

Thesis 316

Elcyklisters trafiksäkerhet i korsningspunkter

- En metodutveckling

Anna Bertilsson

Linda Nyström

Trafik och Väg
Institutionen för Teknik och Samhälle
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet



Copyright © Anna Bertilsson, Linda Nyström

LTH, Institutionen för Teknik och samhälle
CODEN: LUTVDG/(TVTT-5283)/1-65 / 2018
ISSN 1653-1922

Tryckt i Sverige av Media-Tryck, Lunds universitet
Lund 2018

Examensarbete

CODEN: LUTVDG/(TVTT-5283)/1-65/2018

Thesis / Lunds Tekniska Högskola,
Institutionen för Teknik och samhälle,
Trafik och väg, 316

ISSN 1653-1922

Author(s): Anna Bertilsson
Linda Nyström

Title: Elcyklisters trafiksäkerhet i korsningspunkter

English title: Traffic safety of electrical assisted bicycles in crossings

Language: Swedish

Year: 2018

Keywords: Elcykel; trafiksäkerhet; videoanalys; interaktioner; hastighet; korsningspunkter

Citation: Bertilsson, A. & Nyström, L., *Elcyklisters trafiksäkerhet i korsningspunkter*. Lund, Lunds universitet, LTH, Institutionen för Teknik och samhälle. Trafik och väg 2018. Thesis 316

Abstract:

In the last couple of years, an increase of electric bicycle users has been shown in Sweden, a trend that is assumed to continue. With an electric bicycle, the ability to reach a higher speed, and with greater acceleration, enhances compared to a traditional bike. For the surrounding road users, these factors makes it difficult to determine speed and risks which can lead to an increasing uncertainty and insecurity around bike paths. Since the electric bicycles are a relatively new vehicle the research on electric bicycles are limited as well as the methods for evaluating its safety. This thesis is about evaluating the safety of electric bicycles. The main purpose of the study is to develop a method that can be used for studying the behaviour of electric bicycles by using a video analyse. The analyse involves statistics on gender, age, speed and the cars compliance to the obligation to give way at bicycle crossing as well as reviewing the behaviour and interactions between electric bicycles and cars. The study indicated that the electric bicycles rode in a higher speed compared to the traditional ones. No significant difference was to be noted regarding neither the amount nor severity of the interactions for electrical assisted bicycles versus traditional bicycles.

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

Förord

Denna rapport är resultatet av det arbete som under våren 2018 bedrivits som den sista delen av civilingenjörsutbildningen på Väg- och vattenbyggnadsprogrammet med inriktning mot Väg- och trafikteknik i Lund. Arbetet har genomförts vid institutionen för Teknik och samhälle vid Lunds Tekniska Högskola och i samarbete med ÅF i Malmö.

Vi vill härmed rikta vårt varmaste tack till våra handledare Åse Svensson och Hampus Ekblad, på avdelningen för Trafik och väg vid LTH, för all den vägledning och hjälp de gett oss under denna tid samt för att de trodde på oss från dag ett och lät oss utveckla denna idé. Ett lika stort tack vill riktas till vår handledare Peter Håkansson på ÅF i Malmö för att även han trodde på oss, redan innan denna idé kom till, stöttade oss samt försåg oss med fantastiska möjligheter på kontoret i Malmö.

Ett stort tack vill även riktas till övrig personal på avdelningen för Teknik och samhälle vid LTH som hjälpt oss då vi stött på problem som varit för stora för oss att lösa på egen hand, alla de kollegor på ÅF som fått oss att känna oss välkomna och bemött oss med stor nyfikenhet samt personal på gatukontoret i Malmö som bistått med sin kunskap.

Anna Bertilsson Linda Nyström

Lund, maj 2018

Sammanfattning

Under de senaste åren har elcykeln blivit ett allt vanligare transportmedel i Sverige. Med en elassisterad cykel ökar möjligheterna att nå en högre hastighet, och med högre acceleration, jämfört med en standardcykel. Dessa faktorer bidrar till att omgivningen får svårare att bedöma hastigheter och risker vilket kan leda till en större osäkerhet och otrygghet på och runt cykelbanor.

Detta examensarbete syftar till att kartlägga elcykelns inverkan på trafiksäkerheten. Som utgångspunkt ligger följande frågeställningar:

- *Hur ser dagens kunskapsläge ut avseende elcyklar ur ett trafiksäkerhetsperspektiv?*
- *Hur kan en metod utvecklas för att effektivt kunna urskilja och mäta elcyklisters trafiksäkerhet?*

För att besvara dessa frågeställningar har avstamp tagits i en litteraturstudie med syfte att få en bild av kunskapsläget samt för att kartlägga de olika metoder som används i denna typ av trafiksäkerhetsstudier. Från litteraturstudien fanns bland annat att elcyklar håller en högre medelhastighet samt löper större risk att vara inblandade i en olycka jämfört med standardcyklar. För att bedöma trafiksäkerhet för cykel används ofta indikatorerna hastighet, olyckor och konflikter, i metoder som videoanalys, självrapportering och analys av olycksdata. Detta arbete syftar vidare till att utveckla en metod som kan användas för att utvärdera elcykelns beteende.

Som en del i metodframtagningen har ett flertal provfilmningar genomförts i olika miljöer för att finna avgörande kvaliteter vad gäller kameramontage och platsegenskaper som kunde ligga till grund för val av plats för vidare studier. Valet av plats föll på cykelöverfarten vid Exercisgatan/Kungsgatan i Malmö. På denna plats monterades en kamera för att avgöra den förbipasserande cykelns karaktär samt en kamera för att studera interaktioner mellan elcykel och bil.

Det insamlade materialet analyserades sedan med hjälp av bland annat dataprogrammet RUBA. Från detta material valdes 100 stycken elcyklister ut för djupare analys. Dessa studerades djupare och kön, ålder, väjningsbeteende och hastighet antecknades för samtliga elcyklister. Interaktionerna mellan elcykel och bil graderades även på en fyrgradig skala efter interaktionens allvarlighetsgrad. De allvarligare interaktionerna studerades djupare för att kartlägga riskfyllda situationer. Resultatet av denna analys jämfördes sedan med en slumpmässigt utvald referensgrupp av standardcyklar.

Resultatet av studien visade på att elcyklister generellt håller en högre hastighet jämfört med standardcyklister. Vad gäller interaktionerna mellan cykel och bil kunde ingen signifikant skillnad ses i vare sig antal eller svårighetsgrad. Utöver detta kunde inga andra slutsatser dras kring elcykelns generella trafiksäkerhet på grund av den begränsade mängd data som analyserats. I större skala antas dock denna metod kunna ge en djupare inblick i ämnet.

Summary

An increase of electric bicycles users has been shown in Sweden during the recent years. With an electric bicycle, the ability to reach a higher speed, and with greater acceleration, enhances compared to a traditional bicycle. For the surrounding road users, these factors makes it difficult to determine speed and risks which can lead to an increasing uncertainty and insecurity around bicycle paths.

This master thesis aims at determine the electrical assisted bicycles effect on traffic safety and the report will cover the following research questions:

- *What is the current state of knowledge about electric bicycles regarding traffic safety?*
- *How can a method be conducted that can distinguish and examine the road safety of electrical bicycles?*

Furthermore, a significant part of the project will aim to develop a method for analyzing the behavior and characteristics of electric bicycles in a road network.

In order to study the current state of knowledge about electric bicycles and methods often used, a review of articles and literature written on the subject was undertaken. From the literature search, it was found, among other things, that electric bicycles maintained a higher average speed and were at greater risk of being involved in an accident compared to traditional bicycles. Methods used to study traffic behavior includes video analyses, self-reporting and statistics of accidents. To evaluate the traffic safety of bicycles; speed, number of accident and conflict are commonly used as indicators. This work aims to developing a method that can be used to evaluate the behavior of the electric bicycles.

As a part of the development of a method to measure and evaluate the behavior of electric bicycle, multiple video recordings took place in different places in Lund to determine the crucial factors regarding mounting of the camera equipment and characteristics for the surroundings. This information was found to have a big impact on the final choice of location for the in-depth study, which in our case was the bicycle crossing at the corner of Exercisgatan and Kungsgatan in Malmö. On this location one camera was mounted to provide a video that could help determine whether the bike is electric assisted or not and another camera to capture the interaction between the bicycles and the cars at the crossing.

Studies were later made on the collected video material in the data analysis program RUBA. 100 electric bicycles were then randomly selected from the sample to be a part of an in-depth analysis. Gender, age, speed and the cars compliance to the obligation to give way were noted for all 100 electric bicycles. The interactions between bicycles and cars were also graded from one to four, depending on its severity. The most severe interactions was later part of an additional analysis. The result from this analysis was also compared to the result based on data collected from 100 randomly selected traditional bicycles.

The study indicated that the electric bicycles rode in a higher speed compared to the traditional ones. No significant difference was to be noted regarding neither the amount nor

severity of the interactions for electric bicycles versus traditional bicycles. Do to the lack of sufficient amount of collected data it was not possible to make any further conclusions regarding the safety of electric bicycles. However, with a larger data collection, the method used in this study would provide a deeper understanding of traffic safety for electric bicycles.

Innehållsförteckning

Förord	I
Sammanfattning	III
Summary	V
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Definitioner	3
1.5 Rapportens disposition	5
2 Litteraturstudie	6
2.1 Att mäta trafiksäkerhet	6
2.2 Studier grundade på direkta trafiksäkerhetsindikatorer	8
2.3 Studier grundade på indirekta trafiksäkerhetsindikatorer	10
2.3.1 Studier som grundar sig på konflikter	10
2.3.2 Studier som grundar sig på hastighet	12
2.4 Sammanfattning av litteraturstudie	15
3 Metodframtagning	17
3.1 Provfilmning	17
3.2 Analys av provdata	20
3.3 Framtagning av plats för videoanalys	23
3.4 Val av interaktion	26
4 Metod	27
4.1 Videoanalys	27
4.1.1 Videoupptagning	27
4.1.2 Analys av data	29
5 Resultat - Videoanalys	31
5.1 Tidsfördelning cyklister	31
5.2 Fördelning elcyklister/standardcyklister	32
5.3 Könsfördelning	32
5.4 Väjningsbeteende	33

5.5	Hastighet	33
5.6	Interaktioner	36
5.6.1	Analys av farliga och mycket farliga konflikter	37
5.7	Sammanfattning av resultat	40
6	Diskussion	41
6.1	Resultatdiskussion	41
6.1.1	Litteraturstudie	41
6.1.2	Videoanalys	41
6.2	Metoddiskussion	42
6.2.1	Litteraturstudie	42
6.2.2	Videoanalys	42
6.3	Slutsats och kommentar	45
7	Referenslista	46

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I takt med att efterfrågan på mer hållbara transportslag ökat de senaste åren har cykeln fått ett allt större fokus. Som en del i detta har även en ökning av elassisterade cyklar kunnat observeras i flera delar av världen. I framför allt Nederländerna och Schweiz är elassisterade cyklar med och konkurrerar om stora marknadsandelar - en utveckling som även har potential i Sverige (Winslott Hiselius, m.fl. 2013).

Den senaste tiden har elcykeln även fått ett stort utrymme i svensk media, bland annat i samband med den nyligen införda elcykelpremien (Hallqvist, 2018) samt att den utsågs till Årets julklapp 2017. Med hjälp av elassistans på cykeln ökar möjligheterna för att komma upp i en högre hastighet, och med högre acceleration, jämfört med en standardcykel. En högre hastighet kan innebära en försämrad trafiksäkerhet och en ökad risk för olyckor (Trafikverket 2014). En ökning av antalet elcyklister möjliggör för en större andel så kallade *snabba cyklister*. Detta skulle kunna leda till en större hastighets spridning på cykelbanan. Denna variation kan göra det svårt för omgivningen att bedöma hastigheter och risker vilket i sin tur kan leda till en större osäkerhet och otrygghet.

Under de senaste åren har även intresset för forskning på området ökat. Bland annat har Winslott Hiselius m.fl (2013) genomförts en studie med syfte att kartlägga elcykelns målgrupp och användningsområden.

1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att förstå elcykelns närvaro och inverkan på cykelbanan, sett ur ett säkerhetsperspektiv. Detta examensarbete har som mål att besvara följande frågeställning:

- *Hur ser dagens kunskapsläge ut avseende elcyklar ur ett trafiksäkerhetsperspektiv?*
- *Hur kan en metod utvecklas för att effektivt kunna urskilja och mäta elcyklisters trafiksäkerhet?*

1.3 Avgränsningar

I denna studie kommer fokus framförallt ligga på tvåhjuliga elcyklar. Elassisterade lådcyklar samt elcyklar med kärre kommer därmed ej behandlas. Elcykelns beteende kommer studeras i stadsmiljö. Vidare kommer ej snabelcyklar att studeras. Samtliga cyklar avsedda för barn har bortsetts från i denna analys, då elassistans endast monteras på cyklar lämpade för vuxna.

I litteraturstudien har störst vikt lagts vid litteratur från Europa och Nordamerika. Litteratur som grundar sig på studier genomförda i Asien har helt uteslutits på grund av de stora skillnader i klassificering av elcyklar som återfanns under litteraturstudien.

I videoanalysen har elcykelns beteende endast studerats på en plats och fokus har främst varit på interaktioner mellan cykel och motorfordon. Videoinsamling har endast genomförts under april månad.

1.4 Definitioner

Nedan följer definitioner av begrepp som förekommer i denna rapport.

<i>Standardcykel</i>	Med standardcykel avses i denna rapport en traditionell cykel utan någon form av motor.
<i>Elcykel</i>	Med elcykel avses cyklar försedda med en elmotor som ger assistans vid upp till 25 km/h och har en motor med maximal effekt på 250 W.
<i>Snabbelcykel</i>	Med snabbelcykel avses elcyklar försedda med en elmotor som ger assistans vid upp till 45 km/h och har en motor med maximal effekt på 4000 W. Dessa förekommer främst i Tyskland och klassas i Sverige som elmoped.
<i>Naturalistisk studie</i>	Studie där observationer sker i naturlig miljö samtidigt som observatörens påverkan på resultatet skall vara så liten som möjligt.
<i>Videoanalys</i>	Analysmetod som grundar sig i att analys sker på redan inspelat videomaterial

För att avgöra cykeltyp har typiska kännetecken för elcyklar sammanställts. Denna information har senare legat till grund för vidare studier. Nedan presenteras några av de elcykeltyper som är vanligt förekommande på Malmös gator samt de egenskaper som är karakteristiska för identifiering av denna cykeltyp. Fokus ligger på de egenskaper som möjliggör okulär identifiering av cyklar med elassistans.

<i>Batteri pakethållare</i>	I dagsläget tycks detta vara den vanligast förekommande modellen av elcyklar. På denna typ av elcykel sitter batteriet integrerat i pakethållaren och kännetecknas därmed av att en horisontell låda finns placerad över det bakre hjulet, se figur 1.
<i>Batteri sadelstople</i>	På denna typ av elcykel är batteriet placerat vertikalt längs med den nedre delen av sadelstolpen. Dessa cyklar kännetecknas av att de har batterilådan placerad på sadelstolpen alternativt integrerat vilket ger en grövre konstruktion, se figur 2.

Batteri ram

På dessa cykelmodeller är batteriet antingen integrerat i cykelns ram eller placerat på denna. De cyklar som har ett integrerat batteri kännetecknas ofta av att de har en tjockare ram jämfört med standardcyklar. De cyklar som har batteriet placerat på ramen är ofta försedda med en hög, rak stång för att batteriet skall vara skyddat vid på- och avstigning av cykeln. De cyklar som har batteriet placerat i ramen tycks oftast vara av sportigare modell och har en hög ram, t.ex. mountainbike, se figur 3.



Figur 1. Batteri pakethållare



Figur 2. Batteri sadelstolpe



Figur 3. Batteri ram

Identifiering av elcyklar sker lättast genom att studera huruvida cykeln är försedd med batteri eller ej. I de fall då detta inte är tillräckligt för att avgöra cykelns karaktär kan identifiering av elcykelns motor fungera kompletterande. Elcyklar representerade på den svenska marknaden finns med antingen framhjuls-, bakhjuls- eller centrerad motor. Oavsett vilket hjul motorn är placerad på kännetecknas dessa modeller av att de har ett kraftigare nav på det drivande hjulet, se figur 4-6. Vid centrerad motor kännetecknas modellerna av att vevpartiet är av kraftigare karaktär, något som dock kan vara svårt att skilja från vevpartier på standardcyklar försedda med många växlar.



Figur 4. Motor i bakhjul



Figur 5. Motor i centrum



Figur 6. Motor i framhjul

1.5 Rapportens disposition

Rapportens övergripande disposition presenteras nedan.

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. Inledning | Inledningen innefattar bakgrundsinformation och syfte med följande rapport. |
| 2. Litteraturstudie | I litteraturstudien presenteras resultatet av litteraturstudien för att kartlägga publicerad information på ämnet. |
| 3. Metodframtagning | I detta kapitel presenteras de tillvägagångssätt som undersökts för att fastställa den mest lämpade metoden för att genomföra en videoanalys |
| 4. Metod | I metoddelen presenteras genomförandet av den slutliga metoden. Kapitlet är uppdelat i de två delarna <i>litteraturstudie</i> och <i>videoanalys</i> . I litteraturstudien presenteras hur litteraturstudien genomförts och i delen om videoanalys presenteras den metod som används under videoanalysen. |
| 5. Resultat | I denna del presenteras resultatet av den videoanalys som genomförts. |
| 6. Diskussion och slutsats | I delen diskussion och slutsatser diskuteras resultatet och metoden från studien samt att frågeställningarna besvaras. |

2 Litteraturstudie

För att kunna besvara frågeställningen om dagens kunskapsläge gällande elcyklisters trafiksäkerhet samt hur detta beforskats genomförs en litteraturstudie. Först undersöks hur trafiksäkerheten kan mätas samt vilka metoder som förekommer. Vidare har även de faktorer som ofta används för att bedöma trafiksäkerhetsgraden försökt identifierats och kartlagts. Sökningar har genomförts på databaserna Google Scholar, LuBSearch och Transguide med hjälp av följande sökord:

<i>elcykel</i>	<i>accidents</i>
<i>cykel</i>	<i>speed</i>
<i>e-bike</i>	<i>hastighet</i>
<i>bicycle</i>	<i>velocity</i>
<i>pedelecs</i>	<i>pace</i>
<i>trafiksäkerhet</i>	<i>korsningar</i>
<i>safety</i>	<i>naturalistic cycling</i>
<i>olycka</i>	<i>videoanalys</i>

Den forskning som finns på området trafiksäkerhet och elcyklar och som är relevant för detta arbete presenteras nedan. Under litteraturstudie kunde tre olika angreppssätt för att studera elcykelns trafiksäkerhet identifieras.

2.1 Att mäta trafiksäkerhet

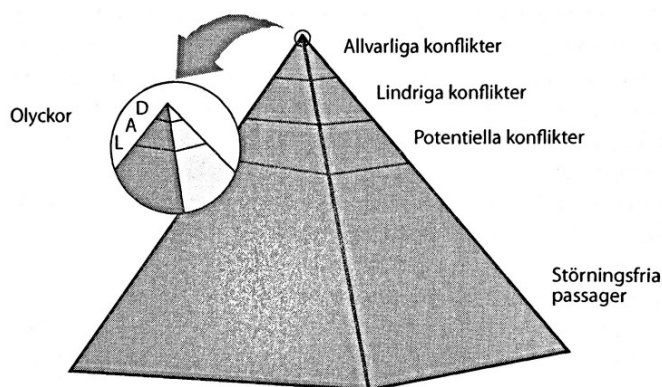
För att mäta trafiksäkerhet finns ett antal olika metoder och indikatorer som ger en bild av trafiksäkerhetsläget. Ofta talar man om direkta och indirekta indikatorer på trafiksäkerheten (Nilsson, 2004).

Trafikolyckor anses vara en direkt indikator på trafiksäkerheten. I Sverige finns informationssystemet Strada (Swedish Traffic Accident Data Acquisition) som bygger på olycksdata från polis och sjukvård. För polisen har inrapportering av vägtrafikolyckor som lett till en personskada varit rikstäckande sedan 2003. Sedan 2016 skall även inrapportering ske för alla de personer som sökt vård vid något av Sveriges akutsjukhus för en skada som inträffat i trafikmiljö. I Strada finns trafikantkategorin *cykel*, vilket innefattar alla typer av cyklar. På grund av detta är det i dagsläget inte möjligt att kunna urskilja den olycksdata som innefattar elcyklar. För att kunna dra generella slutsatser kring trafiksäkerheten utifrån olyckor krävs dessutom ett stort antal. Eftersom olyckor är sällsynta händelser som påverkas av slumpmässiga variationer är det inte säkert att dessa ger en fullständig bild trafiksäkerheten (Wilde, 2006). Dessutom finns uppgifter som tyder på att mörkertalet är relativt stort, och att upp emot en tredjedel av de lindriga olyckor som sker aldrig rapporteras in (Hydén, 2008).

Två vanligt förekommande indirekta indikatorer är konflikter och hastighet (Nilsson, 2004). Konflikter kan vara ett svårtolkat begrepp då många liknande definitioner förekommer. Bland annat finns denna som myntades av Amundsen och Hydén:

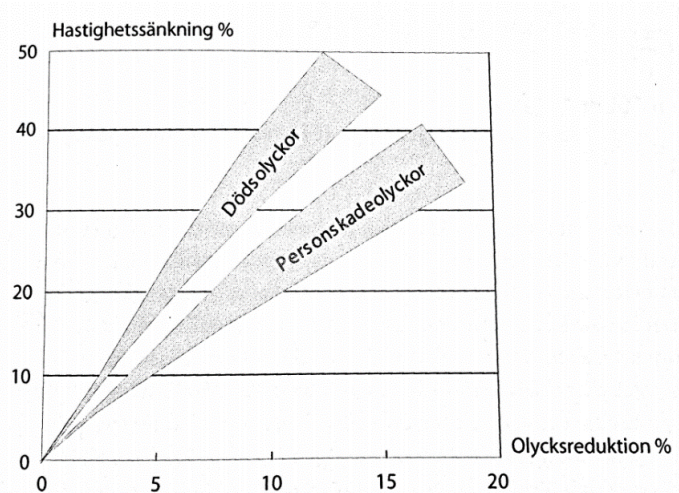
” A traffic conflict is an observable situation in which two or more road users approach each other in space and time to such an extent that there is a risk of collision if their movements remain unchanged” (Amundsen & Hydén, 1977)

Eftersom konflikter inträffar oftare än faktiska olyckor ökar möjligheten för att samla in en stor mängd data och därmed fort få en bild av trafiksäkerheten. Mellan konflikter och olyckor råder ett samband som illustreras i figur 7. En veckas konfliktstudie motsvarar 3 års olycksdata (Hydén, 2008). I studier genomförda av bland annat Migletz m.fl. (1985) och Svensson (1992) har validiteten för konfliktstudier utretts. I både studierna fann man att konfliktstudier ger en lika bra, eller bättre, bild av det väntande antalet olyckor, jämfört med då studien bygger på redan inträffade olyckor. Då konflikter studeras på plats ökar även möjligheten för att få en bild av det händelseförlopp som föregick konflikten. Eftersom definitionen av konflikter är tvetydig är det svårt att utifrån studier som endast grundar sig på antalet konflikter kunna dra en slutsats kring trafiksäkerheten.



Figur 7. Fördelning av händelser med olika allvarlighetsgrad i trafiken. (Hydén 1987)

Hastigheten anses ofta vara en mycket betydande faktor för trafiksäkerheten (Hydén, 2008). Hastigheten påverkar dels risken för att en olycka ska ske men även svårighetsgraden då en olycka faktiskt inträffat. Sambandet mellan hastighet och antalet olyckor samt dess svårighetsgrad kan beräknas med hjälp av potensmodellen. En grafisk modell av potensmodellen presenteras i figur 8 nedan. Metoden utvecklades för att främst avgöra trafiksäkerheten hos bilister och hur pass bra den går att tillämpa vad gäller cykeltrafik är i dagsläget oklart.



Figur 8. Potensmodellen i grafisk form (Nilsson 2004)

2.2 Studier grundade på direkta trafiksäkerhetsindikatorer

Nedan presenteras en sammanställning av studier som bygger på direkta trafiksäkerhetsindikatorer. Stor vikt ligger vid att presentera de metoder som använts samt hur metoden kopplar till säkerhetsindikatorn.

I den nederländska studien av Schepers m.fl. (2014) har det undersökts huruvida elcyklister löper en större risk att söka sjukvård i samband med olycka jämfört med standardcyklister. För att samla in data angående olyckor och exponering har en enkät skickats ut till personer som varit inblandade i en cykelolycka och sökt vård på en akutmottagning mellan juli 2011 och juni 2012 (Schepers m.fl. 2014). Enkäterna skickades ut två månader efter sjukvårdsbesöket till personer som var över 16 år. De medverkande cyklisternas patientfiler har studerats för att identifiera och klassa de olika skadorna. Totalt har 385 fall utvärderats utifrån ålder, kön och hälsa. I studien har även en panel satts ihop i slutet av 2013 bestående av 200 000 cyklister, elcyklister och standardcyklister, som besvarat ett frågeformulär i månaden angående deras cykelvanor och eventuella olyckor. Studien visar på att elcyklister oftare är inblandade i olyckor jämfört med standardcyklar men att allvarlighetsgraden på skadorna inte skiljer sig åt. I studien har till viss del endast allvarligare skador som kräver vård fångats upp, författarna kan därför inte dra några generella slutsatser om sannolikheten för att råka ut för en olycka. Författarna lyfter även att antalet medverkande i enkätstudien kan ha varit för litet för att se några signifikanta skillnader för olyckstyper mellan elcyklister och standardcyklister. Författarna ser även att självrapportering av olyckor kan vara problematisk då det är svårt att komma ihåg under vilka omständigheter olyckan skett (Schepers m.fl. 2014).

2014 gav *Swiss Council for Accident Prevention* (bfu) ut en säkerhetsrapport om elcyklar i trafiken. I rapporten har data från den schweiziska olycksdatabasen där polisen rapporterar in trafikolyckor analyserats. 2011 infördes elcykel som en fordonstyp i olycksdatabasen och det går även att se information om de inblandade trafikanterna och anledningen till olyckan (bfu, 2014). I rapporten har cykelolyckor studerats och utifrån dessa har författarna dragit slutsatsen att allvarliga elcykelolyckor har ökat proportionellt med antalet elcyklar i trafiknätet och att de allvarliga elcykelolyckorna i regel är singelolyckor. De har även sett att allvarlighetsgraden på olyckor i polisrapporterna är högre för elcyklister jämfört med standardcyklister. Huvudanledningen till detta tros bero på att elcyklisterna

generellt är äldre än standardcyklisterna och att det är svårt att dra slutsatser om själva elcykelfordonet spelar in. Vid korsningar och cirkulationsplatser såg man att motorfordon i större utsträckning inte lämnar företräde för elcyklister jämfört med standardcyklister. Detta tros bero på att bilisterna upptäcker elcyklisterna sent och ofta missbedömer deras hastighet. Rapporten lyfter även att det finns ett stort antal cykelolyckor då polisen inte kontaktas och därmed inte förs in i databasen. Utöver analysen av olycksdatan har även ett experiment utförts för att besvara hypotesen att motorfordon missbedömer cyklisters hastighet som kommer från vänster och att missbedömningen av hastigheten är större för elcyklister jämfört med standardcyklister. I experimentet har observatörer suttit vid en väg och försökt uppskatta hastigheten av cyklister som närmar sig från vänster. Hastigheten, ålder, kön och fordonstyp varierade för cyklisterna. I experimentet fann man att observatörerna missbedömde hastigheten hos cyklister och att det var betydligt svårare att bedöma hastigheten på cyklister som färdades över 25 km/h jämfört med 15 km/h. Då de färdades över 25 km/h var risken för underskattning av hastigheten större. Inga skillnader mellan elcyklister och standardcyklister kunde dock detekteras (bfu, 2014).

Sedan 2011 har flera studier genomförts som baserats på den schweiziska olycksdatabasen. Ytterligare ett exempel är rapporten skriven av Weber m.fl. (2014) där syftet var att analysera elcykelolyckor och jämföra dessa med olyckor med standardcykel. I studien har man studerat samtliga 504 trafikolyckor som skedde 2011 och 2012 med elcyklar, som kontrollgrupp har standardcykelolyckor studeras under september månad, totalt förekom 871 standardcykelolyckor i september (Weber m.fl. 2014). I studien har olyckorna delats in efter om de skett i stadsmiljö eller på landsbygden. Vidare har begränsningen att endast studera olyckor i delstatsområdet Zürich och staden Zürich gjorts då befolkningen är störst i dessa områden jämfört med övriga Schweiz. För att statistiskt analysera skillnaderna mellan åldersfördelning, hjälmanvändande, olyckornas allvarlighetsgrad, och olyckstyp för elcyklar och standardcyklar har Chi-två testet använts. Olyckorna har delats in i olyckstyperna *single accidents*, *crossing accidents*, *turning accidents* och *other accidents*. Resultatet från studien visar på att den vanligaste olyckan bland elcyklisterna är *single accidents* i såväl stadsmiljö som landsbygd. I kontrollgruppen, standardcyklar, förekom främst *single accidents* och *crossing accidents*, i lika stor utsträckning, i stadsmiljö medan det på landsbygden var olyckstypen *other accidents* som var mest förekommande. Åldersfördelning för elcyklister skiljde sig åt på landsbygden och stadsmiljön, på landsbygden var merparten av elcyklisterna mellan 40-65 år eller under 23 år, jämnt fördelat mellan åldersspannen. I stadsmiljön däremot var merparten av elcyklisterna mellan 23-39 år. I båda områden var de elcyklisterna som var inblandade i trafikolyckor främst mellan 40-65 år (Weber m.fl., 2014). Författarna har även valt att studera förhållandet mellan olyckornas allvarlighetsgrad och olyckstyp. De har valt att begränsa sig till singelolyckor och kollisioner samt att dela upp olyckorna efter den inblandades ålder i grupperna 14-39 år och över 40 år för att kunna jämföra äldre och yngre elcyklister. För de yngre elcyklisterna kunde inget statistiskt säkert samband dras mellan olyckstyp och allvarlighetsgrad på olyckan. För de äldre elcyklisterna sågs att singelolyckorna var allvarligare än kollisionsolyckorna. Författarna kan även se att vid kollisionsolyckor klassas de äldre cyklisternas skador i större grad som allvarliga eller dödliga jämför med de yngre elcyklisterna (Weber m.fl., 2014).

Niska och Eriksson (2013) konstaterar i sin rapport som baserar sig på olycksdata från Strada att 80 % av alla cykelolyckor som inträffade mellan 2007-2012 var singelolyckor. Olyckor mellan cykel och motorfordon motsvarade 12 % av alla olyckor. Av de cyklister som omkommit i samband med en olycka skedde ca 70 % av dessa under kollision med motorfordon. Den vanligaste korsningsolyckan är då kollision sker mellan cykel och motorfordon (Niska & Eriksson, 2013).

2.3 Studier grundade på indirekta trafiksäkerhetsindikatorer

Nedan presenteras en sammanställning av de studier som bygger på indirekta trafiksäkerhetsindikatorer. Stor vikt ligger vid att presentera de metoder som använts samt hur metoden kopplar till säkerhetsindikatorn.

2.3.1 Studier som grundar sig på konflikter

I rapporten skriven av Petzoldt m.fl. (2016) presenteras resultatet av en studie genomförd i Tyskland, med syfte att kartlägga huruvida en elcykel löper större risk att vara inblandad i en konflikt jämfört med en standardcykel. Rapporten grundar sig på en naturalistisk studie där totalt 80 cyklister (varav 41 elcyklister) under fyra sammanhängande veckor samlade in video- och hastighetsdata (Petzoldt m.fl., 2016). De elcyklister som valdes ut till att delta i studien gjorde detta utifrån kriterierna att de ägde en elcykel och att de använt denna under minst 3 månaders tid. Samtliga cyklister försågs med datainsamlingsutrustning bestående av två kameror och instrument för att lagra cyklarnas hastigheter. Insamling av data genomfördes under tidsperioden juli till november 2012. Innan datainsamlingen påbörjades genomförde alla deltagare ett mindre test där de bedömdes utifrån hur stabila de var vid på- och avstigning av cykeln. När datainsamlingen avslutades hade 1030 timmar video registrerats. All video analyserades sedan av observatörer med syfte att detektera alla konflikter. En konflikt definierades utifrån Reynold och hans kollegor som "interaction between a bicyclist and another road user such that at least one of the parties has to change speed or direction to avoid a collision" (Reynolds m.fl., s. 4). Detekteringen av en konflikt förenklades genom att observatörerna samtidigt hade tillgång till material från kameran som var riktad mot cyklisten, där ansiktsuttryck, gester och hållning kunde bidra till analysen om huruvida en konflikt inträffat. Alla potentiella konflikter som upptäcktes av en observatör studerades och diskuterades sedan av en grupp av observatörer innan ett slutgiltigt beslut togs om huruvida händelsen var en konflikt eller ej. Med motivering att singelolyckor är svåra att upptäcka uteslöts dessa helt från studien. Efter sammanställning av de olika konflikterna var studiens mest intressanta resultat att elcyklister löper betydligt högre risk att vara inblandad i en konflikt i närheten av en korsningspunkt jämfört med standardcyklar. De kunde även se att den främsta anledningen till att en konflikt uppstod mellan cykel(alla typer)-motorfordon berodde på att motorfordonet missat att lämna företräde. Dessa situationer uppstod främst då motorfordonet skulle göra en högersväng över en cykelbana eller då en cykel närmat sig ett motorfordon från höger vid en överfart. Dessa situationer visade sig dessutom uppstå oftare för en elcyklist jämfört med en standardcykel (Petzoldt m.fl., 2016).

Vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg genomfördes 2015 en studie av Dozza m.fl. (2015) med syfte att ta reda på elcykelns påverkan på trafiksäkerheten samt hur väl dagens infrastruktur möter elcykelns preferenser. Studien grundar sig på naturalistisk data insamlad av 12 personer som under två veckor registrerade data då de använde en tilldelad elcykel försedd med datainsamlingsutrustning. Datainsamlingen startade automatiskt två minuter efter att cykeln sattes i rörelse och filmade sedan tills dess att den varit stillastående i två minuter (Dozza m.fl., 2015). På cykelns styre fanns även en knapp placerad som de medverkande cyklisterna var instruerade att trycka på då de upplevde en kritisk händelse. En kritisk händelse definierades i denna studie som "anything that made the bicyclist uncomfortable about her/his own safety while cycling" (Dozza m.fl., 2015, s. 219). Samtliga testpersoner förde även en dagbok under hela testperioden där de angav syftet med varje resa samt eventuella händelser som uppstått under respektive tur. När testperioden var slut deltog testpersonerna i individuella intervjuer där de gick igenom alla händelser de antecknat i dagboken. Dessa situationer diskuterades sedan med det filmade

materialet som underlag för att utvärdera allvarlighetsgraden i varje kritisk händelse. Sammantaget kunde de kritiska situationerna identifieras vid knapptryckningen eller från dagboken. Den insamlade datan visade att risken för att råka ut för en kritisk händelse var dubbelt så stor i närheten av en korsning som på övriga platser. Man kunde även se att den vanligaste konflikten som elcyklister var inblandade i var med fotgängare (31 %), följt av konflikter med lätta motorfordon (21%) och andra cyklar (18%). Man kunde även dra slutsatsen att antalet kritiska händelser stod i proportion till den cyklade distansen och hastigheten, men ej till färdtiden. I studien jämfördes även den insamlade datan med data från en liknande studie som genomförts med samma utrustning och metod fast med standardcyklar. Jämförelsen visade på att elcyklarna höll en högre genomsnittlig hastighet jämfört med standardcyklarna (17 km/h vs. 13 km/h) samt att elcyklarna var inblandade i fler konflikter (88 vs. 63 st.), trots att elcyklarnas totala sträcka var kortare (1474 km vs. 1549 km). Författarna drog därmed slutsatsen att ett samband råder mellan antalet cyklade kilometer med hög hastighet och antalet konflikter (Dozza m.fl., 2015).

I rapporten av Haustein och Møller (2016) presenteras resultatet från en studie som 2016 genomfördes i Danmark med syfte att identifiera de faktorer som påverkar trafiksäkerheten och inblandningen i kritiska situationer för elcyklister. Studien grundade sig på data som via en enkät samlats in från 685 personer med minst en månads erfarenhet av elcykling. I formuläret som skickades ut fick personerna bland annat besvara frågor kring deras användning, elcykelmodell samt ange om de någon gång varit inblandade i en krock eller annan farlig situation då de använt sin elcykel. Studien visade att 29 % av deltagarna varit inblandade i minst en konflikt som de ansåg uppstod till följd av att de använt en elcykel. Vidare kunde författarna identifiera flera faktorer som tros påverka den upplevda säkerheten för elcyklister samt risken för att vara inblandad i en konflikt. De faktorer som främst påverkade var körstil och graden av entusiasm som personen kände för elcyklar. Vidare kunde författarna se att de vanligaste anledningarna till dessa konflikter tros vara att andra trafikanter underskattade elcyklisternas hastighet samt att elcyklisterna upplevde problem med att justera sin hastighet (Haustein & Møller, 2016).

I rapporten av de kanadensiska författarna Zangenehpour m.fl. (2015) har de genomfört en studie med syfte att kartlägga säkerheten för cyklister i korsningar med cykelfält. Studien grundar sig i att de utifrån befintlig flödesdata identifierat 23 signalstyrda fyrvägs korsningar med ett högt flöde av cyklister. Dessa korsningar har sedan försetts med varsin kamera, som monterats på en hög stolpe, riktad mot den punkt där interaktion mellan högersvängande bil och cykel förväntas ske. Filmning har skett under 2-4 timmar under kvällsrusningen. Den insamlade datan bearbetades sedan genom att automatisk detektering, spårning och klassificering efter de olika trafikantslagen (fotgängare, cykel och motorfordon) genomfördes. Under dessa steg togs även *Post Encroachment Time*-värdet (PET) mellan cyklister och svängande bilar för att kunna avgöra allvarlighetsgraden av interaktionerna. För att stärka resultatet av studien genomfördes även en regressionsanalys. Studien visar på att cyklister håller en något högre hastighet genom korsningar utrustade med cykelfält. Antalet interaktioner och allvarliga interaktioner ($1 < PET < 5$) visar sig vara fler i korsningar med cykelfält, men då hänsyn tas till det totala flödet av cyklar och bilar är antalet interaktioner lägre i korsningar med cykelfält (Zangenehpour m.fl., 2015)

Författarna Sayed m.fl. (2013) har studerat konflikter mellan cyklister och motorfordon med hjälp av en videoanalys. Författarna menar att kameror kan lösa många problem som uppkommer när data samlas in manuellt vilket är en mer vanligt förekommande datainsamlingsmetod när konflikter studeras (Sayed, m.fl., 2013). De skriver att

videomaterialet är lättare att lagra, analysera och bättre att ta fram exakta värden för flöden och hastigheter. För att bedöma allvarlighetsgraden på konflikterna har ett tid-till-olycka (TTC) värde tagits fram för samtliga interaktioner mellan motorfordon och cyklar. I rapporten definieras TTC-värdet som tiden som återstår till att en kollision mellan två fordon skulle ha skett om hastigheten och riktningen hos fordonen inte hade ändrats (Sayed m.fl., 2013). Desto lägre TTC-värde desto allvarligare konflikt. Platsen som har studerats är en högt trafikerad signalkorsning i Vancouver som är försedd med ramper för högersvängande motorfordon så att de kan undvika signalljusen. Utmed korsningen finns en separerad cykelbana som nyligen anlagts. Ramperna korsar cykelbanan och enligt skyltningen ska bilisterna först lämna företräde för cykelbanan sedan när de passerat cykelbanan igen lämna företräde för motorfordonen på vägen. En kamera monterades i tre olika vinklar för att kunna detektera så många olika typer av konflikter som möjligt. Författarna trycker på vikten av att tydligt kunna urskilja individuella trafikanter för att kunna analysera videomaterialet. Kameran i studien har monterats i lyktstolpar och manuellt ställt in för att försäkra att den fångar upp trafikflödet. I samtliga tre vinklar har det filmats under en dag i december från kl. 9 till kl. 17. Utifrån datan har två databaser byggts upp, en med körspår och den andra består av samtliga interaktioner. Utifrån databaserna har konflikter kunnat detekteras med hjälp av ett dataprogram som använder sig av flera algoritmer för att automatiskt plocka ut rörelser, trafikantgrupper och konflikter. I rapporten har även frekvensen av konflikter, allvarlighetsgraden av konflikter och konfliktpunkter bestämts. Allvarlighetsgraden har bedömts efter TTC- värdet där ett lägre värde resulterar i en allvarligare konflikt. I studien sågs att antalet konflikter mellan cyklister och bilister var som flest på morgonen mellan kl. 9-10, därefter sjönk antalet konflikter drastiskt och uppgick endast till en femtedel. Under eftermiddagen ökade antalet konflikter återigen och ytterligare en pik kunde urskiljas dock inte lika tydlig som på morgonen (Sayed m.fl., 2013). I slutet av rapporten skriver författarna att deras metoder är relativt ny och att den befinner sig i ett "proof of concept"-stadium och att mer forskning och utveckling av algoritmerna behövs för att mer säkert kunna klassa och spåra trafikanterna (Sayed m.fl., 2013).

2.3.2 Studier som grundar sig på hastighet

2015 genomförde författarna Schleinitz m.fl. (2015) en studie i Tyskland där skillnaden i hastighet mellan elcyklister och standardcyklister studeras. Insamling av data till studien skedde genom en naturalistisk studie där totalt 85 cyklister bidrog. Dessa cyklister rekryterades genom annonser i tidning eller i en cykelbutik. Eftersom studien genomfördes i Tyskland rekryterades även cyklister med sk. snabbelcyklar, vilka bortses från i denna litteraturstudie. Vid urvalet av deltagare valde författarna att rekrytera så många användare av elcyklister som möjligt (totalt 48 st), utifrån det urvalet valdes sedan användare av standardcyklar ut som matchade åldern för elcyklister för att ge en så rättvis bild som möjligt. Tekniker monterade sedan datainsamlingsutrustning (DAS) på deltagarnas cyklar, bestående av en hastighetssensor samt två kameror där en var riktad mot förarens ansikte och den andra framåt. Sammanställning av den insamlade hastighetsdatan visade att elcyklar höll en medelhastighet på 17,4 km/h och standardcyklar 15,3 km/h. Studien visade även på att elcyklister genomfört en större del av sina resor vid en högre hastighet jämfört med standardcyklister. Vidare visade studien på relativt stora skillnader i hastighet till följd av ålder, där åldersgruppen >65 år cyklade med en lägre medelhastighet, oavsett cykeltyp, samtidigt som skillnaden i medelhastighet även var lägre för denna åldersgrupp mellan de olika cykeltyperna. (Schleinitz m.fl., 2015).

I den tyska studien av Petzoldt m.fl. (2015) har tidsluckor mellan cyklister och bilister studerats med syfte att kartlägga om hastigheten på en närmande cykel påverkar den minsta accepterade tidsluckan som en bilist upplever som säker. I studien har 42 bilister medverkat som delats in i två åldersgrupper, 30-45 år och 65 år eller äldre (Petzoldt m.fl., 2015). De yngre bilisterna körde omkring 16 000 km/år och de äldre bilisterna körde omkring 13 500 km/år. I studien har även snabelcyklar med en hastighetskapacitet på 45km/h och standardcyklar använts. Cykelmodellerna valdes så att de skulle ha ett liknande utseende och utrustades med en skärm som visade den aktuella hastigheten. Experimentet utfördes på två olika sträckor, en plan sträcka och en sträcka med en marklutning på 3,75% som gav cyklisterna en lätt uppförsbacke. Bilisterna utsattes för två olika situationer, i den första situationen skulle bilisten svänga vänster framför en cyklist som närmade sig i motsatt riktning på en cykelbana. I den andra situationen skulle bilisten göra en högersväng medan en cyklist närmade sig från vänster. Under den andra situationen hade bilisten en sidovy över den ankommande cyklisten. Cyklarna färdades i 15, 20 och 25 km/h. För snabelcyklisterna fanns ytterligare en hastighetsgrupp, 35km/h. Cyklisterna var studenter som tränat på att hålla den angivna hastighet och använde skärmarna för att se till att hastigheten var konstant under hela försöken. Under försöken satt bilisterna i en bil och indikerade när de upplevde att det inte längre var säkert att korsa cykelbanan. Studien visade att när cyklarna närmade sig i lätt uppförsbacke var den minsta accepterade tidsluckan lägre jämfört med när de cyklade på plan mark. Ett samband mellan hastighet och minsta accepterade tidslucka kunde även ses, där en högre hastighet resulterade i en mindre accepterad tidslucka. Det blev dessutom klart att den accepterade tidsluckan då en elcyklist närmar sig är mindre än för en standardcykel, denna skillnad blev extra tydlig för de äldre bilisterna. Detta tros bero på att hållningen och trampfrekvensen hos elcyklister skiljer sig från standardcyklister. Eftersom att elcyklisterna ser mindre ansträngda ut är det många bilister som missbedömer deras hastighet och upplever att elcykeln färdas långsammare än den faktiskt gör (Petzoldt m.fl., 2015).

I rapporten av Schleinitz m.fl. (2016) redovisas resultatet av en tysk studie som genomfördes med syfte att undersöka vilka faktorer som påverkar hur en cyklists hastighet upplevs av andra trafikanter. Studien genomfördes som två experiment. Syftet med experiment I var att undersöka hur cyklists ankommande hastighet, ålder samt cykeltyp påverkade värdet på *time-to-arrival* (TTA) (Schleinitz m.fl., 2016). Experimentet genomfördes genom att en testgrupp fick se ett fyra sekunder långt videoklipp där en cykel rörde sig mot testpersonen som antogs sitta i en bil. När videoklippet var slut skulle testpersonen ange när de trodde att den ankommande cykeln nådde fram till en viss, utmätt linje. Experimentet visade bland annat på att elcyklarna bedömdes anlända senare än standardcyklar, dvs. att TTA bedömdes som högre för elcyklar än för standardcyklar. Vidare visade sig även åldern hos både observeraren och cyklisten vara av betydelse, den yngre gruppen av observatörer bedömde TTA som kortare samtidigt då cyklisten var äldre (ca 65 år) samtidigt bedömdes som de äldre observatörerna gav lägre värden på TTA än vad de yngre gjorde. Experiment II bestod i att undersöka vilka faktorer som låg bakom resultatet i experiment I. Testet genomfördes på samma sätt som experiment I, men att man nu även genomförde variationer i cyklists pedalfrekvens. I detta test så försvann variationer i TTA på grund av cykeltyp. Istället kunde författarna se att pedalfrekvensen hade en stor påverkan. Observatörerna uppskattade att cyklister med högre pedalfrekvens skulle anlända tidigare än de med lägre pedalfrekvens. Vidare antogs även det högre värdet på TTA till viss del bero på att elcyklisterna såg ut att anstränga sig mindre på grund av assistansen (Schleinitz m.fl., 2016).

VTI genomförde 2016 en rad krocktester med olika cykelmodeller och hastigheter som presenteras i rapporten av Niska och Wenäll (2016). De simulerade omkullkörningarna har genomförts under två olika scenarier, *plötsligt stopp* och *undanstyrning av framhjulet* (Niska & Wenäll, 2017). I försöken har fyra olika cykelmodeller använts med varierande sitthöjd och viktfördelning. En damcykel med upprätt sitthållning, en herrcykel med framåtlutande sitthållningen, en liggecykel med bakåtlutande sitthållningen samt en elcykel med upprätt sitthållningen och batteriet placerat i ramen och motorn vid framhjulet. För de två olycksscenarierna har simuleringarna genomförts i hastigheterna 15 km/h och 25 km/h. Det har varit viktigt att det går att repetera försöken under samma förutsättningar och att parametrarna hastighet, vinkel, vikt och friktion är densamma i försöken. I studien har man valt att endast studera omkullkörningar, det vill säga singelolyckor. Allvarlighetsgraden på skador som uppstår i samband med en omkullkörning med cykel är främst kopplat till den kraft som personen slår i marken med. Denna kraft beror bland annat av fallhöjd, hastighet och massa (Niska & Wenäll, 2017). En provdocka som motsvarade en vuxen person som väger 75 kg har använts för att kunna urskilja händelseförloppet då cykeln slår omkull. Cyklarna sattes fast i en ställning för att kunna justera provdockans position. Ett mätsystem var även kopplat till dockans huvud för att kunna registrera accelerationen då huvudet slår i marken. Med hjälp av accelerationsvärdena har ett HIC_{16} värde beräknas där ett värde på 1000 HIC_{16} motsvarar den kraft där 50 % av de skadade får permanenta men. Försöken har även spelats in för att fallförloppet i efterhand ska kunna diskuteras och analyseras i detalj (Niska & Wenäll, 2017). De simulerade olyckorna skiljer sig jämfört med verkliga olyckor eftersom att provdockan faller med huvudet direkt ner i golvet och inte kan ta emot sig med händerna. I verkligheten är det i många fall möjligt att påbörja en undanmanöver (Niska & Wenäll, 2017). Resultatet från studien visar att en högre hastighet generellt resulterar i en längre kastbana och glidsträcka samt en kraftigare islagning av huvudet. Författarna fann att elcykeln hade ett annat rörelsemöster vid fall och under olycksscenarioet *plötsligt stopp* skiljde sig elcykeln markant från de övriga modellerna. Istället för att cykeln slog runt och dockan flög över styret välte elcykeln och dockan föll istället i sidled vilket resulterade i ett lägre krockvåld. Detta tror författarna beror på den förskjutna tyngdpunkten och högre vikten hos elcykeln. Vid scenarioet *undanstyrning av framhjulet* blev dock krockvåldet högre jämfört med de övriga cykelmodellerna. Detta tros bero på att den högre vikten genererade ett högre masströghetsmoment som resulterade i att dockan föll hårdare i marken. Författarna tar i rapporten upp att elcykelns krockegenskaper kan skilja sig åt för olika elcykelmodeller, elcyklar som har batteriet under pakethållaren får en annan tyngdpunkt och kan bete sig annorlunda (Niska & Wenäll, 2017).

2.4 Sammanfattning av litteraturstudie

En sammanställning av den lästa litteraturen visar på att en elcyklist löper större risk att vara inblandad i en olycka jämfört med en standardcyklist. Enligt studierna tros detta bero på att medtrafikanter har svårare att uppskatta elcykelns hastighet då de ser mindre ansträngda ut och trampar med en lägre frekvens. Samtliga studier som studerat hastighet drar slutsatsen att elcyklister håller en högre medelhastighet jämfört med standardcyklar. En högre hastighet tillsammans med elcykelns vikt leder till att förutsättningar finns för ett kraftigare krockvåld. Huruvida olyckorna som sker med elcykel är allvarligare än de som sker med standardcykel är svårt att dra några slutsatser kring, då resultaten skiljer sig åt i studierna. Vissa studier visar på att svårighetsgraden är högre för elcyklister medan andra studier inte kan påvisa några skillnader. Att svårighetsgraden skulle vara högre kan dessutom vara en konsekvens av att användarna av elcyklarna i vissa fall haft en högre ålder och därför haft större benägenhet att skadas vid en olycka.

Studierna visar även på att den vanligast förekommande olyckstypen för elcyklister är singelolyckor och att dessa framför allt sker i och kring korsningspunkter. Det kan även antas att det föreligger ett mörkertal kring framför allt singelolyckor som lett till inga eller lindriga skador, då dessa dels är svåra att detektera i studier samt att dessa sällan rapporteras in till databaser som Strada. En studie visar även på att konflikter för cyklister främst sker under morgonen och tycks ske i proportion till flödet.

Från litteraturstudien kan det konstateras att flera olika metoder kan användas då trafiksäkerheten skall bedömas. Vanligt förekommande är enkätstudier där frågeformulär har besvarats av elcykelägare och elcyklister som varit inblandade i olyckor. Ett problem som ofta har belysts när det kommer till denna typ av självrapportering är att det kan vara svårt att i efterhand beskriva en händelse och att den insamlade datan därför inte alltid ger en rättvis bild. Flera författare har även belyst problematiken med att få in ett tillräckligt stort underlag för att kunna dra några generella slutsatser. I mindre studier har även intervjuer använts som en kompletterande metod. Denna metod ger en djupare bild av vissa utvalda situationer men saknar bredden för att kunna dra några allmänna slutsatser.

En annan ofta förekommande metod är analys av befintlig olycksdata. Utifrån litteraturstudien tycks Schweiz vara det hittills enda land som infört elcykeln som en egen fordonstyp i sin olycksdatabas. Det är därför svårt att urskilja elcyklister från standardcyklister i olycksdata och kunna dra slutsatser kring elcykelns trafiksäkerhet. Bristen i denna metod uppstår även till följd av att de allvarliga olyckorna i högre grad finns representerade i dessa databaser.

Videoanalyser är ytterligare en metod som förekommit i syfte att studera cyklars trafiksäkerhet. Analyserna grundar sig på data som samlats in vid en utvald punkt då en kamera monterats vid platsen alternativt då vissa individers resa följts genom trafiksystemet via kameror monterade på cykeln. Den insamlade videodata har analyseras utifrån olika metoder och ofta har konflikter och olyckor detekterats manuellt eller automatiskt med hjälp av dataprogram. Med den här metoden ges möjlighet att samla in en stor mängd data. Genom att studera filmat material ges observatörerna fördelen att kunna studera intressanta händelser i detalj gentemot de metoder som innebär att observatörer analyserar ute i fält och i realtid. Att studera video kan dock leda till att delar av ett händelseförlopp går förlorat. Litteraturstudien resulterade inte i några träffar på studier där man genomfört platsfilmning och i analysen skiljt på elcyklar och standardcyklar.

Under litteraturstudien har det visat sig att både djupstudier och jämförande studier är vanliga metoder. Vid jämförande studier har jämförelser mellan elcyklar och standardcyklar ofta förekommit. Studierna har även visat att resultatet ofta presenteras uppdelat på ålder och kön samt i vissa fall även geografisk indelning.

I en stor del av de lästa rapporterna har författarna belyst att den forskningen som idag finns på ämnet är begränsad och att mer forskning och vidare metodutveckling krävs för att skapa sig en större kunskap kring elcyklarnas påverkan på trafiksäkerheten.

3 Metodframtagning

Då syftet med denna studie är att studera elcyklisters trafiksäkerhet krävs en metod där elcyklar kan utskiljas från övriga trafikanter. Från litteraturstudien fanns att direkta och indirekta indikatorer kan användas som en del i metoden för att utvärdera trafiksäkerhet. Den nationella olycksdatabasen Strada har ingen specifik fordonskategori för elcyklar, vilket utesluter att denna studie bygger på olycksdata. Denna studie kommer därför istället grunda sig på data gällande konflikter och hastighet, men eftersom konflikter är svåra att bedöma kommer störst fokus ligga på hastigheten.

För att särskilja, identifiera och mäta elcyklisters trafiksäkerhet kommer därför en videoanalys att genomföras. Videoanalys lämpar sig väl i denna studie då möjligheten för att samla in stor mängd data under kort tid är stor samt för att videoanalys möjliggör för noggranna studier vad gäller både hastighet och konflikter. För att fastställa det mest lämpliga tillvägagångssättet för videoanalysen har de ingående parametrarna analyserats och utvärderats, bland annat genom provfilmning, dataanalys och fältbesök. Det beslutades att videoanalysen i denna studie skulle genomföras i en korsningspunkt eftersom att koncentrationen av interaktioner fordon emellan antas vara högre där jämfört med övriga delar i transportsystemet. De ingående stegen i metodframtagningen beskrivs i detalj nedan.

3.1 Provfilmning

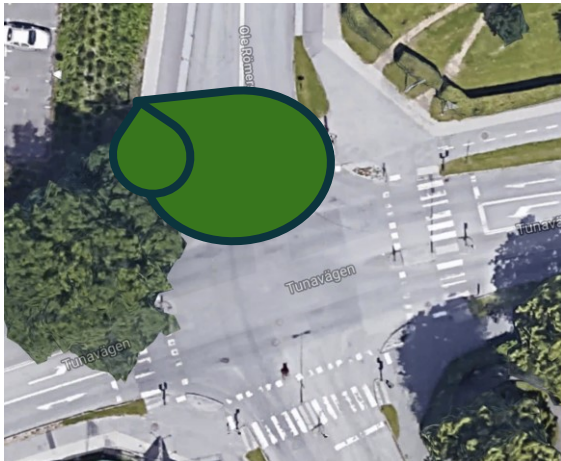
Under två dygn genomfördes provfilmningar vid totalt tre olika platser i Lund. Provfilmningen genomfördes med syfte att skapa en förståelse för hur kamerautrustningen fungerar samt för att förstå hur kamerans olika inställningar påverkar videomaterialet. Dessutom var det av mycket stor vikt att i detta skede utvärdera om det var möjligt att identifiera elcyklar med hjälp av tillhandahållna kamerautrustning. Val av plats för provfilmningarna skedde löpande utifrån de då sökta premisserna. Under provfilmningen undersöktes bland annat följande faktorer:

- kamerans avstånd till cykelbana
- kamerans placering i horisontal och vertikalled
- andra trafikanters påverkan på videodatan

Under filmning har två stycken kameror använts; en som har monterats på lägre höjd med avsikt att registrera detaljer hos förbipasserande cyklar för att utifrån dessa kunna avgöra om cykeln är en elcykel eller ej. En annan kamera monterades på högre höjd med syfte att fånga upp interaktioner och rörelser på de valda platserna. Dessa kameror kommer framöver att benämnas som hög respektive låg kamera. Då kamerorna måste monteras i anslutning till en fast stolpe var tillgången av dessa en viktig faktor när det kom till val av plats. Provfilmningen avslutades då samtliga faktorer ansågs vara undersökta.

Den första provfilmningen genomfördes i korsningen Ole Römers väg - Tunavägen. Vid detta tillfälle placerades de båda kamerorna i anslutning till samma lyktstolpe, belägen ca 9 meter in på den västra sidan av Ole Römers väg, se figur 9. Den låga kameran placerades ca 1,7 meter upp från marken och riktades mot den punkt av cykelpassagen där cyklister

precis antrar korsningen från väst. Den höga kameran placerades på maximal höjd, ca 6 meter, och riktades in för att ge en överblick över korsningens norra del, se figur 10. Kameraplaceringen upplevdes som god då de var placerade vid sidan av gångbanan och därmed inte blockerade eller störde framkomligheten för något trafikslag. Positivt var även att kamerornas placering inte skymde sikten eller tog uppmärksamhet från trafikskyltar. Då filmningen avslutats analyserades det insamlade materialet innan en ny kameraplacering valdes. Resultatet av analysen från provfilmningen presenteras ingående i nästa rapportdel, 3.2.



Figur 9. Upptagningsområde, prov 1



Figur 10. Monteringsplats, prov 1

Provfilmning nummer två genomfördes i samma korsning men närmre korsningen och i dess nordöstra hörn, se figur 11. Vid denna provfilmning placerades kamerorna vid olika stolpar, den höga kameran placerades ca 6 meter upp och riktades in för att ge en överblick över hela korsningen, se figur 12. Den lägre kameran placerades ca 1,4 meter upp, vilket är något lägre än vid den första filmningen. Även avståndet till cykelbanan justerades vid denna provfilmning då den låga kameran monterades vid en stolpe ca 2 meter från cykelbanans mitt. I och med att kameran nu placerades närmare cykelbanan och därmed i direkt anslutning till gångbanan fick den nu mer uppmärksamhet av fotgängare och att dessa vid vissa tillfällen upplevdes skymma kamerans sikt.



Figur 9. Upptagningsområde, prov 2



Figur 10. Monteringsplats, prov 2

Vid den tredje provfilmningen monterades endast den låga kameran. Den monterades vid passagen över Tornavägen i höjd infarten till Tornavägen 3, se figur 13. Kameran placerades på en höjd av ca 1,6 m och riktades in så att den, med rät vinkel, fångade förbipasserade cyklister. Kameran placerades här i direkt anslutning till gångbanan som gränsade till en ca 6 meter bred väg där cyklar färdades över hela ytan, se figur 14. Vid denna plats rör sig ett relativt stort flöde av både cyklister och fotgängare som samsas på samma yta. Denna plats valdes för att se hur det stora flödet av andra trafikantgrupper påverkar urvalet av cyklister under dataanalysen samt för att se hur vinkeln mellan kamera och cyklist påverkar.



Figur 11. Upptagningsområde, prov 3



Figur 12. Monteringsplats, prov 3

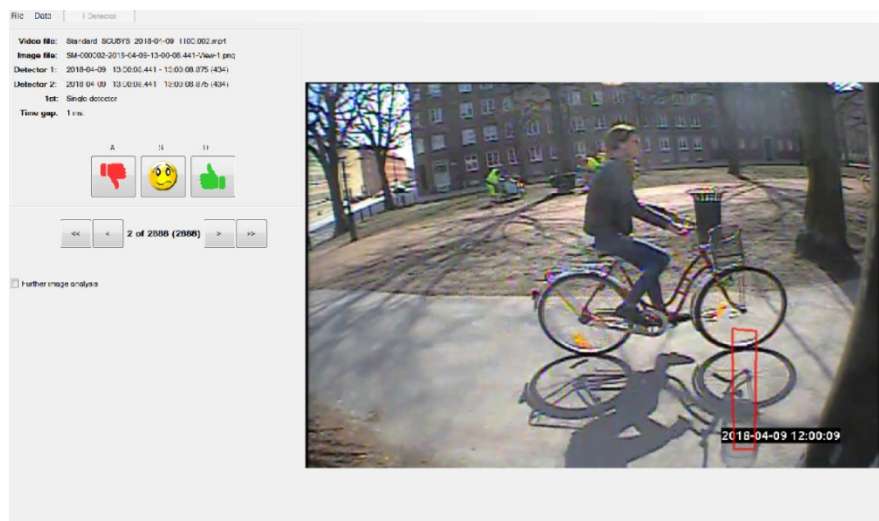
Då slutsatser drogs utifrån de tre provfilmningarna kan följande punkter anses vara av extra vikt när det kommer till kameramontage. Kamerorna och dess utrustning bör placeras så att de:

- inte utgör ett direkt hinder för förbipasserande
- står något skyddade för att inte dra till sig onödig uppmärksamhet vilket kan ge onaturliga rörelser i videodatan
- inte skymmer trafikordningar, skyltar etc.

3.2 Analys av provdata

Efter att videomaterial samlats in från de tre platserna har det analyserat med hjälp av programmet RUBA - *Road User Behaviour Analysis*. I RUBA kan detektorer ritas som automatiskt identifierar trafikanter utifrån olika förutsättningar så som färdriktning, hastighet, täckningsgrad med mera, se exempel på ritad detektor i Figur 13 nedan. Vid varje detekterad händelse sparar programmet ett foto över händelsen från videon och registrerar samtliga händelser i ett exceldokument.

Bilderna och exceldokumentet kan efter att RUBA analyserat klart videomaterialet importeras till programmet RUBA Check, som är ett verktyg för att smidigt kunna sortera bilderna, till exempel kan som i detta fall detekterade händelser med elcyklar sorteras ut. Sorteringen skedde med hjälp av de kännetecken som presenteras i kapitel 1.4. Exempelbild från RUBA Check ses i Figur 13 nedan.



Figur 13. Bild från RUBA Check

Vid analysen av materialet från den låga kameran vid den första videoupptagningen var det svårt att urskilja huruvida de registrerade cyklisterna var elcyklister eller standardcyklister då avståndet mellan kameran och cyklisterna var långt, se Figur 14. I videon från den höga kameran var endast en billängd synlig av vägen där de interagerande motorfordonen färdades, se figur 17. En annan vinkel som visar mer av motorfordonens framfart mot interaktionspunkten hade varit önskvärd för att få en tydligare bild av händelseförloppet.



Figur 14. Låg kamera, provfilmning 1



Figur 15. Hög kamera, provfilmning 1

Vid analysen av materialet från den andra videoupptagningen var det enklare att avgöra cykelfordonstyp eftersom kameran befann sig närmare cykelbanan, se Figur 16. Dock registrerade detektorerna även fotgängare då gångbanan var mellan kameran och cykelbanan. För att minimera antalet felregistrerade händelser kan kameran om möjligt placeras närmast cykelbanan för att den på så sett inte ska fånga upp fotgängare i lika stor utsträckning. Den höga kameran hade en vinkel som gav ett stort omfång och en fullständigt översiktlig bild över korsningen, se figur 19 nedan.



Figur 16. Hög kamera, provfilmning 2



Figur 17. Låg kamera, provfilmning 2

Vid den tredje platsen varierade beteendet hos cyklisterna då det inte var någon specifik plats i gaturummet som var avsatt för cyklister. Cyklisterna rörde sig på en ca 6 meter bred väg så avståndet mellan kameran och cyklisterna varierade markant. För cyklisterna som rörde sig närmare kameran var det enkelt att urskilja cykeltyp medan det var svårare för de cyklisterna som befann sig längre bort, se Figur 18 och figur 21. För de cyklisterna som var längre bort syntes även ett staket och grenar bakom cykeln vilket gjorde det svårt att se huruvida det var en elcykel eller ej. Genom att höja upp kameran och montera den i en brantare nedåtriktad vinkel hade en mer homogen bakgrund erhållits och möjligheten att urskilja elbatterier hade blivit större för dessa cyklar.



Figur 18. Låg kamera, cykel nära kamera



Figur 19. Låg kamera, cykel långt bort

Utifrån analysen av de tre provfilmningarna har vikten av kamerornas placering blivit tydlig. När den slutliga platsen för filmning väljs är det viktigt att den låga kameran kan placeras tillräckligt nära cykelvägen så att cykeltyp kan urskiljas. Kameran måste samtidigt placeras så att den fångar upp så lite brus och irrelevanta händelser som möjligt. Den höga kameran bör placeras på ett avstånd och med en vinkel som ger en överskådlig bild över interaktionen som önskas studeras. För att underlätta sorteringen av händelser är det fördelaktigt att välja en plats med en tydlig separering mellan de olika trafikslagen fotgängare, cyklister och bilister.

Utifrån analysen som gjorts på datan från de tre provfilmningarna kan följande punkter anses vara av extra vikt när det kommer till kameramontering för att underlätta vid analysen. Kamerorna och dess utrustning bör placeras så att:

- den höga kameran fångar hela händelseförloppet
- den låga kameran är så nära cykelbanan som möjligt
- den låga kameran fångar de förbipasserande cyklarna i en rät, horisontell vinkel
- onödiga rörelser undviks genom att en plats med hög grad av separering mellan de olika trafikslagen väljs

3.3 Framtagning av plats för videoanalys

För att uppnå ett resultat av god kvalitet kommer valet av plats där videoupptagning sker vara av stor betydelse. Förutom att ovanstående parametrar vad gäller kamerans montering uppfylls ställs även andra krav på den valda platsen. Till exempel eftersöks ett högt cykelflöde och stor andel elcyklister. Dessa parametrar diskuteras mer ingående nedan.

För att finna en plats som uppfyller de ställda kraven har kontakt tagits med trafikplanerare Jesper Nordlund och trafiksäkerhetsutredare Hossein Ashouri på Malmö Stads gatukontor. Diskussioner har sedan förts för att finna intressanta platser att utreda. Förslag på ett antal platser i Malmö togs fram där de upplever att trafiksäkerhetsproblem för cyklister föreligger. Dessa platser, som presenteras i Tabell 1 nedan, har sedan studerats djupare med avseende på flöde, olycksdata och möjlighet till kameramontering. För att få en bild av flödet på platsen har flödesmätningar genomförda av Malmö Stad under 2017 studerats. På de platser där mätningar saknas har data från tidigare år använts. Aktuella flöden presenteras i Tabell 1 nedan. Olyckor mellan motorfordon och cyklister har sedan studerats på de utvalda platserna under en femårsperiod (2013-2017). Information om olyckorna har hämtats från olycksdatabasen Strada där polis- och sjukhusrapporter från trafikolyckor i Sverige finns samlade. Antalet olyckor och dess karaktär har använts som en indikator för trafiksäkerheten på platsen. Antalet olyckor på de olika platserna återges i Tabell 1 nedan. Stolpar för montering av kamerorna har kartlagts och bedömts utifrån dess lämplighet.

Tabell 1. Sammanställning av platser

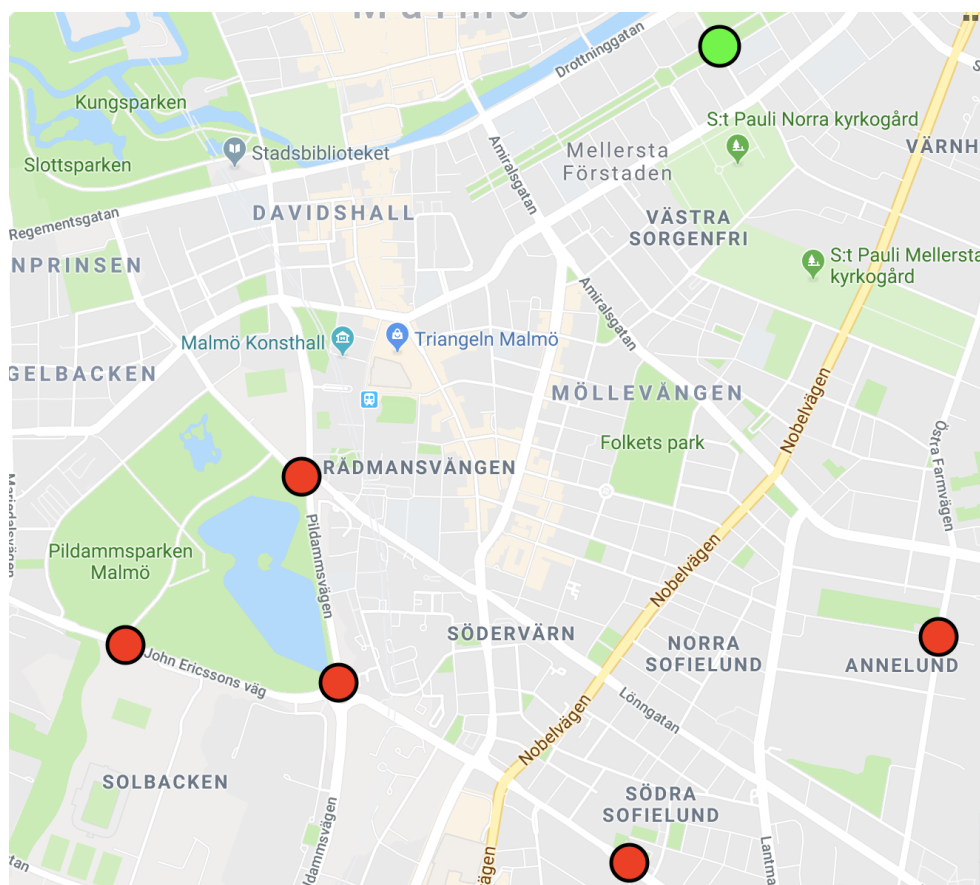
Plats	Beskrivning	Flöde ²	Olyckor (2013-2017)	Kamera-montering	Kommentar
Carl Gustafs väg / Pildammsvägen	Signalreglerad cykelpassage	7780 st	0 st	Hög: Bra Låg: Okej	-
John Ericssons väg / Baltiska vägen	Cykelpassage	2760 st	0 st	Hög: Bra Låg: Okej	Svårt att förutse cyklarnas färdväg
Heleneholmsstigen / Ystadvägen ¹	Cykelöverfart	2850 st	30 st	Hög: Bra Låg: Okej	Stor andel svängande cyklister, svårt att fänga samtliga
Norra grängesbergsgatan / Annelundsgatan	Cykelpassage	1950 st	12 st	Hög: Okej Låg: Dålig	-
Exercisgatan / Kungsgatan ¹	Cykelöverfart	5350 st	14 st	Hög: Okej Låg: Bra	God separering mellan fotgängare/cyklister
Pildammsrondellen ¹	Cykelöverfart	2070 st	8 st (norr) 9 st (västra)	Hög: Okej Låg: Bra	Grenar från träd kommer ev. täcka kamera

¹Platsbesök genomfört 2018-03-19

²Vardagsdygnstrafik, cykel. Uppmätt i en riktning.

Andelen elcyklar på platsen är en annan mycket viktig, men i dagsläget svårbedömd, faktor. Då ingen tillgänglig data fanns över elcykelflöden har istället andra parametrar som indikerar på ett högt flöde av elcyklister undersökts. Flera studier, däribland en genomförd av Nordh m.fl. (2015) visar på att elcyklar till stor del används på längre sträckor och för pendlingsresor. Uttalade cykelpendlingsstråk i Malmö är därför av extra intresse. Eftersom denna studie till stor del syftar till att se hur elcykeln skiljer sig från standardcykeln är platser där dess specifika egenskaper kan nyttjas fullt ut av extra intresse. En utav de tydligaste skillnaderna är elcykelns förmåga att uppnå och vidhålla höga hastigheter, vilket motiverar att en plats med hög framkomlighet väljs. Ur denna aspekt är breda raksträckor utan hinder att föredra vid val av plats.

Alla ovanstående parametrar har sedan vägts ihop, där tyngdpunkten legat på möjligheten att montera kameran på ett effektivt sätt. Efter ett antal platsbesök togs det slutgiltiga beslutet att filmning kommer att genomföras vid korsningen mellan Exercisgatan och cykelstråket utmed Kungsgatan i Malmö.



Figur 20. Utredda platser i Malmö. Google maps, 2018

Cykelstråket utmed Kungsgatan ligger i en parkmiljö, är dubbelriktad och separerad från fotgängare och motorfordon. Stråket är en prioriterad cykelbana genom Malmö som ingår i *Cykelspåret* vilket löper från Svinesund i Norge till Haparanda i norra Sverige och utmed den Svenska kusten (Malmö Stad, 2016). I snittet vid Exercisgatan passerar ett vardagsdygnsflöde på drygt 5000 cyklister (Malmö stad, 2017b) och ca 8 500 motorfordon (Malmö stad, 2017a). 2013 byggdes den dåvarande cykelpassagen om och hastighetssäkrades med farddämpande ramper samt förseddes med väjningsplikt för bilisterna. Under hösten 2014 ersattes skyltningen med cykelöverfartsskyltning som

fungerar enligt samma princip, det vill säga att motorfordon ska lämna företräde för cyklister på den korsande cykelbanan (Bentzel, 2016). I Strada kunde ses att majoriteten av de olyckor som skedde på platsen var på grund av brister i bilisternas valjningsbeteende. Det kunde även ses att antalet olyckor var relativt konstant under den femårsperiod som studerades. För motorfordonen gäller en hastighetsbegränsning på 40 km/h på platsen.

Eftersom att flödet utmed cykelbanan är högt och att det är en del av ett större cykelstråk där många cykelpendlare rör sig är förhoppningen om att identifiera många elcyklister stor. Då cykelflödet är helt separerat från övriga trafikanter finns goda möjligheter att samla in videomaterial med så lite störande brus som möjligt, vid platsen finns det dessutom flera lyktstolpar som lämpar sig väl för montering av kameror.



Figur 21. Orienteringskarta. Google Maps, 2018

För att få ett så representativt resultat som möjligt genomförs cykelräkningar oftast under s.k. neutrala månader, dvs. månader då cykelflödet kan anses vara representativt för cykelsäsongen (Niska m.fl., 2010). Dessa månader är april, maj, juni, september och oktober. Med hänsyn till detta samt den årliga variationen i väder beslutades att mätningarna skulle genomföras under en utvald vecka i april månad.

3.4 Val av interaktion

Innan kamerorna monterades gjordes ytterligare ett besök på platsen för att försöka avgöra vilka typer av interaktioner som skulle vara av störst intresse att analysera. Detta var en förutsättning för att veta på vilken stolpe och i vilken riktning framför allt den höga kameran sedan skulle placeras. Ett byggarbete som sker i närheten till överfarten bidrar till att motorfordon som ankommer till överfarten från Drottninggatan har en begränsad syn över cykelbanan mot centrum. Dessutom uppskattades motorfordonen som ankom från Drottninggatan hålla en högre hastighet jämfört med de som ankom från Föreningsgatan. Detta gjorde att beslut togs om att den höga kameran skulle placeras sydost om överfarten för att fånga en större del av bilarnas färd som rör sig på Exercisgatan i riktning från Drottninggatan.

Den ursprungliga tanken var att endast studera de interaktioner som skedde mellan cyklar och de bilar som ankom överfarten från Drottninggatan. Då den första timmen av videodata sedan analyserades visade det sig ändå vara av intresse att notera de interaktioner som sker med bilar som ankom överfarten från Föreningsgatan. Kamerans position bidrog, som väntat, till att bilen endast kunde följas från det att den ankommit till farthindret i anslutning till överfarten, se Figur 22. Trots detta upplevdes att tillräckligt goda analyser kunde genomföras för att det skulle bidra till den totala analysen.



Figur 22. Video från den höga kameran

4 Metod

4.1 Videoanalys

För att utvärdera elcykelns påverkan på trafiksäkerheten kommer en videoanalys att genomföras. Denna metod väntas bidra till att en stor mängd indata kan samlas in under en relativt kort tid. Metoden kommer bestå av att kameror placeras vid en utvald plats i Malmö för att fånga upp hastigheter, flöden och interaktioner hos elcyklister. Metoden delas in i två delar: videoupptagning och videoanalys.

4.1.1 Videoupptagning

Efter att den aktuella platsen valts ut samt att beslut tagits kring kamerornas placering genomfördes den slutgiltiga monteringen av kamerorna vid cykelöverfarten vid Exercisgatan/Kungsgatan måndagen den 9 april 2018. Videoupptagning genomfördes under hela v. 15, med undantag för några timmar under veckans mitt då kamerorna pausades för byte av minneskort och batteri. Utrustningen programmerades till att samla in data från kl. 06 till kl. 20.

Filmning skedde med hjälp av Miovision Scout, en videoinsamlingsutrustning utvecklad för obemannade fältstudier i trafikmiljö. Varje utrustning består av ett teleskopiskt stativ, kamera och kontrollpanel med batteri, minneskort och display. Se Figur 23 nedan för de olika komponenterna.



Figur 23. Figur av Miovision Scout (www.miovision.com)



Figur 26. Kamera (www.miovision.com)



Figur 27. Kontrollpanel batteri, minneskort och display (www.miovision.com)

Under den vecka som filmning skedde anlände våren till Malmö. Dagtid varierade temperaturen mellan 10 och 20 °C och det var mestadels soligt. Under ca halva veckan rådde en kraftig vind, med medelhastighet på 11 m/s (Larsson, 2018). Den kraftiga vinden orsakade viss rörelse i kameran vilket ledde till att en sämre bildkvalité stundtals upplevdes på den höga kameran. Den höga kameran placerades i utkanten av överfartens sydöstra hörn, på en höjd av cirka 7 meter, se figur 28. Den låga kameran placerades i direkt anslutning till cykelbanan, några meter väster om överfarten, se figur 29. Denna placerades på cirka 1,5 meters höjd och riktades in så att den fångade de förbipasserande cyklarnas färd i en rät vinkel.



Figur 24. Höga kamerans placering



Figur 25. Låga kamerans placering

4.1.2 Analys av data

För att urskilja cyklisterna från det insamlade videomaterialet från den låga kameran skapades en detektor i dataprogrammet *RUBA*, som gjorde en registrering varje gång detektorn var fylld till minst 15 % och händelsen varade i minst 20 ms, för att försäkra att även snabba cyklister registrerades, se **Figur 26**.



Figur 26. Detektorn som registrerat en elcyklist

Efter att videomaterialet behandlats och bilder över samtliga passerande cyklister sparats användes programmet *RUBA Control* för att sortera ut elcyklisterna. Från videomaterialet har sedan 100 stycken elcyklisters valts ut slumpmässigt för analys.

Efter att cyklisterna sorterats in i *elcyklisters* och *icke elcyklisters* skapades en fil med tidsstämplar för när elcyklisterna passerat. För att underlätta analysen av de eventuella interaktionerna importerades filen till programmet *RUBA control* och ställdes in så att videon från den höga kameran spelade upp 15 sekunder innan och efter varje vald elcykelpassage, se exempel på bild från den höga kamerans video i figur 31. Detta gjordes dock endast på provfilmningsmaterialet från platsen eftersom att cyklisterna inte var sorterade efter vilken riktning de färdades i vilket resulterade i att uppspelningsintervallet behövde vara så pass långt att det blev ineffektivt, istället upplevdes det smidigare att spola manuellt i videon från den höga kameran.



Figur 27. Uppspelning från höga kameran

Vid analysen av videomaterialet har kön, ålder och väjningsbeteende bedömts okulärt och antecknats för cyklisterna samt att deras hastighet in mot överfarten har beräknats. Hastigheten beräknades genom att tidtagning gjordes för den tid det tog för cyklisten att cykla en bestämd, uppmätt sträcka i anslutning till överfarten. Tidtagningen genomfördes manuellt med stoppur.

Interaktionerna mellan cykel och bil på överfarten klassades sedan utifrån en subjektiv bedömning av trafikanternas beteende, såsom körmönster in mot överfarten samt hur nära de kommit varandra i korsningspunkten. Händelsen då cyklisten passerar överfarten har kategoriserats som *ingen interaktion*, *ofarlig interaktion*, *farlig interaktion* eller *mycket farlig interaktion* utifrån allvarlighetsgraden i cykelns interaktion med motorfordon.

Interaktionerna har definierats på följande sätt:

- **Ingen reaktion** - cykeln har passerat överfarten utan att interagera med ett korsande motorfordon.
- **Ofarlig interaktion** - cykeln och/eller motorfordonet anpassar sin hastighet så att en passage kan ske riskfritt.
- **Farlig interaktion** - Fordonen gör sena undanmanövreringar
- **Mycket farliga interaktioner** - Fordonen gör kraftiga inbromsningar eller undanmanövreringar

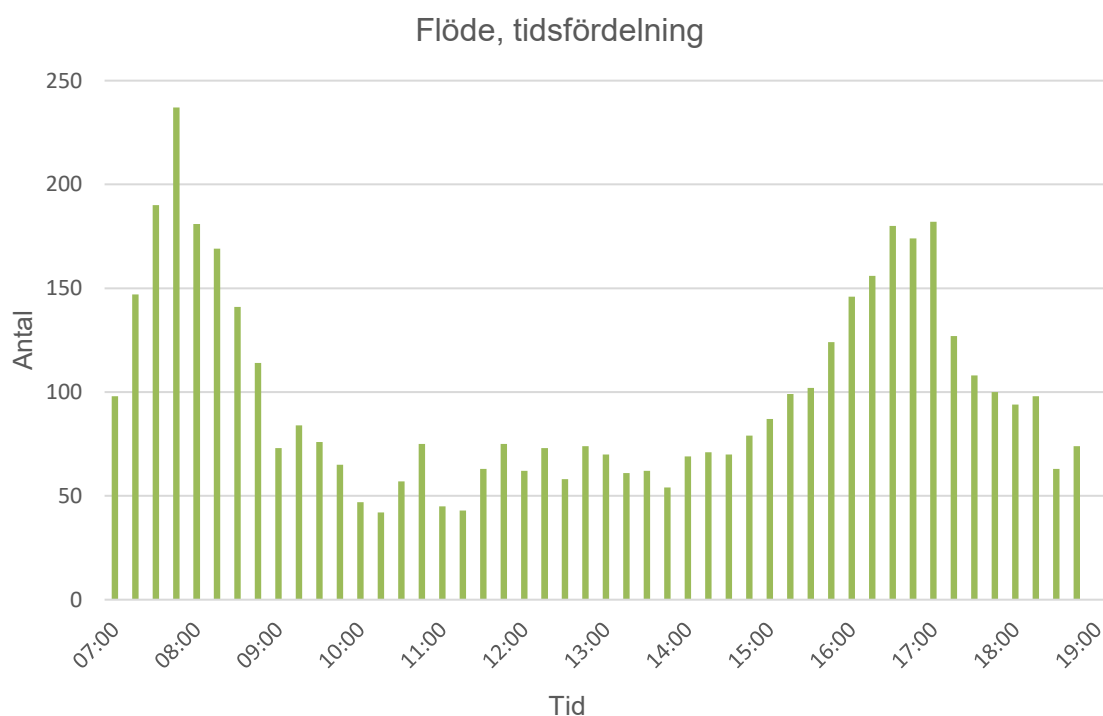
En referensgrupp av standardcyklar har även analyserats på samma sätt som för elcyklisterna. Lika många händelser i referensgruppen har valts ut som för elcyklisterna och även samma tidsfördelning på dygnet samt färdriktningsfördelningar.

5 Resultat - Videoanalys

I detta kapitel presenteras resultatet från den analys som grundar sig på data insamlad vid cykelöverfarten vid Exercisgatan/Kungsgatan i Malmö.

5.1 Tidsfördelning cyklister

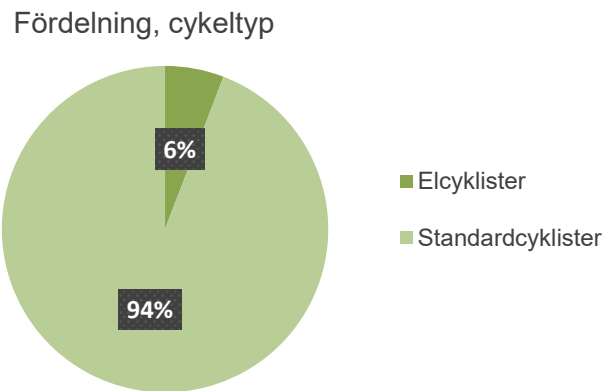
Figur 28 visar den uppmätta fördelningen av passerande cyklister i snittet Exercisgatan/Kungsgatan under en vardag. I diagrammet kan en högre koncentration cyklister ses på morgonen kl. 07-09. Under eftermiddagen är det högre flödet fördelat över flera timmar.



Figur 28. Tidsfördelning, cykelflöde

5.2 Fördelning elcyklister/standardcyklister

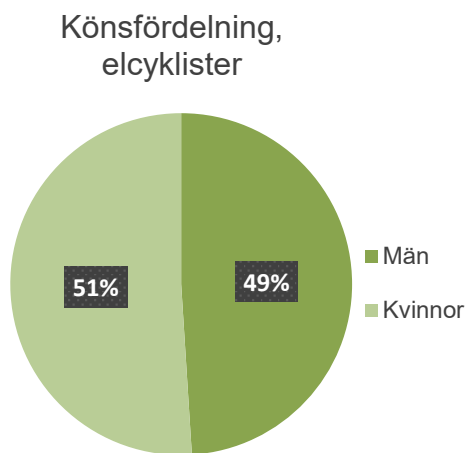
Fördelningen mellan elcyklister och standardcyklister har tagits fram utifrån videomaterialet. I Figur 29 ses att elcyklister motsvarar ca 6% av antalet cyklister som passerar Exercisgatan/Kungsgatan. I dessa värden har mopeder, lådcyklar och andra trafikanter som inte kan kategoriseras som elcyklister eller standardcyklister bortsätts ifrån.



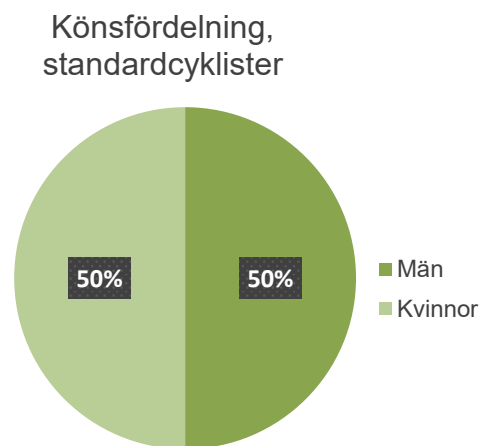
Figur 29. Andel elcyklister

5.3 Könsfördelning

Ingen skillnad kunde ses vad gäller könsfördelning hos de olika cykeltyperna. För båda cykeltyperna var könsfördelningen jämn. Se figur 34 och 35.



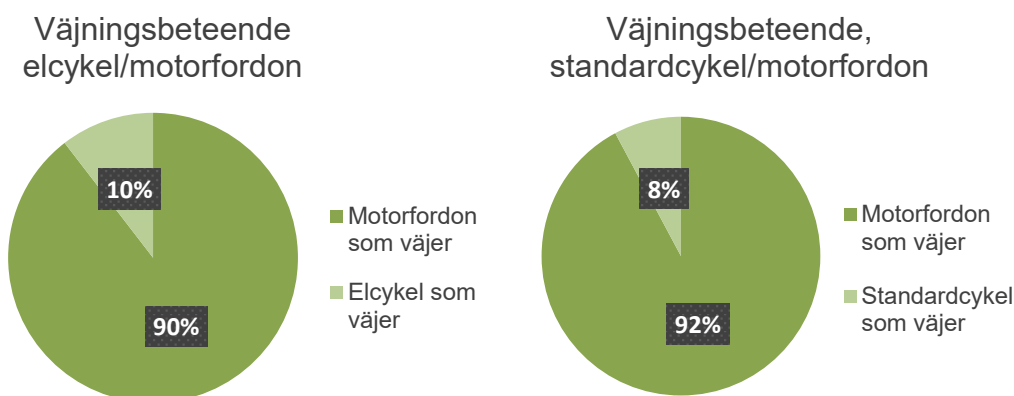
Figur 34. Könsfördelningen för elcyklister



Figur 35. Könsfördelningen för standardcyklister

5.4 Väjningsbeteende

När interaktionerna har studerats har väjningsbeteendet antecknats. Det är tydligt att majoriteten av motorfordonen följer skyltningen och väjer för cyklisterna. I Figur 31 och Figur 30 syns att ingen betydande skillnad i väjningsbeteende kunde observeras mellan de olika cykeltyperna.



Figur 31. Andelen väjande motorfordon/elcykel

Figur 30. Andelen väjande motorfordon/cykel

5.5 Hastighet

Då hastigheten för de förbipasserande cyklarna beräknades framkom följande värden på medelhastigheten för elcyklar och standardcyklar som färdades rakt fram respektive genomförde en sväng i direkt anslutning till överfarten, se Tabell 2.

Tabell 2. Beräknad medelhastighet för elcyklar/standardcyklar

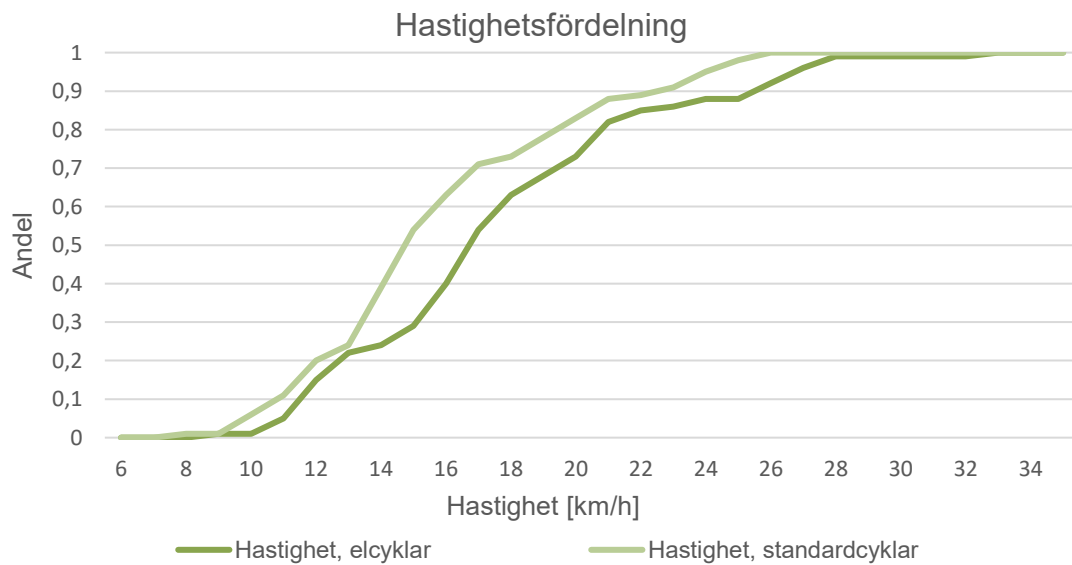
	Medelhastighet [km/h]	Antal
Elcyklar, rakt fram	18,4	82
Standardcyklar, rakt fram	16,6	83
Elcyklar, sväng	11,9	18
Standardcyklar, sväng	12,3	17

För elcyklisterna var den högsta respektive lägsta hastigheten 33,5 km/h och 9,8 km/h. Motsvarande värden för standardcyklarna var 26,3 km/h och 8,7 km/h. Medelhastighet, medianhastighet och standardavvikelse för de cyklister som körde rakt fram vid överfarten presenteras i Tabell 3 nedan.

Tabell 3. Hastighetsvärden för cyklister som färdas rakt fram, ej svängt

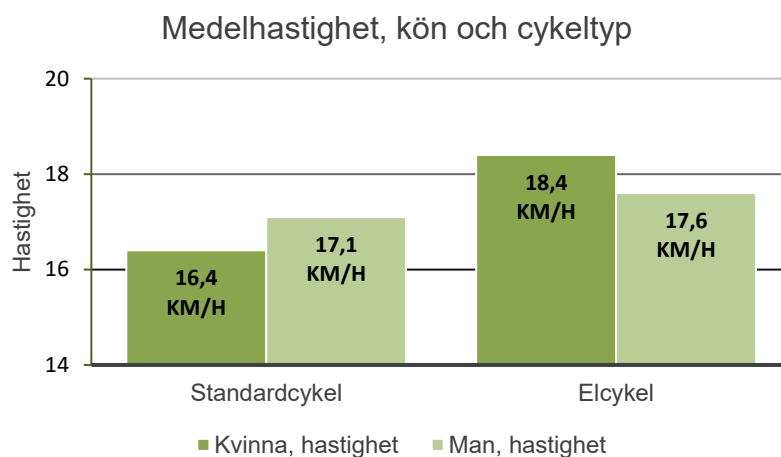
	Medelhastighet [km/h]	Medianhastighet [km/h]	Standardavvikelse
Elcyklar	18,4	17,6	4,86
Standardcyklar	16,6	15,5	4,16

Beräkningarna visar att elcyklister håller en högre hastighet i anslutning till överfarten än vad standardcyklister gör. Att standardavvikelsen är något högre för elcyklister visar på att en större hastighets spridning förekommer i denna kategori, något som även kan utläsas ur figur 38 nedan där hastighetsfördelningen för elcyklister respektive standardcyklister presenteras.



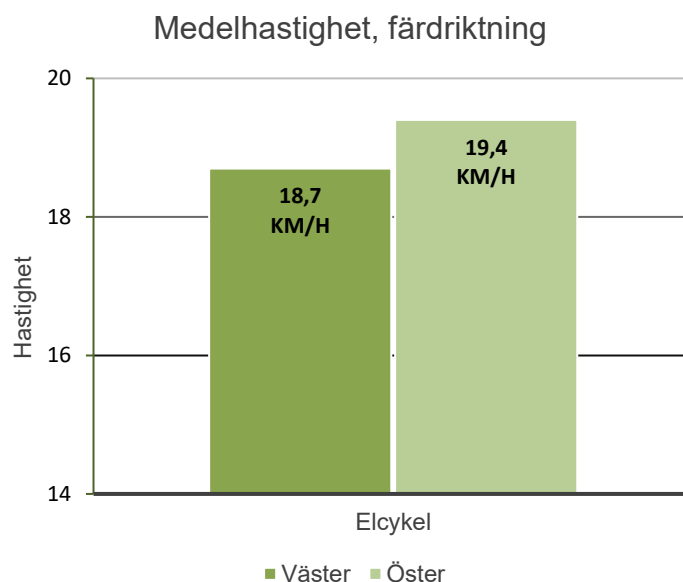
Figur 32. Kumulativt diagram över hastighets spridningen

Då medelhastigheten beräknas för män respektive kvinnor i de två cykelkategorierna fås följande värden, se figur 39. I figuren kan utläsas att det bland standardcyklar är männen som håller en högre hastighet, medan det för elcyklar är kvinnorna som håller en högre hastighet.



Figur 39. Medelhastighet, fördelat på kön och cykeltyp.

Då medelhastigheten beräknades utifrån indelning efter i vilken i riktningen elcyklisten passerar överfarten framkom att elcyklisten som ankommer överfarten från öster håller en högre hastighet, se figur 40 nedan.

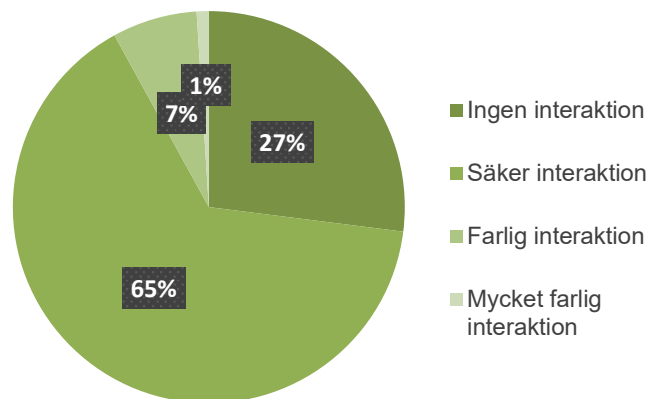


Figur 40. Medelhastighet uppdelat på färdriktning

5.6 Interaktioner

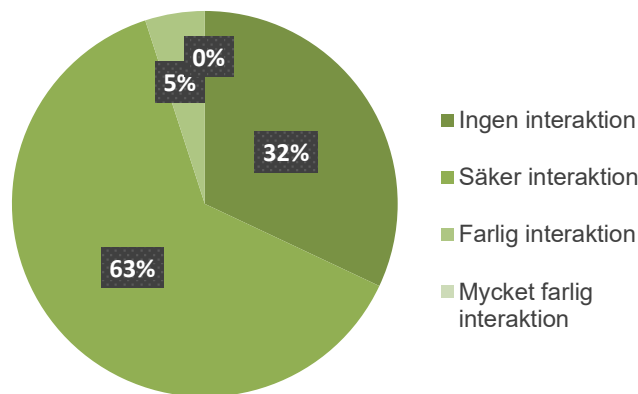
Då överfarter för 200 cyklister analyserats kunde följande data sammanställas, se figur 41 och 42 nedan. Framför allt kunde slutsatsen dras att de interaktioner som klassas som *mycket farliga* är väldigt sällsynt förekommande för både elcyklister och standardcyklister. När det gäller de *farliga interaktionerna* var de ungefär lika vanligt förekommande hos de båda cykelkategorierna. Den största skillnaden mellan elcyklister och standardcyklister återfanns i fördelningen mellan *ingen interaktion* och *säker interaktion*, där elcyklister var inblandade i fler säkra interaktioner och standardcyklarna vid fler tillfällen kunde passera utan någon interaktion alls.

Interaktion elcyklar, andel



Figur 41. Andel per interaktionstyp, elcyklar

Interaktion standardcyklar, andel



Figur 34. Andel per interaktionstyp, standardcykel

5.6.1 Analys av farliga och mycket farliga konflikter

Nedan presenteras och analyseras några av de typkonflikter som kunde observeras och som graderats som *farlig* eller *mycket farlig*.

Fall 1



Cykeltyp:	Elcykel
Tidpunkt:	18:23
Kön:	Man
Ålder:	30-65
Cykel från:	Föreningsgatan
Bil från:	Drottninggatan
Hastighet, cykel:	18 km/h
Hastighet, motorfordon:	35 km/h
Företrädeslämnare:	-

Bilistbeteende: Bilisten kör med hög hastighet och hinner inte se att cyklisten ska svänga

Cyklistbeteende: Kör med hög hastighet innan svängen och signalerar ej att han ska svänga ut på överfarten

Fall 2



Cykeltyp:	Elcykel
Tidpunkt:	11:50
Kön:	Kvinna
Ålder:	30-65
Cykel från:	Föreningsgatan
Bil från:	Föreningsgatan
Hastighet, cykel:	10 km/h
Hastighet, motorfordon:	16 km/h
Företrädeslämnare:	cyklist

Bilistbeteende: Ökar sin hastighet då den passerat rampen. Antas ha observerat cyklisten och accelererar för att hinna passera överfarten innan cyklisten når dit

Cyklistbeteende: Visar med armen att hon ska svänga, och tvingas sedan bromsa kraftigt då hon är ca 1 meter ifrån överfarten, då bilen befinner rakt framför henne

Fall 3



Cykeltyp:	Elcykel
Tidpunkt:	11:25
Kön:	Kvinna
Ålder:	30-65
Cykel från:	Öster
Bil från:	Drottninggatan
Hastighet, cykel:	13 km/h
Hastighet, motorfordon:	9 km/h
Företrädeslämnare:	Motorfordon

Bilistbeteende: Bussen saktar ned för guppet, men kör sedan med lägre hastighet fram mot överfarten. Stannar sedan helt precis vid markeringarna för överfarten.

Cyklistbeteende: Cyklist kör sakta in mot överfarten, ökar sedan hastigheten på överfarten

Fall 4



Cykeltyp:	Elcykel
Tidpunkt:	11:36
Kön:	Man
Ålder:	30-65
Cykel från:	Öster
Bil från:	Drottninggatan
Hastighet, cykel:	13 km/h
Hastighet, motorfordon:	16 km/h
Företrädeslämnare:	Motorfordon

Bilistbeteende: Bil stannar på guppet för tidigare cykel, börjar sedan köra igen och tvärbromsar när han upptäcker cyklisten

Cyklistbeteende: Bromsar då hon är på överfarten, blir osäker på bussens beteende. Tvingas stanna och sätta ner foten, cyklar sedan innan bussen.

Fall 5



Cykeltyp:	Standardcykel
Tidpunkt:	17:18
Kön:	Kvinna
Ålder:	30-65
Cykel från:	Väster
Bil från:	Drottninggatan
Hastighet, cykel:	<i>går ej att beräkna</i>
Hastighet, motorfordon:	<i>går ej att beräkna</i>
Företrädeslämnare:	Cykel

Bilistbeteende: Bilen har stannat för tidigare cykel. Borde ha uppmärksammat att cyklisten kom men körde ändå

Cyklistbeteende: Saktar först in då hon närmar sig överfarten för att sedan tvingas bromsa hårdare då bilen är på överfarten

Fall 6



Cykeltyp:	Standardcykel
Tidpunkt:	14:43
Kön:	Kvinna
Ålder:	30-65
Cykel från:	Väster
Bil från:	Drottninggatan
Hastighet, cykel:	11 km/h
Hastighet, motorfordon:	13 km/h
Företrädeslämnare:	Cykel

Bilistbeteende: Bilen saktar in för gupp, men ökar därefter sin hastighet fram mot överfarten

Cyklistbeteende: Cyklist tvingas sakta in för att kunna manövrera sin väg bakom bilen

Vid sammanställning av analysen av de *allvarliga* och *mycket allvarliga* konflikterna kunde ett mönster urskiljas bland standardcyklisterna. I flera fall håller cyklisten en låg hastighet in mot överfarten och bilen bestämmer sig för att köra för att passera överfarten innan cykeln hinner dit. Ofta har detta lett till att cykeln behövt anpassa sin hastighet då bilen utgör ett hinder för dennes fortsatta färd över överfarten. Denna betraktelse förekommer bland annat i fall 5 och 6 ovan.

För elcyklisterna kunde flera olika beteende uppmärksammas. En typ av beteende var att bilisten i ett väldigt sent skede tvingades bromsa mycket kraftigt för cyklist som befann sig ute på överfarten. Gemensamt för samtliga bilister är att de har uppvisat en rörelse som är svårtolkad av cyklisten.

5.7 Sammanfattning av resultat

Av de cyklisterna som passerade det studerade snittet utgjorde elcyklisterna ca 6 %. Ur denna andel valdes 100 stycken elcyklar ut för djupare analys, samt en referensgrupp motsvarande 100 stycken standardcyklar. Det som framför allt skiljde dessa grupper åt var deras hastigheter vid cykelöverfarten, där elcyklisterna beräknades ha en medelhastighet som låg ca 2 km/h över standardcyklarnas. Bland elcyklisterna uppmärksammades även en skillnad i hastighet mellan kvinnliga och manliga cyklisterna, där kvinnornas medelhastighet låg ca 1 km/h över männens.

Vad gäller interaktionerna mellan cyklar och bilar kunde ingen signifikant skillnad ses mellan de olika cykelkategorierna. Majoriteten av cyklisterna i de båda kategorierna kunde passera cykelöverfarten utan att vara inblandad i en farlig interaktion. Cirka 7 % av de studerade interaktionerna klassades som *allvarliga* eller *mycket allvarliga*.

6 Diskussion

I detta kapitel diskuteras den metod som utvecklats i denna studie samt det resultat som funnits.

6.1 Resultatdiskussion

6.1.1 Litteraturstudie

Ett relativt begränsat antal studier om trafiksäkerhet gällande elcyklar kunde finnas som genomförts i Sverige eller övriga Europa. Under litteraturstudien återfanns ett betydande antal studier genomförda i Kina, men då klassificeringarna för en elcykel skiljer sig markant åt i Kina jämfört med Europa har dessa studier uteslutits vid litteraturstudien. Bland annat kunnat det i litteraturen finnas att definitionen på en elcykel i vissa delar av Asien var att fordonet skulle ha trampor. Något som resulterat i att fordon med mycket stark motor, och som i Sverige skulle klassas som en motorcykel, på dessa platser kan klassas som elcykel så länge de bara har trampor. Detta har lett till att det förekommer fall då motorcyklar förses med ej fungerande pedaler.

I flera studier kunde det konstateras att trafiksäkerheten till viss del kan påverkas av det glapp som finns mellan medtrafikanternas förväntningar på en cykel och elcykelns faktiska framfart. Detta är en faktor som kan ändras i takt med att elcykelflödet blir större och medtrafikanterna därmed blir mer medvetna.

6.1.2 Videoanalys

Vid videoanalysen fann vi att elcyklisterna håller en högre hastighet än övriga cyklisterna, skillnaden i medelhastighet beräknades till 1,8 km/h. Denna skillnad skulle kunna få en stor inverkan på trafiksäkerheten när det gäller såväl antalet olyckor som allvarlighetsgraden på dessa. Enligt potensmodellen som presenterades i litteraturstudien innebär en ökning av medelhastigheten från 16,6 km/h till 18,4 km/h en ökning av personskadeolyckor med nästan 23 %. Detta visar på att även små ökningarna i hastigheten på cykelbanan kan få betydande konsekvenser för trafiksäkerheten.

En annan intressant observation är att skillnaden i hastighet mellan elcyklar och standardcyklar är större hos kvinnor. Kvinnliga elcyklisterna har en medelhastighet som är 2 km/h högre än kvinnliga standardcyklisterna, motsvarande skillnad för männen är 0,5 km/h. Detta skulle kunna förklaras genom att kvinnor generellt sett har mindre muskelmassa än män, och att elassistansen därmed får större påverkan på deras hastighet.

Cyklisterna som genomförde en sväng direkt innan eller efter överfarten höll generellt en lägre hastighet än de som inte svängde. Dessa hastigheter inte kan anses bero på faktorer som cykelmodell, ålder eller kön, och bör därmed bortses från i resultatet. För de cyklar som ändå genomförde en sväng kunde dock ses att elcyklisterna höll en lägre hastighet. Detta skulle kunna bero på att elcyklar generellt är tyngre och kan upplevas svårare att manövrera vilket kräver en större hastighetssänkning vid sväng. På grund av att antalet svängande cyklisterna var relativt få är det svårt att dra några större slutsatser kring deras beteende.

Under analysen framkom att medelhastigheten var högre för de cyklister som ankom överfarten från öster. Denna skillnad kan dels förklaras genom att viss skillnad råder i utformningen av cykelbanan, det är dock svårt att avgöra hur pass mycket denna lilla skillnad i utformning faktiskt gör för hastigheten. En annan orsak kan vara att en kraftig vind rådde under delar av den tid då kamerorna var igång, en medelvindhastighet på 11 m/s uppmättes (Larsson, 2018). Skillnaden i med- eller motvind skulle därmed kunna förklara skillnaden i hastighet då vind har stark påverkan på hastigheten. Den kraftiga vinden skulle även kunna ha påverkat antalet cyklister på platsen, då vinden är en viktig faktor när det kommer till valet om att cykla eller välja ett alternativt färdmedel (Eriksson, 2009).

Utifrån det låga antalet farliga och mycket farliga konflikter som detekterades i videoanalysen är det svårt att dra några generella slutsatser kring hur elcykelns beteende skiljer sig från standardcyklar och tillfälliga händelser kan ge stora utslag på resultatet. Till exempel kunde det observeras att samtliga elcyklister som var utsatta för en allvarlig interaktion ankom från öster, men huruvida elcyklister löper en större risk att vara inblandad i en allvarligare interaktion då de kommer från öster är dock omöjligt att säga. För att kunna dra statistisk starka samband bör ett större underlag studeras och flera farliga interaktioner analyseras.

Den skillnad som kunde observeras i fördelningen mellan ingen interaktion och säker interaktion för de olika cykeltyperna grundar sig endast på slumpen för huruvida en cykel och bil ankommer till överfarten samtidigt och ej på cykeltypen i sig.

6.2 Metoddiskussion

6.2.1 Litteraturstudie

Valet av sökord hade stor betydelse på sökresultatet. Även sammansättningen av flera sökord genererade artiklar med olika fokus. Användning av fler sökord hade troligen genererat fler artiklar. På grund av att flera artiklar var skrivna på språk vi ej behärskar föll även en del artiklar bort.

6.2.2 Videoanalys

När det kommer till det slutliga platsval som gjordes kan detta konstateras varit mycket bra. Den mycket tydliga separeringen av fotgängare och cyklister ledde till att väldigt få trafikanter som ej var cyklister kom med i analysen. Ett fåtal fotgängare som genade över cykelbanan behövde rensas bort ur materialet samt de fåtal som rörde sig på cykelbanan med hjälp av skateboard, sparkcykel, hoverboard etc. Eftersom dessa utgjorde en mycket liten andel var detta inget problem.

Den detektor som registrerar förbipasserande cyklister har som tidigare nämnts tagit en bild av filmen då den märker av en rörelse. Vi har uppmärksammat att om två cyklister kör tätt efter varandra eller om två cyklister från motsatt riktning möts framför detektorn så tas endast en bild fast att flera cyklister passerat. Detta har troligen påverkat antalet uppmätta cyklister. Detta problem kan till viss del avhjälpas genom att andra inställningar görs i programmet RUBA genom att minska den tiden det måste mellan två händelse för att de skall räknas som separata.

Den låga kamerans vinkel mot cykelbanan var av stor vikt då de passerande cyklarna skulle kategoriseras som elcyklar eller standardcykel. Under tiden kameran var påslagen och samlade in material har en förbipasserande person vridit på kameran så att den ställts i en annan vinkel, se figur 43 och 44. En stor del av det insamlade materialet från den låga kameran är därmed taget i en sned vinkel vilket gör det svårt att urskilja cykelramen samt pakethållaren hos de cyklar som färdas i riktning från överfarten. Detta material fick tas bort från analysen och filmmaterialet som kunde användas blev därför mer begränsat än planerat.



Figur 43. Låga kamerans omfång, original



Figur 44. Låga kamerans omfång, efter vridning

Hos den utrustning som användes är den yttersta delen av kameran rörlig. Detta möjliggör för att noggranna inställningar av kamerans vinkel kan göras, men tyvärr även för att obehöriga personer kan ändra den. Att personer ändrar kamerans position eller på andra sätt saboterar videofilmningen går inte att undvika med aktuell kameramodell då kameran placeras på en så pass låg höjd att den är tillgänglig för förbipasserande.

Då den höga kameran är placerad betydligt högre upp drar inte denna till sig någon större uppmärksamhet och risken för sabotage är betydligt mindre. Dock kunde det under analysen observeras att andra yttre faktorer såsom vind kan påverka kvaliteten på bilderna. Den kraftiga vind som stundtals rådde under insamlingen av video skapade dels viss rörelse i kameran vilket orsakar bilder med mycket sämre kvalitet. Dessutom skapade vinden rörelser i de omkringliggande träden, vars grenar stundtals skymde sikten. Då upptagning av film i detta fall skedde innan grenarna var lövbeklädda utgjorde detta inget större problem i denna studie.

Eftersom det visade sig vara väldigt svårt att avgöra huruvida lådcyklarna hade elassistans eller inte uteslöts dessa helt ur detta arbete. Detta gör att andelen elcyklar som finns på gatorna i verkligheten kan antas vara något högre, då även dessa cykelmodeller skulle räknas in. På samma sätt har alla cyklar som inte utan tvivel kunnat konstaterats vara elcyklar sorterats som en standardcykel, vilket ytterligare talar för att andelen elcyklar ligger i underkant.

Bedömningen av interaktionerna skedde parallellt, på två datorer samtidigt, för att effektivisera arbete. För att undvika att stora skillnader i bedömningen uppstod genomfördes den första timmen av analysen tillsammans på en dator. På så vis kunde

gränserna tydliggöras genom diskussion då olika fall observerades. Trots detta kan vissa skillnader ändå antas förekommit i bedömningen. Störst risk för felbedömning antas finnas mellan kategorierna *säker interaktion* och *farlig interaktion*, då gränsen mellan dessa gav mest utrymme för egen tolkning av situationen. Att klassa interaktionerna upplevdes dessutom stundtals som mycket svårt då det var svårt att se ett tydligt agerande hos trafikanterna. Då cyklister analyserades kunde mycket av analysen grunda sig i cyklisternas trampfrekvens och hållning, samt huruvida de gett teckning vid sväng osv. För bilarna var detta svårare då ingen bild fanns över bilistens agerande. Bildkvaliteten på den video som den höga kameran spelade in upplevdes även stundtals som bristfällig vilket gjorde det svårt att urskilja för analysen viktiga detaljer. Vid vissa tidpunkter rådde dessutom en mycket hård vind, vilket satte kameran i rörelse vilket ytterligare försämrade bildkvaliteten.

Ett utav de mest tidskrävande momenten under analysen var att bestämma cyklarnas hastighet. Detta gjordes manuellt och beräknades genom medelvärdet av två tidtagningar då cyklisterna färdades en sträcka på 6 respektive 8,5 meter. Eftersom det stundtals var svårt att urskilja när hela sträckan har slutförts av cyklisterna finns det utrymme för stor felmarginal i framtagningen av hastigheten. Den framräknade hastigheten är att klassa som en punkthastighet och det är troligt att många av cyklisterna hade en högre hastighet på sträckan innan/efter överfarten. Om denna metod skall användas i större skala finns utrymme för effektivisering av denna del av metoden. Om hastighetsberäkningen kan genomföras hel- eller halvautomatisk skulle tid sparas samtidigt som noggrannheten förmodligen även skulle öka.

Att använda sig av den videoanalysmetod som är beskriven i rapporten för att studera och analysera elcyklister har upplevts som smidigt. Möjligheten att spola tillbaka i videon och granska en händelse mer än en gång och att kunna diskutera interaktionerna har underlättat bedömningsarbetet. Allt eftersom mer material har analyserats har metoden blivit enklare att följa och arbetet har gått snabbare. Vid en manuell analys krävs att man fattar snabba beslut och fort får en förståelse över situationen.

Möjligheten att använda sig av den här typen av metod i en större skala upplever vi är goda. Det kan vara av fördel att endast studera ett cykelströmmen i en riktning om metoden skulle användas på ett större videomaterial eftersom det blir enklare att anpassa detektorerna och synkronisera materialet från de två olika kamerorna vilket skulle kunna ge en tidsvinst vid analysarbetet.

Under studiens initieringsfasen var en viktig och avgörande fråga huruvida det skulle vara möjligt att urskilja elcyklar i videomaterialet. Detta visade sig fungera väl, framför allt i de fall då batteriet var placerat på pakethållaren eller sadelstolpen. Mer utmanande var det för de modeller där batteriet fanns inbyggt i ramen, något som krävde att identifiering skedde med hjälp av andra detaljer, såsom motorplacering. I takt med att elcykeln blir allt vanligare och fler och fler modeller lanseras kan identifieringen av elcyklar komma att bli mer krävande. Det kan även antas att teknikutvecklingen eftersträvar effektivare och lättare batterier, något som kan leda till att batterierna blir mindre och mer integrerade vilket även kan försvåra identifieringen i framtiden.

Med vissa justeringar i metoden finns förutsättningar för att den även kan tillämpas för att studera och utvärdera trafiksäkerheten för andra cykeltyper eller trafikantgrupper.

6.3 Slutsats och kommentar

Resultatet från den videoanalys som genomförts i denna studie överensstämmer i många fall med den tidigare forskning som behandlades i litteraturstudien. Speciellt kunde korrelation ses för den skillnad i hastighet som råder mellan standardcyklar och elcyklar. I studien av Dozza m.fl. (2015) uppmättes en hastighetskillnad på 4 km/h för de olika cykelkategorierna och respektive värden i studien genomförd av Schleinitz m.fl. (2015) var 2,1 km/h. Detta kan jämföras med den hastighetskillnad som vid denna videoanalys uppmättes till 1,8 km/h. Från litteraturstudien kunde dessutom ses att elcyklar löper en större risk att vara inblandade i konflikter samt att en högre hastighet resulterar i en ökad risk för konflikter. Resultatet från videoanalysen genomförd i denna studie tyder på att elcyklar är inblandad i fler konflikter men ett samband mellan hastighet och konflikter har ej kunnat urskiljas. Återigen gör dock det begränsade underlaget i videoanalysen att det är svårt att utifrån resultatet dra några större slutsatser.

Nedan presenteras de slutsatser som har kunnat dras under detta projekt utifrån de två frågeställningar som presenterades i början av rapporten.

Hur ser dagens kunskapsläge ut avseende elcyklar ur ett trafiksäkerhetsperspektiv?

Elcyklar är ett relativt nytt område och forskning pågår i allt större utsträckning i takt med ökad användning. Eftersom antalet användare av elcyklar är större i vissa andra länder har även forskningen kommit längre där. Denna forskning kan till viss del även tillämpas på svensk mark, men de skillnader som ändå finns i cykelkultur, infrastruktur etc. gör att kunskapsläget i Sverige inte är lika heltäckande. Det kan ändå konstateras att elcyklister håller en högre hastighet under en större del av sin resa samt att de till antalet ständigt ökar. Relativt lite forskning har än så länge genomförts på säkerhetsaspekten av elcyklar, främst på grund av otillräckligt underlag samt brist på väl anpassade metoder.

Hur kan en metod utvecklas för att effektivt kunna urskilja och mäta elcyklisters trafiksäkerhet?

Metoden som utvecklats i denna studie anses på ett lämpligt sätt kunna användas för att urskilja och undersöka elcyklisters säkerhet. Underlaget i denna studie har inte varit tillräckligt stort för att dra några slutsatser kring om elcykeln är inblandad i fler konflikter. Då metoden tillämpas på andra platser krävs att mätutrustningen anpassas efter de på platsen rådande förhållandena för att uppnå ett gott resultat. På samma sätt krävs anpassning under analysen utifrån plats och flöde. Då metoden i detta fall endast använts på ett begränsat underlag har inga generella slutsatser kunnat dras, något det finns förhoppningar om då metoden genomförs i större skala.

För att den metod som utvecklats i denna studie skall fungera väl även i framtiden då sammansättningen av trafikanter på cykelbanan kan se annorlunda ut är det viktigt att modellen ständigt utvecklas och uppdateras utifrån de förhållanden och förutsättningar som råder.

7 Referenslista

- Amundsen, F. H. & C. Hyden (1977) *Proceedings from the first workshop on traffic conflicts*. 26-27 september 1977, Oslo, Norge
- Bentzel, J. (2016). *Tio ny överfarter gör cyklisterna säkrare i trafiken*. Malmö Stad. <https://malmo.se/Kommun--politik/Vart-Malmo/Vart-Malmo-artiklar/2016-11-24-Tio-ny-overfarter-gor---cyklisterna-sakrare-i-trafiken.html> [2018-03-21]
- bfu, (2014) *Sicherheitsniveau und Unfallgeschehen im Strassenverkehr 2013* https://www.bfu.ch/sites/assets/Shop/bfu_2.231.01_SINUS-Report%202014%20%E2%80%93%20Sicherheitsniveau%20und%20Unfallgeschehen%20im%20Strassenverkehr%202013.pdf
- Dozza, M., Francesco, G., Piccinini, B. & Werneke, J. (2015) Using naturalistic data to assess e-cyclist behaviour. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. Volume 41, Part B (Aug 2016) ss. 217 – 226. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.04.003>
- Eriksson, L., (2009) *Tema Cykel - faktorer som påverkar cykelanvändningen utifrån ett individperspektiv*. VTI rapport 652, utgivningsår 2009. <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:675384/FULLTEXT01.pdf>
- Google Maps (2018) *Malmö*. [google.se/malmö](https://www.google.se/maps) [2018-03-21]
- Hallqvist, T. (2018) *Bidrag för elcykel, elmoped och elmotorcykel*. Naturvårdsverket. <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Bidrag/bidrag-elcykel/> [2018-05-07]
- Haustein, S. & Möller, M. (2016) E-bike safety: Individual-level factors and incident characteristics. *Journal of Transport & Health* (2016). <http://dx.doi.org/10.1016/j.jth.2016.07.001>
- Hydén, C., (2008) Trafiksäkerhet. Hydén, C. (red.) *Trafiken i den hållbara staden*. Lund: Studentlitteratur, ss. 85-151
- Larsson, R., (2018) Göteborg <https://rl.se/vadret/period.php> [2018-05-03]
- Miovision (2017) http://miovision.com/wp-content/uploads/Miovision_Scout_Web.pdf
- Malmö Stad (2016) *Cykelkarta*. https://malmo.se/download/18.16ac037b154961d02875a308/1491302174146/Cykelkarta_Malmo_2016.pdf
- Malmö Stad (2017a) *Biltrafikflöde*. <https://malmo.se/download/18.70e8cf0b1611e2cb0cfc7c7/1517562846324/BILTRAFIKFLÖDE+INTERNET+2017.pdf>

Malmö stad (2017b) *Cykeltrafikflöde*.

<http://malmo.se/download/18.70e8cf0b1611e2cb0cfcf999/1517844310575/MOP+OCH+CYKELTRAFIKFLÖDE+INTERNET+2017.pdf>

Migletz, D. J., Glauz, W. D. & Bauer, K. M. (1985) *Relationships Between Traffic Conflicts and Accidents*. Report No. FHWA/RD-84/042, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C.

Nilsson, G. (2004) *Traffic safety dimensions and the power model to describe the effect of speed on safety*. Lund Institute of Technology and Society, Traffic Engineering.
<http://lup.lub.lu.se/search/ws/files/4394446/1693353.pdf>

Niska, A. & Eriksson, J. (2013) *Statistik över cykliserts olyckor. Faktaunderlag till gemensam strategi för säker cykling*. VTI. Linköping. <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:694821/FULLTEXT01.pdf>

Niska, A., Nilsson, A., Wiklund, M., Ahlström, P., Björketun, U., Söderström, L., & Robertson, K. (2010) *Metoder för skattning av gång- och cykeltrafik. Kartläggning och kvalitetsbedömning*. VTI. Linköping. <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:670563/FULLTEXT01.pdf>

Niska, A. & Wenäll, J. (2017) *Cykelfaktorer som påverkar huvudskador*. VTI rapport 931, utgivningsår 2017. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1098266/FULLTEXT01.pdf>

Nordh, N., Aguilar, L., Svensson, Å. & Winslott Hiselius, L. (2015) *Vilka egenskaper hos elcykeln attraherar dess användare och hur kan denna kunskap användas för en ökad spridning?* (Bulletin 297 / 3000; Vol. Bulletin 297). Lunds universitet, LTH, institutionen för teknik och samhälle, trafik och väg.

Petzoldt, T., Schleinitz, K., Heilmann, S. & Gehlert, T. (2016) Traffic conflicts and their contextual factors when riding conventional vs. electric bicycles. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. Volume 46, Part B, (Apr 2017). ss. 477-490. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.06.010>

Petzoldt, T., Schleinitz, K., Krems, J.F. & Gehlert, T. (2015) Drivers' gap acceptance in front of approaching bicycles – Effects of bicycle speed and bicycle type. *Safety Science* Volume 92, February 2017, ss. 283-289. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.07.021>

Reynolds, C. C. O., Harris, M. A., Teschke, K., Crompton, P. A., & Winters, M. (2009) The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: A review of the literature. *Environmental Health*, 8, 47. <http://dx.doi.org/10.1186/1476-069X-8-47>

Sayed, T. Zaki, M. Autey, J. (2013) Automated safety diagnosis of vehicle–bicycle interactions using computer vision analysis. *Safety Science* Volume 59 (Nov 2013), ss. 163-172. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.05.009>

Scaramuzza, G. (2015) *E-Bikes im Strassenverkehr - Sicherheitsanalyse*.
Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung. bfu-Report 72.
ISBN 978-3-906173-77-1

Schepers, J.P., Fishman, E., den Hertog, P., Klein Wolt, K & Schwab, A.L. (2014) The safety of electrically assisted bicycles compared to classic bicycles. *Accident Analysis & Prevention* Volume 73, December 2014, ss. 174-180
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.09.010>

Schleinitz, K., Petzoldt, T., Franke-Bartholdt, L., Krems, J. & Gehlert, T. (2015) The German Naturalistic Cycling Study – Comparing cycling speed of riders of different e-bikes and conventional bicycles. *Safety Science* 92 (2017) ss. 290–297.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.07.027>

Schleinitz, K., Petzoldt, T., Krems, J.F. & Gehlert, T. (2016) The influence of speed, cyclists' age, pedaling frequency, and observer age on observers' time to arrival judgments of approaching bicycles and e-bikes. *Accident Analysis & Prevention* Volume 92 (Jul 2016), ss. 113-121. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.03.020>

Svensson, Å. (1992) *Vidareutveckling och validering av den svenska konflikttekniken*.
Institutionen för Teknik och Samhälle. Trafik och väg.

Trafikverket, (2014) *Hastighetsfördelning och potensmodellen*.
<https://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/Vart-trafiksakerhetsarbete/Skyltfonden/Projekt/Slutforda-projekt/Slutforda-projekt/Fordonet/Hastighetsfordelningar-och-potensmodellen/> [2018-05-28]

Wilde, D. (2006) *Första halkans påverkan på trafiksäkerheten i Skåne och Västerbottens län.*, Lund, Lunds Tekniska Högskola, Institutionen för Teknik och Samhälle. Trafik och väg 2003. Thesis 148

Weber, T. Scaramuzza, G. & Schmitt, K.-U. (2014) Evaluation of e-bike accidents in Switzerland. *Accident Analysis & Prevention* Volume 73, December 2014, ss. 47-52
https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.07.020_

Winslott Hiselius, L., Svensson, Å., Bondemark, A. & Rye, T. (2013) *I vilken utsträckning kan elcyklar (och elmopeder) ersätta dagens biltrafik?* Lunds Universitet. Institutionen för Teknik och samhälle, 288.
<http://www.transportportal.se/Energieffektivitet/I%20vilken%20utsträckning%20kan%20elcyklar%20och%20elmopeder%20ersätta%20dagens%20biltrafik.pdf>

Zangenehpour, S., Strauss, J., Miranda-Moreno, L.F. & Saunier, N. (2015) Are signalized intersections with cycle tracks safer? A case-control study based on automated surrogate safety analysis using video data. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 86, jan 2016, ss. 161-172.