



**CHALMERS**

# Signalerade fyrvägskorsningar - olycksanalys och rekommenderade förbättringsåtgärder

Kandidatarbete inom ACEX10-20-32

Linn Hermansson

William Mjörnestål

Josefin Ngo

Johannes Sundeen

INSTITUTIONEN FÖR SAMÄLLSBYGGNADSTEKNIK

---

CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Gothenburg, Sweden 2020

[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)

# Abstract

## Sammandrag

Signalerade fyrvägskorsningar är en komplex situation i trafiken. Syftet med denna rapport är att studera olyckstatestik utifrån denna kritiska trafiksituation. Genom att analysera korsningarnas utformning undersöks dess inverkan på antalet olyckor mellan motorfordon. Omkring 60 korsningar väljs slumpmässigt ut inom ett avgränsat område i Stockholm. Dess trafikvolym insamlas via Trafikverkets öppna data och olycksdata filtreras från en databas gjord tidigare kandidatarbete [Engqvist et al., 2019]. En egen version av ekvationen *Safety Performance Function* skapas för att genom den vidare undersöka vad olika typer av trafikvolym skulle innebära för korsningen.

Resultatet från undersökning visar att korsningar med ... en viss typ av utformning... har en högre olyckssatestik än resteranda. Rekommenderade förbättringsåtgärder är....

Slutsats är att...

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>5</b>
1.1	Syfte . . . . .	6
1.2	Frågeställningar . . . . .	6
1.3	Avgränsningar . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Metod</b>	<b>9</b>
2.1	Teori kring den generella diskussion . . . . .	9
2.2	Insamling av dataset . . . . .	9
2.2.1	Val av korsningar . . . . .	9
2.2.2	Identifiering av korsningar . . . . .	10
2.2.3	Insamling av olycksdata . . . . .	11
2.3	Preliminär dataanalys . . . . .	11
2.3.1	Definition av trafikvolym . . . . .	12
2.3.2	Olycksfrekvens kopplade till valda korsningar . . . . .	12
2.3.3	Analys av urvalets spridning baserat på dedikerat körfält som variabel . . . . .	13
2.3.4	Analys av urvalets spridning baserat på cykelfil som variabel	13
2.3.5	Analys av urvalets spridning baserat på bussfil som variabel .	14
2.3.6	Analys av urvalets spridning baserat på parkering som variabel	15
2.3.7	Analys av urvalets spridning baserat på refug som variabel .	15
2.3.8	Övriga variabler . . . . .	16
2.3.9	Korrelationsanalys mellan trafikvolym och resterande variabler	16
2.4	Modellering av förväntad olycksfrekvens . . . . .	17
2.4.1	Safety Performance Function . . . . .	17
2.4.2	Framtagning av värden på ekvationens koefficienter . . . . .	18
2.4.3	Undersökning av modellens relation till verkligheten genom AIC	20
2.4.4	Undersökning av modellens relation till verkligheten genom ytterligare analys . . . . .	21
2.4.5	Analys av utvalda variablers inverkan på olycksfrekvensen . .	21
2.5	Slutgiltigt val av bäst lämpad SPF-funktion . . . . .	22
<b>3</b>	<b>Resultat</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>Förbättringsåtgärder</b>	<b>25</b>
4.1	Hastighetssäkring . . . . .	25
4.1.1	Räfflat väglag . . . . .	26
4.1.2	Portar . . . . .	26
4.1.3	Gupp . . . . .	27
4.2	Separering av filer . . . . .	28

4.3	Förskjutning av korsning . . . . .	30
4.4	Öka sikten . . . . .	30
4.5	Planskilda korsningar . . . . .	31
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>32</b>
5.1	Avgränsningar . . . . .	32
5.2	Påverkan från ett homogent respektive inhomogent urval . . . . .	32
5.3	Metod . . . . .	33
5.3.1	Val av korsningar . . . . .	33
5.3.2	Korrelationsanalys . . . . .	33
5.3.3	Safety Performance Function . . . . .	33
5.3.4	AIC-värde . . . . .	34
5.4	Olycksdatans tidsperiod . . . . .	34
5.5	Val av förbättringsmetod . . . . .	34
5.6	Felkällor . . . . .	34
5.6.1	Insamling av data . . . . .	34
<b>6</b>	<b>Slutsats</b>	<b>36</b>
<b>7</b>	<b>Bilagor</b>	<b>38</b>

# 1 Inledning

Fyrvägskorsningar är en komplex trafiksituation inom stadsmiljön. På dessa platser rör sig flera olika trafikslag, både motorfordon samt oskyddade trafikanter, som färdas i olika riktningar med olika hastighet. En studie gjord av Li med flera [Li et al., 2019] hävdar att det nästan är dubbelt så många olyckor i närheten av signalerade korsningar i jämförelse med osignalerade. Enligt en annan studie gjord i USA utgör olyckorna i signalerade korsningar 21 % av det totala antalet olyckor medräknat alla trafiksituationer, även 24 % av alla dödliga samt skadliga olyckor [Chen and Xie, 2016]. Den höga statistiken gör att signalerade korsningar är ett intressant område att analysera i trafiken, då det finns möjlighet till förbättring och minskning av antalet olyckor.

I en innerstad förekommer ofta ett högt trafikflöde av alla olika trafikslag, framförallt i rusningstrafik. Ett ökat flöde av samtliga trafikslag gör att korrelationen mellan dem blir utmanade och komplexa trafiksituationer uppstår. Om en korsning är för tungt belastad och antalet kollisioner är förhållandevis höga, är det aktuellt att vidta lämpliga förbättringsåtgärder. Olyckor som inträffar kan i vissa fall bero på individuella misstag och vårdslöshet av föraren, men även på brister i infrastrukturen och i det rådande trafiksystemet. Till skillnad från individuella misstag kan trafiksystemet förbättras genom tekniska lösningar och därigenom minska utrymmet för att individens brister leder till olyckor.

Signalerade fyrvägskorsningar skiljer sig mellan varandra och är utformade på olika sätt. Förutom att de har två vägar som möts i samma plan och att alla involverade vägar kontrolleras av trafiksignaler kan utformningen variera vad gäller parkeringar, dedikerade körfält, refuger, cykel- och bussfiler. På grund av att infrastrukturen, som utgör en signalerad fyrvägskorsning, skiljer sig är det intressant att undersöka huruvida dessa typer av utformningar påverkar olycksfrekvensen. Det är även av intresse att analysera korrelationen mellan dessa variationer och förväntad ökning eller minskning av trafikvolym som passerar genom korsningarna samt huruvida det påverkar antalet olyckor.

Målet att försöka minska antalet olyckor i trafiken bidrar till att försöka uppfylla Nollvisionen [Trafikverket, 2020]. Denna vision innebär att ingen ska utsättas för allvarliga skador eller dödas på grund av trafiken. Sedan år 2000 har antalet dödsfall i trafiken minskat med ungefär 50 %, men på senare tid har utvecklingen stannat upp. För att försöka upprätthålla den positiva utvecklingen är detta projekt både relevant och viktigt.

## 1.1 Syfte

Syftet med projektet är att undersöka frekvensen av olyckor mellan motorfordon i signalerade fyrvägs korsningar, detta genom att analysera en högt trafikerad innerstad. Undersökningen syftar även till att kartlägga de korsningar som utsätts för hög olycksfrekvens. Med hjälp av resultatet ska ett antal förbättringsåtgärder av trafikrummet samt trafiksystemet föreslås för korsningar som anses kritiska, med syfte att minska antalet olyckor.

## 1.2 Frågeställningar

I syfte att kartlägga hårt trafikerade korsningar bygger studien på följande frågeställningar.

- Hur kan statistikberäkningar visa på frekvensen av antalet kollisioner av motorfordon i signalerade fyrvägs korsningar?
- Vad är möjliga förbättringsåtgärder för att minska kollisioner mellan motorfordon i signalerade fyrvägs korsningar?

## 1.3 Avgränsningar

En avgränsning är att rapporten fokuserar på innerstadsmiljöer - ett trafiknät där hastigheten är förhållandevis låg och många olika trafikslag cirkulerar. Rapportens slutprodukt förväntas kunna appliceras i olika innerstadsmiljöer, men för att konkretisera arbetet ytterligare kommer statistik från Stockholms innerstad användas. Denna avgränsning ramar in ett geografiskt område, se figur 1 och 2, som innehåller korsningar vars statistik är relevant att jämföra.



Figur 1: Den blåa sträckade linjen illustrerar arbetets geografiska avgränsning för att ge en överblick [Google Maps (Kartograf), 2020]



Figur 2: Utzoomning över området för att tydligt illustrera var i världen undersökningen görs [Google Maps (Kartograf), 2020]

Vidare avser arbetet endast signalerade fyrvägs korsningar. Detta innebär att korsningar med annan utformning eller med färre än fyra trafikljus inte kommer beaktas. En ytterligare avgränsning är att endast olyckor mellan motorfordon i undersökningen studeras. Korsningarna som analyseras har olika utformning i form av exempelvis cykel- och bussfiler och korrelationen mellan dessa filer och trafikvolymen analyseras. Däremot utesluts trafikflödet från fordon utöver motorfordon i beräkningarna.

## 2 Metod

Med syfte att föreslå förbättringsåtgärder i fyrvägskorsningar för att minska olycksfrekvensen, följer ett antal delmoment i metoden. Dessa moment presenteras nedan.

Förväntad olycksmodellering används för att beskriva den komplexa verklighetsbild av hur olycksfrekvensen beror av trafikvolym. För att kunna besvara frågeställningen kring hur en korsnings utformning inverkar på antalet olyckor är det aktuellt att skapa en sådan modell utifrån variabler som platen innehåller. Utifrån resultat är det möjligt att identifiera vad som bidrar till en ökad olycksfrekvens, samt föreslå förbättringsåtgärder.

### 2.1 Teori kring den generella diskussion

Undersökningen berör trafikplanerare och trafikanter av alla slag samt övriga intresserade. En ökad kunskap relaterad till korsningar samt trafiksystem i allmänhet kan leda till en ökad medvetenhet och förståelse i trafiken som eventuellt kan förebygga trafikolyckor. Trafiken innebär alltid ett samspel mellan flera aktörer från planeringskede och framåt, och det är därför nödvändigt att systemet används på korrekt sätt. Rapportens slutprodukt kommer att beskriva trafiksituationen i en godtycklig stad med ett visst trafikflöde, samt orsakerna till denna situation. Slutprodukten kommer även att bestå av en analys kring hur ett förändrat trafikflöde skulle påverka olycksfrekvensen, utan att utformningen av korsningarna förändras. Dessutom avser rapporten att ta fram förbättringsåtgärder för att minimera olycksrisken utan att trafiknätets kapacitet minskar.

Rapporten syftar till att identifiera relationen mellan infrastruktur, korsningars utformning och mängden trafikolyckor som uppstår, vilket utesluter förarens beteende och erfarenhet av bilkörning. Detta innebär att diskussionen är aktuell i andra städer med liknande trafiksystem och trafikvolym, inte endast i Stockholm.

### 2.2 Insamling av dataset

Eftersom studien handlar om att analysera trafikolyckor kopplade till signalerade fyrvägskorsningar samt att försöka identifiera faktorer som bidrar till en hög olycksfrekvens skapas ett dataset. Detta dataset gör att vidare analyser kan göras samt att det utgör grunden för studien.

#### 2.2.1 Val av korsningar

Datainsamlingen börjar med att bestämma vilka korsningar som ska ingå i undersökningen. Detta görs med hjälp av *Google Maps* och verktyget "Street view", som låter användaren se hur platsen ser ut i detalj. Cirka 60 lämpliga korsningar markeras på en karta för att sedan undersökas ytterligare.

För att uppnå en rättvis databas kring fyrvägskorsningarna i Stockholms innerstad har korsningar med rätt kriterium valts ut slumpmässigt inom området. Detta för att undvika att statistiken endast berör korsningar inom en viss del av det avgränsade området. De kriterium som korsningarna måste uppfylla för att ingå i urvalet är att de ska vara körbara av motorfordon i fyra riktningar samt vara signalerade i fyra riktningar. De utvalda korsningarna representeras i figur 3.



Figur 3: De gröna markeringarna representerar utvalda korsningar [Google Maps (Kartograf), 2020]

Olyckorna som innefattas i detta projekt utgörs av alla typer av incidenter mellan motorfordon. Alla grader av olyckor studeras, som exempelvis påkörning bakifrån och frontalkrockar. Detta gäller motorfordon som BILAR, LASTBILAR, MOTORCYKLAR

### 2.2.2 Identifiering av korsningar

Efter att korsningarna har identifierats skapas en databas med samtliga korsningars karaktär. Med hjälp av *Google Maps* noteras flertalet parametrar bestående av antalet filer i varje riktning, huruvida korsningarna har dedikerade filer för vänster- och högersvängar samt huruvida bussfiler, cykelfiler, övergångsställen, trottoarer samt parkering förekommer vid korsningen.

Databasen vidareutvecklas med dagliga trafikflöden i samtliga riktningar i korsningarna. För att få tillgång till denna typ av information kontaktas Stockholms stads Trafikkontor som hänvisar till öppen data från 2014-2015 [Stockholms Stads Trafikkontor, 2020] Trafikvolymen är baserad på motorfordon där andel tung trafik är angiven som en procentsats. Den är till viss del uppmätt av Stockholms stads Trafikkontor men även insamlad från trängselskattsystem och MCS-system (Motor Control system) som samlar in trafikdata från motorvägar. I vissa korsningar med relativt litet trafikflöde av motofordon, som exempelvis i vissa bostadsområden, har ett schablonvärde använts som daglig trafikvolym. Detta innebär att korsningen i fråga har fått en uppskattad trafikvolym baserat på trafikmängden uppmätt på närliggande vägar.

### 2.2.3 Insamling av olycksdata

Med hjälp av det geografiska kartprogrammet *Arcmap*, kan de olyckor som är intressanta för projektet identifieras. Detta utifrån olycksdata, som finns tillgänglig från kandidatarbetet *Analys av gångtrafikanternas säkerhet i trafiken* som utförts på Chalmers tekniska högskola [Engqvist et al., 2019]. Där undersöktes fotgängarolyckor i Stockholm men innehåller en insamling av olyckstatestik mellan olika trafikslag i korsningar under en period på 14 år mellan 2005-2018. Olyckor mellan motorfordon filtreras ur det tidigare kandidatarbetets databas.

Enligt en undersökning gjord av Raul E. Avelar, Karen K. Dixon och Patricia Escobar [Avelar et al., 2015] görs antagandet att olyckor som sker inom en radie på 100 meter från en korsning antas vara kopplade till den korsningen. I fall där en olycka har inträffat inom en radie på 100 meter från flera korsningar görs antagandet att olyckan är kopplad till den närmaste korsningen. Detta kommer resultera i ett dataset med antal olyckor per korsning samt karakteristisk information om respektive korsning.

## 2.3 Preliminär dataanalys

För att bygga en statistisk modell behöver preliminär data samlas in som består av att analysera den tidigare insamlingen av datan. Denna preliminära innebär att analysera variablerna oberoende av varandra. Alla variabler har delats upp beroende på om de sker på den större respektive mindre vägen i korsningen. Detta eftersom ekvation som tas fram i senare skede bygger på att statistiken från de två mötande vägarna i korsningen är kategoriserad. Det som avgör vad som är den större respektive mindre vägen i korsningen är trafikflödets storlek. Den väg som har högst dagligt trafikflöde anses vara den större vägen.

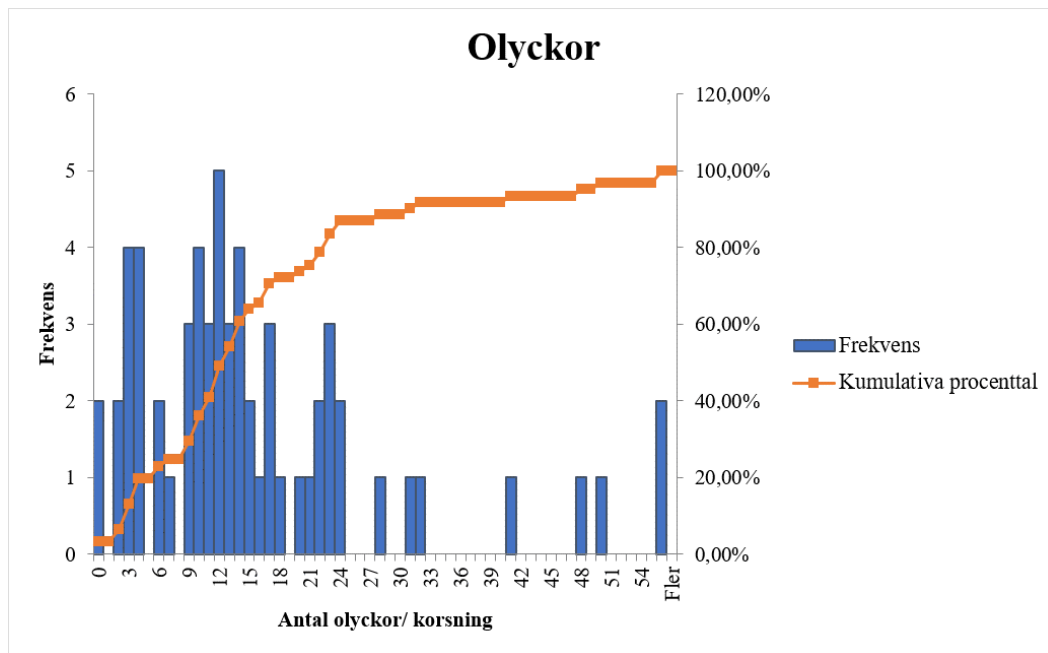
### 2.3.1 Definition av trafikvolym

Begreppet trafikvolym definieras vanligtvis som antalet motorfordon som använder en väg per tidsenhet [Elvik and Vaa, 2004]. Gångtrafikanter samt cyklister utesluts ofta på grund av att det inte finns tillräckligt med pålitlig data för dessa.

Vardera korsnings trafikvolym är från början uppdelad beroende på vilken riktning den har. Ett medelvärde görs på mötande trafik och divideras med antalet filer, detta för att uppnå enheten trafikvolym/fil/dag.

### 2.3.2 Olycksfrekvens kopplade till valda korsningar

Den givna datan består till en början av alla olyckor som skett inom det geografiska området. Dessa har sedan sorterats för att kunna identifiera relevanta parametrar. Diagrammet i figur 4 visar hur ofta ett visst antal olyckor per korsning förekommer för de undersökta korsningarna.



Figur 4: Histogram som beskriver olycksfördelningen mellan de utvalda korsningarna. Den orangea kurvan visar det kumulativa procenttalet som förtydligar fördelningen av olyckor.

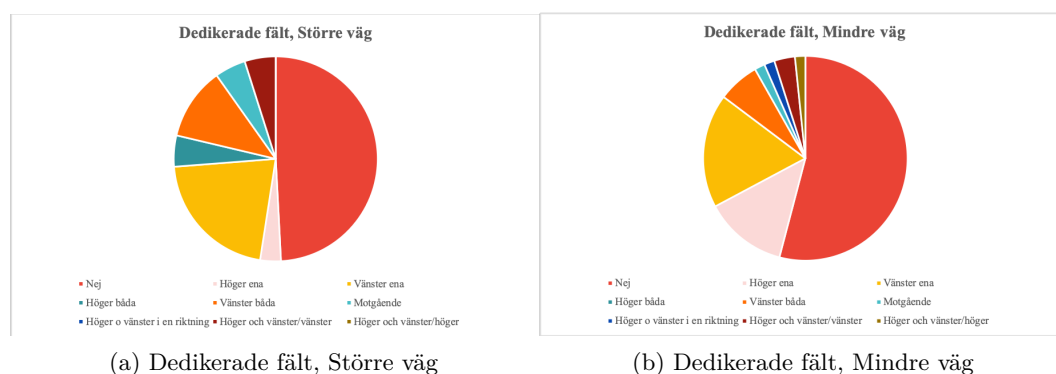
Histogrammet i figur 4 visar att den huvudsakliga spridningen av olycksfrekvensen är mellan 0 och 24 olyckor per dag under den undersökta tidsperioden mellan 2005-2018, i de undersökta korsningarna. Utav histogrammet framgår att det finns ett antal korsningar där olycksfrekvensen är högre än för resterande urval. Genom att kombinera denna data tillsammans med bilaga (EXCELL) kan korsningarna med

högst olycksfrekvens identifieras som "Plats 2" och "Plats 24" med 56 olyckor vardera. Den höga olycksfrekvensen gör dessa platser intressanta för resterande undersökning.

I figur 4 presenteras även det kumulativa procenttalet utav den orangea kurvan. Den visar bland annat att 85-90 procent utan korsningarna har mindre än 24 olyckor per korsning utifrån den insamlade olycksdatan.

### 2.3.3 Analys av urvalets spridning baserat på dedikerat körfält som variabel

Variabeln *dedikerade körfält* tar hänsyn till om korsningen har ytterligare filer där endast en typ av sväng förekommer, till exempel en vänstersväng. Diagrammen i figur 5 visar fördelningen av olika alternativ för de större respektive de mindre vägarna.

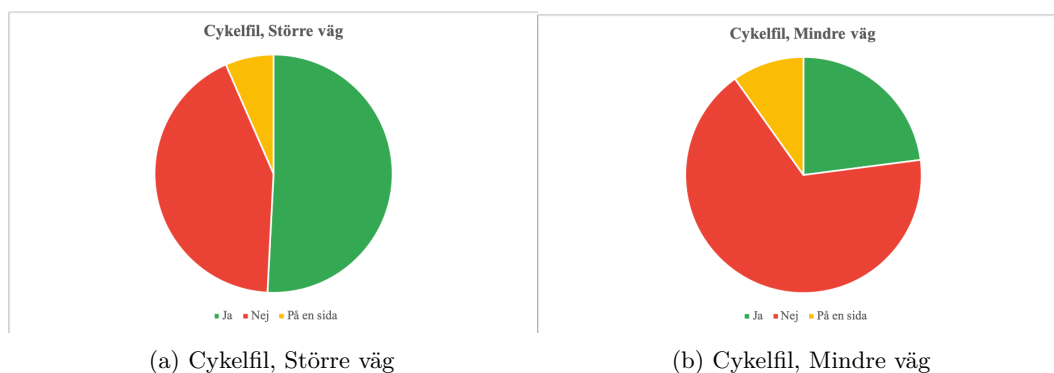


Figur 5: Variation av förekomsten av dedikerat körfält vid de undersökta korsningarna

Enligt cirkeldiagrammen i figur 5 förekommer en del olika fall av dedikerade körfält inom urvalet. Detta innebär att urvalet inte är homogent med hänsyn till utformningen av korsningarnas filer. Diagrammen visar däremot att majoriteten av både de större och mindre vägarna inte har något dedikerat körfält.

### 2.3.4 Analys av urvalets spridning baserat på cykelfil som variabel

*Cykelfilernas* data är uppdelad efter huruvida vägarna i korsningarna har cykelfiler i anslutningen på båda sidor, på en av sidorna eller om det saknas cykelfiler. Diagrammen i figur 6 visar fördelningen av korsningar med bussfiler för de större respektive mindre vägarna.



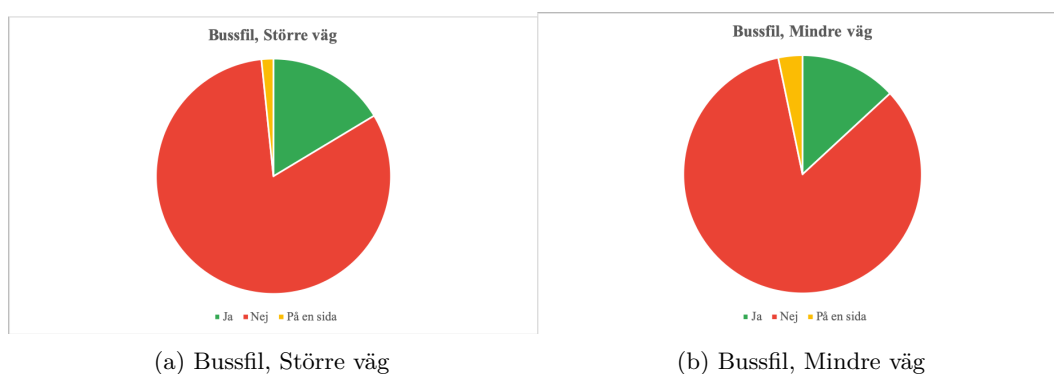
Figur 6: Variation av förekomsten av cykelbil vid de undersökta korsningarna

Cirkeldiagrammet i figur 6a visar att det förekommer en relativt jämn fördelning mellan de större vägarna som har cykelfiler på båda sidor eller de som inte har cykelfiler i anslutning till korsningen. En liten andel av urvalet har endast cykelfiler på en sida av den större vägen i korsningen.

Cirkeldiagrammet i figur 6b visar att majoriteten av de mindre vägarna inte har någon cykelbil i anslutning till korsningarna. Fler vägar ligger i anslutning till cykelfiler på båda sidor än på endast ena sidan.

### 2.3.5 Analys av urvalets spridning baserat på bussfil som variabel

*Bussfilernas* data är uppdelad beroende på om det finns bussfiler på båda sidor, på en av sidorna eller om det saknas bussfiler i anslutning till vägarna i korsningen. Diagrammen i figur 7 visar fördelningen av korsningar med bussfiler för de större respektive mindre vägarna.



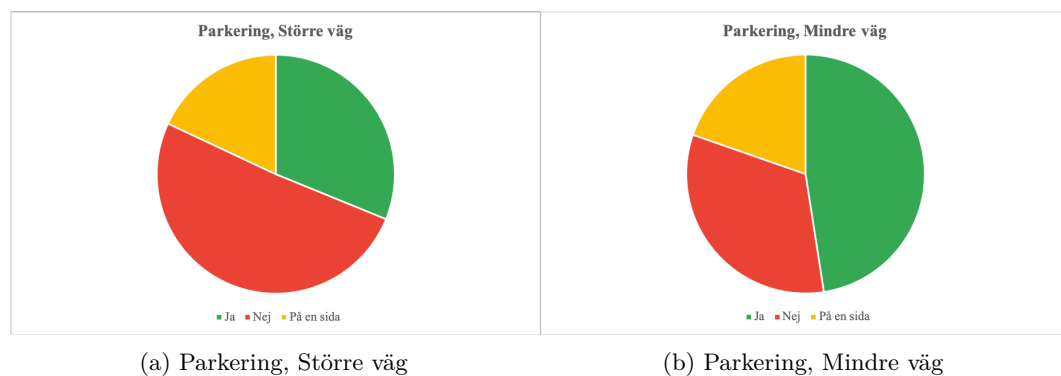
Figur 7: Variation av förekomsten av bussfil vid de undersökta korsningarna

Cirkeldiagrammen i figur 7 visar att urvalet är homogent beträffande förekomsten av bussfiler. En stor majoritet av både de större och mindre vägarna i korsningarna

ligger inte i anslutning till bussfiler. Det finns några korsningar som har anslutning till bussfil som skiljer sig från resterande urval.

### 2.3.6 Analys av urvalets spridning baserat på parkering som variabel

*Parkeringarnas* data är uppdelad utifrån om vägarna ligger i anslutning till parkering på båda sidor, på ena sidan eller inte alls. Diagrammen i figur 8 visar uppdelningen utifrån korsningarnas utformning för de större respektive mindre vägarna.

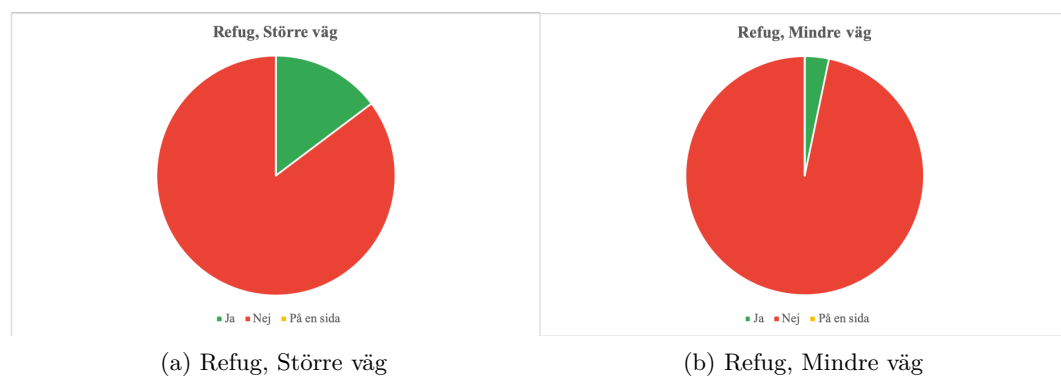


Figur 8: Variation av förekomsten av parkering vid de undersökta korsningarna

Cirkeldiagrammen i figur 8 visar att urvalet av korsning är inhomogent gällande om anslutning till parkering vid vägkanterna finns eller inte. Urvalet ses som mångfaldigt i denna aspekt.

### 2.3.7 Analys av urvalets spridning baserat på refug som variabel

*Refugernas* data är uppdelad utifrån om korsningarna har refuger eller inte. Diagrammen i figur 9 visar denna indelning för de större respektive mindre vägarna.



Figur 9: Variation av förekomsten av refug vid de undersökta korsningarna

Cirkeldiagrammen i figur 9 visar att urvalet är homogent. Majoriteten av korsningarna har inte refuger i sin utformning och de som har det anses som avvikande.

### **2.3.8 Övriga variabler**

Det finns vissa variabler som beaktas vid modelleringen, men som inte kommer att vara med i senare modell. Dessa variabler kan i vissa fall ses som avstickare från korsningarnas utformning och dessa resultat anses därför inte lika trovärdiga som för övriga korsningar.

Alla korsningar som tas med i beräkningen är fyrvägs korsningar. Ett fåtal av korsningarna har en riktning i form av en enkelväg, vilket innebär att det inte finns något signalljus i denna riktning. Detta anses som en avvikelse från de undersökta korsningarnas utformning, men beaktas ändå vid beräkning. De noteras däremot i datan och dess resultat viktas.

Vissa korsningar har en mer specifik utformning när det gäller dess filer. Exempel på en sådan utformning är då två filer innan korsningen sammanfogas till en fil efter att bilen har kört genom korsningen. I dessa fall har högst antalet filer valts för att göra ett konservativt antagande.

Trottoarer och övergångsställen finns i anslutning till alla vägar, både de mindre respektive de större vägarna, i samtliga undersökta korsningar.

### **2.3.9 Korrelationsanalys mellan trafikvolym och resterande variabler**

Det undersöks huruvida det finns ett samband mellan en ökande trafikvolym och förekomst av parkering, cykelfiler, bussfiler och olyckor. Detta undersöks med en numerisk korrelationsanalys. För att genomföra analysen används datanalytiska verktyget i programmet *Excel*. Verktöget genomför en kvantitativ analys vilket genererar ett värde mellan -1 och 1. Om det genererade korrelationsvärdet är nära 0 indikerar analysen att ingen korrelation finns, men då korrelationsvärdet är nära -1 eller 1 finns troligtvis en stark korrelation mellan variablerna. För de variabler som inte kvantifierats utan istället förekommer som "ja" eller "nej" representeras ja av siffran 1 och nej av siffran 0. Ett korrelationsvärde över 0,5 indikerar att det är sannolikt att en korrelation finns. Tabellerna 1 och 2 visar korrelationen mellan olika undersökta parametrar och trafikvolymen.

Tabell 1: Korrelationsanalys för respektive variabel för större gator

Variabel	Trafikvolym
Parkering	-0,355
Cykelfil	0,248
Bussfil	0,150
Refug	0,058
Olyckor	0,216

Tabell 2: Korrelationsanalys för respektive variabel för mindre gator

Variabel	Trafikvolym
Parkering	-0,511
Cykelfil	0,375
Bussfil	0,299
Refug	-0,030
Olyckor	0,652

Analysen visar att det troligtvis finns ett negativt samband mellan en ökande trafikvolym och förekomst av parkering. Sambandet kan bero på att parkering längs med en gata sänker effektiviteten på trafikflödet vilket inte är önskvärt på platser med hög trafikvolym. Undersökningen visar även att det finns ett positivt samband mellan trafikvolym och olyckor på mindre gator, något som ligger i linje med det förväntade resultatet. Däremot visar inte korrelationsanalysen att ett samband mellan ökande trafikvolym och olyckor finns längs de större gatorna. Dataanalysen indikerar att det inte finns ett samband mellan trafikvolymen och förekomst av cykelfiler, bussfiler och refuger.

## 2.4 Modellering av förväntad olycksfrekvens

För att undersöka hur väl varje korsning presterar utifrån ett olycksperspektiv beräknas ett förväntat olycksantal som sedan kan jämföras med det verkliga antalet olyckor som inträffat i korsningen. Det förväntade antalet olyckor kommer att beräknas med en *safety performance function*.

### 2.4.1 Safety Performance Function

En *safety performance function* (SPF), beräknar det förväntade antalet olyckor genom att ta hänsyn till det dagliga trafikflödet samt platsens utformning [U.S. Department of Transportation, uå]. Den generella funktionen för korsningar är

beskriven i ekvation 1.

$$Förväntade olyckor = e^{\alpha + \beta_1 * \ln(AADT_{strörreväg}) + \beta_2 * \ln(AADT_{mindreväg})} \quad (1)$$

där

$Förväntadeolyckor$  = Förväntad olycksfrekvens under en period på 14 år

$AADT_{huvudväg}$  = Genomsnittligt trafikflöde (med hänsyn till antal filer), större väg

$AADT_{sidoväg}$  = Genomsnittligt trafikflöde (med hänsyn till antal filer), mindre väg

$\alpha$  = Koefficient

$\beta_1$  = Koefficient

$\beta_2$  = Koefficient

I den generella funktionen består de ingående variablerna endast av trafikflöden. Då denna undersökning även tar hänsyn till cykelfiler, bussfiler samt refuger krävs det att funktionen kan hantera ytterligare variabler. I ekvation 2 beskrivs hur ytterligare en variabel, X, kan föras in i den generella ekvationen med hjälp av att en koefficient,  $\beta_3$ .

$$Förväntade olyckor = e^{\alpha + \beta_1 * \ln(AADT_{strörreväg}) + \beta_2 * \ln(AADT_{mindreväg}) + \beta_3 * X} \quad (2)$$

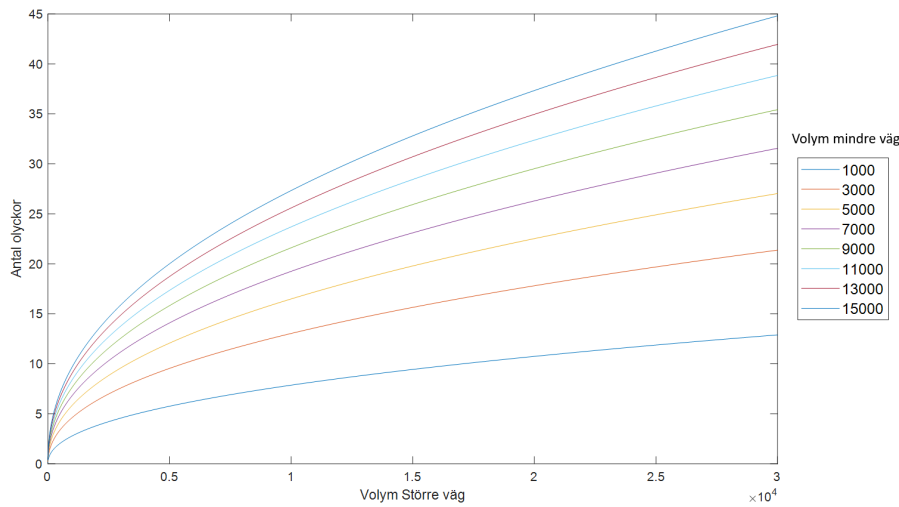
För att funktionen ska kunna användas för de undersöka korsningarna måste en kalibrering av koefficienter ske. Kalibreringen utgår från de verkliga olycksantalen samt korsningarnas utformning.

#### 2.4.2 Framtagning av värden på ekvationens koefficienter

Vid framtagning av koefficienter har datorprogrammet *Rstudio* använts. Rstudio är en del av programvaran R som är ett programmeringsspråk för statistisk databehandling (Rstudio, 2020). Vid analysen har de framtagna olycksfrekvenskerna, trafikvolymerna samt förekomst av parametrarna; bussfil, parkering, cykelfil och refug använts. Genom Rstudios funktion "NBmodel" skapas funktioner som beskriver den teoretiska mängden olyckor som alstras vid de framtagna trafikvolymerna. Modelleringen genomförs initialt med antagandet att de parametrar som behandlar korsningens utformning inte påverkar olycksfrekvensen. Modellering, med det här antagandet, ger en generell ekvation som redovisas nedan, ekvation 3.

$$Förväntade olyckor = e^{-5.265 + 0,452 * \ln(AADT_{strörreväg}) + 0,4682 * \ln(AADT_{mindreväg})} \quad (3)$$

Figur 10 är en illustration av hur den egna framtagna generella ekvationen ändras beroende på hur trafikflöden på de mindre vägarna i korsningarna varierar.



Figur 10: Beräknat antal olyckor per volym med den första versionen av SPF

Därefter utförs en modellering av nya ekvationer där förekomst av övriga variabler beaktas. För att hitta den mest verklighetstroga ekvationen utförs analysen för alla kombinationer av variabler. Analysen resulterar i ett antal funktioner vilka beskriver olycksfrekvensen som en konsekvens av trafikvolym och en eller flera övriga parametrar. De framtagna koefficienterna för samtliga funktioner redovisas i tabell 3.

Tabell 3: Koefficienter respektive variabel, kombination av variabler samt större och mindre väg

	Bas	Volym större	Volym mindre	Cykelfil större	Cykelfil mindre	Bussfil större	Bussfil mindre	Refug större	Refug mindre
Cykelfil	-5,22417	0,44767	0,46475	0,02181	0,02095				
Bussfil	-5,10324	0,45757	0,43626			-0,29448	0,461		
Refug	-5,92619	0,52293	0,46272				0,22443	0,41546	
Cykelfil, Bussfil	-5,17203	0,47425	0,42942	-0,05953	0,02858	-0,31369	0,46346		
Cykelfil, Refug	-5,96095	0,53558	0,45345	-0,03637	0,04436			0,24538	0,40475
Bussfil, Refug	-5,47318	0,49781	0,42913		-0,23804	0,49291	0,26966	0,12528	
Allt	-5,63019	0,53758	0,40846	-0,11995	0,09094	-0,2723	0,50595	0,32181	0,0965

### 2.4.3 Undersökning av modellens relation till verkligheten genom AIC

Analysen i *Rstudio* genererar ett AIC-värde vilket är en måttstock på hur väl den framtagna ekvationen passar det dataset som ekvationen baserats på. AIC-värdena varierar från 1. Ett värde nära 1 indikerar att datasetet och ekvationen matchar. Ett högt AIC-värde indikerar att den framtagna ekvationen är opassande till det givna datasetet. Ekvationen där endast förekomst av bussfil har analyserats till ett AIC-värde på 430,81 och är den ekvation med lägst AIC-värde. Detta indikerar att detta är den ekvation som är mest rättvis för att beskriva antalet olyckor i de valda korsningarna. Skillnaden till det högsta AIC-värdet, 439,74, är däremot relativt marginell. AIC-värdet för samtliga ekvationer redovisas i tabell 4 nedan.

De olika parametrarna förekommer olika frekvent och korrelerar med andra parametrar olika mycket. Detta innebär att vissa parametrar kan beaktas som mer eller mindre relevanta för resultatet vid olika korsningar. Olika kombinationer av variabler som undersöks är:

- Endast volym (V)
- Cykelbil (C)
- Bussfil (B)
- Refug (R)
- Cykelbil + Bussfil (C+B)
- Cykelbil + Refug (C+R)
- Bussfil + Refug (B+R)
- Cykelbil + Bussfil + Refug (C+B+R)

Tabell 4: AIC-värde för samtliga ekvationer

Variabel	AIC-värde
V	433,88
C	437,85
B	430,81
R	435,81
C+B	434,68
C+R	439,74
B+R	433,09
C+B+R	436,53

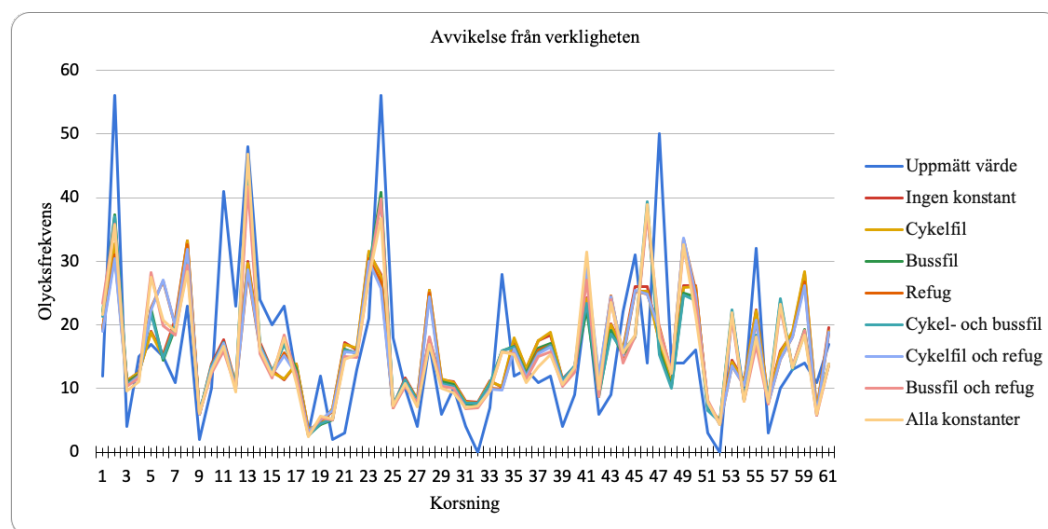
För att skapa en så inkluderande funktion som möjligt bestäms den slutgiltiga funktionen till cykelofil + bussfil + refug.

Parametern parkering har en så pass stor korrelation med trafikvolymen, att inkludering av denna data leder till missvisande värden för beräkningarna, och har därför exkluderats.

#### 2.4.4 Undersökning av modellens relation till verkligheten genom ytterligare analys

För att ytterligare jämföra ekvationerna som baseras på olika kombinationer av variabler mot den generella ekvation, och med det avgöra vilken som är mest lämplig att gå vidare med, framställs följande diagram.

Figur 11 består av ett linjediagram som visuellt visar vilken av ekvationerna som bäst överensstämmer med linjen för originalekvationen. Den blå linjen representerar originalekvationen och resterande färger representerar ekvationer då övriga kombinationer av variabler är medräknade.

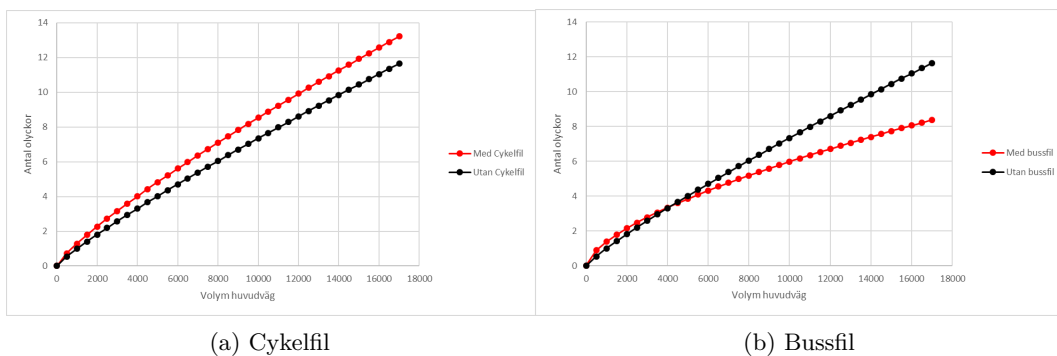


Figur 11: Diagram där den blå grafen visar verkligheten, de andra färgerna visar avvikelsen från denna

#### 2.4.5 Analys av utvalda variablers inverkan på olycksfrekvensen

För att få en överblick av vad olika faktorer har för inverkan på olycksfrekvensen görs ett urval av parametrar för att se den specifika påverkan av en viss parameter. Eftersom datan för parkering har en hög korrelation med trafikvolymen (ett korrelations värde över -0,5) utesluts dessa. Refuger bedöms inte finnas vid tillräckligt många korsningar för att kunna se pålitliga samband. Därför görs analysen för buss- och cykelfiler.

För att undersöka hur en specifik faktor påverkar antalet olyckor skapas två generella SPF-funktioner som är baserade på två olika dataset. De två dataseten består av korsningar med liknande geometri förutom den faktorn som undersöks. Ett dataset innehåller korsningar där den undersökta faktorn är närvarande medan det andra settet består av de korsningar som inte har faktorn. Genom att jämföra de två SPF-funktionerna kan en slutsats om hur den undersökta faktorn påverkar olycksfrekvensen konstateras. I figur 12a visas hur ett större antal olyckor kan förväntas i en korsning om det finns cykelfiler jämfört med om korsningen inte innehåller cykelfiler. Om bussfiler finns i korsningen kan ett färre antal olyckor förväntas vid högre trafikvolym, detta illustreras i figur 12b.



Figur 12: Antalet förväntade olyckor för liknande korsningar med och utan undersökt faktor

## 2.5 Slutgiltigt val av bäst lämpad SPF-funktion

För att kunna beskriva och förutse olycksfrekvensen i en godtycklig signalerad fyrvägs-korsning väljs en av de framtagna ekvationerna. Jämförelse av samtliga ekvationers förutsedda antal olyckor och det verkliga utfallet visar att det finns skillnader mellan ekvationerna som, trots att värdet på den numera är skillnaden kan vara liten, anses vara av stor betydelse.

Jämförelsen med verkligheten visar att de två ekvationerna där antalet olyckor är beroende av bussfiler och trafikvolym respektive endast trafikvolym resulterar i det mest verklighetstrogn resultat. Ekvationerna studeras också utifrån de AIC-värden som ekvationerna genererar. Den ekvation som beskriver antalet olyckor som en funktion av trafikvolymerna och förekomst av bussfiler överstämmer mest med verkligheten både utifrån verklighetstestet och AIC-värdet. Därav väljs denna ekvation som den som är mest lämpad för att förutse antalet olyckor i en godtycklig korsning.

### 3 Resultat

Den valda funktionen som anses mest lämpad för att beskriva olycksfrekvensen i en godtycklig signalerad fyrvägs korsning presenteras nedan i ekvation 4. Ekvationen visar på ett positivt samband mellan antalet förväntade olyckor och trafikvolymen längs både den större och den mindre vägen. Vidare visar ekvationen att antalet olyckor förväntas vara lägre vid förekomst av bussfil längs den större vägen och högre vid förekomst av bussfil längs den mindre vägen.

$$Olyckor = e^{-5.103+0,458*\ln(AADT_{Störreväg})+0.436*\ln(AADT_{Mindreväg})-0.294*Buss_{Större}+0.461*Buss_{Mindre}} \quad (4)$$

där

$Olyckor$  = Förväntad olycksfrekvens under en period på 14 år

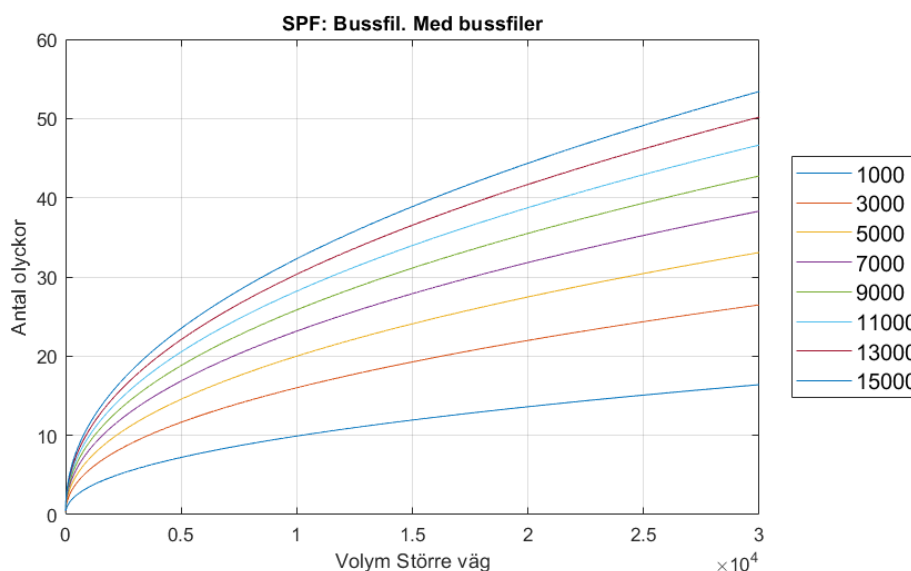
$AADT_{huvudväg}$  = Genomsnittligt trafikflöde (med hänsyn till antal filer), större väg

$AADT_{sidoväg}$  = Genomsnittligt trafikflöde (med hänsyn till antal filer), mindre väg

$Buss_{Större}$  = Beskriver om bussfil finns på den större vägen (anges som 0 eller 1)

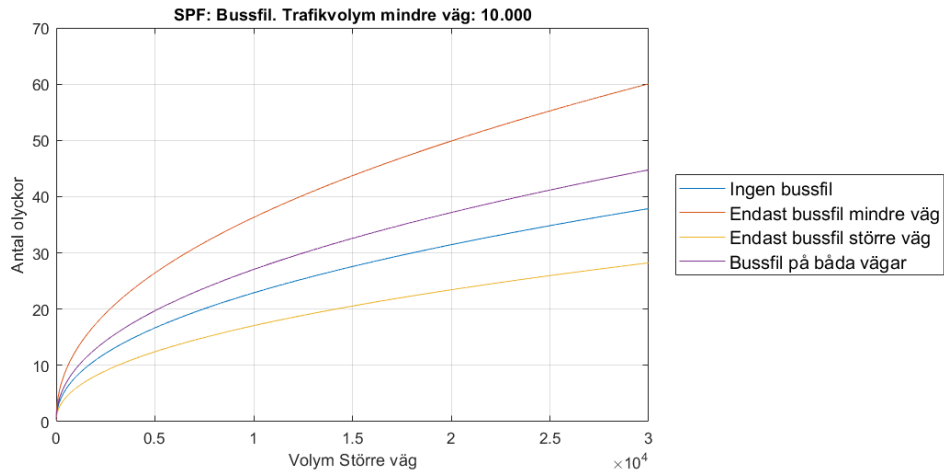
$Buss_{Mindre}$  = Beskriver om bussfil finns på den mindre vägen (anges som 0 eller 1)

I Figur 13 redovisas den förväntade olycksfrekvensen i en godtycklig signalerad fyrvägs korsning där bussfiler förekommer längs både den mindre och den större vägen. Den illustrerar hur antalet förväntade olyckor i en sådan korsning förändras till följd av att trafikvolymen längs den större vägen ökar. De olika graferna representerar olika konstanta trafikvolymerna längs den mindre vägen.



Figur 13: Den slutgiltiga ekvationen med olika konstanta trafikvolymerna på den mindre vägen

Figur 14 visar hur förekomst av bussfiler kommer att påverka det förutsedda antalet olyckor. Det går också att se att bussfilernas placering i korsningen har en mycket stor påverkan på det förväntade antalet olyckor där korsningar med bussfilen på den mindre vägen kan förväntas ha dubbelt så många olyckor som korsningar med bussfilen på den stora vägen.



Figur 14: Den slutgiltiga ekvationen med varierande bussfiler

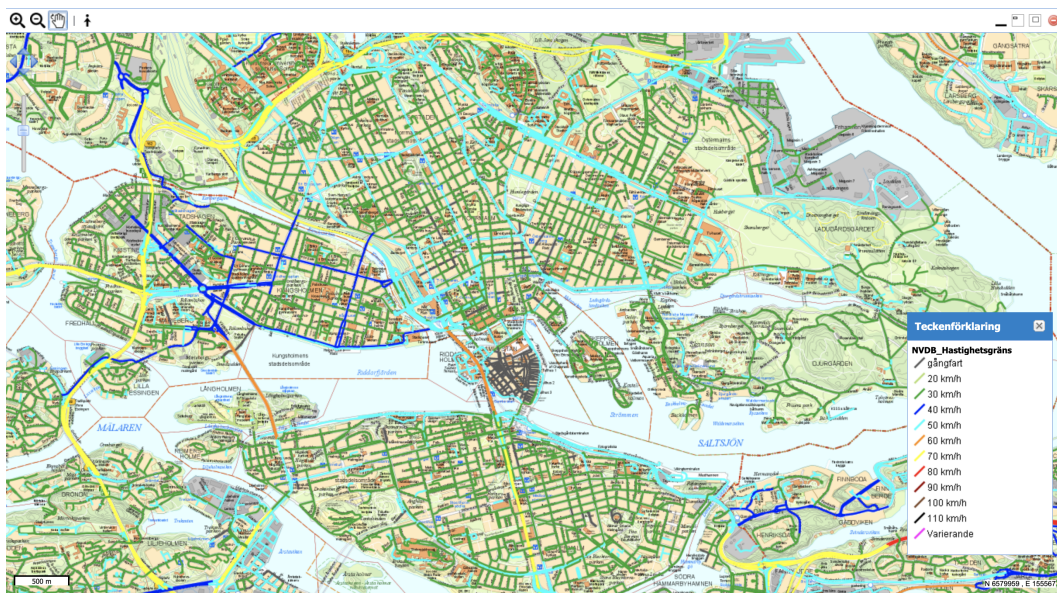
## 4 Förbättringsåtgärder

Resultat från SPF-funktionen visar att den mängd trafikvolym som dagligen passerar genom en korsning har en stor inverkan på korsningens olycksfrekvens, detta illustreras i figur 13. Den korrelationsanalys som genomfördes visade också på att det finns en positiv korrelation mellan trafikvolymen och antalet olyckor, detta kan ses i tabell 1 samt tabell 2. Detta antagande stärks också av boken *The Handbook of Road Safety Measures* där trafikvolym namnges som den faktor som har störst påverkan på antalet olyckor [Elvik and Vaa, 2004]. I kapitel 3.5 (*The Total Amount of Travel (Traffic Volume)*) undersöks olika faktorer påverkan på antal olyckor per län per månad i olika delar av Norge. Faktorer som exempelvis månad på året, väderförhållanden, dagsljus, län, regler på rapportering av olyckor och slumpmässiga variationer tas i beräkning. Resultatet visar att trafikvolymen, räknad som enskild variabel, har dubbelt så stor inverkan på antalet olyckor än alla andra variabler tillsammans. Detta ska, enligt författarna, gälla oavsett plats i världen.

På grund av trafikvolymen stora påverkan på olycksrisken bör förbättringsåtgärder i trafiken på något sätt behandla trafikflödet. Ett uppenbart alternativ skulle vara att minska den totala trafikvolymen som finns i korsningarna och städerna, detta kan dock vara svårt att genomföra. Enligt Trafikverket (2018) kommer personbilstrafiken att öka med 31 % mellan 2014 och 2040 [Trafikverket, 2018]. För att minska den totala trafikvolymen skulle alltså först den förutspådda trafikökningen behöva förhindras och sedan kan åtgärder för att minska trafiken kunna göras. Därför skulle lösningen istället kunna vara att utforma korsningarna så att de på ett säkert sätt kan hantera den nödvändiga trafikvolymen. Den effekt som en korsnings utformning kan ha ses i figur 14 under resultat där olika placeringar av bussfiler kan resultera i att det förväntade antalet olyckor fördubblas. Detta kapitel kommer att undersöka hur trafiksäkerheten i en korsning kan ökas genom att förändra utförandet.

### 4.1 Hastighetssäkring

I korsningar där olyckor sker, där trafikvolymen är hög, kan det vara aktuellt att försöka inverka på förarnas körsätt genom att vidta hastighetsänkande åtgärder för att på så sätt öka trafiksäkerheten. Hastighetsgränserna inom det trafiknät som utgör utvalt område presenteras i figur 15.



Figur 15: Hastighetsgränser i Stockholms innerstad markerade i olika färger [Stockholms stads Trafikkontor (Kartograf), 2020]

Eftersom kartan i figur 15 visar att majoriteten av vägarna har en hastighetsgräns på 30 km/h anses det inte aktuellt att sänka hastighetsbegränsningen ytterligare. Det är däremot fortfarande aktuellt att vidta åtgärder som gör att föraren håller sig under hastighetsgränsen och tvinga denne att sakta ner under tiden fordonet passerar genom korsningen. Det är därför viktigt att statliga styrmedel används på ett sätt som gör att de respekteras och därmed följs. Detta redogörs ytterligare i senare avsnitt.

#### 4.1.1 Räfflat väglag

Ett räfflat väglag innebär ojämnheter i marken som orsakar vibration och buller för föraren [Elvik and Vaa, 2004]. För att minska dessa obekvämligheter behöver fordonets hastighet sänkas. Väglaget kan bestå av en grov vägyta eller skapas med hjälp av plastremor som placeras tvärs över vägen.

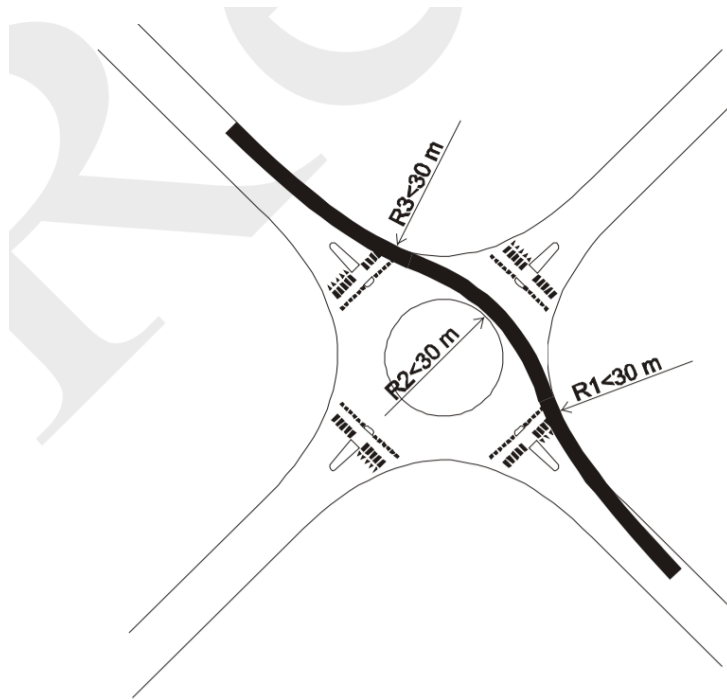
#### 4.1.2 Portar

kapitel 8.7.3 (VGU) Portar kan anses vara både en fysisk och/eller visuell åtgärd [Trafikverket, 2018]. Den visuella funktionen brukar oftast bestå av vegetation av olika slag, men kan även vara i form av exempelvis belysning. Förskjutningar i vägen, att smala av vägen, utforma cirkulationsplatser eller gupp i underlaget är exempel på fysiska åtgärder.

- Cirkulationsplats

En cirkulationsplats fungerar i sig som en slags port [Trafikverket, 2018]. På de platser där trafikvolymen belastar korsningen, i allt för stor utsträckning, kan det vara lämpligt att bygga om till en cirkulationsplats.

Enligt figur 16 nedan



Figur 16: Utformning av radier i en cirkulationsplats (FIGUR 10.58 i VGU) [Trafikverket, 2018]

Enligt Trafikverket ska  $R1 < R2 < R3$  och  $R3 < 30$  meter resulterar i en hastighetssäkring på runt 30 km/h.

- Sidoförskjutning med avsmalning
- Sidoförskjutning utan avsmalning
- Enkel eller dubbelsidig avsmalning

#### 4.1.3 Gupp

Enligt Trafikverket (2018) är det möjligt att främja låg hastighet på en lågfartsgata (som har en hastighet som inte överstiger 30 km/h) genom att placera ut gupp eller ramper. Att utforma gupp har en mer effektiv påverkan på rådande hastighetssänkning än avsmalningar och förskjutningar av väg via, exempelvis, portar.

Diskussion Gupp innebär däremot vissa svårigheter för exempelvis utryckningsfordon och kollektivtrafik. Enligt en undersökning svarade 35% av tillfrågade bussbolag

att de var emot gupp [Elvik and Vaa, 2004]. Detta beror främst på att det istället medför ryggsproblem för bussförarna, skador hos passagerare samt slitage av olika material.

Utformningen av guppet dimensioneras oftast efter utformningshastigheten för personbilar [Trafikverket, 2018]. Övriga tyngre fordon ska kunna passera guppet med en minsta hastighet på 15 km/h. Ett gupp bör placeras och/eller utformas så att en förbikörning av ett fordon i motsatt riktning inte är möjlig utan att passera denna åtgärd.

- **Platågupp**

En upphöjd korsning är en typ av platågupp [Trafikverket, 2018]. Upphöjda cykel- och gångpassager är främst till för att minska olyckor med oskyddade trafikanter men bidrar till en hastighetssäkring som även gör trafiksituationen mellan motorfordon tryggare. För att underlätta för tyngre fordon kan platågupp utformas så att båda axlarna på fordonet får plats över guppet samtidigt. Det är viktigt att gränsen mellan plåtå samt gång-/cykelbana är tydlig för oskyddade trafikanter.

- **Väggkudde**

Användning av en väggkudde är som mest lämplig på en väg där det eftertraktas samma hastighet för personbilar som kollektivtrafik [Trafikverket, 2018]. Om kudden utformas enligt nedanstående mått blir hastigheten lägre än 30 km/h för 85% av både personbilar och bussar, enligt Trafikverket.

- Tvärlägd: plåtå 1200 mm, 80 mm över gatuplanet och lutning 1:5 åt sidorna
- Längslägd: plåtå 2000 mm, 80 mm över gatuplanet och lutning 1:10 före och efter plåtå i körriktningen

- **Cirkelgupp**

För att uppnå en hastighetssäkring på 30 km/h utav personbilar vilket medför en hastighetssäkring på 15 km/h för tyngre fordon behövs ett cirkelgupp med längden 3,7 meter samt en radie på 17 meter [Trafikverket, 2018]. Önskas en ytterligare hastighetssänkning på 25 km/h ska guppet vara 3 m långt och ha en radie på 11 meter. Det är viktigt att, på de vägar där bussar passerar, anpassa guppet så att fordonet inte vippar för mycket.

## 4.2 Separering av filer

Att dela upp trafiken i olika kanaler har två delad effekt. Dels ökar det framkomligheten i korsningen och dels skapar det en högre tydlighet för hur föraren. I boken *The Handbook of Road Safety Measures* redogör författarna R. Elvik och T. Vaa för olika sätt att öka uppdelningen av trafiken i en korsning [Elvik and Vaa, 2004].

Åtgärderna består av att skapa dedikerade körfält för specifika riktningar vilka kan separeras från de övriga körfälten genom antingen målade vägmarkeringar eller en fysisk barriär i form av en refug [Elvik and Vaa, 2004]. R. Elvik och T. Vaa redogör för konsekvenserna för fem typer av separering. Dessa är separering av filer längs mindre väg, vänstersväng längs huvudväg, högersväng längs huvudväg, genomfartsfiler längs med huvudväg samt en kombination av alla ovanstående alternativ. Vidare presenterar författarna hur olycksstatistiken påverkas av de olika åtgärderna vilket presenteras nedan i Tabell 5

Tabell 5: Förändring i olycksstatistik efter separering av körfält. Utdrag från *The Handbook of Road Safety Measures* [Elvik and Vaa, 2004]

Åtgärd	Procentuell förändring
<b>Refug på mindre väg</b>	
Olyckor med personskador	-17
Övriga olyckor	-34
<b>Skild vänstersväng</b>	
Olyckor med personskador	-4
Övriga olyckor	-16
<b>Målad vänstersväng</b>	
Olyckor med personskador	28
Övriga olyckor	-26
<b>Skild högersväng</b>	
Olyckor med personskador	-13
Övriga olyckor	-19
<b>Total separation av körfält</b>	
Olyckor med personskador	-27
Övriga olyckor	-13
<b>Målad separation av körfält</b>	
Olyckor med personskador	-57
Övriga olyckor	

Tabellen visar att av dessa åtgärder är full separering, både fysisk och målad, samt fysisk separering av filer vid de mindre vägarna är mest effektiva åtgärderna för att minska olycksfrekvensen. Noterbart är även att en målad vänsterfil längs med huvudvägen ökar olycksrisken enligt den här statistiken ökar risken att olyckor med personskador uppstår.

### 4.3 Förskjutning av korsning

Förskjutning av en fyrvägskorsning innebär att fyrvägskorsningen delas upp i två T-korsningar med ett mindre avstånd mellan dem [Elvik and Vaa, 2004]. Ur olyckssynpunkt är detta fördelaktigt eftersom att antalet konfliktpunkter mellan fordonen reduceras från 32 i en fyrvägskorsning till nio i båda T-korsningarna [Elvik and Vaa, 2004]. Effekten av den här åtgärden varierar beroende på kvoten mellan trafikvolymen på huvudvägen och den mindre vägen. För korsningar där den mindre vägen har en trafikvolym under 15 procent av huvudvägen är den här åtgärden ej önskvärd eftersom att det ökar olycksfrekvensen. Vid korsningar där trafikvolymen längs den mindre vägen är antingen måttlig, (15-30 procent), eller hög, (över 30 procent), i kontrast till huvudvägen reduceras antalet olyckor med 25 respektive 33 procent.

Tabell 6

Trafikvolym mindre väg	Procentuel förändring
<b>&lt;15 % av större väg</b>	
Olyckor med personskador	35
Övriga olyckor	15
<b>15-30 % av större väg</b>	
Olyckor med personskador	-25
Övriga olyckor	0
<b>&gt;30 % av större väg</b>	
Olyckor med personskador	-33
Övriga olyckor	-10
<b>Alla olyckor</b>	
Olyckor med personskador	-20
Övriga olyckor	3

Nackdelen med den här åtgärden är att den kräver att det finns utrymme för minst en av de mindre vägarna att flyttas och anslutas längre ned längs med huvudvägen. I stadsmjöer är det här inte alltid möjligt.

### 4.4 Öka sikten

Genom att öka sikten för förarna får de större möjlighet att avläsa situationer medan de kör mot och in i korsningen [Elvik and Vaa, 2004]. Siken kan ökas genom att ta bort eller flytta på objekt eller växter som eventuellt minskar förarens möjlighet att se korsningen. Det är viktigt även innan föraren anländer till korsningen eftersom föraren bör ges möjligheten att tidigt avläsa trafiken längs korsningens andra vägar. Enligt de undersökningar som summerats i boken *The Handbook of Road Safety*

*Measures* kommer olyckorna med personskador minska med 3 procent och övriga olyckor med 15 procent.

#### **4.5 Planskilda korsningar**

Ett sätt att separera trafiken från huvudvägen och den mindre vägen är att bygga om korsningarna till planskilda korsningar. Som namnet antyder delas de här korsningarna upp i två olika plan som separeras genom att de ligger på olika höjdnivåer [Elvik and Vaa, 2004]. Vanligast är att den mindre vägen går över huvudvägen på en bro men den höjdskillnaden kan även skapas genom tunnel under huvudvägen. Plansepareringen gör att antalet konfliktpunkter i korsningen reduceras avsevärt vilket gör att även olycksrisken minskar. Undersökningar visar att ombyggnad från fyrvägs korsning till planskilkorsning minskar antalet olyckor med 50 procent [Elvik and Vaa, 2004].

## 5 Diskussion

Under projektets gång har vissa aspekter och variabler jämförts med varandra. Detta leder till gruppens egna reflektioner som presenteras i diskussionen.

### 5.1 Avgränsningar

En av de mest övergripande och därmed på sitt sätt avgörande avgränsning, är att datan kommer från endast en stad, vilket i detta fall är Stockholm. Det är även Stockholms innerstad, vilket gör att datan är specifik till en förhållandevis intensiv trafikmiljö med låga hastigheter och mycket som händer runtomkring. Detta utesluter många andra trafikmiljöer som exempelvis landsvägar, eller helt enkelt områden som ligger utanför en innerstad med ett visst trafikflöde.

Studien baseras på ungefär 60 korsningar, vilket möjligtvis inte gör resultatet tillräckligt nyanserat i vissa avseenden. För att få ett så verklighetstroget resultat hade ytterligare data varit relevant.

### 5.2 Påverkan från ett homogent respektive inhomogent urval

I metodavsnitt 2.3 *Preliminär data* utläses olika karaktäristiska egenskaper kopplat till urvalet av korsningar. Det framgår att urvalet, utifrån vissa variabler, kan anses vara homogent medan det i andra ses som inhomogent.

Det slumpmässiga valet av de korsningar som ingår i urvalet är gjort i syfte att representera trafiknätet i fråga på bästa sätt. Det är de slumpmässigt utvalda korsningarna som avgör vilka variabler som ska inkluderas i den förväntade olycksmodelleringen.

Enligt analys utav samtliga variabler framgår det att utifrån variablerna *bussfil*, *refug* anses urvalet vara homogent, se figurer 7 och 9. Detta innebär att undersökningen i stort sätt endast innefattar korsningar som inte har en bussfil samt att det är få korsningar som innehåller någon typ av refug. Denna homogena spridning medför att undersökningen av korrelation mellan trafikvolym och dessa variabler kan vara missvisande. Detta eftersom urvalet domineras utav ett specifikt fall som medför att datan för det mer sällan förekommande fallet inte är tillräckligt omfattande för att dra slutsatser kring hur variabeln påverkar trafikvolymen.

Resultatet visar att det är modellen som innehåller variabeln bussfil som stämmer bäst överens med verkligheten. Det visar även att det är fördelaktigt att inkludera en bussfil i korsningen. Detta kan vara en konsekvens av att urvalet är litet och homogent.

## 5.3 Metod

Liknande studier kan utföras på flera olika sätt med förhoppningvis liknande utfall som denna rapport. Risken att en del felsteg har gjorts under projektets gång finns däremot, vilket hade kunnat leda till annorlunda resultat.

### 5.3.1 Val av korsningar

För att bestämma vilka korsningar som är relevanta, orienterade sig gruppen fram ned hjälp av *Google Maps*. Bilderna därifrån är insamlade över tid och har inte alltid sett likadana ut. Vissa korsningar har rekonstruerats sedan olycksstatistiken för dem togs fram.

### 5.3.2 Korrelationsanalys

### 5.3.3 Safety Performance Function

Funktionen diskuteras med och utan cykelfiler respektive bussfiler.

- **Med/utan cykelfiler**

I diagrammet som visas i figur 12a, framgår att ekvationen resulterar i en högre olycksrisk då korsningarnas utformning består av cykelfiler. En möjlig slutsats för detta är att olycksrisken ökar eftersom cykelfiler och dess trafikanter innebär ett ytterligare ett flöde som passerar. Då cyklister är oskyddade trafikanter är det ett trafikslag som förare av motorfordon naturligt beaktar i högre grad och kan därför bidra till att förarens uppmärksamhet distraheras. Detta resultat anses därför inte vara direkt kopplat till korsningens utformning utan indirekt då cykelfiler i utformningen leder till ett flöde av cyklister som kan distrahera föraren.

- **Med/utan bussfiler**

Diagram i figur 12b visar att den modellerade ekvationen resulterar i en mindre olycksrisk vid en viss trafikvolym då korsningarnas utformning innehåller bussfiler. En möjlig slutsats för detta är att olycksrisken minskar eftersom trafikrummets yta ökar och därmed ökar framkomlighet och komfort för motorfordon, och att flödet av bussar inte är lika intensivt i jämförelse med själva ytan för bussfilerna gör nytta.

Det främst oväntade resultatet är att olycksrisken är större med en anslutande bussfil upp till ett trafikflöde på cirka 400, men att risken för olyckor därefter minskar med den anslutande bussfilen, se figur 12b. Att förklara siffran 400 samt ett skifte överhuvudtaget är svårt eftersom det inte finns konkreta fall som påvisar detta. En möjlig förklaring till diagrammets variation kan bero på att urvalet av korsningar är homogent i avseendet att de flesta av dessa inte innehåller bussfiler. Detta kan ha bidragit till att resultatet blivit missvisande, och i detta fall hade det eventuellt sett

annorlunda ut om urvalet bestod av fler korsningar där det finns lika många som ligger i anslutning till en bussfil, som utan.

#### 5.3.4 AIC-värde

Ekvationen där endast förekomst av bussfil analyseras till det lägsta AIC-värdet, vilket indikerar att denna ekvation beskriver verkligheten bäst. Det förvirrande är att de flesta undersökta korsningar inte ligger i anslutning till en bussfil, vilket gör valet av ekvation baserat på AIC-värde mindre pålitligt i alla fall. Dessutom är skillnaden mellan det högsta respektive lägsta AIC-värdet marginell, vilket också ifrågasätter relevansen av analysen.

### 5.4 Olycksdatans tidsperiod

För att på enkelt kunna jämföra resultatet av de förväntade olyckorna med det tidigare dataset som användes i *ArcMap* ger även den resultat i form av en 14 års period. Eftersom trafikvolymen används i funktionen har medeltrafivolymen/fil/dag som enhet resulterar ekvationen i daglig olycksfrekvens under en 14 års period.

För att underlätta för senare analys kring förbättringsåtgärder konstrueras en ekvation som visar den dagliga olycksfrekvensen under 1 års tid för att med det ta fram en årlig olycksstatistik. Det observeras att under olycksdatans tidsperiod, mellan år 2005-2018, har en betydande utveckling av bilindustrin skett och människans bilkörande har ökat. (KÄLLA PÅ DETTA). Detta kan medföra att den framtagna olycksstatistiken är missvisande i den mån att den inte kan jämföras med kommande 14 års period, vilket medför att den modellerade ekvationen behöver uppdateras med nyare indata.

### 5.5 Val av förbättringsmetod

För att kunna fastställa en förbättringsmetod behöver flera aspekter tas hänsyn till. En åtgärd som lämpar sig bra i en specifik korsning, behöver inte göra samma nytta i en annan. Exempel på olika aspekter är trafikflöde, .., lagar... Detta leder vidare till att infrastrukturen skiljer sig åt på olika platser med olika förutsättningar.

### 5.6 Felkällor

För att få en så nyanserad undersökning som möjligt görs en analys av eventuella felkällor som är relevanta att presentera.

#### 5.6.1 Insamling av data

- Mörka timmar
- Påverkan av slumpmässiga variationer

- Statistiken varierat över tid
- Homogent urval
- Ickehomogent urval

## 6 Slutsats

## Referenser

- [Avelar et al., 2015] Avelar, R. E., Dixon, K. K., and Escobar, P. (2015). Evaluation of signalized-intersection crash screening methods based on distance from intersection. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2514(1):177–186.
- [Chen and Xie, 2016] Chen, C. and Xie, Y. (2016). Modeling the effects of aadt on predicting multiple-vehicle crashes at urban and suburban signalized intersections. *Accident Analysis & Prevention*, 91:72 – 83.
- [Elvik and Vaa, 2004] Elvik, R. and Vaa, T. (2004). *THE HANDBOOK OF ROAD SAFETY MEASURES*. Elsevier.
- [Engqvist et al., 2019] Engqvist, S., Lindvall, D., and Magnusson, I. (2019). Analys av gångtrafikanterers säkerhet i trafiken.
- [Google Maps (Kartograf), 2020] Google Maps (Kartograf) (2020). [digital karta]. Hämtad från: <https://www.google.com/maps/d/edit?hl=sv&mid=186xkgcd1FxeDGpqkn1c1oRvJ5QLlbW06&ll/>.
- [Li et al., 2019] Li, G., Wang, Y., Zhu, F., Sui, X., Wang, N., Qu, X., and Green, P. (2019). Drivers’ visual scanning behavior at signalized and unsignalized intersections: A naturalistic driving study in china. *Journal of Safety Research*, 71(1):219–229.
- [Stockholms Stads Trafikkontor, 2020] Stockholms Stads Trafikkontor (2020). Trafikflode motorfordon. Hämtad från: <https://dataportalen.stockholm.se/dataportalen/?SplashScreen=No>.
- [Stockholms stads Trafikkontor (Kartograf), 2020] Stockholms stads Trafikkontor (Kartograf) (2020). Nvdb-hastighetsgräns [digital karta]. Hämtad från: <https://dataportalen.stockholm.se/dataportalen/?SplashScreen=No>.
- [Trafikverket, 2018] Trafikverket (2018). *VGU, Vägars och gators utformning*. Trafikverket.
- [Trafikverket, 2020] Trafikverket (2020). Det här är nollvisionen. Tillgänglig: <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/Trafiksakerhet/det-har-ar-nollvisionen/>.
- [U.S. Department of Transportation, uå] U.S. Department of Transportation (u.å.). Signalized intersection safety strategies.

## 7 Bilagor

INSTITUTIONEN FÖR SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2020  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



**CHALMERS**