

Oskyddade trafikanter - Elsparkcykel

Publik rapport



Författare: Kasper Johansson

Datum: 2021-10-27

Projekt inom Trafiksäkerhet och automatiserade fordon

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary in English.....	4
3 Bakgrund.....	5
4 Syfte, forskningsfrågor och metod	6
5 Mål	7
6 Resultat och måluppfyllelse	8
6.1 Konstruktion	8
6.2 Litteraturstudie.....	9
6.3 Testscenarion.....	10
6.4 Genomförande av Mätningar	14
7 Spridning och publicering	17
7.1 Kunskaps- och resultatspridning	17
7.2 Publikationer.....	17
8 Slutsatser och fortsatt forskning	18
9 Deltagande parter och kontaktpersoner.....	19
10 Referenser.....	20

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings- och innovationsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Trafiksäkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör drygt 400 Mkr.

För närvarande finns fem delprogram; Energi & Miljö, Trafiksäkerhet och automatiserade fordon, Elektronik, mjukvara och kommunikation, Hållbar produktion och Effektiva och uppkopplade transportsystem. Läs mer på www.vinnova.se/ffi.

1 Sammanfattning

För att uppnå nollvisionen behöver de aktiva säkerhetssystemen i fordon ständigt utvecklas och förbättras. Fordonsbranschens aktiva säkerhetssystem påverkas hela tiden då det ständigt dyker upp nya typer av mikrotransportlösningar som vi människor kan använda oss av. De olika objekten blir fler och bilarnas säkerhetssystem behöver blir mer och mer avancerade, men hur ska vi kunna testa nya objekt mot fordon utan att skada varken förare, fordon eller omgivningen. I denna förstudie har vi fokuserat på elsparkcykeln som exploderat på marknaden och hur ett nytt målobjekt kan tas fram för att kunna testa ADAS system i fordon. I detta projekt har det utforskats på förutsättningar för att definiera provmetoder som i sin tur bidrar till utveckling av de nya detektionsalgoritmerna, detta för att kunna känna igen samt detektera en elsparkcykel.

2 Executive summary in English

To achieve the zero vision, the active safety systems in vehicles need to be constantly developed and improved. The active safety system of the automotive industry is constantly affected as new types of micro transport solutions that we humans can use are constantly emerging. The various objects are becoming more numerous and the cars' safety systems need to become more and more advanced. But how can we test new objects against vehicles without harming either the driver, the vehicle, or the environment. In this feasibility study, we have focused on the electric scooter that has exploded in the market and how a new target object can be developed to be able to test the ADAS system in vehicles. It has also been explored on the conditions for being able to create new test methods which in turn contribute to the development of the new detection algorithms, this in order to be able to recognize and detect an electrical scooter.

When the application was submitted for this project, three main goals were set, based on which it has been broken down into smaller sub-goals to facilitate the work in this feasibility study.

- Enable testing on the track with an electric scooter and vehicle.
 - o Make measurements between different scooters to investigate any differences.
 - o Carry out measurements to be able to give the prototype the same properties as a real electric scooter.

- Develop proposals for test objects in the form of an electric scooter
 - o Study yesterday's, today's and future electric scooter based on structure.
 - o Generate different solutions to be able to develop a crash-proof goal.
 - o Develop a prototype for a drivable electric scooter.

- Evaluate relevant scenarios based on Euro NCAP protocols.
 - o Study accident statistics, laws, and regulations regarding the use of electric scooters.
 - o Develop relevant test scenarios based on the use of electric scooters.

From what can be seen on the measurements is that we have developed a prototype that can be used in testing where you want to drive close to or over the limits of collision to be able to substantiate with good data for the development of sensors and systems.

The test goal give the opportunities for the industry to be able to start developing their systems in order to be able to detect this type of object in addition to the classification types that exist today in the form of other cars, pedestrians and cyclists.

Through the investigation that was done about different types of electric scooters that are available, one can calculate the possibility of crediting micro doppler effects as there are electric scooters that are equipped with wheels that both give off this echo effect and that do not.

Therefore, we assume the worst case scenario is that there will always be electric scooters in traffic that do not give off this echo and that it is they who are to be represented in the form of test targets.

In the literature study, it can be concluded that types of accidents and behaviors regarding the driving of electric bicycles in many areas are like those that occur for cyclists. Therefore, one should initially be able to test according to the same scenario for cyclists. However, more research is needed that can investigate the unique behavior of electric cyclists.

3 Bakgrund

Detta projekt har genomförts med anledning av den kraftigt ökade användningen av elsparkcyklar i storstäder runt om i världen och därmed också en ny typ av olyckor. Här studeras elsparkcykelns uppbyggnad för att kunna ta fram ett påkörbart målobjekt som dagens fordon ska kunna testa och utvecklas sina ADAS-system emot. Hur förare använder dessa sparkcyklar kommer att studeras och utifrån användning, olycksstatistik samt lagar så kommer det tas fram relevanta testscenarion. Kommer dagens fordon kunna upptäcka en människa som står på en sparkcykel eller tror bilen att människorna svävar fram? Dagens fordon måste kunna detektera denna typ av kombination av en gångare som rör sig med en cyklists hastighet.

4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Målet med denna förstudie har varit att ta fram några koncept av ett krocksäkert elsparkcykelmål och sedan generera en första prototyp. Även att utföra mätningar av prototypens egenskaper och jämföra dem med mätningar av riktiga elsparkcyklar. Att utifrån olyckshistorik samt beteenden kring hur man använder elsparkcyklar ta fram relevanta testscenarion som är aktuella för att testa AD/ADA-system i fordon. Vi vill också jämföra dagens elsparkcyklar mot varandra för att kunna ta reda på om det är skillnad i reflektionsegenskaperna men även undersökning om dopplereffekt kan uppkomma vid körning med elsparkcyklar. Vilka typer av elsparkcyklar finns det idag, hur skiljer de sig åt, samt hur det ser den framtida utvecklingen ut.

Baserat på studien i vad det finns för typer av elsparkcyklar köptes de vanligast förekommande modellerna in för att användas som referensmål samt att bygga prototypen utifrån. Idéer genererades på hur den första prototypen skulle se ut och här studerades allt ifrån materialval till olika typer av uppbyggnad till hur dagens provmål ser ut. Dagens provmål av en cyklist har använts som inspiration eftersom det funnits på marknaden under en längre tid. Efter dessa steg var det dags att påbörja bygget av en prototyp och att köpa in materialet som krävs till detta. När första prototypen var klar, var den redo för att mätas upp och jämföras med de riktiga elsparkcyklarna och utifrån mätningarna och data som analyseras iterera fram förbättringar i så väl konstruktionen som i sensoregenskaper för att få fram ett provmål som kan representera en riktig elsparkcykel.

En litteraturstudie genomfördes därefter genom att undersöka olycksstatistik för just elsparkcyklar, men även för att ta reda på vad för lagar och regler som gäller för denna typ av transportmedel. Och sedan utifrån den information som hittats ta fram relevanta testscenarion som bygger på olycksstatistik och lagar kring elsparkcyklar. Därefter jämfördes dagens testscenarion från bland annat EUNCAP för att se om det finns likande scenarion som går att tillämpa för elsparkcykeln.

5 Mål

När ansökan skickades in för detta projekt sattes tre huvudmål upp, utifrån dem har det brutits ned till mindre delmål för att underlätta arbetet i denna förstudie.

- *Möjliggöra provning på bana med elsparkcykel och fordon.*
 - *Göra mätningar mellan olika sparkcyklar för att undersöka eventuella skillnader.*
 - *Genomföra mätningar för att kunna ge prototypen samma egenskaper som en riktig elsparkcykel.*
- *Ta fram förslag på provobjekt i form av elsparkcykel*
 - *Studera gårdagens, dagens och framtidens elsparkcykel utifrån uppbyggnad.*
 - *Generera olika lösningar för att kunna ta fram ett krocksäkert mål.*
 - *Ta fram en prototyp för en påkörningsbar elsparkcykel.*
- *Utvärdera relevanta scenarion baserat på Euro NCAPs protokoll.*
 - *Studera olycksstatistik, lagar och regler kring användandet av elsparkcyklar.*
 - *Ta fram relevanta testscenarion utifrån användandet av elsparkcyklar.*

6 Resultat och måluppfyllelse

När elsparkcyklarna introducerades i storstäderna var de av en mindre modell. Tidigt insåg man att de inte var så robusta och hade dålig ergonomi för användarna. Därför började det tillverkas större mer robusta modeller samt att dem gjordes högre för att användarna skulle få bättre ergonomi. Utifrån denna information köptes 2st riktiga elsparkcyklar in, den ena med en höjd på 110cm, se figur 1 och den andra med en höjd på 120cm. Dessa köptes in för att kunna ta mätningar på för att kunna jämföra ifall det är någon markant skillnad mellan storlekarna och dess reflektion. Men även kunna jämföra om det skiljer mellan olika elsparkcyklar i uppbyggnad. Den större elsparkcykeln som först köptes in visade sig ha en annan höjd än den som var utskriven. Detta resulterade i sökande efter en ny modell större sparkcykel, vilket inte var helt enkelt då standardmåtten skiljer i Sverige jämfört med runt om i världen. Men detta löstes till slut och 2st elsparkcyklar fanns nu tillgängliga.

6.1 Konstruktion

När de båda elsparkcyklarna var inköpta börjades idégenereringen på hur den första prototypen skulle se ut. Allt ifrån materialval till olika typer av uppbyggnad studerades. Material som wellpapp, hårdplast, frigolit, metall, trä samt cellplast var material som skulle gå att använda. Uppbyggnaden var allt ifrån att kombinera olika material med varandra till att bara köra ett och samma material rakt igenom. Till slut föll det hela på att bygga den av transparenta plaströr, dels då det kändes som en bra lösning ur ett robusthetsperspektiv, men även eftersom det kändes som ett bra material att jobba med. Det är även så att dagens provmål som finns inom ADAS testning är uppbyggda med plaströr i grunden, t.ex. cykelmålet som finns för testning är byggt av endast plaströr. Transparenta plaströr köptes in och sen började första prototypen konstrueras. Grundkonstruktionen med plaströr blev bra, dock var det svårt att få till den korta biten som håller ihop stängan med fotplattan. En lösning på detta skulle kunna vara att 3D-printa eller tillverka någon form av Y vinkel. Transparenta plaströr har dock inte samma egenskaper som ett metallrör så plaströren kläddes med metalltejp för att ge en mer jämförbar egenskap mot det riktiga målet. För att få till utseendet läggs ett lager av svart folie utanpå för att få en bra färg som efterliknar dagens elsparkcyklar samt provmål som finns inom ADAS testning. Däck med fälg tillhörande elsparkcykel köps in men då dessa hade såpass hög vikt blev det för tungt för prototypen att klara att bära upp dem. Här söktes därför efter andra lösningar och däck för barnvagnar visade sig ha samma dimensioner samtidigt som de var betydligt lättare. Dessa monteras på prototypen. Se figur 2 för resultat av prototypbygget.



Figur 1 Prototyp

När prototypen var klar för att mätas upp med hjälp från projektet Conviction visade det sig att de inte var redo att genomföra mätningar i det skedet då prototypen var redo. Det ledde till att arbetet fick pausas och istället gavs det tid att påbörja litteraturstudien om olyckor med elsparkcyklar i väntan på att mättriggen i Conviction projektet skulle byggas klart.

6.2 Litteraturstudie

Enligt statistik från VTI [1] för elsparkcyklar var cirka 87 % av alla olyckor som skedde mellan 2018–2019 singelolyckor. Statistiken grundar sig på de 535 rapporterade fallen och utav dessa var endast 50 st kollisioner med motorfordon. 90–95 % av alla olyckor sker i tätbebyggt område oavsett om det är singelskador eller kollision med motorfordon. För de 50 inrapporterade kollisionerna med motorfordon var det 9 % av olyckorna som skedde i en korsning, 27 % skedde på vägsträcka och 6 % på gång- & cykelbana. Övriga 18 % har inte framgått vart de skedde. Olyckorna sker väldigt ofta mellan klockslagen 14-04.00, alltså när det skymmer eller är mörkt ute. Enligt en forskningsrapport [2] som Folksam bygger på inrapporterade skador samt på STRADA-data kan man konstatera att det rör sig om 402 st inrapporterade fall under 2019 till maj 2020. Av dessa var det cirka 26 st som var inblandade i olycka med andra trafikanter vilket motsvarar 6,5 % av olyckorna. Det är däremot inte specificerat om det är mot motorfordon eller personer. Men utifrån deras slutsats står det att internationella studier visar att merparten av olyckor där elsparkcyklisten omkommit skett i interaktion med motorfordon. Och att det borde samverkas mer med fordonsindustrin så möjligheten för fordon framöver ska kunna detektera elsparkcyklar.

Enligt ett nytt lagförslag från Transportstyrelsen [3] är att elsparkcyklar ska färdas på cykelbanor. Om detta lagkrav går igenom så kan elsparkcykeln jämföras med vanlig cykel vilket utifrån testfallens perspektiv skulle leda till att samtliga EUNCAP testscenarion är användbara för elsparkcykeln.

Enligt Transportstyrelsens rapport framgår det från avsnittet om omvärldsbevakning att de flesta länder i Europa har krav på att elsparkcykeln skall framföras på cykelbanor/vägar. I vissa länder är det okej att framföra dessa på gångbanor med men då ska hastigheten vara max 6-8km/h beroende på land.

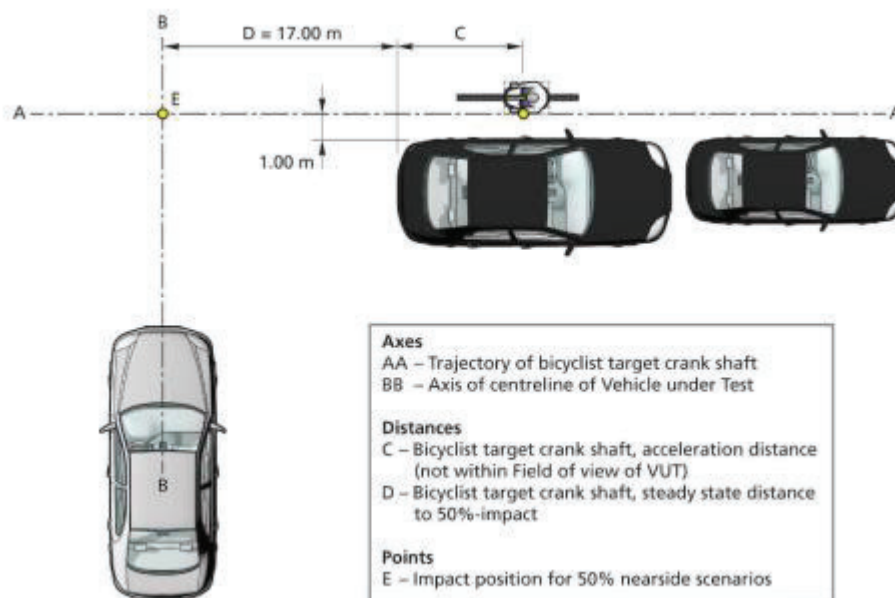
Enligt rapporten är Kalifornien den enda delstat i USA som inte klassar elsparkcykeln som cykel. I Tyskland klassas elsparkcykeln som ett fordon. Detta ska framföras på cykelbanor/vägar och om detta skulle saknas får fordonet framföras på körbanan, det får däremot inte framföras på gångbana.

6.3 Testscenarion

Sammanfattning av ovan är att elsparkcykeln klassas i de flesta länder som cykel och ska därför framföras på cykelinfrastrukturen. I de länder där det är begränsat med cykelinfrastruktur så får gångbanor/vägar användas. De flesta olyckor sker i korsningar eller på vägsträcka i tätbebyggda områden.

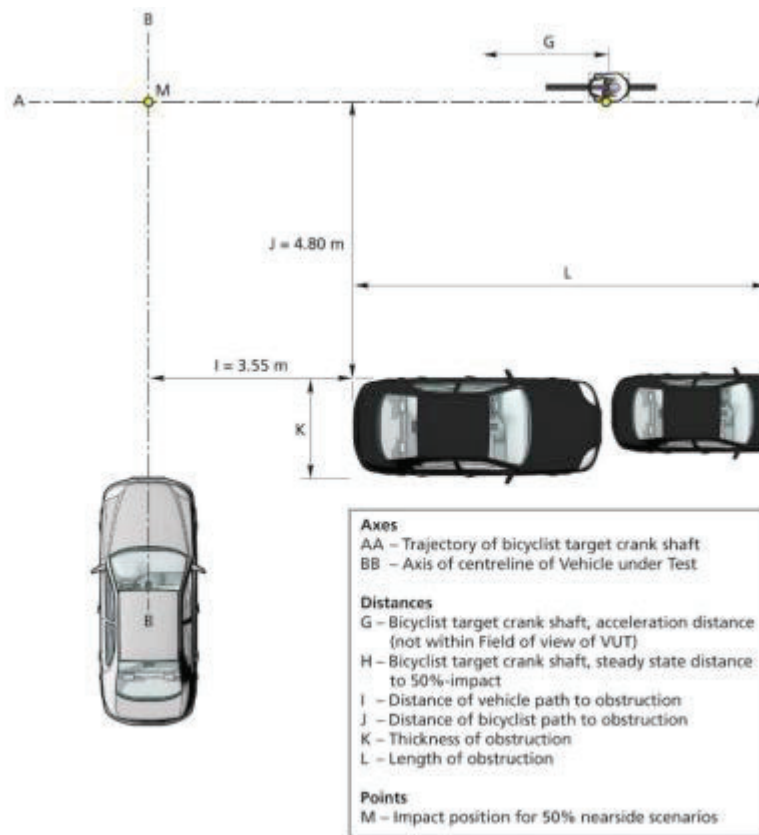
Utifrån att en elsparkcykel ska klassas och framföras som en cykel känns det naturligt att utgå ifrån EUNCAP cykelscenarion. Utifrån den statistik som VTI och Folksam sammanställt är det svårt att skapa några specifika testfall som är unika för elsparkcykel då det saknas en hel del information om hur olyckan skett i detalj. Här måste utföras en djupare analys av olycksstatistik världen över för att eventuellt kunna få en klarare bild av hur olyckorna inträffar. Samtliga testscenarion som finns i dagens EUNCAP protokoll för cykelmålet lägger en bra grund för testscenarion för elsparkcykeln. Att genomföra testerna likt EUNCAP genom att köra både dag och natt är ett måste. Detta då statistiken talar för ökad risk för olyckor vid skymning och natt. Samt utifrån hur en sparkcykel är uppbyggd är den mindre än en vanlig cykel samt sämre ljus och reflexer, detta gör att förare har svårt att hinna upptäcka dessa objekt, då de samtidigt håller samma hastighet som en cykel.

I testscenariot för CBNA, se figur 3 står elsparkcykeln skymd bakom 2st bilar, provmålet kommer åka med en hastighet av 15km/h.



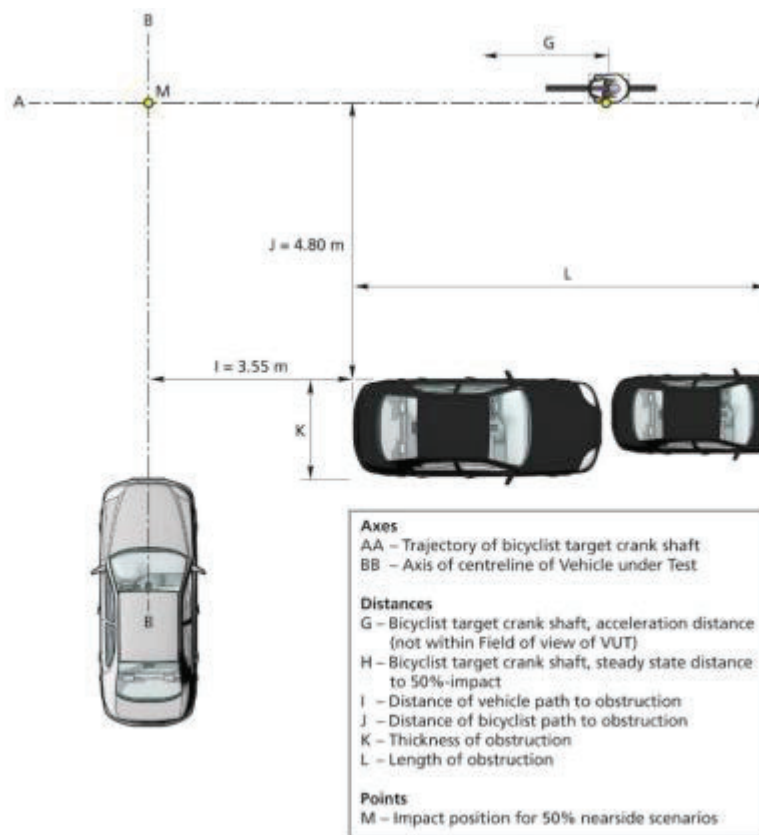
Figur 2 Car to bicyclist nearside adult – CBNA

För testscenariot CBNAO, se figur 4 står elsparkcykeln också gömd men här står bilarna en längre bit ifrån provmålet vilket gör det lättare för fordonen att hinna upptäcka provmålet. I detta testscenario kommer provmålet åka med en hastighet av 10km/h.



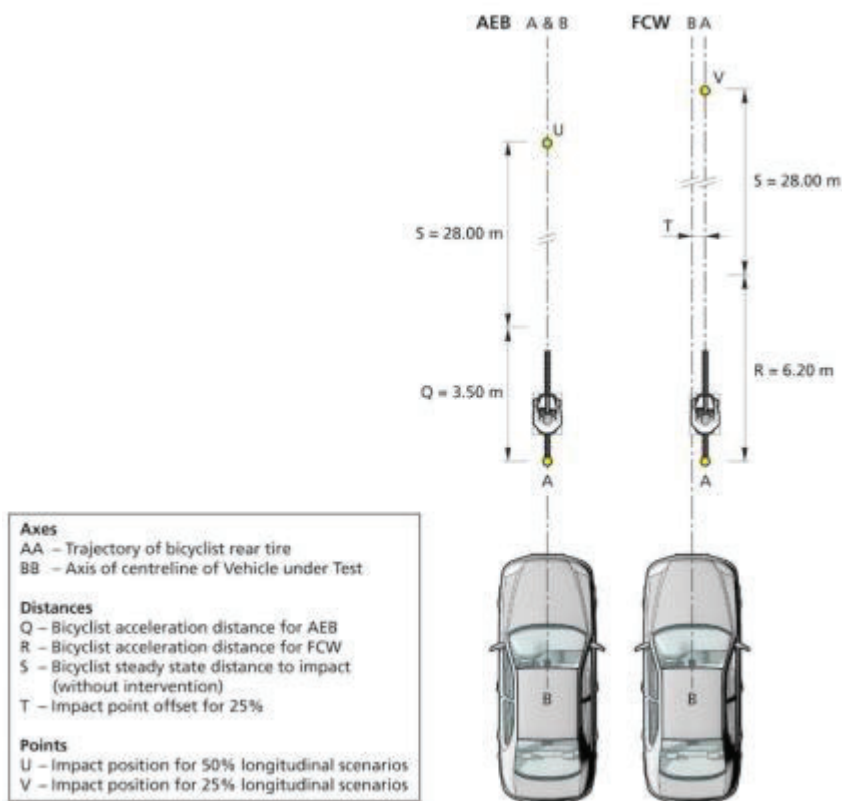
Figur 3 Car to bicyclist nearside adult obstructed – CBNAO

I testscenariot CBFA, se figur 5 så kommer elsparkcykeln från vänstersidan, här sker accelerationen skymt bakom bilarna och sedan håller den en hastighet på 20km/h.



Figur 4 Car to bicyclist farside adult – CBFA

CBLA är de testscenarion där testfordonet kommer i kapp elsparkcykeln, se figur 6. Här kommer testfordonet att åka rakt bakom, men även med en liten offset för att se om bilen detekterar provmålet som rör sig i en hastighet av 20km/h



Figur 5 Car to bicyclist longitudinal adult – CBLA

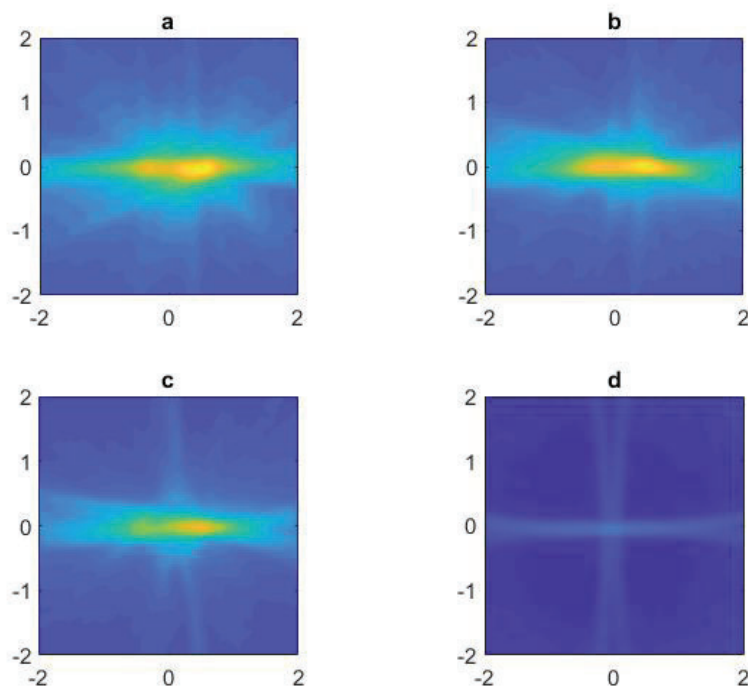
6.4 Genomförande av Mätningar

Uppmätningen genomfördes tillsammans med ett projekt som kallas Conviction. Conviction går ut på att ta fram en mättrigg för att kunna utveckla och validera mätmetoder. Denna rigg består av tre radar som sitter på olika höjder samt en lidar och en kamera. Denna rigg monteras utvändigt om bilen där den antingen monteras på sidan av bilen eller i fronten så mätningarna kan genomföras genom att köra i en cirkel runt objektet eller genom att köra rakt emot det. Då mättriggen inte var helt färdigutvecklad när elsparkcykelprototypen färdigställdes gjorde att mätningarna kom i gång sent. Det första mätningstillfället genomfördes precis i början av september.

De resultat som finns utifrån de mätningar som genomfördes på sparkcykelmålet samt de riktiga elsparkcyklarna är genomförda genom att köra i en cirkel runt målen på ett avstånd av 15 samt 25 meter. Resultatet visar att det inte är någon större skillnad mellan den höga samt låga elsparkcykeln.

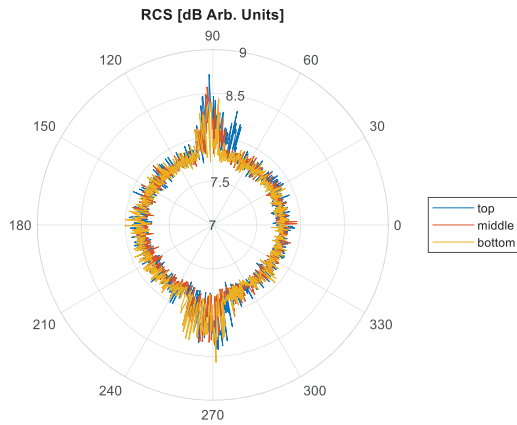
Det är utifrån radar cross-section samt compound reflectivity heat map som resultatet visar att det inte är stor skillnad mellan dem båda riktiga sparkcyklarna av olika storlek. Däremot är reflektionen något sämre för prototypen vilket skulle behöva förbättras för att få den mer lik de riktiga produkterna.

I figur 1 nedan syns compound reflectivity heat map över målen. Där elsparkcyklarna och prototypen står med frambäcket till höger och bakdäcket till vänster. Det syns tydligt att det är en starkare reflektivitet från de båda riktiga elsparkcyklarna med en stark reflektion där stängen går ned mot ståplattan. I figuren är (a) den höga elsparkcykel, (b) den låga elsparkcykeln, (c) prototypen och (d) en träbit som användes för att alla sparkcyklar skulle stå på samma höjd ifrån backen samt utan någon lutning.

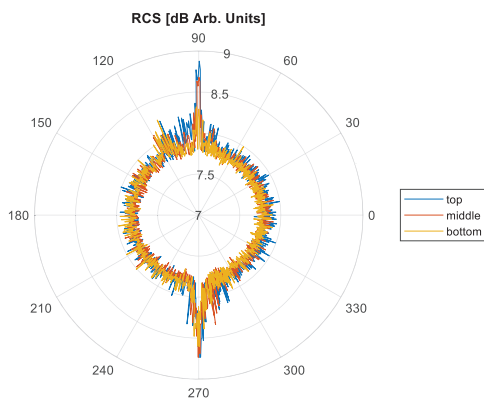


Figur 6 Reflektivitetsprofiler med samma skala.

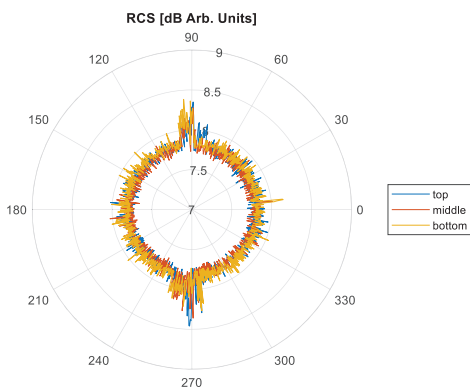
Då man körde i en cirkel runt elsparkcyklarna plottades resultatet upp i form av ett radar cross-section diagram, se figur 8 för den låga elsparkcykeln. Se figur 9 för den höga sparkcykelns radar cross-section diagram. För prototypens radar cross-section diagram se figur 10. Utifrån dessa diagram står mätobjekten med frambäcket mot 90 grader och backdäcket mot 270 grader. Det går i dessa diagram se att den låga samt höga elsparkcykeln har nästan samma typ av reflektion, det skiljer lite men det kan bero på att dem inte står exakt likadant när mätningen genomfördes men.



Figur 7 Låg elsparkcykel



Figur 8 Hög elsparkcykel



Figur 9 Prototyp

Ur mätningarna kan man se att vi har fått fram en prototyp som kan användas i provning där man vill köra nära eller över gränserna för kollision för att kunna underbygga med bra data för utveckling av sensorer och system. Provmålet ger möjligheterna för industrin att kunna börja utveckla sina system för att kunna detektera även denna objektstyp utöver de klassificeringstyper som finns idag i form av andra bilar, fotgängare och cyklister.

Man kan genom utredningen som gjordes kring olika typer av elsparkcyklar som finns tillgängliga räkna bort möjligheten att tillgodoräkna sig mikrodopplereffekter då det finns elsparkcyklar som är utrustad med hjul som både ger ifrån sig denna ekoeffekt och inte.

Därför antar vi det värsta scenariot att det alltid kommer att finnas elsparkcyklar i trafiken som inte ger ifrån sig detta eko och att det är de som skall representeras i form av provmål.

I litteraturstudien kan man dra slutsatser att olyckstyper och beteenden kring framförandet av elsparkcyklar på många områden är lika de som sker för cyklister. Därför bör man till en början kunna testa enligt samma scenarion för cyklister. Dock behövs mer forskning som kan utreda de unika beteendena för elsparkcyklister.

7 Spridning och publicering

7.1 Kunskaps- och resultatsspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	x	Testmålet gör att man kan genomföra tester närmre gränserna och även gå över dem. Det gör att man kan få mer användbara testresultat.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	x	Resultatet, dvs målobjektet kan användas vid tidig utveckling av aktiva säkerhetssystem av OEM eller sensorutvecklare som skall detektera el-sparkcykel som objekt
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	x	Samma som ovan
Introduceras på marknaden		Att utveckla detta vidare till ett standardiserat Euro NCAP målobjekt är ännu inte efterfrågat och kräver en stor utvecklingsbudget.
Användas i utredningar/regelverk/ tillståndsärenden/ politiska beslut		

7.2 Publikationer

Projektet är en förstudie och ett kompetensprojekt med syfte att utveckla en prototyp av ett provmål av en elsparkcykel. Det har inte publicerats och är inte planerat att publicera några resultat i detta projekt. Resultatet sprids till AstaZeros industripartners som kan använda testmålet för tidig utveckling AD/ADAS system. Projektet har även presenterats ett antal gånger på "SAFERs Reference Group Meeting" för "Research Area - Safety Performance Evaluation"

8 Slutsatser och fortsatt forskning

Att förbättra prototypens utseende samt göra den mer robust är något som behöver arbetas vidare med. Stabiliteten skulle kunna ordnas genom att tillverka några 3D-prototyper mellan stängen och ståbrädan. Även att genomföra en radarmätning för att kunna se om de förbättringar som gjorts har lett till att sparkcykeln ligger inom samma intervall av reflektion som de riktiga elsparkcyklarna gör. Vidare också att undersöka om det finns någon form av fordonstillverkare eller underleverantör till system som vill prova ifall deras bilar detekterar detta typ av målobjekt. Det finns även ett behov utveckla fler varianter av fästen för att enklare kunna anpassa målobjektet till olika plattformar som används vid provning.

Scenariona för elsparkcykelisters beteenden är ganska lika cyklisternas både när man tittar på hur olyckor sker och på de reglementen som finns på hur elsparkcyklar får framföras. Därför bör man i dagsläget kunna anta att de scenariona som redan finns inom Euro NCAP för rating av funktioner mot cyklistmål också kan antas vara applicerbara även på elsparkcyklar samt till en början kunna följa samma utveckling. För att belysa skillnaderna mot cyklister behövs mer forskning kring beteenden kring hur elsparkcyklar framförs.

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

AstaZero AB, Kasper Johansson

RISE och projekt Conviction. Kontakt, Henrik Toss, henrik.toss@ri.se



ASTAZERO

10 Referenser

- [1] P. Henriksson, Å. Forsman och J. Eriksson "OLYCKOR MED ELSPARKCYKLISTER Analys av Stradadata," VTI, December 2019
- [2] H. Stigson och M. Klingegård "Kartläggning av olyckor med elsparkcyklar och hur olyckorna kan förhindras," Forskningsrapport Folksam forskningsavdelning,
- [3] "Utredning behov av förenklade regler för eldrivna enpersonsfordon," Slutrapport – slutsatser, förslag och bedömningar, Transportstyrelsen, 2021