

# Projekt:

## Branddetektion & brandlarm i tunga fordon

- forskning samt utveckling av standard och riktlinjer



Jonas Brandt, Ola Willstrand & Peter Karlsson

2016-11-21

Trafiksäkerhet och automatiserade fordon

**FFI** Fordonsstrategisk  
Forskning och  
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

# Innehållsförteckning

<b>1 Sammanfattning .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Executive summary .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Bakgrund.....</b>	<b>4</b>
<b>4 Syfte och mål.....</b>	<b>4</b>
4.1 WP1 – Kunskapssammanställning branddetektion i fordon .....	5
4.2 WP2 – Miljöfaktorer motor- och fordonskomponentutrymmen .....	5
4.3 WP3 – Brandorsaker i tunga fordon och riktlinjer för riskanalys .....	5
4.4 WP4 – Detektionssystem för motor- och fordonskomponentutrymmen .....	5
4.5 WP5 – Detektionssystem för inre slutna fordonsutrymmen .....	6
4.6 WP6 – Utveckling av internationell standard .....	6
<b>5 Resultat och måluppfyllelse .....</b>	<b>6</b>
5.1 WP1 – Kunskapssammanställning branddetektion i fordon .....	6
5.2 WP2 – Miljöfaktorer motor- och fordonskomponentutrymmen .....	8
5.3 WP3 – Brandorsaker i tunga fordon och riktlinjer för riskanalys .....	9
5.4 WP4 – Detektionssystem för motor- och fordonskomponentutrymmen .....	10
5.5 WP5 – Detektionssystem för inre slutna fordonsutrymmen .....	11
5.6 WP6 – Utveckling av internationell standard .....	12
5.7 Bidrag till programspecifika mål .....	12
<b>6 Spridning och publicering .....</b>	<b>14</b>
6.1 Kunskaps- och resultatspridning .....	14
6.2 Publikationer.....	14
<b>7 Slutsatser och fortsatt forskning .....</b>	<b>16</b>
<b>8 Deltagande parter och kontaktpersoner.....</b>	<b>17</b>

# 1 Sammanfattning

Oron för fordonsbränder har internationellt sett seglat upp på dagordningen och blivit en alltmer prioriterad fråga på senare år. Det skulle kunna nämnas flera exempel på detta, varav ett är införandet av Europeiskt krav på automatiskt släcksystem i bussar från år 2018. Det finns även exempel på fordonstillverkare som varit nära att bli bojkottade efter ett antal bränder. Att Sverige ligger i framkant gällande kompetens kring brandsäkerhet i fordon – och genom detta projekt specifikt avseende branddetektion – kan hjälpa oss att förebygga sådana incidenter och möta de ökade kraven inom området.

Projektet har inneburit tillämpad forskning och kompetenshöjning inom området branddetektion i tunga fordon samt framtagande av standardiserad testmetod, metod för riskhantering samt rekommendationer för installation av detektionssystem. Detta har utförts genom projektets sex arbetspaket (WP). Resultatet från WP1 är en litteraturstudie som beskriver tillgängliga detektionstekniker, en sammanfattning av relevanta standarder och en översikt över aktuell forskning inom branddetektering i fordon. WP2 har gett mätdata och teoretisk bakgrund av miljöfaktorer som är förknippade med motorrum på tunga fordon med syftet att ge underlag för utveckling och anpassning av detektionssystem specifikt för fordonsapplikationer. Inom WP3 har brandorsaker och brandrisker med tunga fordon studerats. Det arbetet har också legat till grund för en ny metod för riskhantering, "SP Method 5289 - Fire Risk Management Procedure for Vehicles ". Inom ramen för WP4 utfördes tester av ett stort antal branddetektionssystem för fordon som grund för fastställandet av brandscenarier, testuppställningar, provningsförfaranden och kravställningar som införts i den nya testmetod som utvecklats i projektet. Tester och verifieringar utfördes även genom fullskalig brand i buss. Som ett led i nya lagkrav om branddetektion i bussar har WP5 tagit fram rekommendationer om vilken typ av branddetektionssystem som skall användas och hur dessa system bör installeras i busstoalettutrymmen samt förarsovutrymmen på bussar. WP6 har utvecklat en ny testmetod för branddetektionssystem i tunga fordon: SP Method 5320 "Test method for fire detection systems installed in engine compartments of heavy vehicles ".

Projektet har bidragit till ett övergripande mål om förbättrad fordonssäkerhet genom att på sikt bidra till att minska omfattningen och konsekvenserna av fordonsbränder. Detta har uppnåtts genom förhöjd kompetens inom området samt genom de nya metoder som tagits fram i projektet. Den metod för riskhantering som tagits fram har utvecklats vidare efter avslutat arbetspaket och används nu aktivt av åtminstone en fordonstillverkare inom ramen för deras kvalitetsarbete för att minska riskerna för brand. Fler fordonstillverkare har visat intresse av att påbörja arbetet att implementera metoden. Även den testmetoden för branddetektionssystem som tagits fram inom projektet har börjat användas. Målsättningen med testmetoden är att den skall implementeras i UNECE Regulation 107 och därmed bli krav för bussar i Europa. Bakgrunden till denna förväntan på att metoden faktiskt kan bli lagtext är att forskargruppen tidigare varit med om att ta fram de krav som nu gäller för brandsläckningssystem i Europa och fått konkreta förfrågningar från beslutsfattare inom UNECE om att även utveckla en metod för detektionssystem. Det utvecklingsarbetet har möjliggjorts genom detta projekt. Därmed har projektet medverkat till stärkt konkurrenskraft för svensk fordonsindustri genom att svenska fordonstillverkare kunnat vara med och påverka utformningen av standardförslaget.

Projektet har publicerat ett flertal rapporter, konferensbidrag och artiklar samt genomfört projektseminarium. Förutom detta har kompetensen bland projektparter och i synnerhet hos SP som forskningsutförare stärkts.

## 2 Executive summary

This report finalizes the work that has been conducted in a large project about fire detection and fire alarm systems in heavy vehicles. The main goal of the project has been to develop an international test standard for fire detection systems installed in engine compartments of heavy vehicles. For the purpose of defining a test method background information has been compiled regarding fire detection technologies, relevant standards and guidelines, research in the field, durability factors associated with the environment, typical fire scenarios and fire causes, and test results. Separate goals of the project has also been to provide

recommendations on fire detection in bus and coach toilet compartments and driver sleeping compartments as well as a method for fire risk identification of heavy vehicles.

### 3 Bakgrund

Bränder i tunga fordon innebär årligen stora samhällskostnader. Även om det mediala intresset vanligtvis är lågt vid brand i skogs- och anläggningsmaskiner så innebär det höga kostnader för fordonsägaren och försäkringsbolag. Bränder i bussar rörer däremot återkommande medial uppmärksamhet. TV och kvällstidningar rapporterar om dramatiska bussbränder i Sverige och utomlands. Under en utredning som Statens Haverikommission (SHK) genomförde efter brand i två biogasbussar i februari 2012 kom det fram att ett väl fungerande detektionssystem kan vara avgörande för en säker passagerarutrymning. SHK framhåller också att forskning bör komma till stånd för att ta fram standardiserade test och krav på detektions- och släcksystem i bussar.

Som en följd av nya europeiska krav på lägre emissionsnivåer har temperaturen på komponenter i motorrummet ökat. Högre motorrumstemperaturer är en av orsakerna till ökade brandrisker och fler fordonsbränder. I synnerhet emissionskraven Euro 6 & B4 innebär en ny nivå av förhöjda motorrumstemperaturer med ökad risk för motorrumsbränder.

Det finns god möjlighet att släcka och begränsa konsekvenserna av uppstådda fordonsbränder om de upptäcks på ett tidigt stadium. Genom ett tidigt automatiskt larm i händelse av brand kan evakuering av förare och passagerare påbörjas omgående och brandsläckning inledas snabbare och därmed minska riskerna för omfattande skador på fordon och infrastruktur. Trots att det finns ett omfattande utbud av effektiva metoder att detektera brand såväl innan som när branden uppstår så upptäcks fordonsbränder ofta i ett mycket sent skede. Detta är bl.a. en följd av brist på kunskapsöverföring från andra branscher till svensk fordonsindustri, begränsad forskning inom området samt avsaknad av standarder applicerbara på branddetektion i fordon.

Fordonslagstiftningen UNECE Regulation 107 som kräver branddetektion i motorrum och tillsatsvärmarutrymme på bussar är tyvärr ospecifik vad gäller krav på systemens prestanda. Det har medfört att detektionssystem med bristande kvalitet och funktion kan användas för att uppfylla kraven. Därmed fördröjs detekteringen av bränder och passagerarsäkerheten blir äventyrad. En standardiserad testmetod för branddetektionssystemen syftar till att endast väl fungerande detektionssystemen får tas i bruk.

Förutom detektionssystem i motorrum har UNECE fr.o.m. 2013 infört krav på detektionssystem i toalett, sovkabiner och i andra slutna utrymmen i bussen dit passagerare och besättning har tillträde. Branddetektorer i dessa utrymmen har tidigare inte föreskrivits och projektet syftade till att utreda vilka detektionssystem som är lämpliga samt hur systemen skall konfigureras för optimal detektionsprestanda i dessa utrymmen.

UNECE har nyligen beslutat om krav på automatiska släcksystem för bussarnas motorrum, och Sverige har där spelat en ledande roll. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut har under de senaste åren utvecklat en provmetod för att testa och säkerställa systemens släckförmåga. Testmetoden har antagits av UNECE och ingår sedan juli 2016 i Regulation 107.

Såväl svenska som utländska busstillverkare önskar att metoden för att testa släcksystem skall kompletteras med en testmetod för detektionssystem. Den standardiserade metod som tagits fram inom ramen för detta projekt förväntas kunna bli en del av UNECE Regulation 107 i likhet med testmetoden för släcksystem.

### 4 Syfte och mål

Projektet organiserades i ett antal olika arbetspaket (WP) enligt följande:

- WP1. Kunskapssammanställning branddetektion i fordon
- WP2. Miljöfaktorer motor- och fordonskomponentutrymmen
- WP3. Brandorsaker i tunga fordon och riktlinjer för riskanalys
- WP4. Detektionssystem för motor- och fordonskomponentutrymmen
- WP5. Detektionssystem för inre slutna fordonsutrymmen
- WP6. Utveckling av internationell standard

Målen för respektive arbetspaket presenteras nedan.

#### **4.1 WP1 – Kunskapssammanställning branddetektion i fordon**

Arbetspaketet 1 syftar till att utföra en litteraturstudie och kunskapssammanställning så att det internationella kunskapsläget inom området branddetektion i fordon kan presenteras. Till arbetspaketet hör att skapa en omfattande teoretisk förståelse för hur olika detektionssystem fungerar samt detaljstudera gällande standarder och regelverk så väl som tekniska lösningar för branddetektion i närliggande transportområden så som tåg och flyg. Syftet med hela WP1 är att kunna dra lärdom av det internationella kunskapsläget, tidigare utförda utredningar och närliggande standarder för att använda denna kunskap i WP4 & WP6.

#### **4.2 WP2 – Miljöfaktorer motor- och fordonskomponentutrymmen**

För att leverantörerna av detektions- och larmsystem skall kunna utveckla system som är lämpliga för användning i tunga fordon krävs uppdaterad forskning och information om den senaste generationen av fordon. Det inkluderar bl.a. temperaturprofil, geometri och storlek, obstruktionsgrad, ventilation och luftflöde, vibrationskaraktäristik, korrosionsrisker, risker för EMC-störningar och mekanisk utsatthet. Undersökningen skall kartlägga dessa egenskaper för motor- och fordonskomponentutrymmen, vilket inkluderar bl.a. motorrum, batteribox, tillsatsvärmarmutrymme och AC-utrymme m.m. Dessa egenskaper varierar beroende på vilken fordonstyp som studeras, vilket medför att flera olika fordonstyper skall ingå i studien. Till arbetspaketet hör även att undersöka normalt förekommande gränsvärden av t.ex. sot-, dammpartiklar, vattenånga och kolväteföreningar så att detektionssystemen kan anpassas för att vara optimerade för denna miljö. Detta undersöks bl.a. genom långtidsmätningar (6 - 12 mån) av fordon i trafik. Utredningen kommer att kunna användas för att verifiera att de miljötålighetsintyg som en detektions- och släcksystemsleverantör kan visa upp motsvarar realistiska förhållanden. Informationen från detta arbetspaket är även nödvändig i utvecklingen av en relevant standard för detektionssystem i tunga fordon. Analysen kommer därför att ligga till grund för det arbetet i WP6.

#### **4.3 WP3 – Brandorsaker i tunga fordon och riktlinjer för riskanalys**

Syftet med arbetspaketet är att genom statistik, brandutredningar samt information från fordonstillverkare, försäkringsbolag, fordonsanvändare och detektionssystemsläverantörer kunna presentera informationen som behövs för att förstå brandriskerna i tunga fordon. Denna kunskap skall ligga till grund för riktlinjer för riskanalys avseende brand i tunga fordon. Riktlinjerna blir ett verktyg och hjälpmedel för den analys av brandrisker som bör utföras inför varje ny typinstallation av detektions- och släcksystem i tunga fordon. En detaljerad och grundlig förståelse för de situationer och omständigheter då brand kan uppstå behövs också för att kunna utveckla en standard för detektionssystem. Informationen behövs därför för arbetet i WP6 men kan även ligga till grund för fortsatt vidare arbete för ökad brandsäkerhet i tunga fordon. Arbetspaketet skall bl.a. ge detaljerade beskrivningar av brandorsaker, faktorer som bidrar till brand och vilka områden som detektions- och släcksystemet behöver täcka. Utredningen kan sedan användas som ett kontrolldokument för att säkerställa att en ny typinstallation av detektions- och släcksystem tar hänsyn till brandriskerna i fordonet.

#### **4.4 WP4 – Detektionssystem för motor- och fordonskomponentutrymmen**

Till arbetspaketet hör att ge detaljerade tekniska beskrivningar av samtliga relevanta detektionssystem samt att genom omfattande tester i laboratoriemiljö, fastställa de olika detektorernas egenskaper, möjligheter och begränsningar. Utredningen skall bl.a. ge svar på hur olika detektionssystem påverkas av placeringen i motorrummet, hur snabbt de reagerar på rökutveckling, temperaturförändringar och brand samt hur luftflöde

från fartvind och motorrumsläkt inverkar på detektionsförmågan. Även risken för falska larm skall beaktas samt i vilken grad detektionssystemet under en längre tid kan hantera miljön där det skall installeras och vilka servicebehov de olika systemen har. Arbetspaketet skall också utreda vilka svårigheter och möjliga lösningar som föreligger när det gäller att integrera detektionssystemleverantörernas system i fordonen samt hur väl anpassade olika system är för detta.

I arbetspaketet ingår även att samla in information om praktiska erfarenheter av detektionssystem från den internationella fordonsbranschen, d.v.s. hur olika system har fungerat i verkliga fordon. För denna uppgift blir projektgruppens globala kontaktnät av brandutredare och fordonsoperatörer betydelsefullt. Erfarenheter från praktiken är viktigt för att förstå vilka faktorer som gör att system fungerar respektive inte fungerar i den miljö där de har installerats.

Utifrån denna information skall rekommendationer tas fram om vad fordonstillverkaren bör beakta beroende på valet av detektionssystem. Denna information om hur de olika detektionssystemen fungerar samt att förstå dess egenskaper och begränsningar är även nödvändigt för att kunna skapa en relevant provningsmetod i WP6.

#### **4.5 WP5 – Detektionssystem för inre slutna fordonsutrymmen**

Då miljön i motor- och fordonskomponentutrymme skiljer sig märkbart från miljön i inre slutna utrymmen så som t.ex. toalett, förarsovhytt och bagageutrymme är det vanligtvis andra principer för branddetektion som används i detta tillfälle. Arbetspaketet syftar därför till att ge vägledning åt busstillverkare och deras underleverantörer när de utvecklar detektions- och larmsystem för att uppfylla det nya UNECE-kravet för branddetektion i toalett och förarsovhytt som trädde i kraft juli 2014. Till arbetspaketet hör att ge detaljerade tekniska beskrivningar av samtliga relevanta detektionssystem som kan vara lämpliga att använda i dessa utrymmen samt att genom fullskaletester av detektionssystem i realistiska provuppställningar ge rekommendationer om hur systemen bör installeras i fordonen. Även risken för falska larm skall beaktas och vilka servicebehov de olika systemen har.

#### **4.6 WP6 – Utveckling av internationell standard**

Genom information om andra standarder och annan forskning inom området (WP1), kunskap om fordonens egenskaper och miljö, (WP2) vilka omständigheter som råder då bränder uppstår (WP3), detektionssystemens egenskaper och begränsningar samt internationella erfarenheter av hur systemen har fungerat i praktiken (WP4) kan en relevant och standardiserad provningsmetod för detektionssystem för motor- och fordonskomponentutrymmen utvecklas. Med stöd av informationen från projektet kommer bland annat följande utvecklingsarbete att genomföras som underlag till fastställande av provningsstandard:

1. Fastställande av provningsrigg med generiska motorrumsförhållanden där testerna skall utföras.
2. Fastställande av realistiska brandscenarion som systemen skall detektera (bl.a. brand till följd av brännbart material som antänds av het yta och brand till följd av kortslutning och elfel).
3. Fastställande av testprocedur för att säkerställa att systemet inte ger upphov till falska larm.
4. Fastställande av miljötålighetskrav, så som t.ex. korrosions-, vibrations-, temperatur- och EMC-krav.

## **5 Resultat och måluppfyllelse**

Nedan presenteras sammanfattningar och slutsatser från alla arbetspaket i projektet. Arbetet inom WP1, WP2 och WP5 har publicerats som separata SP-rapporter. Arbetet inom WP3 och WP4 har resulterat i interna rapporter och arbetet inom WP6 har publicerats som en ny testmetod, SP-metod 5320. Alla arbetspaket är dessutom sammanfattade i en slutrapport som publicerats som SP-rapport.

### **5.1 WP1 – Kunskapssammanställning branddetektion i fordon**

Syftet med WP1 var att ge en beskrivning av tillgängliga detektionstekniker, en sammanfattning av relevanta standarder och riktlinjer och en översikt över aktuell forskning inom branddetektering i fordon.

Resultaten från WP1 har publicerats i SP Rapport 2015: 68 "Fire detection & fire alarm systems in heavy duty vehicles : WP1 – Survey of fire detection in vehicles ". Den första delen av denna rapport ger en allmän förståelse för hur en brand kan detekteras och en översikt över tillgänglig teknik och hur ett larmsystem kan vara uppbyggt. De fyra brandsignaturer som används för detektion är gas, rök, flammor och värme. Gasdetektorer kan konstrueras för att detektera brännbara gaser eller gaser som är produkter av förbränningen. Rökdetektorer reagerar huvudsakligen på sot som produceras vid ofullständig förbränning. Gas och rökdetektorer kan också vara en del av ett samplingssystem, vilket innebär att luft samplas och transporteras till den plats där detektorn/sensorn är placerad. Flamdetektorer reagerar på strålningen från flammorna och kan vara känsliga för infraröd eller ultraviolet strålning. Värmedetektorer är känsliga för den värme som alstras vid förbränningsprocessen.

Den mest omfattande delen av rapporten sammanfattar de standarder och riktlinjer som är mest relevanta för branddetektering i fordon. Det finns ingen internationell standard för branddetektering i fordon sedan tidigare, vilket var huvudsyftet att utveckla inom projektet. Däremot har andra relevanta standarder för branddetektering inom andra områden studerats. Det finns till exempel standarder för typgodkännande av branddetektorer, såsom EN 54. Dessa är omfattande och användbara standarder, men utvecklade för användning i byggnader. I EN 54 anges det uttryckligen att den endast är giltig för detektorer som används i byggnader, men att den kan användas som riktlinje för andra tillämpningar. Föreskrifter och riktlinjer som används i angränsande områden såsom järnväg, luftfart och marint har också granskats. Även en standard som används för militära fordon har studerats. Vissa nationella standarder som appliceras på fordon presenteras också, men innehållet i dessa standarder som berör branddetektering är begränsat, eller helt fokuserat på riskbedömning.

Den sista delen av rapporten ger en översikt över aktuell forskning inom området branddetektering i fordon. Denna översikt är mycket kort på grund av att väldigt lite har publicerats angående detta. I huvudsak är det bara SP och några organisationer i USA som för närvarande forskar på detta och det publicerade materialet är mycket begränsat.

### **5.1.1 Slutsatser**

Arbetet inom WP1 var viktig bakgrundsinformation när den nya testmetoden för branddetektion i motorrum för tunga fordon utvecklades i WP6. En testmetod måste vara öppen för alla typer av detektionstekniker; både tekniker som används idag och de som kan komma att användas i framtiden. Kunskapen om olika branddetektionssystem, som presenterats i WP1-rapporten, var viktigt att få innan en ny testmetod skulle utvecklas.

Översikten över relevanta standarder och riktlinjer användes mer explicit i utvecklingsarbetet av den nya testmetoden. Standarder som används för produktgodkännande, som EN 54, ISO 7240, FM 3210, UL 268, etc., är omfattande. Men testerna i dessa standarder har utvecklats för förhållanden i en byggnad och täcker inte de extrema miljöer som finns i motorrummet på tunga fordon. För att användas för fordon måste de anpassas för att inkludera dessa förhållanden samt kompletteras med applikationsspecifika tester. Detta sker delvis på ett kvalitativt sätt för tåg, flygplan och fartyg, där dessa typgodkännandestandarder för byggnader ofta nämns eller används som ett exempel på en standard som kan användas som ett komplement till de applikationsspecifika kraven. De applikationsspecifika kraven är dock ofta väldigt kvalitativa. Till exempel, för fartyg konstateras det bara att ett branddetekteringssystem skall tåla den miljö den placeras i med avseende på till exempel vibrationer, temperaturvariationer och korrosionsrisker. Vissa riktlinjer, såsom ARGE Guidelines för tåg, rekommenderar ett fullskaligt prestandatest.

Det finns också vissa standarder, som presenteras i rapporten, som har vissa kvantitativa krav som är specifika för användning i fordon. Vibrationer och stötar är mycket allvarigare i ett fordon än i en byggnad, men det kan också variera en hel del mellan t.ex. vägfordon och terrängfordon. Detektorer som ska användas i husbilar har ett separat kapitel i UL 217, som kräver att vibrationstestet ska pågå i 5 dagar istället för 4 timmar, vilket är kravet för installation i byggnader. Övriga testparametrar är samma, som maximal acceleration på 1,2 g (frekvensområdet 10-35 Hz). STANAG 4317 (terrängfordon) har flera vibrationstest, med maximal acceleration på 5 g (frekvensområdet 5-500 Hz) och som högst pågår i cirka 3 timmar. FM 5970 (terrängfordon) kräver maximal acceleration på 10 g (frekvensområdet 10-60 Hz) och

4 timmars varaktighet för varje axel, kompletterat med en chocktest på 5000 halvsinus chocker med maximal acceleration på 10 g.

Tester med temperaturvariationer och fuktighet för husbilar i UL 217 modifieras med längre varaktighet och i EN 14604 (har också ett separat kapitel för husbilar) kompletteras testerna med en temperaturcykel. De högsta och lägsta temperaturerna är ca 65 ° C och -35 ° C. I STANAG 4317 används temperaturer på 85 ° C och -55 ° C, men med kortare varaktighet. Dessa standarder avser dock miljön i personutrymmen i fordon och inte motorutrymmen. FM 5970 är mer fokuserad på motorrummet och i denna standard används betydligt högre temperaturer; 100 ° C under 180 dagar (plaster) eller 800 ° C i 15 minuter (metaller).

När det gäller korrosionstester, inkluderar alla standarder för fordon som nämns ovan ett saltspraytest. Salt är ett korroderande ämne som är vanligt på vintervägar och är därför viktigt att tänka på för system som används i fordon.

Input från WP1, liksom från WP2 och från projektpartners var avgörande i arbetet med att definiera krav på miljötålighetstester som ingår i testmetoden som utvecklats inom projektet.

## 5.2 WP2 – Miljöfaktorer motor- och fordonskomponentutrymmen

Syftet med WP2 var att ge mätdata och teoretisk bakgrund av miljöfaktorer som är förknippade med motorrum på tunga fordon. Resultaten från WP2 har publicerats i SP Rapport 2015: 77 "Fire detection & fire alarm systems in heavy duty vehicles : WP2 – Factors influencing detector performance in vehicles ". Den första delen av den här rapporten presenterar mätdata från tre olika typer av fordon som används i olika miljöer. Mätdata inkluderar temperaturer, både lufttemperaturer och komponenttemperaturer, vibrationsegenskaper, beläggningar av smuts, partikelkoncentrationer och partikelstorleksfördelningar. Mätningarna utfördes på en stadsbuss vid körning på olika underlag (asfalt och grus), på hjullastare som körde och arbetade på en testbana och på en lastbil som opererar i en underjordisk gruva. För stadsbussen har mätningar även utföras då till exempel stora mängder avgaser förts tillbaka in i motorrummet och då heta ytor genererat vattenånga och rök. Mätserierna blev inte så långa som det ursprungligen var tänkt och inkluderade inte heller alla de områden som var avsett, men tillräcklig data kunde ändå bli insamlad. En diskussion om den stora variationen av geometri och ventilationsförhållanden för olika motorrum presenteras i rapporten.

Den andra delen av rapporten ger en teoretisk förståelse av de faktorer som påverkar hållbarheten och prestandan hos komponenter i motorutrymmet på fordon. De fenomen som diskuteras är korrosion, åldring, temperaturvariationer, vibrationer, mekaniska stötar, elektromagnetisk kompatibilitet, och inträngning av vatten och damm. Det finns också en sammanfattning och diskussion av en lämplig testmetod för varje typ av påverkan som kan användas för att verifiera att komponenten klarar miljön.

### 5.2.1 Slutsatser

Miljöförhållandena i motorrummet på tunga fordon varierar kraftigt, inte bara på grund av variationer i fordonets konstruktion, utan även beroende på verksamhet i olika miljöer, från en vanlig asfaltväg i en stad till en underjordsgruva. Det arbete som utförs i detta arbetspaket har resulterat i mätdata från några vanliga fordon. Tillsammans med information från standarder och allmänt kända fakta från förbränningsmotorer kan följande uppgifter om miljöförhållanden sammanställas.

Temperaturer på heta ytor, t.ex. turbo och avgassystem, når i ett motorrum snabbt 450 ° C enligt mätningar som utförs. Det är dock allmänt känt att under tuffare förhållanden kan de lätt uppgå till mer än 650 ° C. Lufttemperaturen i ett motorrum varierar beroende på avstånd till heta ytor, ventilation etc. På den svala sidan av en motor är det sällan mer än 90 ° C, men på ett avstånd på 20 cm från grenröret hos en lastbil mätts temperaturer upp till 190 ° C och temperaturer på över 120 ° C bibehölls under längre tidsperioder.

Volym på motorrum varierar i allmänhet från 1 m<sup>3</sup> till 10 m<sup>3</sup>, om man exkluderar väldigt stora mobila utrustningar/fordon. Vissa motorrum har inga eller få komponenter i vissa områden, medan andra motorrum är helt belamrade från golv till tak. Området runt motorn är ofta samma med komponenterna som ligger



ganska tätt tillsammans, men resten av motorrummet kan vara antingen nästan tomt eller belamrat med andra komponenter och extrautrustning.

Ventilation och luftflöde är en annan fråga som skiljer sig från fordon till fordon. Vissa motorrum är nästan helt täta utan ventilation, medan andra har hög luftomsättning eller är helt öppna för omgivningen.

Fordon utsätts för vibrationer och mekaniska stötar från körningen i sig och ibland även från t.ex. hål i vägbanan, en kantsten eller en sammanstötning. Mätningarna som utfördes visade vibrationer på 8,5 g i maximal acceleration och konstant accelerationer mellan 0,2-1 g (om gravitationsacceleration räknas bort).

Ett motorrum på ett fordon är en miljö som ofta är mycket korroderande med varierande temperaturer och luftfuktighet och vägsalt under vintermånaderna. De komponenter som är installerade i ett motorrum måste därför ha hög motståndskraft mot korrosion.

Partikelkoncentrationer och smuts varierar främst på grund av yttre omständigheter och var fordonet används, men också graden av inneslutning och ventilationsförhållanden kommer att ha en stor inverkan på mängden partiklar som kommer in i motorrummet.

Det är mycket viktigt att komponenter som är installerade i motorrummet på tunga fordon kan hantera de miljöförhållanden som diskuterats ovan. Lämpliga standarder och provningsmetoder diskuteras i WP2-rapporten, som tillsammans med input från mätningar, från projektpartners och från WP1 lade grunden för de miljötålighetstester och krav som ingår i den nya testmetod som utvecklats inom projektet.

Vissa krav, t ex korrosionsbeständighet, testas likadant för alla typer av fordon, medan andra faktorer, såsom vibrationer, har olika kravnivåer för vägfordon och terrängfordon. Exponering av partiklar och olika ventilationsförhållanden i lämpliga geometrier inkluderas i prestandatesterna (brandtester).

### 5.3 WP3 – Brandorsaker i tunga fordon och riktlinjer för riskanalys

Syftet med WP3 var att studera brandorsaker och ge underlag till hur man utför en riskanalys. En analys krävs för att identifiera brandrisker och för att veta hur man installerar ett branddetekteringssystem i ett fordon. Syftet med riskanalysen är att identifiera var brandriskerna i ett motorrum finns, bestämma de möjliga konsekvenserna av en incident vid dessa platser och besluta hur man installerar ett branddetekteringssystem för att detektera branden. Detta beror på brandscenariot och till exempel var branden kommer vara begränsad i storlek, vilket innebär mindre behov av tidig upptäckt, eller var den kan växa snabbt, vilket innebär ett stort behov av tidig upptäckt. Detta arbete har också legat till grund för en ny metod för riskhantering, "SP Method 5289 - Fire Risk Management Procedure for Vehicles".

Arbetet inkluderar även en studie av vilka villkor som behövs för att antända och underhålla en brand och vilka brandorsaker och antändningskällor som finns i ett fordon, främst i motorrummet. Brandutredare har konsulterats angående vilka brandorsaker de har stött på och dessutom har flera statistiska studier granskats.

Inom arbetspaketet har en kandidatuppsats om bussbränder i Sverige mellan 2005-2013 skrivits för att tillhandahålla statistik om t.ex. antal bränder, brandkälla, omfattning av brand och brandbekämpningsåtgärder.

#### 5.3.1 Slutsatser

Samma allmänna villkor för att starta och upprätthålla bränder gäller för fordon som för allt annat. En brand behöver värme, bränsle och syre. I ett motorrum finns normalt tillräckligt med syre. Det betyder att det är avgörande att hålla bränsle och värme separerat för att undvika bränder.

Värmekällorna är t.ex. avgassystemet (från grenrör och turboaggregat och vidare till avgasröret), friktion från rörliga delar (t.ex. felaktiga bromsar eller andra mekaniska fel), och elektriska fel (t.ex. komponentfel, isoleringsfel). Gnistor kan även genereras från t.ex. generatorer. Bränslekällor är alla brännbara material (t.ex. isoleringsmaterial, plastdetaljer, slangar, filter) och vätskor (oljor, diesel).

För att undvika bränder bör bränsleledningar i huvudsak dras på en sida av motorn och avgassystemet på den andra. Fasta bränslen som plastkomponenter bör hållas på ett säkert avstånd från heta ytor. Dock är separation inte alltid möjligt; kablar har plastisolering och bromsar är naturligtvis nära däcken. De vanligaste brandorsakerna är isolationsfel på elektriska kablar, mekaniska fel, punkterat däck eller påliggande bromsar, bränsleläckor på heta ytor och elektriska komponentfel.

I Sverige var ett årligt genomsnitt på 0,76% av den totala bussflottan inblandade i brandrelaterade incidenter mellan 2005-2013. De vanligaste brandområdena var motorrum (64%) och hjulhusen (20%). Övertändning inträffade i 7% av de rapporterade händelserna och i 49% av dessa fallen började branden i motorrummet. För övriga 51% är det okänt var branden började. I 26% av alla brandincidenter släckte bussföraren (eller annan personal) bränderna.

När det gäller riskanalysen konstaterades det att det inte bara är viktigt att koncentrera sig på brandorsaken, dvs. tändkällan och var branden startar, utan också på följande brandförlopp, dvs. var brandtillväxt och spridning sker. På platser där branden sannolikt kommer att växa långsamt är kanske behovet av tidig upptäckt mindre, men på platser där branden kommer att växa snabbt eller där risken för brandspridning till kritiska komponenter eller förar- eller passagerarutrymmet är stor finns det behov av snabbare upptäckt. Där branden sannolikt börjar växa bedöms vara lika viktigt för ett detektionssystem som där branden sannolikt startar. Det är viktigt att täcka alla aspekter av brandorsaker när en riskanalys utförs; riskmönster, historiska brandorsaker, underhållsrutiner, miljöer och slitage av komponenter.

## 5.4 WP4 – Detektionssystem för motor- och fordonskomponentutrymmen

Syftet med WP4 var att testa och utvärdera relevanta branddetektionssystem för att bestämma egenskaper och fördelar / nackdelar med de olika systemen. Testerna lade grunden för fastställandet av brandscenarier, testupställningar, provningsförfaranden och kravställningar som införts i den nya testmetod som utvecklats i WP6.

I WP4-rapporten ingår två delar: en teknisk beskrivning av branddetektionstekniker som vanligen används i motorrum eller tekniker som är relevanta men ännu inte används, och en översikt av testresultat från tester utförda för att utvärdera olika detektionstekniker.

### 5.4.1 Slutsatser

Detektionssystem för motorrum på fordon använder nästan uteslutande värme som kriterium för branddetektering i dag. Både punkt och linjära värmedetektorer är vanliga och det finns flera olika tekniker som används. Värmedetektorer är i allmänhet mycket billigare än flamdetektorer och rök / gasdetektorer, och ger i allmänhet en hög grad av tillförlitlighet och robusthet. Smuts och damm har exempelvis sällan så mycket effekt på värmedetektorer som för andra tekniker. En annan fördel är att de kan vara mycket enkla och t.ex. inte innehålla några elektroniska kretsar alls för aktivering av släcksystemet. Men de höga omgivningstemperaturer och luftflöden som finns i motorrum gör värmedetektering till en utmaning. I allmänhet måste sensorn vara mycket nära eller till och med i flamman för att branden ska detekteras. Med avseende på detta har linjära detektorer en fördel gentemot punktdetektorer då de täcker in många fler punkter i motorrummet.

Om flamdetektorer används är de ofta ett komplement till värmedetektering och avsedda för snabb respons i händelse av en spraybrand eller en stor poolbrand. Responstiden kan vara mindre än en sekund om branden är i synfältet för detektorn och tillräckligt stor. Men obstruktioner är en utmaning och kan förhindra detektering om inte branden är tillräckligt stor. Dessutom upptäcks ibland inte långsamt växande bränder alls på grund av bakgrundskompensering. Flamdetektorer påverkas inte av luftflöde, men kan få problem med damm och smuts på detektorlinsen.

Rök / gasdetektorer har en unik förmåga att upptäcka pyrande bränder och långsamt växande bränder på ett tidigt stadium. Dessutom är det lättare att täcka in ett helt motorrum jämfört med värmedetektorer. Däremot kan smuts, damm och avgaser generera falsklarm och detektorerna kan kräva kortare serviceintervaller.

En avvikelse från projektplanen är att projektet inte lyckades belysa själva integreringen av systemen i fordonen i den grad som det ursprungligen var tänkt. Det visade sig skulle kräva alltför ingående undersökningar av specifika leverantörers system och möjligheter.

## 5.5 WP5 – Detektionssystem för inre slutna fordonsutrymmen

Syftet med WP5 var att ge rekommendationer om vilken typ av branddetektionssystem som skall användas och hur dessa system bör installeras i busstoalettutrymmen samt förarsovutrymmen på bussar. I juli 2014 kom ett nytt UNECE krav som säger att värme eller rök ska detekteras i dessa utrymmen. Arbetet i WP5 presenterades därför i lämplig tid i anslutning till dessa nya krav angående branddetektionssystem i toalettutrymmen samt förarsovutrymmen på bussar.

Arbetet inom WP5 och installationsrekommendationer har publicerats i SP Rapport 2014: 28 "Fire detection & fire alarm systems in heavy duty vehicles : WP5 – Fire detection in bus and coach toilet compartments and driver sleeping compartments ". De viktigaste resultaten och överväganden har också publicerats som en artikel i *Case Studies in Fire Safety*. Rekommendationerna bygger i huvudsak på fullskaliga brandförsök som utförts i modeller av en busstoalett och förarsovutrymme. Totalt 26 olika bussar från en mängd olika leverantörer undersöktes för att få underlag för att bygga realistiska modeller. Fem olika branddetektionssystem testades: en linjär värmedetektor, en punktrökdetektor, en punkt rök / värmedetektor, en aspirerande rök / värmedetektor, samt ytterligare en aspirerande rökdetektor. Dessa detektorer placerades på flera olika positioner för att utvärdera hur dessa detektorer bäst installeras. Detektorerna exponerades för olika brandscenarier och olika brandkällor användes såsom pappershanddukar i papperskorgen, plast och gummi som representerade brand i elektriska komponenter och kablar och en madrass i sovutrymmet. Totalt 18 olika fullskaliga brandförsök genomfördes.

Bagageutrymmet är inte uttryckligen nämnt i det nya UNECE kravet, men det rekommenderas att sätta detektorer där också. I bagageutrymmet finns en mängd olika potentiella brandkällor. I arbetet har det konstaterats att lufthastigheter upp till 10 m / s är inte ovanliga i luftströmmar i bagageutrymmet, vilket gör det viktigt att undersöka var detektorerna bör placeras utifrån specifika luftflöden.

Den mest intressanta upptäckten i detta arbete var den stora effekten av ventilationsfläkten i busstoalettutrymmen. I flera brandscenarier var effekten av fläkten så stor att en branddetektor i taket i toalettutrymmet inte skulle ge ett larm i ett tidigt skede av en brand.

### 5.5.1 Slutsatser

Rökdetektorer är i allmänhet mycket snabbare än värmedetektorer, vilket är fallet i alla tester som genomförts. I dessa testerna har bränderna utvecklats ganska snabbt, och för långsamt växande bränder skulle förmodligen fördelen med rökdetektorer jämfört med värmedetektorer vara ännu större. Men det finns platser där värmedetektorer kan övervägas, t ex i det dolda utrymmet under tvätthon i toalettutrymmen eller nära papperskorgen där detektorn förväntas vara i omedelbar närhet av branden. I mycket trånga utrymmen och i andra fall där detektorn är i närheten av de potentiella brandkällorna kommer värmedetektorer också att reagera relativt snabbt. Fördelarna med att använda värmedetektorer i dessa utrymmen är att de ofta är billigare och mer robusta. De kan också kräva mindre underhåll och kontroll än rökdetektorer.

I toalettutrymmen är det vanligt att installera en brandvarnare i taket, men testerna visade tydligt att med en fungerande fläkt kan det vara svårt att upptäcka en papperskorgsbrand eller kabelbrand enbart med en brandvarnare i taket. En detektor i taket är användbar som en del av ett integrerat detektorsystem. Baserat på det arbete som presenteras i WP5-rapporten rekommenderas att detekteringssystemet bör bestå av minst en brandvarnare i taket och en värme eller rökdetektor i det dolda utrymmet med fläkten, särskilt om detta utrymme även innehåller papperskorgen. I toalettutrymmen på flygplan används alltid värmedetektering tillsammans med lokalt släcksystem ovanför papperskorgen som ett komplement till den rökdetektor som sitter i taket.

Om rökdetektorer används i många utrymmen kan aspirerande system användas istället för punktrökdetektorer. Fördelen med detta tillvägagångssätt är att endast en detektor behövs och systemet

samlar då luft från exempelvis både taket och andra utrymmen på toaletten. Mer avancerade aspirerande system kan potentiellt också sampla luft från olika platser runt om i hela bussen. En aspirerande detektor i toalettutrymmet har också en stor fördel i att detektorn är dold och skyddad. Enligt bussföretagen har de problem med passagerare som tar ner detektorerna. I synnerhet har det visat sig att rökare är benägna att manipulera med detektorer i toalettutrymmen. Därför är det viktigt att överväga om cigarettök bör resultera i ett brandlarm eller inte. De flesta av de testade detektorerna larmar inte på cigarettök, som delvis beror på det faktum att dessa detektorer är utformade för att ha en hög motståndskraft mot falsklarm. En nödutrymning på en motorväg, på grund av en rökare, kan resultera i andra risker som också bör beaktas när man överväger huruvida detekteringssystemet bör upptäcka cigarettök eller inte.

Ett annat viktigt övervägande vid installation av detektorer i toalettutrymmet är behovet av att undvika luftflödet från luftintaget. Testerna har visat att detekteringstiden kan fördröjas avsevärt med detektorn placerad i luftströmmen, upp till en halv minut i dessa tester. Denna skillnad kan vara ännu större för långsamt växande bränder.

Testerna i sovutrymmet indikerade bättre cirkulation och snabbare rökspridning än väntat. Tidsskillnaden mellan att ha detektorn nära branden eller vid den motsatta änden av utrymmet var ganska liten. Men resultaten visar att detektorerna ska placeras nära taket. Dessutom har brandkällan (madrassen) analyseras med avseende på toxiska gaser i röken. Resultaten visade att tiden för utrymning efter aktivering av ett brandlarm är cirka 30-60 sekunder innan det är direkt farligt för liv och hälsa i utrymmet. Responstiden för detektorerna varierade beroende på märke och modell.

Några av brandtesterna har också simulerats i FDS (Fire Dynamic Simulator). Resultaten visade att datorsimuleringar kan användas för vägledning för detektorplacering i dessa typer av utrymmen. För komplexa geometrier kan detta verktyg vara effektivt för utvärdering av var detektorerna ska placeras.

## 5.6 WP6 – Utveckling av internationell standard

Syftet med WP6 var att utveckla en ny testmetod för branddetektion i motorrum på tunga fordon som kan implementeras som en internationell standard. Detta gjordes med hjälp av den information som tagits fram i projektet, såsom information om andra standarder och forskning inom området (WP1), kunskap om egenskaper och miljön i motorrum (WP2), kunskap om brandorsaker och brandscenarier i motorrum (WP3), samt erfarenhet av hur detektionssystem fungerar i tester och utvärdering av olika testuppställningar och testscenarier (WP4).

Testmetoden har publicerats som SP Method 5320 "Test method for fire detection systems installed in engine compartments of heavy vehicles". Metoden innefattar prestandatester samt miljötålighetstester. Det finns två allmänna prestandatester som utförs i en standardiserad mockup med typiska motorrumsegenskaper; ett "system coverage test" och ett "response time test". Dessutom testas värmesensorer, flamsensorer och rök / gassensorer separat för aktiveringstemperatur / känslighet, falsklarm (endast värmesensorer) och synfält (endast flamsensorer). Miljötålighetstesterna utvärdera förmågan hos detektionssystemet att motstå korrosion, åldring, temperaturvariationer, vibrationer, stötar, elektromagnetisk interferens och inträngning av vatten och damm.

Delar av SP Method 5320 kommer också att ligga till grund för ett förslag om internationella krav som kan implementeras i UNECE Reg. 107.

## 5.7 Bidrag till programspecifika mål

Projektet adresserar programmet fordons- och trafiksäkerhet och mer specifikt: "Security" (6.F.) samt Förarstöd och relaterade gränssnitt mellan förare och fordon (6.C.)

I synnerhet har detta projekt bidragit till att följande mål för programmet uppfylls:

Mål	Kommentar
Medverka till en fortsatt konkurrenskraftig fordonsindustri i Sverige	<p>Oron för fordonsbränder har internationellt sett seglat upp på dagordningen och blivit en alltmer prioriterad fråga på senare år. Det skulle kunna nämnas många exempel på detta, ett är införandet av Europeiskt krav på automatiskt släcksystem i bussar från år 2018. Det finns även exempel på fordonstillverkare som varit nära att bli bojkottade efter ett antal bränder. Att Sverige ligger i framkant gällande kompetens kring brandsäkerhet i fordon – och genom detta projekt specifikt avseende branddetektion – kan hjälpa oss att förebygga sådana incidenter och därmed slippa att tappa marknadsandelar.</p> <p>Genom att behoven hos svensk fordonsindustri tagits i beaktande under projektets utveckling av ett standardförslag som sannolikt kommer att få internationell genomslagskraft.</p>
Genomföra industriellt relevanta utvecklingsåtgärder	Bränder i tunga fordon är återkommande incidenter. Bra detektionssystem innebär förhöjd säkerhet. Detta projekt har tagit fram en standardiserad metod för att utvärdera och därmed kunna jämföra olika systems egenskaper mellan varandra på ett tillförlitligt sätt vilket det tidigare har saknats testmetoder för att kunna göra.
Leda till industriell teknik- och kompetensutveckling	Projektet har publicerat ett flertal rapporter, konferensbidrag och artiklar samt genomfört projektseminarium. Förutom detta har kompetensen bland projektparter och i synnerhet hos SP som forskningsutförare stärkts. Projektet har därmed bidragit till kompetensutvecklingen i ett område som det i övrigt till stor del saknats tillämpad forskning inom.
Medverka till att konkreta produktionsförbättringar görs hos deltagande företag	Testmetoden som tagits fram och den mängd tester som utförts i projektet har medverkat till att leverantörerna har fått större kunskap om vilka lösningar som är bra och mindre bra. Detta kommer, i kombination med följderna av den nya standard som tagits fram, med största säkerhet leda till produktutveckling.
Verka för att ny kunskap tas fram och implementeras, samt att befintlig kunskap implementeras i industriella tillämpningar	Projektet har inneburit att såväl ny som befintlig kunskap blivit implementerad i testmetod, UNECE-standardförslag, riktlinjer för systeminstallation samt verktyg för riskbedömning.
Stärka samverkan mellan fordonstillverkare, underleverantörer, universitet, forskningsinstitut och fordonsanvändare	Genom de många projektdeltagarnas, inte minst underleverantörernas, inblandning i projektet har samverkan stärkts. Inom ramen för projektet har även tre examensarbeten utförts och därmed kontakten till universitetet.

## 6 Spridning och publicering

### 6.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	X	Projektresultatet har spridits genom ett flertal konferensbidrag, rapporter och artiklar samt projektseminarium.  SP har fått förfrågan från projektdeltagare om att hålla utbildningar för deras personal inom området brandrisker för fordon och planerar att genomföra detta. Resultat från projektet kommer att utgöra en central del i utbildningarna.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	X	Resultat från projektet kommer att användas vid fortsatta projekt, bl.a. ett planerat kommande projekt om branddetektion i gruvfordon.  Den testmetod som tagits fram i projektet blir en del av ett nytt certifieringssystem för branddetektionssystem som SP utvecklar som en fortsättning på projektet. Flera projektdeltagare har redan visat mycket stort intresse av att certifiera sina detektionssystem.  Det verktyg för riskbedömning som tagits fram i projektet har utvecklats vidare och används nu av fordonstillverkare.
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt		
Introduceras på marknaden		
Användas i utredningar/regelverk/ tillståndsärenden/ politiska beslut	X	Den testmetod som tagits fram i projektet förväntas bli en del av den internationella fordonslagstiftningen UNECE Regulation 107 i likhet med den av SP tidigare utvecklade testmetoden för brandsläckningssystem.

### 6.2 Publikationer

#### 6.2.1 Rapporter

SP Rapport 2016:85 Fire detection & fire alarm systems in heavy vehicles – Final Report  
Willstrand, Ola, Karlsson, Peter, Brandt, Jonas

SP Rapport 2015:77 Fire detection & fire alarm systems in heavy duty vehicles : WP2 – Factors influencing detector performance in vehicles  
Willstrand, Ola, Brandt, Jonas, Karlsson, Peter, Ochoterena, Raúl, Kovacevic, Vedran

SP Rapport 2015:68 Fire detection & fire alarm systems in heavy duty vehicles : WP1 – Survey of fire detection in vehicles  
Willstrand, Ola, Karlsson, Peter, Brandt, Jonas

SP Rapport 2015:43 Bus fires in Sweden 2005 - 2013  
Rakovic, Alen, Försth, Michael, Brandt, Jonas

SP Rapport 2014:28 Fire detection & fire alarm systems in heavy duty vehicles WP5 – Fire detection in bus and coach toilet compartments and driver sleeping compartments  
Willstrand, Ola, Brandt, Jonas, Svensson, Robert

Master thesis  
Durability requirements for fire detectors mounted in engine rooms of heavy vehicles – A theoretical study  
Kovacevic, Vedran  
Lund University, 2015

Bachelor thesis  
Bus fires in Sweden 2005-2013 – Frequency, Origin Area, Fire Extent and Extinguishing Efforts  
Rakovic, Alen  
Luleå University of Technology, 2014

Bachelor thesis  
Fire detection and fire alarm systems in trains and aircrafts – A pilot study  
Stonegård, Johan, Martin, Svensk  
Luleå University of Technology, 2013

### **6.2.2 Konferensbidrag och artiklar**

New Test Method for Fire Detectors in the Engine Compartment of Heavy Vehicles  
Proceedings from 4th International Conference on Fire in Vehicles - FIVE 2016, 209-218, Borås, Sverige  
Willstrand, Ola, Brandt, Jonas, Karlsson, Peter

Detection of fires in Heavy Duty (HD) vehicles  
Enhanced Safety of Vehicles ESV2015 Paper No-15-0074-W, 15-0074-W, Göteborg, Sverige  
Brandt, Jonas, Willstrand, Ola, Ochoterena, Raúl, Rakovic, Alen, Försth, Michael

Detection of fires in Heavy Duty (HD) vehicles  
Suppression, Detection and Signaling Research and Applications Symposium (SUPDET 2015)  
Peoples, Joey

Detection of fires in the toilet compartment and driver sleeping compartment of buses and coaches - installation considerations based on full scale tests  
Case Studies in Fire Safety, 5 (2015), 1-10  
Willstrand, Ola, Brandt, Jonas, Svensson, Robert

Detection of fires in Heavy Duty (HD) vehicles  
Proceedings from 15th International Conference on Automatic Fire Detection - AUBE'14, 171-178, Duisburg, Germany  
Willstrand, Ola, Brandt, Jonas, Ochoterena, Raúl, Försth, Michael

Detection of fires in Heavy Duty (HD) vehicles  
Proceedings from 3rd International Conference on Fire in Vehicles - FIVE 2014, 201-207, Borås, Sverige  
Ochoterena, Raúl, Willstrand, Ola, Brandt, Jonas, Försth, Michael

Detection of fires in the engine compartment of heavy duty vehicles, a theoretical study  
SAE Technical Papers, SAE 2014 World Congress and Exhibition; Detroit, MI; United States; 8-10 Apr., 2014, 1, 0423  
Ochoterena, Raúl, Hjøhman, Maria, Försth, Michael

### **6.2.3 Branschtidskrifter**

Fire Detection in Heavy Vehicle Engine Compartments  
FS-World.com, Fire & Safety Magazine – Detection & Suppression, Fall 2016 Issue  
Willstrand, Ola, Karlsson, Peter

Ny testmetod för branddetektion i tunga fordon  
Brandposten, 2016:54, 24  
Willstrand, Ola, Brandt, Jonas, Karlsson, Peter

Branddetektion och brandlarm i tunga fordon  
Brandposten, 2014:51, 16  
Karlsson, Peter, Brandt, Jonas, Willstrand, Ola

Branddetektion i toalett och förarsovhytt i bussar  
Brandposten, 2014:50, 36-37  
Willstrand, Ola, Brandt, Jonas, Svensson, Robert

## **7 Slutsatser och fortsatt forskning**

Projektet har varit omfattande, såväl avseende tekniskt innehåll som deltagande parter. Det har medfört förseningar i projektet, vilket visserligen inte har försämrat resultatet men däremot genererat viss otålighet från några parter som redan när projektet startade hade önskat ett tidigare avslut. Detta eftersom de varit mycket intresserade av den testmetod och standardförslag som varit projektets huvudmål och som skulle fylla en lucka i standarder för brandskyddssystem.

Projektet har inneburit tillämpad forskning och kompetenshöjning inom området branddetektion i fordon men även gett konkreta resultat som tagits emot väl. Den metod för riskhantering som tagits fram har utvecklats vidare efter avslutat arbetspaket och används nu aktivt av åtminstone en fordonstillverkare inom ramen för sitt kvalitetsarbete för att minska riskerna för brand. Fler fordonstillverkare har visat intresse av att påbörja arbetet att implementera metoden. Även utbildningsinsatser kopplade till projektresultatet har efterfrågats och är planerade att utföras.

Även den testmetoden för branddetektionssystem som tagits fram inom projektet har rönt stort intresse. Målsättningen med testmetoden är att den skall implementeras i UNECE Regulation 107 och därmed bli krav för bussar i Europa. Bakgrunden till denna förväntan på att metoden faktiskt kan bli lagtext är att forskargruppen tidigare varit med om att ta fram de krav som nu gäller för brandsläckningssystem i Europa och fått konkreta förfrågningar från beslutsfattare inom UNECE om att även utveckla en metod för detektionssystem. Det utvecklingsarbetet har möjliggjorts genom detta projekt. Därmed har projektet medverkat till stärkt konkurrenskraft för svensk fordonsindustri genom att svenska fordonstillverkare kunnat vara med och påverka utformningen av standardförslaget.

Projektet har inneburit nya givande kontakter mellan olika projektparter och att företag utanför den direkta fordonsindustrin dragit nytta av FFI-programmet. Som ett exempel kan nämnas LKAB som fått konkret nytta av projektet genom tester och kontakter med projektets systemleverantörer. Det har även inneburit att fortsatta gemensamma projekt planeras gällande detektion och släckning i gruvfordon, vilket kommer att innebära ett fortsatt utbyta mellan gruv- och fordonsindustrin inom detta område. Ett resultat av de många internationella parterna är att svensk fordonsindustri fått viktiga bidrag från en stor del av den internationella expertisen inom området.

Det finns behov av fortsatt forskning inom området. Ett område är möjligheten att detektera brandrisk innan brand uppstår. Det finns här behov av såväl ny kunskap som att överföra kunskap från andra områden till



fordonsspecifika applikationer. Ett annat område är fortsatt utveckling av datorsimuleringsverktyg för att effektivt utvärdera var detektorerna ska placeras för optimal responstid.

## 8 Deltagande parter och kontaktpersoner

### Fordonstillverkare

**Volvo Buss**

Linda Frank

**Scania**

Peter Björn

**Volvo Lastvagnar**

Jesper Axelsson

**Volvo CE**

Per Björnberg

### Försäkringsbolag

**Trygg-Hansa**

Lars Nilsson

**IF Skadeförsäkringar**

Henrik Forell

**Länsförsäkringar AB**

Peter Sandgren

**Folksam**

Fredrik Westerlind

### Fordonsanvändare

**LKAB**

Ronnie Hansson

**Swebus**

Kigge Wendefors

**Göteborgs Spårvägar**

Anders Larsson

### Myndighet

**Transportstyrelsen**

Anna Ferner-Skymning

### Detektionssystemleverantörer

**Dafo Brand**

Johan Balstad

**Fogmaker International AB**

Andreas Svensson

**Consilium**

Klas Nylander

**Rotarex**

Sven Edlinger

**Amerex Corp.**

Kendell Pate

**Kidde Technologies**

Joey Peoples

**Firetrace Ltd.**

Tim Melton

**Fireduct**

Manfred Müller

**Fireaway**

Anthony Gee

**LVT**

Israel Skitnevsky

**Tyco**

Ronnie Drugan

**Spectrex**

Ian Buchanan