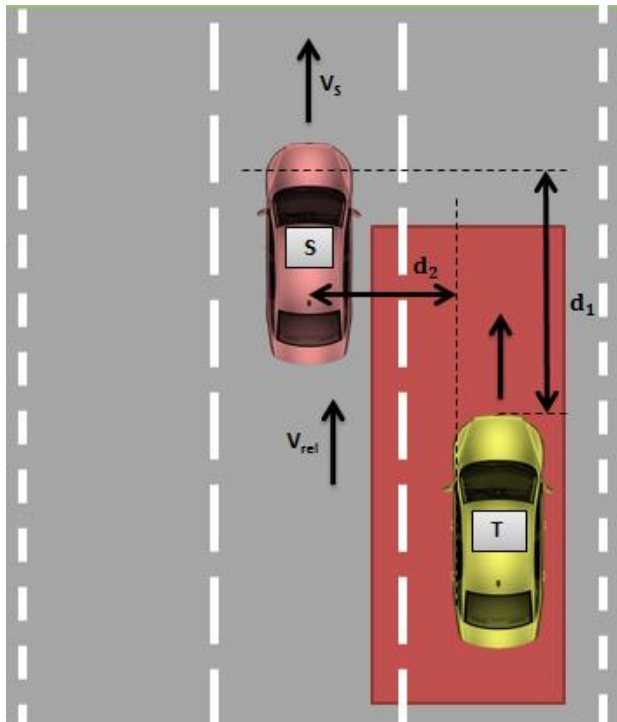


Testeffektivisering ADAS analys och verifiering



Författare: Taimaz Begdjani, Greger Rognelund

Datum: 2020-12-21

Projekt inom Trafiksäkerhet och automatiserade fordon

1 Innehållsförteckning

2	Sammanfattning	4
3	Executive summary in English.....	5
4	Förkortningar.....	7
5	Bakgrund.....	8
6	Syfte och metod	9
6.1	AP1 – Testmetoddatabas och Processer	9
6.2	AP2 och AP3 – Testmjukvara och Analysmjukvara.....	9
7	Mål	10
7.1	AP1 – Testmetoddatabas och Processer	10
7.2	AP2 och AP3 – Testmjukvara och Analysmjukvara.....	10
8	Resultat och måluppfyllelse – Arbetspaket 1	11
8.1	AP1 – Process för utveckling av generella testmetoder	11
8.2	AP1 – Aktiva Säkerhetsfunktioner.....	13
8.3	AP1 – Testmetoddatabas.....	16
8.4	AP1 – Process för utveckling av fordonsspecifika testmetoder	17
8.5	AP1 – Måluppfyllelse.....	18
9	Resultat och måluppfyllelse – Arbetspaket 2 och 3.....	19
9.1	AP2 – Testmjukvara Självdagnostik.....	19
9.2	AP2 – Testmjukvara LCDAS.....	19
9.3	AP2 – Testmjukvara LCDAS – Ljud vid händelse.....	20
9.4	AP2 – Testmjukvara LKAS och HWA	20
9.5	AP3 – Analysmjukvara LCDAS	20
9.6	AP2 och AP3 – Måluppfyllelse	20
10	Spridning och publicering	21
10.1	Kunskaps- och resultatspridning	21
10.2	Publikationer.....	21
11	Slutsatser och förslag på fortsatt arbete.....	21
12	Deltagande parter och kontaktpersoner.....	22

13Referenser.....	22
--------------------------	-----------

Appendix A – Specifikationer	23
---	-----------

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.

2 Sammanfattning

AstaZero har sedan 2015 byggt upp en avdelning för analys och verifiering. Avdelningen har primärt haft fokus på analys och verifiering av aktiva säkerhetsfunktioner för fordon, så kallade ADAS-funktioner. Genom att delta och driva projekt för kunds räkning har AstaZero byggt upp en gedigen kompetens inom området. Testmetoderna, verktygen och processerna som skapats under uppdragens livslängd är hårt knutna till fordonsleverantörernas funktionskrav och fordonstyper som de befintliga uppdragen hanterat.

Syftet med det här projektet är att ta tillvara och nyttja den uppbyggda kompetensen för verifiering av ADAS-funktioner genom att skapa en verktygslåda i form av generella testmetoder, samt mjukvara och processer som stöd till arbetet. Verktygslådan kan nyttjas av fordonsleverantörer, akademi och myndigheter för att verifiera ett antal utvalda aktiva säkerhetsfunktioner.

Projektet är uppbyggt av tre arbetspaket:

- AP1 – Testmetoddatabas och Processer
- AP2 – Testmjukvara
- AP3 – Analysmjukvara

AP1 har som mål att leverera en testmetoddatabas med generella och anpassningsbara testmetoder för utvalda ADAS-funktioner. Testmetoderna i testmetoddatabasen verifierar funktionskrav. Testmetoderna ska vara generella så att testmetodutvecklare tillsammans med kravställare ska kunna anpassa testmetoderna för valfri fordonsleverantör som sätter egna fordonsspecifika krav på funktionen.

I AP1 har även två processer utvecklats som ger testmetodutvecklaren eller testingenjören stöd till arbetet med testmetodutvecklingen. Processerna beskrivs som en kedja av sammanlänkade aktiviteter och har anpassats och justerats tills ett optimalt flöde där rätt handlingar och händelser identifierats. Första processen beskriver arbetsflödet för att skapa en generell testmetod. Krav och funktioner används som indata till processen. Denna indata kategoriseras sedan efter bestämda principer och den generella testmetoden skapas med variabler som testmetodutvecklaren senare kan byta mot fasta värden som sätts av kravställaren. Den andra processen beskriver arbetet med att anpassa den generella testmetoden till att bli en fordonsspecifik testmetod avsedd för en specifik fordonmodell. Med hjälp av processen kan kravställare och testmetodutvecklare samarbeta genom definierade handlingar och händelser.

AP2 och AP3 ska leverera testmjukvara och analysmjukvara. Mjukvarorna i AP2 ska ge stöd till testingenjören under pågående testutförande och mjukvarorna i AP3 ska ge stöd till testingenjören vid det analysarbete som sker efter genomförd testning för att verifiera kravuppfyllnad. Mjukvarorna i sig är inte nödvändiga för utförandet av testmetoderna men bidrar som hävstång genom att öka effektiviteten och korta ledtiden från provgenomförande till analys av testresultat och rapportering.

Genom en utvecklad testmetoddatabas med generella testmetoder anpassningsbara för varje ADAS-funktion och funktionskrav blir utvecklingsarbetet av testmetoderna avsevärt kortare då grunden redan finns och är utarbetad och verifierad. Vid utvecklingsarbetet kan de generella testmetoderna snabbare anpassas mot nya kundkrav och fordonstillverkarens specifika fordonmodell. På så sätt kortas ledtiderna i utvecklingsarbetet och tiden från utveckling till testutförande, analys och rapportering av resultat kortas avsevärt.

3 Executive summary in English

AstaZero has since 2015 been developing a department for analysis and verification. The department's primary focus is analysis and verification of active safety functions, i.e. ADAS-functions. By participating and leading projects on behalf of the customer, AstaZero has built a solid competence within the field.

Test methods, tools and processes which have been developed during the above projects are tightly tied to a specific vehicle manufacturer's requirements and vehicle types. The aim of this project is to take advantage of and use the knowledge and competence that have been built up in the department over the years, by creating a toolbox of generic test methods and tools. The toolbox can be used by other automobile manufacturers, academia, and authorities for verification of a selected set of active safety functions which are common in the market.

The project consists of three work packages:

- AP1 – Test Method Database and Processes
- AP2 – Test Software
- AP3 – Analysis Software

The aim of AP1 is to deliver a database consisting of generic, customisable test methods for a chosen set of active safety functions within ADAS. The test methods shall be generic enough for a test method developer to be able to customise the method to satisfy a requirement owner who wants to verify the actual function. AP2 and AP3 shall deliver test software and analysis software. The software shall support the test engineer during testing and analysis of the results.

In AP1, two processes have been developed which give the test method developer or test engineer support for the work with the test method development. The processes are described as a chain of linked activities and have been adapted and adjusted until an optimal flow where the right actions and events have been identified.

The first process describes the workflow for creating a general test method. Requirements and functions are used as input to the process. This input is first categorised according to the MoSCoW principle as "Must have", "Should have", "Could have" and "Won't have". Requirements with the highest priority, e.g. ISO standards are categorised as P1, less important requirements as P2 and P3, and non-prioritised as P4. The generalisation process has created requirements and test methods that are structured with variables, simplified scenarios and modular for easy adaptation. The review part of the process determines that the connection between requirement and test method has not been lost during the process. The review also gives the opportunity of picking a different test engineer's brain smoothly, and it can quickly be determined if the test method is realistic and feasible.

The second process has been developed with the aim of supporting and visualising the work progress between test method developer and requirement owner when the generalised methods need to be adapted to a specific vehicle model. The specific test method is created. The process has 16 steps which define the workflow and each condition that needs to be met before the process can proceed. By using the process and the predefined steps, the test method developer and the requirement owner can collaborate to increase the quality, making sure that the requirements are testable, and the test methods are feasible.

Work package AP2 and AP3 includes software which supports the test engineer during the test and with the analysis post testing. The software is not necessary for the actual testing but increases the efficiency and shortens the lead time from test to analysis of the result.

By implementing the work packages in this project, AstaZero has created a platform with a good basis for continued work. The test methods developed, which can be adapted and expanded together with the generic processes and clarifies the steps to further development work, can be used to shorten the lead time from development to actual testing of the functions. The software developed supports the test engineer with both testing and analysis. Due to constraints in both time and budget the focus of this project has been on developing the test methods, but there are good opportunities to start new projects which focuses on developing software for the functions which at present have no test methods.

The work with producing processes, methods, tools and software has been carried out at AstaZero in Gothenburg, but the majority of the knowledge and experience for developing test methods have been acquired from test and verification of active safety functions at AstaZero's test track outside Borås.

4 Förkortningar

ACC	Adaptive Cruise Control
ADAS	Advanced Driver Assistance System
AEB	Autonomous Emergency Braking
ALM	Application Lifecycle Management
AP	Arbetspaket
AstaZero	Active Safety Test Area Zero* (*Zero syftar på Sveriges riksdags vision för trafiksäkerhet med noll döda och allvarligt skadade i trafiken.)
CAN	Controller Area Network
Euro NCAP	European New Car Assessment Programme
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
ISO	International Standard Organisation
LCDAS	Lane Change Decision Aid Systems
LKAS	Lane Keeping Assistance Systems
MoSCoW	“Must”, “Should”, “Could”, “Won’t” have
OEM	Original Equipment Manufacturer (här avses fordonstillverkaren)
P1, P2, P3, P4	Prioritet 1–4
PA	Parking Assistant (Park Assist)
TSR	Traffic Sign Recognition
SAP	Semi-Automatic Parking
PAC	Parking Camera

5 Bakgrund

Verifiering av dagens aktiva säkerhetssystem, ADAS börjar med en kravbild. Kravbilden fokuserar på en funktion som ska verifieras och kan bestå av krav från t.ex. ISO-standarder, EuroNCAP-protokoll eller också bestå i krav som fordonstillverkaren specificerar själv, OEM-krav. När kraven är på plats utvecklas testmetoder för hur man på ett noggrant och kontrollerat sätt ska kunna verifiera systemet för kravuppfyllnad. Beroende på kravet kan testmetoderna bli mer eller mindre omfattande. Vissa testmetoder, speciellt om de är kopplade till rating/certifieringskrav ställer inte bara krav på genomförande utan också på omständigheterna kring genomförandet t.ex. väderförhållanden och ljusförhållanden. Vissa testmetoder kan också ställa krav på var testerna kan genomföras, dvs på provbana eller på allmän väg. Var testerna kan utföras är också beroende på systemens och fordonets mognadsgrad samt sekretessnivån man för stunden har i sin utvecklingsprocess.

Sedan 2015 har AstaZero byggt upp en avdelning för analys och verifiering. Avdelningen har primärt haft fokus på analys och verifiering av aktiva säkerhetsfunktioner för fordon, så kallade ADAS-funktioner. Genom att delta och driva projekt för kunds räkning har AstaZero byggt upp en gedigen kompetens inom området. Under åren har en kompetens byggts upp där testmetoder, verktyg och processer utvecklats i nära samarbete med fordonsleverantörer. Hos AstaZero har ett tjugotal testingenjörer och metodutvecklare tillsammans utvecklat cirka tvåtusen femhundra testspecifikationer för verifiering av ADAS-funktioner. Även mjukvaruutvecklare har deltagit för att komplettera testmetoderna med testmjukvara och analysmjukvara för att effektivisera test- och analysgenomförandet. Testspecifikationerna används för att verifiera fordonsleverantörens krav på dess aktiva säkerhetsfunktioner. Majoriteten av testspecifikationerna har utvecklats mellan 2015 och 2018 inom ramen för kunduppgifterna, men testspecifikationerna har kontinuerligt utvecklats, utökats och anpassats i takt med att funktionerna blivit mer avancerade i fordonen och funktionstillväxt tillkommit. Testspecifikationerna har också justerats när standardiserade testprotokoll uppdaterats eftersom kraven och testmetoder uppdateras i takt med att fordonen utvecklas.

Testmetoderna, verktygen och processerna som byggts upp under uppdragens livslängd är hårt knutna till fordonsleverantörernas funktionskrav och fordonstyper som det befintliga uppdraget hanterar. För att ta tillvara och nyttja den uppbyggda kompetensen för verifiering av ADAS-funktioner och för att erbjuda fler fordonsleverantörer, akademi och myndigheter att nyttja kompetensen har ett utvecklingsarbete genomförts för att bygga upp en generisk plattform med generella testmetoder och verktyg som kan anpassas för framtida kunders behov och funktion.

Det här projektet handlar just om att ta erfarenheter uppbyggda vid verifiering och analys av dagens ADAS-system för att skapa en verktygslåda i form av generella testmetoder för ett antal utvalda aktiva säkerhetsfunktioner som anses vara standard i flertalet personbilsmodeller på marknaden.

Arbetet med att ta fram processer, metoder, verktyg och mjukvara är utfört på AstaZero i Göteborg men den mesta kunskapen och erfarenheten för att utveckla testmetoderna har införskaffats under test och verifiering av aktiva säkerhetsfunktioner på AstaZeros provbana utanför Borås.

6 Syfte och metod

För att uppnå de syften och mål som sattes upp i projektansökan skapades tre arbetspaket (AP1-3) för att på ett strukturerat och effektivt sätt utföras, ledas och följas upp. Indelningen av arbetspaketen följer projektet arbetsflöde. Nedan redovisas syftet och den metod som tillämpats på respektive arbetspaket.

6.1 AP1 – Testmetoddatabas och Processer

Detta projekt syftar till att skapa en testmetoddatabas med generella testmetoder för verifiering av utvalda aktiva säkerhetsfunktioner inom ADAS. Testmetoderna i testmetoddatabasen verifierar funktionskrav och testmetoderna är anpassningsbara för att passa de flesta personbilsmodeller på marknaden som innehåller de aktuella aktiva säkerhetsfunktionerna.

Vanligtvis brukar en verifieringsavdelning hos en fordonsleverantör ansvara för utvecklingen av testmetoder för fordonets aktiva säkerhetsfunktioner. Testmetoderna anpassas då samtidigt till den fordonsmodell på vilken testerna ska genomföras. Detta gör det svårt att rakt av återanvända testmetoderna från ett projekt till ett annat. Vanligt är att nya testmetoder utvecklas i nya projekt för nya fordonsmodeller. Detta är resurskrävande både avseende tid och pengar.

Genom en utvecklad testmetoddatabas med generella testmetoder anpassningsbara för varje ADAS-funktion och funktionskrav blir utvecklingsarbetet av testmetoderna avsevärt kortare då grunden redan är utarbetad och verifierad. Vid utvecklingsarbetet kan de generella testmetoderna snabbare anpassas mot nya kundkrav och fordonstillverkarens fordonsmodell. På så sätt kortas ledtiderna i utvecklingsarbetet och tiden från utveckling till testutförande kortas avsevärt. Testmetoderna görs generella och anpassningsbara genom till exempel parameterstyrning. De görs också modulärt uppbyggda för att möjliggöra påbyggnad av utökade testfall.

Baserat på den erfarenhet som byggts upp inom AstaZero och avdelningen för analys och verifiering har en process tagits fram för att utveckla generella testmetoder för utvalda ADAS-funktioner. När de generella testmetoderna finns tillgängliga kan dessa sedan tillsammans med kravställare och testmetodutvecklare anpassas för en fordonsleverantör med sina specifika krav på ADAS-funktionen. Även en process för denna anpassning har tagits fram. Processerna har tagits fram genom den erfarenhet som byggts upp i de projekt som AstaZero deltagit i tillsammans med fordonstillverkare. Processerna har anpassats och justerats till ett optimalt flöde där korrekta handlingar och händelser identifierats.

6.2 AP2 och AP3 – Testmjukvara och Analysmjukvara

Projektet syftar till att utveckla testmjukvara och analysmjukvara som stöd till verifieringen och analysen av testresultat för utvalda funktioner. Mjukvaran i sig är inte nödvändig för utförandet av testmetoderna utan bidrar som hävstång genom att öka effektiviteten och korta ledtiden från provgenomförande till analys av testresultat.

Genom att testingenjörer utfört test och verifiering med de testmetoder som utvecklats i AP1 samt analysarbete av testresultaten har områden identifierats som kan korta ledtider i utförandet av test, verifiering och analysarbete. Denna erfarenhet har varit en viktig input till vilken typ av mjukvara som ska prioriteras av projektet och där ett utvecklingsarbete skett.

7 Mål

7.1 AP1 – Testmetoddatabas och Processer

Projektets mål är att leverera en testmetoddatabas med generella, anpassningsbara testmetoder för utvalda aktiva säkerhetsfunktioner inom ADAS. Testmetoderna ska vara generella så att testmetod-utvecklare tillsammans med kravställare ska kunna anpassa testmetoderna mot valfri fordons-leverantör som vill verifiera den aktuella funktionen. För att strukturera och kvalitetssäkra utvecklingsarbetet ska processer som beskriver handlingar och händelser utvecklas för att ges stöd till framtagandet av testmetoder.

7.2 AP2 och AP3 – Testmjukvara och Analysmjukvara

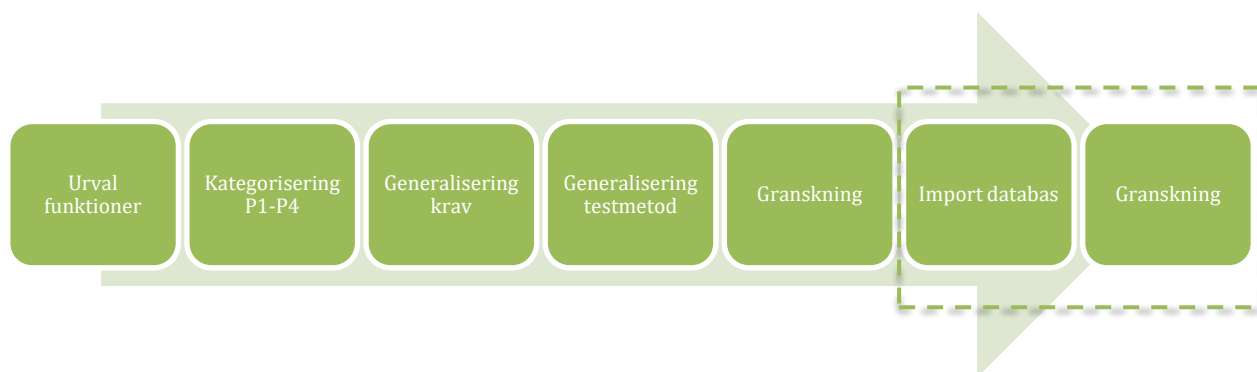
Projektet ska även leverera testmjukvara och analysmjukvara. Mjukvarorna ska ge stöd till testingenjören under testutförande och vid analysarbete efter genomförd verifiering av funktionen i fordonet.

8 Resultat och måluppfyllelse – Arbetspaket 1

8.1 AP1 – Process för utveckling av generella testmetoder

En testmetoddatabas har utvecklats med testmetoder för att verifiera aktiva säkerhetsfunktioner inom ADAS. Varje ADAS-funktion är nedbruten i ett antal funktionskrav. Funktionskraven verifieras i testmetoderna, antingen i bänktester, på provbana eller på allmän väg i trafik. Detta projekt har fokuserat på funktionskrav som verifieras på provbana och allmän väg. Testmetoderna och dess krav är inte anpassade för en specifik fordonsleverantör utan är skapade generella och redo för att anpassas av kravställare och testmetodutvecklare till en specifik fordonsmodell. Testmetoder för en ADAS-funktion kan skilja sig mellan två fordonsmodeller beroende på de ingående funktionskraven och fordonens fysiska egenskaper.

För att arbeta strukturerat vid utvecklingen av generella testmetoder har en process utvecklats som stöd till arbetet. Processen beskrivs som en kedja av sammanlänkade aktiviteter och utgör en beskrivning om vilka aktiviteter som ska utföras och i vilken ordning, och vilket resultat som ska skapas.



Figur 1: Process för utveckling av generell testmetod

Första steget i processen är urvalet av vilka ADAS-funktioner projektet valt att ta med i testmetod-databasen. Då projektet har utförts under en begränsad tid och med begränsad budget har projektet fått göra ett urval av vilka ADAS-funktioner och i förlängningen vilka funktionskrav som ska täckas av de generella testmetoderna. Det har skett en prioritering av funktioner.

Kategorisering P1-P4

Projektet har valt ut åtta av de mest förekommande ADAS-funktionerna i personbilar på marknaden år 2019. För att fånga upp de viktigaste kraven som ska verifieras i testmetoderna har även en prioritering av krav gjorts. De krav som t.ex. verifierar en specifik fordonleverantörs HMI-gränssnitt har utelämnats då dessa testmetoder oftast behöver ändras helt mellan olika fordonsleverantörer då HMI-gränssnitten är fordonsspecifika. Majoriteten av dessa krav kan dessutom testas i automatiserade bänktester och kräver inte provbana eller allmän väg.

Vid urvalet av krav som testmetoderna ska verifiera i projektet har projektet använt sig av MoSCoW-principen som ofta används för att prioritera och värdera krav [1]. Kraven delas in i fyra olika nivåer med en relativ viktning mellan de nivåer som symboliseras av bokstäverna i MoSCoW. MoSCoW står för "Must have", "Should have", "Could have" och "Won't have".

- **Must have:** = De viktigaste kraven med högst prioritet, P1. Dessa är krav/testmetoder som projektet måste säkra i testmetoddatabasen, t.ex. ISO-krav.
- **Should have** = De näst viktigaste kraven P2 som prioriteras efter P1.
- **Could have** = Krav som inte är lika viktiga men som projektet prioriterar om det finns utrymme i tid och budget. Dessa krav/testmetoder prioriteras som P3.
- **Won't have** = Krav som projektet valt att prioritera bort och som inte tas med i projektet. Dessa krav är naturligtvis inte oviktiga men dessa krav/testmetoder kan t.ex. röra HMI som är individuella för varje specifikt fordonmodell. Dessa krav/testmetoder klassas som P4.

Generalisering krav

I detta steg generaliseras krav genom att t.ex. byta fasta värden mot variabler. När anpassningen av den generella testmetoden senare görs till den fordonsspecifika testmetoden byts variablerna mot fordonsleverantörens krav.

Generalisering testmetod

Testmetoderna utvecklas till att vara generella. Eventuellt fasta värden och signalnamn får generiska namn för att enkelt bytas ut då en anpassning görs till de fordonsspecifika testmetoderna. Komplicerade och fordonsspecifika testscenarier görs mer generiska för att enkelt anpassas till andra fordon. De generella testmetoderna görs också modulärt uppbyggda för att möjliggöra påbyggnad med fler och utökade testfall. Detta steg säkerställer också att testmetoderna får en enhetlig layout mellan funktionerna vilket underlättar och effektiviserar senare testning.

Granskning

Det är viktigt att kontinuerligt granska både kraven och de utvecklade testmetoderna för att fastställa att kravkopplingen mot rätt testmetod och testscenario inte förloras under processens gång.

Granskningen ger även tillfälle att nyttja kompetensen hos fler testingenjörer då man kan plocka upp deras tankar och funderingar på ett smidigt sätt. Dessa har oftast en koppling till testutförande i verkligheten och kan snabbt avgöra om testmetoderna är realistiska och genomförbara.

Import databas

Processtegen Import databas och den efterföljande granskningen ligger utanför detta projekts ramar. Här har en avgränsning gjorts. Syftet med dessa steg påvisar möjligheten att importera utvecklade testmetoder till en databas för enklare hantering vid uppdateringar och versionshantering etc.

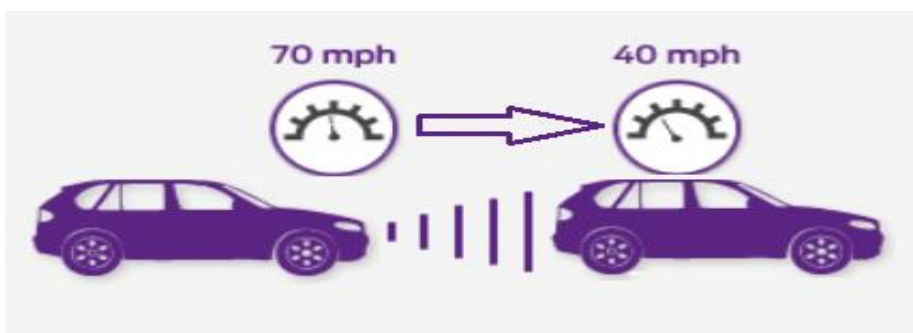
8.2 AP1 – Aktiva Säkerhetsfunktioner

Följande ADAS-funktioner har valts ut för att ingå i detta projekt enligt ovan process. Nedan följer en kort beskrivning av funktionerna.

ACC – Adaptive Cruise Control

ACC funktionens huvuduppgift är att upprätthålla förarens valda avstånd till framförande fordon. Med hjälp av sensorer detekterar och mäter systemet framförande fordons relativa hastighet och avstånd. Denna information används för att kontrollera bilens hastighet adaptivt genom att kontrollera motorn och vid behov bromsarna. Om framförande fordon saknas så fungerar ACC systemet som en vanlig farthållare (cruise control) och håller förarens valda hastighet.

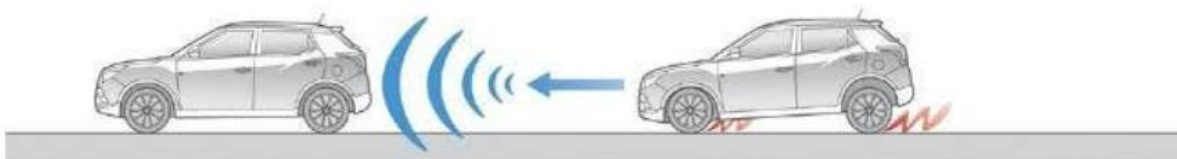
Målet med ACC är att ge en delvis autonom kontroll av den longitudinella bilkörningen för föraren på ett bekvämt och stöttande sätt.



Figur 2: ACC anpassar hastigheten till bilen framför (Ford 2013) [2].

AEB – Autonomous Emergency Braking

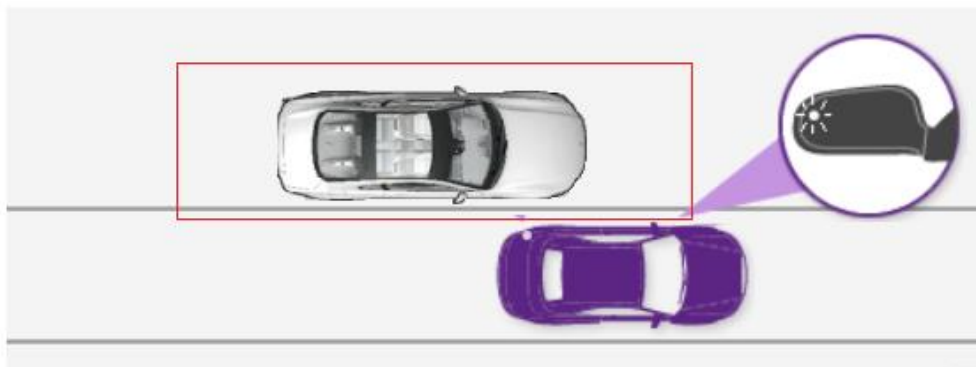
Systemet skall varna, assistera eller autonomt ingripa i situationer där det finns risk för kollision med framförande fordon. Genom att automatiskt aktivera bromsarna efter en kollisionsvarning skall systemet minska kollisionsenergien och stödja andra passiva säkerhetssystem som airbags, bilbälte och andra energiabsorberande komponenter i bilen.



Figur 3: AEB systemet ingriper vid kollisionsrisk genom att aktivera bromsarna (Private Fleet 2019) [3].

LCDAS – Lane Change Decision Aid Systems

LCDAS systemet varnar för kollisionsrisk vid eventuellt filbyte. LCDAS fungerar inte som en ersättning för backspeglar utan är ett extra tillägg till förarens interna och externa backspeglar. Sensorerna upptäcker bilar som är vid sidan eller bakom förarens bil, och ska varna föraren om ett filbyte inte är lämpligt. Om ingen varning kommer så är det ingen garanti att filbytet är riskfritt då systemet inte gör några automatiska åtgärder för att förhindra filbytet.



Figur 4: LCDAS detekterar och varnar för kollisionsrisk (Ford 2013) [2].

LKAS – Lane Keeping Assistance Systems

LKAS funktionens huvuduppgift är att hjälpa föraren att hålla fordonet i nuvarande fil. LKAS systemet samlar in information om bilens position inom filen, och vid behov, skickar signaler till ställdon för att korrigera fordonets laterala position.



Figur 5: LKA systemet korrigerar fordonets laterala position (Ford 2013) [2].

HWA – Highway Assist

HWA är en funktion som kombinerar ACC med LKAS, dvs. upprätthåller både avstånd till framförvarande bil och håller förarens position i mitten av filen. HWA är ett system som kombinerar data från flera sensorer, till exempel radar och kamera, för att underlätta motorvägskörning. Systemet ger en delvis autonom kontroll av fordonet, men ansvaret ligger fortfarande på föraren som måste ha händerna på ratten för att systemet ska vara igång.

PA – Parking Assistance

PA systemet utgörs av funktionerna SAP (Semi-Automatic Parking) och PAC (Parking Camera). PA systemet hjälper föraren att parkera bilen vid till exempel en fickparkering. SAP styr bilens ratt och föraren kontrollerar gaspådrag och växellåda. Sensorer (ex. ultraljud) skannar och varnar föraren när bilen närmar sig objekt i låg fart. Föraren kan även se bakom och runt bilen med hjälp av kameror i ett system som kallas PAC (Parking Camera).



Figur 6: PA systemets sensorer detekterar och varnar för objekt vid parkering.

TSR – Traffic-Sign Recognition

TSR är en relativt enkel funktion som utnyttjar fordonets kamera för att upptäcka olika sorters trafikskyltar, bland annat hastighetsskyltar och omkörningsskyltar. Skyltarna visas i förarens display och systemet kan även varna föraren om fordonets hastighet överskrider nuvarande hastighet enligt skylt. Systemet ska även fungera för skyltar från olika länder.



Figur 7: TSR visar skyltar längs vägbanan i förarens display.

8.3 AP1 – Testmetoddatabas

De generella testmetoderna som skapats och samlas i testmetoddatabasen verifierar en mängd funktionskrav hos de aktiva säkerhetsfunktionerna. Funktionskraven som testas är av projektet uppdelade i tre grupper:

ISO-krav

Den första gruppen har av projektet kallats ISO-krav. ISO-krav härleds från ISO-standarder för respektive funktion. Då ISO-krav är grundläggande krav som ställs på ett system och funktion har projektet valt att klassificera dessa med högst prioritet, P1. Dessa krav ska därmed täckas av testmetoderna i testmetoddatabasen. Till exempel är krav inom ISO15622:2018 för ACC-funktionen i projektet klassificerade som ISO-krav med högst prioritet, P1.

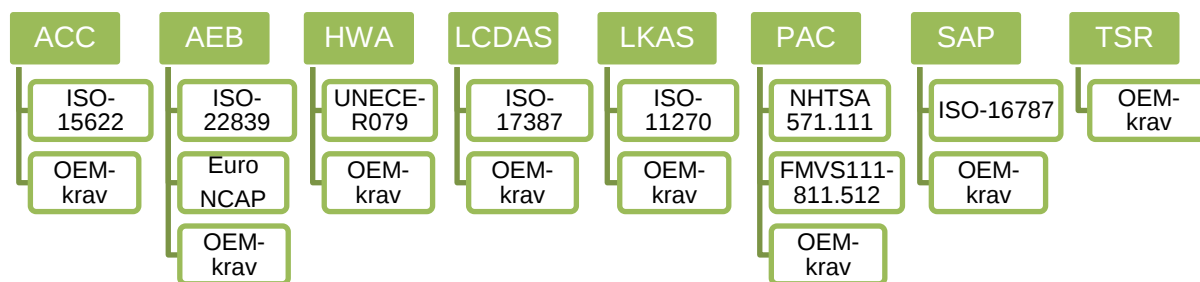
OEM-krav

Den andra gruppen har av projektet kallats OEM-krav. Dessa krav tillhör ingen generell standard utan är egenutvecklade krav som fordonsleverantör sätter på sin funktion. Även om OEM-krav inte tillhör en generell standard är kraven så pass vanliga att motsvarande krav återkommer mellan fordons-tillverkarna. Därför har projektet valt att täcka många av dessa krav i testmetoddatabasen. OEM-krav har av projektet klassificerats som P2 eller P3. T.ex. kravställning på hur ACC-funktionen hanterar adaptering av tidsavståndet till framförvarande bil. Funktionen LCDAS har t.ex. OEM-krav som styr inom vilka zoner runt bilen funktionen ska varna för trafik.

OEM-specifika krav

Den tredje gruppen av funktionskrav har av projektet kallats OEM-specifika krav. Dessa krav har klassificerats som P4 och tas inte med i testmetoddatabasen. En avgränsning har alltså gjorts och P4 prioriterats bort av projektet. Det kan t.ex. vara krav som är specifika för en enskild fordonsleverantör och inte delas av andra tillverkare. Sådana typer av krav förekommer ofta inom HMI där gränssnitten mot förare varierar mellan fordonstillverkarna.

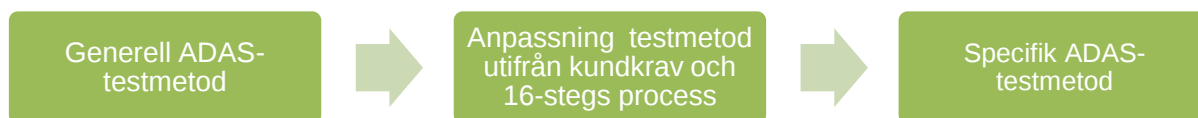
Figuren nedan visar resultatet av uppdelningen av utvalda funktioner i testmetoddatabasen.



Figur 8: Funktioner och krav. Se Appendix A för fullständiga namn på specifikationerna.

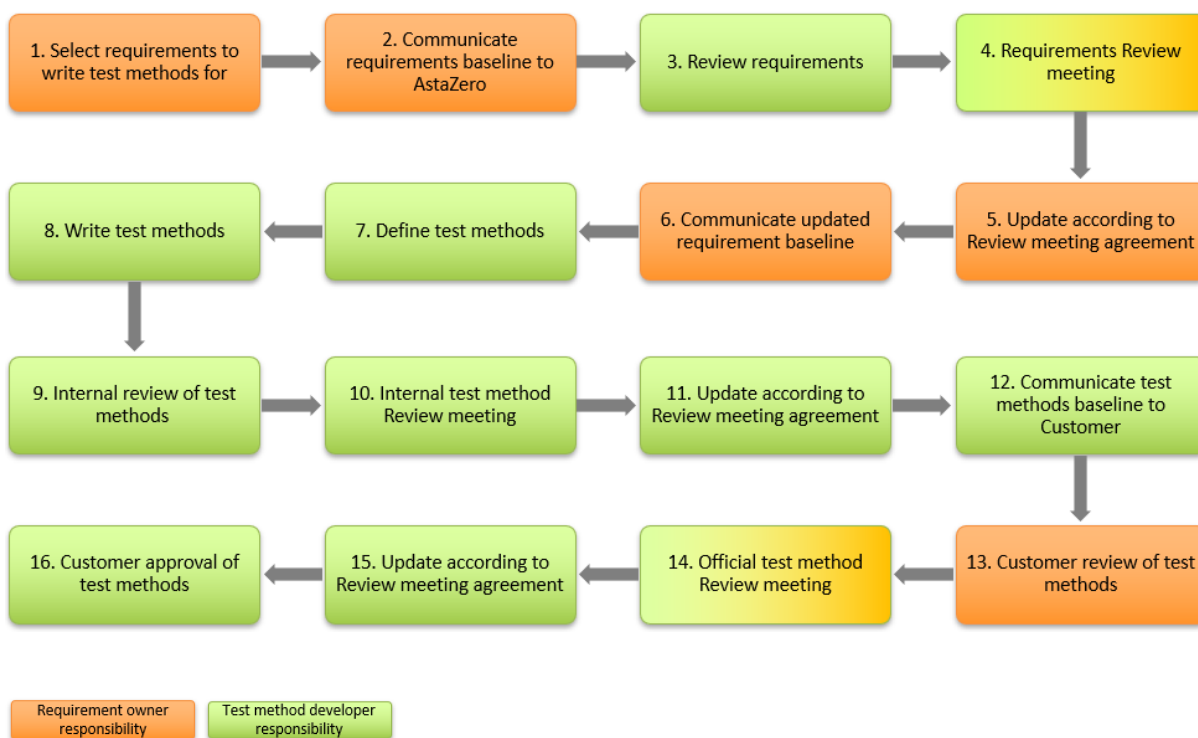
8.4 AP1 – Process för utveckling av fordonsspecifika testmetoder

Testmetoderna och kraven i testmetoddatabasen är inte anpassade för en specifik fordonmodell utan testmetoderna och kraven är generella. Testmetoddatabasen utgör en grund för generella ADAS-funktioner och metoderna är klara att anpassas till en specifik fordonmodell. De generella testmetoderna behöver sedan anpassas till fordonsspecifika testmetoder. Detta arbete utförs vanligtvis av testmetodutvecklare tillsammans med kravställare.



Figur 9: Arbetsflöde vid anpassning till specifik testmetod

För att stödja och synliggöra arbetet mellan testmetodutvecklare och kravställare har en process i 16 steg utvecklats. Processen beskriver arbetsgången och definierar varje moment som måste uppfyllas innan nästa steg i processen kan påbörjas. Med hjälp av processen kan kravställare och metodutvecklare samarbeta genom definierade handlingar och händelser. Kvaliteten på kraven och testmetoderna ökar genom att man säkerställer att kraven blir testbara och testmetoden genomförbar. Processerna säkrar också att testmetoderna får en enhetlig layout mellan funktionerna vilket underlättar och effektiviserar senare testning. Processen går även att använda för utveckling av testmetoder som inte enbart är knutna till ADAS-funktioner.



Figur 10: Process för utveckling av testmetoder

8.5 AP1 – Måluppfyllelse

- ✓ Projektet har uppfyllt målen att utveckla en testmetoddatabas med testmetoder för aktiva säkerhetsfunktioner inom ADAS. De utvecklade testmetoderna är generella så att testmetodutvecklare tillsammans med kravställare kan anpassa kraven och testmetoderna efter den fordonstyp som ska innehålla den aktuella ADAS-funktionen.
- ✓ En process till stöd för arbetet med utvecklingen av generella testmetoder har utvecklats. Processen beskrivs som en kedja av sammanlänkade aktiviteter och utgör en beskrivning om vad och i vilken ordning aktiviteterna ska utföras och vilket resultat som ska skapas.
- ✓ För att anpassa generella testmetoder till fordonsspecifika har en process i 16 steg utvecklats. Processen beskriver arbetsgången och definierar varje moment som måste uppfyllas innan nästa steg i processen kan påbörjas. Processen går även att använda för utveckling av testmetoder som inte enbart är knutna till ADAS-funktioner.

9 Resultat och måluppfyllelse – Arbetspaket 2 och 3

I arbetspaket 2 har testmjukvara utvecklats för att stödja testingenjören vid utförandet av utvalda funktionstester utvecklade i arbetspaket 1. Mjukvara som stöd vid verifieringen har historiskt visat sig öka effektiviseringen av testgenomförandet samt säkerställa repeterbarheten i verifieringen. Mjukvara som ger stöd till testingenjören kan vara av olika slag, t.ex. mjukvara som direkt återkopplar till testingenjören med ljud och/eller haptik eller mjukvara som mäter avstånd till fordon eller infrastruktur. Mjukvara utvecklas och anpassas efter funktionstestetets syfte. Testmjukvara kan även paketera data vid testgenomförande för vidare analys i arbetspaket 3. För LCDAS har testmjukvara utvecklats som vid loggning gör beräkningar på loggdata, formaterar och gör anpassning till testrapporter i Excel-format.

Arbetspaket 3 syftar till att utveckla mjukvara för att ge stöd till testingenjören i analysfasen efter utfört funktionstest. Mjukvara som stöd vid analysen har historiskt visat sig öka både effektiviseringen och kvaliteten på genomförd analys. Mjukvaran säkerställer att analysen genomförs efter samma algoritm oavsett vilken testingenjör som utför analysarbetet, och att resultatet av analysen blir detsamma. Detta sparar tid då testingenjören kan fokusera på själva testandet och på så sätt hinna utföra fler test.

Analysmjukvaran kan även vara en fördel för kravställare som enkelt kan ta till sig resultatet då rådata presenteras oformaterad. Data från flera körningar kan extraheras och presenteras, istället för att manuellt analyseras. Testanalysmjukvaran som utvecklas ska ge stöd för utvalda funktionstester utvecklade i arbetspaket 1.

9.1 AP2 – Testmjukvara Självdagnostik

Alla ADAS-funktioner i fordonet har någon form av självdiagnostik för sensorernas status. Självdiagnostiken hos funktionen kan dock ta tid att utföra och ger då en fördröjning innan statusmeddelanden erhålls. Det försvårar då att hitta sambandet som orsakade systemfelet. Därför har mjukvara utvecklats som kontrollerar sensorernas status under pågående test och direkt kan meddela sensorernas status till testingenjören. Ett sådant fel kan t.ex. uppträda om bilens sensorer är blockerade, eller forcera en omstart vid behov. En sådan mjukvara kan spara mycket tid för testingenjören under provgenomförandet eftersom återkopplingen från systemet sker omedelbart och testingenjören kan agera under pågående verifiering istället för att upptäcka felet under analysfasen efter avslutad verifiering.

9.2 AP2 – Testmjukvara LCDAS

En testmjukvara som utvecklats och som effektiviserar samt underlättar för testingenjören är testmjukvaran för verifiering av LCDAS. Mjukvaran kombinerar GPS-data från ett referenssystem med LCDAS-systemets signaler för att logga och tidsstämpla när systemet har detekterat en eventuell kollisionsrisk. Det kan nyttjas för att verifiera att avstånd och tidsvariabler överensstämmer med krav för LCDAS-funktionen. Kombinationen av GPS-data och LCDAS-signaler är ett viktigt verktyg för att kunna logga så kallade falska varningar, dvs. när systemet signalerar för kollisionsrisk när det inte finns någon. Ännu viktigare är att fånga upp när systemet missar faktiska kollisionsrisker för att kunna analysera varför systemet inte detekterade fordonet.

9.3 AP2 – Testmjukvara LCDAS – Ljud vid händelse

För att uppmärksamma och underlätta för testföraren har en mjukvara utvecklats som spelar upp ett ljud vid LCDAS-varningar. Så kallade falska varningar, dvs när systemet signalerar för kollisionsrisk när det inte finns någon kan vara svåra för testingenjören att upptäcka. Speciellt vid körning i en enkelriktad fil utan omgivande trafik. Testingenjören kan eventuellt ha lägre fokus på sidospeglarna då omgivande fordon saknas och inga varningar förväntas. Ett ljud gör då test testingenjören uppmärksam på att en varning har utfärdats. Ljudvarningen ökar kvaliteten på valideringskörningen då testingenjören kan upptäcka varningar som annars hade missats. Mjukvaran underlättar även vid analys då testingenjören kan markera intressanta händelser under körningen, istället för att gå igenom hela loggen efter körning för att se om man missat något.

9.4 AP2 – Testmjukvara LKAS och HWA

För att stödja utvalda testmetoder för Lane Keeping Assistance System, LKAS och Highway Assist, HWA har en testmjukvara utvecklats inom ramen för projektet. Mjukvaran används för att läsa och skriva data till och från en CAN-buss. Mjukvaran läser GNSS-positionsdata från ett GPS-positioneringssystem monterat i ett testfordon. Läst data processas och avståndet mellan t.ex. bilens vänstra framhjul och väglinjer beräknas. Detta är konfigurerbart i mjukvaran. Avståndsdata skickas sedan till en virtuell CAN-buss för visualisering för testingenjören under pågående test och för loggning till testutrustning t.ex. CANalyzer för analys efter provgenomförande. Mjukvaran används för att verifiera funktionerna LKAS och HWA.

9.5 AP3 – Analysmjukvara LCDAS

Data från olika system har tidigare analyserats manuellt, men med hjälp av egenutvecklade script kan data från LCDAS-systemet och GPS-positioneringssystemet sammanställas i ett format som passar den delvis automatiserade analysen. Formatet kan utnyttjas för att skapa testrapporter i Excel med utvalda relevanta data. Den här typen av lösning är uppskattad eftersom man inte behöver skicka stora loggfiler som testingenjör eller kravställare behöver analysera och sammanställa manuellt.

9.6 AP2 och AP3 – Måluppfyllelse

- ✓ Projektet har uppfyllt målen att utveckla både testmjukvara och analysmjukvara. Dock har projektet medvetet valt att fokusera majoriteten av projektets budget på utvecklingen av testmetod databasen med generella testmetoder för ADAS-funktioner och en mindre del av projektets budget har spenderats på att utveckla ny mjukvara. Anledningen till detta val är att AstaZero har stor kompetens inom testmetodutveckling och många erfarna testmetodutvecklare och testingenjörer inom aktiva säkerhetssystem ADAS. Denna kompetens har projektet valt att nyttja för utvecklingen av testmetod databasen för att få en så stor metod databas som möjligt. Testmjukvara och analysmjukvara är ofta beroende av fordonsspecifika signaler och CAN-databaser vilket kräver ett större utvecklingsarbete. Mjukvaran är inte ett måste för att utföra några testmetoder eller analyser utan skapar mervärde genom en ökad effektivitet. Bedömningen har därför varit att nyttja resurserna där de gör mest nytta och kan generera mest mervärde av investerat kapital.

10 Spridning och publicering

10.1 Kunskaps- och resultatspridning

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	
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	X	
Introduceras på marknaden	X	
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

10.2 Publikationer

Inga publiceringar har gjorts inom projektet, vilket heller inte var syftet.

11 Slutsatser och förslag på fortsatt arbete

Projektet har uppfyllt de målsättningar som ställts inför projektstarten. Genom utförandet av arbetspaketen i projektet har AstaZero skapat en plattform med goda förutsättningar till fortsatt avancemang, genom dels utvecklade testmetoder som kan anpassas och byggas ut, dels genom processer som är generiska och tydliggör stegen i fortsatt utvecklingsarbete.

Den utvecklade mjukvaran utgör ett komplement till testmetoderna och ger stöd till testingenjören under verifieringen samt i analysfasen efter utfört funktionstest. Utvecklad testmjukvara ökar effektiviteten och kortar ledtiden för provgenomförande. Analysmjukvaran ger testingenjören stöd vid analysarbetet och ökar både effektivitet och kvalitet på genomförd analys. Då tid och budget har varit begränsade i projektet finns goda möjligheter till att starta nya projekt där fortsatt utvecklingsarbete kan skapa ny mjukvara till de testmetoder som idag saknar detta.

I AstaZeros regi kommer fortsatt arbete att ske med att importera de utvecklade testmetoderna till ett verktyg som kan utföra versionshantering av både krav och testmetoder. T.ex. ett ALM-verktyg (Application Lifecycle Management) som genom kravhantering och versionshantering ger stöd åt fortsatt utvecklingsarbete. Det finns flertalet web-baserade verktyg på marknaden som ger möjlighet för flera användare att editera och utveckla testmetoder i verktyget samtidigt. Det finns även ALM-verktyg som låter testingenjören exekvera testmetoder online och efter utförda test generera testrapporter från samma verktyg. Tester kan då utföras via nätet från ett fordon uppkopplat mot databasen och resultat sparas utan att data behöver flyttas manuellt mellan dator och testmetoddatabas.

Fortsatt arbete kommer även att ske genom underhåll av befintliga testmetoder samt uppdatering och justering när standarder utvecklas eller justeras. Genom metoddatabasen kan AstaZero bistå projekt under uppstart med testmetoder som kräver anpassning för nya kunder där ett arbete ska göras för verifiering av ADAS-funktioner. Även fortsatt utveckling av mjukvara kommer att ske för att komplettera testmetoderna i testmetoddatabasen när den utvecklas.

12 Deltagande parter och kontaktpersoner

Eftersom detta projekt syftar till kompetensuppbyggnad inom AstaZero finns inga andra deltagande parter.

Kontaktpersoner från AstaZero är:

Monica Ringvik
Teknikchef
monica.ringvik@astazero.com

Greger Rognelund
Projektledare
greger.rognelund@astazero.com

13 Referenser

[1] Projektledning (2019). *MoSCoW metoden – Visualisera & tydliggör områden som ska prioriteras*.
<https://projektledning.se/moscow-metoden/> [2020-12-18]

[2] Ford (2013). *Accident Avoidance and Driver Assist Technologies*.
<http://ophelia.sdsu.edu:8080/ford/12-20-2013/microsites/sustainability-report-2012-13/vehicle-technologies-avoidance.html> [2020-12-18]

[3] Private fleet (2019). *AEB. What Is Autonomous Emergency Braking?*
<https://www.privatefleet.com.au/blog/automotive-design/aeb-what-is-autonomous-emergency-braking/>
[2020-12-18]

Appendix A – Specifikationer

I detta appendix finns fullständiga namn för specifikationerna i Figur 8: Funktioner och krav.

ACC:

- ISO-15622:2018 - Vägtrafikinformatik - Adaptiva farthållare - Prestandakrav och provningsmetoder

AEB:

- ISO-22839:2013 - Intelligent transport systems — Forward vehicle collision mitigation systems — Operation, performance, and verification requirements
- EuNCAP 2020 – AEB Car-to-Car

HWA:

- Steering equipment - Addendum 78: UN Regulation No. 79 - Revision 4

LCDAS:

- ISO-17387:2008 - Vägtrafikinformatik - Stödsystem vid filbyten - Prestandakrav och provningsmetoder

LKAS:

- ISO-11270:2014 - Intelligent transport systems - Lane keeping assistance systems (LKAS) - Performance requirements and test procedures.

PAC:

- 571.111 Standard No. 111; Rear visibility
- FMVS No.111 811.512 Vehicle Rearview Image Field of View and Quality Measurement

SAP:

- ISO-16787:2017 - Intelligent transport systems - Assisted parking system (APS) - Performance requirements and test procedures