

# Självkörande cyklar för utveckling/verifiering av fordons säkerhetssystem för undvikande av cykelolyckor

Publik rapport



Författare: Jonas Sjöberg

Datum: 2021-01-28

Projekt inom: Cyklar och andra fordon i säker och smart samverkan för en hållbar framtid

**FFI** Fordonsstrategisk  
Forskning och  
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

# Innehållsförteckning

|                                                     |          |
|-----------------------------------------------------|----------|
| <b>1 Sammanfattning .....</b>                       | <b>3</b> |
| <b>2 Executive summary in English.....</b>          | <b>3</b> |
| <b>3 Bakgrund.....</b>                              | <b>5</b> |
| <b>4 Syfte, forskningsfrågor och metod .....</b>    | <b>6</b> |
| <b>5 Mål .....</b>                                  | <b>6</b> |
| <b>6 Resultat och måluppfyllelse .....</b>          | <b>6</b> |
| <b>7 Spridning och publicering .....</b>            | <b>7</b> |
| 7.1 Kunskaps- och resultatspridning .....           | 7        |
| 7.2 Publikationer.....                              | 7        |
| <b>8 Slutsatser och fortsatt forskning .....</b>    | <b>8</b> |
| <b>9 Deltagande parter och kontaktpersoner.....</b> | <b>9</b> |

## 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](http://www.vinnova.se/ffi).

# 1 Sammanfattning

I detta projekt har vi utvecklat självkörande cyklar för att utföra körtester dels för att validera aktiva och utveckla säkerhetsfunktioner för manuella och självkörande fordon och dels för att kunna utföra andra typer av körtester där man vill studera förarbeteende i samband med att de interagerar med cyklister. Cyklarna är avsedda att användas i tester tillsammans med fordon och är designade för att imitera en verklig cyklist så bra som möjligt.

Cyklarna är självbalanserande och kan bära en cykeldocka, de kan vingla och har roll i kurvor, så att de liknar en mänsklig cyklist mer än vad som är möjligt med en testcykel som dras på en vagn, vilket är vad som finns på marknaden idag. Dessutom ger cykeln samma indikationer på fordonssensorsystemet som vanliga cyklar. Med dessa självkörande cyklar är det möjligt att designa repeterbara experiment som är mer avancerade än vad som är möjligt med dagens tester. På detta sätt kan fordonssystem för att upptäcka och förutsäga cyklar testas och valideras i mer realistiska situationer vilket i förlängningen gör det möjligt att utveckla bättre säkerhetssystem för undvikande av cykelolyckor.

I projektet har vi utgått från normala cyklar som har kompletterats med elmotorer för framdrivning och styrning, de drivs av ett batteri och styrs från en mikrokontroller utrustad med programvara som utvecklats i projektet. Regleringen baseras på cykelns tillstånd och position som skattas från sensorer, GPS, IMU, uppmätt styrvinkel och hastighet. En stor del av utvecklingen har skett i studentprojekt vid Mälardalens universitet och på Chalmers. Under projektiden har nya studentgrupper tagit fram förbättrade cyklar genom att utgå från resultaten från tidigare studentprojekt. Under hela projekten har algoritmer för olika funktioner utvecklats i studentprojekten. Alla studentprojekten har levererat projektrapporter [1-11], [13-15], och därför är antalet rapporter ganska högt. En postdoktor vid Chalmers har varit ansvarig för att integrera utvecklingsarbetet från studentprojekten och han har också arbetat med cyklarnas "övergripande" systemaspekter. Han har varit ansvarig för regleralgoritmerna för banföljning. En doktorandstudent har varit ansvarig för utvecklingen och utformningen av algoritmen för att balansera cykeln. För framgångsrik balansering och styrning av cykeln är exakt tillståndsskattning viktigt, och både postdoktorand och doktorand har varit inblandade i utformningen av algoritmer för detta. Mycket av arbetet har varit att ställa in regulatorer så att regleringen blir robust och korrekt.

Projektet avslutades med testkörningar vid Asta Zero där den självkörande cykeln med en dummy passerade en parkerad bil från olika riktningar så att sensorsystemet detektering och tracking av cykeln kunde utvärderas, [16].

Radarutslaget mättes också enligt Ncap-definitioner, se [16]. Den allmänna slutsatsen från dessa tester är att de modifieringar som har gjorts på cyklaren inte påverkar radarutslaget nämnvärt.

Filmer från testerna finns på projektets hemsida <https://sites.google.com/view/autobikes/project-overview>.

## 2 Executive summary in English

The goal of this project has been to develop self-driving bikes to be used for validating active safety functions and testing algorithms for manual and self-driving vehicles. The bikes are intended to be used in tests together with vehicles and will be designed to behave as realistically as possible with the ability to move dynamically and roll around curves. The bikes are self-balancing and can carry a dummy to make them to more closely resemble a human cyclist than what is possible with a test bike pulled on a trolley. This is not something available with test bikes available on the market today. Furthermore, the bike should give the same indications to the vehicle sensor system as normal bikes.

With these self-driving bikes, it is possible to design repeatable experiments that go beyond the scope of what is currently possible with today's tests. In this way, vehicle systems for detecting and predicting bikes can be tested and validated in very realistic situations.

The bikes have been designed by complementing normal bikes with electric motors for propulsion and for

steering, powered by a battery and controlled from microcontroller equipped with software developed in the project. The controller takes action depending on the state and position of the bike which are estimated from sensors, GPS, IMU and measured steering angle and speed. A first generation of self-driving bike was designed, shown below to the left, and the following year two versions of a second generation of the bike were built, middle and right below.



A large part of the development has been done in student projects at Mälardalen University and at Chalmers. Especially at Mälardalens University they have a project course with skilled supervisors helping the students to do very good design. A first generation of bikes were developed during the first year. After evaluation, a second generation was designed and built the second year. After the second year, smaller modification, and improvements to the hardware of the bikes were made. During the whole projects, various algorithmic development has been done in the student projects. All of the student projects have produced their project reports [1-11], [13-15], hence, the project has generated quite many reports.

A postdoc at Chalmers has been responsible for the integrated the development work from the student projects, and he has also worked on the “over-all” system aspects of the bikes. He has been responsible for the control algorithms for the trajectory tracking, and a scientific article is being written based on this algorithm. A Ph.D student has been responsible for the development of the design of algorithm for balancing the bike. On this topic too, a scientific paper is being written. For successful balancing and guiding control of the bike, accurate state estimate is essential, and both the postdoc and the PhD student have been involved in in the design of algorithms for this. A lot of the work has been to tune algorithms so that the bike control becomes robust and accurate.

**Lesson learnt:** Working with real system is always a challenge and there is a lot of practical problems which takes a lot of time to understand and solve. Moreover, students have limited experience of this practical problem solving in the education making the development process slow. However, we have learnt a lot during the project concerning state estimation accuracy, sensor requirements, actuator response time etc which are important for a functional system. A bike is an unstable system, like an inverted pendulum. Hence, it must be stabilized so that the bike does not fall. Until you have the stabilizing controller, its is very hard to perform tests to track problems in the design.

**Outcome:** The general project goals have been reached. At the end of the project test-drives where performed at Asta Zero where the self-driving bike carrying a dummy passing a parked car from different directions so that the sensor readings could be recorded. The radar cross-section of the bike was also measured according to Ncap definitions, see [16]. Movies from the tests can be found on the project webpage <https://sites.google.com/view/autobikes/project-overview>.

For being a useful test object, the bike needs to be further improved and an application for a continuation project has been submitted to FFI. The bike needs to be easier to use and to follow the same test-standard as other test objects at Asta Zero. The positioning and the trajectory control must be improved so that an accuracy about 2cm is guaranteed. Two new companies have expressed interest of being partners in the continuation projects, AutoLiv and Veoneer and they have slightly different needs of a self-driving bike. Autoliv want to perform crash-tests with the bike to evaluate passive safety systems. To meet that, a portable system will be developed so that it can be moved from one bike to another if the bike is destroyed in the test. For active safety tests, a soft bike would be preferred. In tests, if the safety system fails, it should be possible to run into the bike without serious

consequences. Hence, a light soft bike will also be developed.

The technical journal "Ny Teknik" had one article about the project [12]. However, this was at a fairly early stage of the project.

Project partners have been Chalmers, Volvo Cars, AstaZero, CycleEurope Sverige AB, and Mälardalen University.

### 3 Bakgrund

Detta projekt handlar om testning och utvärdering av cykelsäkerhetssystem i fordon. Dessa system (antingen aktiva säkerhetssystem i manuellt drivna fordon eller autopiloten i ett autonomt fordon) är beroende av detektering av cyklister och prediktion av deras bana. Prediktionens kvalitet kopplar direkt till säkerhetssystemets prestanda. Ett system med dålig prediktion skulle antingen äventyra cyklistens säkerhet eller alternativt inducera falskt ingripande av det aktiva säkerhetssystemet eller sakta ner det autonoma fordonet i onödan.

Området cykelsäkerhet är i under stark utveckling och säkerhetsklassificeringen kopplar till de tester och testutrustning som finns specificerad och tillgänglig. En del i säkerhetsarbetet är att ta fram mer avancerade valideringsmetoder så att mer avancerade tester kan genomföras. Detta projekt handlar om att utveckla testverktyg som är mer avancerat än de som används idag. På så sätt kan projektpartnarna ligga i framkanten, de kan vara med och driva processen för att införa nya mer avancerade valideringstester och de kan utveckla funktioner så att de klarar nya tester bättre.

I European New Car Assessment Program (EuroNCAP) -protokollet från 2018 läggs cyklar till som ett nytt mål i VRU-protokollet (Vulnerable Road Users). Protokollet anger både långsgående och laterala testfall. Ett mjukt dummymål för både cyklisten och cykeln anges. Det satsas mycket på att få de visuella aspekterna och rörelserna att representera en riktig cyklist så att fordonssensorerna känner igen målet. Målet drivs av ledningar fästa på en plattform som håller cykeln. Skillanden av att använda en dummy istället för en riktig cyklist under testning har undersökts. Även ISO [3] och ISO\_WD\_19206-4 anger egenskaperna hos en cykeldummy i sin standard. Egenskaperna hos dummymål medför kompromisser när det gäller att likna en riktig cyklist så Volvo Cars ser ett behov av en bättre representation av ett mål för utveckling av funktioner där det normalt inte kolliderar med dummy, dvs. förarassistansfunktioner och autonoma fordon, där cykeln samverkar som trafikant tillsammans med t.ex. autonomt fordon. I den vetenskapliga litteraturen beskriver flera artiklar cykeldetekteringsalgoritmer. Alla indikerar att det behövs mer arbete för att förbättra detekteringen. De flesta algoritmer validerades och rankades med hjälp av insamlade data som KITTI och Pascal 3D+. Vissa använder bilder som registrerades i testfordon som antingen står stilla eller rör sig. Det enda omnämnandet av fysisk cykeltestning finns som en del av CATS-konsortiet. De använde cykeln från företaget *4active systems* för dessa tester som liknar en cykel (visuellt och med radar) men det rör sig inte dynamiskt. IEEE Spectrum 2017 skrivs "cyklar är förmodligen det svåraste detekteringsproblemet som autonoma fordonssystem står inför". Det finns betydande utmaningar med att identifiera cykel och dess bana. Cyklar är svåra att upptäcka och enligt lag ofta är skyldiga att dela vägen med bilar och de rör sig i liknande hastigheter i stadsmiljöer. Volvo Car Group har ett automatiskt nödbromsningssystem (AEB) som "upptäcker och automatiskt bromsar för cyklister som svänger ut framför bilen" som baseras på en kombination av kameror och radarsystem för detektionen. Det finns också många idéer om aktiva säkerhetssystem för cyklar där kommunikation mellan cyklisten och det autonoma fordonet uppnås med ytterligare utrustning som måste installeras på cykeln. Dessa idéer har dock uppenbara begränsningar för alla cyklister som inte kommunicerar. Sedan finns också publikationer om självkörande cyklar byggda i universitetsprojekt. Vid Cornell har en cykel utvecklats som kan balansera, och studenter från Tsinghua University som en del av National Instruments LABVIEW studentdesign tävling har också byggt en cykel. Förutom projektpartnarna har inget arbete hittats i litteraturen där självkörande cyklar används för verifiering av aktiva säkerhetssystem.

## 4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Syftet med detta projekt har varit att utveckla självkörande cyklar som ska användas för att validera aktiva säkerhetsfunktioner och testalgoritmer för manuella och självkörande fordon. Cyklarna är avsedda att användas i tester tillsammans med fordon och är utformade för att uppträda så realistiskt som möjligt med förmågan att röra sig dynamiskt och rulla runt kurvor.

Metod: Normala cyklar har kompletterats med elmotorer för framdrivning och styrning, drivs av ett batteri och styrs från mikrokontroller utrustad med programvara som utvecklats i projektet. Regulatorn justerar styrningen och framdrivningen beroende på cykelns tillstånd och position som skattas med sensorer, GPS, IMU, uppmätt styrvinkel och hastighet. En stor del av utvecklingen har skett i studentprojekt vid Mälardalens universitet och på Chalmers. Särskilt vid Mälardalens universitet har de en projektkurs med skickliga handledare som hjälper studenterna att göra mycket bra design. En första generation av cyklar utvecklades under det första året, se bilden längst till vänster ett par sidor tillbaka. Efter utvärdering designades och byggdes en andra generation under det andra projektåret, se de andra två bilderna. Efter det andra året gjordes mindre modifieringar och förbättringar av cyklarnas hårdvara. Under hela projekten har olika algoritmer för olika delfunktioner utvecklats i studentprojekten. Alla studentprojekten har skrivit sina projektrapporter [1-11], [13-15], därför har projektet genererat ganska många rapporter. En postdoktor vid Chalmers har varit ansvarig för att integrera utvecklingsarbetet från studentprojekten och han har också arbetat med cyklarnas "övergripande" systemaspekter. Han har varit ansvarig för regleralgoritmerna för banföljning, och en vetenskaplig artikel skrivs utifrån denna algoritm. En doktorandstudent har varit ansvarig för utvecklingen av utformningen av regler algoritmen för att balansera cykeln. Även om detta skrivs en vetenskaplig papper. För framgångsrik balansering och styrning av cykeln är exakt tillståndsskattning viktigt, och både doktorand och doktorand har varit inblandade i utformningen av algoritmer för detta. Mycket av arbetet har varit att ta fram in algoritmer så att regleringen blir robust och korrekt.

I ansökan angavs följandeforskningsfrågor:

1. Evaluate to what extent it is possible to design the self-driving bike so that consistent and repeatable tests can be performed.
2. In the appropriate measures of a vehicle sensor system: evaluate the difference between a self-driving bike, a human driven bike and a dummy bike on a platform.
3. Replace the tests where we use real cyclists, with a self-driving target. In doing so, closer and more realistic driving tests that are not possible today can be performed.

## 5 Mål

Målet med detta projekt har varit att utveckla verktyg och kunskande för att öka prestanda och validera aktiva säkerhetssystem i fordon för undvikande av olyckor med cyklister.

## 6 Resultat och måluppfyllelse

De allmänna projektmålen har uppnåtts. I slutet av projektet utfördes testkörningar vid Asta Zero där den självkörande cykeln med en dummy passerade en parkerad bil från olika riktningar så att sensorsystemet detektering och tracking av cykeln kunde utvärderas, [16]. Tre användbara, nästan identiska, cyklar finns nu framtagna.

Radarutslaget mättes också enligt Ncap-definitioner, se [16]. Den allmänna slutsatsen från dessa tester är att de modifieringar som har gjorts på cyklarna inte påverkar radarutslaget nämnvärt.

Filmer från testerna finns på projektets hemsida <https://sites.google.com/view/autobikes/project-overview>.

Vi har dock inte nått alla målen. Regleralgoritmerna är inte färdigutvecklade. Positionsregleringen vid banföljning är behöver förbättras och valideras för att ange positionsprecision i testerna. Reglering vid olika hastigheter samt positionsskattningen är inte tillräckligt bra.

Vi har bara besvarat den andra forskningsfrågan fullständigt, [16]. De två resterande frågorna jobbar vi nu på och två vetenskapliga artiklar håller på att färdigställas där dessa behandlas. Den ena handlar om i vilken grad/noggrannhet repeterbara experiment kan utföras där cykeln ska imitera ett betende hos en mänsklig cyklist. De andra handlar om metodiken att ställa in reglerparametrarna för cykeln. Cykelns dynamik beror på ifall en docka sitter på den, storleken på cykel, eventuell annan utrusning som förändrar cykeln samt dess hastighet. I artikeln jobbar vi på hur man, relativt enkelt, kan anpassa regulatorparametrarna efter en förändring av cykeln. Det var även tänkt att flera olika cyklar skulle tas fram i projektet, bland annat en barncykel men det har inte hunnits med.

Att vi inte hunnit med dessa saker beror till viss del att vi underskattat de praktiska problemen med att få all elektronik att fungera tillsammans på ett robust sätt. Till det har genomförandet försvårat i och med COVID och de ändrade rutiner det medfört för tillgänglighet av labb och av att jobba nära varandra.

## 7 Spridning och publicering

### 7.1 Kunskaps- och resultatspridning

Cyklarna kommer att användas inom FFI projektet MICA 2 och i ett annat Chalmers internt projekt. Utöver dessa projekt så beror användningen mycket på ifall fortsättningsprojektet som ansökts om blir beviljat.

| Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?         | Markera med X | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Öka kunskapen inom området                                           | x             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt       | x             | FFI projektet MICA 2 kommer att använda en av de utvecklade cyklarna för tester av förarbeteende vid omkörning av cyklist. Ansökan om ett fortsättningsprojekt har lämnats in. I det projektet kommer cykeln att göras mer lättanvänd samt modifierade versioner för krocktester vid utvärdering av passiva säkerhetssystem, samt en mjukversin som kan köras på utan all varligare konsekvenser. |
| Föras vidare till produktutvecklingsprojekt                          |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Introduceras på marknaden                                            |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut | x             | Potentiellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Ytterligare sätt som cyklarna kommer till användning och projektresultaten förmedlas:

- Vi räknar även med att presentera cykeln på seminarium inom SAFER.
- Cyklaran utgör en mycket bra plattform för nya studentprojekt och de vidareutvecklas där.
- Cyklarna står AstaZero till förfogande ifall de har behov av dem. Troligen behövs ytterligare förbättring innan det är aktuellt.

### 7.2 Publikationer

Projektet har resulterat i en stor mängd publikationer i och med att varje student projekt grupp har dokumenterat sitt delprojekt. Rapporterna [5,6] beskriver utvecklingen av första generationens cykel på Mälardalens universitet, och [1] beskriver motsvarande första generationens cykeln som utvecklades på Chalmers. I [2,3] utökas cykelsystemet med styrning för att följa en given trajectoria. Andra generationens cykel beskrivs i [7,8]. I [4,9,10,11] görs olika utvidgningar och modofieringar av cykelsystemet.

Projektet har uppmärksammats av tidningen Ny Teknik[12].

Ytterligare förbättringar av andra generationens cykel undersöks i arbetena [13,14,15].

Volvo Cars har dokumenterat resultaten av radar-crosssection och fordonets sensordata i [16].

1. Modelling, validation and control of an autonomous bicycle, Erdinc, Umur, Master Thesis, Chalmers, 2019.
2. Modelling and path tracking control of an autonomous bicycle, Savoye, Cécile, Master Thesis, Chalmers, 2019.
3. NAVIGATION AND PLANNED MOVEMENT OF AN UNMANNED BICYCLE, Baaz, Hampus, Master Thesis, Mälardalen University, 2020.
4. Att bromsa en självkörande cykel, [Hansen, Linus](#), [Hulling, Karin](#), [Ternström, Niklas](#), [Winblad, Hannes](#), Bachelor Thesis, Chalmers, 2018
5. Modelling and control of an Autonomous Bicycle, Venkatraman Nagaraj, Klas Lundgren, Axel Davíð Ingólfsson, Lucas Jansson, Project report, Chalmers, 2019.
6. PROJECT AUTOBIKE, Autonomous Bicycle Platform, Mohamed Mahmoud Abdelnaïem, Tom Andersson, Gustav Carlstedt, Niklas Persson, Project report, Mälardalen University, 2019.
7. PROJECT AUTOBIKE: Development of an autonomous bicycle platform for validation of traffic safety systems in cars, Axel Forsberg et. al, Project report, Mälardalen University, 2018.
8. PROJECT AUTOBIKE: Autonomous Bicycle Platform, Hampus Baaz, Daniel Bengtsson, Göran Forsström, Charlie Kotro, Wicktor Löw, Daniel Stenekap, Nils Sundelius, Magnus Östgren, Project report, Mälardalen University, 2020.
9. DEVELOPMENT OF A ROBUSTCASCADE CONTROLLER FOR A RIDERLESS BICYCLE, Tom Andersson, Niklas Persson, Master Thesis, Mälardalen University, 2019.
10. Stabilization and path tracking of a bicycle using MPC, Daniel Hultgren, Pontus Svensson, Josip Kir Hromatko, Carlos Canelada Martinez, Albin Lindmark, Johan Martinsson, Gustav Rosin, Jakob Wadman, report, Chalmers, 2020.
11. Reinforcement learning of a nonlinear bike controller, Project report, Chalmers, 2020.
12. Säkerhetsteknik för autonom cykel får ABB:s Robotikstipendium, Ny Teknik, 2019-10-30, <https://www.nyteknik.se/innovation/sakerhetsteknik-for-autonom-cykel-far-abb-s-robotikstipendium-6976857>
13. Balancing a stationary bicycle, Oskar Lundström, Isak Åslund, Marcus Vikén, Project report, Chalmers, 2020.
14. Estimating the State of a Self-driving Bicycle Using an Extended Kalman Filter, Osvald Lindholm, Fredrik Kerstis, Project report, Chalmers, 2020.
15. Establishing communication via RS232/UART between BeagleBone Black and roborIO in a self-balancing bike, Yusuf Almaz, Oskar Nilsson, Abhilash Ravichandran, Project report, Chalmers, 2020.
16. FFI SELF-DRIVING BIKE - FINAL EVALUATION OF BIKE, Diakou, Georgia, Volvo Car report, 2020

## 8 Slutsatser och fortsatt forskning

Att arbeta med verkliga system är alltid en utmaning och det finns många praktiska problem som det tar mycket tid att förstå och lösa. Dessutom har studenterna begränsad erfarenhet av denna praktiska problemlösning i utbildningen som gör utvecklingsprocessen långsam och vi har inte hunnit så långt vi hade hoppats. Vi har dock lärt oss mycket under projektet och vad som är viktigt för en självkörande cykel, om tillståndskattningsnoggrannhet, sensorkrav, ställdonets svarstid etc som är viktiga för ett funktionellt system. Dessutom är en cykel ett instabilt system, som en inverterad pendel. Innan du har en stabiliserande regulator är det mycket svårt att utföra tester för att spåra problem i designen.

Även om huvudmålet uppfyllts, att ta fram en självkörande cykel som kan användas för validering av aktiva säkerhetssystem, så återstår en del innan cykeln är ett användbart testobjekt. En ansökan om ett fortsättningsprojekt har lämnats in till FFI för att slutföra utvecklingen. Cykeln måste vara enklare att använda och följa samma teststandard som andra testobjekt på Asta Zero. Positioneringen och bankkontrollen måste förbättras så att en noggrannhet på cirka 2 cm garanteras. **Två nya företag har uttryckt intresse för att vara partner i fortsättningsprojekten, AutoLiv och Veoneer** och de har lite olika behov av en självkörande cykel. Autoliv vill utföra krocktester med cykeln för att utvärdera passiva säkerhetssystem. För att klara detta kommer ett mobilt system att utvecklas så att det kan flyttas från en cykel till en annan om cykeln förstörs i testet. För aktiva

säkerhetstester skulle en mjuk cykel vara att föredra. Om säkerhetssystemet misslyckas i en körtest så kolliderar fordonet med cykeln, och hastigheten kan vara hög. Det behöver alltså vara möjligt att kollidera med cykeln utan allvarliga konsekvenser. Därför kommer en lätt och mjuk cykel också att utvecklas.

## 9 Deltagande parter och kontaktpersoner

Parter i projektet: Chalmers, Volvo Cars, AstaZero, CycleEurope Sverige AB, och Mälardalen University.

Kontaktpersoner:

Jonas Sjöberg, Chalmers

Carina Björnsson, Volvo Cars

Georgia Diakou, Volvo Cars

Peter Eriksson, AstaZero

Mikael Ekström, Mälardalens Högskola

