

Thesis 332

Framkomlighet vid cykelöverfarter

En utvärdering av regelförändringar

Martin Larsson

Trafik och Väg

Institutionen för Teknik och Samhälle

Lunds Tekniska Högskola

Lunds Universitet



Copyright © Martin Larsson

LTH, Institutionen för Teknik och samhälle
CODEN: LUTVDG/(TVTT-5299)/1-107/2019
ISSN 1653-1922

Tryckt i Sverige av Media-Tryck, Lunds universitet
Lund 2019

Examensarbete

CODEN: LUTVDG/(TVTT-5299)/1-107/2019

Thesis / Lunds Tekniska Högskola,
Institutionen för Teknik och samhälle,
Trafik och väg, 332

ISSN 1653-1922

Author(s): Martin Larsson
Title: Framkomlighet vid cykelöverfarter – En utvärdering av regelförändringar
English title: Level of service at bicycle crossings – An evaluation of changed rules
Language: Svenska
Year: 2019
Keywords: Cykelöverfarter; framkomlighet; fördröjning; cyklister; stadsbussar; personbilar
Citation: Larsson, M., Framkomlighet vid cykelöverfarter – En utvärdering av regelförändringar. Lund, Lunds universitet, LTH, Institutionen för Teknik och samhälle. Trafik och väg 2019. Thesis. 332

Abstract:

The purpose of this thesis is to investigate how the level of service for different transport modes are affected by the introduction of bicycle crossings at three crossing points in Malmö by trying to answer the following questions: What is the research situation on how the level of service for cyclists, cars and buses is affected when introducing bicycle crossings? How has the level of service for these transport modes been affected by introducing bicycle crossings in the three crossings studied? What are the probable causes for these effects on the level of service when bicycle crossings are introduced?

The method of investigation is a brief literature study to determine the theories in level of service and bicycle crossings, followed by a field study at three crossings. The field study aims to measure the flows, speeds, yielding shares and the average delays.

The main results indicate that the average delays in general have increased for the cars and buses, even though there are small changes and not consistent in all directions in all crossings. The average delay for the bicycles has decreased. Other important results indicate increased speeds and increased yielding shares for the motorized vehicles despite the increase in speeds.

The conclusions are that the level of service has increased for the cyclists and generally decreased for the cars and buses, and that the design of the crossing is important for the effect on level of service of the bicycle crossing.

Trafik och väg
Institutionen för Teknik och samhälle
Lunds Tekniska Högskola, LTH
Lunds Universitet
Box 118, 221 00 LUND

Transport and Roads
Department of Technology and Society
Faculty of Engineering, LTH
Lund University
Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden

Sammanfattning

Med de klimatförändringar som dagens samhälle står inför har behovet av en omställning till ett mer hållbart samhälle blivit allt tydligare, inte minst inom transportsektorn, då den står för en betydande del av de totala utsläppen. Ett steg i det är att främja ett ökat cyklande, exempelvis genom att se till att cyklisterna tillgodoses en hög framkomlighet. Ett sätt att öka cykelns framkomlighet är att cyklisterna ges prioritering i förhållande till övriga trafikslag, vilket i korsningar som inte är signalreglerade kan ske genom att ge bilisterna väjningsplikt gentemot de cyklande. Den 1 september 2014 infördes nya regler för cykelöverfarter där just väjningsplikt för motorfordonsförarna gentemot de cyklande gäller. En förutsättning är att överfarterna lever upp till definitionen och regleringen för cykelöverfart. Argument som ställdes mot detta var att en sådan förändring riskerade att leda till en försämrad trafiksäkerhet för cyklisterna, då kunskapen om vilka regler som gäller för cykelöverfart respektive cykelpassage antas vara låg, och en ökad företrädes känsla hos cyklisterna lätt kan leda till minskad uppmärksamhet.

Det har gjorts få studier på effekterna av cykelöverfarter med den nya regleringen, eftersom det inte har hunnits att bygga speciellt många än. En studie som genomförts är en utvärdering av trafiksäkerheten vid tre korsningspunkter i Malmö som har gjorts om från cykelpassager till cykelöverfarter under de senaste två åren. Då det finns tillgång till insamlade data vid dessa korsningspunkter och ett behov av utvärderande studier för effekterna av den nya regleringsformen vid cykelöverfarter ämnar författaren komplettera trafiksäkerhetsutvärderingen vid dessa korsningspunkter med en utvärdering av hur framkomligheten för olika trafikslag påverkats efter att de gjorts om till cykelöverfarter enligt de nya reglerna. Målet för examensarbetet är alltså att undersöka hur olika trafikantgruppers framkomlighet påverkas av åtgärden att införa cykelöverfarter vid tre korsningspunkter i Malmö. Det rör sig om korsningspunkten där Heleneholmsstigen korsar Ystadvägen, där Baltiska vägen och John Ericssons väg möts, samt cykelöverfarten precis norr om cirkulationsplatsen mellan Stadiongatan och Lorensborgsgatan.

För att uppnå syftet med examensarbetet har en litteraturstudie i ämnena framkomlighet och cykelöverfarter genomförts. Utifrån resultaten av den väljs sedan lämplig arbetsmetod och upplägg för en fältstudie som förväntas uppnå syftet med arbetet. Fältstudien mäter flöden, hastigheter, väjningsandelar och medelfördröjningar per trafikant samt observerar trafikanternas beteenden för att kunna försöka förklara varför framkomligheten har förändrats.

Resultaten visar på överlag oförändrade personbilsflöden, vissa minskningar av bussflödena, och både minskade och ökade cykelflöden. Både hastigheter och väjningsandelar för motorfordonen har ökat och fördröjningarna för personbilar och stadsbussar har också ökat marginellt förutom för västergående stadsbussar på Ystadvägen där en minskning av fördröjningen har skett. För cyklisterna har däremot fördröjningarna minskat i samtliga riktningar och korsningspunkter.

Forskningsläget indikerar att framkomligheten för cyklande ökar vid införandet av cykelöverfarter om utformningen är sådan att hastigheterna på de korsande motorfordonen säkras till 30 kilometer i timmen. Författaren har inte hittat några studier som har utvärderat framkomligheten för personbilar och stadsbussar generellt vid cykelöverfarter enligt nuvarande reglering och därmed är slutsatsen att detta borde undersökas. Trots att inte samtliga resultat av jämförelserna av medelfördröjning för de olika trafikslagen var statistiskt signifikanta anser författaren att mönstret är tydligt. Generellt har medelfördröjningen per cyklist minskat efter införandet av cykelöverfarter i de studerade korsningspunkterna, medan den generellt har ökat för personbilar och stadsbussar. Slutsatsen är att cyklisternas framkomlighet har ökat medan personbilarnas och stadsbussarnas framkomlighet har minskat marginellt. Det finns goda belegg för att motorfordonens väjningsandelar gentemot cyklisterna har ökat, trots de ökade hastigheterna. Denna ökade väjningsbenägenhet torde åtminstone delvis vara förklaringen till de minskade fördröjningarna för de cyklande, och den marginella ökningen av fördröjningar för motorfordonen.

Summary

With the climate changes that society are currently facing, the need for a more sustainable society has become more urgent, not least in the transport sector, as it is responsible for a large part of the total emissions. A part of that is to increase cycling, for example by ensuring that the cyclists are provided with a high degree of accessibility. One way to do that is to give them priority in relation to other types of transport modes. At crossings that are not signal regulated it can be done by giving motorists a duty to yield towards the cyclists. On September 1 2014, new rules were introduced for bicycle crossings in Sweden, where the obligation to yield for motor vehicles towards the cyclists was introduced. One prerequisite is that the crossings live up to the definition and regulation of a bicycle crossing. Arguments against this change in rules were that such a change risked to lead to a deterioration in road safety for the cyclists, as the knowledge of which rules apply to bicycle crossings and bicycle passages is assumed to be low, and an increased preference for cyclists can easily lead to reduced attention by them.

Few studies have been done on the effects of bicycle crossings with the new regulation, as it has not been possible to build many of them yet. A study that has been carried out is an evaluation of road safety at three crossing points in Malmö, which have been converted from bicycle passages to bicycle crossings over the past two years. Since there is access to collected data at these intersections and a need for evaluative studies on the effects of the new form of regulation at bicycle crossings, the author intends to supplement the traffic safety evaluation at these intersections with an evaluation of how the accessibility for different transport modes has been affected after they have been converted into bicycle crossings according to the new rules. The aim of the thesis is thus to investigate how the level of service of different road user groups is affected by the introduction of bicycle crossings at three crossing points in Malmö. Those are the point where Heleneholmsstigen crosses Ystadvägen, where Baltiska vägen and John Ericsson's väg meet, as well as the bicycle crossing just north of the roundabout between Stadiongatan and Lorensborgsgatan.

In order to achieve the purpose of the thesis, a literature study on the topics of accessibility and bicycle crossings has been carried out. Based on the results of this study, a suitable working method is then chosen and set out for a field study that is expected to provide answers to the research questions. The field study measures flows, speeds, yielding shares, average delays per road user and also observes road users' behaviours in order to explain why the level of service has changed.

The results show generally unchanged passenger car flows, some reductions in bus flows, and both decreased and increased cycle flows. Both speeds and yielding shares for motor vehicles have increased and delays for passenger cars and city buses have increased marginally except for western city buses on Ystadvägen where a reduction in the delay has occurred. For the cyclists, however, the delays have decreased in all directions and intersections.

The research situation indicates that the accessibility of cyclists increases with the introduction of bicycle crossings if the design is such that the speeds of the intersecting motor vehicles are secured to 30 kilometres per hour. The author has not found any studies that have evaluated the level of service for passenger cars and city buses in general at bicycle crossings according to current regulations and thus the conclusion is that this should be investigated. Although not all the results of the comparisons of average delay for the different transport modes were statistically significant, the author believes that the pattern is clear. Generally, the average delay per cyclist has decreased after the introduction of bicycle crossings in the crossing points studied, while it has generally increased for passenger cars and city buses. The conclusion is that the level of service for cyclists has increased while the level of service for passenger cars and city buses has decreased marginally. There is evidence that the motor vehicle's yielding shares towards the cyclists have increased, despite the increased speeds. This increased yielding tendency should, at least in part, be the explanation for the reduced delays for the cyclists, and the marginal increase in motor vehicle delays.

Förord

Det här examensarbetet är utfört hösten 2018/våren 2019 vid avdelningen Trafik och väg vid Institutionen för Teknik och samhälle, LTH, Lunds universitet, och innebär det avslutande momentet i utbildningen till civilingenjör inom väg och vatten. Författaren vill först och främst tacka kollegorna på avdelningen för värdefulla diskussioner kring-, och intresse för detta examensarbete. Ett särskilt tack riktas till handledarna Åse Svensson och Hampus Ekblad på avdelningen, för stöd och tips i planeringen och utförandet av arbetet. Jag vill även tacka Carl Johnsson för hjälp med tekniken kring videoanalyserna, examinator Till Koglin för visat intresse och stöttning, Helena Svensson för visat tålamod med mig under examensarbetsprocessen, samt Anders Wretstrand för att du trodde på mig och gav mig chansen.

Sist men inte minst vill jag tacka min familj och speciellt min kära hustru Amalia Larsson för allt ditt stöd under utbildningen. Tack för att du alltid har funnits där och satt mig och studierna i första rummet.

Författaren

Lund, maj 2019

Definitioner och begrepp

Följande definitioner och begrepp är de som används i den här rapporten om inget annat specifikt anges. De flesta av dem är hämtade ur ”Lag om vägtrafikdefinitioner” och är således de juridiskt bindande definitionerna. För de begrepp som inte förekommer i lagen gäller definitioner som rapportens författare bedömt som lämpliga utifrån vad som hittats i övrig genomgången litteratur enligt källhänvisning. I det fall källhänvisning saknas är det författarens egen formulering av definitionen.

Bil: Ett motorfordon som är försett med tre eller flera hjul eller medar eller med band och som inte är att anse som en motorcykel eller en moped. Bilar delas in i personbilar, lastbilar och bussar (SFS, 2001:559).

Buss: En bil som är inrättad huvudsakligen för personbefordran och är försedd med fler än åtta sittplatser utöver förarplatsen. Bussar delas in i lätta och tunga bussar (SFS, 2001:559).

Cykel: 1. Ett fordon som är avsett att drivas med tramp- eller vevanordning och inte är ett lekfordon. 2. Ett eldrivet fordon med en tramp- eller vevanordning om elmotorn a. endast förstärker kraften från tramp- eller vevanordningen, b. inte ger något krafttillskott vid hastigheter över 25 kilometer i timmen, och c. har en kontinuerlig märkeffekt som inte överstiger 250 watt. 3. Ett eldrivet fordon utan tramp- eller vevanordning som är avsett för användning av personer med fysisk funktionsnedsättning, och är a. inrättat huvudsakligen för befordran av en person, b. inrättat för att föras av den åkande, och c. konstruerat för en hastighet av högst 20 kilometer i timmen. 4. Ett eldrivet fordon utan tramp- eller vevanordning som uppfyller villkoren i 3 a-c och som antingen a. har en elmotor vars kontinuerliga märkeffekt inte överstiger 250 watt, eller b. är självbalanserande (SFS, 2001:559).

Cykelpassage: En del av en väg som är avsedd att användas av cyklande eller förare av moped klass II för att korsa en körbana eller en cykelbana och som kan anges med vägmarkering. En cykelpassage är bevakad om trafiken regleras med trafiksignaler eller av en polisman och i annat fall obevakad (SFS, 2014:1037, p. 1).

Cykelöverfart: En del av en väg som enligt en lokal trafikföreskrift är avsedd att användas av cyklande eller förare av moped klass II för att korsa en körbana eller en cykelbana och som anges med vägmarkering och vägmärke. Vid en cykelöverfart ska trafikmiljön vara utformad så att det säkras att fordon inte förs med högre hastighet än 30 kilometer i timmen (SFS, 2014:1037, p. 1).

Farthinder: Anordning placerad i trafiknätet i syfte att sänka fordonens hastigheter.

Framkomlighet: Hur lätt det är att ta sig fram i trafiknätet (Holmberg, et al., 2008).

Fördröjning: Den mertid det tar att passera korsningen jämfört med att denna ej funnits (Hagring, 2000b, p. 59).

Hastighetssäkring: En utformning som säkerställer att 85 percentilen av fordonstrafikens hastighet inte överskrider 30 km/h i konfliktpunkten.

Moped klass II: En moped som har en motor vars nettoeffekt inte överstiger 1 kilowatt och 1. är konstruerad för en hastighet av högst 25 kilometer i timmen, eller 2. är konstruerad för att drivas med en tramp- och vevanordning och där motorn inte ger något krafttillskott vid hastigheter över 25 kilometer i timmen (SFS, 2001:559).

Personbil: En bil som är försedd med högst åtta sittplatser utöver förarplatsen och 1. är inrättad huvudsakligen för personbefordran eller 2. är permanent försedd med ett karosseri som är inrättat som bostadsutrymme och utrustat med åtminstone a. fast monterade sittplatser, b. fast monterade sovplatser som kan utgöras av sittplatser som kan omvandlas till sovplatser, c. fast monterad utrustning för matlagning och lagring och d. bord (SFS, 2001:559).

Stadsbuss: En buss, enligt definitionen för buss i detta avsnitt, avsedd att fungera som stomlinje i bussnätet inom tätort.

Innehåll

Sammanfattning.....	4
Summary	6
Förord	8
Definitioner och begrepp.....	10
1 Inledning.....	16
1.1 Bakgrund.....	16
1.2 Syfte och målsättning.....	17
1.2.1 Litteraturstudie	17
1.2.2 Fältstudie.....	17
1.2.3 Frågeställningar	18
1.3 Avgränsningar	18
1.3.1 Litteraturstudie	18
1.3.2 Fältstudie.....	18
1.4 Disposition	19
2 Metodik.....	22
2.1 Litteraturstudie.....	23
2.2 Fältstudie.....	23
2.3 Tillförlitlighet och användbarhet.....	24
3 Litteraturstudie	26
3.1 Teoretisk bakgrund	26
3.1.1 Vilka faktorer påverkar framkomligheten?	26
3.1.2 Mått på framkomlighet	29
3.1.3 Mätningar	31
3.1.4 Videoanalys.....	32
3.2 Cykelöverfarter	32
3.2.1 Cykelpassager	34
3.2.2 Regelkännedom.....	35
3.2.3 Hastighetssäkring.....	36
3.2.4 Tidigare utvärdering av framkomlighet vid cykelöverfarter	39
3.3 Före-/efterstudier.....	39

3.4 Sammanfattning	41
4 Fältstudie.....	44
4.1 Beskrivning av platserna	44
4.1.1 Ystadvägen/Heleneholmsstigen	45
4.1.2 John Ericssons väg/Baltiska vägen.....	46
4.1.3 Lorensborgsgatan/Stadiongatan	48
4.2 Metod.....	49
4.2.1 Val av mått på framkomlighet.....	49
4.2.2 Observationer	50
4.2.3 Flödesmätning.....	52
4.2.4 Hastighetsmätning.....	52
4.2.5 Trafikanternas beteende	53
4.2.6 Fördröjningar	53
4.2.7 Data som andra samlat in.....	54
4.3 Sammanfattning	54
5 Resultat.....	56
5.1 Flöden.....	56
5.1.1 Ystadvägen/Heleneholmsstigen	56
5.1.2 John Ericssons väg/Baltiska vägen.....	59
5.1.3 Lorensborgsgatan/Stadiongatan	61
5.1.4 Sammanfattning.....	63
5.2 Hastigheter	63
5.2.1 Ystadvägen/Heleneholmsstigen	63
5.2.2 John Ericssons väg/Baltiska vägen.....	64
5.2.3 Lorensborgsgatan/Stadiongatan	64
5.2.4 Sammanfattning.....	64
5.3 Trafikanternas beteende.....	65
5.3.1 Ystadvägen/Heleneholmsstigen	65
5.3.2 John Ericssons väg/Baltiska vägen.....	66
5.3.3 Lorensborgsgatan/Stadiongatan	66
5.3.4 Sammanfattning.....	67
5.4 Fördröjningar.....	67
5.4.1 Ystadvägen/Heleneholmsstigen	67
5.4.2 John Ericssons väg/Baltiska vägen.....	71
5.4.3 Lorensborgsgatan/Stadiongatan	74

5.4.4 Sammanfattning	79
6 Diskussion och slutsatser	80
6.1 Resultatdiskussion	80
6.1.1 Flöden.....	80
6.1.2 Hastigheter.....	85
6.1.3 Fördröjningar	86
6.2 Metoddiskussion.....	92
6.2.1 Definitioner	92
6.2.2 Observationer.....	92
6.2.3 Videoanalys.....	93
6.3 Slutsatser	94
6.3.1 Rekommendationer	96
6.3.2 Framtida forskning i ämnet.....	96
7 Referenser.....	98
7.1 Figurförteckning.....	101
Bilaga 1	102
Bilaga 2.....	105
Bilaga 3.....	107

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Med de klimatförändringar som dagens samhälle står inför har behovet av en omställning till ett mer hållbart samhälle blivit allt tydligare, inte minst inom transportsektorn då den står för en betydande del av de totala utsläppen. I Sverige uppgår de inrikes transporterna till en tredjedel av de totala utsläppen (Naturvårdsverket, 2018). Ett steg i att ställa om till ett mer hållbart transportsystem är att främja ett ökat cyklande, eftersom cykeln är ett av de färdmedlen med absolut minst påverkan på utsläppen av klimatgaser, förutom det ger ett ökat cyklande bland annat stora förbättringar av folkhälsan och minskar trängseln i städerna (Stigell, 2011).

Det har visat sig att en viktig faktor för att öka andelen cyklande är att se till att tillgodose en hög framkomlighet. Ett sätt att öka cykelns framkomlighet är att ge dem prioritering i förhållande till övriga trafikslag. Detta gäller framförallt i korsningspunkter där ett ofrivilligt stopp för cyklister upplevs som jobbigare än vad det gör för övriga trafikslag. Det förlänger inte bara restiden utan kräver också en ökad ansträngning för att starta igen, då det krävs muskelkraft och balans för att komma igång (Svensson, 2008). För att prioritera cyklister i korsningspunkter med motorfordon krävs att maktbalansen mellan motorfordonen och cyklarna förändras. Det kan ske genom att prioritera cyklister med hjälp av trafiksignaler där ett exempel är att vända på de aktivitetsstyrda signalerna så att cykeln har grönt konstant tills ett korsande motorfordon registreras istället för tvärtom som är det vanliga i dagsläget (Trafikverket, 2012). Vid korsningar som inte är signalreglerade kan så kallad omvänd väjningsplikt införas där bilisterna ges väjningsplikt gentemot cyklister (SKL, 2010).

Den 1 september 2014 infördes nya regler för cykelöverfarter. Efter införandet av den nya regleringen för cykelöverfarter definieras numer samtliga cykelpassager (som tidigare definierats som cykelöverfarter och cykelpassager) som cykelpassager om de inte uppfyller definitionen för cykelöverfart. För cykelpassagerna gäller det att cyklande har väjningsplikt gentemot motorfordonen. Vid de nya cykelöverfarterna belades istället motorfordonsförare med väjningsplikt gentemot de cyklande förutsatt att överfarterna lever upp till definitionen och regleringen för cykelöverfart. Huvudargumentet för att införa de här förändringarna var just att öka cyklisternas framkomlighet, för att på så sätt bidra till att göra cykeln till ett mer attraktivt färdmedelsval. Argument som ställdes mot detta var att en sådan förändring riskerade att leda till en försämrad trafiksäkerhet för cyklister, då kunskapen om vilka regler som gäller för cykelöverfart respektive cykelpassage antas vara låg, och en ökad företrädes känsla hos cyklister lätt kan leda till minskad uppmärksamhet (Berg, 2017).

En minskad trafiksäkerhet för cyklister riskerar att motarbeta syftet med att ge cyklister ökad framkomlighet, nämligen att få fler människor att cykla. En ökad framkomlighet bör med andra ord inte ske på bekostnad av en försämrad trafiksäkerhet. Det har gjorts få studier

på effekterna av cykelöverfarter med den nya regleringen då det inte har hunnits att bygga speciellt många än, men en studie som utvärderat effekter på trafiksäkerheten vid cykelöverfarter är ”*Säkra tillgängliga cykelöverfarter*”, författad av Svante Berg (2017) på uppdrag av Trafikverket. Studien har tittat på olycksdata från STRADA före respektive efter införandet av cykelöverfarter på ett 90-tal platser i olika städer i Sverige. Att direkt mäta trafiksäkerheten genom olycksdata tar ofta lång tid. Här finns alltså ett behov av ökad kunskap kring vad effekterna av den nya regleringsformen för cykelöverfarter blir, både med avseende på trafiksäkerhet och med avseende på framkomlighet.

Författaren till detta examensarbete arbetar för närvarande inom ett projekt, på avdelningen för trafik och väg vid Lunds Tekniska Högskola, där trafiksäkerheten för cyklister undersöks vid tre korsningspunkter i Malmö. Korsningspunkterna är olika till utformning och storlek, men det de har gemensamt är att de har gjorts om från cykelpassager till cykelöverfarter under de senaste två åren. Då det finns tillgång till insamlade data vid dessa korsningspunkter och ett behov av utvärderande studier för effekterna av den nya regleringsformen vid cykelöverfarter ämnar författaren komplettera trafiksäkerhetsutvärderingen vid dessa korsningspunkter med en utvärdering av hur framkomligheten för olika trafikslag påverkats efter att de gjorts om till cykelöverfarter enligt de nya reglerna.

1.2 Syfte och målsättning

Målet för examensarbetet är att undersöka hur olika trafikantgruppers framkomlighet påverkas av åtgärden att införa cykelöverfarter vid tre korsningspunkter i Malmö. Det rör sig om korsningspunkten där Heleneholmsstigen korsar Ystadvägen, där Baltiska vägen och John Ericssons väg möts, samt cykelöverfarten precis norr om cirkulationsplatsen mellan Stadiongatan och Lorensborgsgatan.

1.2.1 Litteraturstudie

Syftet med litteraturstudien är att läsaren ska få en överblick över bakgrunden till de nya cykelöverfarter som nu byggs i de svenska städerna, men också få en bättre bild av forskningsläget kring framkomlighet och hur den kan mätas. Målet är att läsaren ska kunna förstå valet av design för fältstudien, samt värdera relevansen i utformningen och resultaten av den.

1.2.2 Fältstudie

Syftet med fältstudien är att undersöka om framkomligheten för cyklar har förbättrats vid cykelöverfarterna i korsningspunkterna Ystadvägen/Heleneholmsstigen, John Ericssons väg/Baltiska vägen och norr om cirkulationsplatsen Lorensborgsgatan/Stadiongatan i Malmö. Syftet är också att se hur framkomligheten har påverkats för personbilar och stadsbussar i samma korsningspunkter. Målet är att hitta förklarande faktorer till resultatet av studien.

1.2.3 Frågeställningar

Vad säger forskningsläget kring hur framkomligheten för trafikslagen cykel, bil och buss påverkas vid införande av cykelöverfarter?

Hur har framkomligheten för trafikslagen cykel, personbil och stadsbuss påverkats av åtgärden att införa cykelöverfart i de tre studerade korsningspunkterna?

Vad är troliga orsaker till att framkomligheten för trafikslagen cykel, personbil och stadsbuss påverkats så som den har gjort vid införandet av cykelöverfart i de tre studerade korsningspunkterna?

1.3 Avgränsningar

1.3.1 Litteraturstudie

Den litteraturstudie som genomförs inom ramen för detta examensarbete är begränsad och har inga ambitioner att vara en uttömmande beskrivning av ämnet utan är endast tänkt som en grund för fältstudien att stå på. En överskådlig bild av ämnena framkomlighet, cykelöverfarter, farthinder, före-/efterstudier samt mätningar av flöden, hastigheter och fördröjningar presenteras.

1.3.2 Fältstudie

Fältstudien är, i geografiskt hänseende, begränsad till de tre studerade korsningspunkterna, belägna i de halvcentrala delarna av Malmö.

De trafikslag som behandlas i fältstudien är cykel, personbil och stadsbuss, vilket innebär att lastbilar, eventuella andra bussar än stadsbussarna, gångtrafikanter, motorcyklar samt övriga fordon som inte uppfyller definitionen för de här tre trafikslagen inte kommer att studeras med avseende på deras framkomlighet. Däremot kan det vara så att de ingår i studien såtillvida att de inverkar på de tre ingående trafikslagens framkomlighet och då behandlas av den anledningen. Endast framkomligheten studeras, vilket inte utesluter att hänvisningar till andra aspekter, som till exempel trafiksäkerhet, kan göras där så bedöms lämpligt. Mopeder klass II ingår, tillsammans med cyklar, i definitionen av cykelöverfarter då de får färdas på cykelvägar och cykelbanor. Dessa kommer dock ej att behandlas i studien av skälet att det är svårt att avgöra vilken klass mopederna tillhör enbart genom videoanalys.

Fältstudien är tidsmässigt avgränsad till den period, före respektive efter åtgärdens införande, för varje studerad plats, där det finns data insamlad. Från den data som finns tillgänglig väljs lämpliga observationer ut för att studeras i enlighet med vad teorin i litteraturstudien indikerar.

1.4 Disposition

I det här avsnittet ges en kort beskrivning av rapportens struktur och det är författarens förhoppning att den ska underlätta för läsaren att ”följa den röda tråden” genom rapporten. Av samma anledning avslutas kapitel 3 *Litteraturstudie*, kapitel 4 *Fältstudie* och kapitel 5 *Resultat* med korta sammanfattningar av innehållet i kapitlet. För att kunna svara på frågeställningarna som presenterats i avsnitt 1.2.3 *Frågeställningar* och därmed uppnå syftet med examensarbetet har författaren valt att i princip följa, den i vetenskapliga sammanhang vanliga IMRaD-strukturen (Day, 1995), som innebär Inledning, Metod, Resultat och Diskussion/Slutsatser. I den här rapporten sker det genom den kapitelindelning som beskrivs i det följande:

Kapitel 1 är det inledande kapitlet, där bakgrunden till cykelöverfarter introduceras, vad syftet med examensarbetet är, vilka avgränsningar som gjorts och slutligen hur rapporten är uppbyggd.

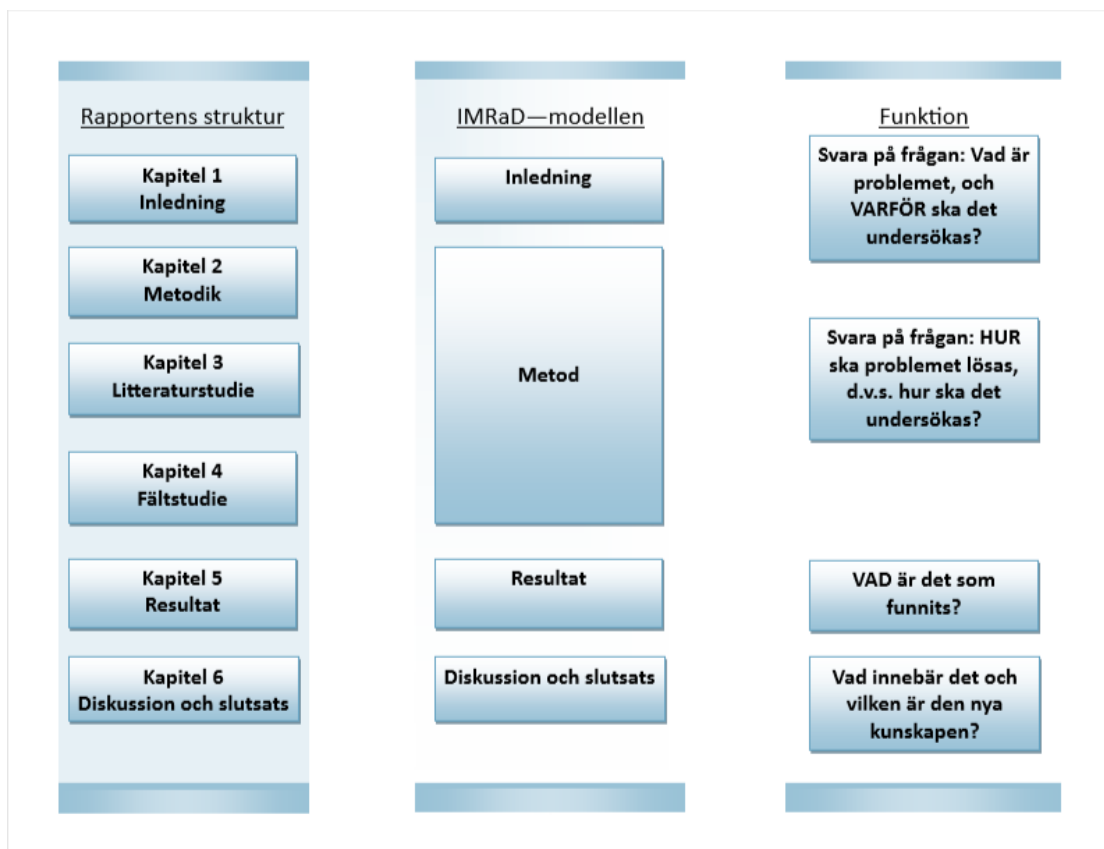
Kapitel 2 är en kortfattad beskrivning av vanligt förekommande metoder i vetenskapliga sammanhang för att läsaren ska kunna göra sig en uppfattning om den valda metoden är adekvat och relevant för studiens syften.

Kapitel 3 är en litteraturstudie som ämnar ge läsaren en översiktlig bild av forskningsläget kring de begrepp och teorier som examensarbetet behandlar. Kapitlet behövs dels för att ge en teoretisk grund att stå på för valet av metod och design av den fältstudie som genomförts inom ramen för examensarbetet, dels för att en analys och diskussion av resultaten ska vara möjlig.

Kapitel 4 beskriver metoden, förutsättningarna och upplägget för fältstudien samt en översiktlig beskrivning av de studerade korsningspunkternas beskaffenhet och belägenhet. Syftet med kapitlet är att ge tydliga förutsättningar för och förklaringar till hur fältstudien har genomförts.

Kapitel 5 presenterar resultaten av den genomförda fältstudien. Kapitlet kopplar till föregående kapitel då de resultat som erhållits är beroende av just de förutsättningar och metod som använts.

I **Kapitel 6** analyseras och diskuteras först de resultat som presenteras i **Kapitel 5** för att sedan avslutas med att presentera de slutsatser som författaren har kunnat dra från analysen. De slutsatser som dras återkopplar till frågeställningarna som ställts upp i det inledande kapitlet och syftar till att ge svar på dem. Om denna ”loop” fungerar bör syftet med examensarbetet kunna sägas vara uppfyllt. I *Figur 1* på nästa sida visas en schematisk skiss över rapportens struktur, hur den kopplar till IMRaD-modellen och vilken funktion de olika ingående delarna är tänkta att fylla.



Figur 1. Grafisk översikt av rapportens struktur, hur strukturen svarar mot IMRaD-modellen samt vilken funktion de olika delarna fyller

2 Metodik

Beroende på syftet med ett arbete kan olika metoder användas. Syftet med en studie kan vara *beskrivande*-, *utforskande*-, *förklarande*- eller *problemlösande*. De *beskrivande* studierna har som mål att ta reda på och beskriva hur det som studeras fungerar eller utförs. De *utforskande* studierna går in för att få en djupare kunskap och förståelse av det som studeras. De *förklarande* studierna söker orsakssamband och förklaringar till hur det som studeras fungerar eller utförs, medan de *problemlösande* studierna är inriktade på att lösa ett specifikt problem (Robson, 2002).

När väl syftet med arbetet är fastställt kan en lämplig metod, för att uppnå detta syfte, väljas. De mest relevanta metoderna för examensarbeten inom tillämpade vetenskapsområden är *kartläggning*, *fallstudie*, *experiment* och *aktionsforskning*. I *kartläggningen* handlar det om att sammanställa och beskriva det rådande läget för ett visst fenomen eller objekt. *Kartläggningarna* arbetar ofta brett och överskådligt. *Fallstudier* arbetar med att undersöka ett eller flera fall där objektet studeras på djupet utifrån det specifika fallet. Här gäller det att försöka påverka det studerade objektet så lite som möjligt. *Experiment* går ut på att försöka jämföra två eller fler objekt genom att isolera ett fåtal faktorer och enbart manipulera en av dem. *Aktionsforskning* bygger på att en aktivitet som syftar till att lösa ett problem studeras i en noggrant övervakad och dokumenterad studie (Höst, et al., 2006).

De beskrivna metoderna kan vara *fixa* eller *flexibla* (Robson, 2002), där en *fix* metod använder sig av i förväg bestämda definitioner som inte kan ändras under studiens genomförande, då detta skulle påverka resultaten av data. De metoder som i princip alltid är fixa till sin natur är *kartläggning* och *experiment*. Om en metod istället är *flexibel* innebär det att det är möjligt att anpassa studien efterhand om förutsättningarna har förändrats. Den *flexibla* metoden används i huvudsak vid *fallstudier* och *aktionsforskning* (Höst, et al., 2006).

För de olika metoderna finns det lite olika typer av verktyg som kan användas för att uppnå syftet med arbetet. Exempel på sådana verktyg för datainsamling är *enkäter*, *intervjuer*, *observationer* och *dokumentanalyser* (Höst, et al., 2006). Vidare kan insamlad data vara *kvantitativ* eller *kvalitativ*. *Kvantitativ* data kännetecknas av att den är mätbar och således kan användas för att göra statistiska analyser av materialet. *Kvalitativ* data är beskrivningar med ord som ofta är utförliga och innehållsrika. Den här typen av data kan emellertid inte analyseras med hjälp av statistiska metoder utan analysen bygger på sortering och kategorisering (Höst, et al., 2006).

För att få en mer heltäckande bild av det som studeras är det ofta en fördel att använda sig av så kallad *triangulering*, vilket innebär en blandning av olika metoder och data (Robson, 2002).

2.1 Litteraturstudie

För att ha en teoretisk grund att stå på inför fältstudien genomfördes en begränsad litteraturstudie inom ämnena framkomlighet och cykelöverfarter. Dels handlar det om att sätta in arbetet i en generell kontext och knyta an till det rådande forskningsläget i frågan, men det handlar även om att hitta användbara metoder så att fältstudien kan genomföras på ett vetenskapligt sätt, för att få så tillförlitliga resultat som möjligt. Framförallt gäller det att beskriva framkomlighet, vad det är som påverkar framkomligheten för de studerade trafikslagen och hur den kan mätas. Vidare ska litteraturstudien undersöka vad cykelöverfarter är, varför de har införts och vilka regler som gäller för dem. Syftet med litteraturstudien i det här arbetet är alltså *beskrivande* och *utforskande* till sin karaktär varför metoden *kartläggning* är en lämplig metod för att uppnå dess syfte. I det följande beskrivs vilka verktyg som använts och hur dessa har implementerats.

Litteratursökningen påbörjades med sökning i Lunds universitetsdatabas LUBsearch, Scopus och Web of science med sökordet: *framkomlighet*. I Scopus och Web of science påträffades inga relevanta träffar men sökningen i LUBsearch genererade 60 träffar varav 14 var relevanta för studien och valdes därmed ut för att studeras närmare. Via tekniken *citation pearl growing*, som går ut på att genom nyckelord och begrepp i den sökta litteraturen få uppslag för en ny sökning (Hansson, 2018), kunde användbara nyckelbegrepp ur de funna studierna användas för att söka vidare i LUBsearch samt via Google Scholar. Exempel på sådana nyckelord var *fördröjning*, *kapacitet*, *tillgänglighet*, *interaktion* och *level of service*. Samma procedur upprepades sedan för begreppet *cykelöverfarter*. Expertisen hos kollegorna på avdelningen utnyttjades också för uppslag på relevant litteratur för ämnena i fråga.

För att kontrollera relevansen av den funna litteraturen gjordes en begränsad *citation analysis*, där författarnas relevans bedöms genom att titta på hur många andra forskare som har citerat deras publikationer (Hansson, 2018). Här bör det nämnas att den typen av sökning endast är relevant för publikationer som är skrivna i akademiska sammanhang. En hel del av den sökta litteraturen i det här fallet handlar om definitioner av olika begrepp, utformningsråd, etcetera, vilka återfinns i förordningar, riktlinjer och annan typ av dokumentation som inte är att betrakta som akademisk till sin natur.

2.2 Fältstudie

Det övergripande syftet med fältstudien är att undersöka hur framkomligheten påverkas för trafikslagen cykel, personbil och stadsbuss, vilket är av främst *utforskande* karaktär men samtidigt kommer slutsatser, baserade på en diskussion av resultaten att försöka dras om så är möjligt vilket skulle kunna ses som att studien har ett *förklarande* syfte också.

De metoder som bäst förefaller motsvara fältstudiens syfte är *fallstudie* och *experiment*. Fallstudierna använder sig oftast av *kvalitativa* ansatser, men i det här fallet är fallstudien experimentellt utformad och det är *kvantitativa* data som huvudsakligen kommer att samlas in. Det kan vara så att företeelser, som bedöms kunna inverka på det som studeras, inträffar och har fångats på videorna. De observationerna är då av *kvalitativ* typ, men bedöms ändå kunna ligga till grund för analys, och eventuellt jämförelse av exempelvis beteende eller dylikt, före

respektive efter åtgärd. Huvudsakligt fokus ligger på en jämförelse av situationen före- respektive efter åtgärd, även om jämförelser mellan de olika korsningspunkterna kommer att göras i de fall detta är möjligt. På grund av studiens upplägg är metodiken att betrakta som *fix*, då det är viktigt att samma definitioner och tillvägagångssätt används dels före respektive efter åtgärd, dels mellan de olika fallobjekten för att möjliggöra jämförelser dem emellan.

Det verktyg som fältstudien kommer att använda sig av är *observationer*, med tillhörande *mätningar*, genom videofilmning av korsningspunkterna. Hur verktyget för datainsamling ska utformas i praktiken bygger på de resultat som Litteraturstudien påvisar, och kan därför inte beskrivas här. Läsaren hänvisas istället till avsnitt 4.2 *Metod* för detaljer kring detta.

Som ovan beskrivits ämnar studien i viss mån använda sig av såväl en *kvantitativ* som *kvalitativ* ansats och en blandning av metoder där litteraturstudien och fältstudien ät tänkta att komplettera varandra. Detta gör att en bättre bild av det analyserade fenomenet kan uppnås, via *triangulering*. Tanken är vidare att de erhållna resultaten även ska kunna jämföras mot de resultat som tidigare studier har kommit fram till.

2.3 Tillförlitlighet och användbarhet

Det finns tre viktiga begrepp som brukar användas för att beskriva en studies tillförlitlighet och användbarhet. Begreppet *realibilitet* beskriver hur tillförlitlig datainsamlingen och analysen är med avseende på slumpmässig variation. För att kunna dra korrekta slutsatser krävs det att studien har en god *realibilitet*. Begreppet *validitet* används för att beskriva om studien faktiskt mäter det den avser att mäta. Båda dessa aspekter krävs för att uttala sig om studiens relevans för det studerade ämnet. Det tredje begreppet, *representativitet*, beskriver hur pass generaliserbara resultaten av studien är, vilket i mångt och mycket beskriver användbarheten av studien (Höst, et al., 2006).

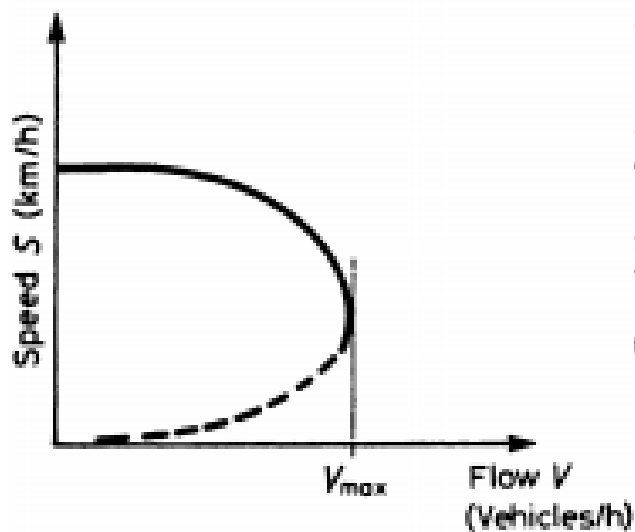
3 Litteraturstudie

3.1 Teoretisk bakgrund

Framkomlighet är ett begrepp som beskriver hur lätt det är att ta sig fram i trafiknätet, exempelvis en gata, en gång- eller cykelväg (Holmberg, et al., 2008), eller som i fallet för den här studien en korsningspunkt. För studier av framkomlighet brukar situationen delas upp i två olika trafikflödestyper, *obrutet flöde* respektive *brutet flöde*. Det *obrutna flödet*, det vill säga då inga korsande trafikströmmar förekommer, uppstår vanligtvis på sträcka medan det *brutna trafikflödet*, då korsande trafikströmmar förekommer, normalt uppstår i korsningar (Hagring, 1999).

3.1.1 Vilka faktorer påverkar framkomligheten?

För ett obrutet trafikflöde används trafikflödesteori för att analysera framkomligheten. Det finns ett antal begrepp kopplade till teorin, som är viktiga att känna till. *Flöde* beskriver hur många trafikanter som passerar en viss punkt på den aktuella länken under en viss tidsperiod. *Flödet* uttrycks ofta i fordon (eller trafikanter) per timme även om det inte behöver ha mätts under just en timme. *Tätheten* kan sägas vara flödets motsats, på så vis att den mäter hur många trafikanter som befinner sig på en viss sträcka vid en viss tidpunkt. Den uttrycks ofta i antal trafikanter per kilometer (Hall, 1992). Flödet och tätheten mäts vanligtvis per körfält i de fall det finns mer än ett körfält per riktning. *Hastighet*, som ofta mäts i km per timme, är det tredje begreppet som länkar samman *flöde* och *täthet* genom *trafikens allmänna tillståndslag*. Enligt denna lag hänger de tre ovan beskrivna begreppen ihop på så vis att *flödet* är produkten av *hastigheten* och *tätheten*, enligt $q = v \times k$, där q är flödet, v är hastigheten och k är tätheten. Denna lag gäller under ideala trafik- och vägförhållanden (Várhelyi, 2008). Detta samband brukar illustreras grafiskt med en figur som visar hastigheten som funktion av flödet, se *Figur 2* på nästa sida (den kan givetvis också presenteras med figurer för hastighet som funktion av täthet och flöde som funktion av täthet). Observera att i figuren betecknas flödet med V istället för q och hastigheten med S istället för v . Då flödet ökar påverkas först inte hastigheten alls, men när flödet kommer till en viss punkt börjar hastigheten att sjunka för att komma till en punkt där flödet når sitt maximum. Om fler fordon tillförs systemet minskar både hastigheten och flödet då det övergår från ett stabilt tillstånd till ett instabilt sådant, allmänt känt som *stop-go*. Trafikanterna befinner sig då i kö och går hastigheten ner till noll gör ju även flödet det. Den punkt där flödet inte längre kan öka kallas för länkens *kapacitet* (Várhelyi, 2008).



Figur 2. Hastigheten som funktion av flödet enligt trafikens allmänna tillståndslag (Ortuazar & Willumsen, 2011)

För ett brutet trafikflöde påverkas framkomligheten däremot av korsande fordon. För en korsning utan trafiksignaler, där flödena på de korsande vägarna är så stort att det hela tiden finns väntande trafikanter på sekundärvägen, kan dessa väntande fordon endast passera det överordnade flödet på primärvägen, då det finns ett tillräckligt stort tidsavstånd för att de ska våga vara säkra på att hinna förbi, innan nästa fordon i den överordnade strömmen kommer. Detta tidsavstånd kallas *det kritiska tidsavståndet* (Várhelyi, 2008). Det kritiska tidsavståndet går inte att mäta direkt utan tas fram genom att se vilket det största tidsavståndet som avvisades av trafikanten och det minsta tidsavståndet som accepterades av samma trafikant var. Det kritiska tidsavståndet ligger mellan dessa två tidsavstånd. Knutet till det kritiska tidsavståndet är den så kallade *följetiden*, det vill säga den tidslucka som krävs för att ett bakomvarande fordon på sekundärvägen också ska våga köra ut i korsningen (Troutbeck & Brilon, 1992).

De många olika modellerna för att beskriva trafikflödet, såväl på sträcka som i korsningspunkt, brukar delas upp i olika kategorier beroende på om de är *deterministiska* eller *stokastiska* och om det är *mikromodeller* eller *makromodeller*. En *deterministisk* modell arbetar med fasta variabler, och använder sig alltså av medelvärdet för dessa, medan de *stokastiska* modellerna tar hänsyn till den statistiska spridningen i dessa variabler. *Mikromodellerna* tittar på den enskilde trafikanten som en diskret enhet vid beräkningar och *makromodellerna* betraktar hela fordonsströmmen som ett kontinuum (Hagring, 1999).

En vanlig modell för trafikprognoser är den så kallade fyrstegsmodellen. Det första steget behandlar *resegenerering*. Om exempelvis ett nytt bostadsområde ska byggas kommer ett visst antal resor att genereras av att människor kommer att bo i området och förmodligen arbeta, studera och ha fritidsintressen på andra platser. Det andra steget, *områdesfördelning*, behandlar vart dessa genererade resor går. I praktiken handlar det också om resor som genereras i något annat område och som går till området i fråga. Därför brukar en så kallad Origin Destination matris sättas upp där resor från och till området till och från övriga områden återfinns i de olika cellerna i matrisen. Det tredje steget handlar om hur dessa genererade resor genomförs, det vill säga hur *färdmedelsfördelningen* ser ut. Resorna i OD-matrisen fördelas i det här steget på

de olika möjliga färdmedlen. Det fjärde och sista steget i modellen beskriver vilken rutt som dessa resor använder, den så kallade *nätutläggningen* (Brundell-Freij, 2008). Beroende på hur modellen är utformad sker detta på lite olika sätt. Ett ”enkelt” sätt att göra det är att använda sig av den så kallade *all-or-nothing principen*, som går ut på att anta att alla trafikanter för ett visst trafikslag bedömer ”kostnaderna” för resan på samma sätt. I det här fallet betyder ”kostnader” såväl pengar som restid. Att alla trafikanterna, för det specifika färdmedlet uppfattar ”kostnaderna” på samma sätt innebär att de i modellen väljer samma rutt. Det är i praktiken ofta inte realistiskt då det kan förekomma köer och annat som gör att en del trafikanter kommer att välja andra vägar. Alla trafikanter värderar exempelvis inte restid eller kostnad likadant. Enligt *Wardrops princip* kommer trafikanterna att söka nya vägar så länge det finns ett alternativ som bättre stämmer överens med deras värdering av parametrarna som förklarar ruttvalet. När de inte längre upplever att de tjänar något på att byta rutt har systemet kommit till jämvikt, så kallat *equilibrium* (Ortuzar & Willumsen, 2011).

Framkomligheten kan variera mellan olika trafikslag som gång-, cykel-, bil- och busstrafik, men faktorer som påverkar den är gatans utformning, mängden trafik, farthinder och andra typer av hinder som parkerade bilar, korsande trafikströmmar med mera (Holmberg, et al., 2008). Noterbart är att samtliga av de här faktorerna kan knytas till konceptet *hastighet* eller *flöde* på ett eller annat sätt.

Bil

Den trafikflödesteori som beskrivs ovan i avsnittet talar om fordon och/eller trafikanter, men den har växt fram ur en historisk kontext där det som avses är bilar. Förutom det som allmänt anges som faktorer som påverkar framkomligheten generellt, får den ovan beskrivna trafikflödesteorin vara tillräcklig, i det här sammanhanget, för att förklara de faktorer som påverkar bilarnas framkomlighet.

Cykel

Tillräcklig bredd, adekvat halk- och snöbekämpning, avsaknad av nivåskillnader, som gatukanter, och oönskade stopp i reglerade-, likväl som oreglerade korsningar är faktorer som påverkar framförallt cyklisternas framkomlighet. Även separering av cyklar från motorfordon, antingen i tid eller rum, kan påverka framkomligheten positivt för cyklister (Smith, et al., 2014). I fallet med oönskade stopp, som är det mest relevanta fallet för detta arbete, är de starkt beroende av de korsande motorfordonens väjningsbeteende, vilket i sin tur har visat sig vara kopplat till dessa fordons hastigheter (Pauna, et al., 2009). I *Åtgärds katalog för säker trafik i tätort* (Gibrand, et al., 2009) beskrivs det att vid hastigheter mellan 20 – 30 km/h väjer 50 – 80 procent av bilisterna för gående och cyklande vid passager. Detta konfirmeras i studien *Motorfordonsförarens väjningsbeteende gentemot cyklande*, där man fann att 69 procent av bilisterna, med en genomsnittshastighet i spannet 16 – 30 km/h, lämnar företräde för cyklister, medan bilister med genomsnittshastighet i spannet 31 – 45 km/h endast lämnar företräde åt cyklisterna i 57 procent av fallen (Pauna, et al., 2009). I studien beskrivs även att bilisternas benägenhet att lämna företräde för cyklister är större vid cykelöverfarter än vid cykelpassager och ökar då gående finns med i interaktionen. Här är det viktigt att poängtera att väjningsreglerna för cykelöverfarter vid tillfället för studien var annorlunda än de som gäller för cykelöverfarter efter den nya regleringen. I en uppföljande studie fann författarna även att motorfordonens väjningsbenägenhet gentemot cyklande ökade vid ökade cykelflöden (Svensson & Pauna, 2010).

Buss

De framkomlighetsåtgärder som är specifika för att gynna busstrafiken inbegriper signalprioritering, kollektivtrafikkörfält, gena sträckningar, optimerade hållplatsavstånd och nya kopplingar såsom bro, tunnel, väg eller spår (Andersson, et al., 2012). Ett annat sätt att se på framkomligheten för bussen är att titta på dess färdtid, vilken består av körtid, hållplatstid och stopptid. Med stopptid menas den tid som bussen inte kör men inte heller står uppställd vid hållplats för på- och avstigning. Den utgörs då främst av stopp vid signaler eller annat väjande för korsande trafikanter (Andersson, et al., 2012). Att förbättra framkomlighet för bussen skulle i sådana fall kunna ses som åtgärder för att minska dessa tider. Vad gäller körtiden är det främst gena sträckningar och kollektivtrafikkörfält som torde påverka detta. Stopptiderna påverkas av signalprioritering, men de kan potentiellt även påverkas av placeringen av hållplatserna. Av säkerhets- och framkomlighetsskäl är det lämpligt att placera hållplatserna efter korsningspunkten (Holmberg, 2008). Även hållplatsens utformning har en påverkan på den totala färdtiden, men i det fallet är det hållplatstiden som berörs. Fick- och glugghållplatser bör undvikas då de förlänger hållplatstiden och prioriterar biltrafikens framkomlighet i förhållande till bussen (Andersson, et al., 2012).

3.1.2 Mått på framkomlighet

Det finns olika sätt att mäta framkomlighet på. Vilket sätt som är lämpligast avgörs av vilken aspekt av framkomligheten som ska belysas. Vanliga mått på framkomligheten inbegriper *hastighet*, *restid* (Holmberg, et al., 2008), *kapacitet*, *belastningsgrad* (Hagring, 2000b), *körlängd* (Várhelyi, 2008) och *fördröjning* (Hagring, 2000a).

Hastigheten som framkomlighetsmått, den så kallade *färdhastigheten* mäts över en sträcka och är lämplig vid vägar eller gator med liten andel stopp (Hagring, 1999). Den kan även uttryckas i relation till skyltad hastighet (Andersson, et al., 2012).

Kapacitet definieras som:

”det största möjliga flöde som kan passera en punkt (eller ett snitt) i en trafikaneläggning under givna förhållanden” (Hagring, 2000a, p. 3).

De givna förhållandena innebär att flödet måste betraktas som stationärt, med andra ord konstant under en längre tid (Várhelyi, 2008). *Kapaciteten* anges normalt per körfält och i tätort är det i regel korsningar som är dimensionerande för trafiknätets *kapacitet*. Ett med *kapaciteten* besläktat framkomlighetsmått är *belastningsgraden* som definieras som:

”kvoten mellan flöde och kapacitet” (Hagring, 1999, p. 2).

Det innebär att när kapacitetsmax för en trafikaneläggning uppnås är *belastningsgraden* 1. Båda dessa begrepp är lämpliga vid val av korsningstyp, men oftast är *belastningsgraden* mer intressant att använda då flödet ytterst sällan når upp till *kapaciteten*. *Belastningsgraden* i det mest belastade körfältet ska underskrida ett visst riktvärde för respektive korsningstyp (Hagring, 2000b) och normalt bör *belastningsgraden* för en korsning inte överstiga 0,8 för att korsningen ska fungera väl (Várhelyi, 2008). Dessa mått kan inte appliceras på individer, vilket gör det omöjligt att använda för att studera framkomlighet på *mikronivå*, utan lämpar sig istället bättre för framkomlighetsstudier på *makronivå*.

Ett mått som är användbart på *mikronivå* är däremot *fördröjning*, då det kan relateras till enskilda trafikanter. *Fördröjning* beskrivs också som det viktigaste måttet på framkomlighet, och är vanligt i samband med korsningspunkter (Várhelyi, 2008), där det definieras som

”den mertid det tar att passera korsningen jämfört med att denna ej funnits” (Hagring, 2000b, p. 59).

Det beskrivs som ett enkelt, kvantitativt och kontinuerligt mått som också kan ges en kvalitativ innebörd, exempelvis genom en indelning i olika klasser (Hagring, 2000a). Vidare delas fördröjningen upp i *geometrisk fördröjning* respektive *interaktionsfördröjning*, där den *geometriska fördröjningen* är den fördröjning som uppstår på grund av de accelerations- och retardationsförluster som korsningens geometriska utformning ger upphov till, medan *interaktionsfördröjningen* består i fördröjning på grund av konflikter med andra fordon. *Interaktionsfördröjningen* kan i sin tur delas upp i *betjäningstid*, det vill säga den tid det tar för trafikanten att bli betjänad i korsningen, och *väntetid i kö*, vilken är den tid det tar innan trafikanten når stopp- respektive väjningslinjen då vederbörande befinner sig i kö (Hagring, 2000b). Det är även möjligt att mäta *andelar fördröjda* trafikanter eller *andelar stopp*, det vill säga hur stor andel av trafikanterna som måste stoppa helt innan de kan ta sig vidare.

Körlängd är ett viktigt framkomlighetsmått vid dimensionering av trafikantläggningar, då köer kan blockera andra korsningspunkter i trafiknätet om de växer sig för långa. Köer kan växa till även om maxkapaciteten för anläggningen inte har uppnåtts (Várhelyi, 2008).

Generellt är *kapacitet* och *belastningsgrad* relevanta vid trafiktekniska analyser och dimensionering av korsningar, medan *fördröjning* är intressant ur trafikanternas synvinkel samt vid ekonomiska analyser då det är det enda måttet som direkt kan värderas. För att beräkna fordonskostnader, bränsleförbrukning och emissioner däremot, är begreppen *andel fördröjda* eller *andelen stopp* bättre mått att använda (Hagring, 2001). *Tabell 1* visar en sammanställning av de vanligaste framkomlighetsmåten och deras användningsområde och funktion.

Tabell 1. Vanliga framkomlighetsmått, dess användningsområden samt funktioner

Framkomlighetsmått	Användningsområde	Aggregationsnivå
Färdhastighet	Sträckor med liten andel stopp	Mikro.
Kapacitet/Belastningsgrad	Analys och dimensionering av korsningspunkter	Makro
Körlängd	Analys och dimensionering av korsningspunkter	Makro
Fördröjning	Enkelt mått på framkomlighet, främst i korsningspunkter, ur trafikantens perspektiv	Mikro. Kan enkelt aggregeras upp till makronivå t.ex. för samhällsekonomiska analyser
Andel fördröjda/Andel stopp	Beräkning av fordonskostnader, bränsleförbrukning och emissioner	Makro

3.1.3 Mätningar

Som har beskrivits i avsnitt 3.1.1, påverkar såväl flöden som hastigheter framkomligheten för trafikanterna i korsningspunkten. Det är därför nödvändigt för studiens syfte att mäta dem, för att kunna dra slutsatser om hur framkomligheten har förändrats i de studerade korsningspunkterna. Vad forskningsläget indikerar för hur de här faktorerna ska mätas går igenom i det följande.

Flödesmätningar

Mätningar av cykelflöden är generellt svåra att genomföra av olika skäl. Det är exempelvis stor variation i cykelflödena över året, så hur länge- och när mätningarna ska utföras är därför viktiga frågor. Det rekommenderas att långtidsmätningar, det vill säga kontinuerliga mätningar under hela säsonger eller år, görs. Dessa kan eventuellt kompletteras med korttidsmätningar (Eriksson & Varedian, 2008).

Mätningar delas upp i maskinella metoder, där exempelvis pneumatiska slangar eller annan utrustning används, och manuella metoder som i princip går ut på att räkna trafikanterna manuellt, antingen genom fältmätningar på plats eller genom videoinspelning (Eriksson & Varedian, 2008). De maskinella metoderna är oftast billigare medan de manuella brukar vara mer exakta, med mindre felmarginaler, men samtidigt dyrare. Manuella mätningar rekommenderas endast i undantagsfall, då de manuella mätningarna oftast är svårare att dra slutsatser ifrån, eftersom de av kostnadsskäl tenderar att vara begränsade i omfattning (Eriksson & Varedian, 2008). Vad det gäller korsningar är man dock begränsad till manuella mätningar, eller videotolkning (Niska, et al., 2012).

Vid så kallade *före-/efterstudier*, som beskrivs närmare i avsnitt 3.3, i samband med införandet av en åtgärd är korttidsmätningar lämpliga (Eriksson & Varedian, 2008). De bör företas under månaderna april-maj eller september-oktober, då dessa månader ger en rättvisande bild av årsmedeldygnstrafiken. Flödet på helger och fredagar skiljer sig avsevärt från resterande vardagar (Eriksson & Varedian, 2008). Mätningar bör genomföras i två pass under dagen, mellan 06.00 – 09.00 och 15.00 – 18.00, då det representerar cirka 60 procent av dygnstrafiken och således lätt kan räknas upp till att gälla hela dygnet. När det gäller hur omfattande mätningarna ska vara menar Eriksson & Varedian (2008) att de bör omfatta minst två hela veckor för att vara tillförlitliga.

En annan sak som är viktigt att ha i åtanke vid *före-/eftermätningar* är att vädret ska vara likvärdigt, för de respektive mätningarna, då vädrets inverkan på cykelflödena är stort (Eriksson & Varedian, 2008).

Motorfordonstrafik mäts, förutom långtidsmätningar som ofta görs med infrästa slingor i marken, vanligtvis med maskinella metoder vid korttidsmätningar. Flödena för biltrafik är betydligt jämnare fördelade över året i jämförelse med cykeltrafiken, främst på grund av väderrelaterade orsaker men inte enbart (Trafikanalys, 2018). I kombination med att det är lättare att mäta motorfordonstrafiken, kontinuerligt via långtidsmätningar men även med korttidsmätningar, och att flödena för de trafikslagen är betydligt mer jämnt fördelade över året, är det oftast möjligt att få säkrare resultat för dessa fordonsflöden. Även för

motorfordonstrafik är det möjligt att mäta via manuella metoder som exempelvis videofilmning.

Hastighetsmätningar

Liksom för flödesmätning är det möjligt att utföra hastighetsmätning genom videofilmad material. Tekniken går ut på att mäta upp avstånd mellan fixa punkter i korsningen, som sedan överförs till motsvarande punkter i videofilmerna. Tiderna klockas sedan när fordonen passerar de olika markeringarna och på så sätt fås hastigheten fram (Danial & Eriksson, 2017).

3.1.4 Videoanalys

Metoden att använda videofilmning för insamling och analys av data har vissa svagheter som måste beaktas. Den digitala filmen är en sammansättning av ett stort antal stillbilder som sedan analysprogrammen analyserar genom att titta på förändringar av dessa stillbilders pixlar. Det är ofta svårt för programmen att avgöra vad förändringen beror på. De ser bara att en förändring har skett, vilket kan ge upphov till en del problem. Det kan exempelvis handla om skuggor, reflektioner etcetera som kan göra att mjukvaran har svårt att göra korrekta tolkningar av bildmaterialet (Laureshyn, 2010).

En annan typ av problem är att den typ av automatiska system (RUBA) som används för den här studien bygger på att närvaro registreras i en så kallad ”virtual loop”, det vill säga den detektor som byggs upp i programmet. Förutsättningarna för att programmet ska kunna registrera detektionerna korrekt bör fordonens position vara klart definierade vilket försvåras om det finns andra trafikanter i närheten samtidigt (Laureshyn, 2010).

3.2 Cykelöverfarter

Den 1 september 2014 trädde en ny reglering, gällande cykelöverfarter, i kraft. Bakgrunden till att den nya regleringen infördes baseras på en utredning som beställdes av regeringen 2010, och har kommit att kallas Cykelutredningen. Meningen var att öka cyklingen och göra den säkrare. Till särskild utredare utsågs europaparlamentarikern Kent Johansson. Utredning landade i ett betänkande med titeln *Ökad och säkrare cykling – en översyn av regler ur ett cyklingperspektiv* (Johansson, 2012), av vilket det framgår att syftet med att föreslå förändringar av reglerna var att reglerna vid cykelöverfarter skulle bli tydligare och mer enhetliga och att cyklisternas framkomlighet skulle öka genom att övrig fordonstrafik ska lämna dem företräde. Samtidigt skulle det säkerställas att ökningen av cyklisternas framkomlighet inte skulle ske på bekostnad av trafiksäkerheten, genom krav på en viss utformning (Johansson, 2012). Det som vidare beskrivs i betänkandet är att utformningen har en betydligt större inverkan än reglerna på cyklisternas agerande.

De huvudsakliga argumenten mot dessa förslag var att de skulle ge cyklisterna en ökad känsla av företräde, om reglerna vara tydliga, vilket skulle riskera att försämra deras trafiksäkerhet samt att upphinnandeolyckorna för väjande motorfordon skulle öka (Berg, 2017). Parallellt drogs här till den så kallade zebalagen, det vill säga *Lagen om väjningsplikt mot gående på obehövade övergångsställe*, som infördes år 2000 för att öka fotgängarnas framkomlighet vid obehövade övergångsställen. Där hade just en sådan minskad trafiksäkerhet för fotgängarna påvisats

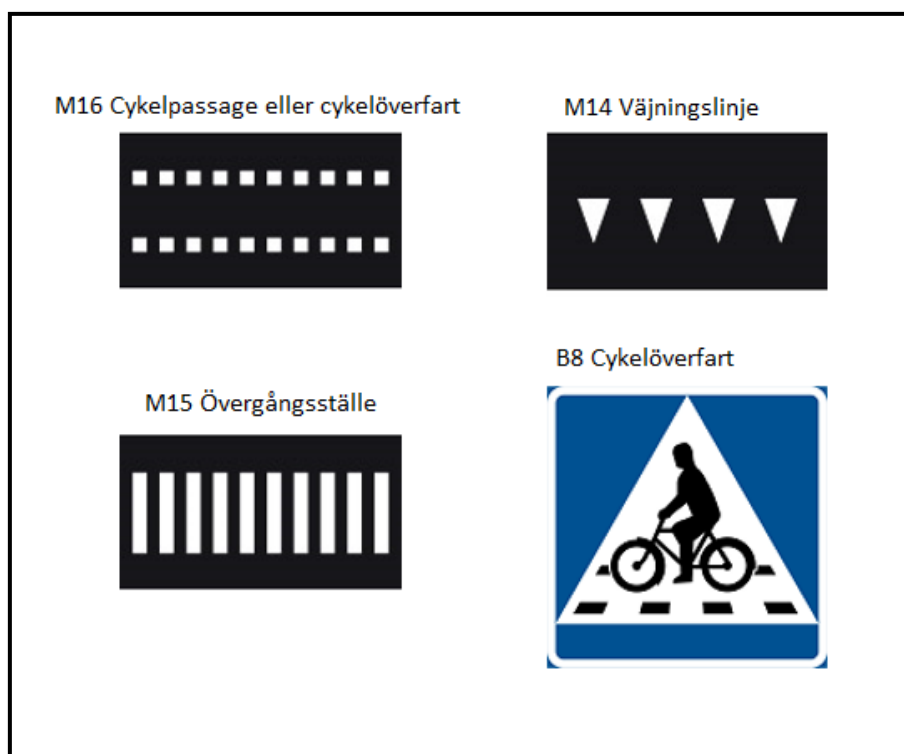
(Thulin, 2007). Samtidigt visade införandet av den lagen även på en förbättrad framkomlighet för fotgängarna (Thulin & Obrenovic, 2001). Ett annat argument som användes, som invändning mot införandet av väjningsplikt för motorfordon gentemot cyklande vid cykelöverfarter, var att det skulle försämra övriga trafikanters framkomlighet (Berg, 2017). Kritik har även kommit in efter att lösningen införts. Det är främst Transportstyrelsen, Trafikverket och Sveriges Kommuner och Landsting, SKL, som har opponerat sig mot att de inte informerades innan regeländringen trädde i kraft (Berg, 2017).

De förslag som betänkandet landade i leder fram till den reglering som nu gäller för cykelöverfarterna, där den rådande definitionen av en cykelöverfart beskrivs i *Förordningen om vägtrafikdefinitioner* som:

”En del av en väg som enligt en lokal trafikföreskrift är avsedd att användas av cyklande eller förare av moped klass II för att korsa en körbana eller en cykelbana och som anges med vägmarkering och vägmärke. Vid en cykelöverfart ska trafikmiljön vara utformad så att det säkras att fordon inte förs med högre hastighet än 30 kilometer i timmen” (SFS, 2014:1037, p. 1).

De vägmarkeringar som kommer ifråga är främst *M16 Cykelpassage eller cykelöverfart*, *M14 Väjningslinje* och eventuellt *M15 Övergångsställe* och när det kommer till vägmärket är det *B8 Cykelöverfart* som gäller. Vägmarkeringarna och vägmärket kan ses i *Figur 3*. Den ordagranna lydelsen ur förordning om ändring i vägmärkesförordningen är:

”Markeringen anger en cykelpassage eller en cykelöverfart där märke B8, cykelöverfart, är uppsatt. Om markeringen avser en cykelöverfart ska den kombineras med markeringen M14, väjningslinje. Markeringen M15, övergångsställe, får utgöra en av begränsningslinjerna till en cykelpassage eller en cykelöverfart” (SFS, 2014:1038, p. 2).



Figur 3. Vägmarkeringar och vägmärke som används vid cykelöverfarter. Observera att M15 får användas som begränsningslinje för en cykelöverfart men det finns inget krav på att den ska ingå som vägmarkering för en cykelöverfart (Transportstyrelsen, 2019a,b)

Den stora skillnaden mot tidigare reglering av cykelöverfarter gäller förändringen i väjningsplikt. Då cyklisterna tidigare alltid har haft väjningsplikt mot motorfordonen, både vid cykelpassage och cykelöverfart, gäller det nu istället att:

”Vid en cykelöverfart har en förare väjningsplikten mot cyklande och förare av moped klass II som är ute på eller just ska färdas ut på cykelöverfarten” (SFS, 2014:1035, p. 3).

Det bör emellertid påpekas att även om motorfordonen numer har väjningsplikt mot de cyklade vid cykelöverfarterna är det ändå så att:

”Cyklande eller förare av moped klass II som ska färdas ut på en cykelpassage ska sänka hastigheten och ta hänsyn till fordon som närmar sig passagen och får korsa vägen endast om det kan ske utan fara. Cyklande eller förare av moped klass II som ska färdas ut på en cykelöverfart ska ta hänsyn till avståndet till och hastigheten hos fordon som närmar sig överfarten” (SFS, 2014:1035, p. 4).

3.2.1 Cykelpassager

Efter införandet av den nya regleringen för cykelöverfarter definieras numer samtliga cykelpassager, som tidigare definierats som cykelöverfarter och cykelpassager, som cykelpassager om de inte uppfyller definitionen för cykelöverfart. Före förändringen i regleringen var skillnaden mellan en cykelöverfart och en cykelpassage att cykelöverfarten var utmärkt med vägmarkering *M16 Cykelpassage eller cykelöverfart*. Den rådande definitionen för cykelpassage lyder numera:

”En del av en väg som är avsedd att användas av cyklande eller förare av moped klass II för att korsa en körbana eller en cykelbana och som kan anges med vägmarkering. En cykelpassage är bevakad om trafiken regleras med trafiksignaler eller av en polisman och i annat fall obebakad (SFS, 2014:1037, p. 1)”

Den vägmarkering som åsyftas i definitionen ovan är *M16 Cykelpassage eller cykelöverfart*. För cykelpassagerna gäller det att en motorfordonsförare som:

”närmar sig en obebakad cykelpassage ska anpassa hastigheten så att det inte uppstår fara för cyklande och mopedförare som är ute på cykelpassagen” och *”En förare som ska köra ut ur en cirkulationsplats eller annars efter att ha svängt i en vägkorsning ska passera en obebakad cykelpassage ska köra med låg hastighet och lämna cyklande och mopedförare som är ute på eller just ska färdas ut på cykelpassagen tillfälle att passera* (SFS, 2014:1035, p. 3)”

och för cyklisterna gäller det att:

”Cyklande eller förare av moped klass II som ska färdas ut på en cykelpassage ska sänka hastigheten och ta hänsyn till fordon som närmar sig passagen och får korsa vägen endast om det kan ske utan fara (SFS, 2014:1035, p. 4)”

I praktiken innebär det att cyklisterna har väjningsplikt mot de korsande motorfordonen även om dessa måste anpassa hastigheten så att inte fara uppstår för cyklande och mopedförare som redan är ute på cykelpassagen.

3.2.2 Regelkännedom

En undersökning som Göteborg stad (2016) har gjort visar på att en majoritet, cirka 90 procent, av de tillfrågade trafikanterna (cyklister såväl som bilister) kände till att bilisterna har väjningsplikt mot korsande cyklister vid en cykelöverfart, men samtidigt trodde en majoritet av de tillfrågade, 58 procent av cyklisterna och 50 procent av bilisterna, att detta också gällde vid cykelpassager. Även om studien inte är en vetenskaplig studie och genomförd i en stad så tyder det på att det finns brister i regelkännedom om vad som gäller när det kommer till reglering av framförallt cykelpassager. Ur resultaten går det att utläsa att bilisterna hade en något högre kännedom, än cyklisterna, om vad som gäller vid passagerna, men ändå trodde varannan bilist att det var bilisterna som hade väjningsplikt vid cykelpassagerna. Undersökningen är genomförd efter att regleringen förändrats och till saken hör det att i Göteborg finns det flertal platser där cykelöverfarter med den nya regleringen är anlagda (Berg, 2017).

En vetenskaplig studie som har undersökt folks medvetenhet om gällande reglering av cykelöverfarter är *Trafiksäkerhet och väjningsbeteende i Cykel-motorfordon interaktioner* av Åse Svensson och Jutta Pauna (2010), på Lunds Tekniska högskola. Studien är genomförd innan förändringen i regleringen skett och behandlar därmed situationen före förändringen av reglering och de definitioner som gällde då. Dock är den korsningstyp som i studien kallas typ 1 lik dagens utformning av cykelöverfarter, där typ 1 i studien innebar en korsning med vägmärke B1 *Väjningsplikt*, se *Figur 4*, placerat före cykelöverfarten.



Figur 4. Vägmärke B1. Väjningsplikt (Transportstyrelsen, 2019c)

Skillnaden består i att olika vägmärken används, och att i situationen före regeländringen är det i de lokala trafikföreskrifterna som väjningsregleringen står att finna, medan det i situationen efter regeländringen gäller att motorfordon alltid har väjningsplikt gentemot de cyklister, även om det även i denna situation måste finnas inskrivet i de lokala trafikföreskrifterna att platsen är en cykelöverfart. Enkäter delades ut till trafikanter i centrum av Lund och Växjö under en fredagseftermiddag och svarsfrekvensen var 46 procent, av 347 utdelade enkäter.

Resultatet av undersökningen visade att cirka hälften av de svarande upplevde att ”*dagens trafikregler vad gäller väjningssituationer mellan cyklister och motorfordonsförare på cykelöverfarter*” fungerade bra eller ganska bra medan den andra hälften uppgav att de tyckte att dessa

trafikregler fungerade dåligt eller ganska dåligt. 71 procent svarade även att de instämmer helt eller delvis i påståendet att ”Jag tycker det är svårt att veta vem som ska väja för vem när en cyklist och en bilist är på väg att korsa varandras färdväg”. Då de svarande fick presenterat en bild på en cykelöverfart där väjningsmärke och väjningslinje var placerade före cykelöverfarten svarade 81 procent att det var motorfordonsföraren som hade väjningsplikt, 13 tyckte att det var cyklisten som hade väjningsplikt medan 5 procent ansåg att båda hade väjningsplikt. Vid motsvarande bild på en cykelöverfart med väjningsmärke och väjningslinje placerat efter cykelöverfarten fördelades svaren så att 31 procent tyckte att det var motorfordonsföraren som hade väjningsplikt, 56 procent tyckte att cyklisten hade väjningsplikt och 12 procent svarade att båda hade väjningsplikt. Enligt trafikförordningen gällde det innan den ändrade regleringen för cykelöverfarter att cyklister alltid hade väjningsplikt vid korsandet av en bilväg, vilket inte utesluter att även motorfordonsförarna kunde vara belagda med väjningsplikt. Detta ska då anges i de lokala trafikföreskrifterna. Antagandet att de svarande på enkäten haft låg kunskap om de lokala trafikföreskrifterna är sannolikt korrekt, varför slutsatsen bör kunna dras att regelkännedomen om vem som har väjningsplikt vid cykelöverfarter var bristfällig innan regeländringen (Svensson & Pauna, 2010).




3.2.3 Hastighetssäkring

Anledningen till att den nya regleringen för cykelöverfarter föreskriver att en hastighet på 30 km/h ska säkras, är kunskapen om att konsekvenserna av olyckor mellan motorfordon och oskyddade trafikanter ökar markant vid högre hastigheter än just 30 km/h (Kröyer, 2015). Dessutom är det faktum att väjningsandelarna för motorfordonen gentemot cyklisterna också minskar vid högre hastigheter, vilket i sin tur minskar framkomlighet för cyklisterna, som beskrivet i avsnitt 3.1.1, ytterligare en anledning till denna hastighetsbegränsning. Högre hastigheter bör ju minska den förväntade effekten av den nya regleringen av cykelöverfarterna.

Ett vanligt förekommande sätt att hastighetssäkra gång- och cykelöverfarter är att anlägga någon typ av upphöjning/nedsänkning i anslutning till korsningspunkten, då det visat sig svårt att nå en effektiv hastighetssäkring annars. Signalreglering eller vägmärke är inte en tillräcklig åtgärd i sig för att hastighetssäkra en korsningspunkt. Med hastighetssäkring menas en utformning som säkerställer att fordonstrafik inte överskrider en viss hastighet på sträcka eller i konfliktpunkt, i det här fallet 30 km/h. Att utformningen säkerställer att fordonstrafiken inte överskrider denna hastighet innebär att 85 percentilen av hastigheterna inte överstiger hastigheten i fråga. Med andra ord 85 procent av fordonen måste passera konfliktpunkten med en hastighet som underskrider 30 km/h. De ovan nämnda upphöjningarna eller nedsänkningarna kan vara *cirkelgupp*, *vägguddar*, *upphöjd korsning* eller *dynamiska gupp* vilka beskrivs i det följande (Gibrand, et al., 2009).

Cirkelgupp

Cirkelguppen, se *Figur 5*, även kallat Watts gupp, är farthinder som främst används på sträckor där man särskilt vill begränsa hastigheten (Andersson, et al., 2012). Guppet har en cirkulär längdprofil och normalt en höjd på 10 cm men längd och radie kan variera (Vägverket, 2014). Utformningen tar hänsyn till att bussar ska kunna passera med en hastighet av 20 km/h utan att chaufförernas hälsa ska påverkas negativt (Andersson, et al., 2012).

Typ av gupp	Längdprofil för gupp	Nyanläggning - rekommendation vid buss i linjetrafik
Platågupp	Trapetsformad längdprofil. Höjden normalt 10 cm. Ramplängder och platälängd varierar. 	h=10 cm, ramplängd=1,7 m och platälängd minst 7 m. Ramper kan modifieras med övergångskurva. Förstärkt gatuöverbyggnad för att undvika sättningar
Cirkelgupp	Cirkulär längdprofil. Höjden normalt 10 cm. Längd och radie varierar. 	h=10 cm, l=6,5 m och r=53 m. Branta cirkelgupp (med tangentlutning över 10 %) kan modifieras med övergångskurva. Förstärkt gatuöverbyggnad för att undvika sättningar
Väggkudde (busskudde)	Trapetsformad längd- och tvärprofil. Höjden normalt 8 cm. Ramplängder varierar. 	Måste placeras "rätt". Bussen grenslar delvis väggkudden. Förstärkt gatuöverbyggnad för att undvika sättningar

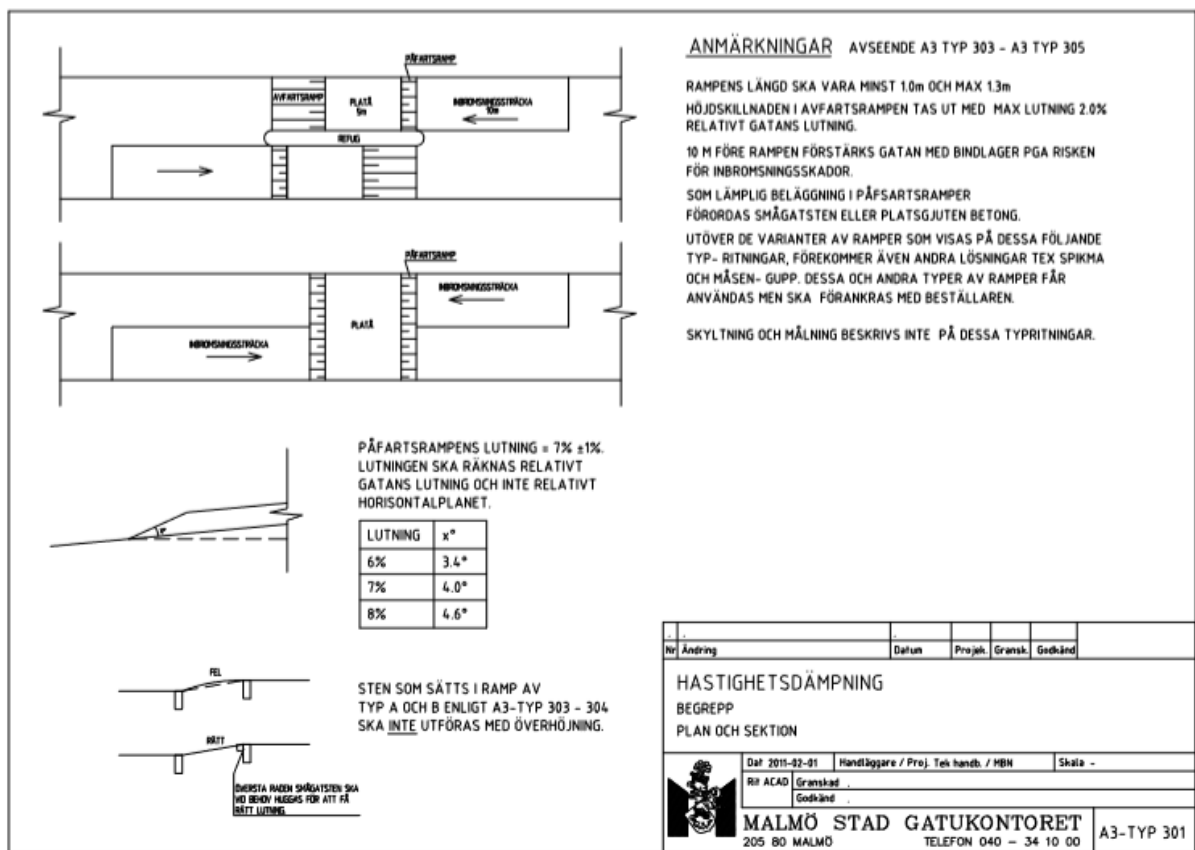
Figur 5. visar de vanligaste typerna av vertikala farthinder (Andersson, et al., 2012)

Väggkuddar

Väggkuddar, se Figur 5, eller busskuddar som de ibland kallas, har trapetsformad längs- och tvärprofil, och en normal höjd av 8 cm, medan ramplängden kan variera (Vägverket, 2014). Idén med väggkuddarna är att de ska påverka större fordon som bussar och lastbilar mindre, då dessa fordon delvis kan gränsla väggkudden. För bilarna däremot ger de lika stor hastighetssäkring som cirkelguppen (Svensson, 2008). Väggkudden kan sägas ha "rätt" utformning då geometrin är sådan att 85 percentilen av bilarnas hastighet inte överskrider 30 km/h samtidigt som bussarna och lastbilarna delvis kan gränsla den och kan passera farthindret i nästan 30 km/h utan större påverkan. Bilarnas och bussarnas hastighet blir då mer likartade utan att bussförarnas hälsa påverkas negativt vid passage (Andersson, et al., 2012).

Upphöjd korsning

De *upphöjda korsningarna*, se Figur 5, som också kallas platågupp är en hastighetssäkrande åtgärd som går ut på att höja upp hela den korsande gång-, cykel- eller vägbanan till en nivå ovanför den aktuella. Uppfartsrampen bör ha en lutning på 6 – 8 procent för att säkerställa trafiksäkerhet utan att busschaufförernas hälsa påverkas negativt (Andersson, et al., 2012). Även om bussarna bör kunna passera i nästan 30 km/h är det lämpligt att använda 20 km/h som tillåten arbetsmiljöhastighet, då bussens vikt, antal passagerare etcetera inverkar så pass mycket på hur stora stötarna blir (Vägverket, 2014). En variant på de upphöjda korsningarna är att nedfartrampen har en annan lutning än uppfartsrampen. Det är betydligt lättare för bussarna att passera farthindret då endast en vertikal rörelse sker istället för två som är fallet vid cirkelgupp eller "vanliga" upphöjda korsningar. I Malmö byggs numera upphöjda korsningar vid platser med mittrefuger enligt en standard som man tagit fram, de så kallade *Malmögruppen*. Upphöjningen har endast en uppfartsramp före passagen för de oskyddade trafikanterna och höjdskillnaden fasas sedan succesivt ut efter passagen (Sveriges Kommuner och Landsting, 2016). I Figur 6 på nästa sida visas typritningar på guppen.



Figur 6. Typritning av Malmögupp (Sveriges kommuner och landsting, 2016)

Dynamiska farthinder

De dynamiska farthindren delas in i kategorierna passivt dynamiska farthinder och aktivt dynamiska farthinder. De passiva är farthinder där ingen ytterligare utrustning behövs för hindrets funktionalitet medan de aktiva dynamiska farthindren kräver ytterligare utrustning för att fungera. Det kan vara radar eller induktionsslingor för detektering av hastighet eller fordonstyp. De dynamiska farthindren fungerar på lite olika sätt, en del bygger på att tyngre fordon som exempelvis stadsbussar ska kunna passera hindret utan att obehag uppstår vid en bibehållen hastighet, medan personbilarna upplever samma obehag som de skulle ha gjort om det passerat ett traditionellt solitt farthinder. Solitt innebär här de farthinder som beskrivits tidigare i kapitlet. Detta kan exempelvis göras genom att luftfyllda hinder "kollapsar", det vill säga luften pressas ut, medan de för lättare fordon inte "kollapsar" och då fungerar som solida farthinder. Studier på den här typen av farthinder, utförda i Nederländerna, har visat på reduktioner av 85 percentilen av motorfordonens hastigheter från 42 km/h till 32 km/h (Bagdadi & Patten, 2014).

De aktiva dynamiska farthindren är utformade så att de reagerar då trafikanterna håller högre hastighet än den tillåtna och hinderfunktionen aktiveras då. De kan vara utformade som upphöjningar som tillåts fällas ner när ett fordon passerar över dem om fordonet håller en hastighet inom ramen för den tillåtna, men kör fordonet snabbare fälls hindret inte ner och fungerar då som ett solitt farthinder. De kan också vara utformade som en lucka som öppnas om en för hög hastighet detekteras, med obehag som följd. Håller fordonet hastighetsbegränsningen öppnas luckan däremot inte och fordonet kan passera obehindrat. Fördelen med den här typen av dynamiska gupp är att en jämnare hastighetsfördelning kan

uppnås utan att hastigheterna behöver sänkas för mycket och riskera att skapa onödiga framkomlighetsproblem. Nackdelen är att de är dyrare i installation och drift (Bagdadi & Patten, 2014).

3.2.4 Tidigare utvärdering av framkomlighet vid cykelöverfarter

Det bör inledningsvis nämnas att det inte verkar finnas så många studier gjorda på framkomligheten vid cykelöverfarter i Sverige än, eftersom regeländringarna är så pass nya att lösningen med cykelöverfarter, så som de numer definieras, fortfarande inte är speciellt vanlig i praktiken, och därför varit svåra att utvärdera. Ett exempel på studie som har genomförts är *Säkra tillgängliga cykelöverfarter* som författats av Svante Berg (2017) på uppdrag av Trafikverket. Huvudfokus för rapporten ligger dock på trafiksäkerhet mer än just framkomlighet, även om den också berörs. Metoden för undersökningen var en *före-/efterstudie* (vilka beskrivs närmare i avsnitt 3.3 Före-/efterstudier) som gick ut på att analysera olycksdata ur STRADA för samtliga cykelöverfarter som fanns i Sverige (88 stycken) vid tillfället för undersökningen. Hälften av dessa (44 stycken) var belägna i Gävle. Resultatet påvisar en marginell minskning från 0,06 olyckor per cykelöverfart och år i föresituationen till 0,02 olyckor per cykelöverfart och år i eftersituationen. Minskningen är emellertid ej statistiskt signifikant (Berg, 2017).

En begränsad fältstudie har också gjorts inom ramen för projektet, där bland annat motorfordonens väjningsandelar undersökts. Resultatet av fältstudien visar på en sänkning av cyklisternas medelfördröjning från 8 sekunder före införandet av cykelöverfarten till under 2 sekunder därefter. Det torde vara kopplat till resultatet av väjningsstudien på platsen som visar att andelen motorfordon som väjde gentemot de korsande cyklisterna gick från 30 procent före åtgärd till 90 procent efter åtgärd, vilket i sin tur kan ha att göra med minskade hastigheter. Medelhastigheten sjönk från 39 km/h före åtgärd till 27 km/h direkt efter åtgärd och 21 km/h ett år därefter. Även fördelningen av hastigheten förändrades där det efter åtgärd var betydligt jämnare hastighetsfördelning än innan åtgärden. I rapporten står det inte uttryckligen vilken typ av hastighetssäkrande åtgärd som införts men vad som kan utläsas ur bilder från rapporten verkar det röra sig om en upphöjd korsning med uppfartsramp precis innan själva överfarten. Till saken hör att inget farthinder fanns före åtgärd (Berg, 2017).

3.3 Före-/efterstudier

Det finns två huvudsakliga metoder då trafiksäkerhetseffekter ska analyseras. Dessa är *före-/efterstudier* och *jämförande studier* (Hydén, 2008). Nu handlar det här arbetet i och för sig om framkomlighet och inte om trafiksäkerhet men de faktorer som påverkar framkomligheten, och som finns beskrivna i avsnitt 3.1.1, är i mångt och mycket samma faktorer som påverkar trafiksäkerheten. En beskrivning av metoden med *före-/efterstudier* som egentligen fokuserar på en utvärdering av trafiksäkerheten bedöms därför också vara relevant för att utvärdera framkomligheten.

I de *jämförande studierna* studeras flera platser i ett jämförande syfte. Det kan i trafiksäkerhetssammanhang exempelvis vara så att en viss utformningsdetaljs effekt på trafiksäkerheten vill studeras. Två eller flera platser, som är så lika som möjligt i allt annat än

just den faktorn, väljs ut och en jämförelse görs mellan platserna med avseende på trafiksäkerheten. De jämförande studierna är lämpliga när det saknas tillgång till föredata för införandet av en åtgärd (Hydén, 2008). Svårigheten med de jämförande studierna är att hitta platser som är så pass lika att en enskild faktor kan isoleras och slutsatser kan dras om faktorns inverkan på trafiksäkerheten.

Den vanligaste utvärderingsmetoden för utvärdering av trafiksäkerhetseffekter är *före-/efterstudier*. Här jämförs istället samma plats i situationen före den införda åtgärden med situationen efter. I trafiksäkerhetssammanhang är det ofta nödvändigt att aggregera flera platser med samma införda åtgärd för att kunna uttala sig om effekterna av åtgärden. Det krävs nämligen oftast långa mättider för att få tillräckligt med data för att kunna uttala sig om effekterna, och då kan andra faktorer ha hunnit ändra sig under tiden vilka kan ha påverkat effekterna. Med flera observationsplatser kan tiderna för mätperioderna kortas ner väsentligt. Precis som för de jämförande studierna blir svårigheten att hitta platser som är tillräckligt lika för att säkerställa att det är den studerade åtgärden som står för de observerade effekterna, och inte någon annan faktor. Vid utvärderingen av trafiksäkerhetseffekter gäller det för situationen efter den införda åtgärden som studeras att inte påbörja datainsamlingen direkt efter införandet av åtgärden utan vänta tills det nya trafikbeteendet stabiliserats, vilket i trafiksäkerhetssammanhang brukar ta cirka sex månader. Indirekta mått som till exempel hastigheter kan dock börja mätas direkt för att se när beteendet verkar ha stabiliserats. Vid införandet av mer än en åtgärd samtidigt är det svårt att mäta vilken effekt respektive åtgärd står för. Det kan då vara en bra idé att för en grupp av platser studera en åtgärd, och i en annan grupp isolera en annan åtgärd. Det kan också vara bra att i en tredje grupp av platser studera alla åtgärderna samtidigt för att eventuellt upptäcka synergieffekter, det vill säga där kombinationen av de samlade effekterna är större än summan av de enskilda effekterna (Hydén, 2008).

Det finns en del svårigheter med utvärderingar som det är viktigt att känna till för att kunna dra korrekta slutsatser. Det kan, som ovan nämnts, finnas andra faktorer som kan påverka eller stå för de observerade effekterna, än den faktor som studerats. Det är därför viktigt att alla övriga faktorer hålls konstanta under hela utvärderingsperioden. Om detta inte går kan det finnas samband mellan de förändrade faktorerna och trafiksäkerheten som kan användas för att ”vikta” resultatet i situationen efter åtgärden för en bättre jämförelse med resultatet i situationen före åtgärden. Det kan till exempel vara så att det finns ett påvisat samband mellan flöde och antal olyckor. Om det är stora skillnader i flöden före respektive efter åtgärden kan detta samband då användas för att ”vikta” resultaten så att de blir jämförbara. Ett annat problem kan vara att det helt enkelt inte finns tillräckligt med data för att resultatet ska vara statistiskt signifikant på en nivå som kan accepteras för studiens syften. Ju större förändringen är av åtgärden desto färre observationer behövs för att statistiskt säkerställa förändringen (Hydén, 2008).

Ytterligare ett problem vid trafiksäkerhetsutvärderingar är den så kallade *regressionseffekten*, som fungerar på följande vis: Det är vanligt att trafiksäkerhetshöjande åtgärder sätts in då en plats som visat höga nivåer av olyckor en tid. Efter införandet visar utvärderingen av effekterna på att olyckstalen sjunkit. Det behöver inte betyda att åtgärden i sig har minskat olyckstalen. Det kan vara så att platsen har haft slumpmässigt höga tal en tid. Statistiskt sätt måste det då komma en tid med lägre olyckstal då olyckstalen varierar kring medelvärdet av antalet olyckor. Efter åtgärden kan det alltså verka som om det är åtgärden som har haft en

trafiksäkerhetshöjande effekt, när det i själva verket är en slumpmässig ”återgång”, till medelvärdet för olyckstalen. Detta kallas regression i matematiska termer och därav namnet regressionseffekten (Hydén, 2008).

En annan svårighet kan vara *migrationseffekten* som går ut på att det problem som ämnade lösas med åtgärden egentligen bara har flyttat till en närliggande plats. Det kan alltså vara idé att studera effekter i närliggande korsningspunkter exempelvis, om det handlade om en åtgärd i en korsningspunkt. Det kan också vara så att åtgärden har gett upphov till ett annorlunda beteende på platsen som en anpassning till nya omständigheter. Detta beteende kan sedan spridas till andra platser där beteendet kanske inte alls är önskvärt. Slutligen är det ofta, i trafiksäkerhetssammanhang, svårt att hitta direkta mått på trafiksäkerheten. En får då oftast använda sig av indikatorer, som baseras på samband mellan olika faktorer som hastighet, flöde, väjningsbeteende, etcetera, och trafiksäkerheten. Problemet är att dessa samband inte alltid är så starka (Hydén, 2008).

3.4 Sammanfattning

För att analysera *framkomlighet* (hur lätt det är att ta sig fram i ett trafikinät) brukar man skilja på om det är ett *obrutet flöde* (inga korsande fordon, normalt sträcka) eller *brutet flöde* (korsande fordon, normalt korsningspunkt). Framkomligheten för det *obrutna flödet* beskrivs genom trafikens allmänna tillståndslag, vilken beskriver sambandet mellan *flöde*, *hastighet* och *täthet*, där flödet är produkten av hastigheten och tätheten. När flödet inte kan bli större på länken har dess *kapacitet* uppnåtts. För framkomlighetsanalys vid *brutna flöden* gäller teorin om *kritiska tidsavstånd* som är det minsta avstånd som trafikanterna på den underordnade leden accepterar mellan fordon på den överordnade leden för att ”våga” ta sig in i korsningen. Om denna lucka är så stor att ytterligare ett fordon från den underordnade leden vågar köra ut kallas denna extra tid för *följetid*. Man skiljer också mellan *mikromodeller* (per trafikant) och *makromodeller* (hela fordonsflöden) när framkomligheten ska beräknas.

Det är ofta motorfordonstrafiken som avses när ovan teorier appliceras, då trängsel generellt är ett större problem för den gruppen. För cyklande gäller att tillräcklig bredd, adekvat halk- och snöbekämpning, avsaknad av nivåskillnader, som gatukanter, och oönskade stopp i reglerade-, likväl som oreglerade, korsningar också är viktiga faktorer som påverkar framkomligheten. Bussarnas *färdtid* delas upp i *körtid* (den tid som bussen kör), *hållplatstid* (då bussen står uppställd vid hållplatsen) och *stoptid* (den tid som bussen stannar vid signal, väjer för andra trafikanter, etcetera). Åtgärder som signalprioritering, kollektivtrafikkörfält, gena sträckningar, optimerade hållplatsavstånd och nya kopplingar såsom bro, tunnel, väg eller spår kan användas för att minska dessa tider och därmed öka bussens framkomlighet.

Vanliga mått på framkomligheten inbegriper *hastighet*, *restid*, *kapacitet*, *belastningsgrad* (flödet dividerat på kapaciteten), *körlängd* och *fördrojning* (hur lång tid det tar att passera en korsning jämfört med att den inte funnits). *Fördrojningen* är det viktigaste måttet, åtminstone ur trafikantens perspektiv. *Fördrojningen* kan aggregeras för att även studera *framkomligheten* på *makronivå*.

Cykelöverfarter är (sedan 1 september 2014) ”en del av en väg som enligt en lokal trafikföreskrift är avsedd att användas av cyklister eller förare av moped klass II för att korsa en körbana eller en cykelbana och som anges med vägmarkering och vägmärke. Vid en cykelöverfart ska trafikmiljön vara utformad så att det säkras att fordon inte förs med högre hastighet än 30 kilometer i timmen”. Vid cykelöverfarterna till skillnad från cykelpassagerna gäller det att motorfordonen har väjningsplikt gentemot de korsande cyklisterna. För att säkra att fordonen inte förs med högre hastighet än 30 km/h (dvs att 85 percentilen inte överskrider 30 km/h) är det oftast nödvändigt att anlägga farthinder. Dessa kan bestå av *cirkelgupp*, *upphöjda korsningar*, *vägguddar* eller *dynamiska farthinder* av olika slag. En typ av upphöjd korsning med enbart uppfartsramp och sedan utfasning genom hela korsningens sträckning kallas för *Malmögupp*.

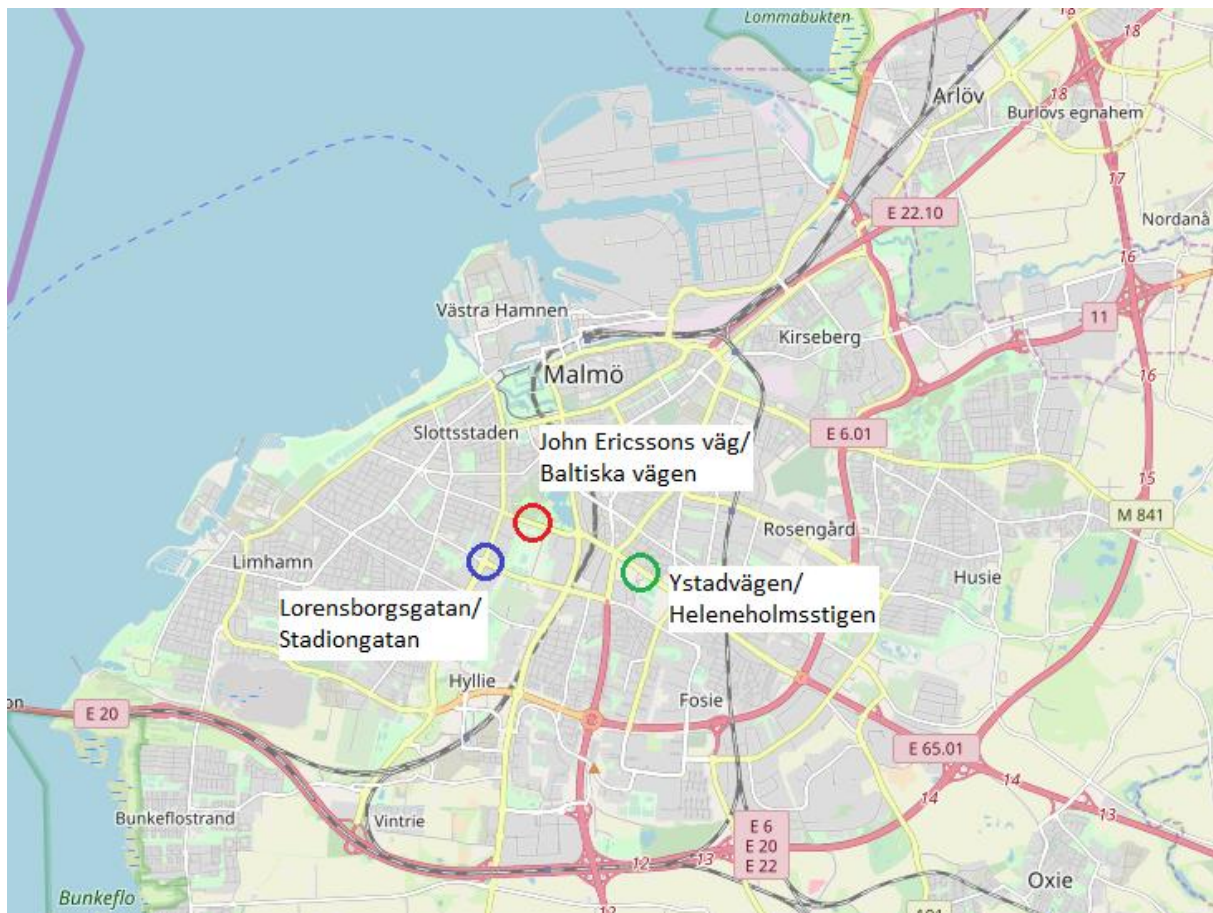
Tidigare studier som undersökt framkomligheten vid cykelöverfarter är *Säkra tillgängliga cykelöverfarter* som författats av Svante Berg (2017) på uppdrag av Trafikverket. Undersökningen var en *före-/ efterstudie*, som primärt behandlade trafiksäkerheten vid de cykelöverfarter som fanns i Sverige (88 stycken) vid tillfället för undersökningen. Vid en överfart gjordes emellertid en framkomlighetsstudie som fann en sänkning av cyklisternas medelfördröjning från 8 sekunder före införandet av cykelöverfarten till under 2 sekunder därefter. Väjningsstudien på platsen visar att andelen motorfordon som väjde gentemot de korsande cyklisterna gick från 30 procent före åtgärd till 90 procent efter åtgärd och medelhastigheten sjönk från 39 km/h före åtgärd till 27 km/h direkt efter åtgärd och 21 km/h ett år därefter. Även fördelningen av hastigheterna förändrades där det efter åtgärd var betydligt jämnare hastighetsfördelning än innan åtgärden.

Före-/ efterstudier är som namnet antyder studier där situationen före en viss åtgärd jämförs med situationen efter att denna åtgärd införts. *Före-/ efterstudier* är kopplade till vissa problem; *migrationseffekten* (problemet kanske bara har flyttat till en annan plats), *regressionseffekten* (föresituationen kan ha slumpmässigt förhöjda värden och eftersituationen verkar då ha sänkt förekomsten av problemen men egentligen är det bara en statistisk återgång till medelvärdet) och *validitetsproblem* (kanske det är någonting annat som mäts än det som var ämnat). Ofta är det nödvändigt att analysera många platser för att kunna dra slutsatser om effekterna av åtgärden.

4 Fältstudie

4.1 Beskrivning av platserna

De tre korsningspunkterna har det gemensamt att de alla ligger i de halvcentrala delarna av Malmö vilket framgår av *Figur 7*. I det följande kommer var och en av korsningspunkterna att beskrivas lite utförligare med avseende på funktion, trafik, utformning och reglering.



Figur 7. De studerade korsningspunkternas lokalisering i Malmö (Openstreetmap, 2019)

4.1.1 Ystadvägen/Heleneholmsstigen

Korsningspunkten är belägen i de sydöstra halvcentrala delarna av staden, se *Figur 8*, och inom ett avstånd på 400 meter från korsningspunkten återfinns olika typer av verksamheter som snabbmatsrestauranger, el- och byggvarubutiker, idrottsanläggning, skola, parkeringsplatser och bostadsområde. Korsningspunkten bedöms främst ha en transportfunktion, så det är med andra ord ingen plats att uppehålla sig på. I *Figur 8* nedan visas korsningspunktens detaljutformning.



Figur 8. Korsningspunkten Ystadvägen/Heleneholmsstigen och dess detaljutformning. Cykelöverfart utmärkt med orange oval. (Openstreetmap, 2019)

Ystadvägen är en fortsättning på E 65 mellan Malmö och Ystad, som sträcker sig mellan Inre ringvägen och Dalaplan. Det är en huvudgata med den huvudsakliga funktionen att leda trafiken in och ut ur staden i en nordvästlig/sydöstlig riktning, och den klassificeras som klass 4 på Trafikverkets skala av gators betydelse för det totala vägnätets förbindelsemöjligheter. Gatan har mestadels två körfält i varje riktning. (Trafikverket, 2019). För den största delen av sträckningen är körriktningarna separerade med refug av varierande bredd och beläggning. Hastighetsgränsen på Ystadvägen är 60 km/h mellan Inre ringvägen och Augustenborg. Därefter är den 40 km/h för resten av sträckningen. Förutom den upphöjda cykelöverfarten vid Heleneholmsstigen finns det också en upphöjd cykelpassage, och ett upphöjt övergångsställe, på sträckan mellan Lantmannagatan/Munkhättegatan och Sevedsgatan (Trafikverket, 2019).

Ystadvägen trafikeras av Stadsbusslinje 2 på sträckan mellan Munkhättegatan och Dalaplan (Openstreetmap, 2019). Den närmsta busshållplatsen i västergående riktning är belägen cirka 150 meter öster om korsningspunkten. Busshållplatsen är av glugghållplatstyp, det vill säga bussen angör direkt vid körbanekanten (Andersson, et al., 2012). I östergående riktning är den närmsta busshållplatsen belägen cirka 175 meter öster om korsningspunkten och är av typen fickhållplats, vilket innebär att den är skild från gatans körbanor (Andersson, et al., 2012).

Heleneholmsstigen ingår i Malmös huvudcykelnät och sträcker sig från Linjegatan i söder till Lönngatan i norr. Cykelbanan är dubbelriktad och är kombinerad med gångbana. Dessa separeras bitvis med heldragen linje, bitvis med kantsten där gångbanan är upphöjd och bitvis består separeringen av olika beläggning. Heleneholmsstigen passerar totalt fyra korsningspunkter, förutom korsningen med Ystadvägen, varav en är en signalreglerad korsning, två av dem är cykelpassager där bilisterna också har väjningsplikt, och den fjärde är en upphöjd cykelpassage där enbart cyklisterna har väjningsplikt.

Cykelöverfarten och övergångsstället i korsningspunkten är upphöjda med Malmögupp, så som beskrivet i avsnitt 3.2.3. Avståndet mellan foten av uppfartsrampen och cykelöverfartens östra begränsningslinje, på den norra körbanan är 7 – 8 meter, och avståndet mellan foten av uppfartsrampen och cykelöverfartens västra begränsningslinje på den södra körbanan är cirka 10 meter. Övergångsstället i korsningspunkten korsar den södra körbanan mellan uppfartsrampen och cykelöverfarten, och avståndet mellan uppfartsrampens fot och övergångsställets västra kant är cirka 8 meter. Utformningen av korsningspunkten är likadan före införandet av cykelöverfarten som efter införandet, med skillnaden att vägmärke *B8 Cykelöverfart* är uppsatt och vägmärkning *M14 Väjningslinje* är uppmålad i situationen efter införandet. Vägmärkning *M16 Cykelpassage eller cykelöverfart* fanns redan i situationen innan införandet av cykelöverfarten.

4.1.2 John Ericssons väg/Baltiska vägen

Korsningspunkten är belägen strax söder om de centrala delarna av Malmö, se *Figur 7*. Korsningspunktens utformning i detalj kan ses i *Figur 9*. Här bör läsaren observera att det i figuren är detaljutformningen före åtgärd som finns återgiven, av skälet att det saknas bilder ur fågelperspektiv för situationen efter de införda cykelöverfarterna.



Figur 9. Korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen och dess detaljutformning före införandet av cykelöverfarter i korsningspunkten. Platsen för cykelöverfarter utmärkt med orange oval. (Openstreetmap, 2019)

Korsningspunkten utgör ett möte mellan två stråk, det sydost-/nordvästliga stråket som främst är fokuserat på motorfordonen, och det nordost/sydvästliga stråket av cykeltrafik från Hyllie mot de centrala delarna av Malmö, kallat Krokbacksstigen. Korsningspunktens funktion är av transportkaraktär. Däremot ligger korsningspunkten i direkt anslutning till Pildammsparken som mycket väl kan ha en uppehållsfunktion i form av rekreation. I korsningspunktens närhet finns också en skola, Malmö stadion, en teater och grönområden i form av parker.

John Ericssons väg sträcker sig mellan Dalaplan i sydost och Köpenhamnsvägen i nordväst. Gatan är en fortsättning på Ystadvägen och har ungefär samma funktion, det vill säga att leda trafiken i sydostlig/nordvästlig riktning genom de halvcentrala delarna av Malmö. Gatan är en huvudgata som klassificeras som nivå 4 mellan Dalaplan och Lorensborgsgatan/Mariedalsvägen, därefter som nivå 5 på Trafikverkets skala av gators betydelse för det totala vägnätets förbindelsemöjligheter. Från Dalaplan till Lorensborgsgatan/Mariedalsvägen har den två körfält i vardera riktningen för att sedan övergå i ett körfält i vardera riktningen (Trafikverket, 2019). Hastighetsgränsen är 40 km/h utmed hela sträckningen, och det finns ytterligare två förhöjda gång- och cykelpassager på sträckan mellan Pildammsvägen och Lorensborgsgatan/Mariedalsvägen. Den ena är belägen cirka 200 meter väster om korsningspunkten, och den andra ligger i direkt anslutning till cirkulationsplatsen vid Pildammsvägen (Trafikverket, 2019). Gång- och cykelvägar finns utmed gatan.

Stadsbusslinje 3 trafikerar sträckan mellan cirkulationsplatsen vid Pildammsvägen och anslutningen till Köpenhamnsvägen. Det är en ringlinje som går runt de centrala delarna av Malmö och binder ihop de resterande huvudlinjerna, se *Bilaga 1*. Närmsta busshållplats för stadsbussarna i västergående riktning är belägen direkt väster om korsningspunktens övergångsställe, och är en glugghållplats. I östergående riktning är den närmsta busshållplatsen belägen 65 meter väster om samma övergångsställe, och även den är av typen glugghållplats.

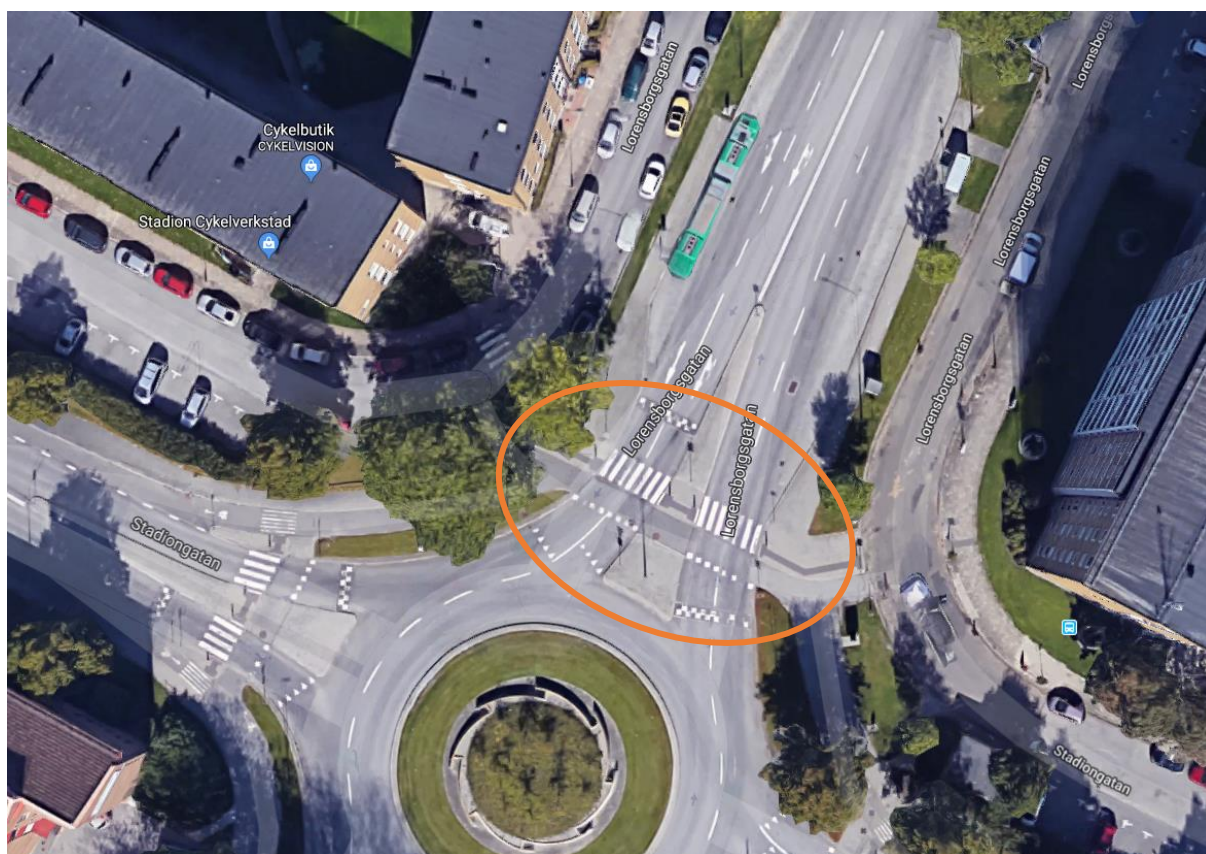
Baltiska vägen är en bilväg med ett körfält i vardera riktningen som går genom Pildammsparken från John Ericssons väg i sydväst till Carl Gustafs väg i nordost. Gatan har klass 7 enligt Trafikverkets skala av gators betydelse för det totala vägnätets förbindelser (Trafikverket, 2019), och även om gatan kan användas för genomfart får dess funktion ändå ses som lokal med transporter till och från aktiviteter i parken. Parkering är tillåten utmed gatans östra sida, men förbjuden på dess västra sida under dagtid. Längsgående gång- och cykelbanor finns utmed Baltiska vägen i hela dess sträckning. Hastighetsgränsen på gatan är 40 km/h och ingen kollektivtrafik trafikerar den. Den enda korsningspunkten på sträckan är där den korsar Margaretavägen. Detta leder till att framkomligheten för cyklister utmed Baltiska vägen får anses som god.

Korsningspunkten har i praktiken två körfält i östergående riktning och ett körfält i västergående riktning före åtgärd. I situationen efter åtgärden har de två körfälten i östergående riktning separerats med kantsten före, efter och mellan cykelöverfarterna och det yttersta har förtydligats till att vara ett cykelfält. Såväl vägmärke *B8 Cykelöverfart* som vägmärkningarna *M14 Väjningslinje* och *M16 Cykelpassage eller cykelöverfart* har tillkommit efter åtgärden. Körriktningarna separeras av en refug på vardera sidan om förlängningen av Baltiska vägen ut i korsningspunkten. Cykelöverfarterna i korsningspunkten är placerade precis innanför centrifugerna i korsningen och ansluter till Falkmansstigen i söder. Farthindret är av

typen Malmögupp och avståndet mellan foten av uppfartsrampen och den närmsta cykelöverfarten, på den norra körbanan är cirka 15 meter, medan avståndet från samma punkt till den andra cykelöverfarten är cirka 24 meter. På den södra körbanan är avståndet mellan foten av uppfartsrampen och den närmsta respektive den bortersta cykelöverfarten cirka 12 meter respektive 22 meter. På den södra körbanan, till skillnad från den norra, är övergångsstället placerat mellan uppfartsrampen och cykelöverfarterna. Avståndet mellan foten på uppfartsrampen och övergångsstället är cirka 6 meter.

4.1.3 Lorensborgsgatan/Stadiongatan

Korsningspunkten, som är belägen i de sydvästra halvcentrala delarna av Malmö, enligt *Figur 7*, har en tydlig transportfunktion för samtliga trafikslag och är ingen plats att uppehålla sig på. Då det mest är bostadsområden i närområdet så finns det inte så många målpunkter av offentlig karaktär. Det är i princip Malmö stadion, några gym, skolor och parker som ligger i närheten (Openstreetmap, 2019). *Figur 10* visar korsningspunktens detaljutformning.



Figur 10. Korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan och dess detaljutformning. Cykelöverfarten utmärkt med orange oval. (Openstreetmap, 2019)

Lorensborgsgatan är en gata i sydvästra Malmö som sträcker sig från John Ericssons väg i norr till trafikplats Vintrie i söder, där den ansluter till Yttre ringvägen, E20. Gatan har två körfält i vardera riktningen på den största delen av sträckan. Gatan tillhör huvudnätet och har en tydlig transportfunktion. Den klassas som nivå 4 på Trafikverkets skala av gators betydelse för det totala vägnätets förbindelsemöjligheter. Hastighetsgränsen går från 70 km/h via 60 km/h till 40 km/h när den närmar sig de mer centrala delarna av staden. Förutom farthindren vid korsningspunkten finns det ytterligare två platser med farthinder på Lorensborgsgatan. Den

ena är övergångsstället vid Falkmansgatan och det andra är kring cirkulationsplatsen vid Ärtholmsvägen. Gemensamt för alla dessa tre punkter är att farthindren består av Malmögupp (Trafikverket, 2019).

Stadsbusslinjerna 8 och 34 trafikerar Lorensborgsgatan men det är bara linje 8 som går genom korsningspunkten. Linje 34 kör igenom cirkulationsplatsen men tar sig aldrig ut på det benet där den aktuella cykelöverfarten ligger. De närmaste busshållplatserna är belägna strax norr om cykelöverfarten på båda sidor om gatan, och är av typen fickhållplatser (Openstreetmap, 2019).

Stadiongatan är en parallellgata till John Ericssons väg och börjar vid Trelleborgsvägen i öst och går fram till Bellevuevägen i väst. Gatan har två körfält i vardera riktningen mellan Trelleborgsvägen och Lorensborgsgatan, där den växlar till ett körfält i vardera riktningen. Tillåten hastighet är begränsad till 40 km/h. Cykelvägen som går längs med Stadiongatan förbinder den med det tidigare beskrivna cykelstråket Kroksbäckstigen (Trafikverket, 2019).

Korsningspunkten har två körfält i norr- som södergående riktning, och de två körriktningarna separeras av en refug, enligt *Figur 10*. Som nämnts är farthindret ett Malmögupp och avståndet mellan foten på uppfartsrampen på den östra sidan om refugen, och cykelöverfartens södra begränsningslinje är cirka 5 – 6 meter, beroende på vilket körfält som avses. På den västra sidan refugen, med motorfordonstrafik i södergående riktning, ligger övergångsstället mellan uppfartsrampen och cykelöverfarten. Avståndet mellan uppfartsrampens fot och cykelöverfartens norra begränsningslinje är cirka 10 meter, och avståndet mellan uppfartsrampens fot och övergångsställets norra begränsningslinje är cirka 6 meter. Den enda skillnaden i utformning före jämfört med efter införandet av cykelöverfarten är att vägmärke *B8 Cykelöverfart* och vägmärkingen *M14 Väjningslinje* har införts.

4.2 Metod

4.2.1 Val av mått på framkomlighet

Baserat på de framkomlighetsmått som beskrivits i avsnitt 3.1.2, verkar fördröjning vara det som bäst lämpar sig för studiens syfte. Anledningen till att cykelöverfarterna anlagts är ju att öka cyklandes framkomlighet för att på så sätt ge bättre förutsättningar för att folk ska välja cykeln som färdmedel. Då behövs ett framkomlighetsmått som mäter framkomligheten på individnivå, eller med andra ord *mikronivå*. Fördelen med fördröjning som framkomlighetsmått är som bekant också att de kan aggregeras för att kunna mäta samhällsekonomiska effekter som exempelvis nyttan av anläggandet av cykelöverfarter. Det är dessutom det viktigaste måttet på framkomlighet, lämpar sig väl för korsningsstudier och är ett enkelt mått som är lätt att mäta och ger kvantitativa resultat som lämpar sig väl för statistiska metoder.

Måttet på framkomlighet i fältstudien är således *medelfördröjningen per trafikant*, för de studerade trafikslagen personbilstrafik, stadsbusstrafik och cykeltrafik, mätt i sekunder. Viktigt att påpeka är att det är endast *interaktionsfördröjningen* som avses i den här studien. Den *geometrisk* *fördröjningen* är inte väsentlig i sammanhanget då rapportens huvudfokus ligger på regleringen

av cykelöverfarterna och inte utformningen i sig. Dessutom har den fysiska utformningen, det vill säga farthinder, körfältsbredder, etcetera, inte ändrats mellan situationen före åtgärd och situationen efter åtgärd, sånär som att ett körfält för biltrafik har gjorts om till ett cykelfält på John Ericssons väg i östergående riktning. Då rådata finns tillgänglig är det också enkelt att ta fram exempelvis percentiler av fördröjningarna vid behov. För att en analys av resultaten ska vara möjlig bedöms det nödvändigt att även *flöden* och *hastigheter* tas fram då dessa faktorer är starkt kopplade till framkomligheten och kan fungera som förklarande variabler till resultaten. Som ytterligare stöd för analysen kommer författaren att studera *trafikanternas beteende* vid korsningspunkterna.

4.2.2 Observationer

För att få ett statistiskt underlag som inte får alltför stort spridningsmått, bedöms det rimligt med cirka 100 observationer ur varje trafikslag vid varje observationstillfälle. Av redan genomförda cykelflödesmätningar på en av platserna, i kombination med uppmätta motorfordonsflöden av Malmö stad, och överslagsberäkningar på hur många stadsbussar som trafikerar samma plats, framgår det att stadsbussarna är det minst förekommande trafikslaget med avseende på flöden. Stadsbusstrafikens flöden blir alltså den begränsande faktorn för studien. Som framgår av avsnitt 3.1.1 påverkas framkomligheten av flödet för samtliga trafikslag, och förändrade flöden kommer därför att påverka fördröjningen för dessa trafikslag. Om exempelvis cykelflödet har ökat bör en ökad fördröjning för trafikslagen personbil och stadsbuss vara rimlig att anta.

Observationerna plockas ut från det videofilmade materialet genom att filmerna körs i programvaran RUBA (Madsen, et al., 2016), där detektorer placerats ut som kan detektera närvaron för de olika trafikantgrupperna beroende på var detektorerna placeras. Stillbilder skapas när trafikanterna passerar detektorerna. *Figur 11* på nästa sida visar ett exempel på utklippt stillbild med detektor och trafikant, i det här fallet en norrgående cyklist på Heleneholmsstigen i situationen efter införandet av cykelöverfart i korsningspunkten Ystadvägen/Heleneholmsstigen. Genom att sortera dessa stillbilder kan exempelvis flödet per körriktning beräknas. Stillbilderna kan sedan också användas för att klippa ut korta filmsekvenser innehållandes tiden ett par sekunder före, under och ett par sekunder efter stillbilden togs. På så sätt fås varje observation i en isolerad filmsekvens som kan analyseras och repeteras vid behov. Det går givetvis även att använda filmmaterialet direkt som det är för mätning, men vid omfattande studier är den ovan beskrivna metoden mer lämplig, och ska observationer väljas ut slumpvis är definitivt denna metod att föredra.



Figur 11. Visar en stillbild som klippts ut ur det videofilmade materialet med RUBA. Den blå rektangeln är den utplacerade detektorn som detekterar trafikantens närvaro, i det här fallet cyklisten.

De dagar som valts ut för att samla in mätdata har gjorts utifrån de parametrar som beskrivits i avsnittet 3.1.2, med avseende på veckodag, årstid, och väderförhållanden. Uppdelning i ett trettimmarsspass på morgonen, och ett på eftermiddagen kommer dock att utökas till att mäta mellan klockan 6 – 18 för att antalet observationer av stadsbussarna ska bli tillräckligt stort. Tabell 2, är en sammanställning av de relevanta faktorerna för de valda observationsdatumen. För en utförligare översikt av hur dessa datum har valts ut hänvisas läsaren till *Bilaga 1*.

Tabell 2. Ger en överskådlig bild över de faktorer som legat till grund för valet av observationsdatum för de tre studerade korsningspunkterna

Plats	Datum	Vecko- dag	Väder	Temp., °C	Vind, m/s
Ystadv./ Heleneh.	21-03-2017	2	Mestadels klart, skurar under eftermiddagen	7	5
	28-03-2017	2	Dimma på morgonen, under dagen mulet till halvklart	6	1
John E./ Baltiska v.	07-09-2016	3	Klart till halvklart väder hela dagen	19	1
	15-09-2016	4	Klart väder hela dagen	19	1
Lorensb./ Stadiong.	21-09-2016	3	Klart väder hela dagen	13	1
	28-09-2016	3	Klart till halvklart väder hela dagen	17	4
	29-09-2016	4	Halvklart väder, skurar under eftermiddagen	17	4
Ystadv./ Heleneh.	17-04-2018	2	Mulet under förmiddagen., klart under eftermiddagen	11	2
	26-04-2018	4	Växlande mellan klart och mulet med skurar under dagen	9	4
John E./ Baltiska v.	17-05-2018	4	Klart till halvklart väder hela dagen	18	3
	21-05-2018	1	Klart till halvklart väder hela dagen	15	3
Lorensb./ Stadiong.	03-05-2018	4	Klart väder hela dagen	11	3
	08-05-2018	2	Klart väder hela dagen	16	3

4.2.3 Flödesmätning

Det som beskrivs i avsnitt 3.1.2, när det kommer till flödesmätningar, är att de bör utföras under två tretimmarspass, klockan 6 – 9 och klockan 15 – 18 för minst en dag av antingen tisdag, onsdag eller torsdag, ur minst två olika veckor, i endera av perioderna april – maj eller september – oktober. Detta gäller specifikt för mätning av flöden för cyklister. När det kommer till stadsbusstrafiken är den bunden av tidtabeller, så det ungefärliga flödet för stadsbussarna på respektive plats är redan fastslaget i tidtabellerna för före- respektive efterperioderna. När det gäller personbilstrafiken är den, som framgått av litteraturstudien, jämnare fördelad över året och inte lika känslig för exempelvis väder och vind som cykeltrafiken. Det torde i ljuset av det vara rimligt att utgå från vad som beskrivits för flödesmätning av cykeltrafiken även när det gäller flödet för personbilarna. I studien tas det hänsyn till likvärdiga väderförhållanden, så som beskrivits i litteraturstudien.

4.2.4 Hastighetsmätning

Hastighetsmätningar för motorfordonstrafiken är utförda både före och efter åtgärd vid samtliga tre studerade cykelöverfarter. Mätningarna är utförda inom ramen för det projekt som studerade trafiksäkerhetseffekterna av åtgärderna, vilket beskrivs närmare i avsnitt 1 *Inledning*. För hastighetsmätningarna gäller det att de utförts med radarpestol under 10 – 20 minuters intervall, på eftermiddagen, i vardera riktningen för de tre korsningspunkterna. Hastigheterna har mätts på frigående fordon och 50 observationer har samlats in för varje riktning och korsningspunkt före respektive efter införd åtgärd. Hastigheten mättes då fordonet befann sig cirka 5 meter innan cykelöverfarten. För att säkerställa att den för cykelöverfarter definierande hastigheten på 30 km/h hölls gjordes även mätningar av fordonens punkthastighet då de befann sig på själva överfarten (Svensson & Ekblad, 2018).

Enligt teorin i litteraturstudien som behandlar framkomligheten för biltrafiken vid korsningspunkter, är den till stor del beroende av de kritiska tidsavstånden. De kritiska tidsavstånden är i sin tur beroende av hastigheterna för trafikanterna på den överordnade leden, i det här fallet cyklisterna. Ska denna teori tillämpas hade det alltså varit av vikt att mäta dessa hastigheter för att kunna bestämma det kritiska tidsavståndet för bilisterna på den underordnade leden. Dock verkar referenshastighet på den överordnade leden användas för att bestämma det kritiska tidsavståndet (Trafikverket, 2014, p. 282), vilket i fallet cykelöverfarter skulle motsvara 30 km/h (SKL, 2010, p. 20). Det innebär att hastigheten verkar kunna antas vara referenshastigheten för aktuell led, och behövs inte mätas för att kunna bestämma det kritiska tidsavståndet. I den här fältstudien ämnas inte heller teorin för kritiska tidsavstånd att användas för att mäta framkomligheten för motorfordonen varför en hastighetsmätning för cyklisterna inte bedöms vara nödvändig för studiens syften. Metoden att mäta hastigheter genom videofilmade material beskrivs i avsnitt 3.1.2 och skulle kunna tillgripas även i denna studie, men då mätningar av hastigheterna redan har genomförts bedöms dessa mätningar inte vara nödvändiga. Givetvis skulle de kunna mätas för att ha mer material att jämföra med, för att på så sätt få säkrare resultat, men detta måste vägas mot tiden som det tar att utföra dessa extra mätningar.

4.2.5 Trafikanternas beteende

Trafikanternas beteende i korsningspunkterna kommer att studeras. Väjningsandelar finns uppmätta och tillgängliga från projektet som studerade trafiksäkerhetseffekter i de aktuella korsningspunkterna. I övrigt kommer författaren att observera beteenden som avviker från hur korsningspunkterna är tänkta att fungera utifrån regleringen och utformning. Dessa observationer är av kvalitativ natur och kommer därför inte att kvantifieras för att behandlas med statistiska metoder men de kan eventuellt vara ytterligare ett stöd i analysen av varför framkomligheten för de olika trafikslagen har påverkats så som den har gjort.

4.2.6 Fördröjningar

Rent praktiskt kommer fördröjningen att mätas på följande sätt. Först görs en inmätning på plats mellan cykelöverfart och olika referenspunkter, som sedan märks upp med linjer i videofilmerna i videobehandlingsprogrammet RUBA. De slumpvis utvalda observationerna för de olika trafikslagen spelas upp i programmet och tiden klockas från det att fordonet i fråga passerar de uppmärkta linjerna för startläge respektive stoppläge. Att fordonet passerar linjerna innebär i den här studien att det främre hjulets kontaktyta med marken precis tangerar startlinjen till att samma hjuls kontaktyta med marken precis tangerar stopplinjen.

De, i avsnitt 4.2.2, utklippta filmsekvenserna kan användas för att mäta fördröjningen hos de utvalda observationerna. Observationerna för cykel- och personbilstrafiken väljs ut slumpvis från de utklippta stillbilderna då dessa observationer är betydligt fler än hundra till antalet för respektive trafikslag. Samtliga observerade stadsbussar som passerar under tiden klockan 6 – 18 kommer att mätas, där så är nödvändigt, för att få ett tillräckligt stort antal observationer. Medelfördröjningen och spridningen kring denna, kan sedan beräknas för de olika trafikslagen, och situationen före- respektive efter åtgärd kan till sist jämföras och diskuteras.

Då fördelningarna av fördröjningarna inte följer en normalfördelning, eller någon känd fördelning, har författaren valt att analysera dem statistiskt med icke parametriska metoder. Eftersom det handlar om två oberoende stickprov som ska jämföras har Mann-Whitneys U test (även kallat Wilcoxon's rangsummetest) använts. Testet går ut på att ställa upp en nollhypotes, H_0 , vanligtvis att det inte finns någon skillnad i väntevärde mellan de två populationerna, i det här fallet ingen skillnad i medelfördröjning, mot mothypotesen, H_1 , vanligtvis att en skillnad i väntevärde existerar. I fallet för den här studien är mothypotesen dock ensidig då det genom observerade data redan finns en teori om vilken riktning (ökning eller minskning av medelfördröjningen) denna skillnad har.

För att motbevisa nollhypotesen görs ett slumpmässigt urval av ett antal observationer ur varje population som slås ihop till ett prov. Detta prov rangordnas sedan genom att ge observationen med minst värde rangnummer 1, den näst minsta observationen rangnummer 2, etcetera, tills samtliga utvalda observationer fått ett rangnummer. Vid lika värden får observationerna rangnumret som är medelvärdet av de rangnummer de annars skulle ha haft, exempelvis tre observationer med samma värde, som har positionerna 4, 5 och 6 i rangordningslistan, får alla rangnummer 5.

När samtliga observationer fått ett rangnummer räknas summan av rangnumren, W , för de utvalda observationerna i respektive population fram. Från denna summa beräknas sedan U

genom att subtrahera kvoten $\frac{n(n+1)}{2}$ (där n är antalet observationer som valts ut från den andra populationen än den som U ska räknas ut för) från W för den population som U ska räknas ut för. Vid stickprov ur population A och B , exempelvis, ges U_A av $U_A = W_A - \frac{n_B(n_B+1)}{2}$. Det minsta av U -värdena jämförs sedan med tabellerade kritiska värden, på den signifikansnivå som valts, och nollhypotesen förkastas, till förmån för mothypotesen om det framräknade minsta U -värdet understiger det tabellerade kritiska värdet.

De tabellerade kritiska värdena bygger i sin tur på beräkningar av sannolikheten att det framräknade U -värdet skulle kunna vara mindre än just detta kritiska värde, på den valda signifikansnivån, om nollhypotesen är sann och inte borde förkastas. Vid en signifikansnivå på exempelvis 1 procent är det ju trots allt så att nollhypotesen felaktigt förkastas i 1 procent av fallen (Conover, 1998). Exempel på beräkningsgången för genomförda Mann-Whitney U test i den här studien står att finna i *Bilaga 3*. Signifikansnivån 5 procent har valts för den statistiska analysen då den bedöms vara en acceptabel nivå av osäkerhet för studiens syften, och en vanligt förekommande osäkerhetsnivå i vetenskapliga sammanhang (Vännman, 2002).

4.2.7 Data som andra samlat in

Av olika skäl är det ofta nödvändigt att använda sig av data som andra har samlat in då en studie ska genomföras. Detta kan emellertid vara problematiskt då denna data ofta har samlats in i andra syften och ibland kan datamaterialet också vara bearbetat. Det är därför viktigt att alltid ställa sig kritisk till data som andra har samlat in (Höst, et al., 2006). Den data som används i den här studien är, som tidigare i rapporten beskrivits, insamlad i syfte att genomföra en studie av trafiksäkerheten vid de tre studerade korsningspunkterna. Författaren har själv deltagit såväl i delar av insamlandet av datamaterialet som i diskussioner och tolkningar av datamaterialet för den studien. Då kunskapen får anses god om hur data har samlats in och bearbetats gör författaren bedömningen att detta datamaterial kan användas även för den här studien som behandlar framkomligheten i de tre korsningspunkterna. De delar av datainsamlingen som författaren inte direkt deltagit i, men som ändå används i den här studien är hastighetsmätning av de motordrivna fordonen samt den manuella räkningen av cykelflöden i norr- respektive södergående riktning i korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen 2016-09-07. Författaren är dock insatt i hur mätningarna har gått till och vem som har utfört dem.

4.3 Sammanfattning

Samtliga tre studerade korsningspunkter ligger i de halvcentrala delarna av Malmö, har främst en transportfunktion och hastighetsgräns på 40 km/h. Samtliga har även samma typ av farthinder, det så kallade *Malmögruppen*, med uppfartsramp innan korsningspunkten och ett utfasande under hela korsningens sträckning. Ystadvägen och Lorensborgsgatan har två körfält i var riktning och John Ericssons väg har ett körfält i västergående riktning och två respektive ett körfält i östergående riktning, före respektive efter åtgärden. För korsningspunkterna Ystadvägen/Heleneholmsstigen och Lorensborgsgatan gäller det att ingen ombyggnation av korsningspunkten har skett mellan före och efter åtgärden utan endast

vägmärke *B8 Cykelöverfart* och vägmarkering *M14 Väjningslinje* har lagts till. För korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen har vägmärke *B8 Cykelöverfart* samt vägmarkeringar *M14 Väjningslinje* och två *M16 Cykelpassage eller cykelöverfart*, separerade av kantsten, anlagts. Avståndet från uppfartsramp till möjlig interaktion med annan trafikant (gående eller cyklande) skiljer sig för de tre korsningspunkterna, med cirka 7 – 8 meter på Ystadvägen, cirka 6 – 15 meter respektive 22 – 24 meter på John Ericssons väg och cirka 5 – 6 meter på Lorensborgsgatan.

Ur de två veckor som korsningspunkterna filmats före respektive efter införandet av cykelöverfarterna väljs en vardag per vecka ut för att studeras. Från det videofilmade materialet plockas stillbilder ut och flöden för trafikslagen personbil, stadsbuss och cyklar räknas. Från stillbilderna klipps videosekvenser ut för 100 slumpvis utvalda observationer för varje dag och trafikslag, ur vilka fördröjningarna för trafikanterna kan mätas. Medelfördröjningen per trafikant används som mått. Hastigheter och väjningsstudie hämtas från trafiksäkerhetsprojektet (Svensson & Ekblad, 2018) som genomförts i samma tre korsningspunkter.

5 Resultat

5.1 Flöden

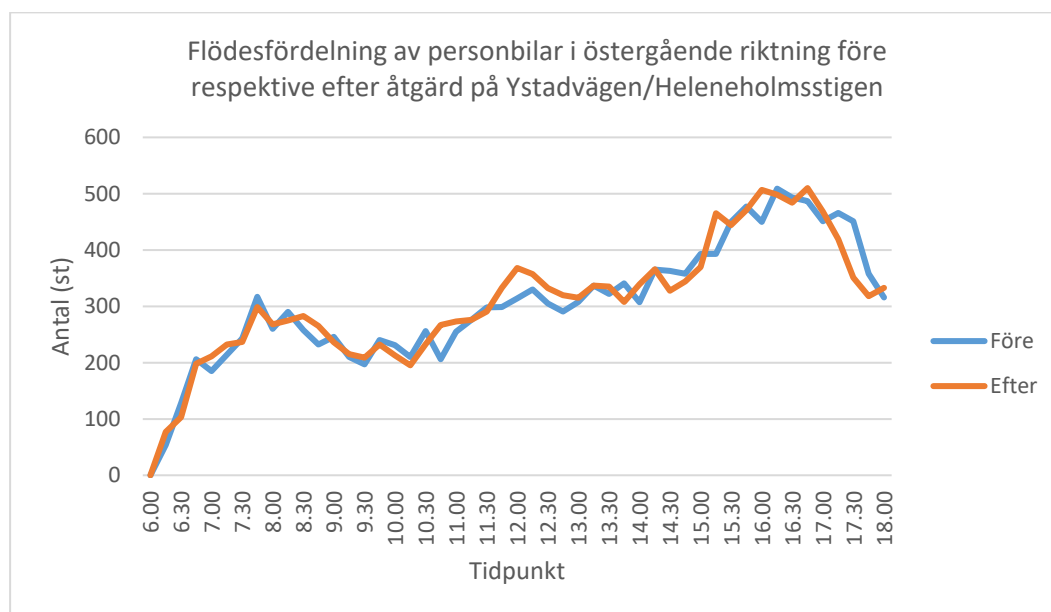
Med förändringar av flöden i detta avsnitt är det observerade förändringar som avses. Ingen statistisk analys för att se om det är troligt att medelflödet skulle ha förändrats har gjorts.

5.1.1 Ystadvägen/Heleneholmsstigen

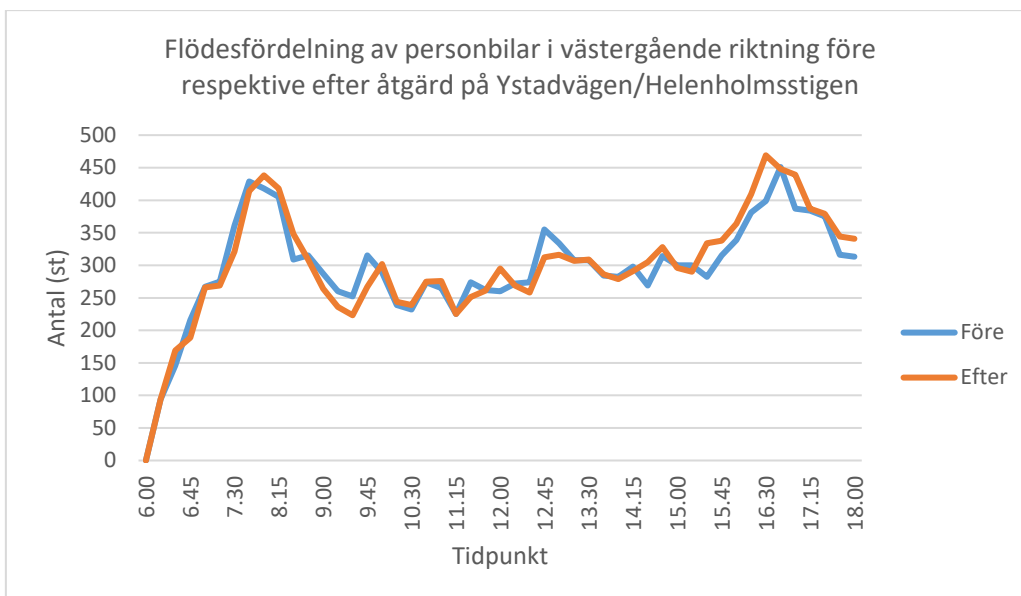
Ystadvägen/Heleneholmsstigen är korsningspunkten med störst observerade motortrafikflöden, av de tre studerade korsningspunkterna. Det gäller såväl i situationen före vidtagen åtgärd som efter densamma.

Personbilar

Personbilsflödet uppgick till 14 980 fordon i östergående riktning, före åtgärd och 15 178 fordon efter åtgärd, vilket ger en ökning med 198 fordon, alternativt en ökning med cirka 1,3 procent. I västergående riktning uppgick personbilsflödet till 14 543 fordon före åtgärd respektive 14 748 fordon efter åtgärd. Det ger en ökning med 205 fordon eller cirka 1,4 procent. Som *Figur 12* och *Figur 13* på nästa sida visar ser fördelningen likartad ut i situationen före och efter åtgärd. Skillnaden ligger snarare i fördelningen mellan de olika riktningarna än i fördelningen före respektive efter åtgärd. I östergående riktning är flödestopparna på morgonen och på eftermiddagen inte lika accentuerade som i västergående riktning.



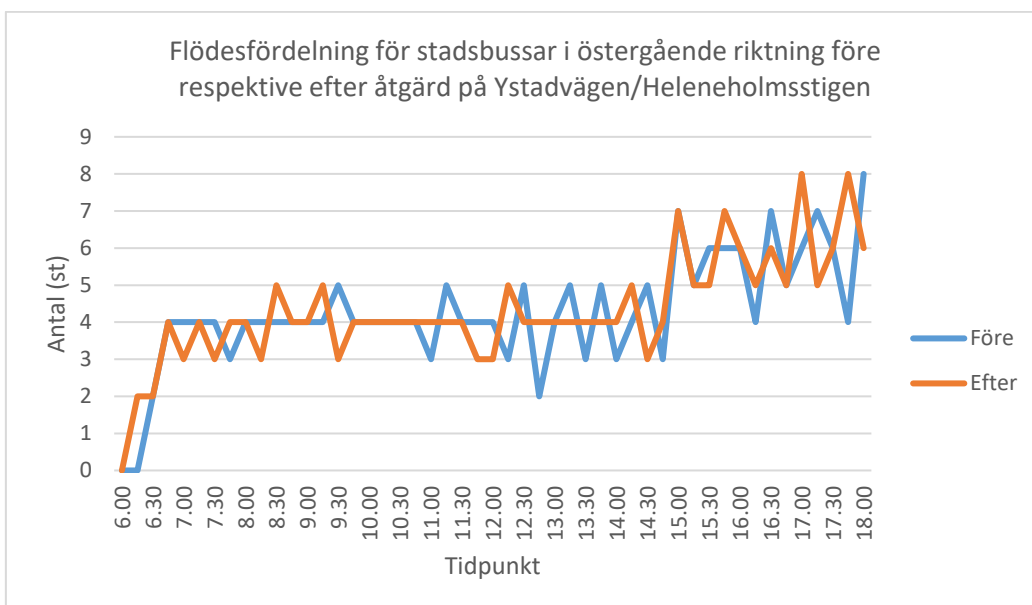
Figur 12. Fördelningen av personbilsflödet i östergående riktning före respektive efter åtgärd på Ystadvägen/Heleneholmsstigen



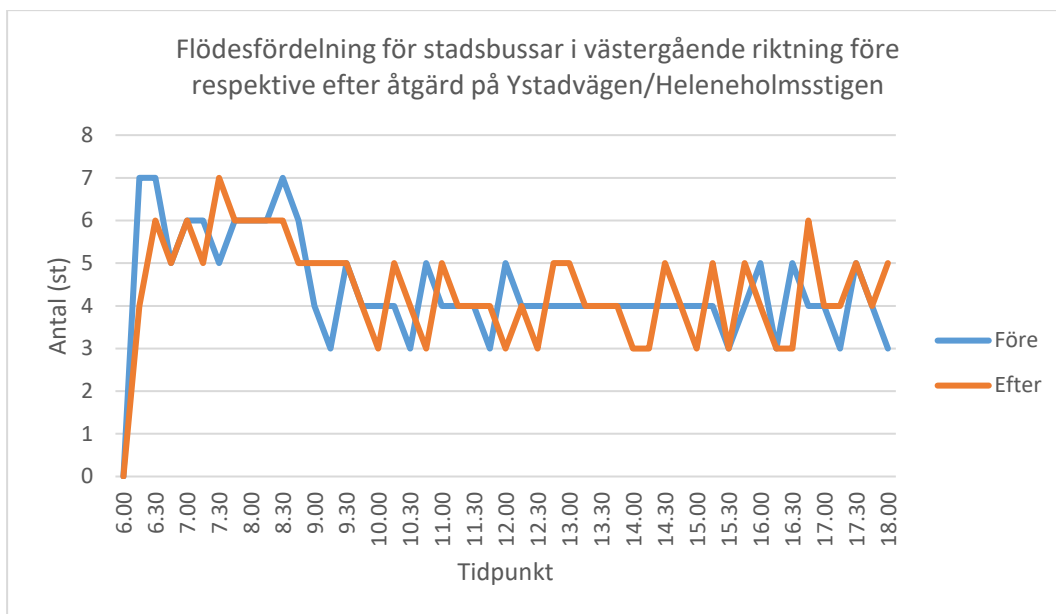
Figur 13. Fördelningen av personbilsflödet i västergående riktning före respektive efter åtgärd på Ystadvägen/Helenholmsstigen

Stadsbussar

För stadsbusstrafiken registrerades 209 fordon i östergående riktning före åtgärd och 211 fordon efter åtgärd. Flödena i västergående riktning uppgick till 214 fordon före åtgärd och 211 fordon efter åtgärd. Detta var väntat då flödena i princip bestäms av tidtabellen. Även fördelningen av stadsbussarna bestäms av tidtabellen genom turintervallen. De varierar något mellan situationen före åtgärd och situationen efter åtgärd då tidtabellen inte kan styra bussarna på minuten. Precis som i fallet med personbilarnas fördelning ligger skillnaden mer i fördelningen mellan de olika färdriktningarna än mellan fördelningen före respektive efter åtgärd. Ur *Figur 14* framgår det att stadsbussflödena i östergående riktning i princip är konstanta från klockan 6.45 fram till klockan 15.00 för att därefter vara högre under resten av eftermiddagen. I västergående riktning är flödena istället högre under morgonen, fram till klockan 9.45, för att sedan hålla sig relativt konstanta resten av dagen, se *Figur 15* på nästa sida.



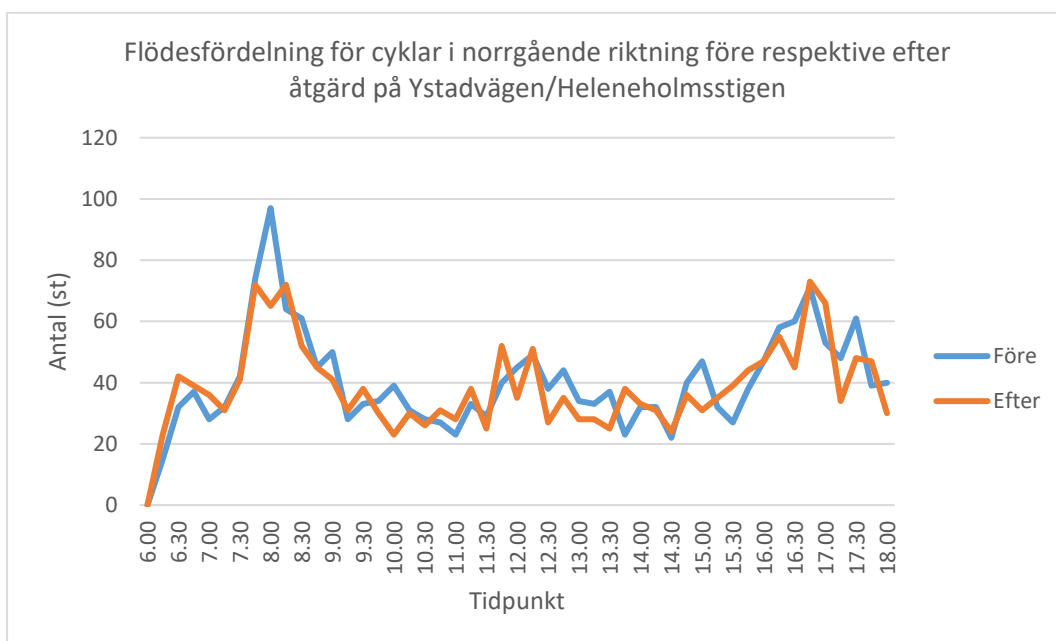
Figur 14. Fördelningen av stadsbussflödet i östergående riktning före respektive efter åtgärd på Ystadvägen/Helenholmsstigen



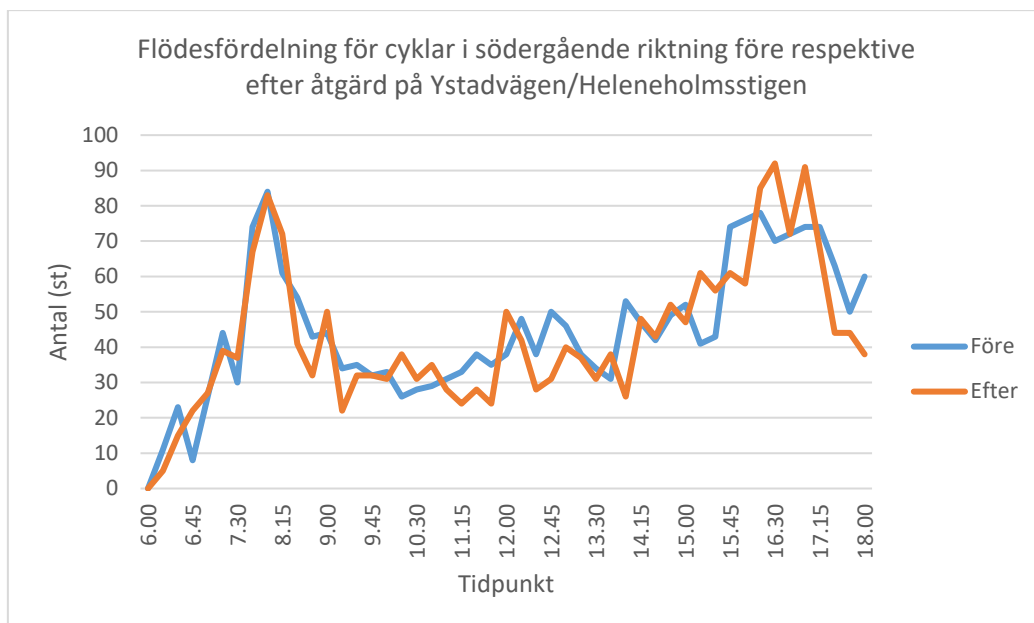
Figur 15. Fördelningen av stadsbussflödet i västergående riktning före respektive efter åtgärd på Ystadvägen/Heleneholmsstigen

Cyklar

Cykelflödena i norrgående riktning minskade från 1 972 fordon, före åtgärd, till 1 896 fordon, efter åtgärd. Det innebär en minskning på 76 fordon eller, uttryckt i procent, en minskning på cirka 4 procent. I södergående riktning visar mätningen på en minskning från 2 197 fordon, före åtgärd, till 2 098 fordon, efter åtgärd, vilket ger en minskning på 99 fordon alternativt en minskning med cirka 5 procent. Fördelningen av cykelflödena följer i stort biltrafikens mönster, med likartade fördelningar före respektive efter åtgärd, även om mönstret är tydligare för biltrafiken. En skillnad mot biltrafiken är att, den i föresituationen så tydliga, flödestoppen på morgonen i norrgående riktning tycks ha ”klippts av” i eftersituationen, se *Figur 16*. Cykelflödet i södergående riktning är, precis som personbilflödet i östergående riktning, mer utspritt under eftermiddagen än vad det är i norrgående riktning, se *Figur 17* på nästa sida.



Figur 16. Fördelningen av cykelflödet i norrgående riktning före respektive efter åtgärd på Ystadvägen/Heleneholmsstigen

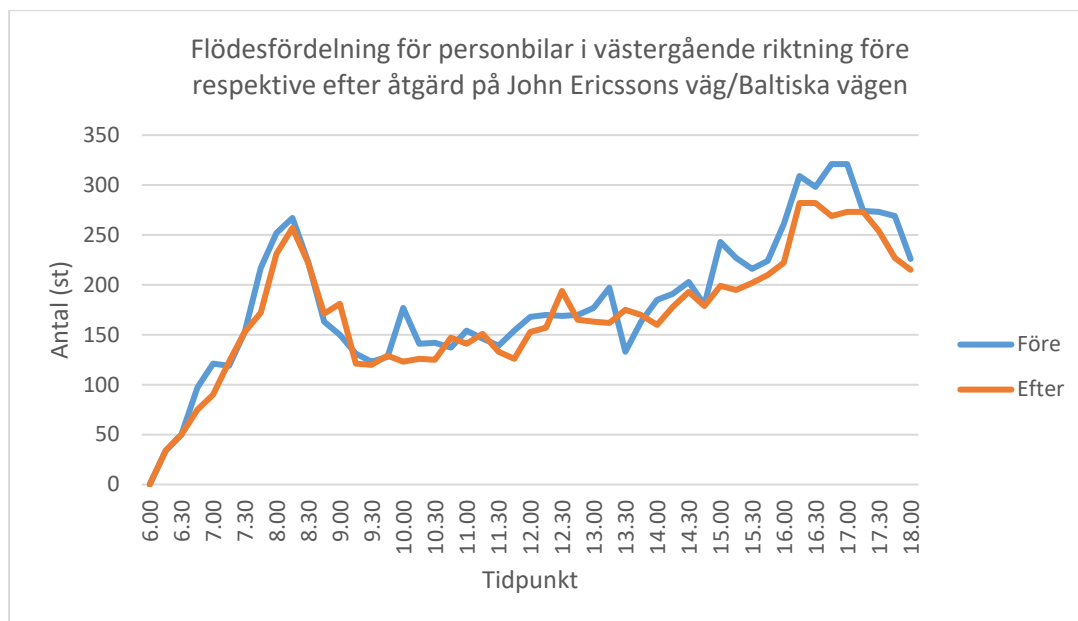


Figur 17. Fördelningen av cykelflödet i sörgående riktning före respektive efter åtgärd på Ystadvägen/Heleneholmsstigen

5.1.2 John Ericssons väg/Baltiska vägen

Personbilar

Personbilsflödet i östergående riktning uppgick före vidtagen åtgärd till 8 933 fordon för de två observerade dagarna, medan det efter åtgärd uppgick till 8 940 fordon. Skillnaden är således endast 7 fordon eller uttryckt i procent, cirka 0,08 procent. Precis som personbilsflödena på Ystadvägen varierar inte fördelningen av flödena nämnvärt mellan situationen före respektive efter åtgärden. I västergående riktning föreligger däremot en viss skillnad i flöde för situationen före åtgärden vidtogs, då personbilsflödet uppgick till 8 986 fordon, jämfört med därefter, då motsvarande flöde uppgick till 8 475 fordon. Det ger en minskning på 511 fordon eller cirka 6 procent. När det kommer till fördelningen av dessa flöden förefaller det som att minskningen företrädesvis har fördelats på den flödestopp som infaller på eftermiddagen mellan klockan 14.00 -18.00, se *Figur 18* på nästa sida, där kurvan för eftersituationen aldrig överstiger kurvan för föresituationen i detta intervall.



Figur 18. Fördelningen av personbilsflödet i västergående riktning före respektive efter åtgärd på John Ericssons väg/Baltiska vägen

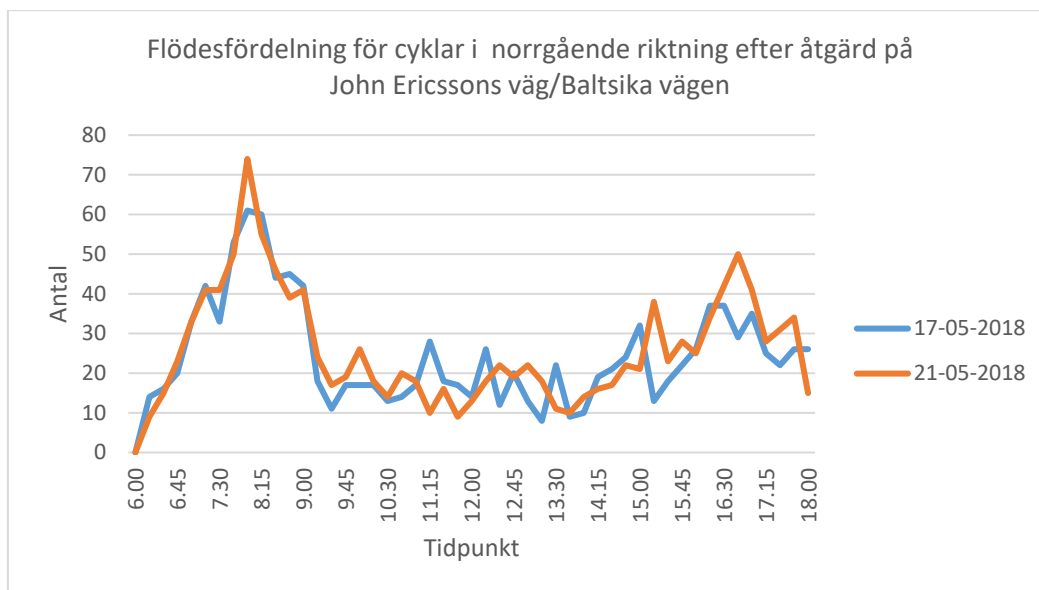
Stadsbussar

För stadsbussarna i östergående riktning gäller det att flödet före åtgärden var 208 fordon mot 205 fordon efter åtgärden. Situationen för de västergående stadsbussarna är likartad. Flödena i sig är desamma före som efter åtgärden, nämligen 202 fordon.

Cyklar

Om Ystadvägen/Heleneholmsstigen var den, av de tre studerade korsningspunkterna, med störst flöden av motoriserade fordon så är John Ericssons väg/Baltiska vägen korsningspunkten med störst cykelflöden. I norrgående riktning var det före åtgärden 2 374 fordon och efter åtgärden var det 2 466 fordon. Det innebär en ökning med 92 fordon eller cirka 4 procent. I södergående riktning var motsvarande flöden 1 921 fordon före åtgärden och 2 103 fordon efteråt, vilket innebär en ökning med 182 fordon alternativt en ökning med cirka 10 procent. Då cykelflödena före åtgärden för John Ericssons väg/Baltiska vägen är räknade manuellt direkt ur det videofilmade materialet är inte klockslag noterade för de enskilda observationerna varför en fördelning av flödena ej är möjlig.

Figur 19 på nästa sida visar därför fördelningen för de olika studerade datumen efter åtgärden i norrgående riktning istället för en jämförelse mellan flödesfördelningen före respektive efter åtgärd. Hur fördelningen kan variera under två olika datum med fyra dagars mellanrum, båda i eftersituationen, kan vara viktigt att ha klart för sig, för att kunna ställa det i relation till jämförelsen mellan flödesfördelningar före respektive efter åtgärd. Som kan ses i figuren är variationen i flödesfördelning för cyklarna, mellan de olika studerade dagarna i eftersituationen, likartad med den variation som finns mellan före och efter åtgärd i avsnittet 5.1.1 ovan. Det övergripande mönstret är detsamma mellan de olika dagarna men en viss variation förekommer.



Figur 19. Fördelningen av cykelflödet i norrgående riktning efter åtgärd på John Ericssons väg/Baltsika vägen

5.1.3 Lorensborgsgatan/Stadiongatan

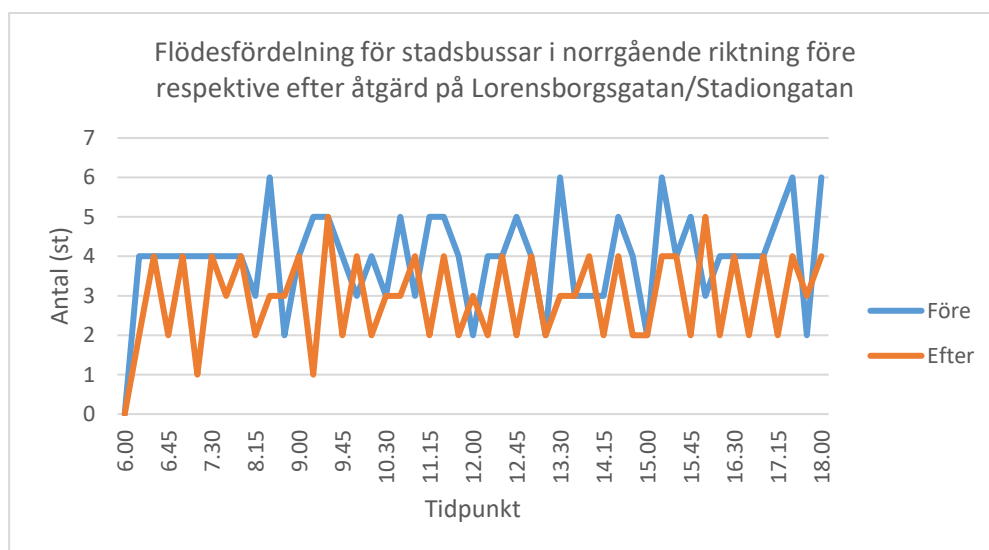
Personbilar

Personbilsflödet i norrgående riktning uppgick till 11 526 fordon före åtgärden och 11 800 efter åtgärden vilket medför en ökning på 274 fordon eller cirka 2,4 procent. Precis som i fallet med de två andra korsningspunkterna stämmer flödesfördelningen före respektive efter åtgärd relativt bra överens. I södergående riktning uppgick motsvarande flöde till 11 573 fordon före åtgärden och 11 319 fordon efter åtgärden vilket är en minskning med 254 fordon eller cirka 2,2 procent. Flödesfördelningen liknar den för de norrgående personbilarna, men har en något mindre accentuerad flödestopp på morgonen.

Stadsbussar

Om korsningspunkten på Ystadvägen/Heleneholmsstigen utmärkte sig genom att ha de största motortrafikflödena, och korsningspunkten på John Ericssons väg/Baltsika vägen utmärkte sig genom att ha de största cykelflödena, utmärker sig korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan snarast för att ha de minsta cykel- och bussflödena. Under de studerade dagarna före införandet av cykelöverfart i korsningspunkten passerade det 193 stadsbussar i norrgående riktning genom korsningen. Det ska jämföras mot 145 stadsbussar under de studerade dagarna efter den införda åtgärden. Det innebär att en minskning på hela 52 stadsbussar har skett mellan de olika mätningarna. Uttryckt i procent motsvarar det en minskning med cirka 27 procent.

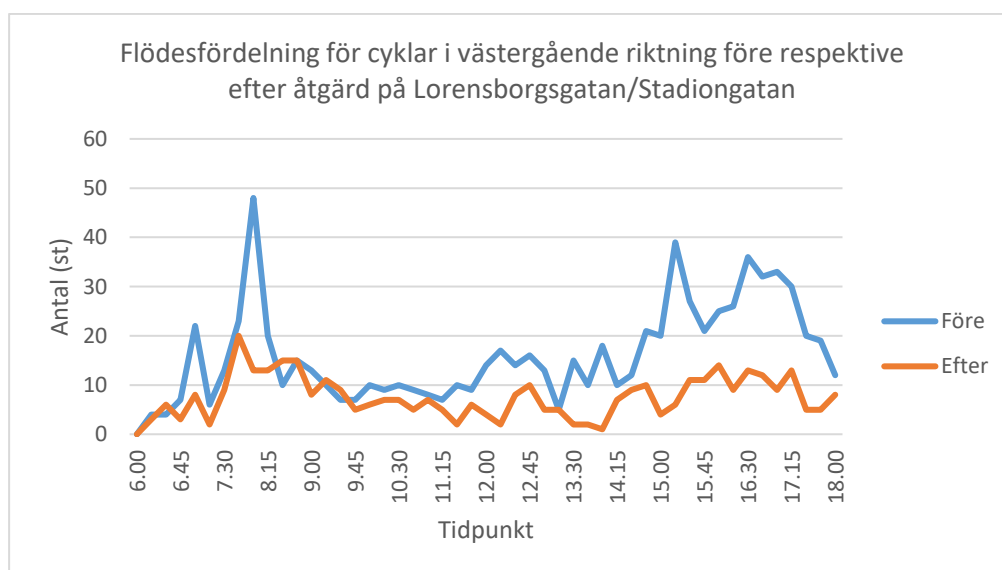
I *Figur 20* nedan avspeglas förhållande genom att fördelningen i övergripande drag är likartad men parallellt förskjuten nedåt i figuren för situationen efter åtgärden. Även i södergående riktning var stadsbussarna 193 till antalet före åtgärden, men efteråt uppgick de till 148 stycken, vilket är en minskning med 45 stadsbussar alternativt cirka 23 procent.



Figur 20. Fördelningen av stadsbussflödet i norrgående riktning före respektive efter åtgärd på Lorensborgsgatan/ Stadiongatan

Cyklar

Cyklisterna i östergående riktning före åtgärd var 700 fordon, och efter åtgärden hade de ökat till 876 fordon, vilket motsvarar en ökning på cirka 25 procent. Förändringen är mest markant under flödestoppen på morgonen, klockan 6.30 – 10 och under flödestoppen på eftermiddagen, klockan 15.00 – 18.00. I västergående riktning var cykelflödet 814 fordon före åtgärden, och efter åtgärden 440 fordon. Minskningen är i det här fallet 374 fordon eller cirka 46 procent. Som framgår av *Figur 21* är minskningen även i det här fallet mest markant under flödestopparna på morgonen och eftermiddagen. Då flödestoppen på eftermiddagen, klockan 14.30 – 18.00, är mer utspridd än flödestoppen på morgonen, klockan 7.30 – 8.30, står förändringen under eftermiddagen för den största delen av förändringen.



Figur 21. Fördelningen av cykelflödet i västergående riktning före respektive efter åtgärd på Lorensborgsgatan/ Stadiongatan

5.1.4 Sammanfattning

I Tabell 3 har resultaten av flödesmätningarna för de olika trafikslagen i de studerade korsningspunkterna sammanställts.

Tabell 3. Sammanställning av resultaten för flödesmätningarna vid de studerade korsningspunkterna

Korsningspunkt	Trafikslag	Riktning	Flöde före (st)	Flöde efter (st)	Förändring (%)
Ystadvägen/ Heleneholmsstigen	Bil	Östergående	14 980	15 178	+1,3
		Västergående	14 543	14 748	+1,4
	Buss	Östergående	209	211	+1
		Västergående	214	211	- 1,4
	Cykel	Norrgående	1 972	1 896	-4
Södergående		2 197	2 098	-5	
John Ericssons väg/Baltiska vägen	Bil	Östergående	8 933	8 940	+0,08
		Västergående	8 986	8 475	-6
	Buss	Östergående	208	205	-1
		Västergående	202	202	±0
	Cykel	Norrgående	2 374	2 466	+4
Södergående		1 921	2 103	+10	
Lorensborgsgatan/ Stadiongatan	Bil	Norrgående	11 526	11 800	+2,4
		Södergående	11 573	11 319	-2,2
	Buss	Norrgående	193	145	-27
		Södergående	193	148	-23
	Cykel	Östergående	700	876	+25
Västergående		814	440	-46	

5.2 Hastigheter

5.2.1 Ystadvägen/Heleneholmsstigen

Den uppmätta medelhastigheten för motorfordonen i västergående riktning före införandet av cykelöverfart i korsningspunkten Ystadvägen/Heleneholmsstigen uppgick till 20,0 km/h och efter införandet hade den ökat till 21,2 km/h. Ökningen är emellertid inte statistiskt signifikant (på signifikansnivån 5 %). I östergående riktning däremot finns det en statistiskt signifikant ökning (på signifikansnivån 5 %) av medelhastigheten från 19,0 km/h före åtgärden, till 22,6 km/h efter åtgärden. Om de observerade hastigheterna för motorfordonen i de båda riktningarna läggs samman så kan även här en statistiskt signifikant (på signifikansnivån 5 %) ökning observeras. Den totala medelhastigheten för korsningspunkten har gått från 19,5 km/h, före åtgärden, till 21,9 km/h efter densamma. 85 percentilen av hastigheten har gått från 24 km/h till 27 km/h. Det visar sig även att 29 procent av motorfordonen kör i en högre hastighet än 30 km/h när de passerar cykelöverfarten (Svensson & Ekblad, 2018).

5.2.2 John Ericssons väg/Baltiska vägen

För korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen gäller det att hastigheten för motorfordonen har ökat, statistiskt signifikant (på signifikansnivå 5 %), i båda riktningarna, och av naturliga skäl även då motorfordonens hastigheter i korsningspunkten studeras totalt. I västergående riktning är den observerade ökningen på cirka 13 procent, och har gått från 24,2 km/h före åtgärd, till 27,8 km/h efter åtgärden. I östergående riktning är den observerade ökningen av medelhastigheten än större och uppgår till cirka 20 procent med värden på 25,6 km/h före åtgärden och 30,7 km/h efter åtgärden. I fallet efter åtgärd ligger medianhastigheten på 30,8 km/h. Här är det alltså mer än hälften av motorfordonen som överskrider den hastighet som ska säkras då cykelöverfart anläggs. Den totala medelhastigheten för korsningspunkten har ökat från 24,9 km/h, före åtgärd, till 29,2 km/h efter åtgärd, vilket motsvarar en procentuell ökning på cirka 17 procent. 85 percentilen för de totala motorfordonshastigheterna har gått från 31 km/h före åtgärden till 36 km/h efter åtgärden (Svensson & Ekblad, 2018).

5.2.3 Lorensborgsgatan/Stadiongatan

Till skillnad från de övriga korsningspunkterna verkar medelhastigheterna inte ha ökat, åtminstone inte statistiskt signifikant efter införandet av cykelöverfart i korsningspunkten. I norrgående riktning var den observerade medelhastigheten före åtgärd 20,1 km/h, och efter åtgärden var den 20,3 km/h vilket är en ökning på cirka 1 procent. I södergående riktning ser det likartat ut, här var den observerade medelhastigheten 26,5 km/h före åtgärd, och 26,6 km/h efter åtgärden. Det innebär en procentuell ökning på cirka 0,4 procent. Slås hastigheterna i de båda riktningarna samman är medelhastigheten före åtgärd 23,3 km/h före åtgärd och 23,4 km/h efter densamma. Även här är alltså ökningen av medelhastigheten 0,4 procent. Vidare ligger 85 percentilen på 28,3 km/h efter åtgärd och 5 procent av motorfordonen kör fortare än 30 km/h då de passerar överfarten (Svensson & Ekblad, 2018).

5.2.4 Sammanfattning

I *Tabell 4* på nästa sida presenteras resultaten av hastighetsmätningarna i de olika korsningspunkterna. Läsaren bör observera att det är medelhastigheten som avses för de tre översta raderna i varje korsningspunkt. Vidare är det motorfordonens hastigheter som är uppmätta och inga hastigheter för cyklande har uppmätts. Medelhastigheterna och 85 percentilerna är uppmätta fem meter före överfarten medan andelen som överskrider 30 km/h är mätt på själva överfarten som framgår ur tabellen.

Tabell 4. Sammanställning av resultaten för hastighetsmätningarna vid de studerade korsningspunkterna

Korsningspunkt	Trafikslag	Riktning	Hastighet före (km/h)	Hastighet efter (km/h)	Förändring (%)
Ystadvägen/ Heleneholmsstigen	Motorfordon	Östergående	19,0	22,6	+19
		Västergående	20,0	21,2	+6
		Totalt	19,5	21,9	+12
		85 percentilen	24,0	27,0	+13
		Andel >30 km/h på överfart			
John Ericssons väg/Baltiska vägen	Motorfordon	Östergående	25,6	30,7	+20
		Västergående	24,2	27,8	+13
		Totalt	24,9	29,2	+17
		85 percentilen	31,1	36,4	+17
		Andel >30 km/h på överfart			
Lorensborgsgatan/ Stadiongatan	Motorfordon	Norrgående	20,1	20,3	+1
		Södergående	26,5	26,6	+0,4
		Totalt	23,3	23,4	+0,4
		85 percentilen	28,7	28,3	-1
		Andel >30 km/h på överfart			

Som kan utläsas ur tabellen så har hastigheterna inte minskat vid någon av korsningspunkterna med undantag av 85 percentilen på cykelöverfarten i korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan, men där ytterst marginellt. Snarare är det en generell ökning av motorfordonshastigheterna överlag som inträffat.

5.3 Trafikanternas beteende

5.3.1 Ystadvägen/Heleneholmsstigen

Motorfordonens väjningsandelar gentemot cyklar har inte förändrats nämnvärt från situationen före införandet av cykelöverfart i korsningspunkten jämfört med därefter. Före åtgärd ligger den på 79 procent och efter åtgärden är den 74 procent. Det finns ingen statistiskt signifikant skillnad av väjningsandelarna. Resultaten visar på en ökad företrädes känsla för cyklisterna efter åtgärden, där 28 procent ”kräver företräde” före åtgärden och 42 procent därefter. Omvänt gäller det att andel ”bromsklara” cyklister har minskat från 33 procent före åtgärd till 21 procent därefter. Detta fenomen verkar också gälla cyklister som inte kommer vinkelrätt in mot korsningen utan färdas längs med bilvägen för att sedan svänga ut på cykelöverfarten. De ”kräver” också företräde efter åtgärden, vilket är ett beteende som inte kunde observeras före åtgärden (Svensson & Ekblad, 2018).

5.3.2 John Ericssons väg/Baltiska vägen

Motorfordonens väjningsbeteende gentemot cyklisterna har, till skillnad från de övriga studerade korsningspunkterna, förändrats avsevärt i korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen. Före åtgärd var det 18 procent av motorfordonen som väjde i interaktion med korsande cyklister och efter införandet av cykelöverfarterna så har andelen gått till 77 procent. För korsningspunkten finns inte tillräckligt med data för att uttala sig om andelar cyklister med förhöjd företrädes känsla då de bygger på en dags observationer (Svensson & Ekblad, 2018).

Ett beteende som observerades i korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen var att en del korsande cyklister cyklade på övergångsstället istället för att cykla på cykelpassagen/cykelöverfarten. Beteendet observerades i båda färdriktningarna (norrgående och södergående), och kunde även observeras både före och efter åtgärd även om det var mindre utbrett efter åtgärd. Det här beteendet kunde inte observeras på samma sätt vid de två andra korsningspunkterna. Visst kunde det hända att en eller annan cyklist valde att cykla på övergångsstället, men detta skedde då en eller flera andra trafikanter befann sig på cykelöverfarten. I den aktuella korsningspunkten däremot valde några cyklister att cykla på övergångsstället trots att det fanns flera gående på övergångsstället och inga fordon i korsningen.

5.3.3 Lorensborgsgatan/Stadiongatan

Precis som i fallet med korsningspunkten Ystadvägen/Heleneholmsstigen så har korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan i princip en oförändrad väjningsandel av motorfordon gentemot cyklisterna. Den ligger på 82 procent före och 79 procent efter införandet av cykelöverfarten. Cyklisternas väjningsbeteende verkar ha ändrats så att de väjer senare efter åtgärden än som var fallet före åtgärden (Svensson & Ekblad, 2018).

Ett beteende som observerades i korsningspunkten var att en ansenlig del av motorfordonsförarna inte planerade sin körning så att de uppfyllde regelefterlevnad av 62 § i trafikförordningen som lyder:

”En förare som närmar sig ett övergångsställe, en cykelpassage eller en cykelöverfart ska anpassa sitt körsätt så att han eller hon inte tvingas stanna på övergångsstället, passagen eller överfarten” (SFS, 2014:1035, p. 3)

Detta beteende kunde inte återfinnas för de övriga korsningspunkterna och det skedde endast i motorfordonens södergående färdriktning, det vill säga in mot cirkulationsplatsen. Vid flertalet tillfällen inverkade detta beteende på de korsande gång- och cykeltrafikanternas möjligheter att korsa vägen. Beteendet förekom både före och efter införd åtgärd. Ingen kvantifiering av beteendet har dock utförts av tidsmässiga skäl varför en före-/efterjämförelse ej är möjlig.

5.3.4 Sammanfattning

I *Tabell 5* har resultaten för väjningsstudien i korsningspunkterna sammanställts. Motorfordonens väjningsbeteende ligger i princip still på en hög nivå vid korsningspunkterna Ystadvägen/Heleneholmsstigen och Lorensborgsgatan/Stadiongatan medan den ökat avsevärt vid korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen. Samtidigt visar resultaten på en ökning av cyklisternas företrädes känsla vid korsningspunkten Ystadvägen/Heleneholmsstigen.

Tabell 5. Sammanställning av resultaten för väjningsbeteendet vid de studerade korsningspunkterna

Korsningspunkt	Trafikslag	Typ av mätning	Före (%)	Efter (%)	Förändring (%-enheter)
Ystadvägen/ Heleneholmsstigen	Motorfordon	Väjningsandelar	79	74	-5
	Cykel	Kräver företräde	28	42	+14
		Bromsklara	33	21	-12
John Ericssons väg/ Baltiska vägen	Motorfordon	Väjningsandelar	18	77	+59
Lorensborgsgatan/ Stadiongatan	Motorfordon	Väjningsandelar	82	79	-3

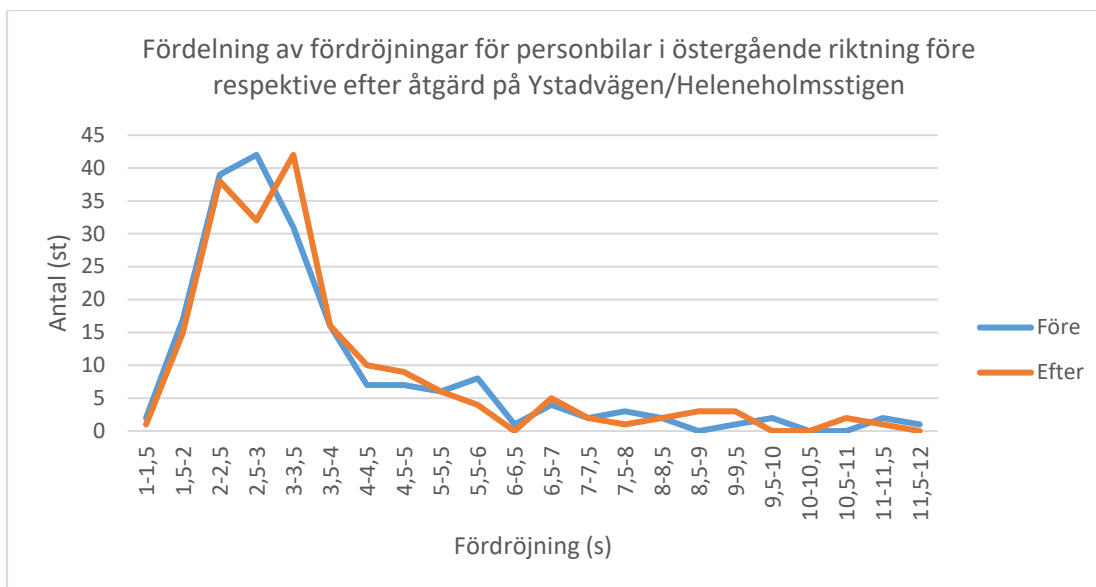
5.4 Fördröjningar

Författaren vill göra läsaren uppmärksam på att inte samtliga fördröjningar är redovisade i figurerna i det här avsnittet då extremvärden har rensats bort i skapandet av dem. Medelfördröjningen (väntevärdet) och standardavvikelsen (spridningsmättet) är emellertid beräknade på samtliga observerade fördröjningar där alltså även extremvärden ingår.

5.4.1 Ystadvägen/Heleneholmsstigen

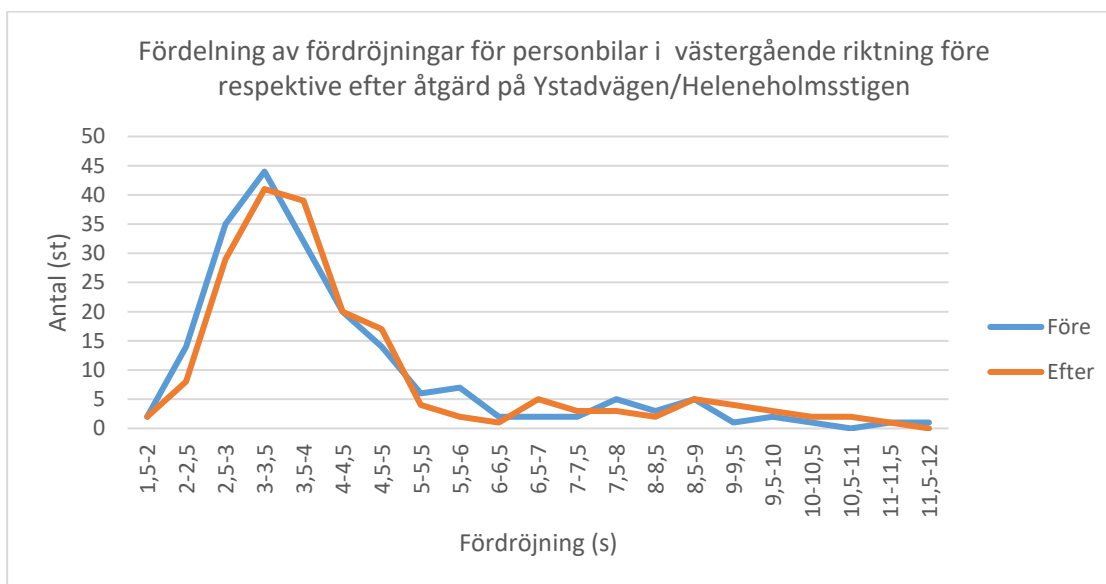
Personbilar

Medelfördröjningen för personbilar i östergående riktning går från cirka 4,0 sekunder i situationen före åtgärden, till cirka 4,3 sekunder i situationen efter åtgärden, vilket innebär en ökning med 8 procent. *Figur 22* på nästa sida, som visar fördelningen av fördröjningarna, indikerar en viss förändring av desamma, främst i tidsintervallet 3 - 3,5 sekunder, vilket medför att formen på kurvan förändras. Spridningen på fördröjningarna i tidsintervallen upp till cirka 4,5 sekunder verkar med andra ord ha ökat mellan situationen före respektive efter åtgärden. Den här ökningen är emellertid inte statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå).



Figur 22. Fördelning av fördröjningar för personbilar i östergående riktning före respektive efter åtgärd på Ystadvägen/Heleneholmsstigen.

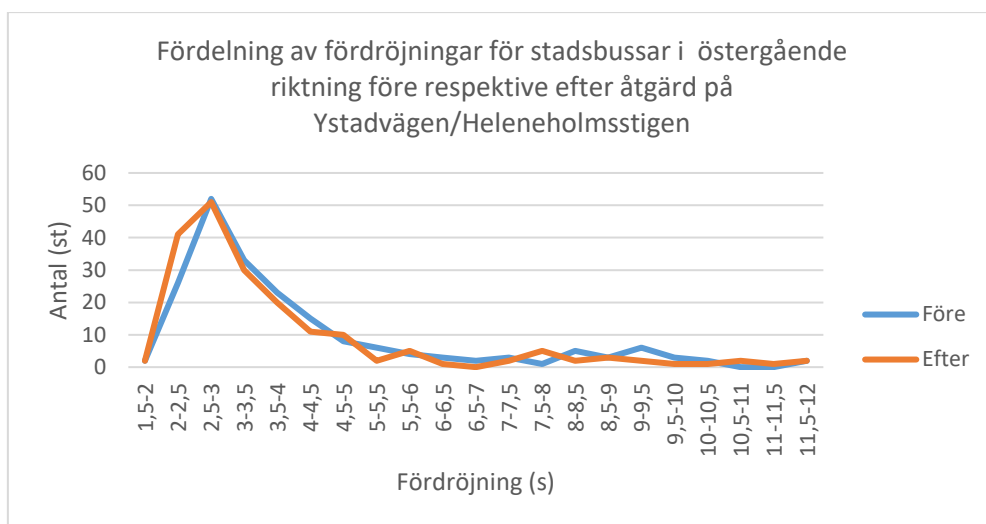
I västergående riktning har medelfördröjning förändrats från cirka 4,2 sekunder till cirka 4,7 sekunder, vilket innebär en ökning med cirka 12 procent. Återigen är detta en förändring som inte är statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå) vilket innebär att det inte utifrån data är säkert att tala om en ökning av medelfördröjningen för de västergående personbilisterna. Vidare har formen på fördelningskurvan bara förändrats marginellt, se *Figur 23*. Spridningen på fördröjningarna i intervallen upp till cirka 5,5 sekunder verkar med andra ord bara ha förändrats marginellt mellan situationen före respektive efter åtgärden. Mer markant är en viss förskjutning av fördröjningarna som kan ses i figuren.



Figur 23. Fördelning av fördröjningar för personbilar i västergående riktning före respektive efter åtgärd på Ystadvägen/Heleneholmsstigen.

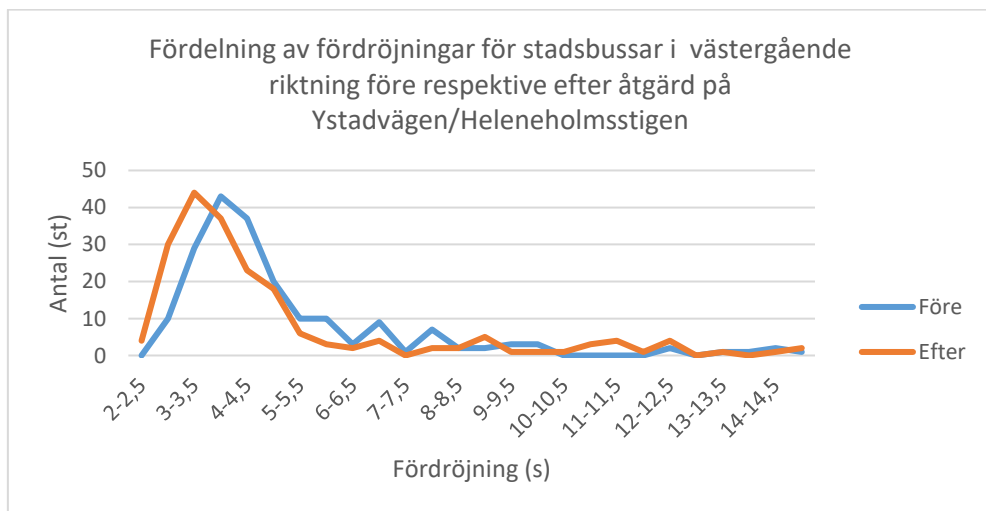
Stadsbussar

För stadsbusstrafiken gäller det att medelfördröjningen i östergående riktning i princip inte har förändrats mellan situationen före respektive efter åtgärden. Före likväl som efter åtgärden uppmättes en medelfördröjning på cirka 4,1 sekunder, vilket också avspeglas i fördelningen av fördröjningar enligt *Figur 24*. Som figuren visar kan en något större spridning ses i situationen efter åtgärden vilket också standardavvikelsen för de observerade fördröjningarna pekar på. Före åtgärden var den cirka 2,25 sekunder, att jämföra med cirka 3,01 sekunder efter åtgärden. Det bör nämnas här att extremvärdena för situationen efter åtgärden var flera till antalet, än innan åtgärden, vilket också påverkar standardavvikelsens storlek.



Figur 24. Fördelning av fördröjningar för stadsbussar i östergående riktning före respektive efter åtgärd på Ystadvägen/Heleneholmsstigen.

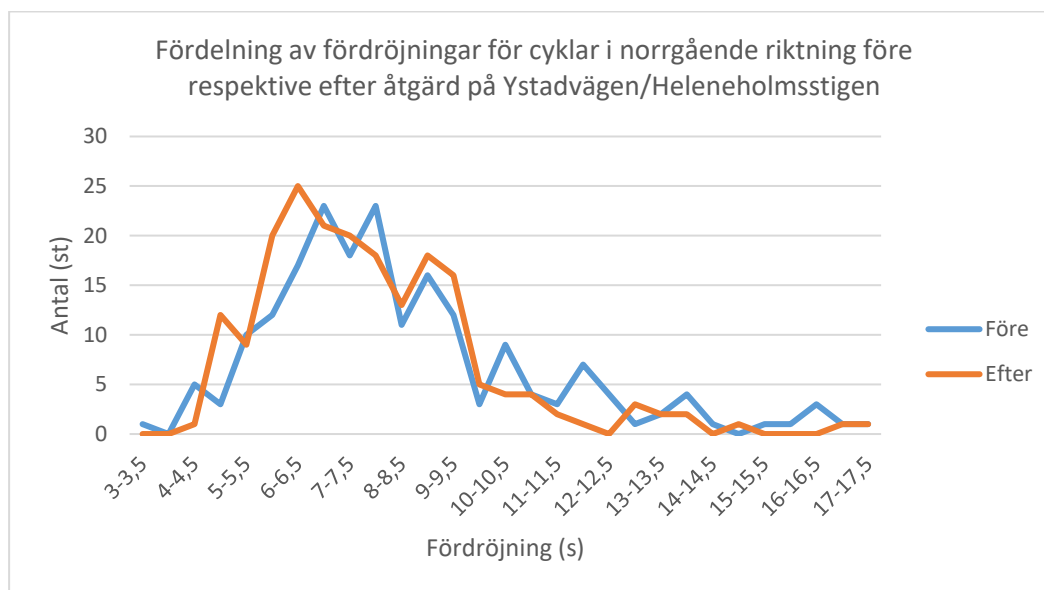
För stadsbussarna i västergående riktning ser det lite annorlunda ut, då medelfördröjningen före åtgärden var cirka 5,2 sekunder för att sedan ha sjunkit till cirka 4,1 sekunder efter åtgärden. Det innebär en minskning med cirka 21 procent. En minskning som i det här fallet är statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå). Av *Figur 25* framgår det att kurvan som representerar situationen efter åtgärden både är förskjuten till vänster i figuren och mer koncentrerad kring typvärdet för fördröjningen, även om eftersituationen innehåller fler observationer i intervallet 10 – 13 sekunder, än vad föresituationen gör.



Figur 25. Fördelning av fördröjningar för stadsbussar i västergående riktning före respektive efter åtgärd på Ystadvägen/Heleneholmsstigen.

Cyklar

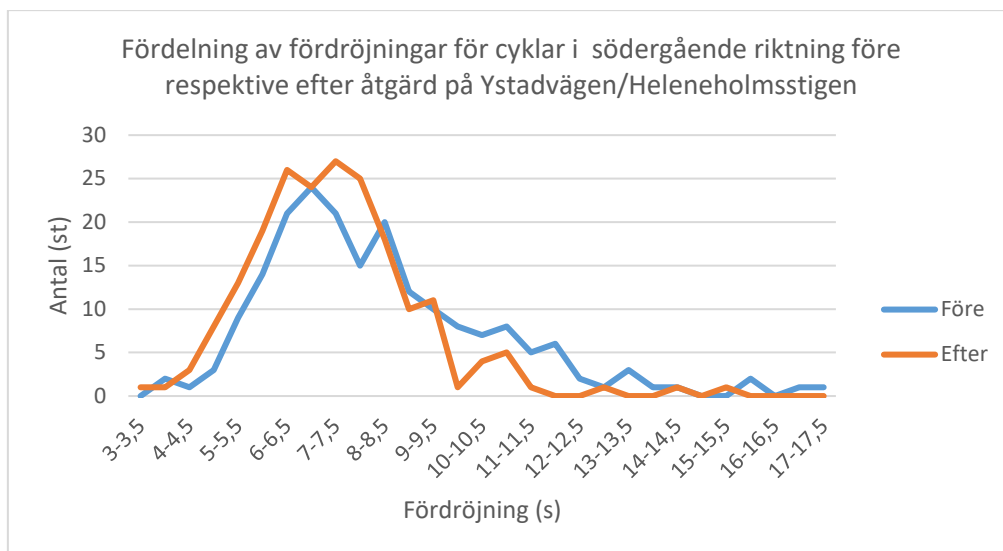
Medelfördröjningen för cyklister i norrgående riktning sjönk från cirka 8,6 sekunder, i situationen före åtgärden, till cirka 7,7 sekunder i situationen efter åtgärden, vilket omräknat till procent innebär en minskning med cirka 11 procent. Minskningen är statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå). Fördelningen är inte lika tydlig som för personbilstrafiken eller stadsbusstrafiken rent grafiskt. *Figur 26* visar hur fördelningen av fördröjningar har förändrats före jämfört med efter situationen. Även om figuren inte är så tydlig rent visuellt bör läsaren kunna övertyga sig om att väntevärdet för fördelningen i situationen efter åtgärden ligger till vänster om väntevärdet för fördelningen i situationen före åtgärden. Kurvan som representerar situationen efter åtgärd ligger också under kurvan som representerar situationen före åtgärd i intervallen 10 – 17,5 sekunder. Det innebär att observationerna är mer koncentrerade kring väntevärdet i situationen efter åtgärden än i situationen före åtgärden, vilket ligger i linje med att standardavvikelsen också är mindre i eftersituationen, cirka 2,35 sekunder, än i föresituationen, cirka 3,85 sekunder.



Figur 26. Fördelning av fördröjningar för cyklister i norrgående riktning före respektive efter åtgärd på Ystadvägen/Heleneholmsstigen.

I södergående riktning är situationen likartad med en medelfördröjning på cirka 8,2 sekunder och en standardavvikelse på cirka 2,73 sekunder före åtgärden, och en medelfördröjning på cirka 7,2 sekunder och en standardavvikelse på cirka 1,71 sekunder efter åtgärden.

Förändringen motsvarar en minskning på 12 procent. Precis som med de norrgående cyklisterna är minskningen statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå). Ur *Figur 27* på nästa sida går det att utläsa en förskjutning åt vänster av fördelningskurvan efter åtgärden, samt en smalare ”svans” åt höger i figuren vilket, liksom i tidigare fall, överensstämmer väl med resultaten av medelfördröjningarna och standardavvikelserna.

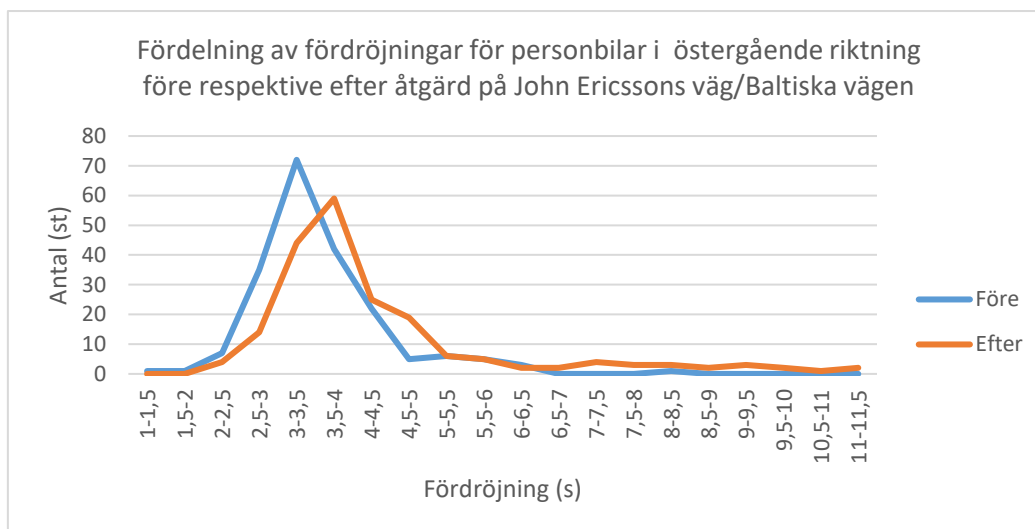


Figur 27. Fördelning av fördröjningar för cyklister i södergående riktning före respektive efter åtgärd på Ystadvägen/Heleneholmsstigen.

5.4.2 John Ericssons väg/Baltiska vägen

Personbilar

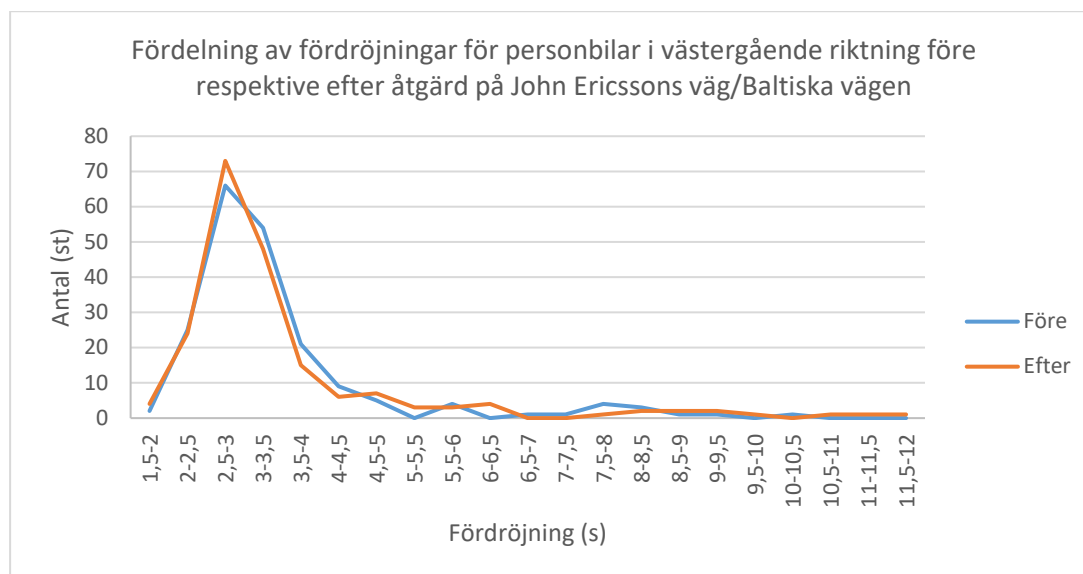
Medelfördröjningen för de östergående personbilarna i korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen har ökat från cirka 3,5 sekunder, före åtgärd, till cirka 4,3 sekunder, efter åtgärd. Ökningen är statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå). Även spridningen har ökat från en standardavvikelse på cirka 0,87 sekunder, före åtgärd, till en standardavvikelse på cirka 1,71 sekunder, efter åtgärd. Detta kan ses i *Figur 28* nedan, där kurvan efter åtgärden förskjutits åt höger i figuren samt att "svansen" har blivit tjockare, framförallt i intervallet 7 – 10 sekunder.



Figur 28. Fördelning av fördröjningar för personbilar i östergående riktning före respektive efter åtgärd på John Ericssons väg/ Baltiska vägen.

I västergående riktning är ökningen betydligt mindre, med en medelfördröjning på cirka 3,6 sekunder före åtgärd, och cirka 3,7 sekunder därefter. Den ökningen är inte statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå). Även spridningen har ökat marginellt med en

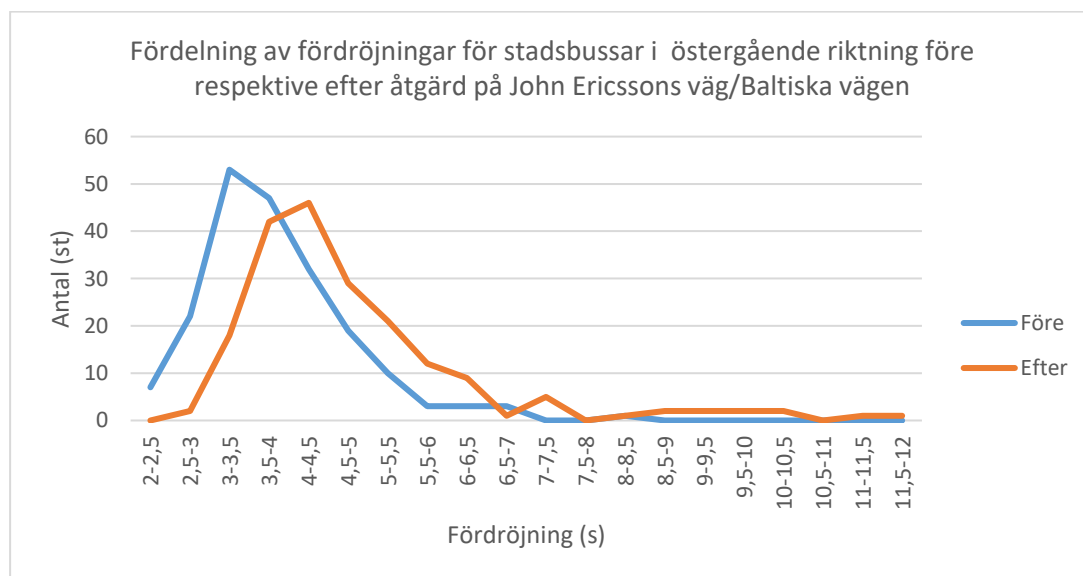
standardavvikelse på cirka 2,10 sekunder före åtgärden, att jämföras mot 2,27 sekunder efter densamma. Fördelningen visas i *Figur 29*, nedan.



Figur 29. Fördelning av fördröjningar för personbilar i västergående riktning före respektive efter åtgärd på John Ericssons väg/ Baltiska vägen

Stadsbussar

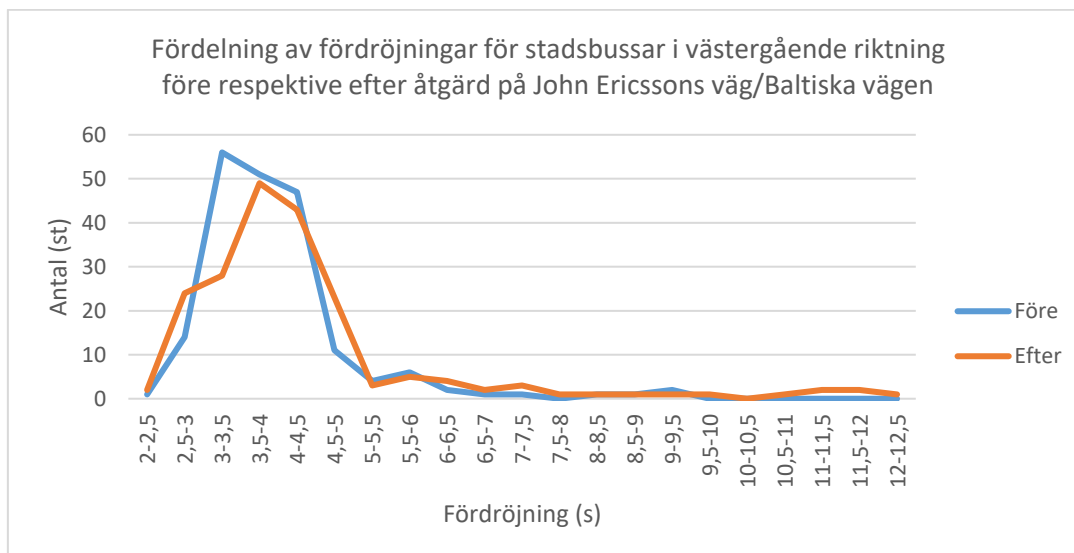
För stadsbussarna i östergående riktning gäller det att såväl medelfördröjningen som spridningen har ökat, statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå). Medelfördröjningen från cirka 3,8 sekunder, före åtgärd, till cirka 5,0 sekunder, efter åtgärd, och spridningen från en standardavvikelse på cirka 0,93 sekunder, före åtgärd, till cirka 2,43 sekunder, efter åtgärden. Detta framgår med tydlighet ur *Figur 30*, där eftersituationen både har större väntevärde och en större mängd observationer i de högre tidsintervallen.



Figur 30. Fördelning av fördröjningar för stadsbussar i östergående riktning före respektive efter åtgärd på John Ericssons väg/ Baltiska vägen

För stadsbussarna i västergående riktning är förskjutningen av efterkurvan inte lika tydlig men även här har en statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå) ökning av medelfördröjningen skett. Den har gått från cirka 4,1 sekunder, före åtgärd, till cirka 4,5 sekunder, efter åtgärd.

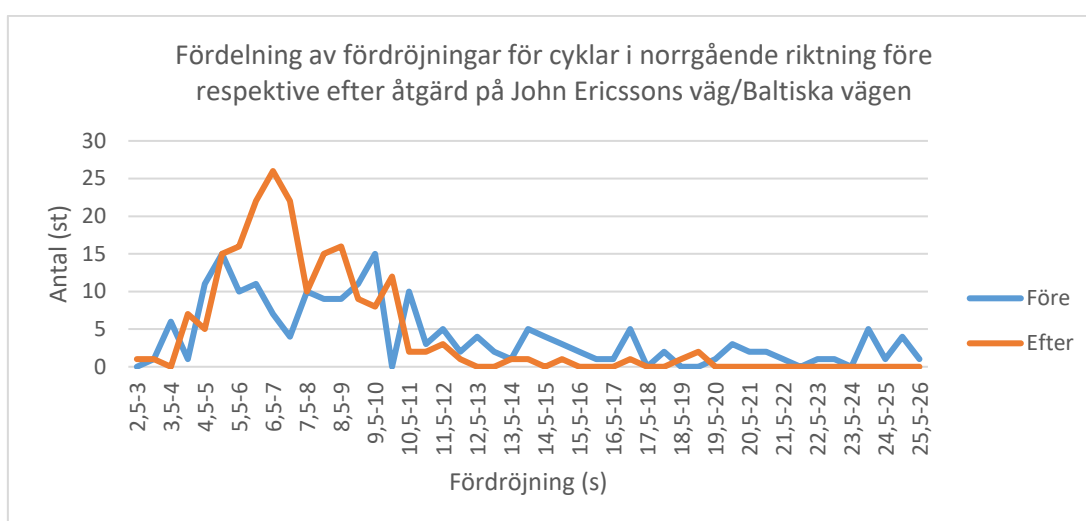
Spridningen har också ökat, från cirka 1,72 sekunder, före åtgärd, till cirka 2,14 sekunder, efter åtgärd. I *Figur 31* kan förändringen beskådas grafiskt. Som figuren visar är förskjutningen inte lika tydlig som i fallet med de östergående stadsbussarna, främst beroende på större mängd observationer i intervallet 2,5 – 3 sekunder samt det faktum att kurvan i föresituationen inte är lika tydligt koncentrerad kring maxvärdet som motsvarande kurva i föregående fall.



Figur 31. Fördelning av fördröjningar för stadsbussar i västergående riktning före respektive efter åtgärd på John Ericssons väg/ Baltiska vägen

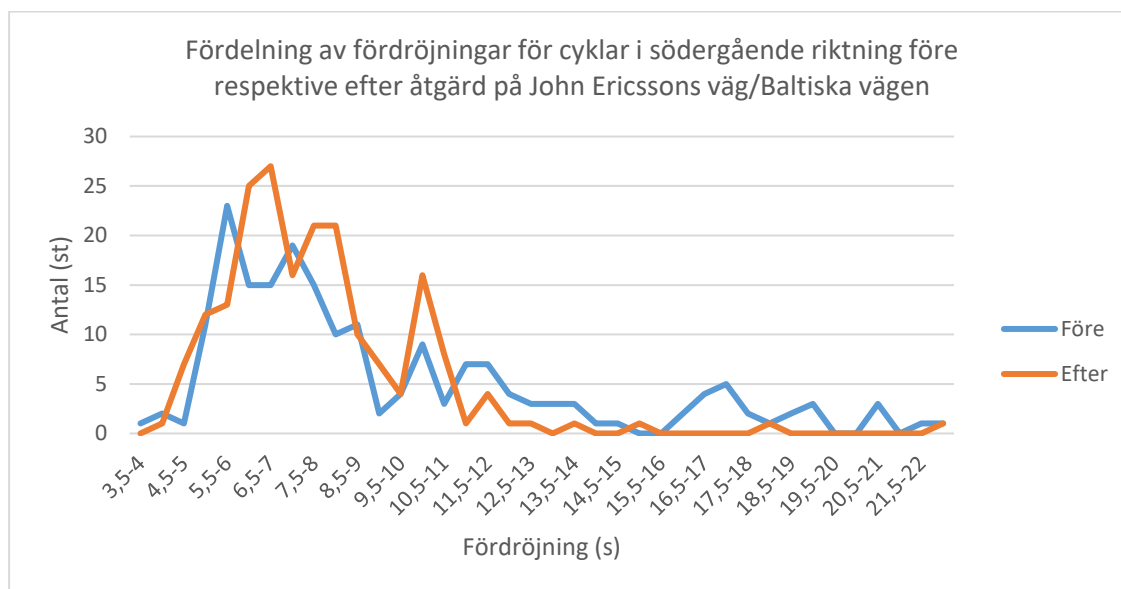
Cyklar

Medelfördröjningen för de norrgående cyklisterna på John Ericssons väg/Baltiska vägen förefaller ha minskat från cirka 11,5 sekunder, före åtgärd, till cirka 7,7 sekunder, efter åtgärd. Minskningen är dock inte statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå) och kan därför inte säkerställas. Det är en stor spridning i materialet före åtgärd, med standardavvikelse på cirka 7,15 sekunder, jämfört med cirka 2,53 sekunder efter åtgärd. Det som tydligt framgår ur *Figur 32* är att fördröjningarna efter åtgärden är betydligt mer centrerade kring väntevärdet än fördröjningarna innan åtgärden, vilket stämmer väl överens med en kraftigt minskad standardavvikelse.



Figur 32. Fördelning av fördröjningar för cyklar i norrgående riktning före respektive efter åtgärd på John Ericssons väg/ Baltiska vägen

Situationen för de södergående cyklisterna liknar den för de norrgående med en minskning av medelfördröjningen från cirka 10,0 sekunder, före åtgärd, till cirka 7,9 sekunder, efter åtgärd. I det här fallet är emellertid minskningen statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå). Spridningen är också något mindre i det här fallet, med en standardavvikelse på cirka 5,84 sekunder, före åtgärd, och cirka 2,66 sekunder, efter åtgärd. Fördelningen av fördröjningarna kan ses i *Figur 33* nedan där det framgår att det främst är fördröjningarna i intervallet från 13 sekunder och framåt som har minskat i situationen efter åtgärden.

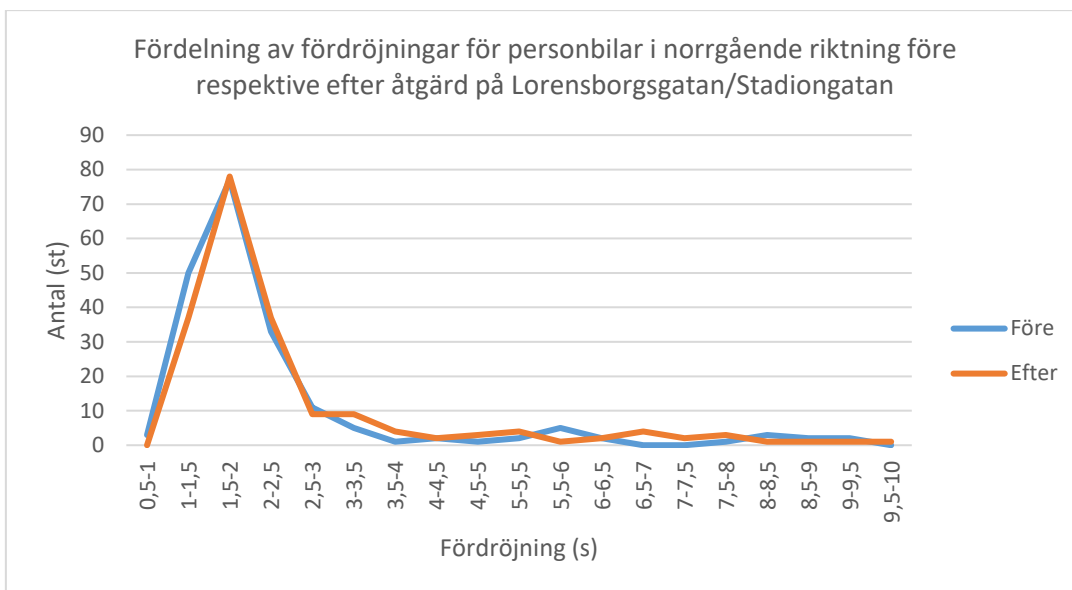


Figur 33. Fördelning av fördröjningar för cyklar i södergående riktning före respektive efter åtgärd på John Ericssons väg/Baltiska vägen

5.4.3 Lorensborgsgatan/Stadiongatan

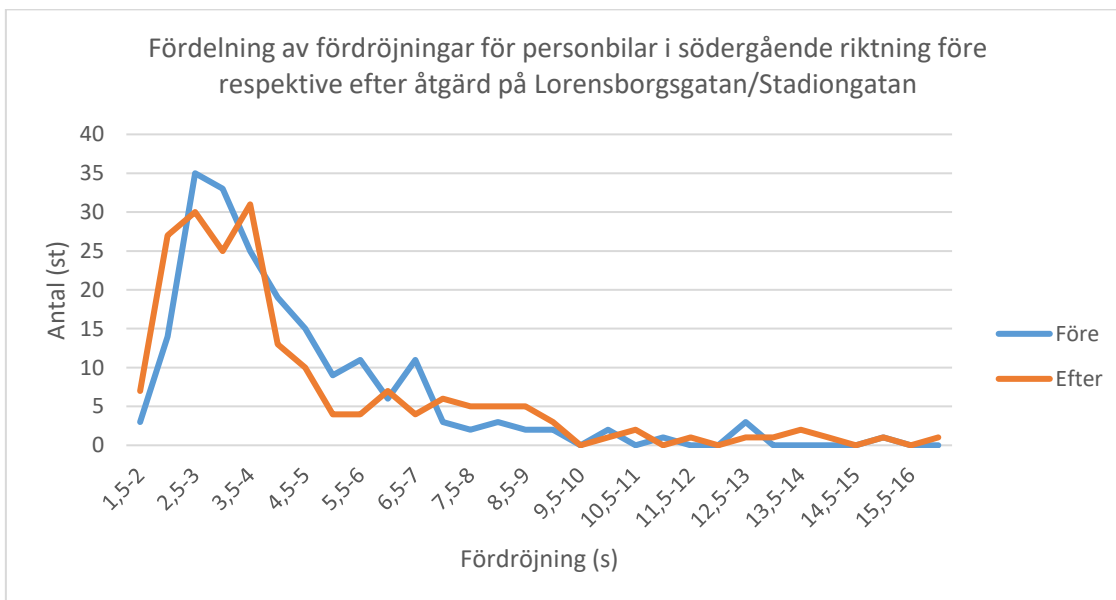
Personbilar

Medelfördröjningen för de norrgående personbilarna var före åtgärden cirka 2,3 sekunder, och efter åtgärden cirka 2,6 sekunder vad det förefaller. En ökning på 13 procent med andra ord. Denna ökning är dock inte statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå). Spridningen verkar också ha ökat marginellt från en standardavvikelse på cirka 1,64 sekunder före åtgärd till cirka 1,97 sekunder efter åtgärden. Som *Figur 34* på nästa sida visar har fördelningen av fördröjningarna inte heller förändrats nämnvärt.



Figur 34. Fördelning av fördröjningar för personbilar i norrgående riktning före respektive efter åtgärd på Lorensborgsgatan/Stadiongatan

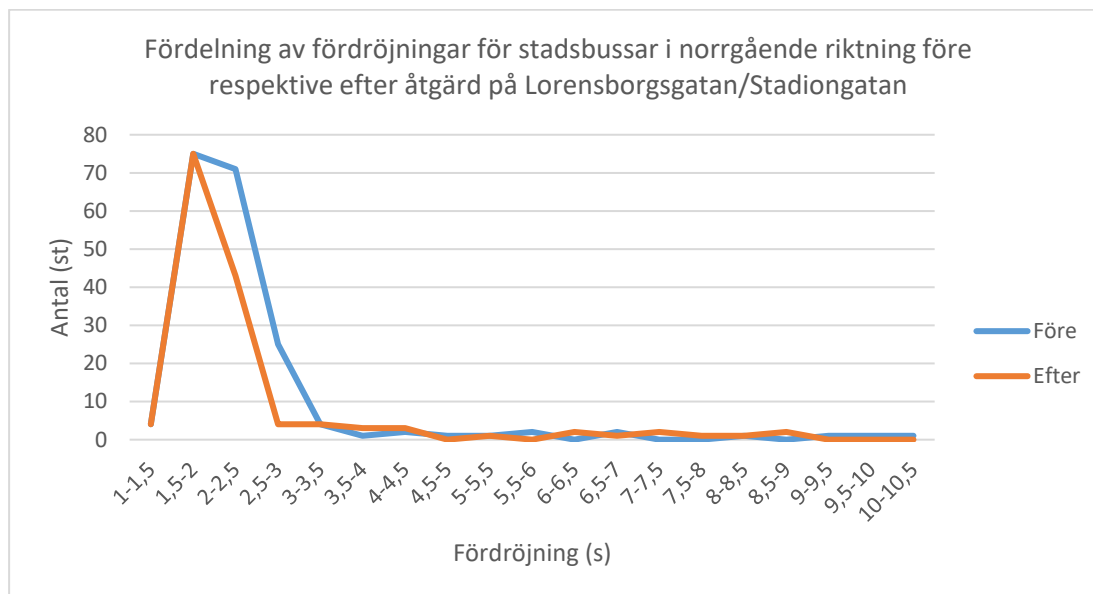
När det kommer till de Södergående personbilarna visar data på en medelfördröjning på cirka 4,5 sekunder före åtgärd, och en medelfördröjning på cirka 4,9 sekunder efter åtgärden, vilket skulle innebära en ökning med cirka 9 procent av medelfördröjningen. Det intressanta i det här fallet är att den statistiska analysen visar (på 5 % signifikansnivå) att en minskning av fördröjningarna har skett efter åtgärden jämfört med före densamma. Fördelningen av fördröjningarna, som kan ses i *Figur 35*, ger en bild av vad som hänt. Kurvan av fördröjningarna i föresituationen har en högre topp men en flackare lutning från toppen högerut i figuren, medan kurvan för eftersituationen har en mer rektangulär topp och något fler observationer i intervallet 7,5 – 10 sekunder.



Figur 35. Fördelning av fördröjningar för personbilar i södergående riktning före respektive efter åtgärd på Lorensborgsgatan/Stadiongatan

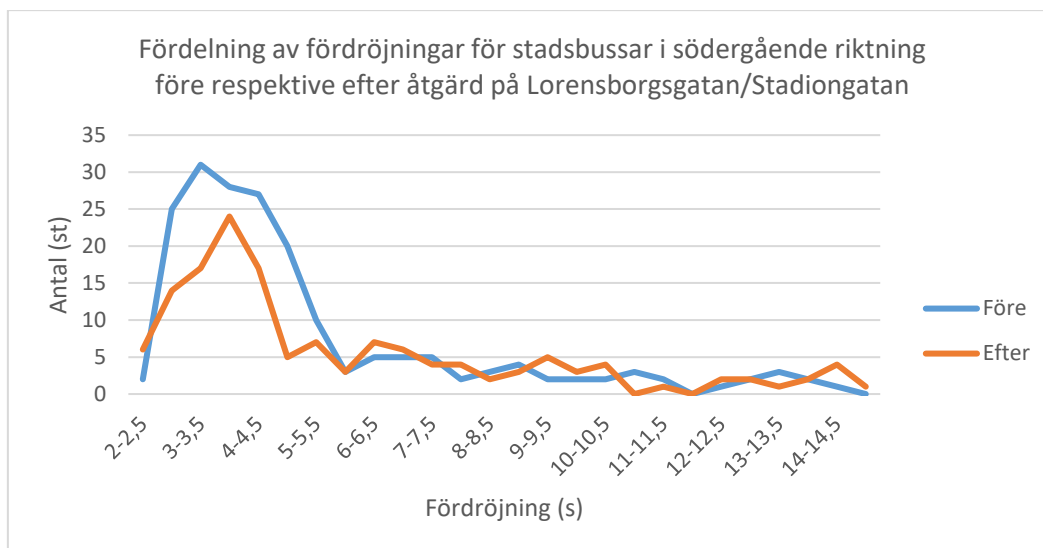
Stadsbussar

Stadsbussarnas medelfördröjning, i norrgående riktning, var cirka 2,4 sekunder före åtgärd och cirka 2,5 sekunder efter åtgärd, vilket motsvarar en ökning med cirka 4 procent. Ökningen är inte statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå). Spridningen, medelst standardavvikelse, var cirka 1,29 sekunder och cirka 1,63 sekunder före respektive efter åtgärden. Som beskrivits tidigare i avsnitt 4.2.2 Observationer uppgår stadsbussflödena varken före eller efter åtgärd till 200 under observationsperioden. Medelfördröjning och standardavvikelse är i det här fallet endast baserade på 193 respektive 145 observationer och resultatet bör därför tas med försiktighet. Fördelningen av fördröjningarna i *Figur 36* ger intryck av att medelfördröjningen snarare borde ha minskat då kurvan som representerar fördröjningarna efter åtgärd till största del ligger under och till vänster om kurvan som representerar fördröjningarna före åtgärd. I kapitel 6.1 *Resultatdiskussion* kommer fenomenet att tolkas och diskuteras vidare.



Figur 36. Fördelning av fördröjningar för stadsbussar i norrgående riktning före respektive efter åtgärd på Lorensborgsgatan/Stadiongatan

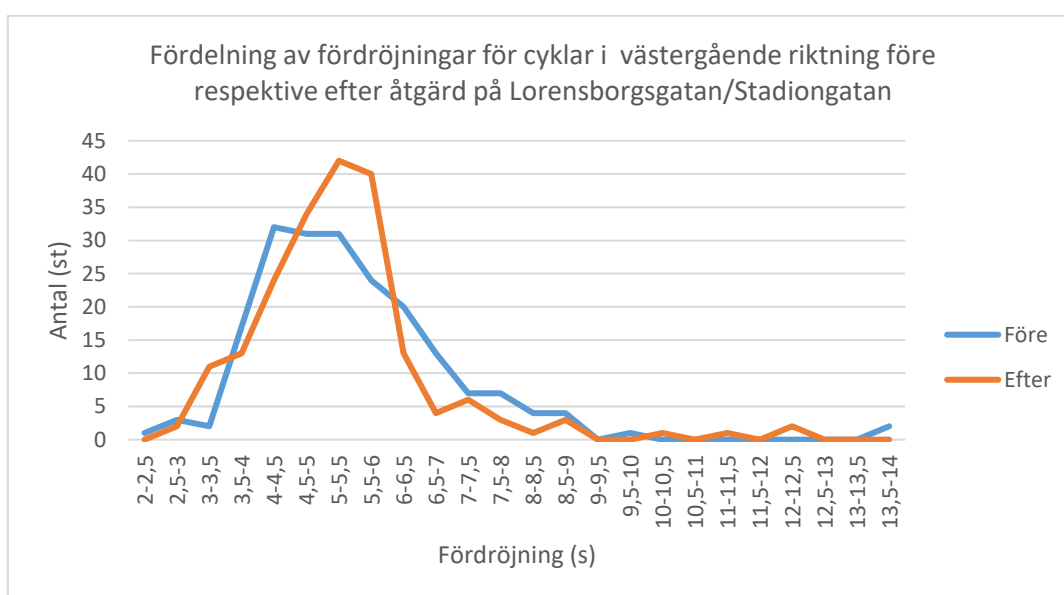
Också för stadsbussarna i södergående riktning baseras medelfördröjningen och spridningsmåttet på färre observationer än 200, mer bestämt 193 respektive 148 observationer före respektive efter åtgärd, varför det även här är på sin plats med försiktighet vid granskningen av resultaten. Medelfördröjningen före åtgärd uppgick till cirka 5,3 sekunder, och efter åtgärd hade den stigit till cirka 6,2 sekunder, det vill säga en ökning med cirka 17 procent, men även här är den inte statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå). Även spridningen av observationerna var större efter åtgärden än dessförinnan, med en standardavvikelse på cirka 3,17 sekunder före åtgärd och cirka 4,66 sekunder efter åtgärden. Fördelningen ser delvis annorlunda ut än i fallet med de östergående stadsbussarna vilket kan beskådas i *Figur 37* på nästa sida. I det här fallet är spridningen större såväl före som efter åtgärd då de båda kurvorna har tjockare ”svansar” i intervallet 5 sekunder och uppåt. Kurvan som representerar fördröjningarna efter åtgärd ligger under kurvan som representerar fördröjningarna före åtgärd för de lägre tidsintervallen, 2 – 5 sekunder. Skillnaden i observationsmängd verkar alltså ha fördelats på observationerna i just detta intervall.



Figur 37. Fördelning av fördröjningar för stadsbussar i södergående riktning före respektive efter åtgärd på Lorensborgsgatan/Stadiongatan

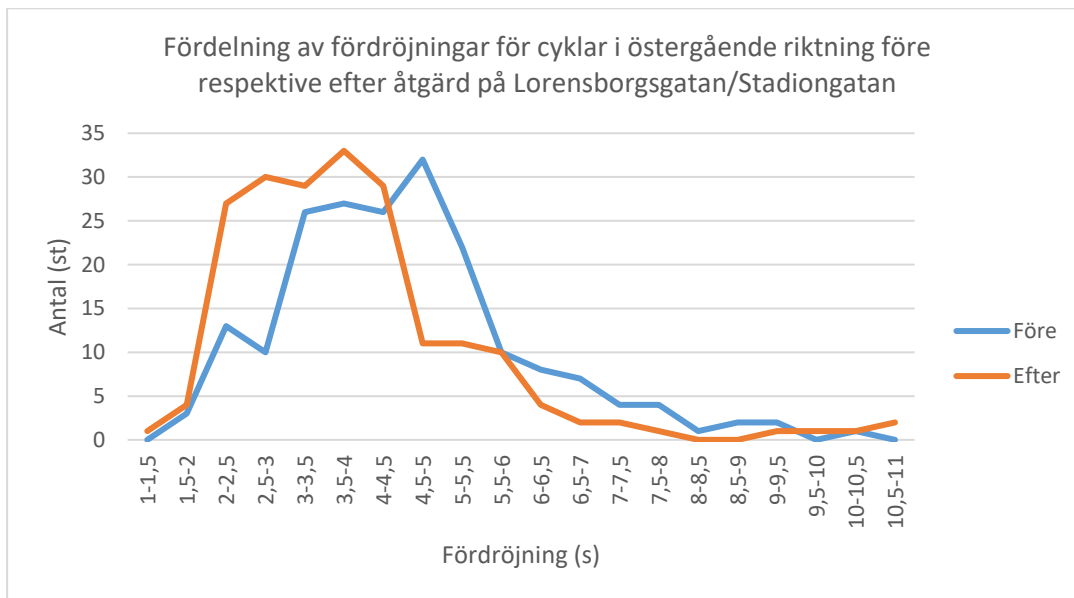
Cyklar

Till skillnad från majoriteten av de jämförda fördröjningarna i de två andra korsningspunkterna så ser vi inte en statistiskt signifikant minskning av fördröjningarna för cykeltrafiken i någon av riktningarna i korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan. I västergående riktning var medelfördröjningen cirka 5,6 sekunder före åtgärd att jämföras med cirka 5,3 sekunder efter åtgärden. En minskning som motsvarar cirka 5 procent, men den är som sagt inte statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå). Standardavvikelsen har gått från cirka 2,65 sekunder, före åtgärd, till cirka 1,40 sekunder efter åtgärden. Fördelningen, se *Figur 38*, visar på en viss förskjutning åt höger av kurvan som representerar fördröjningarna efter åtgärden, men o andra sidan är fördröjningarna efter åtgärden mer koncentrerade kring typvärdet vilket gör att kurvan som representerar fördröjningarna före åtgärden ligger över kurvan som representerar situationen efter åtgärden i intervallet 6 – 9 sekunder.



Figur 38. Fördelning av fördröjningar för cyklar i västergående riktning före respektive efter åtgärd på Lorensborgsgatan/Stadiongatan

För de östergående cyklarna var medelfördröjningen cirka 4,7 sekunder och standardavvikelsen cirka 2,43 sekunder, före åtgärd, medan medelfördröjningen och standardavvikelsen efter åtgärden var cirka 3,9 sekunder respektive cirka 1,96 sekunder. Det förefaller med andra ord finnas en minskning med cirka 13 procent av fördröjningen men minskningen är inte statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå), och det går alltså inte att fastslå att någon minskning existerar. *Figur 39* visar att kurvan som representerar fördröjningarna efter åtgärden ligger till vänster och/eller under kurvan som representerar fördröjningarna före åtgärden i nästan hela sträckningen, förutom i intervallet 9,5 – 11 sekunder vilket stämmer väl med de observerade väntevärdena och spridningsmåten.



Figur 39. Fördelning av fördröjningar för cyklar i östergående riktning före respektive efter åtgärd på Lorensborgsgatan/Stadiongatan

5.4.4 Sammanfattning

I *Tabell 6* presenteras resultaten för mätningen av fördröjningarna i korsningspunkterna. Återigen vill författaren uppmärksamma läsaren på att det är medelfördröjningarna per trafikant som avses i tabellen.

Tabell 6. Sammanställning av resultaten för mätningen av fördröjningar vid de studerade korsningspunkterna

Korsningspunkt	Trafikslag	Riktning	Fördröjning före/efter (s)	Förändring (s)	Statistiskt signifikant
Ystadvägen/ Heleneholmsstigen	Bil	Östergående	4,0/4,3	+0,3	Nej
		Västergående	4,2/4,7	+0,5	Nej
	Buss	Östergående	4,1/4,1	±0	Nej
		Västergående	5,2/4,1	-1,1	Ja
	Cykel	Norrgående	8,6/7,7	-0,9	Ja
		Södergående	8,2/7,2	-1	Ja
John Ericssons väg/Baltiska vägen	Bil	Östergående	3,5/4,3	+0,8	Ja
		Västergående	3,6/3,7	+0,1	Nej
	Buss	Östergående	3,8/5,0	+1,2	Ja
		Västergående	4,1/4,5	+0,4	Ja
	Cykel	Norrgående	11,5/7,7	-3,8	Nej
		Södergående	10,0/7,9	-2,1	Ja
Lorensborgsgatan/ Stadiongatan	Bil	Norrgående	2,3/2,6	+0,3	Nej
		Södergående	4,5/4,9	+0,4	Nej*
	Buss	Norrgående	2,4/2,5	+0,1	Nej
		Södergående	5,3/6,2	+0,9	Nej
	Cykel	Östergående	4,7/3,9	-0,8	Nej
		Västergående	5,6/5,3	-0,3	Nej

*För de södergående personbilarna i korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan visade den statistiska analysen först på en minskning av medelfördröjningen, men efter två upprepade försök kunde det avfärdas att en minskning skulle föreligga.

Som framgår ur tabellen har de observerade medelfördröjningarna för personbilarna ökat i samtliga riktningar för samtliga korsningspunkter, men det är det bara i östergående körriktning i korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen som det finns en statistiskt signifikant ökning (på 5 % signifikansnivå) av fördröjningen. För stadsbussarna har de observerade fördröjningarna ökat i fyra av sex fall, men det är bara i två fall som ökningen är statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå). För cyklarna är det motsatt förhållande. De observerade fördröjningarna har minskat i båda riktningar i samtliga korsningspunkter, även om det bara är i hälften av fallen som minskningen är statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå).

6 Diskussion och slutsatser

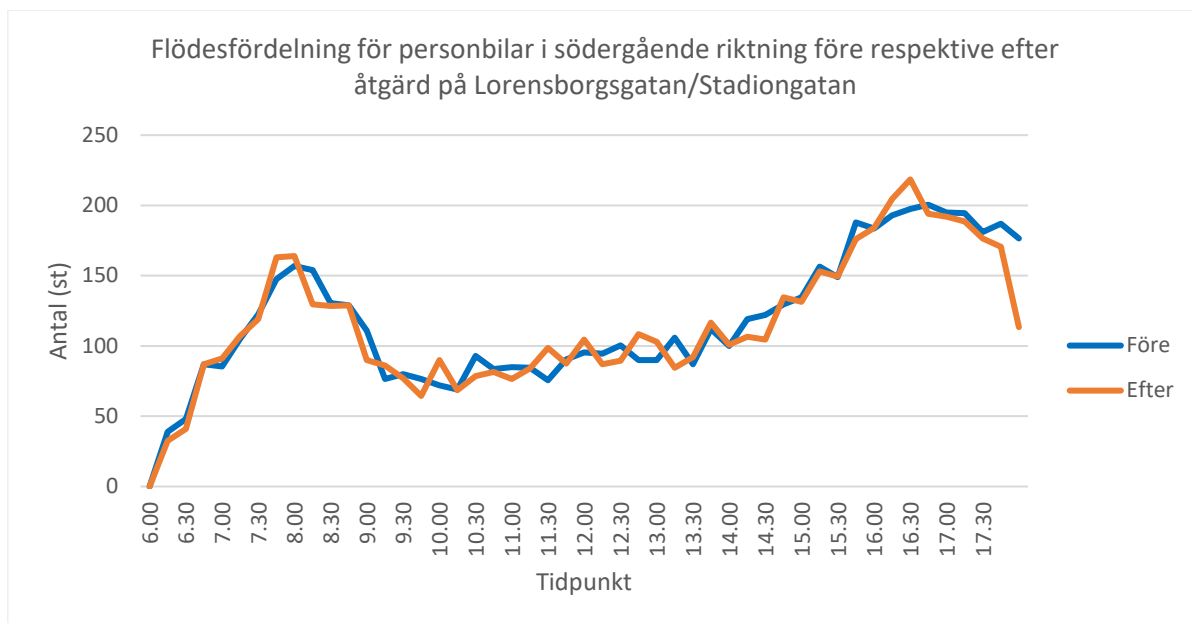
I det här kapitlet diskuteras de resultat som funnit i fältstudien och som presenterats i föregående kapitel samt hur metoden och upplägget av studien eventuellt kan ha påverkat resultaten. Det är författarens tolkning av resultaten om inget annat anges. I en del fall ges hänvisningar till avsnitt i litteraturstudien då resultaten jämförs eller analyseras med koppling till den teoretiska bakgrunden. Tanken är då att läsaren kan gå tillbaka till det avsnittet för att friska upp vad litteraturen säger om det som diskuteras. I en del fall ges referenserna direkt i texten då det rör sig om en specifik uppgift och i något fall har ny teori införts direkt i kapitlet då författaren har ansett att det skulle bli alltför ”rörigt” att få ihop resonemangen om de styckena hade delats upp i olika kapitel. I praktiken är litteraturstudien och fältundersökningen i viss mån en iterativ process där ny litteratur har sökts och kompletterat litteraturstudien efterhand som resultaten från fältstudien arbetades fram. Detta gäller speciellt för metoddiskussionen men även vad gäller resultatdiskussionen.

6.1 Resultatdiskussion

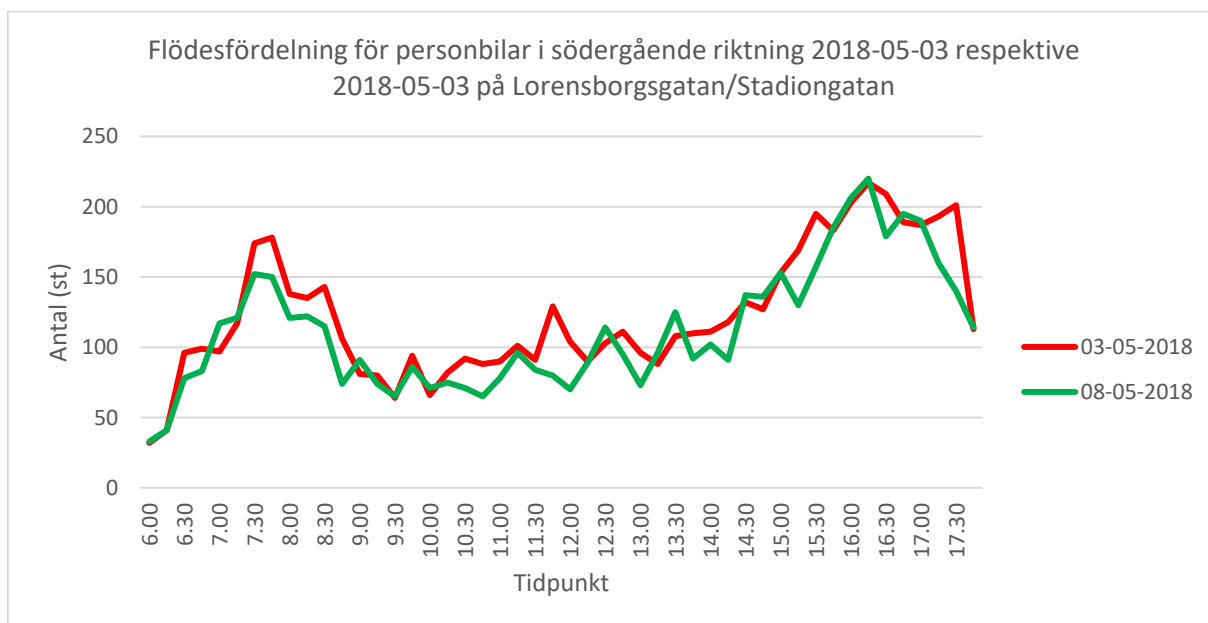
6.1.1 Flöden

Personbilar

För personbilsflödena gäller det generellt att det är små förändringar, i storleksordningen 1 – 2 procent, mellan före- och eftersituationen. Den största procentuella förändringen är flödet i västergående riktning på John Ericssons väg, där en minskning på 6 procent föreligger. Detta är alltså en minskning i observerade medelflöden före respektive efter åtgärd, som är små. Skillnaderna mellan de enskilda observerade dagarna är större än skillnaderna före respektive efter åtgärden, vilket framgår ur nedanstående figurer. I *Figur 40* på nästa sida visas medelflödena för personbilar före respektive efter åtgärd på Lorensborgsgatan i södergående riktning, medan *Figur 41* på nästa sida visar de observerade personbilsflödena, i samma korsningspunkt och riktning, för de olika datumen före åtgärden.



Figur 40. Medelflöde för personbilar på Lorensborgsgatan/Stadiongatan i södergående riktning före respektive efter åtgärd



Figur 41. Observerade personbilsflöden före åtgärd på Lorensborgsgatan/Stadiongatan i södergående riktning

Faktumet att flödet varierar mer mellan de enskilda dagarna än mellan före- och eftersituationen, samt att det inte finns några större förändringar av fördelningen av dessa flöden, som framgår av avsnitt 5 Resultat, så är det sannolikt så att ingen generell förändring av flödena för personbilstrafiken har skett mellan situationen före och situationen efter åtgärd.

Stadsbussar

Stadsbussflödena för korsningspunkterna Ystadvägen/Heleneholmsstigen och John Ericssons väg/Baltiska vägen uppvisar inga större förändringar, varken i flöden eller fördelningar av dessa, vilket är naturligt då bussflödet inte kontrolleras av när och var trafikanterna vill ta sig fram, utan både rutt och tidtabell är centralt beslutade och fastslagna sedan tidigare. Vid blotta

anblicken kan det se ut som det finns betydande variationer i fördelningarna av bussflödena enligt figurerna i avsnitt 5 *Resultat*, men det gäller att ha i åtanke att det handlar om få fordon på y-axeln och att x-axeln är indelad i 15 minuters intervall. Trots noggrann planering är det svårt att i detalj bestämma exakt när bussen ska passera just den aktuella hållplatsen/sträckan, då den trafikerar samma körbanor som trafiken som inte planerats centralt. Kolonnkörning av stadsbussar förekom exempelvis under den observerade perioden, speciellt under eftermiddagens rusningstrafik, vilket tyder på att flödena kan vara svåra att kontrollera, genom en teoretisk planering. Det handlar alltså mer om att se det generella mönstret för kurvorna i dessa figurer än om de följs åt exakt utmed hela figurens längd.

För korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan finns det dock en reell minskning av stadsbussflödena efter åtgärden. Det beror på att en förändring av tidtabellen har skett under tiden mellan före- och eftersituationen. De aktuella tidtabellerna finns i *Bilaga 2*. Det går inte att utesluta att denna minskning av stadsbussflödena, i storleksordningen 25 procent, påverkar framkomligheten (positivt) för de övriga studerade trafikslagen. Även om den procentuella förändringen är betydande rör det sig endast om 20 – 25 fordon per dag, vilket i snitt motsvarar 1 – 2 fordon i timmen per riktning. Det ska ställas i relation till att sträckan i snitt trafikeras av cirka 490 fordon i timmen per riktning. I ljuset av det är det rimligt att tänka sig att förändring av stadsbussflödena, trots att förändringen i sig kan vara betydande, inte bör påverka de övriga trafikslagens framkomlighet i någon större utsträckning.

Cyklar

Cykelflödena i de studerade korsningspunkterna ser generellt ut att innehålla större variationer i fördelningen än vad personbilsflödena och stadsbussflödena gör. Här är det dock viktigt att komma ihåg att cykelflödena inte uppnår i närheten av samma volymer som personbilarna gör och ett par observationer som avviker från mönstret ger betydligt större utslag på flödesfördelningen än vad motsvarande avvikelser för personbilarna skulle göra. Cykeltrafiken är inte heller planerad, så som busstrafiken är. Därför är det svårt att jämföra dessa trafikslags flödesfördelningar.

På Ystadvägen/Heleneholmsstigen är mer flödesdata insamlad varför en statistisk analys av flödenas storlek före respektive efter åtgärd gjordes. Resultatet ger vid handen att det inte går att dra slutsatsen (på 5 % signifikansnivå) att flödena skulle ha förändrats. Resultatet som sådant är naturligtvis endast giltigt för den specifika korsningspunkten och de specifika observationsperioderna, men det ger en fingervisning om att mindre förändringar i flödet, i det här fallet procentuella förändringar på cirka 4 procent respektive 5 procent, inte är tillräckliga för att uttala sig om generella förändringar. Det verkar behövas mer data, det vill säga längre mätperioder, vilket också är det som forskningsläget har konstaterat, se avsnitt 3.1.3. Förändringarna i cykelflöden i de andra korsningspunkterna är större än förändringarna i korsningspunkten Ystadvägen/Heleneholmsstigen, med undantag av norrgående cykelflöde på John Ericssons väg/Baltiska vägen som även den är på cirka 4 procent. Framförallt på Lorensborgsgatan/Stadiongatan är förändringarna i cykelflöden stora; en ökning på 25 procent i östergående riktning och en minskning på 46 procent i västergående riktning. Dessvärre finns det för lite data tillgänglig för de att göra en statistisk analys av resultaten.

Precis som i fallet med personbilsflödena föreligger det i vissa fall större skillnader mellan de två observationsdagarna före alternativt efter åtgärden, än skillnader i medelflöde före jämfört med efter åtgärden. Det är med andra ord svårt att säga något om generella förändringar av

flödena, även om förändringarna i cykelflöden i korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan är så stora att det är svårt att tänka sig att de skulle vara resultatet av slumpen. Det verkar högst troligt att det här handlar om en ökning respektive minskning av medelflödet för cyklarna. Vad denna förändring beror på är svårt att säga. Möjliga orsaker skulle kunna vara att en upplevd förbättring av närliggande rutter har gjort det mer fördelaktigt att istället trafikera dem med en minskning av cykelflödet i den studerade korsningspunkten som följd. Det skulle till och med kunna vara så att en upplevd förbättring av korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen har attraherat cykeltrafik som tidigare valde att trafikera korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan i västergående riktning för att sedan ta sig norrut någonstans väster om Lorensborgsgatan. Den förmodade ökningen (4 respektive 5 procent) av cykeltrafiken som vi ser i båda riktningar i korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen, samt ökningen (25 procent) i östergående riktning och minskningen (46 procent) i västergående riktning som vi kan se i korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan skulle kunna stödja den teorin. Det är naturligtvis bara spekulation men någonting som eventuellt hade varit värt att undersöka för att kunna utvärdera effekterna av införandet av cykelöverfarter och placeringen av dem.

Till skillnad från de förändrade stadsbussflödena borde förändringarna i cykelflöde för korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan påverka de övriga trafikslagets framkomlighet, då förändringen i fallet för cyklarna, handlar om betydligt fler fordon. I och för sig är förändringen i östergående riktning en ökning av cykelflödet och i västergående riktning handlar det om en minskning, varför effekten av de förändrade flödena i viss mån borde ta ut varandra, men det finns fortfarande en nettominskning av cirka 200 fordon i östvästlig riktning. Det motsvarar i snitt 17, förhållandevis långsamtgående, fordon i timmen.

Det finns indikationer på att en ökning av exponering för de oskyddade trafikanterna inte nödvändigtvis innebär en ökad risk för olyckor. Den så kallade safety in numbers effekten innebär, som namnet antyder, att ökade flöden av oskyddade trafikanter inte innebär en lika stor proportionell ökning av risken för olyckor för de trafikantgrupperna. Även om det finns starka indikationer på att den här effekten existerar är det mindre klarlagt exakt varför den existerar. Det finns fem ledande teorier som försöker att svara på den frågan. Den första teorin går ut på att ett ökat flöde av oskyddade trafikanter gör att motorfordonsförarna har en ökad förväntan på att möta oskyddade trafikanter, främst i korsningspunkter där interaktionen och därmed risken för olyckor är som störst., och de anpassar sitt beteende därefter. Den andra teorin bygger på att ett ökat gående och cyklande och även motorfordonskörande gör att trafikanterna ur dessa grupper utvecklar en större skicklighet i trafiken vilket möjliggör ett undvikande av olyckor. Den tredje teorin baseras på att förhållandet mellan exponering och risk inte är så enkelt som att en ökad exponering per definition ger en ökad risk för olyckor. Det handlar snarare om sannolikheten för en interaktion mellan oskyddad trafikant och motorfordon. Exponeringen bygger ofta på medeldata och inte nödvändigtvis på faktiska interaktioner mellan oskyddad trafikant och motorfordon. Den fjärde förklarande teorin innebär att det kausala sambandet kanske inte är att ett ökat flöde av oskyddade trafikanter ger mindre risk per trafikant utan att de oskyddade trafikanterna söker sig till platser som är säkrare. Korrelation innebär med andra ord inte nödvändigtvis kausalitet. Det kan även vara andra faktorer som gör att det finns en korrelation mellan stora flöden av oskyddade trafikanter och lägre risker per trafikant utan att det föreligger en kausalitet. Den femte och sista teorin fokuserar på bättre infrastruktur och underhåll som förklaring till de minskade riskerna. Det är möjligt och troligt att flera av de här teorierna bidrar till safety in numbers

effekten. Den första teorin är vanligt förekommande som förklaring till fenomenet, även om den del studier tyder på att även risken för singelolyckor för cyklister minskat vid högre flöden (Kröyer, 2015).

Vad har då detta att göra med framkomligheten? Det behandlar ju bara trafiksäkerheten. Författaren menar att trafiksäkerheten och framkomligheten i det här fallet hänger ihop. Om motorfordonen förändrar sitt beteende vid en ökad medvetenhet om att oskyddade trafikanter kan dyka upp vid korsningspunkten och detta beteende minskar risken för olyckor borde detta försiktigare beteende även kunna påverka cyklisternas framkomlighet positivt. Som Svensson och Pauna (2010) funnit ökar bilisternas väjningsbenägenhet vid ökade cykelflöden. Detta skulle då främst svara mot den första förklarande teorin om safety in numbers effekten. Ur en framkomlighetssynpunkt verkar det också troligt att det är just den första teorin som är den viktigaste, men de övriga förklarande teorierna är intressanta då de skulle kunna appliceras även på framkomlighet. Om underhållet och förbättrad infrastruktur ökar vid ökade cykelflöden borde det ju inte bara påverka trafiksäkerheten positivt utan även framkomligheten. Det skulle också kunna vara så att en mer framkomlig passage eller överfart attraherar fler cyklister och det därför ser ut som att ett ökat flöde ger ökad framkomlighet men det i själva verket är tvärtom. Det finns dock inte mycket som tyder på att det skulle vara fallet i den här studien då cykelflödena inte har ökat generellt i de tre korsningspunkterna men fördröjningen ändå verkar ha minskat i samtliga. Ofta framställs cyklisternas framkomlighet och säkerhet som två motstående faktorer, men det verkar finnas flera punkter där en förbättring av säkerheten för cyklisterna ger bättre framkomlighet och vice versa.

Vid cykelöverfart har motorfordonen väjningsplikt gentemot cyklisterna, och i den mån cykelöverfarten är kombinerad med övergångsställe föreligger väjningsplikt för motorfordonen även gentemot denna trafikantgrupp. Cyklisterna är då att betrakta som det överordnade flödet och cykelvägen/cykelöverfarten som primärväg medan bilvägen blir sekundärvägen i det här fallet. Som beskrivits i avsnitt 3.1.1 är det kritiska tidsavståndet den tidsmässiga ”lucka” som krävs för att ett fordonen på sekundärvägen ska våga att passera mellan fordonen på primärvägen. Då fordonen på primärvägen fram till införandet av cykelöverfarter enbart består av motorfordon är det rimligt att tänka sig att det kritiska tidsavståndet beskriver trafikanternas beteende (gångtrafikanterna är inte fordon och därför bör en gångväg/övergångsställe inte betraktas som en primärväg, trots att väjningsplikt för motorfordon gentemot gångtrafikanter existerat innan införandet av cykelöverfarter). En motorfordonsförare eller cyklist på sekundärvägen, som är medveten om att de har väjningsplikt, anpassar sitt beteende så att de känner sig säkra på att undvika en konflikt med motorfordonet på primärvägen, det vill säga att bli påkörda. Beteendet borde, åtminstone till stor del, grunda sig på rädslan att bli påkörd, med den potentiella risken att skadas. Efter införandet av cykelöverfarterna är det de kritiska tidsavstånden för motorfordonsförarna på sekundärvägen som bestämmer när dessa fordon ska våga passera fordonen, det vill säga cyklisterna, på primärvägen. Om de kritiska tidsavstånden, åtminstone till en stor del, bygger på en rädsla av att skadas vid en kollision, kan det ifrågasättas om en modell för framkomlighetsberäkningar som bygger på de kritiska tidsavstånden verkligen är relevant när primärvägen trafikeras av cyklar, och sekundärvägen trafikeras av motorfordon. Risken för en motorfordonsförare att skadas vid en kollision med en cyklist torde vara betydligt mindre än risken för cyklisten att skadas i samma kollision.

6.1.2 Hastigheter

Även om det endast är vid korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen som 85 percentilen av hastigheterna ligger över de 30 km/h, som är den hastighet som ska säkerställas för att cykelöverfart ska kunna accepteras som trafiklösning, så visar resultaten på att även i korsningspunkten Ystadvägen/Heleneholmsstigen är det 29 procent som kör snabbare än 30 km/h då de passerar korsningspunkten. Detta beror på att hastigheterna för 85 percentilen är uppmätta cirka 5 meter innan korsningen. Det verkar indikera att åtminstone en del av motorfordonsförarna accelererar genom korsningen. Detta skulle kunna stödja idén om att de försöker att hinna förbi innan någon cyklist hinner köra ut på cykelöverfarten. Det är naturligtvis spekulation, men oavsett om det beror på detta eller inte är det korsningspunktens fysiska utformning som möjliggör beteendet med en acceleration över själva korsningspunkten. Uppfartsrampen är placerade flera meter innan övergångsställe/cykelöverfart, vilket borde vara förklaringen till detta möjliggörande. Hade uppfartsrampen placerats precis innan cykelöverfart hade den här typen av beteende förmodligen varit mindre utbrett.

Den fältstudie som gjorts av Berg (2017), och som beskrivits i avsnitt 3.2.4 visar på en stor minskning av punkthastigheten i korsningen och i det fallet är farthindret placerat precis innan cykelöverfarten. Ingen mätning av uppfartsrampens utformning har heller gjorts inom ramen för den här studien vilket gör att det är svårt att säga om den faktiskt uppfyller den utformning som typritningarna föreskriver för att uppnå hastighetssäkring till 30 km/h. Vid korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen, där de högsta medelhastigheterna, 85 percentilerna och andelen fordon med högre hastigheter än 30 km/h uppmätts, är också den korsningspunkt med störst avstånd mellan uppfartsramp och cykelöverfart. Det faktumet verkar stödja att det är den fysiska utformningen som möjliggör de höga hastigheterna på cykelöverfarten då motorfordonen accelererar genom korsningen.

Vid korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan hittar vi de lägsta medelhastigheterna, 85 percentilerna och andelen fordon som överskrider 30 km/h. Detta är också korsningspunkten med de lägsta avstånden mellan uppfartsramperna och cykelöverfarterna, vilket återigen förefaller stödja teorin om den fysiska utformningens påverkan på hastigheterna. I och för sig finns en cirkulationsplats ett par meter söder om korsningspunkten vilket också borde påverka, och ge lägre hastigheter. Den effekten borde å andra sidan vara störst för de södergående fordonen som måste bromsa för att ta sig in i cirkulationsplatsen medan de norrgående borde accelerera ut ur densamma. Resultatet av hastighetsmätningarna visar emellertid på lägre hastigheter i norrgående riktning än i södergående riktning.

6.1.3 Fördröjningar

Personbilar

Vid en första anblick ser det ut som att medelfördröjningen för personbilar har ökat för båda riktningarna i samtliga av de studerade korsningspunkter då en enbart tittar på medelfördröjningen, se *Tabell 7*. Mann Whitneys U test visar emellertid på en minskning av medelfördröjningen för de södergående personbilarna i korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan.

Tabell 7. Medelfördröjningar, standardavvikelse samt Mann Whitney U testresultat för personbilstrafiken i de tre studerade korsningspunkterna

Korsningspunkt	Fordons- riktning	Medelfördröjning Före/Efter (s)	Standardavvikelse Före/Efter (s)	Mann Whitney U test
Ystadvägen/ Heleneholmsstigen	Väster	4,20/4,73	2,14/2,89	Ingen förändring
	Öster	4,00/4,32	3,17/4,05	Ingen förändring
John Ericssons väg/ Baltiska vägen	Väster	3,55/3,66	2,10/2,27	Ingen förändring
	Öster	3,54/4,32	0,87/1,71	Ökning
Lorensborgsgatan/ Stadiongatan	Norr	2,27/2,56	1,64/1,97	Ingen förändring
	Söder	4,45/4,88	2,18/3,60	Minskning

Här bör läsaren emellertid erinra sig att signifikansnivån som valts för testet är 5 procent, vilket innebär att testet kommer att slå fel i 5 procent av fallen. Då en ökning, av medelfördröjningen förväntades existerade misstanken att det utförda testet gett ett resultat som ligger inom de 5 felaktiga procenten. Testet gjordes därför om med nya slumpade observationer ur de två populationerna, och resultatet av det testet visade inte på någon statistiskt signifikant förändring för medelfördröjningen av personbilar i södergående riktning i korsningspunkten på Lorensborgsgatan/Stadiongatan. Då testen är oberoende av varandra skulle det lika gärna kunna vara det andra testet som låg inom de 5 felaktiga procenten varför ett tredje test genomfördes, även det med observationer ur de båda populationerna genererade från nya slumptal. Då inte heller detta test visade på en skillnad i medelfördröjning verkar det högst troligt att en ingen statistiskt signifikant förändring (på signifikansnivån 5 %) har inträffat, eftersom sannolikheten att två test, som visar samma resultat, skulle vara felaktiga endast är 0,25 procent. Det troliga scenariot för medelfördröjningarna bör alltså vara det som framgår av *Tabell 8*, ingen skillnad i mätresultat har skett utan endast en omprövning av resultatet i Mann Whitneys U test för södergående personbilar i korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan.

Tabell 8. Medelfördröjningar, standardavvikelse samt Mann Whitney U testresultat för personbilstrafiken i de tre studerade korsningspunkterna med korrigering av resultatet för södergående personbilar i korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan

Korsningspunkt	Fordons- riktning	Medelfördröjning Före/Efter (s)	Standardavvikelse Före/Efter (s)	Mann Whitney U test
Ystadvägen/ Heleneholmsstigen	Väster	4,20/4,73	2,14/2,89	Ingen förändring
	Öster	4,00/4,32	3,17/4,05	Ingen förändring
John Ericssons väg/ Baltiska vägen	Väster	3,55/3,66	2,10/2,27	Ingen förändring
	Öster	3,54/4,32	0,87/1,71	Ökning
Lorensborgsgatan/ Stadiongatan	Norr	2,27/2,56	1,64/1,97	Ingen förändring
	Söder	4,45/4,88	2,18/3,60	Ingen förändring

Även om resultaten från den statistiska analysen endast visar på en statistiskt signifikant (på signifikansnivån 5 %) ökning i en av riktningarna i en av korsningspunkterna så verkar det övergripande mönstret vara att en ökning skett i samtliga riktningar i samtliga korsningspunkter. Förändringen är emellertid endast tillräckligt stor i just fallet östergående personbilar i korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen för att ge utslag på vald signifikansnivå, i den statistiska analysen att en ökning har skett. Det förefaller trots det troligt att en viss ökning av medelfördröjningen för personbilarna ändå har skett efter införandet av cykelöverfarter i de studerade korsningspunkterna. Denna generella ökning av medelfördröjningarna verkar också kunna kopplas till en större spridning av fördröjningarna, då standardavvikelsen ökat i samtliga studerade riktningar och korsningspunkter, se *Tabell 8*.

Stadsbussar

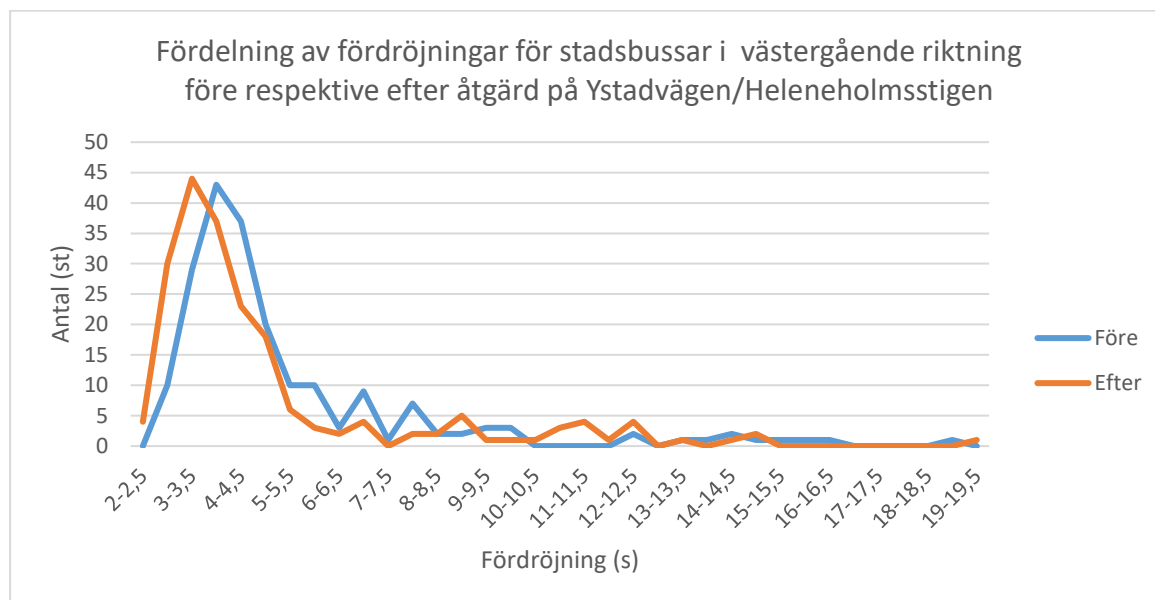
Resultaten av medelfördröjningarna för stadsbussarna, som kan ses i *Tabell 9*, är något tvetydiga då de generellt indikerar en ökning av medelfördröjningarna för stadsbussarna, även om ökningen inte är statistiskt signifikant (på signifikansnivån 5 %) för samtliga riktningar och korsningspunkter där den indikerade ökningen kan ses. Att ökningarna är statistiskt signifikanta i båda riktningarna i korsningspunkten på John Ericssons väg/Baltiska vägen har förmodligen att göra med att spridningen av fördröjningarna där är små, speciellt före åtgärden i kombination med tillräckligt stora ökningarna av medelfördröjningen. Det är det som skiljer den här korsningspunkten från de norrgående stadsbussarna i korsningspunkten på Lorensborgsgatan/Stadiongatan där spridningen också är liten men förändringen i medelfördröjning även den är liten. Nästan precis som i fallet med personbilarna har spridningen av fördröjningarna för stadsbussarna ökat i samtliga studerade riktningar och korsningspunkter, utom en. Före införandet av de nya reglerna var just ett utav argumenten emot detta införande att motorfordonstrafikens framkomlighet skulle minska (Berg, 2017). Om en befarad minskning i färdmedelsval för busstrafiken, till följd av införandet av cykelöverfarter, avses bör detta nog avfärdas. Resultaten visar små, icke statistiskt signifikanta, ökningarna av medelfördröjningen för stadsbussarna. Samtidigt är samtliga busshållplatser i närheten av de studerade korsningspunkter glugg- eller fickhållplatser, där bussarna då måste vänta på biltrafiken för att kunna ta sig ut på körbanan igen. Detta torde ge upphov till betydligt större fördröjningsmoment än vad cykelöverfarterna gör, åtminstone med de rådande nivåerna på cykelflöden.

Den ovan nämnda tvetydigheten i resultaten av medelfördröjningarna ligger i att de västergående stadsbussarna i korsningspunkten Ystadvägen/Heleneholmsstigen visar på en minskning av medelfördröjningen som dessutom är statistiskt signifikant (på signifikansnivån 5 %).

Tabell 9. Medelfördröjningar, standardavvikelser och Mann Whitneys U testresultat för stadsbussarna i de tre studerade korsningspunkterna

Korsningspunkt	Fordons-riktning	Medelfördröjning Före/Efter (s)	Standardavvikelse Före/Efter (s)	Mann Whitney U test
Ystadvägen/ Heleneholmsstigen	Väster	5,17/4,80	2,77/2,86	Minskning
	Öster	4,12/4,15	2,25/3,01	Ingen förändring
John Ericssons väg/ Baltiska vägen	Väster	4,05/4,48	1,72/2,14	Ökning
	Öster	3,82/5,05	0,93/2,43	Ökning
Lorensborgsgatan/ Stadiongatan	Norr	2,38/2,45	1,29/1,63	Ingen förändring
	Söder	5,28/6,21	3,17/4,66	Ingen förändring

Det är oklart vad denna minskning av medelfördröjningen beror på. Det verkar inte som att spridningen har förändrats nämnvärt mellan före åtgärden och efter åtgärden. Standardavvikelserna visar likartade värden före respektive efter åtgärden, och även extremvärdena är någorlunda lika till antal och storlek. Förändringen verkar snarare vara kopplad till en ökning av de kortare fördröjningarna i intervallen 2 – 3,5 sekunder, se *Figur 42*. Till skillnad från *Figur 25* finns även extremvärdena med i figuren.



Figur 42. Visar fördelningen av fördröjningar för västergående stadsbussar i korsningspunkten Ystadvägen/Heleneholmsstigen

En möjlig tolkning skulle kunna vara att stadsbussförarna är medvetna om att de har väjningsplikt gentemot cyklister som är ute på eller just ska färdas ut på cykelöverfarten. Samtidigt vill bussförarna passa tidtabellen, och ökar därför hastigheten för att hinna förbi innan de ankommande cyklisterna är ute på eller just ska färdas ut på cykelöverfarten. En större del av stadsbussarna passerar då korsningspunkten i en högre hastighet med minskade fördröjningar som följd. I de fall stadsbussförarna gör bedömningen att de inte kommer att hinna förbi sänker de hastigheten och släpper fram cyklisterna istället. En viss ökning av fördröjningarna i intervallen 10 – 12,5 sekunder, som kan observeras i *Figur 42*, skulle kunna tyda på det. Det är dock oklart varför detta fenomen enbart skulle inträffa för de västergående stadsbussarna i korsningspunkten på Ystadvägen/Heleneholmsstigen och inte i någon riktning i någon av de andra studerade korsningspunkterna. Motorfordonens hastigheter har generellt ökat efter införandet av cykelöverfarter i korsningspunkten Ystadvägen/Heleneholmsstigen vilket skulle kunna stödja tolkningen, dock är ökningen i västergående riktning mindre än den i östergående riktning vilket talar emot tolkningen då medelfördröjningen för stadsbussarna endast minskat i västergående riktning och inte i östergående riktning. Vidare visar mätningarna att hastigheterna till och med har ökat mer i korsningspunkten på John Ericssons väg/Baltiska vägen, och där har medelfördröjningarna för stadsbussarna ökat i båda riktningarna.

Förklaringen kanske står att finna i fördelningen av förändringarna under dagen. *Tabell 10* på nästa sida visar hur medelfördröjningen per timme fördelar sig mellan de olika timmarna för de västergående stadsbussarna i korsningspunkten på Ystadvägen/Heleneholmsstigen under de studerade dagarna före respektive efter införandet av cykelöverfarten i korsningspunkten.

Som framgår av tabellen har fördröjningarna minskat under hela eftermiddagen, mellan klockan 11 – 18. Minskningen av medelfördröjningen mellan klockan 7 – 9, som också kan utläsas ur tabellen, kan förmodligen delvis förklaras av att toppen på cykelflödestoppen på morgonen ”klippts av”, som beskrivet i avsnitt 5.1 *Flöden*, se *Figur 16*.

Tabell 10. Medelfördröjning per timme, antal observationer per timme samt typ av trafik före respektive efter åtgärd för västergående stadsbusstrafik i korsningspunkten på Ystadvägen/Heleneholmsstigen

Tidpunkt (timme)	Medelfördröjning Före/Efter (s)	Antal observationer (st)	Typ av trafik Hög/Låg
6 – 7	3,99/5,39	24/21	Hög
7 – 8	5,02/4,37	22/23	Hög
8 – 9	5,09/4,62	21/20	Hög
9 – 10	4,15/4,94	14/16	Låg
10 – 11	4,41/5,53	13/16	Låg
11 – 12	5,35/4,50	16/14	Låg
12 – 13	4,51/3,93	16/13	Låg
13 – 14	6,06/5,12	13/14	Låg
14 – 15	6,13/4,43	16/15	Låg
15 – 16	6,03/4,35	16/17	Hög
16 – 17	7,28/5,73	14/14	Hög
17 – 18	5,15/4,66	15/17	Hög

För att se om det föreligger någon skillnad i fördelningen av medelfördröjningarna per timme mellan fallet då medelfördröjningen minskat och fallet då medelfördröjningarna har ökat som mest, det vill säga stadsbussarna i östergående riktning i korsningspunkten på John Ericssons väg/Baltiska vägen, har en motsvarighet till *Tabell 10* tagits fram, se *Tabell 11*.

Tabell 11. Medelfördröjning per timme, antal observationer per timme samt typ av trafik för östergående stadsbussar före respektive efter åtgärd i korsningspunkten på John Ericssons väg/ Baltiska vägen

Tidpunkt (timme)	Medelfördröjning Före/Efter (s)	Antal observationer Före/Efter (st)	Typ av trafik Hög/Låg
6 – 7	3,83/4,35	16/16	Hög
7 – 8	4,09/5,75	17/16	Hög
8 – 9	3,74/4,88	19/20	Hög
9 – 10	3,79/4,63	17/14	Låg
10 – 11	3,81/4,53	16/16	Låg
11 – 12	3,80/4,42	14/16	Låg
12 – 13	3,95/5,90	16/15	Låg
13 – 14	3,59/4,63	16/15	Låg
14 – 15	3,58/5,12	16/18	Låg
15 – 16	4,03/5,28	17/18	Hög
16 – 17	3,83/5,61	18/18	Hög
17 – 18	3,81/5,33	18/18	Hög

Som tabellen visar så är ökningen av medelfördröjningen fördelad på samtliga under dygnet studerade timmar. Det verkar med andra ord inte finnas en förklaring till varför medelfördröjningen minskat i västergående riktning för stadsbussarna i korsningspunkten Ystadvägen/Heleneholmsstigen och ökat i östergående riktning i korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen, som kan kopplas till fördelningen av fördröjningarna. Möjligtvis skulle en förklaring kunna finnas i de korsande cykelflödenas volym. De har eventuellt minskat något, både i norr- och södergående riktning i korsningspunkten

Ystadvägen/Heleneholmsstigen medan de eventuellt har ökat i såväl norr- som södergående riktning i korsningspunkten på John Ericssons väg/Baltiska vägen. Detta förklarar emellertid inte varför minskningen av medelfördröjningen enbart ses i västergående riktning för stadsbussarna i korsningspunkten på Ystadvägen/Heleneholmsstigen, och inte i östergående riktning. Det motsägs i viss mån även av indikationerna på att medelfördröjningarna för personbilarna kan ha ökat, i båda riktningarna, i denna korsningspunkt. En annan möjlig förklaring skulle kunna vara någon typ av mätfel vid mätningen av fördröjningarna. Det upplevs dock inte som särskilt troligt då personbilarna är uppmätta ur samma kameravinkel, samma inmätta avstånd och tidtagningen gjord med samma mätutrustning. Om det handlar om ett systematiskt mätfel skulle det förmodligen vara inblandat i mätningen av de västergående personbilarna också, vilket inte är fallet.

Det skulle kunna ha med korsningspunktens placering på stadsbussens linjesträckning att göra. Det är möjligt att tänka sig att ju närmre ändhållplatsen som fordonet befinner sig desto större potentiell försening gentemot tidtabellen, med ett "aggressivare" körsätt till följd, i ett försök att minska den förseningen. Det skulle kunna vara så att en av ändhållplatserna har en längre tabellerad marginaltid, och möjlighet till toalettpaus eller dylikt för förarna, vilket skulle kunna påverka beteendet. Det kan också vara så att det inte bara har med sträckans förhållande till ändhållplatsen utan även med förhållandet till viktiga målpunkter på vägen att göra. De västergående stadsbussarna kör i riktning in mot centrum, där de passerar viktiga kollektivtrafiknoder som Södervärn, Triangeln, Gustav Adolfs torg och Malmö Centralstation, medan de östergående bussarna redan har passerat dessa målpunkter och i princip endast har bostadsområden kvar på rutten.

Stadsbusslinje 3, som passerar korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen, är en ringlinje som trafikerar i båda riktningarna, men som bara cirkulerar utanför centrum i de halvcentrala delarna av Malmö. Korsningspunkten ligger förvisso på ett likartat avstånd till Södervärn som korsningspunkten Ystadvägen/Heleneholmsstigen, men där Södervärn också är den enda större kollektivtrafiknoden i närheten. I fallet med korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan trafikerar den av stadsbusslinje 8, med ändhållplats vid järnvägsstationen Hyllie, belägen fem hållplatser söder om den aktuella korsningspunkten. Det skulle tala för att medelfördröjningarna i södergående riktning borde ha minskat precis som i västergående riktning i korsningspunkten Ystadvägen/Heleneholmsstigen om det enbart har att göra med korsningspunktens förhållande till ändhållplatsen. Att medelfördröjningen inte har minskat här kan emellertid bero på att cykelöverfarten är belägen precis norr om den stora cirkulationsplats som utgör korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan. Det gör att en stor del av fördröjningarna för stadsbussarna i södergående riktning består i att de väntar på framförvarande fordon som i sin tur väntar på att kunna köra in i cirkulationsplatsen.

Detta fenomen är av naturliga skäl mer accentuerat i högtrafik. Då de observerade personbilsflödena i södergående riktning endast minskat marginellt efter införandet av cykelöverfarten borde det kunna förklara att ingen statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå) förändring av de södergående stadsbussarnas medelfördröjning har skett. En viss förändring av den observerade medelfördröjningen kan dock ses för de södergående bussarna, men samtidigt har spridningen ökat vilket i sin tur kan vara kopplat till en att stadsbussflödena efter åtgärden har minskat och antalet observationer därför inte är samma i situationen före respektive efter åtgärden. Skulle medelfördröjningen ha ökat är det inte otroligt att det är kopplat till ett förändrat beteende hos de korsande, östergående, cyklisterna. Den

observerade medelfördröjningen för dem har minskat, även om den inte heller är statistiskt signifikant (på 5 % signifikansnivå).

Här föreligger en del oklarheter och då antalet observationer för stadsbussarna inte uppnår de uppställda kriterierna bör de betraktas med stor försiktighet, men det verkar åtminstone som att data inte direkt motsäger teorin om korsningspunktens belägenhet på linjesträckningen som en möjlig förklarande faktor till de minskade medelfördröjningarna för de västergående stadsbussarna i korsningspunkten Ystadvägen/Heleneholmsstigen.

Cyklar

Om de observerade medelfördröjningarna för personbilarna visade på en ökning i samtliga riktningar för samtliga studerade korsningspunkter, visar istället de observerade medelfördröjningarna för cyklisterna en minskning i samtliga riktningar för samtliga av de studerade korsningspunkterna, se *Tabell 12* på nästa sida. Det verkar med andra ord som en förskjutning av maktbalansen mellan trafikslagen cykel och personbilar har skett i de här korsningspunkterna genom införandet av cykelöverfart. Med avseende på framkomlighet är viktigt att lägga till, då det finns starka indikationer på att trafiksäkerheten för cyklisterna har försämrats på de här platserna. I och för sig är det troligt att tänka sig att en förbättring av korsningarnas fysiska utformning skulle ge lägre motorfordonshastigheter vilket i sin tur förmodligen skulle ge större väjningsandelar och som konsekvens potentiellt ökad trafiksäkerhet för cyklisterna samtidigt som deras framkomlighet skulle öka ytterligare.

Det är i och för sig endast i fallen med de södergående cyklisterna i korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen, samt cyklisterna i båda riktningar i korsningspunkten Ystadvägen/Heleneholmsstigen som dessa minskningar av medelfördröjningen är statistiskt signifikanta (på signifikansnivån 5 %). Och i kontrast till den ökade spridningen av fördröjningar som kunde ses för samtliga studerade riktningar och korsningspunkter hos personbilarna och stadsbussarna, kan en minskning i spridningen av fördröjningarna ses för samtliga studerade riktningar och korsningspunkter för cyklisterna.

Cyklisterna i korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen var svåra att detektera i RUBA i situationen före åtgärd då deras rörelsemönster var utspritt och oberäkneligt. Speciellt för de norrgående cyklisterna var detta fenomen extra markerat. De 100 slumpvis utvalda observationerna härstammar endast från de observationer som varit möjliga att detektera i RUBA, vilka motsvarar cirka 30 procent av det totala cykelflödet före åtgärd i norrgående riktning i korsningspunkten. För de södergående cyklisterna uppgår samma siffra till cirka 53 procent. Det är möjligt att detta har påverkat resultatet, då spridningsmått är stora, speciellt före åtgärden. Ett större antal observationer att slumpvis välja mellan hade eventuellt gett en annan fördelning av fördröjningar med mindre spridningar till följd, vilket i sin tur eventuellt hade gett ett annat resultat i den statistiska analysen.

I korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan är standardavvikelseerna för de observerade fördröjningarna av cyklister de minsta av samtliga de studerade korsningspunkterna, men då de observerade minskningarna av medelfördröjningen också är små finns det ingen statistiskt signifikant minskning (på 5 % signifikansnivå) av medelfördröjningarna. Att den minsta observerade fördröjningen inträffar just i den riktningen och korsningspunkt där cykelflödena har minskat mest, från redan låga nivåer jämfört med övriga korsningspunkter, verkar inte vara en tillfällighet utan ligger i linje med att flödena är en av de faktorer som påverkar framkomligheten enligt avsnitt 3.1.1.

Tabell 12. Medelfördröjningar, standardavvikelser samt Mann Whitney U testresultat för cyklarna före respektive efter åtgärd i de tre studerade korsningspunkterna

Korsningspunkt	Fordonsriktning	Medelfördröjning Före/Efter (s)	Standardavvikelse Före/Efter (s)	Mann Whitney U test
Ystadvägen/ Heleneholmsstigen	Norr	8,64/7,72	3,85/2,35	Minskning
	Söder	8,25/7,21	2,73/1,71	Minskning
John Ericssons väg/ Baltiska vägen	Norr	11,45/7,67	7,15/2,53	Ingen förändring
	Söder	10,05/7,92	5,84/2,66	Minskning
Lorensborgsgatan/ Stadiongatan	Väster	5,60/5,31	2,65/1,40	Ingen förändring
	Öster	4,69/3,93	2,43/1,96	Ingen förändring

6.2 Metoddiskussion

6.2.1 Definitioner

Fordonsdefinitionerna för personbilar bygger på hur många sittplatser fordonet har. Det är ibland lite svårt att se eller dra slutsatser av detta utifrån videofilmerna. Därför kan en viss felmarginal tänkas ligga inbäddad i flödesmätningarna. Dock torde denna felmarginal vara samma före som efter åtgärd, och därmed inte påverka resultatet av jämförelsen. Det är också så att definitionen av lastbil bygger på vad den används till. Här finns naturligtvis en del gränsfall då en mindre lastbil kan användas till godstransport men det kan också vara så att dess huvudsakliga syfte är att transportera exempelvis hantverkaren som kör fordonet. Dessa mindre lastbilar har betraktats som personbilar i sammanhanget. Anledningen till att moped klass II inte finns med i studien är att det från videofilmning kan vara mycket svårt att avgöra vilken klass mopeden som framförs på cykelbanan har. Det är ju inte säkert att regelförhållandena är så goda att endast mopeder av klass II framförs där. Dock är antalet mopeder litet och författarens uppfattning är att det inte kommer upp i 10 fordon om dagen för någon tillfart.

6.2.2 Observationer

Valet att använda 100 observationer för varje trafikslag vid varje tidpunkt och riktning får anses ha varit lagom omfattande. Fler observationer hade potentiellt gett säkrare resultat och kanske statistisk signifikans i fler av fallen men det måste ställas mot att det hade blivit en betydligt mer tidskrävande uppgift vilket inte hade varit möjligt inom ramen för det här examensarbetet. Kröyer (2015) har visat att förvisso ger längre observationstid för cyklisters exponering (i det här fallet antalet trafikanter) ett säkrare resultat, men det är också så att kortare mätperioder med högre exponering ger högre säkerhet i mätningarna varför trafikmätningar kanske inte enbart bör baseras på tiden, utan på ett mått som tar hänsyn till att stabilare resultat uppnås snabbare om exponeringen är större.

Eventuellt hade det varit vettigt att slumpa fram observationerna att mäta fördröjningarna på, enbart för tider med högtrafik. Det är ju då flödena är som störst för samtliga trafikslag, och regleringsformen kanske ger större utslag när det är som mest trafikanter. Problemet är att det

inte hade gått att få fram 100 observationer för stadsbussarna enbart under högtrafik. Det gick ju inte ens att få fram 100 observationer under hela dagen för stadsbussarna på Lorensborgsgatan efter åtgärd. Jämförelserna hade blivit haltande och det hade varit svårt att dra några slutsatser.

I avsnitt 4.2.1 beskrivs att det enbart är interaktionsfördröjningen som mätts. Detta är en sanning med modifikation då det i fallet med cykelöverfarterna på John Ericssons väg skett en förändring i den geometriska utformningen där en kantsten anlagts i cyklisternas färdväg i och med åtgärden. Detta kan eventuellt inverka på deras framkomlighet. Inom ramen för arbetet har det emellertid inte varit möjligt att utreda hur detta har påverkat. Och andra sidan har motorfordonens geometriska utformning också förändrats i östergående riktning då de gått från i praktiken två körfält till ett efter åtgärd. Det har inte heller beaktats.

6.2.3 Videoanalys

Författarens erfarenhet är att problemen med skuggor, regn, fåglar etcetera, så som beskrivits i avsnitt 3.1.4, snarast tenderar att ge för stort antal detektioner vilka kan sorteras bort, men ger upphov till en ökad tidsåtgång vid sorteringen. Risker med missade detektioner föreligger då det är oklart för programmet vad det är som ska detekteras då det finns samtidiga fordon i exempelvis ett närliggande körfält. Trafikanter riskeras att missas på grund av detta. Det problemet är allvarigare då det inte går att åtgärda genom sortering av materialet.

I det projekt som undersökte trafiksäkerheten i de aktuella korsningspunkterna gjordes emellertid en kontroll av de detekterade flödena gentemot flöden som räknats manuellt direkt ur det videofilmade materialet. Kontrollen visade på att felet med de missade detektionerna var marginellt och endast uppgick till cirka 1 – 2 procent. Författarens rekommendation är ändå att mäta molniga nederbördsfria dagar, och gärna i en vinkel så mycket uppifrån som möjligt för att enbart det som ska detekteras kommer med.

En mycket begränsad känslighetsanalys ges också här för att försöka försäkra sig om att inte stora flöden ”tappats bort”. De uppmätta cykelflödena på Baltiska vägen kommer att jämföras med Malmö stads cykeltrafikmätningar (Malmö stad, 2019) från samma plats för att se om de uppmätta flödena är rimliga. Malmö stad har mätt under höst och vår i tidsintervallen klockan 6 – 9 och klockan 15 - 18 och sedan räknat upp detta till vardagsdygnstrafik enligt koefficienter som de har men inte redovisar på hemsidan. Senaste mätningen var 2017 och är den som använts. Det danska Vejdirektoratet (2006) använder sig också av uppräkningsstal för att beräkna vardagsdygnstrafiken. Om mätningarna skett mellan klockan 6 – 18 motsvarar det 85 procent av vardagsdygnstrafiken. Mätningarna i den här studien är som bekant gjorda 2016 och 2018. Båda mätningarna är alltså utförda under vår eller höst och under vardagar. Båda är gjorda under tidsintervall som inte innefattar hela dygnet och är uppräknade. Det är dock olika tidsintervall som använts så resultatet får tas med försiktighet. Malmö stads mätning visade att cykelflödet uppgick till 2800 fordon per dygn, och de uppmätta uppräknade flödena för den här studien visade på ett cykelflöde på cirka 2600 fordon per dygn. Detta är ett medelvärde för före- och eftersituationen i båda riktningar. Skillnaden är cirka 7 procent vilket författaren anser vara i rätt härad med tanke på att det baseras på två skattningar med värden från 3 olika år. Det verkar kunna ge stöd till att detektionerna är någorlunda rättvisande.

6.3 Slutsatser

I det här kapitlet försöker författaren att svara på de uppställda frågeställningarna i inledningskapitlet, eftersom dessa kan sägas vara konkretiseringen av examensarbetets syfte. Svaren bygger på de resultat som funnits i fältstudien och tolkningar av dem utifrån vad som framgår av litteraturstudien. Kapitlet avslutas med rekommendationer och ett par tankar om framtida forskning kring cykelöverfarter.

Vad säger forskningsläget kring hur framkomligheten för trafikslagen cykel, bil och buss påverkas vid införande av cykelöverfarter?

Forskningsläget indikerar att framkomligheten för cyklande ökar vid införandet av cykelöverfarter om utformningen är sådan att hastigheterna på de korsande motorfordonen säkras till 30 kilometer i timmen. Författaren har inte hittat några studier som har utvärderat framkomligheten för personbilar och stadsbussar generellt vid cykelöverfarter enligt nuvarande reglering och därmed är slutsatsen att detta borde undersökas. För cyklande finns det studier som påvisar en förbättring av framkomligheten, men de är gjorda på enstaka platser alternativt innan den nya regleringen kommit på plats. För studierna som är gjorda innan regelförändringen finns en del resultat som ändå torde vara användbara då en del av de undersökta cykelöverfarterna påminner i det mesta om dagens cykelöverfarter i det att de är reglerade med väjningsplikt för motorfordonen gentemot cyklisterna. Skillnaden handlar om avsaknaden av vägmärke för cykelöverfart, men samma förklarande faktorer som efter regleringen är inblandade, det vill säga flöden, hastigheter och väjningsbeteenden. Men även i dessa studier som är gjorda innan regelförändringen handlar det om relativt få cykelöverfarter, så även här verkar det finnas ett behov av mer övergripande utvärderingar.

Hur har framkomligheten för trafikslagen cykel, personbil och stadsbuss påverkats av åtgärden att införa cykelöverfart i de tre studerade korsningspunkterna?

Trots att inte samtliga resultat i jämförelserna av medelfördröjning för de olika trafikslagen var statistiskt signifikanta anser författaren att mönstret är tydligt. Generellt har medelfördröjningen per cyklist minskat efter införandet av cykelöverfarter i de studerade korsningspunkterna, medan den generellt har ökat för personbilar och stadsbussar.

De olika platserna skiljer sig dock åt med avseende på förändringen av fördröjningarna. De största förändringarna ses i korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen, medan de minsta förändringarna ses vid korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan. Skillnaden dem emellan är att korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen ligger mitt på en sträcka medan korsningspunkten Lorensborgsgatan/Stadiongatan ligger i direkt anslutning till en korsning i form av en cirkulationsplats. Vidare skiljer sig Heleneholmsstigen genom att stadsbussarnas medelfördröjningar här har minskat i västergående riktning och i princip är oförändrade i östergående riktning. Det är dock oklart vad denna minskning beror på. En misstanke är att det kan ha att göra med hur bussarnas omlopp ser ut, och hur detta omlopp är tabellerat. En annan möjlig förklaring är att det finns målpunkter på vägen som chaufförerna känner sig mer stressade att hinna till. Det kan också handla om siktförhållanden som är annorlunda. Det har inte heller gått att hitta någon riktigt tydlig förklaring till den oförändrade medelfördröjningen hos de östergående stadsbussarna.

Precis som med korsningspunkten på John Ericssons väg ligger denna korsningspunkt på en sträcka. Det som skiljer dem åt är att utformningen i korsningspunkten John Ericssons väg/Baltiska vägen har förändrats påtagligt mellan situationen före respektive efter åtgärden, medan korsningspunkten Ystadvägen/Heleneholmsstigen ser likadan ut förutom att vägmärken för cykelöverfart har satts upp efter åtgärden. Det kan vara så att busschaufförerna på John Ericssons väg har blivit mer uppmärksamma på förändringen än vad de har blivit på Ystadvägen, men det som talar emot det är att vi trots allt ser en ökning av medelfördröjningen hos personbilarna på Ystadvägen. De borde ju vara lika uppmärksamma på förändringen som busschaufförerna.

Trots att vissa skillnader mellan de olika platserna föreligger så anser författaren att det övergripande mönstret ändå är tydligt. Slutsatsen blir därför att cyklisternas framkomlighet generellt har ökat medan personbilarnas och stadsbussarnas framkomlighet generellt har minskat marginellt, även om en stor försiktighet bör intas då det som sagt finns skillnader mellan de olika platserna.

Vad är troliga orsaker till att framkomligheten för trafikslagen cykel, personbil och stadsbuss påverkats så som den har gjort vid införandet av cykelöverfart i de tre studerade korsningspunkterna?

Motorfordonens hastigheter på Ystadvägen och framförallt på John Ericssons väg har ökat och cykelöverfarterna uppfyller inte det, i definitionen av cykelöverfarter, uppställda säkerställande av att fordon inte förs med högre hastighet än 30 kilometer i timmen. Det finns anledning att tro att det beror på den fysiska utformningen med farthinder som inte förmår uppnå denna hastighetssäkring. Troligtvis har det med farthindrens placering att göra då de största hastigheterna sågs vid korsningspunkter där farthindren låg längst ifrån själva överfarterna.

Cykelflödena på Stadiongatan har ökat i östergående riktning och minskat i västergående riktning. Däremot kan ingen slutsats dras om varför de har minskat. I övrigt är det författarens uppfattning att det inte generellt går att dra några slutsatser om förändringar i flöden för något av trafikslagen. Däremot finns det goda belegg för att motorfordonens väjningsandelar gentemot cyklisterna generellt har ökat, trots de ökade hastigheterna. Denna ökade väjningsbenägenhet torde åtminstone delvis vara förklaringen till de minskade fördröjningarna för de cyklade, och den marginella ökningen av fördröjningar för motorfordonen. Det går inte att utesluta att en ökad företrädes känsla hos cyklisterna också kan vara en förklarande faktor till de minskade fördröjningarna hos denna trafikantgrupp. Ytterligare en förklarande faktor kan vara motorfordonens beteende vid korsningspunkten

Lorensborgsgatan/Stadiongatan där det var vanligt förekommande att de stannade på cykelöverfarten i väntan på att kunna köra in i cirkulationsplatsen. Det handlar alltså i detta fall inte om att de väjer eller inte då väjning endast mäts för frigående fordon som kommer in mot överfarten då cyklade ska passera. I det här fallet handlar det om fordon som redan står på överfarten och blockerar när de cyklade närmar sig överfarten.

Resultaten av studien bygger på alltför begränsade data för att de ska vara generaliserbara. Det verkar också som att korsningspunktens utformning är en viktig förklarande faktor på framkomligheten vilket gör det svårt att applicera resultat funna för en plats på övriga platser.

6.3.1 Rekommendationer

Då utformningen av farthindren verkar ha en stor betydelse för hur inte bara framkomligheten utan även trafiksäkerheten påverkas i de studerade korsningspunkterna är författarens rekommendation att dessa farthinder mäts för att säkerställa att de är byggda enligt de typritningar som rekommenderas för *Malmögruppen*, där en lutning på 6 – 8 procent ska föreligga för påfartsramperna (Sveriges Kommuner och Landsting, 2016). Uppfyller påfartsramperna det kravet, bör det utredas om det är deras placering i förhållande till cykelöverfarterna som gör att de för höga hastigheterna möjliggörs eller om det beror på någonting annat.

6.3.2 Framtida forskning i ämnet

Det hade exempelvis varit intressant att se på hur just utformningen av korsningspunkter påverkar framkomligheten för de olika trafikslagen, då det verkar som utformningen har en stor betydelse på inte bara framkomligheten utan även trafiksäkerheten. Här avses också skillnaden i utformning före respektive efter införandet av cykelöverfarter om de jämförande studierna utförs som före-/efterstudier. Ett annat möjligt upplägg är jämförande studier av framkomlighet vid cykelpassager respektive cykelöverfarter, samt hur detaljutformningen inverkar på framkomligheten för olika trafikslag.

En annan sak som författaren inte heller har funnit studier på är konsekvenserna av de förändringar i framkomlighet och trafiksäkerhet som den nya regleringen av cykelöverfarterna gett upphov till. Detta är också en viktig fråga som borde undersökas. Har den ökade framkomligheten för cyklande vid cykelöverfarter lett till ett ökat cyklande eller har den bara gjort att cyklisterna väljer andra färdvägar? Hur har framkomligheten påverkats vid närliggande cykelpassager då cykelöverfarten infördes? Vad blir konsekvenserna av de förändringarna på en samhälllig nivå? Här skulle exempelvis en samhällsekonomisk analys av minskad trafiksäkerhet för cyklister och en något minskad framkomlighet för personbilar och stadsbussar (som resultaten av den här studien indikerar) vägas mot de framkomlighetsvinster som cyklande gör genom cykelöverfarterna.

De observerade beteenden hos motorfordonen som gjorts i den här studien visar på att de skiljer sig då cykelöverfaren ligger på en sträcka eller i anslutning till en cirkulationsplats. Vid cirkulationsplatsen observerades ett beteende där motorfordonen inte planerar sin körning så att de undviker att stanna på cykelöverfarten eller övergångsstället, så som trafikförordningen föreskriver. Det förminskar effekten av framkomlighetsvinster för de cyklande (och säkerligen även de gående). Eftersom det fenomenet inte har kvantifierats inom ramen för den här studien, går det inte att uttala sig om storleken på framkomlighetsförlusterna av detta beteende, men det är författarens upplevelse att detta är ett vanligt beteende hos motorfordonsförare i anslutning till cirkulationsplatser. Frågan dyker därför onekligen upp om cykelöverfarter är lika lämpliga att anlägga på alla platser. Detta borde också undersökas för att få ut så stor effekt som möjligt av cykelöverfarter som framkomlighetshöjande åtgärd för cyklande.

7 Referenser

- Andersson, P. G. o.a., 2012. *Kol-Trast - Planeringshandbok för en attraktiv och effektiv kollektivtrafik*. u.o.:Trafikverket, SKL.
- Bagdadi, O. & Patten, C., 2014. *Dynamiska farthinder - En litteraturstudie*, Linköping: VTI.
- Berg, S., 2017. *Säkra tillgängliga cykelöverfarter*, Borlänge: Trafikverket.
- Conover, W. J., 1998. *Practical non parametric statistics*. 3 red. New Jersey: Wiley.
- Danial, J. & Eriksson, J., 2017. *Jämförelse av flöde och hastigheter från två olika cykelmätningstrustningar*, Linköping: VTI.
- Day, A. R., 1995. *How to write and publish a scientific paper*. 4 red. Cambridge: University of Cambridge.
- Eriksson, J. & Varedian, M., 2008. *Vägverkets metodbeskrivning för mätning av cykelflöden*, u.o.: Vägverket.
- Gibrand , M. o.a., 2009. *Åtgärds katalog för säker trafik i tätort*. 3 red. Stockholm: SKL.
- Göteborg stad, 2016. *Trafik- och resandeutveckling 2016*, Göteborg: Göteborg stad.
- Hagring, O., 1999. *Kompendium i trafikflödesteori*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Hagring, O., 2000a. *Samband mellan framkomlighet och trafiksäkerhet*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Hagring, O., 2000b. *Framkomlighet i korsningar utan trafiksignaler - En litteraturöversikt*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Hagring, O., 2001. *Beräkning av framkomlighetsmått i korsningar utan trafiksignaler - En litteraturöversikt*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Hall, F. L., 1992. Traffic stream characteristics. i: T. R. Board, red. *Traffic flow theory*. New Jersey: Transportation Research Board, p. Kapitel 2.
- Hansson, E.-L., 2018. *LTH Master's student guide: Citation searching*. [Online] Available at: <https://libguides.lub.lu.se/c.php?g=297409&p=1990996> [Använd 30 10 2018].
- Holmberg, B., 2008. Kollektivtrafik. i: C. Hydén, red. *Trafiken i den hållbara staden*. Lund: Studentlitteratur, pp. 243-314.
- Holmberg, B., Ståhl, A., Almén, M. & Wennberg, H., 2008. Tillgänglighet, trygghet och andra subjektiva aspekter. i: C. Hydén, red. *Trafiken i den hållbara staden*. Lund: Studentlitteratur, pp. 55-84.

- Höst, M., Regnell, B. & Runeson, P., 2006. *Att genomföra examensarbete*. Lund: Studentlitteratur.
- Hydén, C., 2008. Trafiksäkerhet. i: C. Hydén, red. *Trafiken i den hållbara staden*. Lund: Studentlitteratur, pp. 85-151.
- Johansson, K., 2012. *Ökad och säkrare cykling - en översyn av regler ur ett cyklingsperspektiv*, Stockholm: SOU.
- Kröyer, H. R., 2015. *Accidents between pedestrians, bicyclists and motorized vehicles: Accident risk and injury severity*. Lund: Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet.
- Laureshyn, A., 2010. *Application of automated video analysis to road user behaviour*, Lund: Institutionen för Teknik och samhälle, Trafik och väg, 2010. Bulletin - Lunds Universitet, Tekniska högskolan i Lund, Institutionen för teknik och samhälle, 253.
- Madsen, T. K. o.a., 2016. RUBA -Videoanalyseprogram til trafikanalyser. *Trafik & Væje*, 3, pp. 14-17.
- Malmö stad, 2019. *Trafikmätningar*. [Online]
Available at: <https://malmo.se/Service/Var-stad-och-var-omgivning/Stadsmiljon/Laget-i-staden/Trafikmatningar.html>
[Använd 06 05 2019].
- Niska, A. o.a., 2012. *Hur mycket cyklas det i din kommun?*, Borlänge: Trafikverket.
- Openstreetmap, 2019. *Openstreetmap*. [Online]
Available at: <https://www.openstreetmap.org/#map=16/55.5821/13.0065&layers=T>
[Använd 30 04 2019].
- Ortuzar, J. d. D. & Willumsen, L. G., 2011. *Modelling transport*. 4 red. New Jersey: Wiley.
- Pauna, J., Hydén, C. & Svensson, Å., 2009. *Motorfordonsförarens väjningsbeteende gentemot cyklande*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Robson, C., 2002. *Real world research*. Oxford: Blackwell.
- SFS, 2001:559. *Lag (2001:559) om vägtrafikdefinitioner*. [Online]
Available at: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2001559-om-vagtrafikdefinitioner_sfs-2001-559
[Använd 31 10 2018].
- SFS, 2014:1035. *Förordning om ändring i trafikförordningen (1998:1276)*. [Online]
Available at: https://www.lagboken.se/Lagboken/sfs/sfs/2014/1000-1099/d_2097548-sfs-2014_1035-forordning-om-andring-i-trafikforordningen-1998_1276
[Använd 30 10 2018].
- SFS, 2014:1037. *Förordning om ändring i förordningen (2001:651) om vägtrafikdefinitioner*. [Online]
Available at: https://www.lagboken.se/Lagboken/sfs/sfs/2014/1000-1099/d_2097550-sfs-2014_1037-forordning-om-andring-i-forordningen-2001_651-om-vagtrafikdefinitioner
[Använd 30 10 2018].
- SFS, 2014:1038. *Förordning om ändring i vägmärkesförordningen (2007:90)*. [Online]
Available at: https://www.lagboken.se/Lagboken/sfs/sfs/2014/1000-1099/d_2097551-sfs-

2014_1038-forordning-om-andring-i-vagmarkesforordningen-2007_90

[Använd 30 10 2018].

SKL, 2010. *GCM-Handbok Utformning, drift och underhåll med gång-, cykel- och mopedtrafik i centrum*. Stockholm: SKL.

SMHI, 2018. *Ladda ner meteorologiska observationer*. [Online]

Available at: <https://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/#param=airtemperatureInstant,stations=all>

[Använd 29 04 2019].

Smith, G., Niska, A. & Grönqvist, T., 2014. *Cykeleffekt - Slutrapport för förstudie*, u.o.: Viktoria Swedish ICT.

Svensson, Å., 2008. Gång- och cykeltrafik. i: C. Hydén, red. *Trafiken i den hållbara staden*. Lund: Studentlitteratur, pp. 213-242.

Svensson, Å. & Ekblad, H., 2018. *Trafiksäkerhetsutvärdering av nya trafikregler för cykelöverfarter. Bulletin 310*, Lund: Transport and Roads, Department of Technology and Society, Lund University.

Svensson, Å., Engel, S. & Koglin, T., 2011. *Råd och riktlinjer för cykelinfrastruktur – en litteraturstudie med avseende på korsningspunkter mellan cykelande och motorfordonstrafik*, Lund: Lunds tekniska högskola.

Svensson, Å. & Pauna, J., 2010. *Trafiksäkerhet och väjningsbeteende i cykel-motorfordon interaktioner*, Lund: Institutionen för Teknik och Samhälle, Trafik och Väg, 2010. Bulletin – Lunds Universitet, Lunds tekniska.

Sveriges Kommuner och Landsting, 2016. *Bussar och farthinder*. [Online]

Available at:

<https://skl.se/samhallsplaneringinfrastruktur/trafikinfrastruktur/trafikreglering/fragorochsvarttrafikreglering/bussarochfarthinder.7758.html>

[Använd 05 04 2019].

Thulin, H. & Obrenovic, A., 2001. *Lagen om väjningsplikten mot gående på obevakat övergångsställe - effekt på framkomlighet och beteende*, Linköping: VTI.

Thulin, H., 2007. *Uppföljning av regeln om väjningsplikten för fordonsförare mot fotgängare på obevakat övergångsställe - Trafiksäkerhetseffekten*, Linköping: VTI.

Trafikanalys, 2018. *Cykeltrafik – mätmetoder och nationella mål*, Stockholm: Trafikanalys.

Trafikverket, 2014. *TRVMB Kapacitet och framkomlighetseffekter - Trafikverkets metodbeskrivning för beräkning av kapacitet och framkomlighetseffekter i vägtrafikanläggningar*, u.o.: Trafikverket.

Trafikverket, 2019. *NVDB på webb*. [Online]

Available at: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>

[Använd 30 04 2019].

Troutbeck, R. J. & Brilon, W., 1992. Unsignalized intersection theory. i: T. R. Board, red. *Traffic flow theory*. New Jersey: Transportation Research Board, p. Kapitel 8.

Vägverket, 2014. *Bussar och gupp – Utgångspunkter, avsikter och fakta*, u.o.: Trafikverket.

Vännman, K., 2002. *Matematisk statistik*. 2:15 red. Lund: Studentlitteratur.

Várhelyi, A., 2008. Biltrafik. i: C. Hydén, red. *Trafiken i den hållbara staden*. Lund: Studentlitteratur, pp. 315-358.

Vejdirektoratet, 2006. *Trafiktællinger - Planlægning, udførelse og efterbehandling Vejledning*, Köpenhamn: Vejdirektoratet.

7.1 Figurförteckning

Andersson, P. G. o.a., 2012. *Kol-Trast - Planeringshandbok för en attraktiv och effektiv kollektivtrafik*, u.o.:Trafikverket, SKL.

Openstreetmap, 2019. *Openstreetmap*. [Online]

Available at: <https://www.openstreetmap.org/#map=16/55.5821/13.0065&layers=T>

[Använd 30 04 2019].

Ortuzar, J. d. D. & Willumsen, L. G., 2011. *Modelling transport*. 4 red. New Jersey: Wiley.

Sveriges Kommuner och Landsting, 2016. *Bussar och farthinder*. [Online]

Available at:

<https://skl.se/samhallsplaneringinfrastruktur/trafikinfrastruktur/trafikreglering/fragorochsvarttrafikreglering/bussarochfarthinder.7758.html>

[Använd 15 04 2019].

Transportstyrelsen, 2019a. *Vägmarkeringar*. [Online]

Available at: <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Vagmarken/Vagmarkeringar/>

[Använd 15 04 2019]

Transportstyrelsen, 2019b. *B8.Cykelöverfart*. [Online]

Available at: <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Trafikregler/cykeloverfart/>

[Använd 15 04 2019]

Transportstyrelsen, 2019c. *B1. Väjningsplikt*. [Online]

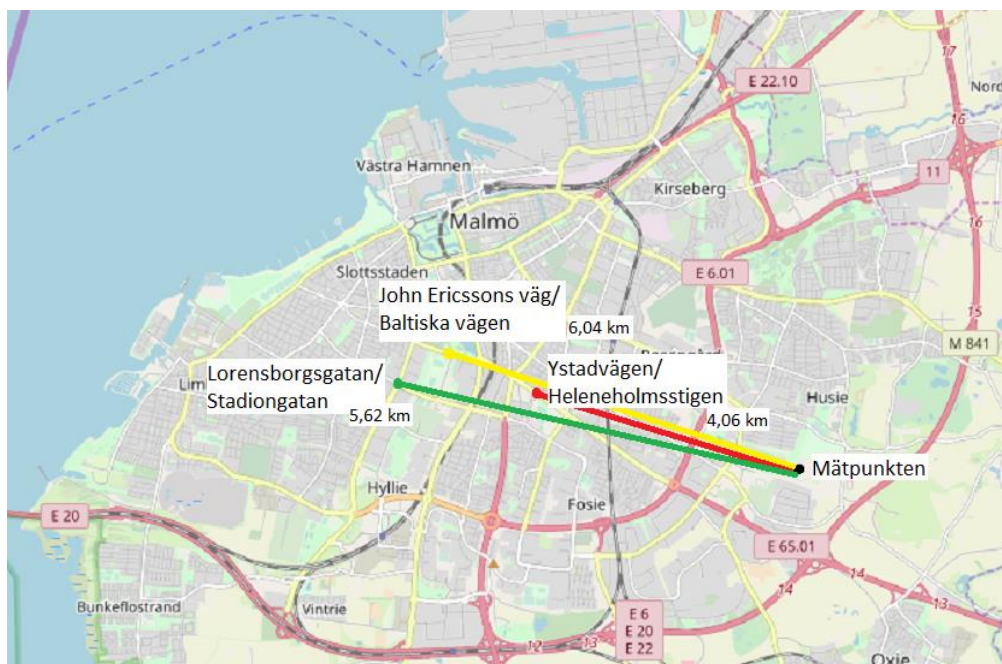
Available at:

<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Vagmarken/Vajningspliktsmarken/Vajningsplikt/>

[Använd 15 04 2019]

Bilaga 1

Arbetsgången för att hitta lämpliga datum att utföra fältstudien på, inleddes med att det filmade materialet sammanställdes i en tabell med kolumner för datum, tidpunkt då filmning påbörjades och tidpunkt då filmning avslutades. Nästa steg var att kontrollera vilka veckodagar dessa datum inföll på. Sedan noterades de trafikflödesmätningar som redan gjorts, i trafiksäkerhetsprojektet som beskrivs i inledningen. En del av mätningarna fick justeras för att passa intervallet klockan 6 – 18, vilket var enkelt utfört eftersom de bygger på de sorterade utklippta stillbilderna från det videofilmade materialet, och dessa märks automatiskt ut med datum och tidpunkt i filnamnet. Stadsbussflödena beräknades utifrån tidtabell, se *Bilaga 2* för det aktuella tidsintervallet. De tidpunkter, veckodagar samt flöden som motsvarade kriterierna som satts upp, markerades med grönt medan de som inte överensstämde markerades med rött. Ett av de beräknade stadsbussflödena var 99 fordon under tidsintervallet klockan 6 – 18. Detta flöde markerades med gul färg då det inte uppfyllde det uppsatta målet på 100 observationer men var så pass nära att det inte bör påverka den statistiska analysen nämnvärt. För de datum som bedömdes som lämpligast, ur denna första sortering, analyserades videofilmerna schematiskt för att få en uppfattning om väderförhållanden under dessa datum. Väderförhållandena beskrevs med avseende på molnighet och nederbörd samt noterades och värderades med grön färg för dagar med uppehåll, gul eller röd färg (beroende på intensitet) för dagar med nederbörd. Till sist noterades temperaturerna och vindhastigheterna för de filmade dagarna. De har tagits fram genom de mätningar som är utförda av SMHI (2018) på dess mätstation i Malmö, som är belägen i de sydöstra delarna av staden, se *Figur 43* på nästa sida för mätstationens placering i förhållande till de studerade korsningspunkterna. Baserat på de sorterade och värderade parametrarna kunde slutligen de datumen som funnits vara de mest lämpliga väljas.



Figur 43. SMHI:s mätpunkt i Malmös placering i förhållande till de tre studerade korsningspunkterna (Openstreetmap, 2019)

Se *Figur 44* på nästa sida för ett exempel på de ingående parametrarna och de datum som till slut valts ut för att behandlas för varje korsningspunkt.

Före	Film start	Film slut	Veckodag	Väder	Temperatur, °C	Vind, m/s	Cyklister Norrgående	Billister Östergående	Bussar Östergående
20-03-2017	10:50	19:05	1		5	3	Bara från 10:50	442	
Valt alternativ 1	21-03-2017	6:00	2	Mestadels klart, lätta och korta skurar under eftermiddagen	7	5	958	7378	105
	22-03-2017	6:00	3	Klart och mestadels soligt hela dagen	6	3	985		
	23-03-2017	6:00	4	Klart och mestadels soligt hela dagen	5	1	1071		
	24-03-2017	6:00	5		6	2	1013		
	27-03-2017	7:14	1		7	2	Bara från 07:39	845	
Valt alternativ 1	28-03-2017	6:00	2	Dimma precis på morgonen, under dagen mulet till halvklart	6	1	1014	7602	104
	29-03-2017	6:00	3	Dimma precis på morgonen, ihållande duggregn under hela dagen	5	2	820		
	30-03-2017	6:00	4	Halvklart på morgonen, måttlig nederbörd under resten av dagen	8	2	783		
	31-03-2017	6:00	5		12	2	Bara till 15:25	678	
Före	Film start	Film slut	Veckodag	Väder	Temperatur, °C	Vind, m/s	Cyklister Södergående	Billister Västergående	Bussar Västergående
20-03-2017	10:32	19:17	1		5	3	Bara från 10:33	726	
Valt alternativ 1	21-03-2017	6:00	2	Mestadels klart, lätta och korta skurar under eftermiddagen	7	5	1059	7306	108
	22-03-2017	6:00	3	Klart väder hela dagen	6	3	1059		
	23-03-2017	6:00	4	Klart väder hela dagen	5	1	1134		
	24-03-2017	6:00	5		6	2	1043		
	27-03-2017	7:16	1		7	2	Bara från 07:16	1016	
Valt alternativ 1	28-03-2017	6:00	2	Dimma precis på morgonen, under dagen mulet till halvklart	6	1	1138	7237	106
	29-03-2017	6:00	3	Dimma precis på morgonen, ihållande duggregn under hela dagen	5	2	988		
	30-03-2017	6:00	4	Halvklart på morgonen, måttlig nederbörd under resten av dagen	8	2	921		
	31-03-2017	6:00	5		12	2	Bara till 15:23	803	

Figur 44. Översikt av de parametrar som använts för att välja ut de lämpligaste datumen att studera

Bilaga 2

Välkommen ombord på Malmö stadsbuss

Skånetrafiken

Tidstabel 14 augusti – 18 december 2016

8

Malmö

Kostanjögatan – Centralen – Nyllö

Skånetrafiken

Köp biljetter med mobilen

Skånetrafikens app gör det enkelt att köpa biljetter till alla våra busslinjer.

Skånetrafikens app gör det enkelt att köpa biljetter till alla våra busslinjer.

Skånetrafikens app gör det enkelt att köpa biljetter till alla våra busslinjer.



Information regarding the railway line and its operation.

Högskraft
Att Arbetsgivarverket har tillgång till
Information om arbetsgivarens verksamhet
Inom arbetsgivarverksamheten

Skånetrafiken
071 777 777 - Årskortsköpare

8 Kastrupgården-Centraal-Hylla

marståg - tveårig

Table with 2 columns: Station and Time. Rows include Kastrupgården, Hylla, and various intermediate stops with their respective arrival and departure times.

marståg - tveårig

Table with 2 columns: Station and Time. Rows include Kastrupgården, Hylla, and various intermediate stops with their respective arrival and departure times.

8 Hylla-Centraal-Kastrupgården

marståg - tveårig

Table with 2 columns: Station and Time. Rows include Hylla, Centraal, and Kastrupgården with their respective arrival and departure times.

marståg - tveårig

Table with 2 columns: Station and Time. Rows include Hylla, Centraal, and Kastrupgården with their respective arrival and departure times.

TELEFONBOKNING
Låt oss hjälpa dig att boka din biljetter.

Car rental and car hire services
Lån bil och kör biljetter

Information regarding the railway line and its operation.

Bilaga 3

Beräkningsgång för Mann-Whitneys U test. 20 tal mellan 1 och 200 har slumpats fram. Värdena för de observationer som motsvarar dessa slumpstal har plockats ut ur populationerna A och B. Värdena läggs ihop och sorteras sedan så att deras märke bibehålls i sorteringen. Dessa sorterade värden rangordnas i fallande ordning. Lika värden ger medelvärdet av rangnumren för det värdet. Summorna för rangnumren för märke A och B summeras i W1 och W2 och slutligen subtraheras summan av $\frac{n(n+1)}{2}$ från dem vilket ger resultaten U1 och U2. Dessa jämförs med tabellerade kritiska värden för den aktuella signifikansnivån och slutsats kan dras.

Wilcoxon test, Västergående stadsbussar på Ystadvägen				H0 = ingen statistiskt signifikant skillnad mellan A och B H1 = statistiskt signifikant minskning av fördröjningen mellan A och B			
Före (A)	slump	Efter (B)	A+B sorterade	Märke	Rang	W1	W2
4,1	3	3,75	2,75	B	1	491	329
3	10	3,84	2,78	B	2	U1	U2
4,38	14	3,75	2,94	B	3	281	119
5,59	56	3,72	3	A	4,5	Om $U2 \leq 138$ finns det en statistiskt signifikant minskning av fördröjningen från A till B (på 5 % signifikansnivå), vilket det alltså gör i det här fallet.	
3,78	63	3,03	3	B	4,5		
4,18	65	3,03	3,03	B	6,5		
12,09	68	5,35	3,03	B	6,5		
4,19	77	2,78	3,21	A	8		
4,38	80	2,75	3,28	A	9		
3,34	81	4,37	3,31	B	10		
4,15	101	3	3,34	A	11,5		
5	111	3,41	3,34	B	11,5		
4,06	113	3,34	3,41	B	13		
3,28	133	6,82	3,72	B	14		
3,21	135	2,94	3,75	B	15,5		
3,97	141	4,53	3,75	B	15,5		
7,91	154	4,25	3,78	A	17		
7,91	154	4,25	3,84	B	18		
9,15	183	3,31	3,97	A	19		
6,47	197	4,69	4,06	A	20		
			4,1	A	21		
			4,15	A	22		
			4,18	A	23		
			4,19	A	24		
			4,25	B	25,5		
			4,25	B	25,5		
			4,37	B	27		
			4,38	A	28,5		
			4,38	A	28,5		
			4,53	B	30		
			4,69	B	31		
			5	A	32		
			5,35	B	33		
			5,59	A	34		
			6,47	A	35		
			6,82	B	36		
			7,91	A	37,5		
			7,91	A	37,5		
			9,15	A	39		
			12,09	A	40		