are necessary to develop and improve the infrastructure in the city. The purpose of this report is to investigate if it is possible to have unidirectional roads close to Gothenburg's riverbanks along with the river connections "Tingstadstunneln" and "Älvsborgsbron" during the time that "Götatunneln" in central Gothenburg is undergoing reinforcement work. A literature study has been made followed by own assessments and estimations for potential traffic situations and also interviews with experienced traffic analysts. Thereafter traffic simulation software was used in order to compare and evaluate different types of configurations with unidirectional roads.

In the simulation software an investigation of Gothenburg's current traffic situation has been made and how the whole road network is affected by the unidirectional roads. The criterias that are employed in order to evaluate the most appropriate alternative has been to study the road networks total driving time, where queue lines occur and which risks that are involved. Based on these aspects, the most qualified configuration is to close "Götaälvsbron" and keep "Älvsborgsbron" and "Tingstadstunneln" bidirectional. Regardless the choice of how to redirect the traffic, a temporary degradation of the traffic situation in Gothenburg will occur as a consequence. Further investigations are recommended in order to evaluate the risks and vulnerabilities of the traffic system.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund.....	2
1.2	Syfte	2
1.3	Problembeskrivning	3
1.4	Avgränsningar.....	3
1.5	Metod.....	3
2	Göteborg struktur och områden i dagsläget.....	5
2.1	Dagtäthet och lokala verksamheter.....	5
2.2	Trafik kring älvförbindelserna	6
2.3	Omledning av trafik under arbeten och avstängningar	8
3	Trafiksystemets sårbarheter	9
3.1	Väggkorsningar.....	9
3.2	Broar	9
3.3	Tunnlar.....	9
3.4	Olyckor och sabotage	9
4	Uppskattade trafiksituationer	10
4.1	Alla kör längs den enkelriktade sträckan	10
4.2	Alternativa vägar används	10
4.2.1	Götaälvbron	10
4.2.2	Hjalmar Brantingsgatan.....	11
4.2.3	Angeredsbron och Jordfallsbron	12
4.2.4	Nya Allén och Parkgatan.....	12
4.2.5	Första Långgatan	12
5	Analys av trafiksimuleringar	13
5.1	Dagsläget	14
5.2	Enkelriktat med Götaälvbron öppen	15
5.3	Enkelriktat med Götaälvbron avstängd	16
5.4	Enkelriktat med Götaälvbron avstängd och Tingstadstunneln dubbelriktad	18
5.5	Enkelriktat med Götaälvbron avstängd och Älvsborgsbron dubbelriktad.....	18

5.6 Enkelriktat med Götaälvbron avstängd och Tingstadstunneln och Älvsborgsbron dubbelriktade.....	19
6 Resultat	22
7 Diskussion.....	23
7.1 Faktorer som har påverkat trafiksimuleringsprogrammets resultat	23
7.2 Avstängning av Götaälvbron	23
7.3 Sårbarheter i trafiksystemet	24
7.4 Alternativa vägars påverkan	24
7.5 Mänskliga beteenden	24
7.6 Avgränsningens påverkan på utfallet.....	25
8 Slutsats	26

Källförteckning

Bilaga 1. Karta över Göteborg med vägar, geografiska platser och områden utritade

1.1 Bakgrund

I samband med Västlänken krävs ett förstärkningsarbete av Götatunneln. En utmaning med arbetet av tunneln kommer att vara omledning av trafik under den tid då förstärkningsarbetet pågår. Två naturliga lösningar till liknande problem som setts tidigare är avstängning av det ena tunnelröret medan det andra används till dubbelriktad trafik. Arbetet med Söderledstunneln i Stockholm under 2015 är ett exempel på detta (Stockholms stad, 2015). En annan lösning är att stänga tunneln helt och på så sätt kunna utföra arbetet under en kortare period. Ett exempel på detta är arbetet med Norra länken i Stockholm under 2015 (Trafikverket, 2015a).

Ytterligare ett alternativ är att låta förstärkningsarbete pågå i ena tunnelröret medan det andra är öppet för trafik i en riktning. I fallet med Götatunneln, som är en högt trafikerad väg, skulle detta alternativ innebära ett behov av trafikomledning. Utökas den enkelriktade sträckan längs hela Södra Älvstranden skulle en stor cirkulationsplats kunna bildas genom att även enkelrikta Norra Älvstranden, Tingstadstunneln och Älvsborgsbron. Figur 2 visar på en karta hur cirkulationssträckan skulle komma att se ut.



Figur 2: Vägkarta över den sträcka som är tänkt att enkelriktas och resulterar i en cirkulationssträcka.
© Lantmäteriet (bearbetad av författarna)

1.2 Syfte

Syftet är att kontrollera om det ur ett trafikbelastningsperspektiv är möjligt att enkelrikta trafiken moturs längs södra och norra älvstränderna tillsammans med älvförbindelserna Tingstadstunneln och Älvsborgsbron under en ettårsperiod. Arbetet avser att undersöka vilka konsekvenser som uppstår och vilka åtgärder som krävs för att det ska vara praktiskt möjligt för biltrafik att ta sig fram på ett enkelt och säkert sätt.

1.3 Problembeskrivning

Genom att enkelrikta trafiken inom ett stort område, i detta fall längs hela älvstränderna samt älvförbindelserna, uppstår situationer som behöver behandlas. Denna rapport fokuserar på följande frågeställningar:

- Hur påverkas de vägar som är tänkta att bli enkelriktade med hänsyn till belastning?
 - Är det genomförbart att ha enkelriktat längs hela sträckan eller behövs dubbelriktad trafik på vissa sträckor?
 - Hur kommer anslutande vägar att påverkas?
- Hur kommer vägar i närheten av cirkulationssträckan att påverkas av trafikomledningen?
- Hur effektivt kommer det enkelriktade vägsystemet att vara jämfört med i dagsläget med avseende på tid och framkomlighet?

1.4 Avgränsningar

Arbetet avser inte att studera hur andra vägar än älvstränderna samt älvförbindelserna Tingstadstunneln och Älvsborgsbron kan enkelriktas och grundas på de förutsättningar som råder fram till år 2018, då stora förändringar sker i Göteborgs infrastruktur mellan åren 2018 och 2021. Andra inplanerade projekt i Göteborg som kan komma att påverka trafiksituationen kommer inte att avhandlas. Arbetet kommer enbart att fokusera på trafikflödet gällande biltrafik och därför utesluta gång-, cykel- samt kollektivtrafiken. De ekonomiska och miljömässiga effekterna kommer inte att behandlas då det skulle bli för omfattande i detta arbete.

1.5 Metod

För att initialt få en överskådlig bild av hur Göteborg och dess vägnät ser ut har kartor över staden undersökts och analyserats. Trafikverkets befintliga information om trafikflöden i Göteborg samt Göteborg Stads statistik över fordon på olika vägar har legat till grund för uppskattningar om hur de nya förutsättningarna kommer att påverka trafikfördelningen.

Kunskap om befolkningens resvanor samt var de bor är nödvändiga för att göra en prognos om trafikflödet i Göteborg. Sådan information har samlats in från Göteborgs Stads rapporter och analyser samt statistiska centralbyrån, SCB.

Olika uppskattningar av trafiksituationer har tagits fram utifrån trafikflödesdata från Trafikverket och antaganden baserat på litteraturstudier. Dessa har legat till grund för de beräkningar som sedan gjorts i ett trafiksimuleringsprogram för att på ett mer detaljerat sätt beräkna hur trafikfördelningen kommer att se ut och stödja de uppskattningar som tidigare gjorts.

För att få en djupare förståelse om betydande platser för detta arbete samt eventuella sårbarheter i trafiken har intervjuer gjorts med kunniga personer inom området. Information från intervjuerna har kompletterats med litteratur i form av rapporter och andra relevanta publikationer inom området, främst från Trafikverket och Trafikkontoret i Göteborg.

Trafikplaneraren Anders Sjöholm från Ramböll har intervjuats för kunskap om trafikplanering och om programvaran PTV VISUM för trafikanalyser. Under senare delen av arbetet användes PTV VISUM för att simulera trafikflödet med hänsyn till olika scenarier.

Mats Tjernkvist, trafikanalytiker på M4Traffic har intervjuats då han besitter kunskap och erfarenhet av trafikplanering och trafikanalys. Frågor som uppkommit har främst handlat om hur data från trafiksimuleringen kan analyseras, vilka risker som finns och systemets sårbarhet.

Det är viktigt att understryka att beräkningarna som görs är förenklingar av verkligheten. De modelleringar som görs kategoriseras oftast som fysiska eller abstrakta modeller inom trafikmodellering. Den abstrakta modelleringen handlar om tankeprocesser över händelser i verkligheten från individens perspektiv och kunskaper. Dessa abstrakta modeller förfinas genom diskussion och med hjälp av erfarenhet (Ortúzar och Willumsen, 2001). Den här typen av modellering har använts i arbetet när uppskattningar tagits fram. När det kommer till den fysiska modelleringen har flödessimuleringar av trafiken gjort i ett datasimuleringsprogram.

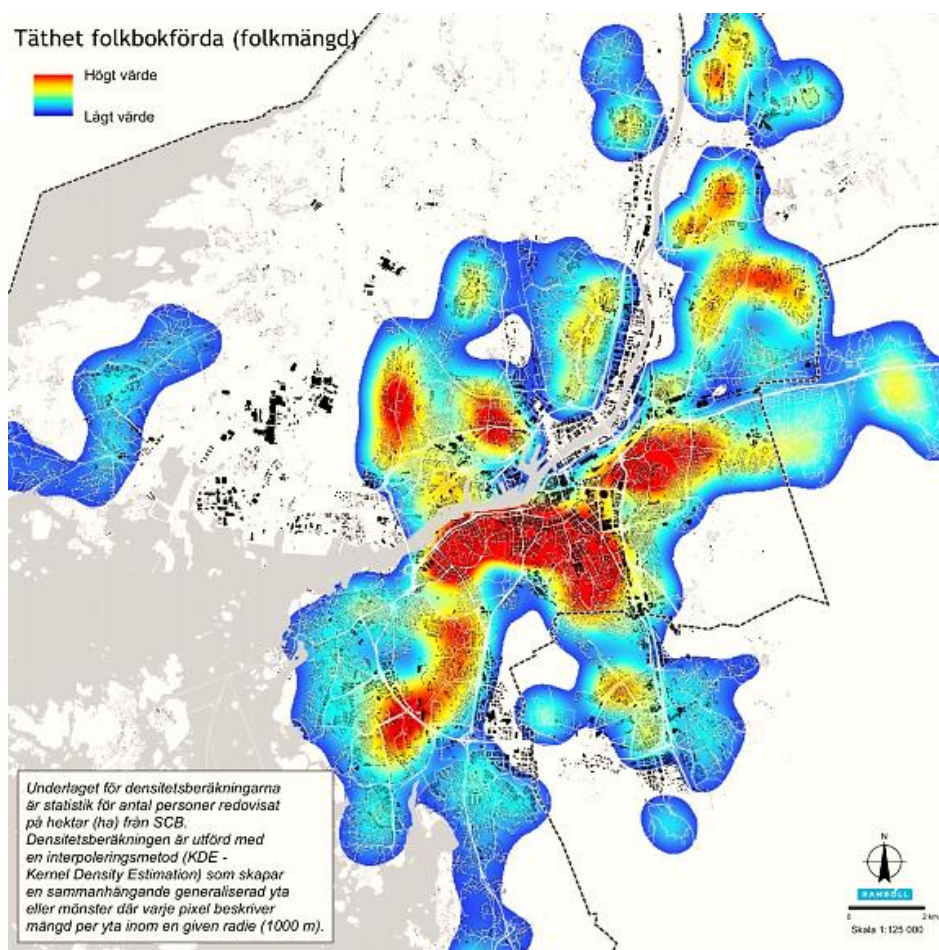
Trafiksimuleringsprogrammet PTV VISUM är det program som har använts i arbetet för att kunna utvärdera de scenarier som tagits fram (PTV VISUM, 2016). Programmets licens för arbetet har begränsats till Göteborgsområdet, vilket fortsättningsvis kommer att benämnas som system. Arbetet utgår från Trafikkontorets basversion av VISUM modell som används för trafikanalyser inom KomFram Göteborg (Trafikkontoret, 2015b) som sedan har justerats för detta arbete vid uträkningar av olika scenarier. KomFram Göteborg är en grupp med syfte att planera och koordinera inför och under tiden olika infrastrukturprojekt sker i Göteborg (Trafikverket, 2015b). I simuleringsprogrammet är staden indelad i zoner med information om arbetsplatser och folkbokförda. En fördel med PTV VISUM är att programmet använder så kallad Intersection Capacity Analysis, ICA, vilket innebär att när kapaciteten i en korsning överskrids så övergår kön till intilliggande vägsträcka, vilket en del andra etablerade simuleringsprogram inte gör. Det viktiga i trafiksimuleringsprogrammen, oavsett program, är de antaganden som görs och vilken indata som används för att göra en bra prognos. Enligt Mats Tjernkvist, trafikanalytiker på M4Traffic, gör simuleringsprogram mycket träffsäkra förutsägelser om goda antaganden gjorts.

2 Göteborg struktur och områden i dagsläget

Lokalkännedom om Göteborg är av stor vikt för att möjliggöra större säkerheter gällande trafikanalyser. Stadens uppbyggnad med avseende på vägnätet, vart dess invånare bor samt vart och hur de reser har därför sammanställts.

2.1 Dagtäthet och lokala verksamheter

När dagbefolkningen undersöks i relation till folkbokföring kan befolkningsstrukturen kartläggas för att förstå hur befolkningen transporteras. Göteborg har mestadels en gles struktur med låg befolkningstäthet jämfört med Sveriges andra storstäder, Stockholm och Malmö (SCB, 2016). Ytan är stor i proportion till befolkningmängden. Majoriteten av arbetsplatserna i Göteborg ligger centralt, söder om Göta älv där även handeln generellt finns. Utöver den centrala kärnan är även Linnéstaden, Lindholmen och Gamlestaden områden med många arbetsplatser som genererar hög dagtäthet, samt de två sjukhusen Sahlgrenska och Östra sjukhuset, se Bilaga 1. I Torslanda finns verksamheter inom Volvo med både huvudkontoret för AB Volvo samt fabriksanläggningen för Volvo personvagnar. Här är tätheten av befolkningen under dagtid lika stor som den är i centrala delen av Göteborg, se Figur 3 (Trafikkontoret, 2013b).



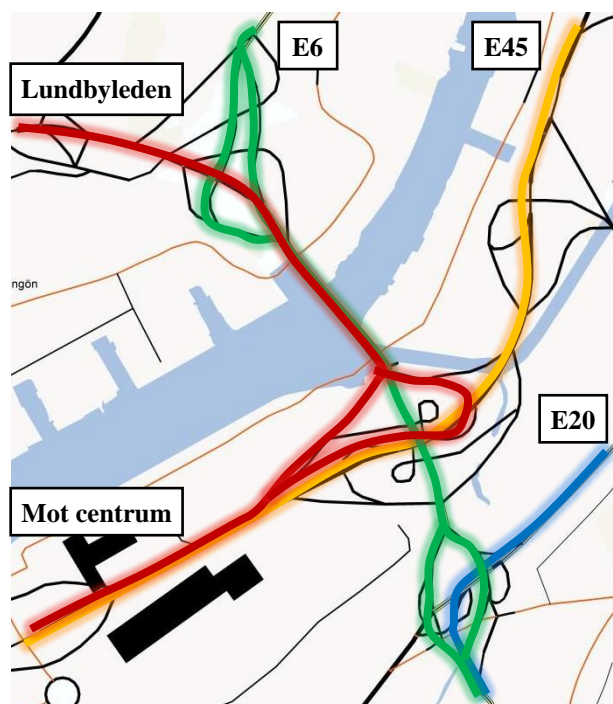
Figur 3: Dagtätheten i och kring Göteborg.
Bilden är framtagen av Ramböll (Trafikkontoret, 2013b).

I Göteborg ligger Skandinavien största hamn som är belägen i västra delen av staden. Det är en viktig knutpunkt i det svenska godssystemet och stadens stora hamn- och industriområden genererar många arbetstillfällen. Ett annat viktigt element är kusten och Göteborgs skärgård med ett tjugotal lättillgängliga öar från centrala Göteborg med flera aktiviteter som lockar till sig människor (Göteborg, 2016).

Serviceverksamheter som dagligvaruhandel, skolor och sjukvård är en viktig faktor som ger upphov till resor. Denna typ av verksamhet har en större geografisk spridning än de arbetsrelaterade verksamheterna. Urbana verksamheter tas även till hänsyn som målpunkter dit folk rör sig, exempelvis Liseberg, Svenska mässan, Scandinavium, Ullevi, Universeum och Världskulturmuseet som 6,5 miljoner människor besöker årligen (Trafikkontoret, 2013b). Göteborgs centrum, Linnéstaden, Backaplan och Frölunda, se Bilaga 1, är andra områden där det finns flera urbana verksamheter i form av restaurang- och kulturverksamheter.

2.2 Trafik kring älvförbindelserna

Göta älv delar av staden Göteborg i en nordlig och en sydlig del och all trafik som ska över älven måste anpassa sig till de förbindelser som finns. En av dessa förbindelser över Göta älv är Tingstadstunneln, se Figur 4.

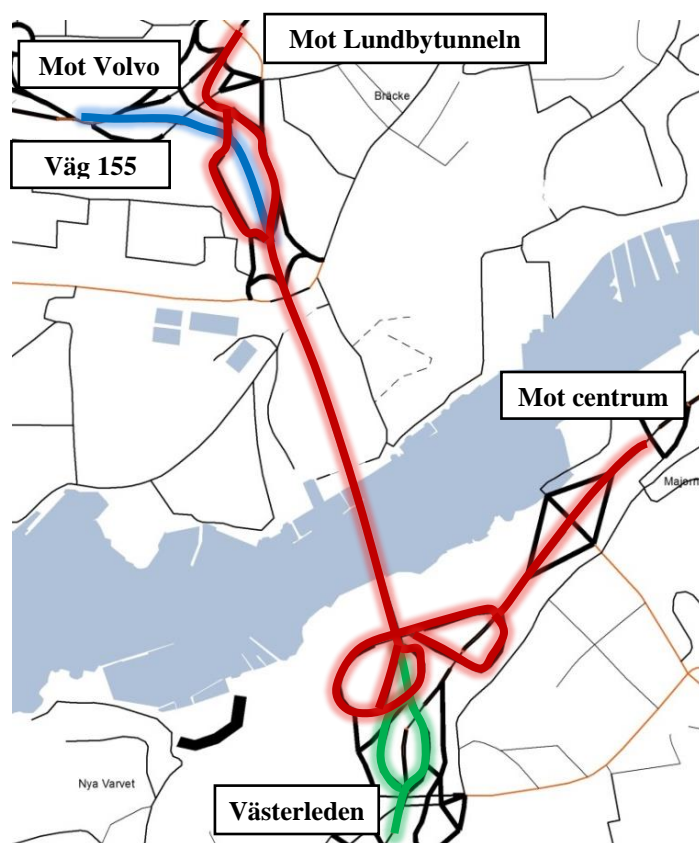


Figur 4: Vägkarta över Tingstadstunneln med dess olika färdriktningar inritade.
© Lantmäteriet (bearbetad av författarna)

Tingstadstunneln länkar samman Norra- och Södra Älvstranden och är en av de två förbindelser som vid den tänkta enkelriktningen skulle leda trafiken över älven. Genom Tingstadstunneln går trafik från Europaväg 6, E6, som sträcker sig från Trelleborg i Skåne till Kirkenes i Norge. År 2015 körde cirka 27 500 fordon per dygn från E6 in i Tingstadstunneln (Trafikverket, 2016b) och utöver den trafiken så är tunneln en viktig

länk för att leda alla trafikanter på Norra Älvstranden till och från Europaväg 20 och 45 på södra sidan. Detta gör att Tingstadstunneln idag är den mest trafikerade älvförbindelsen. Enligt data från år 2015 körde över 50 000 fordon i vardera riktning per medelvardagdygn (Trafikverket, 2016b). Tunneln är hårt belastad då den är dimensionerad för totalt 80 000 fordon per dygn (Hallman, 2008).

En annan älvförbindelse längre västerut är Älvsborgsbron som även den skulle vara en del av den tänkta cirkulationssträckan som uppkommer vid en enkelriktning, se Figur 5. Det aktuella trafikflödet över Älvsborgsbron är betydligt lägre än Tingstadstunneln med ca 26 000 fordon per dygn i vardera riktning.



Figur 5: Vägkarta över Älvsborgsbron med dess olika färdriktningar inritade.
© Lantmäteriet (bearbetad av författarna)

Älvsborgsbrons norra ände ligger i nära anslutning till Volvo och Göteborgs hamnverksamhet samt att länsväg 155 med trafik ut mot Göteborgs öar börjar här. Enligt trafikverkets trafikdata från 2014 åker nästan hälften av alla de fordon som färdas i nordlig riktning över bron vidare västerut (2016a). Resterande trafik fortsätter mot Lundbytunneln på Norra Älvstranden.

I södra änden av bron an knyter Västerleden för vidare trafik söderut. Utifrån data från 2014 kör mer än dubbelt så många fordon söderut från bron jämfört med de som kör vidare österut mot centrum (Trafikverket, 2016a).

Dessa älvförbindelser är endast hårt belastade under ett par timmar under dagen, vid morgon och eftermiddag. Övrig tid på dygnet förekommer mindre trafikflöden, då vägarnas kapacitet klarar trafikbelastningen utan motstånd. Detta gäller även de resterande vägarna i Göteborg.

2.3 Omledning av trafik under arbeten och avstängningar

När tidigare trafikarbeten har utförts i Göteborg har trafiken ibland begränsats och i vissa fall varit tvungen att ledas om. Det finns flera fall där broar och tunnlar runt om i Göteborg har varit utsatta. De har dels blivit temporärt avstängda men ofta har de gjorts dubbelriktade för trafik i ett av tunnelrören respektive brofilerna. Hänvisningar till alternativa vägar brukar då förmedlas.

Begränsad framkomlighet i Tingstadstunneln har i tidigare fall resulterat i rekommendationer att använda de nordliga broarna Jordfallsbron och Angeredsbron eller Älvsborgsbron i väst då dessa enligt trafikverket har gott om ledig kapacitet. (TT, 2015). Trafikanter med tänkt resväg genom Lundbytunneln uppmanas att vid behov istället köra Hjalmar Brantingsgatan, se Bilaga 1, längs Norra Älvstranden (Trafiken.nu, 2015). Även Älvsborgsbron har varit tvungen att vara avstängd i ena eller båda riktningarna. Trafikanterna har då hänvisats till andra älvförbindelser längre österut, så som Tingstadstunneln och Götaälvbron (Nilsson, 2011).

3 Trafiksystemets sårbarheter

För analys av trafiksystem är det av stor vikt att känna till hur olika delar av vägen påverkas i olika situationer. Medvetenhet kring de risker och konsekvenser som föreligger behövs för att kunna utvärdera sårbarheten i systemet.

3.1 Vägkorsningar

I korsningar kan det uppstå konflikter mellan svängande och genomkörande fordon. Vid låga trafikflöden är det vanligtvis inga problem medan det däremot i situationer med höga trafikflöden kan uppstå problem. Transporteffektivitet och säkerhet blir försämrade på grund av den disharmoniska relationen mellan svängande och genomkörande fordon (Li & Sun, 2016).

3.2 Broar

Broar är i regel ställen där köer bör undvikas. Detta beror på de risker som uppkommer i samband med trafikstockning. Olyckor på broar är mer känsliga då de är utsatta lägen där det är svårt med förflytning ifall något skulle hända. Sårbarheter gällande broar finns i avseendet att de är mer känsliga för vind än vanliga vägar. I exempelvis USA har vind visat sig vara ett viktigt bidrag till fordonsolyckor, speciellt lastbilar på broar. För att minska riskerna som beror av väderlek kan fordons hastigheten begränsas och ibland kan broar stängas av helt (Chen & Cai, 2004). Temporära avstängningar av Älvsborgsbron har skett ett flertal gånger tidigare på grund av vädret (Nilsson, 2011). Även andra händelser har lett till temporära avstängningar av Älvsborgsbron, som när en person tog sig ner på en avsats under bron vilket orsakade långa bilköer i anslutning till bron (Kennedy, 2015).

3.3 Tunnlrar

Olyckor i tunnlar kan få farliga konsekvenser för trafiken och tunneln i sig. Sådana olyckor beror delvis på de annorlunda förutsättningarna som råder där jämfört med öppen väg. Den mest anmärkningsvärda och farligaste följden av olyckor i tunnlar är de som involverar brand. Risken för att en brand ska bryta ut i en tunnel är väldigt liten, dock blir konsekvenserna när det inträffar avsevärt höga. Det finns flera faktorer som förvärrar sådana konsekvenser, såsom det begränsade utrymmet. Detta kan leda till snabb rökspridning och utveckling av höga temperaturer, som kan bli över 1000 °C, samt temperaturspridning mellan fordon upp till 200 meter ifrån varandra. Alla dessa faktorer är kombinerade med faktumet att användarna av tunneln vanligtvis misslyckas med att snabbt inse faran de är utsatta för, eller misslyckas med att utföra korrekta säkerhetsåtgärder (Kirytopoulos, Konstandinidou, Nivolianitou & Kazaras, 2014).

3.4 Olyckor och sabotage

År 1997 beslutade riksdagen i enighet med regeringens förslag att jobba för att ingen skall dödas eller skadas allvarligt till följd av trafikolyckor inom vägtransportssystemet (Prop. 2003/04:160). Detta ideal kallas nollvisionen och har sedan dess etablering minskat antalet dödade i trafiken. Samtidigt som åtgärder ska vidtas för att jobba mot detta mål måste vägnätet vara utformat med den mänskliga faktorn i åtanke. Trafiksäkerhetsarbetet kan inte garantera att olyckor aldrig kommer inträffa. Således accepterar nollvisionen att olyckor inträffar, men inte att de leder till allvarliga skador och dödsfall (Trafikverket, 2014).

4 Uppskattade trafiksituationer

Vid enkelriktning av älvstränderna samt älvförbindelserna kommer olika trafiksituationer att uppstå. Med Göteborgs struktur och områden i åtanke görs uppskattningar om hur trafiksträckor kommer att påverkas av detta. En av trafiksituationerna som uppskattas är grundat på idealfallet om alla trafikanter följer enkelriktningen. Dessutom tas trafiksituationer fram på hur det skulle kunna vara om trafikanter istället kör på alternativa vägar.

4.1 Alla kör längs den enkelriktade sträckan

En enkelriktning skulle för en del trafikanter innebära stora omvägar längs vissa sträckor.

Om Tingstadstunneln enkelriktas i nordlig riktning kommer de trafikanter som har för avsikt att köra genom tunneln i sydlig riktning och vidare söderut längs E6/E20 eller österut längs E20 behöva köra runt i cirkulationssträckan via Älvsborgsbron i väst. Det skulle innebära att de får köra en sträcka på 15,6 km istället för vad som tidigare var en färdväg på 1,1 km genom Tingstadstunneln (PTV VISUM, 2016).

En liknande omväg blir det för de trafikanter som kör norrut längs Västerleden och har för avsikt att köra över Älvsborgsbron och vidare västerut längs väg 155 eller norrut längs Hisingsleden. Om bron är enkelriktad i sydlig riktning kommer dessa trafikanter behöva köra en sträcka på 14,5 km via Tingstadstunneln i öst, istället för vad som tidigare var en sträcka på 2,2 km över bron (PTV VISUM, 2016).

Genom att följa enkelriktningen kan det uppstå olika lång omväg för trafikanterna. Denna omväg beror på varifrån trafikanterna kommer ifrån samt vart de ska åka vidare. Om slutdestinationen är på nära avstånd i medurs riktning innebär det att trafikanterna behöver åka runt längs hela cirkulationssträckan. Just älvförbindelserna Tingstadstunneln och Älvsborgsbron har inga närliggande alternativa vägar vilket gör att omvägen för trafikanter blir som störst här om önskad körväg är mot enkelriktningen. De måste då åka längs cirkulationssträckan för att ta sig över på någon annan älvförbindelse.

4.2 Alternativa vägar används

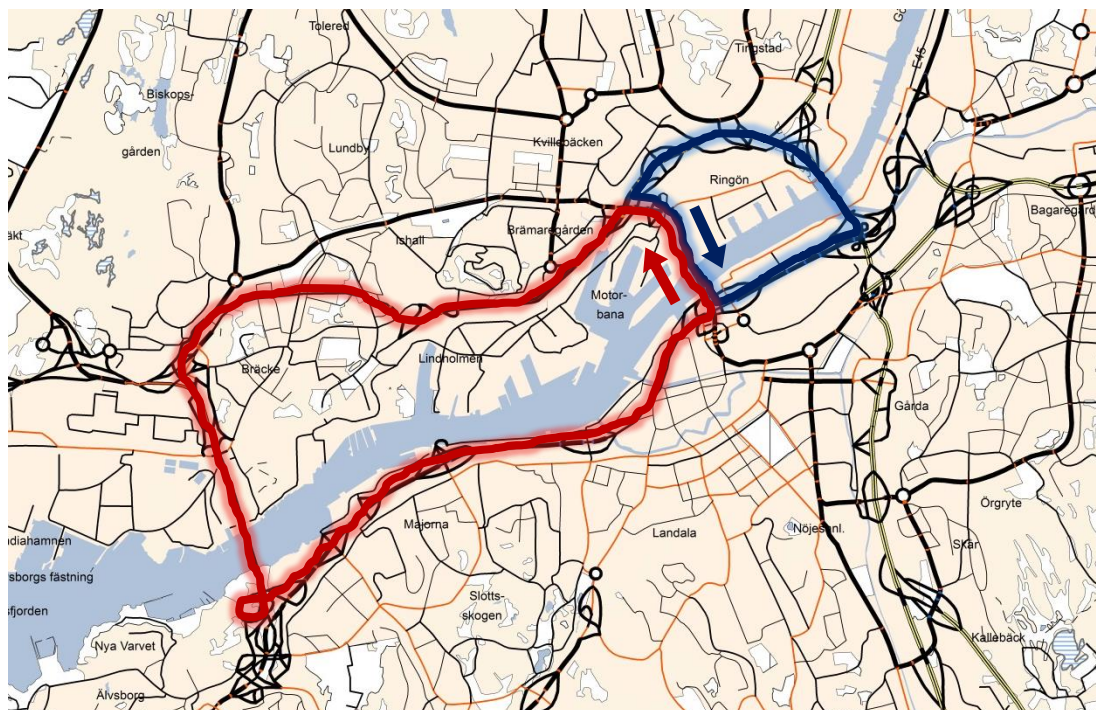
Längs andra vägar än Tingstadstunneln och Älvsborgsbron finns sträckor med möjlighet för trafikanter att ta alternativa intilliggande vägar. Exempelvis om en trafikant ska köra från Tingstadstunneln i öst till centrum skulle detta resultera i en färdväg på 15,4 km längs cirkulationssträckan istället för vad som tidigare var en sträcka på 1,3 km. I detta fall finns däremot möjligheten att köra intilliggande vägar och skulle då resultera i en sträcka på 2,5 km (PTV VISUM, 2016).

Nedanför redogörs för olika scenarier som skulle kunna uppstå om trafikanter väljer att köra andra alternativa vägar, se bilaga 1 för deras geografiska läge, och inte följer den enkelriktade sträckan. Fokus ligger på geografiskt närliggande och eventuellt snabbare vägar samt andra förbindelser över älven.

4.2.1 Götaälvbron

Om Götaälvbron inkluderas till cirkulationssträckan i moturs riktning med hänsyn till den östra delen (blåa sträckan i Figur 6) skulle det innebära en södergående

trafikriktning över bron. Det finns stor risk att trafiken norrifrån skulle utnyttja den närmre liggande Götaälvbron för att ta sig vidare söderut istället för att köra ända bort till Älvsborgsbron i väst när Tingstadstunneln blir enkelriktad i norrgående riktning. Götaälvbron blir på så sätt en hög belastad trafikförbindelse från Norra till Södra Älvstranden.



Figur 6: Vägkarta över den tänka cirkulationssträckan med Götaälvbron inkluderad.
© Lantmäteriet (bearbetad av författarna)

Tvärt om skulle Götaälvbron få en norrgående trafikriktning om den läggs till i cirkulationssträckan med hänsyn till den västra delen (se den röda sträckan i Figur 6). Trafik från sydväst skulle då kunna utnyttja bron för att ta sig vidare västerut på Norra Älvstranden istället för att köra ända bort till Tingstadstunneln i öst när Älvsborgsbron blir enkelriktad i södergående riktning. Götaälvbron riskerar även då att bli högt belastad, i detta fall med en norrgående trafikriktning.

Om Götaälvbron läggs till i cirkulationssträckan med hänsyn till både den västra och östra delen skulle det innebära att bron blir dubbelriktad. Trafiken både norr- och söderifrån kan då utnyttja bron för att ta sig vidare över älven. På så sätt blir Götaälvbron en dubbelriktad trafikförbindelse mellan älvstränderna med extra hög belastning. Den stora trafikmängden över bron skulle troligtvis resultera i stora köbildningar vid bägge broändarna, speciellt den södra änden då den ligger i anslutning till centrum.

4.2.2 Hjalmar Brantingsgatan

På Norra Älvstranden ligger Hjalmar Brantingsgatan i närheten av Lundbyleden. Hjalmar Brantingsgatan trafikeras av ungefär 18 000 - 25 000 bilar per dygn beroende på vilket vägstycke som undersöks (Trafikkontoret, 2014).

I ett enkelriktat scenario kring älvstränderna finns en stor sannolikhet att trafikanterna istället kommer att använda Hjalmar Brantingsgatan, då den är större än andra vägar i området, när Lundbyleden inte längre går att köra på i ena riktningen. De som idag trafikerar Lundbyleden färdas troligtvis mellan hem och arbetsplats. Figur 3 visar att det är hög dagtäthet i Torslanda, dit många färdas för arbete på Volvo och i Göteborgs hamn. I Torslanda är det brist på tvärförbindelser i gatunätet som försvårar utvecklingen av kollektivtrafiken. Verksamheterna i området finns ofta långt från huvudstråken (K2020, 2005) och detta innebär att de som arbetar i Torslanda till största del färdas med bil. På så sätt påverkas de av den enkelriktade cirkulationssträckan, antingen till eller från Torslanda, vilka då kan tänkas använda Hjalmar Brantingsgatan istället.

4.2.3 Angeredsbron och Jordfallsbron

För att trafikanter på E6 norr om Tingstadstunneln ska undvika att tvingas köra omvägen runt centrala Göteborg finns möjligheten att korsna Göta älv längre norrut. Härifrån kan trafikanter köra vidare söderut på andra sidan om älven längs E45 som ansluter till E6 och E20 alldeles söder om Tingstadstunneln. För att köra över älven från E6 över till E45 finns Angeredsbron 8,4 km norr om Göteborg (PTV VISUM, 2016) och Jordfallsbron ytterligare 6,5 km norr om Angeredsbron.

4.2.4 Nya Allén och Parkgatan

Nya Allén och Parkgatan är enkelriktade gator i centrala Göteborg som går parallellt. I dagsläget är Nya Allén en högratifierad väg med ungefär 10 000 fordon per medelvardagsdygn (Trafikkontoret, 2014) och en av de högst belastade vägarna i Göteborg centrums huvudnät vilket innebär en begränsad framkomlighet främst under rusningstrafik (Trafikkontoret, 2013a). Då det är brist på andra lämpliga alternativa vägar i den östvästliga riktningen väljer många trafikanter just Nya Allén och Parkgatan (Trafikkontoret, 2005).

Om enkelriktade älvstränder genomförs kommer Nya Allén vara en alternativ körväg. Vägen är förhållandevis stor i jämförelse med vägarna i närheten (Trafikkontoret, 2014) vilket troligtvis innebär att majoriteten av trafikanterna kommer att köra på Nya Allén på grund av dess läge och storlek. I kapitel 3 har dagsläget i Göteborg analyserats, där det kan ses att de centrala delarna i Göteborg har hög nivå av dagbefolkning. Detta innebär av naturliga skäl att dessa vägar är mer trafikerade än vägar med lägre dagbefolkning då folk behöver transporteras från hem till centrala Göteborg.

4.2.5 Första Långgatan

Första Långgatan trafikerades under 2013 av 3000-6200 fordon per medelvardagsdygn (Trafikkontoret, 2014). Gatan ansluter till Nya Allén och Parkgatan och skulle vid den enkelriktade åtgärden vara en möjlighet för bilister att köra åt motsatt håll sett från den tänkta enkelriktningen, alltså västerut. Utöver bilisterna så är Första Långgatan beläget alldeles i närheten av Järntorget som är ett område med mycket aktivt stadsliv och hög boende- och arbetstäthet. De som vistas där är främst de som bor i samma eller angränsande stadsdel och möjligheterna att ta sig till Järntorget med kollektivtrafik är goda (Trafikkontoret, 2012). Troligtvis innebär det att Första Långgatan inte kommer att påverkas av människor som tar sig till Järntorget eftersom de som besöker Järntorget tillämpar andra färdmedel än bil. Tillskottet på gatan kommer i så fall från de som vill passera genom detta område utan stopp för att undvika cirkulationssträckan.

5 Analys av trafiksimuleringar

Med PTV VISUM görs en trafiksimulering för hela sträckan som enkelriktad. Utifrån de uppskattade trafiksituationerna görs trafiksimuleringar med olika konfigurationer, som att Götaälvbron stängs av för trafik då det finns risk att det annars genererar för stora flöden i centrum. Simuleringar görs även med hänsyn till att älvförbindelserna Tingstadstunneln och Älvsborgsbron istället tar dubbelriktad trafik, både beräknat var för sig men också tillsammans.

Den trafiksimulering som utförts i programmet har skett under maxtimmen under ett medelvardagsdygn på eftermiddagen. Vid uträkningarna av trafiksimuleringarna stängs betalstationerna för trängselskatt av. Detta görs på grund av att flera av de framtagna scenarierna har avstängd Götaälvbro. Med bron avstängd kan inte programmet göra beräkningar för den icke-betalande trafiken inne i centrum som har för avsikt att köra över älven utan att passera en betalstation om inte dessa åtgärder genomförs.

Trafiksystemets totala fördröjningstid beräknas för alla fem scenarier. Den totala fördröjningstiden i systemet består av summan för sträckornas och korsningarnas fördröjningstider som beräknas med formeln:

$$\text{Fördröjningstid i systemet} = \sum \frac{\text{fordrat trafikflöde}}{\text{maxtimme}} \times \text{restid}$$

Den totala fördröjningstiden blir därmed redovisad i fordonstimmar per maxtimme, då restiden anges i timmar och det fordrade trafikflödet anges i fordon per maxtimme.

Tabell 1 visar den totala fördröjningstiden för hela systemet uträknat i PTV VISUM. Den första uträkningen som redovisas är den totala fördröjningstiden för hela systemet i dagsläget och används som referens för de fem olika scenarierna. Utöver den beskrivning som redogörs i tabellen är scenarierna 1-5 enkelriktade kring älvstränderna. Från sammanställning konstateras att samtliga alternativ som har tagits fram kommer att innebära en längre total fördröjningstid av systemet jämfört med i dagsläget. Beroende på hur stor ökningen av fördröjningstiden är rankas de olika scenarierna från 1 till 5, där 1 är den minsta ökningen.

Köbildning är en faktor som är betydelsefull vid trafikanalys och har beräknats med PTV VISUM. Detta illustreras i programmet på de vägar där antalet fordon överskrider kapaciteten och som får plats på vägen. Exempelvis om en väg betraktas under en timme och kapaciteten för denna väg är 100 fordon medan flödet är 110 fordon så uppstår en kö på 10 fordon. Om vägen är för kort för att kunna hålla alla fordon på denna väg så kommer resterande kö att flyttas över på intilliggande väg. Ifall vägen bara kan hålla 2 fordon i kö, förflyttas 8 fordon till nästa vägsträcka. Dock så kan kö även bildas innan kapaciteten på en väg överskrids som en konsekvens av att hastigheten på vägen förändras.

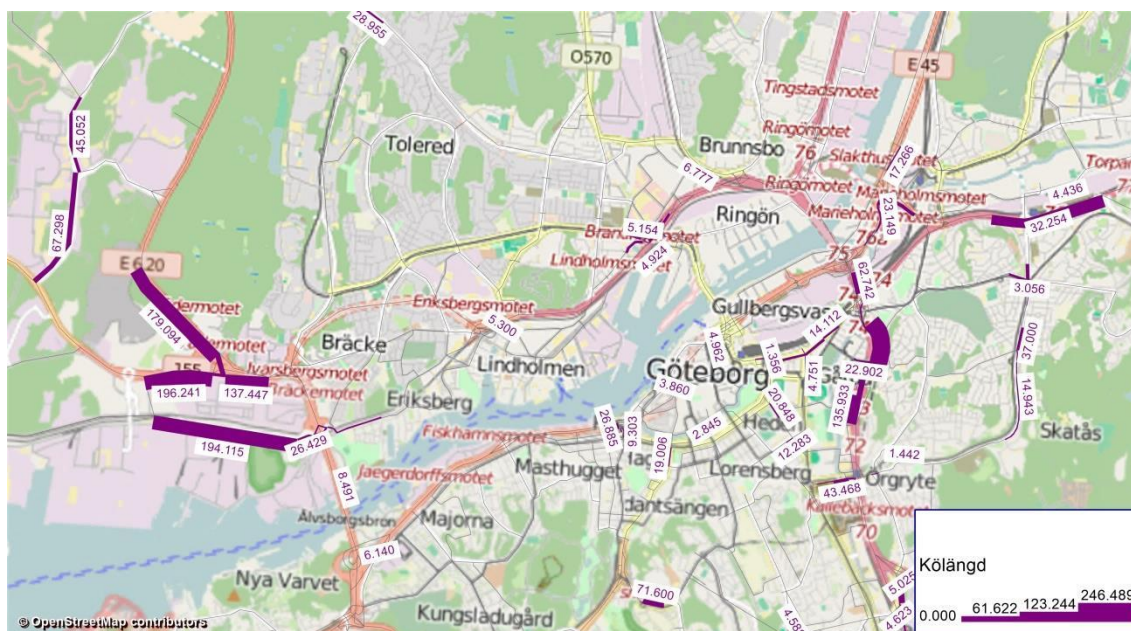
Undersökning om köbildning görs längs hela cirkulationssträckan, på anslutande vägar samt på mindre alternativa vägar. Överskådlig bild av de vägar och områden som behandlas i detta kapitel finns hänvisade i Bilaga 1. Utöver fördröjningstid och köbildning undersöks också vilka risker de olika scenarierna kan leda till för att tillslut hitta det mest kvalificerade alternativet.

Tabell 1: Sammanställning av total fördröjningstid på systemnivå för de olika scenarierna.

Olika scenarier	Total fördröjningstid i systemet [h]	Ökning av fördröjningstid jämfört med i dagsläget [%]	Ranking
Dagsläget	28 667	-	-
1. Götaälvbron öppen	36 111	26	3
2. Götaälvbron avstängd	39 583	38	5
3. Götaälvbron avstängd samt Tingstadstunneln dubbelriktad	35 417	24	2
4. Götaälvbron avstängd samt Älvsborgsbron dubbelriktad	37 444	31	4
5. Götaälvbron avstängd samt Tingstadstunneln och Älvsborgsbron dubbelriktade	33 278	16	1

5.1 Dagsläget

I dagsläget finns det inga köer längs den sträcka som är tänkt att enkelriktas, se Figur 7. De köer som finns är i huvudsakligen i nära anslutning till älvförbindelserna i både öst och väst. Hisingsleden och väg 155 norr om Älvsborgsbron har medelstora köer. Detsamma gäller även E6 och E20 söder om Tingstadstunneln.



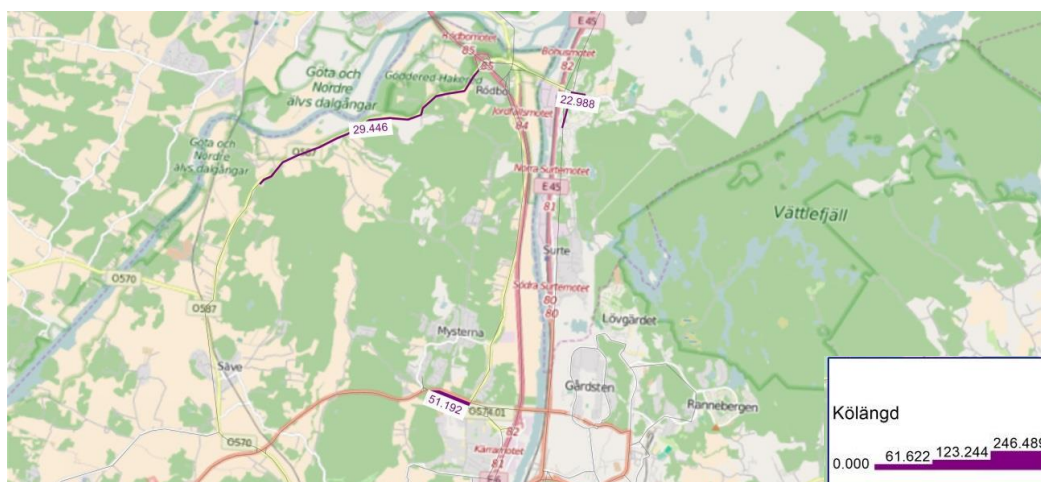
Figur 7: Karta över Göteborg i dagsläget med beräknad köbildning

I Tingstadstunneln är trafikflödet 4060 fordon/timme i nordlig riktning, varav 3040 fordon kommer från E6 och resten från E45. På norra sidan av tunneln sidan kör ungefär hälften vidare på Lundbyleden och andra hälften på E6 norrut. I sydlig riktning kör 4600 fordon/timme, varav hälften kommer från Lundbyleden och andra hälften från E6. På södra sidan fortsätter de flesta, 2150 fordon/timme, att köra söderut längs E6 medan resterande fordon fördelas österut och västerut på E45 samt österut på E20.

På Älvsborgsbron kör det 3880 fordon/timme i sydlig riktning, där de ankommande fordonen kommer från Lundbyleden, Yrvädersgatan, Hisingsleden och Oljevägen. På södra sidan fortsätter hälften på Västerleden och resten på Oscarsleden och Högsboleden. I nordlig riktning kör 2420 fordon/timme över bron, varav hälften kommer från Västerleden och resten från Oscarsleden och Högsboleden. På norra sidan fortsätter hälften på Hisingsleden och resten på Lundbyleden och Yrvädersgatan.

Längs Södra Älvsstranden varierar trafikflödet mellan 2000 till 3500 fordon/timme beroende på vilken sträcka som studeras. På Norra Älvsstranden varierar flödet mellan 1000 och 2500 fordon/timme. Högst flöden finns i anslutning till Tingsstadstunneln i båda broändarna och i centrum kring Götatunneln.

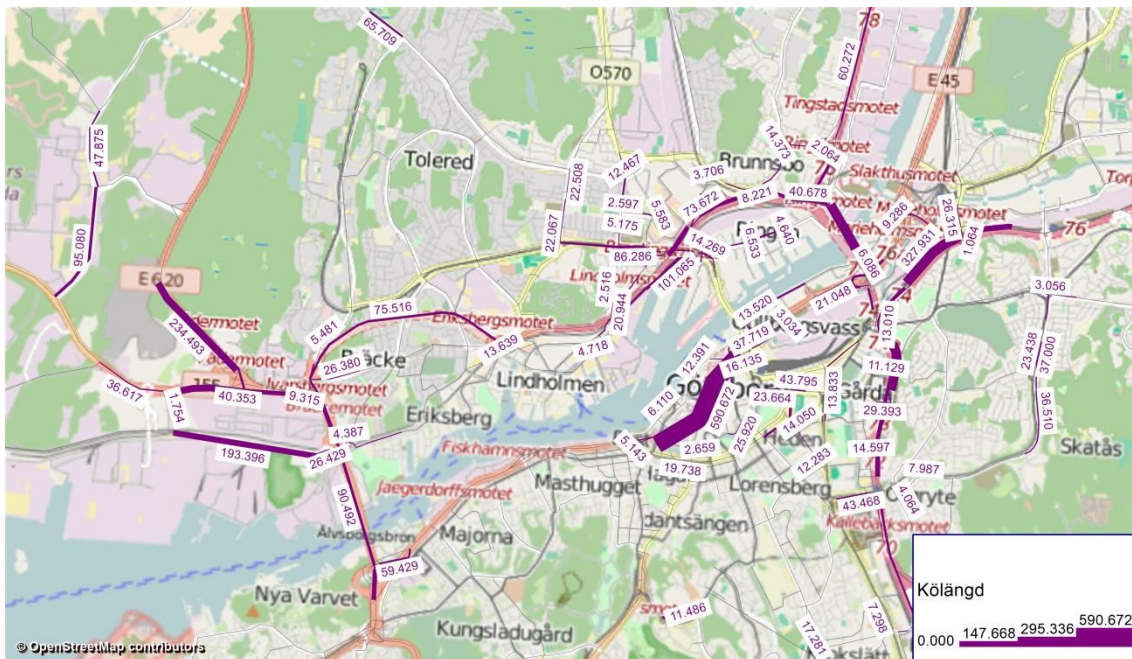
På och i anslutningarna till Angeredsbron och Jordfallsbron, se Figur 8, finns det nästan inga köer. De som finns är i anslutningarna till båda broarna på västra sidan om älven och lite på den östra anslutningen till Jordfallsbron.



Figur 8: Karta över Angeredsbron och Jordfallsbron i dagsläget med beräknad köbildning

5.2 Enkelriktat med Götaälvsbron öppen

När enkelriktning införs får samtliga vägar i cirkulationssträckan stora ökningar i trafikflöden. Alla vägar ökar med cirka 1000 fordon/timme jämfört med i dagsläget, förutom Älvsborgsbron som ökar med 2000 fordon. Av de trafikanter som har för avsikt att ta sig från Norra till Södra Älvstranden är det nu fler som tvingas använda Älvsborgsbron då Tingstadstunneln inte längre är ett alternativ för trafik i södergående riktning. Trots stor ökning av trafikflöden på Älvsborgsbron uppstår det endast liten köbildning där, se Figur 9. Det beror förmodligen på att det finns gott om ledig kapacitet på bron.



Figur 9: Karta över Göteborg med beräknad köbildning om enkelriktning införs.

Det bildas medellånga köer i Tingstadstunneln vilket troligtvis beror på att när Älvsborgsbron inte längre är ett alternativ för trafik i nordlig riktning tvingas de välja Tingstadstunneln. En del av köbildningen i tunneln spiller över på anslutande vägar i söder.

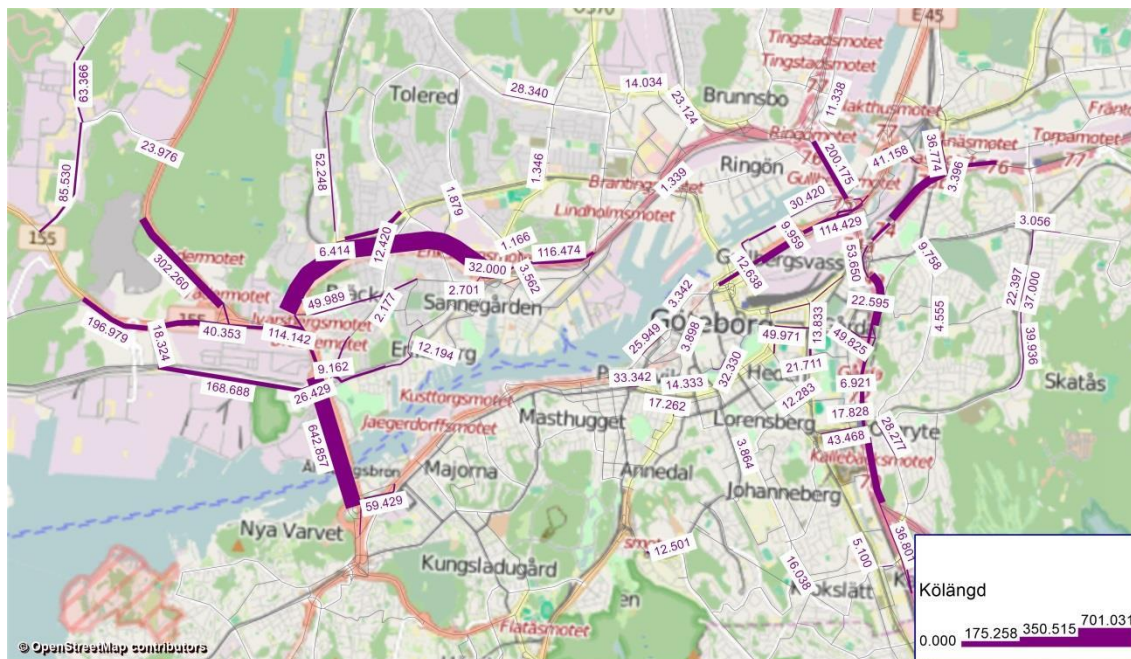
I detta enkelriktade scenario uppstår långa köer i Götatunneln, vilket antagligen beror på att Götaälvbron är öppen för trafik i bägge riktningarna. Ungefär en tredjedel av trafiken i Götatunneln kör över Götaälvbron och många trafikanter på Norra Älvsstranden väljer att ta den betydligt kortare vägen över bron, som nästan har tredubblat sitt trafikflöde i södergående riktning jämfört med i dagsläget, istället för att köra bort till Älvsborgsbron. Denna kombination leder till att det blir mycket aktivitet i korsningen mellan Götatunneln och Götaälvbron och det är förmodligen därför det blir stor köbildning i tunneln.

På majoriteten av de mindre vägarna ökar trafikflödena, i vissa fall mycket. En av de mer anmärkningsvärda ökningarna är Hjalmar Brantingsgatan, som går parallellt med cirkulationssträckan på Norra Älvstranden, där trafikflödena fördubblas i västlig riktning. Många av de trafikanter som kör längs Hjalmar Brantingsgatan kommer från Tingstadstunneln och har följt cirkulationssträckan från Södra Älvstranden. Eftersom Lundbyleden är högt belastad är det troligt att trafikanter istället väljer att köra längs Hjalmar Brantingsgatan för fortsatt färd västerut och det skulle kunna vara en anledning till varför trafikflödet ökar där.

5.3 Enkelriktat med Götaälvbron avstängd

Med avstängd Götaälvbro så ökar trafikflödena i cirkulationssträckan mer än om bron hade varit öppen för trafikanter. Ökningen är mellan 1500-2000 fordon/timme i förhållande till dagsläget på alla delar längs sträckan med undantag för Tingstadstunneln som ökar med 2280 fordon och Älvsborgsbron med 3640 fordon.

Vägarna längs cirkulationssträckan klarar belastningen utan köbildning förutom vid de båda älvförbindelserna samt i Lundbytunneln, se Figur 10. I Tingstadstunneln blir det medellånga köer och på Älvsborgsbron blir det väldigt långa köer. Köerna på bron beror förmodligen på de högratifierade vägarna i anslutning som endast har som alternativ att korsna bron för att ta sig till södra sidan älven. Detta leder även till väldigt stora köer i den anslutande Lundbytunneln som är en del av cirkulationssträckan. Samma situation uppstår vid Tingstadstunneln där anslutande vägar till tunneln från cirkulationssträckan genererar medelstora köer.



Figur 10: Karta över Göteborg med beräknad köbildning om enkelriktning införs med avstängd Götaälvbro.

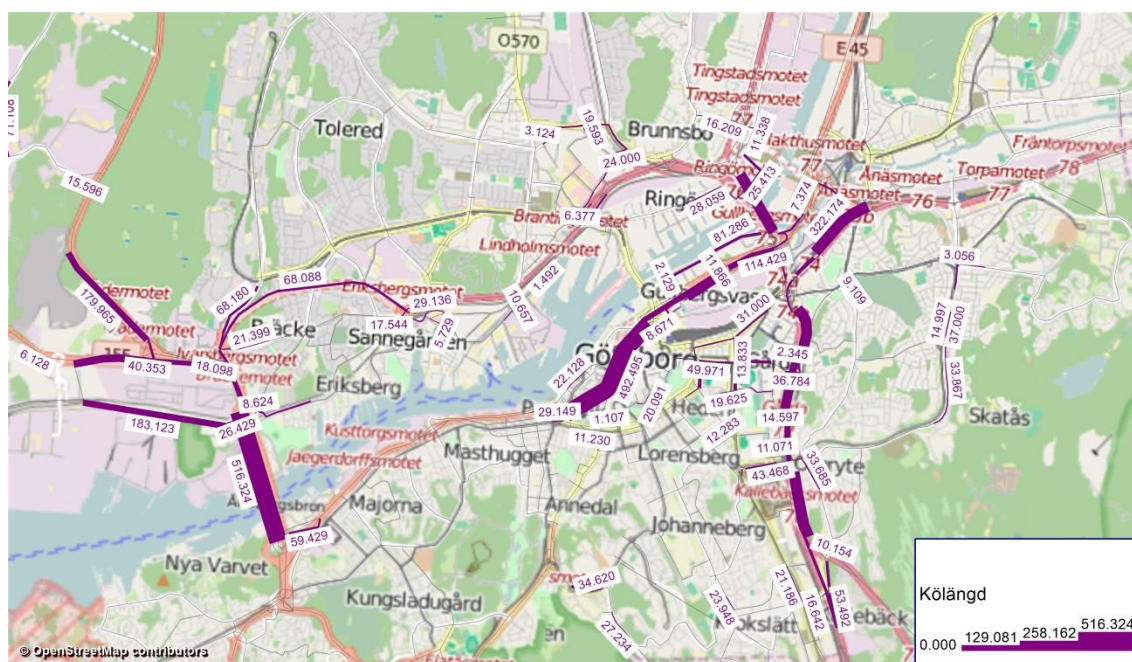
Trafikflödena ökar på flera av småvägarna i närheten av cirkulationssträckan. På Södra Älvstranden bildas det en del köer på Parkgatan och omkringliggande vägar, men mindre i relation till när Götaälvbron var öppen. Från simuleringsprogrammet erhålls information om att de som kör på Parkgatan kommer från den enkelriktade sträckan men vikt av för att istället fortsätta på det lokala vägnätet längs med cirkulationssträckan. På Första Långgatan bildas ingen kö men en ökning av trafikanter tillkommer jämfört med i dagsläget i båda riktningar. De flesta av trafikanterna som kör parallellt med enkelriktningen hamnar sedan på Parkgatan vilket kan vara en bidragande faktor till kön just där. Trafiken som tidigare kommer från östlig riktning fördelar sig främst på två vägar som senare ansluts till enbart Parkgatan.

Beträffande trafikflödet som finns på Hjalmar Brantingsgatan jämfört med i dagsläget är skillnaden stor. I västlig riktning, längs med enkelriktningen sker en trafikökning på 980 fordon/timme vilket är en ökning på över 155 % jämfört med dagens trafiksituation. Detta leder till en liten kö på Hjalmar Brantingsgatan.

5.4 Enkelriktat med Götaälvsbron avstängd och Tingstadstunneln dubbelriktad

Med Tingstadstunneln dubbelriktad blir ökningen av trafikflödet på Södra Älvsstranden ungefär 1000 fordon/timme medan flödet på Norra Älvstranden ökar med 2000 fordon.

Flödet i Tingstadstunneln ökar med 2950 fordon/timme i nordlig riktning medan det i sydlig riktning minskar. På grund av den stora trafikökningen bildas det medelstora köer i tunnelns norrgående riktning, vilket även leder till köbildning på anslutande vägar till tunneln på södra sidan. Särskilt långa köer bildas i Götatunneln, se Figur 11.



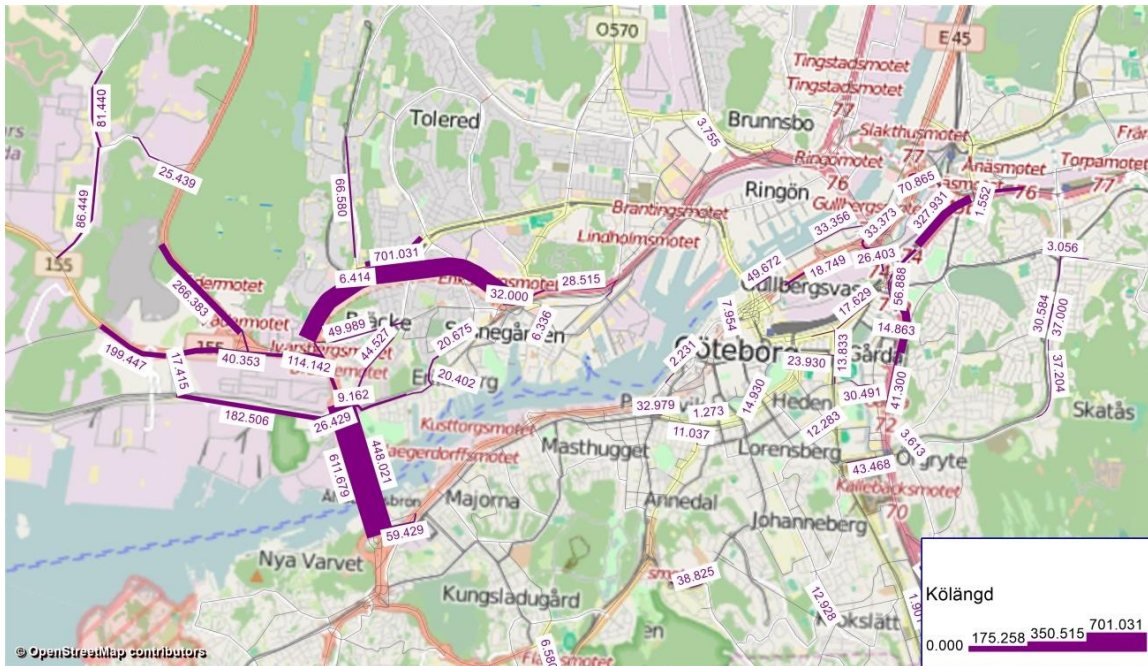
Figur 11: Karta över Göteborg med beräknad köbildning om enkelriktning införs med avstängd Götaälvsbro och dubbelriktad Tingstadstunnel.

På den enkelriktade Älvsborgsbron ökar trafikflödet med 1640 fordon/timme i sydlig riktning och lång kö bildas. Det i sig leder vidare till att Lundbytunneln och andra vägar i anslutning till Älvsborgsbrons norra ände också får köbildning.

På en del vägar utanför cirkulationssträckan sker större trafikökningar utan upphov till köbildningar, vilket bland annat omfattar Hjalmar Brantingsgatan och Ekedalsgatan. Köer bildas däremot runt Parkgatan på södra sidan om älven samt precis norr om Leråkersmotet på norra sidan om älven.

5.5 Enkelriktat med Götaälvsbron avstängd och Älvsborgsbron dubbelriktad

Genom att låta Älvsborgsbron vara dubbelriktad ökar flödet längs vägarna i cirkulationssträckan med ungefär 1000 fordon/timme jämfört med i dagsläget, förutom på båda älvförbindelserna. På Älvsborgsbron ökar det med 3740 fordon/timme i sydlig riktning medan det i nordlig riktning minskar. Bron får stora köer åt båda hållen men speciellt i södergående riktning, förmodligen beroende på det höga trafikflödet. Köer i norrgående riktning beror förmodligen på att korsningen på brons norra ände är hårt ansatt av trafik, se Figur 12.



Figur 12: Karta över Göteborg med beräknad köbildning om enkelriktning införs med avstängd Götaälvsbro och dubbelriktad Älvsborgsbro.

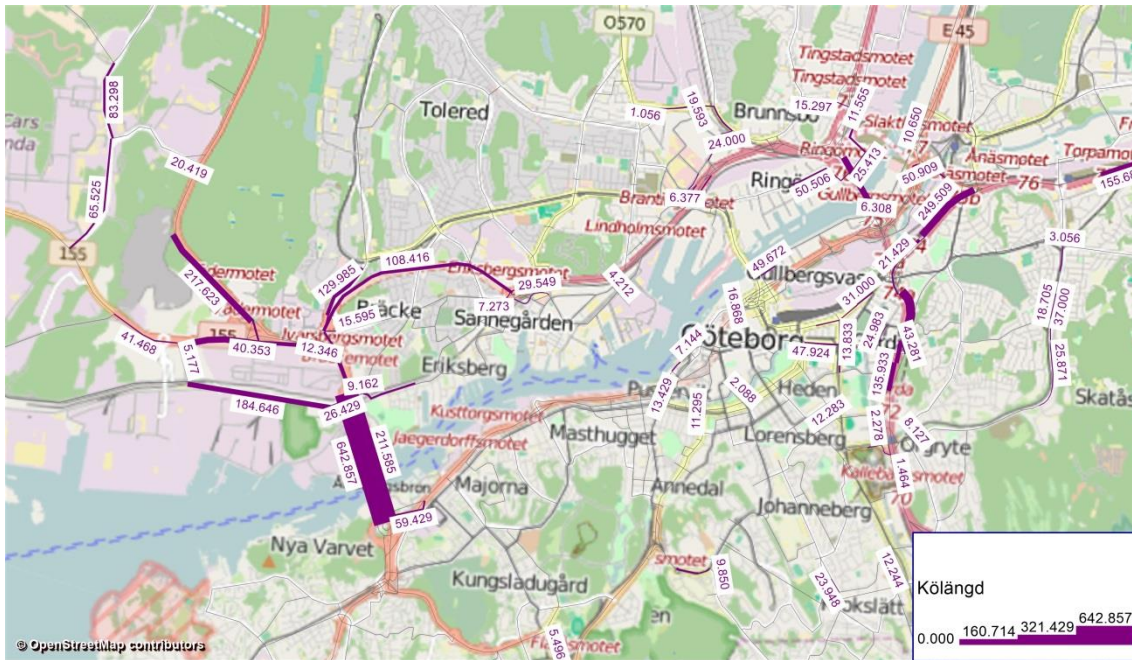
En anslutande väg till den högratifierade korsningen i norr som drabbas hårt är Lundbytunneln. I detta scenario uppkommer väldigt långa köer, betydligt större än i de tidigare fallen. Även andra vägar som ansluter till bron ände i norr utsätts för köbildning

Tingstadstunnelns flöden ökar med 500 fordon/timme, jämfört med i dagsläget. Det bildas inga köer i själva tunneln men på anslutande vägar i söder uppkommer små köbildningar. Som i tidigare fall blir det även köbildningar på småvägarna runt omkring Parkgatan.

5.6 Enkelriktat med Götaälvsbron avstängd och Tingstadstunneln och Älvsborgsbron dubbelriktade

Då Tingstadstunneln och Älvsborgsbron tillåts vara dubbelriktade sker en ökning av trafikflödet i cirkulationsträckan som varierar mellan 500-900 fordon/timme jämfört med i dagsläget.

Den längsta kötiden uppstår på Älvsborgsbron i sydlig riktning med en ökning av trafikflödet på 1850 fordon/timme jämfört med i dagsläget. En minskning av trafikflödet sker i nordlig riktning med 370 fordon/timme, trots detta uppstår kö även i nordlig riktning, se Figur 13.



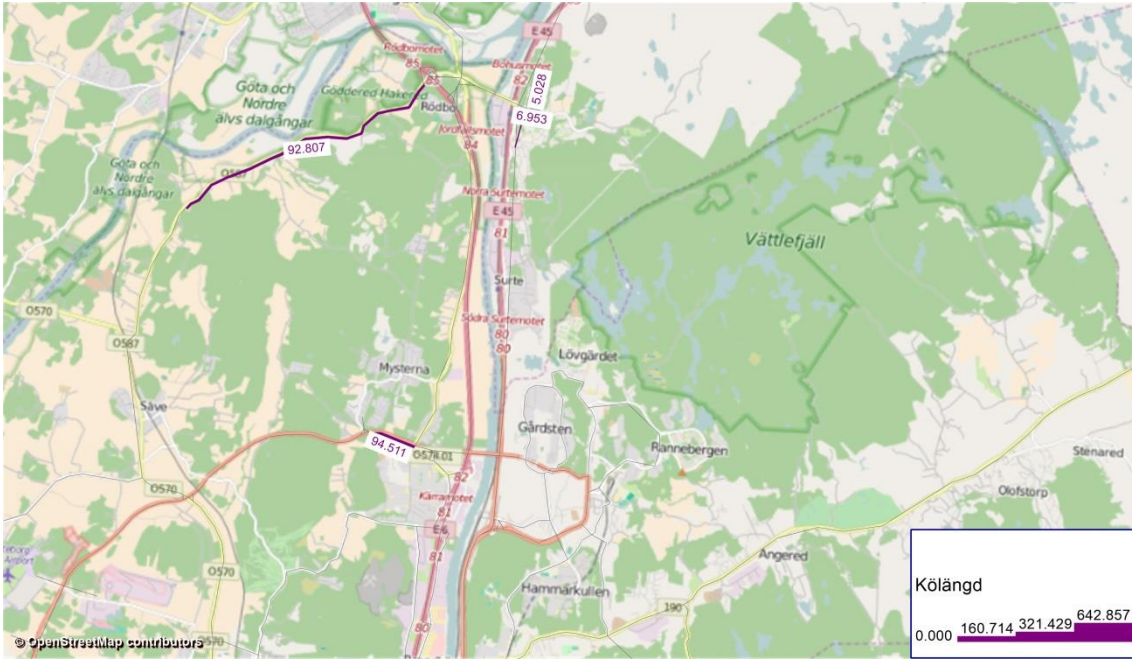
Figur 13: Karta över Göteborg med beräknad köbildning om enkelriktning införs med avstängd Götaälvbro och dubbelriktad Tingstadstunnel och Älvsborgsbro.

Förutom köbildning på Älvsborgsbron uppstår även köer i Tingstadstunnelns norrgående riktning samt i Lundbytunneln där flödesökningen uppgår till 1260 respektive 680 fordon/timme. I Tingstadstunnelns södergående riktning minskar trafikflödet med 780 fordon/timme.

I detta scenario bildas korta köer vid inloppet av Götatunneln men inte i själva tunneln. Små köer uppstår även parallellt med enkelriktningen längs Götatunneln på vägar som Skeppsbron. De flesta som väljer att köra på denna parallella väg kommer från Älvsborgsbron men kör av cirkulationssträckan för att undvika bilfärd på den enkelriktade cirkulationssträckan. Dock väljer majoriteten av de som vill ta sig vidare i östlig riktning ändå att följa den enkelriktade vägen.

Studeras det övergripande systemet, utöver cirkulationssträckan, kan långa kötider konstateras på vägar i anslutning till Tingstadstunneln. Dessa vägar är främst E6 söderifrån samt E45 österifrån. Småvägarna runt Parkgatan har mindre köer även om själva Parkgatan och Nya Allén är köfria. På Skånegatan bort från innerstaden bildas köer, de som finns på den vägen kommer främst från området kring Sahlgrenska sjukhuset och arbetar troligtvis där för att på eftermiddagen ta sig hem.

På E45 i närheten av Angeredsbron och Jordfallsbron, se Figur 14, är trafikflödet något högre jämfört med i dagsläget. Köen i den västra anslutningen till Jordfallsbron har tredubblats medan den östra anslutningen har kortare köer jämfört med i dagsläget. I den västra anslutningen till Angeredsbron har köen blivit dubbelt så lång. Att det blir köer beror förmodligen på den ökade aktiviteten på broarna. Troligtvis väljer fler att korsa älven redan högre upp i norr istället för att använda Tingstadstunneln som i detta scenario har fått större köbildning. Genom att använda någon av de nordliga broarna och köra söderut via E45 istället för E6 undviker de längre körtid.



Figur 14: Karta över Angeredsbbron och Jordfallsbron med beräknad köbildning om enkelriktning införs med avstängd Götaälvsbro och dubbelriktad Tingstadstunnel och Älvsborgsbro.

6 Resultat

Baserat på samtliga resultat från flödesanalyser över olika scenarier har alternativ 5, då Tingstadstunneln och Älvsborgsbron görs dubbelriktade, visat sig vara den mest kvalificerade lösningen. Dessutom genererar scenariot kortast total fördröjningstid för hela systemet, se Tabell 1.

Trots en relativt låg ökning av total fördröjningstid undkoms inte köbildning i systemet. De köer som bildas är däremot på vägar som bedöms som mindre riskfyllda. Det är mindre köbildning på såväl bron som i tunnlarna jämfört med hur det ser ut i de andra scenarierna som behandlats i flödesanalysen. Sett utifrån systemets tunnlar har både Lundbytunneln och Tingstadstunneln liten köbildning medan det i Götatunneln inte finns någon kö alls. På Älvsborgsbron uppstår däremot en lång kö i sydlig riktning på grund av ett ökat trafikflöde. En kortare kö uppstår även i nordlig riktning vilket gör Älvsborgsbron till den mest inbromsande och riskfyllda vägsträckan i systemet.

På en del mindre vägar i systemet bildas kö men dessa anses som acceptabla. Köerna är kortare jämfört med de andra scenarierna som tidigare behandlats i kapitel 5. De mindre vägarna utgör dessutom inte lika stora risker som när köbildning sker i broar och tunnlar.

7 Diskussion

I kapitel 6 konstaterades att alternativ 5, med dubbelriktad Tingstadstunnel och Älvsborgsbro, var det mest optimala alternativet i relation till de scenarier som har behandlats. Även om det bästa alternativet är att dubbelrikta Tingstadstunneln och Älvsborgsbron så finns det brister, sårbarheter och andra faktorer i utvärderingen som påverkar de resultat och värden som tagits fram i arbetet.

7.1 Faktorer som har påverkat trafiksimuleringsprogrammets resultat

Vid användning av simuleringsprogrammet PTV VISUM har maxtimmen under medelvardagseftermiddagen använts för att utvärdera trafikläget för de olika konfigurationerna med den enkelriktade cirkulationssträckan. Detta innebär att de totala fördröjningstiderna som beräknats från trafiksimuleringsprogrammet är under den tid på dygnet, utöver morgontrafiken, då vägarna är som mest trafikbelastade. De resultat som erhållits från flödesanalysen är således baserade på den mest utsatta tiden på dygnet, under dygnets andra timmar kommer systemet inte vara lika belastat.

Undersökningen av moturs enkelriktning påverkar även köbildningen och trafikflödets beteende. Eftersom det kan tänkas att befolkningen under eftermiddagstimmen vill ta sig hem från jobbet blir exempelvis trafikflödet från Torslanda större på eftermiddagen än på morgonen, köbildning sker därför bort från Torslanda i flödesanalysen. På morgonen behöver troligtvis många åka till Torslanda och om flödesanalysen hade skett med maxtimme på morgonen skulle köbildningen få ett annat utslag än det som beräknades för detta arbete.

Simuleringsprogrammet genererar exakta värden för köbildningar som egentligen är svåra att bestämma i verkligheten. Medvetenhet bör finnas om att det exakta värdet på köbildningarna som beräknas i simuleringsprogrammet inte ska läggas för mycket vikt på. Fokus har istället lagts på att observera köbildningarnas läge och hur stora de är i relation till andra vägar och scenarier då utgångspunkten alltid varit basversionen av Trafikkontorets VISUM modell för trafikanalyser inom KomFram Göteborg för de konfigurationer som gjorts.

Götaälvbron har stängts av i flertalet scenarier och därför har även betalstationerna i simuleringsprogrammet tvingat stängas av för att kunna göra beräkningar. Detta medför att resultaten kommer att få ett annat utfall än om de hade varit öppna. Det går att spekulera i om de fordon som tidigare tagit andra vägar för att undvika betalstationer nu kommer att köra den smidigaste vägen då betalstationerna är avstängda. Bland annat skulle det förmodligen bli mer trafik från E6 norröver som väljer att fortsätta köra på E6 istället för att köra av på småvägar in mot centrum för att på så sätt lyckas undvika betalstationer. I verkligheten kommer betalstationerna inte vara avstängda, vilket därför kan ge utslag i trafiksimuleringsprogrammet som större belastning på E6 än i praktiken. Öppna betalstationer skulle antagligen påverka resultaten men på det stora hela anses det som försumbart i det slutgiltiga resultatet.

7.2 Avstängning av Götaälvbron

Beslutet att stänga av Götaälvbron grundar sig på att det är en central älvförbindelse som antagligen kommer att utnyttjas som en smitväg av trafikanter om enkelriktning införs på sträckan runt omkring. På så sätt skulle bron riskera att bli väldigt trafikerad

och bilda köer i broändarna. Framförallt på bronns södra ände som leder in mot centrum och kopplas samman med Götatunneln och E45. På grund av den höga aktivitet som bron skulle generera i korsningen skulle risken för att skapa trafikstockning i Götatunneln bli väldigt stor. Detta kommer säkerligen att gälla för alla studerade scenarier vilket är varför det anses vara bäst att stänga av Götaälvsbron helt för all biltrafik. Bron skulle på så sätt kunna användas till andra ändamål exempelvis gång- och cykeltrafikanter samt utryckningsfordon.

7.3 Sårbarheter i trafiksystemet

Enligt trafiksimuleringsresultaten bildas det långa köer på Älvsborgsbron i flera scenarier, vilket helst hade undvikits. Eftersom bron är i ett utsatt läge skulle det bli svårt att flytta trafiken ifall något skulle hända. Vid flertalet tillfällen tidigare har Älvsborgsbron stängts av på grund av väder. Om detta skulle inträffa under maxtimmen så kan det bli svårt att snabbt evakuera bron. Dessutom så skulle en avstängning av bron under tiden som älvstränderna är enkelriktade innebära en mycket begränsad framkomlighet över älven. Sannolikheten att även köer på de alternativa, redan hårt belastade, vägarna börjar växa är höga.

Andra typer av händelser som orsakar köbildning går heller inte att utesluta, exempelvis olyckor och sabotage. Åtgärder som kan avvärja sådana händelser från att inträffa är nästintill omöjliga att garantera då förebyggande insatser inte kan säkerställa förhindrandet av olyckor som är kopplade till den mänskliga faktorn. Om en olycka inträffar och utryckningsfordon tillkallas till platsen är det viktigt att dessa kan ta sig fram på ett säkert och snabbt sätt. Om denna yrkeskår endast har möjlighet att ta sig fram till olycksplatsen via den enkelriktade cirkulationssträckan kan detta bli svårt. Därför skulle en lösning kunna vara att den avstängda vägfilen motsatt enkelriktningen är tillgänglig för dessa fordon. Det skulle lösa problemet gällande framkomlighet då utryckningsfordon skulle slippa dela väg med civila trafikanter.

I flera av de studerade scenarierna så bildas långa köer i en del av systemets tunnlar. Detta är ett problem då den mycket allvarliga risken för att brand bryter ut finns. Även om det inte sker särskilt frekvent så kan konsekvenserna när det inträffar bli förödande om det kombineras med långa bilköer. Därför är långa köbildningar i tunnlar en situation som absolut borde undvikas. I det lämpligaste alternativet som tagits fram finns kö i både Lundbytunneln och Tingstadstunneln, dock finns köer på dessa tunnlar i de andra alternativen också. En sammanvägning av köerna i dessa tunnlar samt andra risker i systemet påvisar att dubbelriktad Tingstadstunnel och Älvsborgsbro är minst riskfyllt.

7.4 Alternativa vägars påverkan

De omkringliggande småvägarna får en högre belastning jämfört med i dagsläget men kan ses som acceptabla. Detta gäller för samtliga scenarier men de är minst belastade i det valda scenariot. Då det är mindre köer på de stora vägarna i systemet så väljer färre trafikanter att ta mindre alternativa vägar.

7.5 Mänskliga beteenden

Den mänskliga inverkan på trafiksystem är vansklig att förutspå men av stor tyngd. Det intuitiva är att trafikanter inte är villiga att stå i hur lång kö som helst, fram till en viss gräns skulle en del bilister överväga andra alternativ för att undvika trafiksituationen.

Det finns inget exakt värde för denna gräns men om motståndet i trafikflödet blir för stort och trafiken alltför stillastående kommer förmodligen andelen bilister som väljer andra alternativ att öka. Exempelvis skulle de som har möjlighet kunna arbeta hemifrån någon dag i veckan och en del väljer troligtvis att resa med kollektivtrafik istället. Ett annat alternativ skulle kunna vara att köra på andra timmar och på så sätt skulle trafiken kunna fördelas jämnare under dygnet istället för att det är som i dagsläget, att majoriteten av befolkningen åker under samma tider på dygnet. Detta skulle medföra att vägarna klarar trafikbelastningen bättre.

7.6 Avgränsningens påverkan på utfallet

Arbetet har avgränsats till att endast undersöka enkelriktning kring den specifika sträckan som tagits upp i syftet. En mer omfattande studie hade kunnat utgöra att undersöka även en medurs enkelriktning eller andra typer av trafikomledningskonfigurationer. Detta för att kunna erhålla bättre alternativ än just de som behandlats i denna studie. Dock skulle kunskap om vägars beteende utifrån denna studie kunna hållas i åtanke för andra konfigurationer.

Det finns betydande begränsningar i arbetet gällande att hänsyn inte har tagits till att det i verkligheten kan komma att pågå andra projekt samtidigt. Detta skulle kunna påverka framkomligheten och förvirra trafikanter ytterligare. Möjligheter som kan uppkomma vid denna typ av trafikomledning skulle exempelvis kunna vara att samtidigt underhålla de vägar som hålls stängda för den enkelriktade sträckan

8 Slutsats

Enligt det som framkommit i framförallt resultatet och diskussionen kan slutsatsen göras över att en enkelriktning skulle vara praktiskt genomförbart med hänsyn till trafikbelastning. Det lämpligaste alternativet skulle innebära en ökning med 16 % av den totala fördröjningstiden i systemet jämfört med i dagsläget. Det är dock inte optimala förhållanden för Göteborgs trafiksituation men att hålla en del vägsträckor dubbelriktade har visat sig förbättra den totala fördröjningstiden i systemet. I just detta arbete har alternativet med Tingsstadstunneln och Älvsborgsbron dubbelriktade visat sig ge minst försämringar av trafiksituationen i jämförelse med dagens trafiksituation.

Liknande studiefall har inte undersökts då projekt av detta slag, sett till omfattning, inte tidigare genomförts. Svårigheter har därför legat i att hitta samband och utvärdera de resultat som utgjorts i detta arbete från tidigare erfarenheter.

De trafiksimuleringar som tagits fram är under den mest trafikerade tidpunkten på dagen och därför är det värt att ta i beaktning att utslaget inte skulle vara så allvarligt övriga timmar. Tidigare har även påpekandet gjorts om att det är svårt att göra antaganden och förutse den mänskliga faktorn i detta sammanhang. Eftersom arbetet inte omfattat befolkningens opinion skulle eventuella enkäter kunna utföras för att få en uppfattning om allmänhetens beteende och hur de skulle ställa sig till den enkelriktade trafikomledningen.

Ytterligare undersökningar behöver också göras för att kunna fastställa att alternativet som tagits fram är genomförbart. Detta med hänsyn till de risker som uppstår angående köbildningen på Älvsborgsbron, i Tingsstadstunneln och i Lundbytunneln. Det är viktigt att ha i åtanke att oavsett vilken typ av omledning som väljs när Götatunnelns ena tunnelrör stängs av så kommer en temporär försämring av trafiksituation uppstå till följd.

Källförteckning

Chen, S.R., & Cai, C.S. (2004). Accident assesment of vehicles on long-span bridges in windy environments. *Journal of wind engineering and industrial aerodynamics*, 92(12), 991-1024. doi: 10.1016/j.jweia.2004.06.002.

Göteborg (2016). *Göteborgs Skärgård*. <http://www.goteborg.com/skargard/> (Hämtad 2016-03-15)

Hallman, B. (2008). *Älvsförbindelser* [Power Point-presentation]. <http://www.grkom.se/download/18.2fe1b41a11c70e6248a800012446/1359469251756/%C3%84lvf%C3%B6rbindelser+Bertil+Hallman+V%C3%A4gverket.pdf> (Hämtad 2016-05-11)

K2020 (2005) *Förslag till målbild: Diskussionsunderlag, juni 2005*. <http://www.grkom.se/download/18.3c459b9b11340ab27a78000209/1359469258961/K2020+F%C3%B6rslag+til+m%C3%A5lbild+juni05.pdf> (Hämtad 2016-04-17)

Kennedy, M. (2015, 27 mars) Älvsborgsbron öppen igen. *Göteborgs Posten*. <http://www.gp.se/nyheter/g%C3%B6teborg/%C3%A4lvsborgsbron-%C3%B6ppen-igen-1.72535> (Hämtad 2016-05-03)

Kirytopoulos, K., Konstandinidou, M., Nivolianitou, Z., & Kazaras, K. (2014). Embedding the human factor in road tunnel risk analysis. *Process Safety and Environmental Protection*, 92(4) 329-337. doi: 10.1016/j.psep.2014.03.006

Li, X., & Sun, J. (2016). Effects of turning and through lane sharing on traffic performance at intersections. *Physica a-Statistical Mechanics and its Applications*, 444, 622-640. doi: 10.1016/j.physa.2015.10.052

Nilsson, M. (2011, 9 december) Älvsborgsbron avstängd. *SVT*. <http://www.svt.se/nyheter/lokalt/vast/alvsborgsbron-avstangd> (Hämtad 2016-04-25)

Ortúzar, Juan de Dios och Willumsen, Luis G. 2001. *Modelling Transport*. 3 uppl. Chichester: John Wiley & Sons, LTD.

Prop. 2003/04:160. *Fortsatt arbete för en säker vägtrafik*. Tillgänglig: http://www.trafikverket.se/contentassets/5eea6bc098f54d5db69f2cc0cb57c98f/regeringens_proposition_2003_04_160_fortsatt_arbete_for_en_saker_vagtrafik.pdf

PTV VISUM (Version 14.00-21 FN) [Dataprogramvara]. (2016). <http://vision-traffic.ptvgroup.com/en-us/products/ptv-visum/> (Hämtad 2016-03-22)

Statistiska centralbyrån (2016). *Antal invånare per kvadratkilometer, 31 december 2015 jämfört med 31 december 2014*. http://www.scb.se/sv/_Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Befolkning/Befolkningens-sammansattning/Befolkningsstatistik/25788/25795/Topplistor-kommuner/290734/ (Hämtad 2016-04-14)

Stockholms Stad (2015). *Avstängningar i Söderledstunneln den 5 juli - 3 augusti*. <http://www.stockholm.se/soderledstunneln> (Hämtad 2016-03-03)

Trafiken.nu (2015) *Kvälls- och natt avstängningar av Lundbytunneln och Tingstadstunneln* <http://www.trafiken.nu/goteborg/veckans-trafik/43/instalation/> (Hämtad 2016-04-21)

Trafikkontoret (2005). *Trafiken i Göteborg: Historia, nutid och framtid från 1970-talet till 2000-talet*. Trafikkontoret, Göteborgs stad. http://www2.trafikkontoret.goteborg.se/resourcelibrary/Trafikutveckling_rapport%20tes%203%2005.pdf (Hämtad 2016-04-21)

Trafikkontoret (2012). *Stadslivet i centrala Göteborg: upplevelsen, användningen och förutsättningarna*. Trafikkontoret, Göteborgs Stad. [https://goteborg.se/wps/wcm/connect/71f2744b-fa19-4546-8959-00178310c2d1/Stadslivsanalys+centrala+G%C3%B6teborg+\(1%C3%A4tt\).pdf?MOD=AJPERES](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/71f2744b-fa19-4546-8959-00178310c2d1/Stadslivsanalys+centrala+G%C3%B6teborg+(1%C3%A4tt).pdf?MOD=AJPERES) (Hämtad 2016-03-23)

Trafikkontoret (2013a). *Trafikstrategi för Göteborg: underlagsrapport historisk tillbakablick*. Trafikkontoret, Göteborgs Stad. <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/c434580f-f7a4-4f76-8252-01150715f0f3/Historisk+tillbakablick.pdf?MOD=AJPERES> (Hämtad 2016-03-23)

Trafikkontoret (2013b). *Trafikstrategi för Göteborg: underlagsrapport nuläge*. Trafikkontoret, Göteborgs Stad. <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/ff6fcf7-24f8-4dd8-9fa9-4ecafe8c67db/Nul%C3%A4ge.pdf?MOD=AJPERES> (Hämtad 2016-04-11)

Trafikkontoret (2014). *Vägtrafikmätningar*. <http://www.statistik.tkgbg.se/> (Hämtad 2016-05-11)

Trafikkontoret. (2016, 4 februari). [Trafikkontorets basversion av VISUM modell som används för trafikanalyser inom KomFram Göteborg]. Opublicerat underlag.

Trafikverket (2013). *Vad är Västsvenska paketet?* <http://www.trafikverket.se/naradig/Vastra-gotaland/Vastsvenska-paketet/Vad-ar-Vastsvenska-paketet/> (Hämtad 2016-03-15)

Trafikverket. (2014). *Nollvisionen*. <http://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/vart-trafiksakerhetsarbete/trafiksakerhetsmal/nollvisionen/> (Hämtad 2016-05-13)

Trafikverket (2015a). *Helgavstängingar av hela Norra länken i februari*. <http://www.trafikverket.se/om-oss/nyheter/Lansvisa-nyheter/Stockholm/2015-02/Helgavstangningar-av-hela-Norra-lanken-i-februari/> (Hämtad 2016-03-03)

Trafikverket (2015b). *Så ska det gå att ta sig fram i Göteborg*. <https://www.anpdm.com/article/0/40/41465B46744946584571/2473567> (Hämtad 2016-05-11)

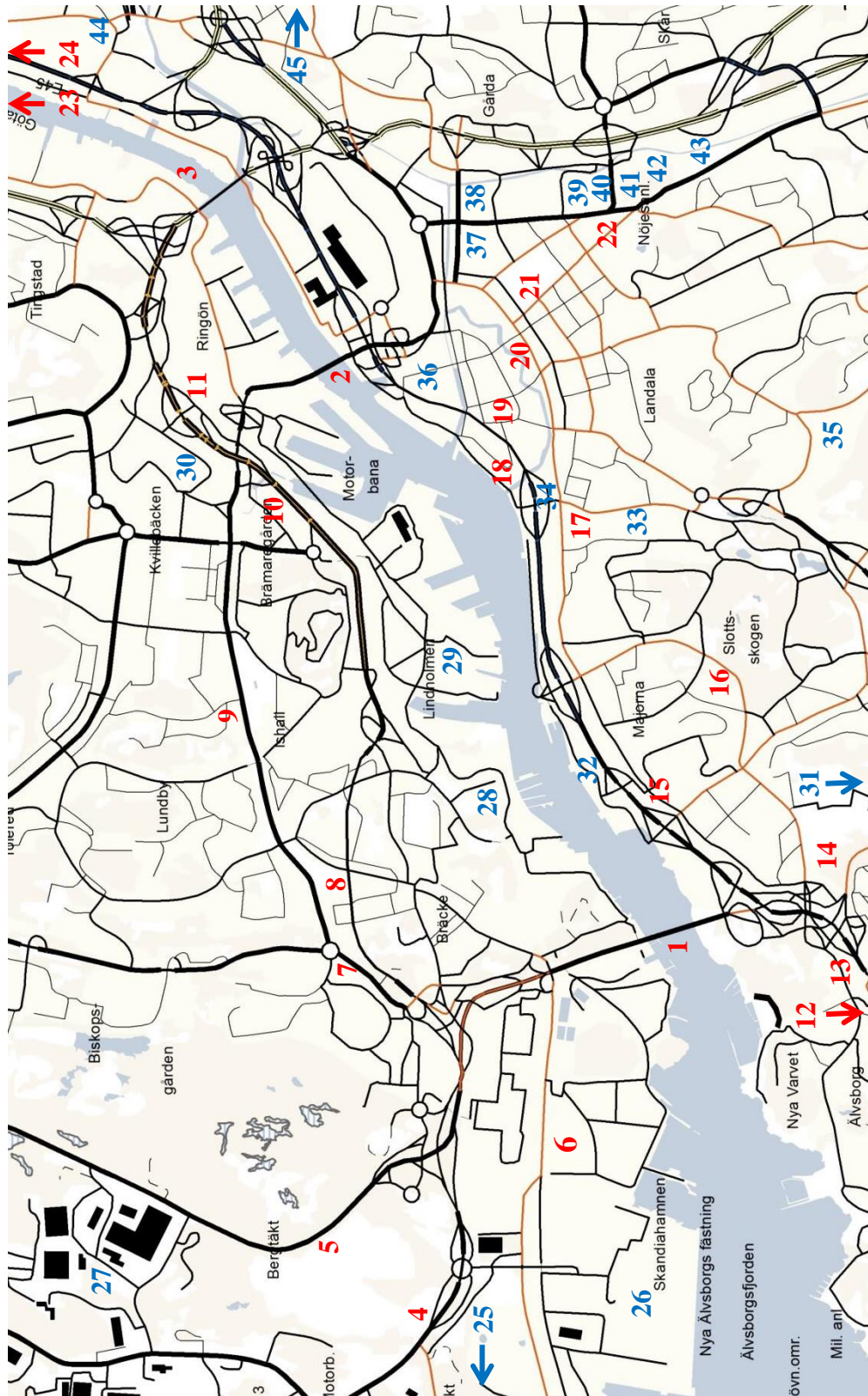
Trafikverket (2016a). *NVDB på webb* <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket> (Hämtad 2016-03-15)

Trafikverket (2016b). *Vägtrafikflödeskartan*. <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation> (Hämtad 2016-03-09)

TT (2015) *Avstängningar i Tingstadstunneln i helgen.*
<https://via.tt.se/pressmeddelande/avstangningar-i-tingstadstunneln-i-helgen/44450?releaseId=185459&publisherId=44450> (Hämtad 2016-04-21)

Bilaga 1

Karta över Göteborg med vägar, geografiska platser och områden utritade



© Lantmäteriet (bearbetad av författarna)

Platsförteckning

Vägar:

Angeredsbron.....	24
Ekedalsgatan.....	16
Första Långgatan.....	17
Götatunneln.....	19
Götaälvsbron.....	2
Hisingsleden.....	5
Hjalmar Brantingsgatan.....	9
Högsboleden.....	14
Jordfallsbron.....	23
Leråkersmotet.....	11
Lundbyleden.....	10
Lundbytunneln.....	8
Nya Allén.....	20
Oljevägen.....	6
Oscarsleden.....	15
Parkgatan.....	21
Skeppsbron.....	18
Skånegatan.....	22
Söderleden.....	12
Tingstadstunneln.....	3
Väg 155.....	4
Västerleden.....	13
Yrvädersgatan.....	7
Älvsborgsbron.....	1

Geografiska platser och områden:

Backaplan.....	30
Frölunda.....	31
Gamla Ullevi.....	37
Gamlestaden.....	44
Göteborgs centrum.....	36
Göteborgs hamnverksamhet.....	26
Järntorget.....	34
Lindholmen.....	29
Linnéstaden.....	33
Liseberg.....	43
Norra Älvstranden.....	28
Sahlgrenska sjukhus.....	35
Scandinavium.....	39
Svenska Mässan.....	40
Södra Älvstranden.....	32
Torslanda.....	25
Ullevi.....	38
Universeum.....	41
Volvo.....	27
Världskulturmuseet.....	42
Östra sjukhuset.....	45