

Slutrapport, A-TEAM fas 1



A-TEAM

Med A-TEAM tar aktiv säkerhet ett första steg i samma resa

Författare: Peter Janevik, Christian Berger, Magdalena Lindman, Per Gustafsson, Anna Wrige Berling, Mats Petersson

Datum: 150427

Delprogram: Fordonssäkerhet

Innehåll

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Sammanfattning..... | 4 |
| 2 | Bakgrund | 5 |
| 3 | Syfte..... | 5 |
| 4 | Genomförande..... | 6 |
| 4.1 | AP1, projektledning | 6 |
| 4.2 | AP2, förstudie | 6 |
| 4.3 | AP3, olycksscenarios | 7 |
| 4.4 | AP4, metodutveckling för oskyddade trafikanter | 7 |
| 4.5 | AP5, metodutveckling för LTAP/OD | 8 |
| 4.6 | AP6, metodutveckling för tunga fordon..... | 8 |
| 4.7 | AP7, testutrustningsdemonstrator | 10 |
| 5 | Resultat | 10 |
| 5.1 | Resultat per arbetspaket | 10 |
| 5.1.1 | AP2 | 10 |
| 5.1.2 | AP3 | 11 |
| 5.1.3 | AP4 | 14 |
| 5.1.4 | AP5 | 15 |
| 5.1.5 | AP6 | 16 |
| 5.1.6 | AP7 | 17 |
| 5.2 | Bidrag till FFI-mål | 18 |
| 6 | Spridning och publicering..... | 19 |
| 7 | Slutsatser och fortsatt forskning..... | 19 |
| 8 | Deltagande parter och kontaktpersoner..... | 20 |
| 9 | References..... | 21 |

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Säkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör hälften.



FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

För närvarande finns fem delprogram Energi & miljö, Fordons- och trafiksäkerhet, Fordonsutveckling, Hållbar produktionsteknik och Transporteffektivitet. Läs mer på www.vinnova.se/ffi

1 Sammanfattning

För att möta nollvisionen och bibehålla konkurrenskraften i det svenska fordonsklustret är forskning inom aktiv säkerhet avgörande. Det svenska fordonsklustret har även en ambition att vara bättre än den nivå som lagar och ratingfall, t.ex. EuroNCAP, kräver. För att möjliggöra forskning och utveckling av aktiva säkerhetsfunktioner som löser situationer som dessa organisationer inte kräver behövs därför egen forskning och utveckling inom nya provmetoder för aktiva säkerhetsfunktioner, annars är det omöjligt att utveckla de nya systemen och funktionerna som behövs för att vidmakthålla ledande positioner för svensk fordonsindustri.

A-TEAM fas 1 syftade till att genom forskning ta fram tre metodpaket för viktiga scenarier där aktiva säkerhetssystem behöver utvecklas. Metodforskningen skedde i arbetspaketen AP4, 5 och 6 där AP4 fokuserade på olyckor med korsande trafik, AP5 handlade om metoder kring oskyddade trafikanter och AP6 om upphinnandesituationer med tunga fordon. För att de skapade metoderna säkert skall ha relevans ute i verkliga trafikmiljöer föregicks metodarbetet av en fältdataforskning i AP3 där bland annat olycksstatistik och andra forskningsprojekt på EU-nivå användes som källor för att definiera vilka scenarier som var viktigast. Därefter användes analytiska metoder för att kondensera t.ex. statistiska data till provfallen som togs fram i AP4, 5 och 6. Metoderna kommer dock i många fall vara omöjliga att genomföra eftersom det idag inte existerar provutrustningar som kan genomföra samtliga metoder som man kan se framöver. För att säkra A-TEAM fas 1 skapades därför ett arbetspaket, AP7, med uppgift att adressera utrustningsproblematiken med mål att demonstrera ett testsystem där provmetoderna kunde genomföras. Även med arbetet i metod- fältdata- och testsystems-demonstratorpaketen stod det redan från början klart att A-TEAM fas 1 inte kunde adressera mer än en liten del av de metoder som behövde forskas fram. För att kartlägga det totala forskningsbehovet genomfördes en förstudie i AP2 med mål att identifiera hela behovsbilden av forskning under de närmaste åren.

Målen med A-TEAM fas 1 var:

1. Genom forskning definiera olycksscenarier inom korsningsolyckor, olyckor med tunga fordon och olyckor med VRU/Cyklister, komplett med kravsättning.
2. Skapa ny kunskap om hur andra olycks- och autonoma fordonsscenarier som inte omfattas i A-TEAM phase 1 kan mötas
3. Skapa provmetoder mot scenarierna
4. Demonstrera ett testsystem där provmetoderna kan utföras med hög kvalitet och effektivitet
5. Skapa ny kunskap, innovation, samverkan och kompetens inom samtliga områden ovan

Under genomförandet av A-TEAM fas 1 definierades scenarierna i AP3 och kommande forskningsutmaningar kartlades i AP2. I AP4, 5 och 6 definierades och demonstrerades metoderna baserat på scenarierna från AP3. I AP7 definierades testsystem där provmetodutvecklingen kunde genomföras och utvecklingen av en målbärrarplattform inleddes. Dock var projekttiden för kort för att tillåta komplett utveckling inom ramen för A-TEAM fas 1's projekttid. Kvalitets- och effektivitetsmålen nåddes, men inte enbart genom tekniskt arbete utan även process- och organisationsutvecklingsarbete.

2 Bakgrund

I och med den snabba tekniska utvecklingen har antalet potentiella aktiva säkerhetsfunktioner ökat explosionsartat. För att kunna utveckla och verifiera dessa funktioner hela vägen fram till produktionsfärdiga lösningar på bästa möjliga sätt krävs en stor mängd nya metoder och testsystem. Funktionerna adresserar idag framförallt olyckor mellan fordon i de vanligaste upphinnandesituationerna men de olyckstyper som genererar mest skador såsom olyckor med oskyddade trafikanter/cyklister, korsningsolyckor och olyckor med tunga fordon, adresseras väldigt lite. Metoder för att möta detta stora skadeutfall finns alltså inte, och även om de hade funnits framme hade det inte varit möjligt att genomföra provmetoderna. Det finns ett antal leverantörer av provutrustning på marknaden idag, men ingen av dem tillhandahåller teknik som klarar de hastigheter och den precision som krävs för olyckssituationerna i A-TEAM phase 1. Utrustningarna är i flera fall tekniskt omogna och inte integrerade mot andra delsystem, något som bekräftats i AstaZeros och projektgruppens inledande omvärldsanalys. På grund av bristen på integration nås endast låg effektivitet i provningen med hänsyn till investerad tid och resurs vilket redan idag börjar kväva utvecklingstakten. Dessutom kartlades de nödvändiga vidare stegen inom metod- och testsystem i en förstudie riktad mot kommande insatser.

Branschen befinner sig där passiv säkerhetsforskning var kring början av 70-talet, och det är tydligt att den som först forskar fram provmetoder och testsystem som behövs för att utveckla och validera nästa generations aktiva säkerhetssystem får en stor konkurrensfördel. Ett tydligt exempel är EuroNCAP där man strävar efter att införa rating mot korsningsfall och VRU/cyklister i tidsspannet 2018-2020.

3 Syfte

A-TEAM fas 1 syftar till att ta de första stegen inom tre olika scenarietyper med den forskning som kopplas till detta: metoderna själva, testsystemet och fältdataforskningen.

Metodforskningen sker i syfte att tillåta det svenska fordonsklustret att utveckla funktioner långt framför de som är ledande idag vilket i sin tur tillåter fordonsklustret att bibehålla och stärka sin redan starka position i världen.

4 Genomförande

Projektet delades i sju arbetspaket, AP1-AP7. Detta avsnitt ger en översikt över genomförandet av respektive arbetspaket.

4.1 AP1, projektledning

AP1 var projektledningspaketet. I detta följdes veckovis de olika delprojekten upp med avseende på resultat, rapportering, samordning och ekonomi. Rapportering, planering av demonstrationer och prioritering av projektet genomfördes även under AP1's ledning.

4.2 AP2, förstudie

AP2 följde riktlinjerna från Singer et al. avseende rapportering av fältdatasamlingar som publicerats i Shull et al. [2]

Kontext och deltagare

Workshopen planerades att genomföras på plats på AstaZero Proving Ground [1]. 17 deltagare bjöds in till workshopen. Inbjudningslistan inkluderade ledarna för arbetspaket som på så sätt representerade hela projektets innehåll. Därutöver uppmuntrades deltagarna att vidarebefordra inbjudan till potentiella deltagare med en matchande kompetens. Tolv personer deltog i workshopen varav två var från akademien och tio från industrin.

Moderatorns roll

Workshopen modererades av AP2s ledare. Moderatorns roll var (a) att guida brainstormingprocessen och (b) att bidra med input från det akademiska perspektivet till brainstorming och diskussion.

Brainstormingprocess

Brainstormings- och kreativitetsfasen initierades med skapandet av en referensram med hjälp av följande frågor:

- Vad saknas med avseende på koncept, metoder, verktyg och utrustningar?
- Var finns de mest brådskande och viktiga utmaningarna för att bättre kunna genomföra provning för aktiva säkerhetsfunktioner och system?

Moderatorn distribuerade klisterlappar till deltagarna där de kunde skriva ned svar och synpunkter i ämnesområdet utan att interagera med varandra. Efter cirka 45 minuter samlade moderatorn in lapparna, för att sedan först läsa upp dem för att försäkra sig om gemensam förståelse tvärs deltagarna om vad som skrivits på lappen och dessutom inleda en diskussion om (a) ämnets relevans för de övriga deltagarna och (b) om hur likt innehållet på lappen var de andra deltagarnas lappar.

Deltagarna tilläts inte märka lapparna med sina namn eller organisationer; motivet var att (a) alla lappar och dess input var lika viktiga i den efterföljande diskussionen oavsett var

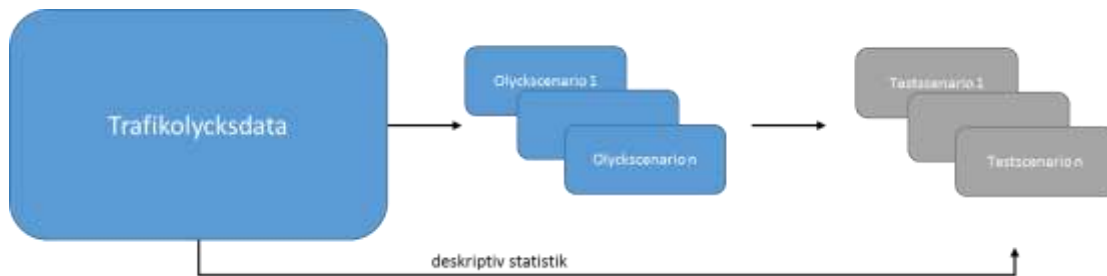
inputen kom ifrån och (b) undvika att skapa spårbarhet efteråt för att därigenom bättre reflektera det gemensamma resultatet från workshopen.

Datainsamling

Under den gemensamma diskussionsfasen framkom flera disjunkta ämnen inom vilka klusterlapparna kunde grupperas. Ämnena justerades och skärptes vid ett par tillfällen för att (a) bättre sammanfatta lapparnas innehåll och (b) bättre motsvara den gemensamma bilden av de framväxande ämnesgrupperna. Genom användandet av en stor duk visualiserades grupperna mellan deltagarna. Den gemensamma diskussionen tog cirka 2,5h i anspråk. Samtliga insamlade lappar fotograferades och transkriberades till mötesanteckningarna och anteckningarna delades med samtliga deltagare.

4.3 AP3, olycksscenarios

Målsättningen för AP3 var att, baserat på trafikolycksdata, identifiera relevanta olycksscenarios samt att specificera dessa för utvecklingen av Testscenarios, se figur 1.



Figur 1. Illustration av delmoment i AP3.

Olycksscenarios för konfliktsituationerna

- Vänstersväng (fordonet är det svängande)
- Upphinnande

samt för

- Olyckor mellan fordon och cyklist

identifierades. Respektive olycksscenario utgjorde grunden för ett testscenario. Därefter sammanställdes ytterligare underlag baserat på analys av trafikolycksdata som bidrog till specifikationen av varje testscenarios (som fastställdes i AP4 och AP5).

4.4 AP4, metodutveckling för oskyddade trafikanter

Utveckling av provplattform för prov utan föraren i loopen inkluderar testscenarion, provmetod, provobjekt med framföringssystem, körrobotar, mätutrustning, etc. Inom AP 3 identifierades ett antal olycksscenarios för kollisioner mellan fordon och cyklist, som underlag till utvecklingen av testscenarion och provmetoder i AP4. A-team

projektet har anpassat denna första generation av cyklistprovmetoder till den parallella utveckling som pågår i Europa; cyklistprovmetodprojektet CATS [6] som TNO leder. Det österrikiska företaget 4A har utvecklat fotgångarprovobjektet, som kommer att användas i EUNCAP's provning från 2016. 4A utvecklar även ett cyklistprovobjekt inom CATS projektet. A-Team projektet har valt att köpa in en prototyp av ett cyklistprovobjekt från 4A och därigenom frisätta resurs för provmetodutvecklingen. Inom A-Team fas 1 baseras framföringssystemet av cyklistprovobjektet på samma utrustning som används för fotgångarprovning.

4.5 AP5, metodutveckling för LTAP/OD

Provplattform för prov utan föraren i loop

Provplattform har utvecklats för systemprov utan föraren i loop vid vänstersväng i LTAP/OD situationen baserat på olycksscenariot från AP3. Provplattformen har dels integrerats i de för parterna interna processer som används vid testscenarioframtagning för CAE verktyg och vid direkt programmering av körrobotar.

Provmatriser med vänstersvängande provbil, Subject Vehicle (SV), sammanfattar prov med varierande hastigheter på SV och provobjektet Principal Other Vehicle (POV) i korsningar med olika geometrier.

Prov med föraren i loop

Provplattform för prov med föraren i loop i LTAP/OD scenariot har vidareutvecklats baserat på resultat från FFI-projektet DCBIN avseende förarreaktion samt kinematisk påverkan på föraren vid autonoma bromsinslag vid vänstersväng i ett LTAP/OD scenario. Provplattformen har även inkluderat hantering av försökspersoner, där ASTA har tagit ansvar för planering och rekrytering av försökspersoner baserat på krav från VCC, som ansvarade för genomförandet av proven. Detta moment genomfördes på ett föredömligt sätt och kommer att ligga som bas för kommande provning med föraren i loop.

4.6 AP6, metodutveckling för tunga fordon

Kartläggning av metodbehov för tunga fordon

För att säkra att alla behov togs i beaktande och att så många synergier som möjligt identifierades mellan olika testscenarier och för testutrustningar kartlades både planerad och förutsedda metodutvecklingsbehov baserat på data från olycksstatistik, externa kravställare och företagets strategier.

Experimentkonstruktion - tunga fordon

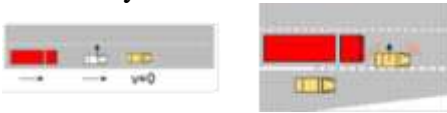
Baserat på studien ovan valdes ett scenario för A-TEAM fas 1- ”förstärkt upphinnandescenario”. Med förstärkt avses en utökad ambition jämfört med kravnivån för befintliga avancerade autobromssystem och som även skall möta kommande tillkommande krav från externa kravställare.

Upphinnandescenarierna delades i tre kategorier (skisserna skall ses som exempel och inte som en komplett behovsbeskrivning i kategorin):

– Rakt



– Körfältsbyte / cut-in



– Kurva/ korsning



Figur 2. Kategorier för upphinnandescenarier

Oavsett scenario var metoden densamma;

- (i) Virtuellt simuleringsmiljö: Användes för att generera scenarier med detaljer från den verkliga miljön där fordon representeras med dynamik och funktioner på samma sätt som i verkligheten. I detta projekt användes PreScan som simuleringsmiljö.
- (ii) Komponentnivå: Körrobotar med samma körprofiler som den simulerade miljön genomför samma scenarier i simulerade körfält
- (iii) Testkörningar: Baserat på inputen från den virtuella verifieringen och valideringen genomförs produktiva testkörningar med verkliga fordon och definierade miljöer.

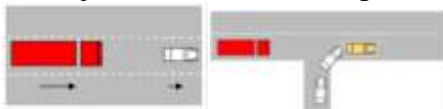
Experimentimplementation – tunga fordon

Eftersom utrustnings- och verktygsutveckling var en del av projektet och genomfördes parallellt med metodutvecklingen begränsades experimentimplementationen till att använda existerande utrustningar. Därmed måste provningen genomföras med körrobotar från Anthony Best Dynamics och Autoliv samt mål från Autoliv.

Fokus låg på både möjligheten att reproducera önskade scenarier på provbana och säkerhet och effektivitet i provgenomförandet. Denna strävan kommer fortsätta i det följande A-TEAM fas 2-projektet.

Scenarier

De följande två scenarierna provades på AstaZeros flerfilsväg:



Figur 3. Scenarier provide på AstaZero

(På grund av begränsningar i antal mål och begränsningar på grund av målens rälsburna karaktär var det omöjligt att prova fler scenarier)

Effektivitet och säkerhet

För att förbättra effektiviteten mätt som tid per provgenomförande samt minska behovet av accelerationssträckor optimerades accelerationsprofilen. Detta genomfördes genom provgenomföranden med och utan last och med och utan släp. För att öka säkerheten i provningen med robot studerades effekten av de provade funktionerna på körrobotarna.

4.7 AP7, testutrustningsdemonstrator

Prestandakraven för demonstratorn hämtades från arbetspaket 4, 5 och 6. Denna input användes för att definiera tydliga krav på en konceptlösning. Några exempel på utrustningsprestanda var maxhastighet minst 80 km/h, höjd 90 mm och vattentålighet som definierades som de viktigaste egenskaperna. Flera olika konceptlösningar utvärderades med hjälp av olika jämförelsetabeller. När den slutliga konceptlösningen valts genomfördes simuleringar och praktiska prov för att skapa mer underlag till plattformens konstruktion. Baserat på behoven från AP4, 5 och 6 valdes en motoriserad och fritt rörlig robotplattform som målbärare.

Simuleringar användes för att finna nödvändig effekt för plattformens framdrift.

Simuleringarna tog hänsyn till faktorer som rullmotstånd aerodynamiska krafter på grund av målens form och resultaten användes som dimensioneringsunderlag till plattformens drivlina. Simuleringarna validerades med försök på testfordon. För att studera risk för skador på människor vid kollisioner mellan provfordon och plattform genomfördes krockprovning där en plattform kolliderade med ett provfordons hjul/däck ifrån sidan. Höjdkravet på 90 mm definierades genom överkörningsprov med lastbilar och bilar. Baserat på resultaten från provningen, simuleringarna och metodarbetspaketen valdes till slut konstruktionskonceptet för plattformen.

5 Resultat

5.1 Resultat per arbetspaket

5.1.1 AP2

I det följande stycket listas de ämnen som blev resultatet från on-site-workshopen under användande av metodologin enligt tidigare kapitel. Mer detaljer och rådata finns tillgängligt i den fullständiga slutrapporten från AP2.



Figur 4. Resultande ämneskarta från on-site-workshopen.

Identifierade ämnen:

- Ämne 1: Målattrapper och utrustningar
- Ämne 2: Dataanalys och dataåteranvändning
- Ämne 3: Säkerhet
- Ämne 4: Integrera scenarier mellan simulering och provbana
- Ämne 5: Förarmodeller
- Ämne 6: Testsystemets infrastruktur
- Ämne 7: Testscenarier
- Ämne 8: Autonom körning/iGAME
- Ämne 9: Virtuellt provmiljö
- Ämne 10: V2X
- Ämne 11: Randvillkor för testning

5.1.2 AP3

I AP3 identifierades olycksscenarios för valda konfliktsituationer baserat på analys av trafikolycksdata. Dessutom sammanställdes beskrivande statistik för dessa som senare användes i specifikationen av testscenarier i AP4, AP5 och AP6.

LTAP/OD, host vehicle turning left

För 'LTAP/OD, host vehicle turning left' genomfördes en litteraturstudie, en översyn av dödsolyckor i Strada för olycksåren 2011-2013 samt en statistisk analys av data från

olycksåren 2007-2013, totalt 86 olyckor med moderna bilar i Volvo Cars Traffic Accident Database (VCTAD).

24 publicerade rapporter som studerade LTAP/OD olyckor eller LTAP/OD situationer i kördata i verklig trafik sammanställdes per geografisk region (Nordamerika, Asien, Sverige samt övriga EU) och urvalskriterier (polisrapporterade olyckor, dödsolyckor osv). Resultat från rapporterna sorterades in under rubrikerna: hastighetsrelaterade mått, skyltad hastighetsbegränsning, trafikreglering, status vägbana, nederbörd, körfiler & väggeometri, ljusförhållanden, skymd sikt, motpart/övriga, trafikelement, kollision och förarrelaterade precrash-parametrar. Exempel på relevant information för projektet var spridning i korsningsgeometrier, motpartstyper vid allvarliga olyckor samt detaljer som "travel" och "turn speed" uppmätt i kördata.

I en klusteranalys baserat på data ur VCTAD urskildes tre olyckscenarios som i figur 3 beskrivs med de fyra variablerna

1. huvudsaklig deformationssida på svängande bil (kollisionstyp LTAP-bilen)
2. initial lateral offset (Y)
3. bredd på korsande väg (B)
4. kombination av uppskattade hastigheter för respektive fordon (hastigheter)

| kollisionstyp LTAP-bilen | sida | front | sida |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Y (se fig) | 7 m | 4 m | 18 m |
| B (se fig) | 14 m | 8 m | 25 m |
| hastigheter (LTAP-bilen vs OD-bilen) | 10-20 km/h vs 21-40 km/h | 10-20 km/h vs 41-60 km/h | 41-60 km/h vs 41-60 km/h |

Figur 5. Kluster för LTAP/OD -olyckscenarios.

Baserat på dessa olyckscenarios utvecklades sedan testscenarios i AP5.

Fordon-cyklist

För cyklister som kolliderat med ett motorfordon sammanställdes dels olycksdata-analyser med personbilar som genomförts i samband med andra provmetodutvecklingsprojekt [6,7], men även resultat från studier på cyklistolyckor med tunga fordon. Dessutom genomfördes en statistisk analys med data från olycksåren 2005-2013, totalt 311 olyckor, med moderna bilar i Volvo Cars Cyclist Accident Database (V_CAD) som presenteras närmare i [8].

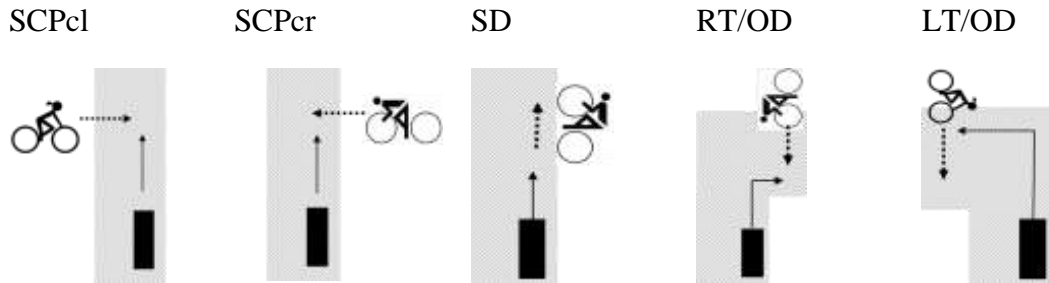
Prioriterade konfliktsituationer för projektet CATS [6] baserat på analys i olika europeiska trafikolycksdatabaser var

- Straight Crossing Path, cyclist from right (SCPcr)
- Straight Crossing Path, cyclist from left (SCPcl)
- Straight, cyclist Same Direction (SD)

För detta projekt prioriterades dessutom situationerna

- Left Turn, cyclist from Opposite Direction (LT/OD)
- Right Turn, cyclist from Opposite Direction (RT/OD)

Konfliktsituationerna illustreras schematiskt i figur 4. Sammantaget utgjorde dessa situationer 56% av alla bil-cyklistkollisioner oavsett personskada på cyklisten (MAIS0+) i V_CAD och drygt 54% av alla olyckor med allvarlig personskada (MAIS2+).



Figur 6. Prioriterade konfliktsituationer för bil-cyklist-olyckor.

Samtantaget ger detta tre olyckscenarios för utveckling av Testscenarios i AP4;

1. Straight Crossing Path
2. Same Direction
3. Host vehicle turning, cyclist from Opposite Direction

Deskriptiv statistik presenterades sedan för respektive olyckscenario. Viktiga parametrar att ta hänsyn till i provmetodsutvecklingen var t.ex. bilens och cyklistens hastigheter, sikthinder, initial offset (för Host vehicle turning, cyclist from Opposite Direction), kollisionstyp och cyklistens storlek.

Rear-end Frontal

För Rear-end Frontal-olyckor sammanställdes fyra studier som presenterade olycksdata-analyser där minst ett tungt fordon varit inblandad i en trafikolycka. En stor del av olyckorna representeras av 2 olyckscenarios, se figur 5:

- 1) Same Direction: fordonen färdas i samma körriktning och det tunga fordonet kör in i framförvarande fordon som står stilla eller kör långsammare än det tunga fordonet.
- 2) Vehicle going straight – opponent from left or right: det tunga fordonet kör rakt fram och motparten svänger ut framför det tunga fordonet

Same Direction

Vehicle going straight –

opponent from left or right



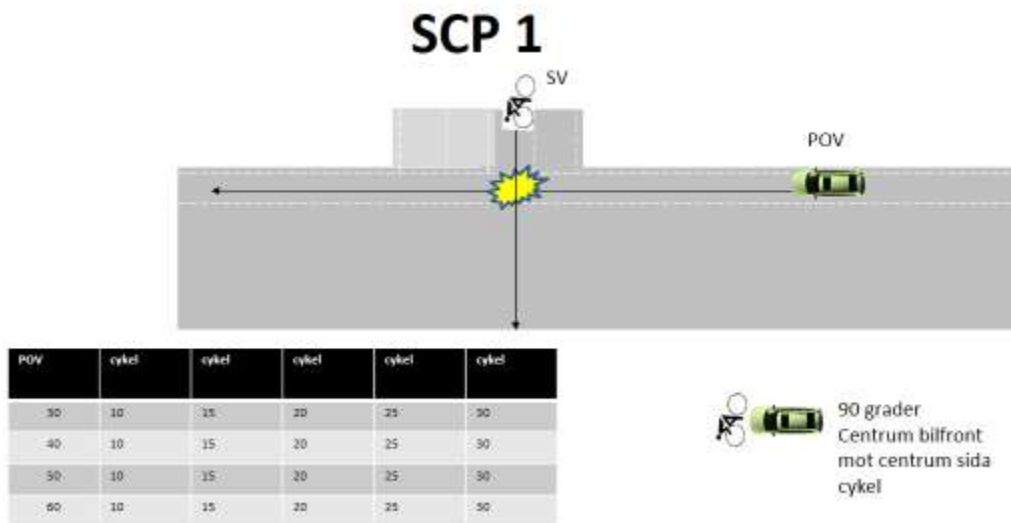
Figur 7. Olyckscenarios för Rear-end-situationer med tungt fordon.

I en majoritet av olyckorna var kollisionsojektet en personbil eller en annan tung lastbil och i scenariot Same Direction var en betydande andel av kollisionsojektet stillastående. Vidare analys gjordes i AP6 där testscenarios utvecklades och fastställdes.

5.1.3 AP4

Experimentdesign

Under fas 1 har experimentdesign för utvalda testscenarion genomförts och provutrustningen och framföringssystemet har anpassats till dessa scenarion. I figuren nedan visas exempel på ett av de specificerade testscenariorna med hastighetsmatris för SV och POV.



Figur 8. Exempel på cyklisttestscenario

Experimentgenomförande

Pilotprovning har genomförts i lägre hastigheter. På grund av att framdrivningssystemet behövde anpassas av leverantören ABD för högre cyklisthastigheter, så kunde inte experimentgenomförandet slutföras under A-Team fas 1. Det planeras istället att genomföras inom A-Team fas 2 under 2015 Q2. Kraven på noggrannhet, som motsvarar

de krav som gäller för fotgångarprovning bedöms att uppfyllas för de laterala provfallen, vilket innebär en träffpunkt av ca ± 5 cm utan autonom inbromsning av provbilen.

5.1.4 AP5

Experimentdesign

Experimentdesign och metodutvecklingen har skett i tre provloopar och anpassats till de begränsningar som funnits m.h.t. till tillgängliga provobjekt och provutrustningar.

Testscenarion med hastighetsmatriser baseras på resultat från AP3.

Experimentgenomförande

I loop 1 utfördes prov vid vänstersväng av SV i LTAP/OD med Autolivs körrobot i SV i kombination med Autolivs ballongbil som POV. I loop 2 utfördes prov vid vänstersväng av SV i LTAP/OD med en Antony Best Dynamic (ABD) körrobot i kombination med Autolivs plattform utan överbyggnad som POV. På grund av problematiken och riskerna med nuvarande status på plattform vid LTAP/OD, där plattformen kan köra in i SV i olika vinklar med olika hastighet och olika bromsscenario, så genomfördes endast försök i låga hastigheter, upp till 20 km/h på SV och POV, som inte resulterade i kollisioner. Plattformarna kommer att vidareutvecklas för att hantera dessa kollisionsscenario för hela hastighetsmatrisen. Utveckling av plattform inom A-Team har skett parallellt i AP7. Det pågår även utveckling av plattformar i Europa och USA. ASTA A-Team följer denna utveckling. I loop 3 utfördes prov vid vänstersväng av SV i LTAP/OD med ABD körrobot i SV i kombination med Autolivs ballongbil som POV. Proven anpassades till de maxbegränsningar som finns m.a.p. delthastighet mellan SV och Autolivs ballongbil.

I A-Team fas 2, behöver man finna nya lösningar på provmetod, provobjekt och framdrivningssystem, för att kunna prova av hela hastighetsprovmatriserna som tagits fram för respektive testscenario.

Kvaliteten och noggrannheten på provresultaten har varit hög, trots att provningen i LTAP/OD genomfördes med ”open loop” mellan ABD körroboten i SV och Autolivs ballongbil. Vid metodutveckling och verifiering av provmetoden i LTAP/OD scenariot i AP 5 har det ställts stora krav på samarbete mellan parterna samt på planering och koordinering. Utvecklingsarbetet har identifierat att det krävs många kompetenser, både sådana som är identifierade vid provningsgenomförandet, men även för support av provbil, funktion och sensorer, hantering av provobjekt, mätutrustning samt CAE-kompetens.

EUNCAP har beslutat att flytta fram rating av korsningsscenario till 2020, vilket visar på utmaningarna som finns inom detta provmetodsområde. Det kommer dock att krävas fullt fokus på metodutveckling inom korsningsscenario, för att möta denna tidpunkt med robusta metoder inkluderande utrustning och provobjekt.

Valideringen av provmetoden med föraren i loopen föll ut väl, och provningen genomfördes på ett effektivt sätt i samarbete mellan ASTA som ansvarade för

försökspersoner, provbana/provatrappor/infrastruktur och VCC som ansvarade för genomförandet av proven.

5.1.5 AP6

En högnivåsummering av behoven för tunga fordonsmetoder och verktyg visas nedan: (av sekretesskäl är inte tabellen särskilt detaljerad och refererar till trafiksituationer snarare än funktion)

| Traffic situation | | | | | | | | | | Automated driving Numerous traffic situations | |
|----------------------|----------------------|---|---|---|--------------------|------------------|-----------------------|--|--------------------|--|--|
| Priority (1-3) | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | |
| Speed range | Truck 0-80 | 0-80 | 0-80 | 0-80 | 0-80 | 0-80 | 0-20 | 10-40 | 0-80 | 0-80 | |
| Target | - | - | 0-80 | 0-80 | 0-80 | same as truck | 0-10 | 0-20 | 0-30 | All speeds | |
| Target | Trucks/buses | | x | x | | | | | | x | |
| | Passenger cars | | x | x | x | x | | | | x | |
| | VRU | | (x) | | | | x | x | x | x | |
| Moving path | Truck | Straight | Curve | Straight, curve | Straight, curve | Straight, turn | Straight, lane change | Straight, turn | Straight, turning | Straight, curve | Straight, turning, curve, lane change etc. |
| Target | - | - | Straight, curve, lane change, turn | Straight, curve, lane change, turn | Straight, turn | Straight | Straight | Straight, turning | Straight | | |
| Multiple targets | No | No | Not in first stage | Yes - at least 2 | Not in first stage | Yes - at least 2 | Not in first stage | Not in first stage | Not in first stage | Yes - multiple vehicles/targets needed | |
| Road characteristics | Lane markings | Normal and slippery | Lane markings | Lane markings | | Lane markings | | Urban intersection, zebra crossing, bicycle path | | Multiple - all of the above and more | |
| Test method gaps | Test vehicle control | A flexible and efficient method to identify critical scenario parameters (speed, offset, distance etc). Existing robots fulfill accuracy and ability needs. | | | | | | | | | |
| | Target control | | Possibility to freely design target path. Crashworthiness of target (for heavy vehicle scenarios) | | | | | | | | |
| | Target features | | V2V | Target sensor fidelity (radar and camera primarily) - from front, rear and side | | | | | | | |
| | Other | Synchronization and control of test scenarios with multiple objects. | | | | | | | | | |

Figur 9. Högnivåsummering av metodbehovet för tunga fordonen med avseende på metod och verktyg

I tabellen är det tydligt att det finns många likheter mellan olika trafiksituationer. Med avseende på testfordonskontroll och målatrappbehov finns det goda möjligheter att lösa många scenarier med endast få variationer i målreglering och mål.

Experimentdesignen resulterade i en mängd krav för utrustningar och verktyg:

- Lastbilens hastighet: 0-80km/h
- Lastbilen kontroll av robot (med hjälp av ”drive files”)
- Roboten bör accelerera mjukt även vid högre acceleration
- Målets kontroll med ”drive files”
- Möjliga målkörvägar måste inkludera följande körvägstyper: rak, körfältsbyte, körning i kurva och sväng runt kraftig kurva.
- Målacceleration upp till -7m/s^2
- Målhastighet 0-80km/h
- Mål, lastbil och dataloggning måste vara synkroniserade
- Målet måste tåla kollision och överkörning av lastbil
- Minst två samtidiga mål måste vara möjliga att samordna
- Loggning av data
 - Position på banan och relativt varann
 - Testobjekt och mål/atrapper
 - Rörelseriktning och hastighet relativt testfordonet
 - Samplingsfrekvens: kravet varierar med hastigheten
- Säkerhet
 - Testmiljön måste vara så utformad att den tillåter för ett testfordon att lämna vägen eller hindra testfordonet att lämna vägen- utan att det skapar risk för föraren. Det måste finnas nödstopp för testfordon och attrapper
 - Det måste gå att sätta gränser för vilka vägar en körrobot kan ta.

Huvudresultat från den fysiska provningen av provmetoden:

- Hög noggrannhet och repeterbarhet för samtliga provade testhastigheter (kontrollerat genom en ”sluten loop- analys”: PreScan- provbana- PreScan)
- Kortad accelerationstid för lastbilen
- Säkerhet vid funktionsintervention under robotkontroll säkrades.

Sammantaget har en solid grund skapats för A-TEAM fas 2 där metoden förlängs till att innefatta fler scenarier och, viktigast, innehålla fler fordon i en synkroniserad setup.

5.1.6 AP7

Jämförelsen mellan testfordon och beräkningsmodellen visade en skillnad i resultat på 7 %, en skillnad som kan bero på vägningen av testfordonet och anses vara försumbar. Överkörningsprovningen visade en mycket låg skaderisk för en frisk åkande när en plattform med höjd 90 mm körs över vid hastigheter upp till 130 km/h, förutsatt att plattformen har sidoramper med 8,5 graders lutning. Krockprovningen visade att passagerare i ett testfordon som körs på av plattformen utsätts för accelerationer som leder till lateral förflyttning under en kort tid. Därmed finns en risk att passagerare träffar fordonets interiör. Det är i nuläget oklart om passagerare kan tillåtas befinna sig i målfordonet vid påkörandehastigheter på 50 km/h och högre hastigheter.

Baserat på provningen och beräkningarna identifierades några nyckelkrav för att plattformen skulle kunna möta metoderna från AP4, 5 och 6:

- Rekommenderad driveffekt: minst 25 kW
- Rekommenderad största plattformshöjd: max 90 mm
- Rekommenderad topphastighet: minst 80 km/h
- Rekommenderad sidorampslutning: 8,5 grader
- Rekommenderad vertikal krafttålighet på plattformschassit: minst 60 kN.

I AP7 beslutades att en stand-alone-plattform var nödvändigt för att möta metodkraven från AP4, 5 och 6. Det finns ingen plattform på marknaden som klarar att köra mer än 80 km/h och möter höjdkravet på 90 mm. Det sågs därför som nödvändigt att utveckla en ny plattform eftersom behovet var så starkt även om tiden i A-TEAM fas 1 inte medgav komplett utveckling inom ramen för A-TEAM fas 1- en utveckling som mötte tidskravet skulle inte möta metodkraven. Outputen och resultaten från AP7 kommer fortsätta byggas vidare på i A-TEAM fas 2.

5.2 Bidrag till FFI-mål

Kombinationen av provbana och de nya verktyg och metoder som detta projekt syftade till att ta fram bidrar till flera av de övergripande FFI-målen. Svensk industri har med provmetoderna en helt unik plattform för forskning och innovation och därmed nya verktyg i dess arbete för att ta bort olyckor med allvarligt skadade och dödade i trafiken. Man har fått en unik och helt nödvändig utgångspunkt för utveckling av autonoma fordon för att kunna lösa utmanande fall som dessa fordon måste klara av för att kunna bli verklighet.

Metoderna och testsystemet adresserade fyra av sex forskningsområden i den strategiska färdplanen för området fordons- och trafiksäkerhet:

- Fordons- och trafiksäkerhetsanalys inklusive annan möjliggörande teknik och kundskap
- Grundläggande säkerhetsegenskaper hos fordon
- Förarstöd och relaterade gränssnitt mellan förare och fordon
- Intelligenta krockundvikande system och fordon

Genom kartläggningen av nödvändiga framtida metod- och testutrustningssteg skapades även i praktiken en plan för hur färdplanen kan lösas i många kommande steg.

Svensk fordonsindustri ligger i absolut framkant inom aktiv säkerhet och med de nya metodmöjligheterna och den ökade provningseffektiviteten kommer man att kunna bibehålla och utöka sin ledande ställning i området. Korsningsolyckor nämns redan som en potentiell domän där aktiv säkerhet kan bidra i [NHTSA07]. Här innehålls samverkande system baserade på fordon-fordon och fordon-infrastruktur. Som Lefèvre [Lef12] har visat ökar antalet inblandade i kombination med deras skilda typer dynamiken och komplexiteten i trafikmodellen. Genom lämpliga varnings- eller andra aktiva säkerhetssystem som till exempel informerar parter i korsningstrafik i tid kan

riskerna vid denna trafiktyp sänkas. Eu-NCAP visar vidare genom sina kommande metoder för korskningsscenarioer ytterligare den fokus som läggs på denna trafikmiljö.

Den ökade metod- och verktygskompetensen kommer tillåta svensk industri att ta en större roll i EU:s ramprogram och program relaterade till Horizon 2020.

Inom ramen för SAFER finns redan ett kraftfullt kluster som nu får ytterligare näring till att främja samverkan mellan industri och universitet, högskolor och institut.

Svensk fordonsindustri har fått nya möjligheter att utveckla nya fordonsbaserade aktiva system som stödjer föraren till att ta rätt beslut och få rätt support. Exempel på detta är detektion och tolkning av situationen med olika belastningar på föraren och möjlighet att ytterligare förstärka prestanda vid förarinitierad åtgärd som till exempel bromsa eller styra.

Man kommer bygga upp liknande scenarion i körsimulatorer och det kommer då finnas ett behov av att validera simulatorkörningar med provning på provbanan. Kunskapen används till att utveckla aktiva system men även för att bygga förarmodeller till CAE-verktyg med dess potential i förkortade ledtider i utvecklingscykeln.

Projektet har att utvärderats genom demonstration av de provmetoder som skapats.

6 Spridning och publicering

Inom ramen för A-TEAM fas 1 genomfördes ingen omfattande publicering med hänsyn till projektets korta löptid- endast cirka ett år. Kunskapsspridning genomfördes genom demonstration på AstaZero Researchers Day, där en utvald scenariotyp demonstrerades för ett 80-tal tillresta forskare och industriföreträdare. I A-TEAM fas 2 planeras publicering med hjälp av den PostDoc som tillsätts inom projektet. A-TEAM fas 1 är kopplat till flera andra projekt och produktintroduktioner som kommer sprida resultaten snabbt. Vidare kommer kunskapen spridas genom projektparternas delagande i europeiska forskningsprojekt som ASPECSS och CATS, arbete med utveckling av ratingmetoder och arbete med standardisering av måltyper i ISO-grupper.

7 Slutsatser och fortsatt forskning

A-TEAM fas 1 har levererat validerade provmetoder, scenarier och demonstrerat dessa i testsystem som var tillräckliga för den prestandanivå som krävdes för metodvalidering. För att nå högre hastigheter och mer komplexa scenarier krävs bland annat den plattform vars prestandakrav definierades och utveckling påbörjades inom A-TEAM fas 1.

Forskning på fler scenarier, metoder, utrustning och testinfrastruktur kommer fortsätta i A-TEAM fas 2. Därutöver planeras ett stort antal andra ansökningar som kommer ur AP2:s förstudie. iTRANSIT och MIRAGE är två exempel på ansökningar som redan lagts mot FFI-programmet.

8 Deltagande parter och kontaktpersoner

Parter i projektet

Volvo Cars, AB Volvo, SP, Autoliv/FKG, Chalmers och AstaZero
Projektet är koordinerat med SAFER



VOLVO



ASTAZERO
ACTIVE SAFETY TEST AREA



SAFER
VEHICLE AND TRAFFIC SAFETY CENTRE OF CHALMERS

Kontaktpersoner:

VCC: Anders Axelson, anders.axelson.ii@volvocars.com

AB Volvo: Anna Wrige Berling, anna.wrige@volvo.com

Autoliv: Christian Svensson, christian.svensson@autoliv.com

SP: Henrik Eriksson, henrik.eriksson@sp.se

Chalmers: Christian Berger, christian.berger@chalmers.se

AstaZero: Peter Janevik, peter.janevik@astazero.com

9 References

- [1] AstaZero: www.astazero.com (last accessed: 2015-01-23)
- [2] F. Shull, J. Singer, and D. I. K. Sjøberg, Eds., *Guide to Advanced Empirical Software Engineering*. London: Springer London, 2008.
- [3] P. Runeson and M. Höst, “Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering,” *Empir. Softw. Eng.*, vol. 14, no. 2, pp. 131–164, Dec. 2008.
- [4] U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration: “The New Car Assessment Program Suggested Approaches for Future Program Enhancements”, <http://www.safercar.gov/staticfiles/DOT/safercar/pdf/810698.pdf>.
- [5] S. Lefèvre: “Risk Estimation at Road Intersections for Connected Vehicle Applications”, PhD Thesis, Université de Grenoble, October 2012
- [6] O.M.G.C. Op den Camp, A Ranjbar, J Uittenbogaard, E Rosen, S.H.H.M. Buijssen, Overview of main accident scenarios in car-to-cyclist accidents for use in AEB-system test protocol. Proceedings of International Cycling Safety Conference, 2014, Göteborg, Sweden
- [7] R Fredriksson, K Fredriksson, J Strandroth, Pre-crash motion and conditions of bicyclist-to-car crashes in Sweden. Proceedings of International Cycling Safety Conference, 2014, Göteborg, Sweden
- [8] M Lindman, S Jonsson, L Jakobsson, T Karlsson, D Gustafson, A Fredriksson, Cyclists interacting with passenger cars; a study of real world crashes. Manuscript submitted for publication