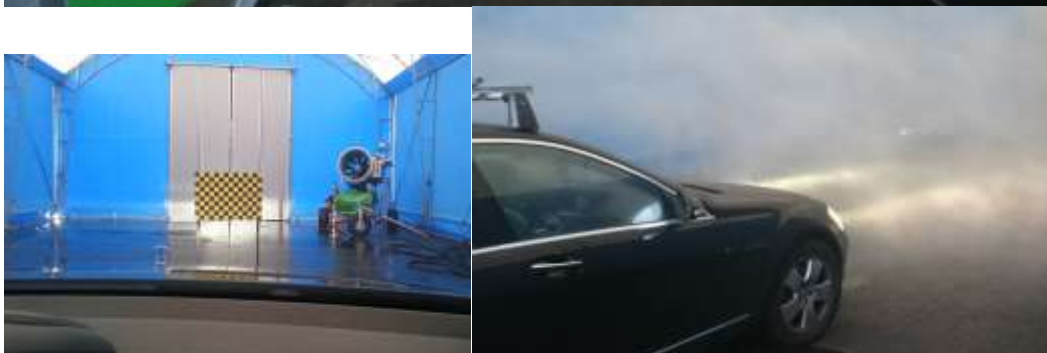


SPRAY 2

En studie avseende utveckla provmetoder samt testutrustning för fordons-sensorteknik, som befinner sig under påverkan av regn och dimma för aktiva säkerhets och automatiserade fordons funktioner.



Författare: Mikael Blomqvist, Per Gustafsson & Mikael Bäckström

Datum: 170227

Delprogram: Fordons- och trafiksäkerhet

Innehåll

1	Sammanfattning.....	3
2	Bakgrund	5
3	Syfte.....	6
4	Genomförande.....	6
4.1	Inledande arbete	Error! Bookmark not defined.
4.2	Provning.....	7
5	Resultat	10
5.1	Inledande arbete	10
5.2	Provning.....	12
5.3	Bidrag till FFI-mål	18
6	Spridning och publicering.....	18
6.1	Kunskaps- och resultatspridning.....	18
6.2	Publikationer.....	18
7	Slutsatser och fortsatt forskning.....	19
7.1	Slutsatser	19
7.2	Fortsatt forskning.....	20
8	Deltagande parter och kontaktpersoner	20
8.1	Projektledning.....	20

1 Sammanfattning

SPRAY 2 ämnar vara fas 2 i en serie av tre forskningsprojekt (SPRAY-serien) där syftet är att stärka tillförlitligheten hos kommande avancerade förarassistanssystem (s.k. ADAS) under körning i dåligt väder.

För att uppnå nollvisionen behövs aktiva säkerhetssystem, men befintliga sensor- och Kamerasystem i dessa system påverkas kraftigt negativt av sämre väderleksförhållanden såsom regn och dimma. Genom förstudien SPRAY 1 (Fas1) har AstaZero och Autoliv utforskat grundläggande förutsättningar för nya provmetoder med syfte att utveckla och validera nästa generations ADAS system så att deras detektionsalgoritmer ska klara hantera sämre väder. Att kunna erbjuda unika provningsmöjligheter för aktiv säkerhet är en styrka hos provningsanläggningen AstaZero i konkurrensen med de fåtal liknande anläggningar som finns i världen. I linje med detta kommer förutsättningar för provning av ”Vision Enhancement in Inclement Weather” bli ett ytterligare unikt tillskott för svensk Fordonsindustri oavsett årstid och nyckfulla väderförhållanden utomhus.

Under SPRAY 2 gjordes försök att utveckla en demonstrationsanläggning delvis baserad på input från SPRAY 1. Målet var att karakterisera och standardisera naturligt regn och naturlig dimma i tre olika nivåer. Detta standardiserade väder skulle sedan återskapas i en sluten miljö på AstaZero. Projektet blev något tidsförskjutet och fick ändra leveransansvarig pga. uteslutande av projektpart. Provning utfördes tidigt i projektet med kortvågig IR-kamera för att söka utveckla en metod för att kvantifiera bildkvalitet vid olika former av siktförsämring (naturlig dimma samt olika ljusförhållanden). Mätresultaten analyserades genom att mäta ljusnivån i varje enskild pixel hos kameran, en generell slutsats var att en bild med mycket dimma resulterade i låg kontrast mellan de mörkaste och ljusaste pixlarna.

Tester utfördes även i en relativt kontrollerad miljö hos Mitt Universitetet, syftet där var framförallt att karakterisera vädret med hjälp av nederbörds- och fukt sensorer. Problematiken med kameramätningarna i den testmiljön var att det vatten som användes för att skapa dimma och regn var tvunget att evakueras för att undvika långsiktiga vattensador på byggnaden. Evakueringen skedde genom att hålla portar öppna vilket också ledde till att solljus påverkade mätningarna vilket gav låg nivå av repeterbarhet. Mätningarna med de andra sensorerna fungerade bättre men sensorerna hade vissa begränsningar vilket gjorde att karakteriseringen av framförallt dimman blev otillförlitlig. Den slutna miljön byggdes i form av en 15 meter lång tälthall på AstaZero. I den användes en snökanon för att skapa regn och dimma. Slutsatser från provningen i tältet var att miljön var svårkontrollerad. Bl.a. pga. tältets oförmåga att helt begränsa ljus från utsidan vilket gav olika mätresultat beroende på yttre solljusintensitet. Men även pga. snökanonens höga intensitet vilket skapade ett pulserande beteende hos det skapade vädret enl. mätningar med den kortvågiga IR-kameran. Skapande av dimma med snökanonen bedömdes däremot vara effektivt och repeterbart.

De resultat, analyser och slutsatser som genereras under fas två i SPRAY serien kommer kunna bidra med indata till en fullstor provningsfacilitet för repeterbar provning av ADAS system i dåliga väderförhållande.

Projektet SPRAY 2 har haft följande partners:

- AstaZero kommer vara projektägande/ledande part för SPRAY 2 och tillhandahålla provbanor, provutrustning och mantid för provning och projektledning.
- Autoliv har med sin forskning fordonssäkerhet byggt upp stor expertis kring aktiv säkerhet, sensorer, kameror och algoritmer under de senaste två decennierna och kommer bidra med de övergripande strategierna för provning av sådan utrustning samt genomförande med den hårdvara som företaget kan tillhandahålla.
- AstaZero ansvarade för bygge av demonstrationsanläggning
- Mittuniversitetet tillför projektet en kvantifiering av väderparametrar och digitaliserar dessa med hjälp av deras vädertunnel i Östersund. Denna metod för digitalisering av väderparametrar matchas mot den utrustning som i SPRAY 2 nyttjas i demonstrationsanläggningen för repeterbar provning.
- SUFAG bidrar till projektet med snökanon och expertis att använda sådan utrustning för att återskapa regn, dimma och snörök. Deras initiala uppdrag är att tillsammans med Mitt Universitetet och deras vädertunnel prova fram hur väderprovning med snökanon ska specificeras för att senare implementera detta i demonstrationsanläggningen på AstaZero

Kontaktpersoner:

Autoliv:	Per Gustafsson
Autoliv:	Jan-Erik Källhammer
Autoliv:	Christian Svensson
AstaZero:	Mikael Blomqvist
Sufag AB:	Jörgen Lindgren
Mittuniversitetet:	Mikael Bäckström

2 Bakgrund

Med den snabba tekniska utvecklingen har antalet potentiella aktiva säkerhetsfunktioner ökat explosionsartat. För att kunna utveckla och verifiera dessa funktioner hela vägen fram till väderoberoende produktionsfärdiga lösningar på bästa möjliga sätt krävs en stor mängd nya metoder och testsystem.

Ändamålet med aktiv säkerhet och avancerade förarassistanssystem (ADAS) är att kunna uppfatta miljön som fordonet färdas i och ge stöd till fordonets förare. I dagsläget begränsas ADAS till väder utan siktöversikten samtidigt som framtidsvisionen är att sådana avancerade säkerhetssystem ska kunna ge föraren support under alla sorters väderförhållanden.

Det är därtill ett stort bekymmer att genomföra provning av aktiva systems påverkan av sämre väder eftersom förekomsten av regn, dimma, snö och smog inte går att helt förutse då man är begränsad till naturalistiska studier. För att kraftigt sänka kostnaderna för provning av aktiv säkerhetsutrustning i sämre väder krävs miljöer där vädret skapas artificiellt så att repeterbarheten garanteras och som ger full frihet att effektivt planera och genomföra sådana prov. Exempel på sådan miljö kan vara en väderkammare, vindtunnel eller annan typ av inomhusmiljö, men dessa anläggningar är få och sällan anpassade för fullstora fordon som kör i höga hastigheter. När man därtill vill undersöka hur två eller flera fordon påverkar varandra så saknas fullgoda provningsmiljöer. I SPRAY 1 utfördes prov för att utvärdera förutsättningar för att skapa sådana miljöer hos AstaZero och studera grundläggande provningsvillkor samt samla expertis av höjd och bredd inför det fördjupande FFI-projektet SPRAY 2.

Inom projektet Spray 2 ansvarar Mittuniversitetet - Sports Tech Research Centre för planering och genomförande av arbetspaket 2 (Arbetet innehåller uppgiften att ”digitalisera” väderomständigheter genom användning av referensanläggning. Detta sedan som bas för kopplad användning av dessa resultat inom utveckling av vidare testmiljöer för fordonsburna sensor/detektor system.

3 Syfte

Spray2 syftar till att kartlägga förutsättningarna att testa och verifiera predikterande och varnande sensorteknik och detektionsalgoritmer under påverkan av regn och dimma.

För detta kommer kontrollerade provningsmiljöer behövas där parametrar för väder kan styras så att repeterbarhet garanteras. Det kan förväntas att all expertis för att uppnå detta inte samlas inom enbart fordonsindustrin. Att generera homogen dimma och regn samt förutsättningar såsom stabil provnings temperatur och verklighetstroga ljusförhållande är troligen expertis som återfinns i andra branscher. Därför bidrar studiebesök hos aktörer som tillverkare av snökanoner och växthus, och även forskningsområden skilda från traditionell fordonsindustri, till att komplettera de styrkor som finns inom svensk fordonsindustri. Således är det ett syfte hos SPRAY 2 att skapa ett nätverk som breddar sig utöver den traditionella fordonsindustrin.

Scenarier där aktiva system kan påverkas negativt av sämre väder kartläggs och detta ligger till grund för bedömning av huruvida en provningsmetod och provningsförhållanden ska utgå från stillastående eller förflyttande fordon. De två alternativen kommer avgöra storleken på de faciliteter som kommer behövas för att genomföra realistisk och kostnadseffektiv väderprovning av produkter för aktiv säkerhet.

4 Genomförande

4.1.1 Provningsförhållanden

Repeaterbarhet, kostnadseffektivitet och säkerhet är de nyckelparametrar som ska styra provmetodsutvecklingen inom SPRAY.

Såsom brukligt är vid trafikrelaterad provmetodsutveckling där hög repeterbarhet ska uppnås behövs trafikscenarior utforskas och relevanta parametrar identifieras för att återskapa miljön genom provningsmetoder. Därför behövs provtagning i trafiken vilket kan utföras med moderna fordon som har adaptive cruise control så att stabilt avstånd till framförvarande fordon bibehålls. eftersträvas genom att utgå från off-the-shelf produkter som kompletteras med egna konstruktioner. Säkerhet åstadkoms genom FMEA arbete så att man genom en riskanalys klarlägger utmaningar, möjligheter och metoder som bör undvikas.

4.2 Provning

4.3 Utvalda Provmetoder

Vindtunnel/Vädertunnel vid Sports Tech Research Centre:

I anläggningen kan väderförhållanden repeteras noggrant vid de prover som utförs. Idag är inte vädret i kammaren relaterat till någon standard utan det som kan skapas i fukt har endast definierats som lätt duggregn, lite regn och mycket regn. Som start behövs först referenssensorerna användas och med dess hjälp samt att 5-10 olika väderlägen skapas så kan referensmätvärden sparas. Dessa referensvärden kan i sin tur sedan jämföras med både nationella samt internationella värden för klassificering enligt nominella skalor. Parallellt med de mer exklusiva referensgivarna så mäts även förhållanden med mer ekonomiskt realistiska sensorer/givare. Detta ger möjligheter att jämföra kapacitet och kapabilitet mellan sensortyper. Analysen av detta ligger sedan till grund för rekommendationer av lämpliga sensortyper i klimatanläggningar som byggs senare i projektet i stort.

Snökanon med och utan mindre omslutning (tält):

Utifrån tidigare försök och resultat i vindtunneln kommer en mer ”fältmässig” lösning att prövas. Med hjälp av en snökanon från SUFAG skapas olika typer av dimma/regn.

Här nyttjas även den omfattande kunskap SUFAG besitter om dysor, ejectortryck samt luftflöden att nyttjas. De olika vädermiljöer som skapas med snökanonen som fristående och i ett mindre öppet ”lagertält” mäts med samma sensoruppsättning som i vindtunneln. Detta gör att även här kan referenssensorerna jämföras med resten av sensoruppsättningarna samt mot referensmätningarna i vindtunneln.

Vädertunnel vid AstaZero i Sandhult:

I den anläggning som planeras som försöksanläggning vid AstaZero kommer teknik som tillhandahålls genom SUFAG att användas för att skapa väder. Detta kommer då att inkludera vattenmättnad av luften i olika grad samt vind genom fläkten i snökanonen/er. Även här kommer mätförfarandet att följa tidigare metod.

4.3.1 Sensorering och infrastruktur för mätning av skapat väder

Den sensorer som användes i både vindtunnel vid Mittuniversitetet och i vädertunnel vid AstaZero i Sandhult för att detektera det klimat, som skapats finns även beskrivna i en separat rapport **Se bilaga 1**, var följande:

VIND: FT Technologies, FT-702,

<http://www.fttechnologies.com/Wind-Sensors/Products/FT702>

NEDERBÖRDSSENSOR: Thies Distrometer,
<https://www.thiesclima.com/en/Products/Precipitation-Electrical-devices/?art=779>

TEMPERATUR OCH FUKTSENSOR: Vaisala HMP45
http://www.iprocessmart.com/vaisala/vaisala_hmp45a.htm

MÄTLOGGERSYSTEM: SAAB Combitech, ODIN

Sensoruppställningarna i respektive provmiljö var ordnad så mätningarna skulle kunna göras jämförbara mellan båda miljöerna.

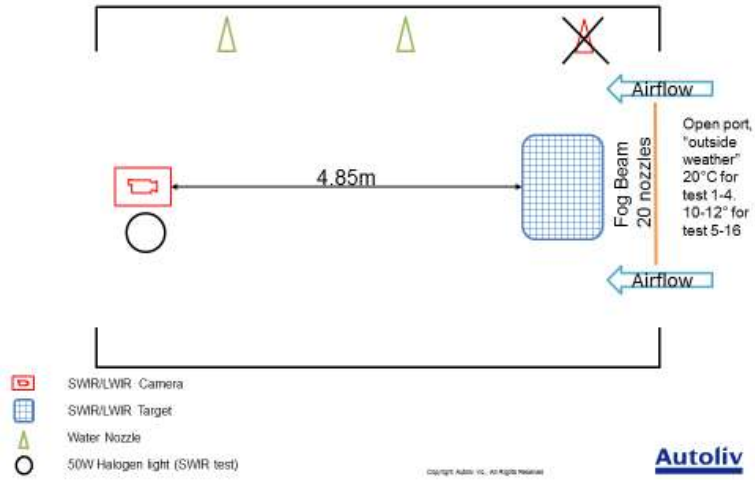
Nederbördssensorn Thies Distrometer har även ett sätt att klassificera sina mätdata som följer standarder SYNOP respektive METAR

4.3.2 Provvupsättning av de fordonsburna sensorerna

Genomförandet av provningen av de fordonsburna sensorerna gjordes i vindtunnel vid Mittuniversitetet och i klimattältet vid AstaZero i Sandhult. Sensorer i form av SWIR- (Short-Wave Infra red) och LWIR-kameror (Long-Wave Infra red) har riggats i portabelt format anpassat för användning i vindtunnel Mittuniversitetet. SWIR kameran är anpassad för våglängdsområde mellan 900 nm och 1700 nm och behöver aktiv belysning i form av t.ex. en halogenlampa. LWIR kameran är anpassad för betydligt längre våglängder och mäter värmestrålning och är helt passiv.



Figur 1 visar SWIR-målet uppställt i vindtunneln på mittuniversitetet redo för prov.



Figur 2 visar en schematisk bild över provuppställningen i vindtunneln.

Hallstorlek

BxLxH , 10x20x4

Portstorlek

HxB, 3,5 x 4,5



5 Resultat

5.1 Inledande arbete

5.1.1 Omvärldsanalys

Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico, USA, have a fog chamber developed to simulate foggy weather conditions. The reason for the development of the test facility is to create a controlled foggy environment. The difficulties regarding working with natural fog (as with any given specific natural weather condition) is the unpredictability due to natural reasons; weather can change rapidly and without notice, and when the weather parameters are correct, the test equipment might not be prepared and ready.

The fog chamber is developed for sensor testing, i.e. camera validation and sensors' ability to penetrate fog. The chamber is owned by the Air Force Research Laboratory and one of the reasons for developing the chamber is to improve surveillance at different sites. A long-term goal is to answer fundamental questions regarding optic technology to improve security camera- and medical imaging equipment performance.

The fog chamber is 54.86m (180ft) long, 3.05m (10ft) tall and 3.35m (11ft) wide. In order to keep the fog in the chamber, air curtains and rubber baffles are used. The walls of the chamber is painted with a special, black, paint to reduce unwanted reflectivity. The fog system used in the chamber can be customized to be physically similar to fog found in any location. Smoke and dust simulation is not yet implemented. The fog system may use sodium chloride as seed particle in combination with water to mimic the composition and particle size of coastal fog. Different seed particles may be used to mimic different types of fog.

Source of information:

https://share.sandia.gov/news/resources/news_releases/fog_chamber/#.Vmq9vUorJD8

CEREMA Fog & Rain R&D Platform

The research platform is built in the Clermont-Ferrand laboratory, France, which belongs to Cerema. The platform is used for *“reproduction and control of fog’s particle size, of meteorological visibility, and of rain’s particle size and intensity; physical characterization of natural and artificial fog and rain”* (http://www.infra-transport-materiaux.cerema.fr/IMG/pdf/04_Rain_Fog_lolo.pdf).

The laboratory includes equipment to quantify the photometric characteristics of various objects in terms of luminance and colorimetry. The test platform is composed of two parts: one tunnel part and one greenhouse part. The latter provides the possibility to simulate day and night by using different sheets as roof, one black to simulate night and one transparent to simulate daytime.

The tunnel is 15m long, 2.6m tall (clearance) and 5.5m wide. The greenhouse is 16m long, 2.4m tall (clearance) and 8.5m wide. In terms of measuring equipment the facility offers transmissiometers with meteorological visibility from 5 to 1,000m, video-photocolorimeter with luminance from 0.003 to 50,000 cd/m², optical granulometer capable of measuring particle size from 0.4 to 40 microns, and spectro-pluviometer with a measuring range from 0.001mm/h up to 1200mm/h

The source states that the platform is used for a number of applications: development of methods to compare human vision with artificial vision systems, development of algorithms for image analysis and image processing in adverse weather conditions, development of new imaging technologies in fog, performance testing of various advanced driver assistance systems such as automatic obstacle detection, performance evaluation of signaling systems and finally examination of driver perception in poor visibility conditions.

Source of information:

http://www.infra-transport-materiaux.cerema.fr/IMG/pdf/04_Rain_Fog_lolo.pdf

Virginia Tech Transportation Institute

VTI, Blacksburg, Virginia, USA, has a test platform, “Smart Road”, which consists of 3.5 km (2.2 miles) long test track, built according to federal highway administration standards. It offers two paved lanes, three bridges and full-time staff to coordinate road activities. The test platform offers the ability to control lightning and weather parameters, the platform can control: fog, rain with varying intensity and droplet size, and snow production of up to four inches per hour (depending on available weather conditions). The test platform also offers a connected-vehicle-compatible intersection and it has a differential GPS base station. It also has an optical fiber communication system as well as Ethernet fiber transceivers and Ethernet switches.

Source of information:

<http://www.vtti.vt.edu/facilities/virginia-smart-road.html>

Volpe – The National Transportation Systems Center

Volpe is part of the U.S. Department of Transportation and its funding comes from sponsor projects. Quote from their website: “*We partner with public and private organizations to assess the needs of the transportation community, evaluate research and development endeavors, assist in the deployment of state-of-the-art transportation technologies, and inform decision- and policy-making through our comprehensive analyses.*” (<https://www.volpe.dot.gov/about-us>).

Source of information:

<https://www.volpe.dot.gov/air-traffic-systems-operations/aircraft-wakes-and-weather/developing-and-testing-sensor-accuracy>

5.1.2 Provningsförhållanden

Ett av de främsta incitamenten för att utveckla provmetoder för utvärdering av hur datainsamling och algoritmer för nyttjande av kameror och sensorer till framtida fordons ADAS funktioner är att väderberoende provning kan vara otillförlitlig och dyr. Genomgående under SPRAY 1 gjorde detta faktum sig påmint eftersom ett absolut schemalagt provningstillfälle inte kunde planeras tidigare än ett par dagar i förväg. Även med väderleksrapport, hände det vid flertal tillfällen att provningen fick ställas in till följd av att det utlovade regnet uteblev, var för fattigt, eller föll i skurar som var svåra att tajma. Detta ledde till att SPRAY 1 kontinuerligt drabbades av förseningar under våren 2015. Dessa förseningar omintetgjorde delar av projektets ursprungliga intentioner av djupare analys där även genomförandet av prover med IR-kamera var tilltänkta eftersom tiden blev för knapp och dataunderlaget från vision-kamerorna därmed inte blev stort nog eller höll tillräckligt hög prestanda.

5.2 Provning

Inledande provning av olika ADAS system under påverkan av täckt hall (Tält).

- ⇒ **Fall 1:** Köra genom hall utan väderpåverkan.
- ⇒ **Fall 2:** Köra genom hall i Dimma och regn scenarion för att se om något system får felfunktion.

- ⇒ **Påverkar hallens stålkonstruktion sensorernas funktion.**
Prov med alla system som active braking aktiverade för att se om man får felfunktion.
Fordon 1: Volvo V70
Hastigheter
30 km/h
40 km/h
50 km/h

- ⇒ **Påverkar hallens stålkonstruktion sensorernas funktion.**
Prov med ACC (Adaptive cruise control) med minsta avståndet och största avståndet mellan 2 fordon.
Fordon 1: Mercedes
Fordon 2: Volvo V70
Hastigheter
30 km/h
40 km/h
50 km/h

- ⇒ **Påverkar hallen GPS täckningen**

Körprofil framtagen för att kunna köra genom tunneln med hjälp av körrobot med hög noggrannhet +/- 15 mm.

Hastigheter

30 km/h

40 km/h

50 km/h

Provfordon

Volvo V70, MZE637



Prov utrustning

- ABD SR30 controller AZ0011 sn419
- CBAR brake and accelerator robot, AZ0021
- Oxford RT3002 GPS RTK AZ0014 IP50 Motionpack
- Satel modem RTK1, AZ0002



Summering av funktionsprovning

Ingen påverkan på funktion eller falsklarm kunde påvisas

5.3 Bakgrund till provningen

För att mäta förändringar hos kameratyperna SWIR (Short-Wave Infra red) och LWIR (Long-Wave Infra red) vid olika väderförhållanden användes tre olika mål. Två av dessa mål tillverkades i början av projektet och ett återanvändes från SPRAY 1. Målen för SWIR-kameran är dels ett gul-svart schackbräde med 50x50mm rutor för provningen i vindtunneln samt ett gul-svart schackbräde med 100x100mm rutor för provning utomhus. Skillnaden i rutstorlek beror på avståndsskillnaden mellan kamera och mål vid provning i vindtunnel och utomhus.

Målet för LWIR-kameran är ett uppvärmt mål och består av fyra skikt: träskiva med 10mm skåror fördelade med 50mm mellanrum, 1mm aluminiumplåt för att distribuera värmen från bakomliggande värmeslinga vilken i sin tur är isolerad med ett skum. LWIR-målet värms aktivt upp av en värmeslinga för att skapa kontrast genom olika temperatur hos materialen. Materialen är målade med en homogen mattsvart färg för att materialen i sig inte ska bidra med olika emissionsvärde.



Figur 3 till vänster visas de tre olika målen: överst är 50x50mm SWIR-mål, till vänster är 100x100mm SWIR-mål och till höger är LWIR-målet. Till höger visas LWIR-målet från sidan där man kan se de olika skikten.

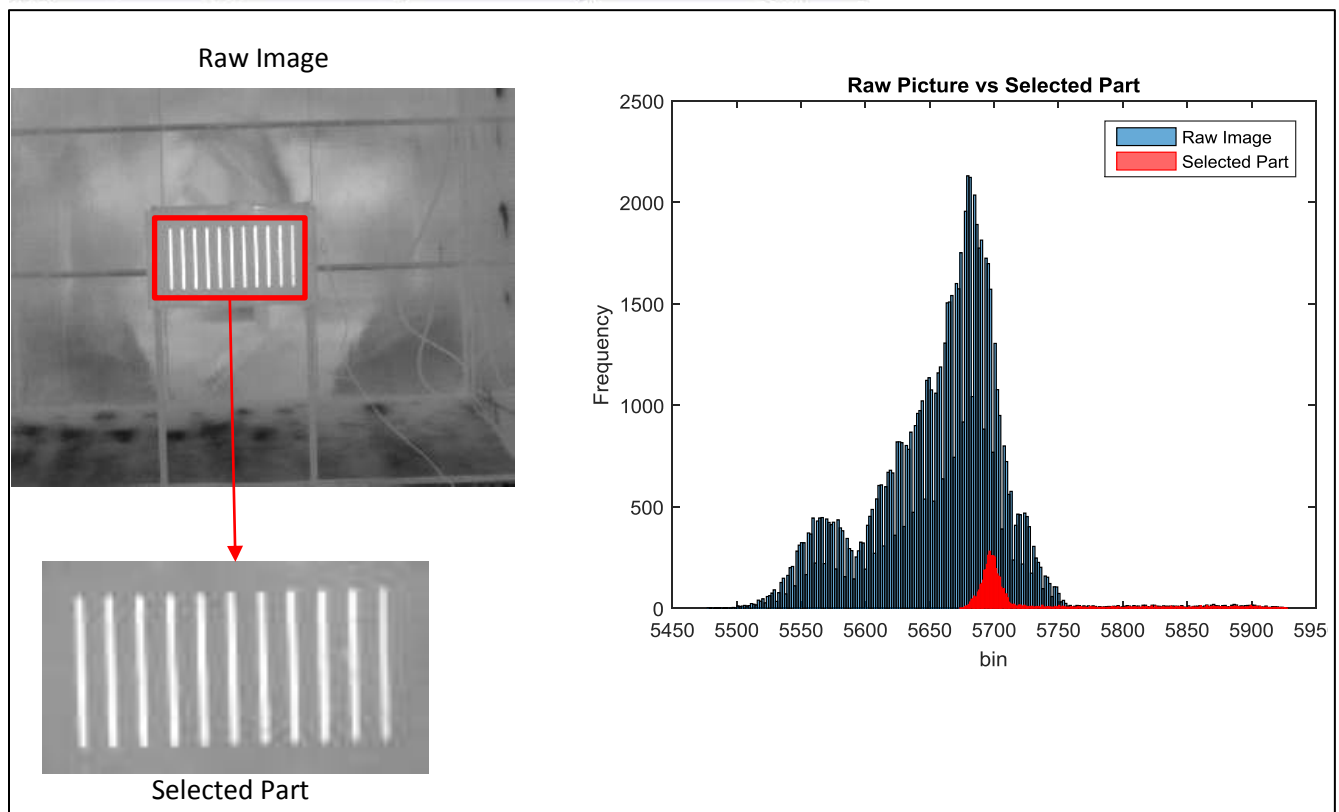
5.4 Provning i vindtunnel vid Mittuniversitetet

Bilderna från LWIR-kameran sparades och en analys av utvalda pixlar i bilderna genomfördes utifrån vilken ett histogram skapades för varje prov, tillvägagångssättet visas i Figur 4 nedan. Bilderna från SWIR-kameran analyserades direkt genom mjukvaran vilken används för att kontrollera kameran. Referensproverna i vindtunneln genomfördes

under två dagar och resulterade i 16 stycken prover fördelade på de två dagarna: fyra stycken olika med LWIR-kameran och fyra stycken olika med SWIR-kameran repeterades under två dagar för att även undersöka resultatet sett till repeterbarhet. De fyra olika provscenariorna var: Referens, regn, dimma samt regn och dimma. Tabell 1 visar provmatrisen utförd i vindtunneln. Resultaten från LWIR- och SWIR-provningen utförd i vindtunneln vid Mittuniversitetet visas i grafer i **Bilaga 2**.

Tabell 1 visar provmatrisen utförd i vindtunneln.

Test Name	Wind Power	Rain Flow [l/min]	Rain Pressure [bar]	Fog Pressure [bar]	Camera type
Test 1	19%	N/A	N/A	N/A	LWIR ref
Test 2	19%	39	0,6	N/A	LWIR
Test 3	19%	N/A	N/A	0,6	5 LWIR
Test 4	19%	39	0,6	0,6	5 LWIR
Test 5	19%	N/A	N/A	N/A	SWIR ref
Test 6	19%	42	0,6	N/A	SWIR
Test 7	19%	N/A	N/A	0,6	5 SWIR
Test 8	19%	42	0,6	0,6	5 SWIR
Test 9	19%	N/A	N/A	N/A	LWIR ref
Test 10	19%	42	0,6	N/A	LWIR
Test 11	19%	N/A	N/A	0,6	5 LWIR
Test 12	19%	42	0,6	0,6	5 LWIR
Test 13	19%	N/A	N/A	N/A	SWIR ref
Test 14	19%	43	0,6	N/A	SWIR
Test 15	19%	N/A	N/A	0,6	5 SWIR
Test 16	19%	43	0,6	0,6	5 SWIR



Figur 4 längst upp till vänster visas en bild direkt från LWIR-kameran. Ett område valdes från denna bild för att endast fokusera på målet, detta område visas nere till vänster. Till höger visas ett histogram över de två olika bilderna till vänster. För att undvika bakgrundsbrus användes metoden på alla bilder tagna med LWIR-kameran och fokus lades på

att undersöka målet. Låga värden på x-axeln betyder många mörka pixlar medan höga värden på x-axeln betyder många ljusa pixlar.

5.5 Proving i tält på AstaZero

Testerna genomfördes endast med SWIR-kamera vilken var monterad i en provbil bakom vindrutan (vindrutan är obehandlad och filtrerar alltså inget ljus). Flera tester utfördes med olika inställningar hos snökanonen för att rent subjektivt bedöma vilken inställning som bäst representerade dimma och regn. När en inställning hos snökanonen, subjektivt sett, matchade regn eller dimma användes SWIR-kameran för att titta på objektiva värden. SWIR-kamera fångade en sekvens av bilder vilka sedan analyserades manuellt genom att exportera bilddatan och plotta denna mha. Matlab. SWIR-målet med 50x50mm rutor användes vid proverna och avståndet mellan kameran och målet var 4.85m, som vid proverna i vindtunneln. Subjektiva prover utfördes även där en annan bil agerade mål. Provbilens ena strålkastare var den enda aktiva ljuskällan i tältet vid prov.



Figur 5 Visar den andra bilen sett inifrån provbilen då snökanonen precis startats för att skapa dimma.



Figur 6 Visar den andra bilen sett inifrån provbilen då snökanonen varit aktiv i 4 minuter för att skapa dimma.



Figur 7 Visar den andra bilen sett inifrån provbilen då snökanonen varit aktiv i 17 minuter för att skapa dimma.

5.6 Slutsatser

Tältet var dåligt på att filtrera bort yttre ljus vilket gjorde att solen till stor del påverkade testerna. Ett 60-tal mätningar av omgivningsfaktorerna gjordes och finns redovisade i separat rapport.

- I anläggningen vid AstaZero kan väderförhållanden repeteras med både vind, regn och dimma. Vi försöken kunde dock konstateras att variationerna i intensitet, framför allt vad gällde regn, var relativt stora.
- Under proverna förekom variationer gällande vattentillgång till snökanonen. Detta kan bero på att vattentillgången i det uttag som användes var för litet och/eller att den slang som försåg snökanonen var lång och att möjligheter till tryckoscillationer fanns.
- Genom snökanonens försorg kunde både medelintensiteter och riktning på nederbörden styras på ett bra sätt.
- Den generering av dimma som skapades var bra. Både mängd och täthet (partikelstorhet) var tillfredställande och kunde med lätthet fylla hela provrummet.
- Mätssystemet fungerade tillfredställande med undantag av lite inkörningsproblem.
- Den sensor som mäter nederbörd (Thies Distrometer) kunde inte tillfredställande mäta dimmans täthet då minsta mätobjekt med denna är 0.16 mm.
- Nederbördssensorn Thies Distrometer har ett sätt att klassificera sina mätdata som följer standarder SYNOP respektive METAR. Detta gör att jämförelser med andra sensorer kan göras på ett standardiserat sätt.

6

6.1 Bidrag till FFI-mål

Med projektet Spray har steget tagits mot slutmålet att ge svensk fordonsindustri verktygen att stå i frontlinjen för ADAS funktioner som kan hantera svåra väderförutsättningar.

Detta ska ske genom att utrusta AstaZero med en provningsmetod och utrustning för att validera de predikterande och varnande sensor- och kameraprodukter som utgör några av de viktigaste byggstenarna för ADAS. I SPRAY-serien kommer partners från både fordonsindustrin och icke-fordonsindustri samt universitet att stärka den svenska kompetensutvecklingen inom det aktuella forskningsområdet och angränsande FoU-verksamhet.

SPRAY 2 resultat ger möjlighet att uppfylla följande FFI-mål:

- De resultat, analyser och slutsatser som genereras under fas två i SPRAY serien kommer kunna bidra med indata till en fullstor provningsfacilitet för repeterbar provning av ADAS system i dåliga väderförhållande.

7 Spridning och publicering

7.1 Kunskaps- och resultatspridning

Den kunskap och de resultat som genererats i SPRAY2 sprids genom denna rapport och det nätverk som skapats för att initiera partnerskap genom SPRAY.

De verktyg och kunskap slutsatser samt analyser som projektserien SPRAY framtagit kommer ha betydelse för att bevara, utveckla provningsmöjligheter och bredda den svenska fordonsindustrins ledande roll inom aktiv säkerhet och påskynda introduktion och genomslag av ADAS funktioner som kan hantera svåra väderförhållanden.

7.2 Publikationer

FFI-projektet SPRAY 2 syftar till för att kartlägga förutsättningarna att testa och verifiera predikterande och varnande sensorteknik och detektionsalgoritmer under påverkan av

regn, dimma. Kunna ge underlag till en fullskalig provanläggning för att framta en provmetod med hög repeterbarhet och säkerhet samt god ekonomi.

De publikationer som projektet genererat är huvudsakligen tre interna dokumenteringar där provning av miljön utgör grunden i en rapport och där responsen från fordonsburna sensorer är den andra rapporten. Till detta kan även denna slutrapport läggas.

8 Slutsatser och fortsatt forskning

8.1 Slutsatser

8.1.1 Summering

- I anläggningen vid AstaZero kan väderförhållanden repeteras med både vind, regn och dimma. Vid försöken kunde dock konstateras att variationerna i intensitet, framför allt vad gällde regn, var relativt stora. Men kan förbättras i stabil provmiljö genom ackumulatortank samt kontrollerat vattenflöde.
- Yttertemperaturen påverkar luftens förmåga att bära fukt, detta måste tas hänsyn till vid skapandet av dimma.
- Genom snökanonens försorg kunde både medelintensiteter och riktning på nederbörden styras på ett bra sätt.
- Den generering av dimma som skapades var bra. Både mängd och täthet (subjektivt sett) var tillfredställande och kunde med lätthet fylla hela provrummet.
- Den sensor som mäter nederbörd (Thies Distrometer) kunde inte tillfredställande mäta dimmans täthet då minsta mätobjekt med denna är 0.16 mm.
- Nederbördssensorn Thies Distrometer har ett sätt att klassificera sina mätdata som följer standarder SYNOP respektive METAR. Detta gör att jämförelser med andra sensorer kan göras på ett standardiserat sätt.
- Ett bättre sätt att kunna mörklägga kammaren behöver förbättras då ljus påverkar mätningarna negativt.
- Täckta kammaren påverkade inte egenskaperna hos ADAS system.
- En stabil provningsmiljö måste utvecklas för att garantera funktionell provning och konkurrenskraftigt kompetens- och produktutveckling för ADAS-funktioner.
- Projektet har med dessa indata lagt grunden till en fullstor provningsfacilitet för repeterbar provning. Som var ett mål med Spray2

- Projektets mål att framta en provmetod med repeterbarhet och säkerhet samt god ekonomi. Har i stort uppfyllt detta mål men behöver i vissa avsnitt förbättras

- Demonstration av projektet har utförts för våra intressenter inom fordonsindustrin och visade på ett stort intresse för fortsättningen.

8.1.2 Omvärldsanalysen

Genom projektets Omvärldsanalys kartlades att de sensor- och kamerainstrument som används för dagens ADAS system .

I projektet har en extra ”state of the art” rapport inskickats.

8.1.3 Provingen

8.2 Fortsatt forskning

De övergripande resultaten från SPRAY 2 har visat att det är möjligt att skapa en kontrollerad miljö för provning av fordonsbundna sensorer under skilda väderförhållanden. Här skall dock skiljas på om fordonen är stillastående eller om de kör igenom provmiljön. Vid stillastående fordon skapas fartvindar med hjälp av fläkt. För att kunna säkerställa hur skillnaderna mellan dessa två funktionssätt behövs mera provning och analysarbete.


Den dimma som kunde produceras i de två provanläggningarna var av tillfredställande tät karaktär vid en rent okulär besiktning. Här skulle dock vidare provning vara nödvändig då den sensor som användes inte hade tillräcklig upplösning på droppstorlekar.

En annan parameter som berörts flyktigt i projektet är definition samt behov av att prova kraftigare vattenstänk – ”watersplash”. Här skulle en väganalys först kunna definiera intensiteter, sammansättning samt frekvenser.

Sammantaget kan dessa förbättringar som har angetts utvecklas och ligga till grund för en mer storskalig och permanent provanläggning.

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

9.1 Projektledning

Partner	Namn	Roll	Email
 ASTAZERO ACTIVE SAFETY TEST AREA	Mikael Blomqvist	Projektledare	mikael.blomqvist@astazero.com

Autoliv	Per Gustafsson	Projektgrupp	per.gustafsson@autoliv.com
Mitt Universitetet	Mikael Bäckström	Projektgrupp	Mikael.Backstrom@miun.se
Sufag	Jörgen Lindgren	Projektgrupp	Julle.Lindgren@sufag.com