

PEV - Plattform för kommunikation med Trafikanter och Infrastruktur från Utryckningsfordon

Publik rapport



Författare: Mikael Erneberg, Benjamin El Banna
Datum: 2020-07-17
Projekt inom Trafiksäkerhet och automatiserade fordon

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary in English.....	3
3 Bakgrund	4
4 Syfte, forskningsfrågor och metod	5
5 Mål.....	6
6 Resultat och måluppfyllelse	6
6.1 Utryckningsfordons kommunikationsbehov samt kundbehov	6
6.2 Teknisk utvärdering av ITS-G5/802.11p och C-V2X.....	6
7 Spridning och publicering	9
7.1 Kunskaps- och resultatspridning	9
7.2 Publikationer.....	9
8 Slutsatser och fortsatt forskning.....	9
9 Deltagande parter och kontaktpersoner.....	9
9.1 Kontaktpersoner.....	10

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings- och innovationsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Trafiksäkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör drygt 400 Mkr.

För närvarande finns fem delprogram; Energi & Miljö, Trafiksäkerhet och automatiserade fordon, Elektronik, mjukvara och kommunikation, Hållbar produktion och Effektiva och uppkopplade transportsystem. Läs mer på www.vinnova.se/ffi.

1 Sammanfattning

Målet med projektet var att genomföra en förstudie för en plattform för kommunikation trafikanter och infrastruktur från utryckningsfordon. Projektet har analyserat både användarbehoven hos användare av utryckningsfordon och det tekniska möjligheterna med och skillnaderna mellan de två teknologierna ITS-G5 och C-V2X.

Utvärderingen av kundbehovet visade att rödljuskörning med utryckningsfordon anses vara en av de farligaste manövrarna. Det är svårt att kvantifiera exakt hur farligt men projektet estimerar att 37 900 olyckor med utryckningsfordon i korsningar sker årligen i Europa. Det kan estimeras att dessa olyckor resulterar i 164 dödsfall. Utöver problemet kring trafiksäkerhet innebär rödljus också en potentiell försening av utryckningen. I det angränsande projektet SafeSmart har det estimerats att om utryckningsfordon gavs grön våg kan det i snitt förkorta utryckningstiden med mer än 10%. Detta skulle innebära en årlig besparing för det europeiska samhället på 45mdEUR.

Med utgångspunkt från OSI modellen analyserades datakommunikation genom respektive ITS-G5 och C-V2X vilket gav slutsatsen att de största skillnaderna mellan teknologierna ligger i MAC-lagret. ITS-G5 använder sig av CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access-Collision Avoidance) och C-V2X av SB-SPS (Sensing Based-Semi-Persistent Scheduling). Rent teoretiskt är sannolikheten för paketkollisioner lägre med SB-SPS jämfört med CSMA/CA. Detta innebär att kommunikation över C-V2X rent teoretiskt bör kunna hantera större mängder trafik med bibehållen stabil kommunikationslänk jämfört med ITS-G5.

Med anledning av detta konstruerades en simuleringsmodell för att utvärdera begränsningar i MAC-lagret för ITS-G5. Simuleringsresultaten pekar på att en väldigt stor mängd noder behövs inom samma sändningsområde för att ITS-G5 kommunikationskanalen ska bli oanvändbar. Tas den fysiska propageringsmodellen med i bilden, den generella stadsplaneringen, och fordons ökande avstånd mellan varandra i och med ökande fordonshastigheter är det tydligt att det antal noder som behövs för att uppnå en problematisk stockning av ITS-G5 kommunikationslänken för V2I applikationer för utryckningsfordon inte kan ske i en verklig miljö. Det kan därför konkluderas att ITS-G5 som teknik uppfyller kraven som ställs för V2I applikationer för utryckningsfordon.

Sammanfattningsvis, har projektet visat att en V2I applikation för att ge utryckningsfordon prioritet vid trafikljus och korsningar kan spara det europeiska samhället 45mdEUR och förebygga delar av de 37 900 olyckor som sker med utryckningsfordon i europeiska korsningar årligen. De två framstående teknologierna, ITS-G5 och C-V2X, möter båda initialt de tekniska kraven för V2I för utryckningsfordon men ITS-G5 har kommit betydligt längre i standardiseringen och är idag en mer mogen teknik. I och med att olika fordonstillverkare ser ut att välja olika teknologier kan det dock antas att framtidens V2I kommer vara en hybridlösning där båda teknologierna låts existera.

Projektet har även lett till ett etablerat samarbete med flera partners för fortsatt arbete inom ramarna för EPIC - Emergency Vehicle Traffic Light Pre-emption in Cities som ansökts för Juni 2020.

2 Executive summary in English

The aim of the project was to carry out a feasibility study for a platform for communication with road users and infrastructure from emergency vehicles. The project has analysed both user needs of emergency services and technical possibilities and differences between the two technologies ITS-G5 and C-V2X.

The evaluation of end user needs showed that red light driving with emergency vehicles is considered to be one of the most dangerous manoeuvres. It is difficult to quantify exactly how dangerous, but the project estimates that 37,900 accidents involving emergency vehicles at intersections occur annually in Europe. It can be estimated that these accidents result in 164 deaths. In addition to the problem of road safety, red light also means a potential delay of the emergency response. In the neighbouring project SafeSmart, it has been estimated that if emergency vehicles were given a green wave, it can on average shorten the emergency response times by more than 10%. This would mean an annual saving for European society of EUR 45bn.

An OSI model based approach was used to analyze and compare ITS-G5 and C-V2X respectively, with the conclusion that the largest differences between the technologies lies in the MAC layer. ITS-G5 uses CSMA / CA (Carrier Sense Multiple Access-Collision Avoidance) and C-V2X uses SB-SPS (Sensing Based-Semi-Persistent Scheduling). Theoretically, the probability of package collisions is lower with SB-SPS than with CSMA / CA. This means communication using C-V2X should theoretically be able to handle larger amounts of traffic while still providing stable communication link.

Due to this, a simulation model was designed to analyse the MAC layer of ITS-G5. Simulation results indicate that a large amount of nodes are needed within the same transmission area for the ITS-G5 communication channel to become seriously congested. When the physical propagation model, the general urban planning and the increasing distance between vehicles with increasing vehicle speeds are considered, it is clear that the numbers of nodes required to achieve a problematic congestion of ITS-G5 communication channels for emergency vehicle V2I applications is highly unlikely to take place in a real environment. It can therefore be concluded that the ITS-G5 technology meets the requirements set for emergency vehicle V2I applications.

In summary, the project has showed that a V2I application giving emergency vehicles priority at traffic lights and intersections can save European society 45mdEUR and prevent parts of the 37,900 accidents that happen with emergency vehicles at European intersections annually. The two prominent technologies, ITS-G5 and C-V2X, both meet the technical requirements for V2I for emergency vehicles but ITS-G5 has come significantly further in the standardization and is today a more mature technology. Due to that different vehicle manufacturers seem to choose different technologies it can be assumed that the future V2I will be a hybrid solution where both technologies exist.

The project has furthermore led to an established collaboration between several partners for continued work within the framework of EPIC - Emergency Vehicle Traffic Light Pre-emission in Cities applied for June 2020.

3 Bakgrund

Europas vägar är de säkraste i världen på grund av en effektiv säkerhetspolitik och innovation för att möta de allt högre säkerhetskraven. Dessa framsteg har dock under de senaste åren avtagit, och trafikolyckor är fortfarande en ledande dödsorsak i Europa, med över 26 000 personer som omkom i trafiken 2017 och en uppskattad kostnad för samhället på minst 100 miljarder Euro, ~1% av BNP. Samtidigt fortsätter trafikvolymen och den genomsnittliga resans avstånd att växa. EU har satt upp ett mål att halvera antalet dödsfall i trafiken till 2020, ett mål som kräver omfattande ansträngningar för att förbättra trafiksäkerheten och minska antalet olyckor och dess konsekvenser.

I samtliga fall är blåljuspersonalens arbete kritiskt för att öka chanserna till ett positiv utfall efter en olycka. Samma grupp är också extra utsatt för fara i trafiken. Utryckningsfordon är överrepresenterade i trafikolycksstatistik och cirka 60% av olyckorna inträffar vid utryckning. För utryckningspersonal är detta ett arbetsmiljöproblem då 50% av de skadade personerna i olyckor med utryckningsfordon inblandade är utryckningspersonal. Vid utryckningskörning är sannolikheten sex gånger högre att det inträffar en dödlig krasch i jämförelse med körning av vanligt personfordon. Faktum är även att tre brandmän omkom vid arbete på olycksplats enbart i Sverige under 2016 vilket har lett till en omfattande diskussion kring blåljuspersonals säkerhet på vägarna.

EVAM, ett svenskt bolag som grundades 2015, utvecklar, producerar och säljer på en global marknad, ett revolutionerande trafikvarningssystem för utryckningsfordon: EVAM Transmitt. Kortfattat kan EVAM Transmitt beskrivas som ett modernt V2V-kommunikationssystem som genom att använda sig av det sedan 80-talet över hela Europa etablerade RDS-systemet och det faktum att nästan alla bussar, person- och lastbilar har ett infotainmentsystem med FM och RDS mottagare, möjliggör för räddningstjänst, ambulans, polis, vägunderhållsleverantörer och andra att kommunicera viktig information i realtid. Till exempel varningar om utryckningsfordon eller statiska hinder som vägarbeten, till bilister i den direkta närheten. Genom en tidig varning förbättras bilisters medvetenhet och därmed trafiksäkerhet och framkomlighet för utryckningsfordon, vilket sparar liv och tid.

EVAM Transmits teknologi är en beprövad teknik med stort genomslag men på grund av den tekniska utvecklingen inom fordons till fordons (V2V) och fordons till infrastruktur (V2I) kommunikation finns idag ytterligare möjligheter för att utvidga kommunikationsplattformens funktionalitet. Ett stort problem för utryckningsfordon är den omgivande elektroniska väginfrastrukturen i form av rödljus, elektroniska skyltar mm. Diskussioner om så kallade C-ITS system (Co-operative Intelligent Transport Systems) pågår för närvarande inom både EU och Sverige. Tanken är att fordon och infrastruktur utrustad med C-ITS, till exempel kan förmedla varningar till varandra, varefter förarna informeras om den kommande trafiksituationen i god tid för dem att vidta nödvändiga åtgärder för att undvika potentiella olyckor.

4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Projektet PEV syftade till att utreda möjligheten till att utöka kommunikationsplattformen EVAM Transmitt som främst baserar sig på RDS teknologi, att även inkludera C-ITS teknologi med fokus på V2I applikationer, kompatibelt med en framtida utrustad C-ITS standard i Europa. Projektet bedrevs som en förstudie och syftade till att förbereda för projektet EPIC - Emergency Vehicle Traffic Light Pre-emption in Cities som ansökt för Juni 2020.

För att uppnå detta syfte har flera aspekter studerats:

1. Utryckningsfordons specifika kommunikationsbehov i form av V2I samt kundbehov för prioritering av olika applikationer.
2. Analys av protokoll och standarder för kommunikation mellan utryckningsfordon och infrastruktur samt teknisk utvärdering av dessa. Analys av fysiskt lager samt MAC lager har skett för ITS-G5 802.11p genom simuleringskampanj.
3. Studie av olika systemlösningarnas alternativ för konstruktion av en kommunikationsplattform som är kompatibel med både EVAM Transmitt och framtida C-ITS system.

5 Mål

Huvudleverabeln från projektet är ett beslutsunderlag som skall vara tillräckligt underbyggd för att kunna leda till ett beslut om att investera i ett produktutvecklingsprojekt rörande en "Plattform för Kommunikation med Trafikanter och Infrastruktur från Utryckningsfordon".

Utöver ovan nämnda leverabel ska förstudien, vid lyckosamt utfall, bilda en väl sammansatt projektgrupp för vidare forskning och utveckling. Projektgruppen bör åtminstone bestå av minst ett välrenommerat forskningsinstitut inom området.

6 Resultat och måluppfyllelse

6.1 Utryckningsfordons kommunikationsbehov samt kundbehov

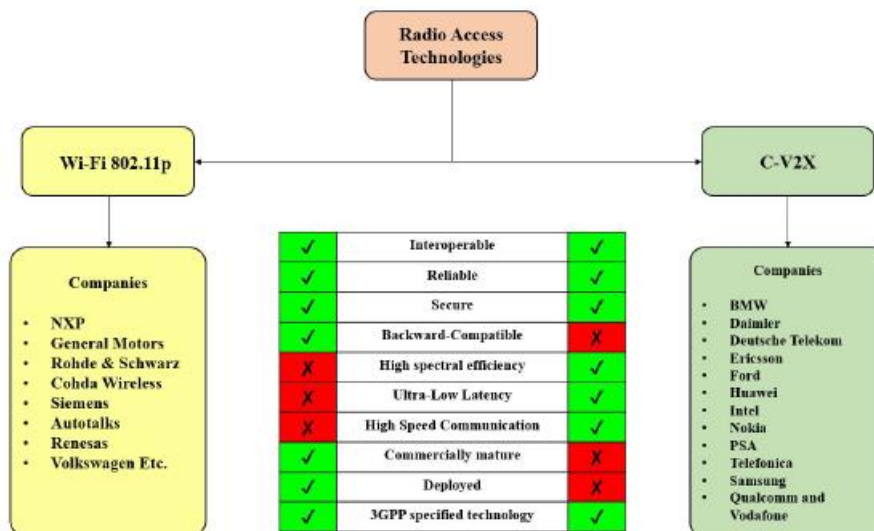
Under projektets gång har utryckningsfordons kommunikationsbehov kartlagts. Inicialt genomfördes en studie av upphandlingsmaterial för upphandlade utryckningsfordon i Sverige från 2015–2019. Studien syftade till att kartlägga vilka nya funktioner som efterfrågas och vilka funktioner som finns i dagens fordon gällande kommunikation.

Utöver detta genomfördes en mindre intervjustudie med användare av utryckningsfordon samt personer med nära koppling till eller stor erfarenhet av utryckningsfordon. Ett tydligt kundbehov och problembild utkristalliserade sig. En majoritet ansåg att rödljuskörning med utryckningsfordon anses vara en av de farligaste manövrarna. Det är svårt att kvantifiera exakt hur farligt men projektet estimerar att 37 900 olyckor med utryckningsfordon i korsningar sker årligen i Europa. Det kan estimeras att dessa olyckor resulterar i 164 dödsfall. Utöver problemet kring trafiksäkerhet innebär rödljus också en potentiell försening av utryckningen. I det angränsande projektet SafeSmart har det estimerats att om utryckningsfordon gavs grön våg kan det i snitt förkorta utryckningstiden med mer än 10%. Detta skulle innebära en årlig besparing för det europeiska samhället på 45mdEUR.

6.2 Teknisk utvärdering av ITS-G5/802.11p och C-V2X

Den tekniska utvärderingen har skett genom ett samarbete mellan EVAM och Kungliga Tekniska Högskolan där ett examensarbete handlett av Professor Claes Beckman och Benjamin El Banna, EVAM har utförts samt internt arbete hos EVAM. Den tekniska utvärderingen har fokuserat på att objektiva utreda skillnaderna mellan ITS-G5 och LTE Mode4 (PC5) och framtida 5G-NR. Både politiska och tekniska aspekter har vägts in i utvärderingen.

Både ITS-G5 och C-V2X har sina olika supportrar och argument, vilket framgår av **Error! Reference source not found.** ITS-G5 standardiseras av ETSI och C-V2X av 3GPP. ITS-G5 har varit under utveckling i över 20 år och är idag en mogen teknik där standardiseringsarbetet har kommit mycket långt på europeisk nivå. När det gäller C-V2X standardiserades detta först initialt 2017 i och med release 14 vilket adderade stöd för V2V. Idag pågår arbete med release 16 som baseras på 3GPP NR vilket ämnar möta kraven från flertalet V2X applikationer.



Figur 1 - Supporters av de olika radioaccesssteknologierna WiFi 802.11p (ITS-G5) och C-V2X

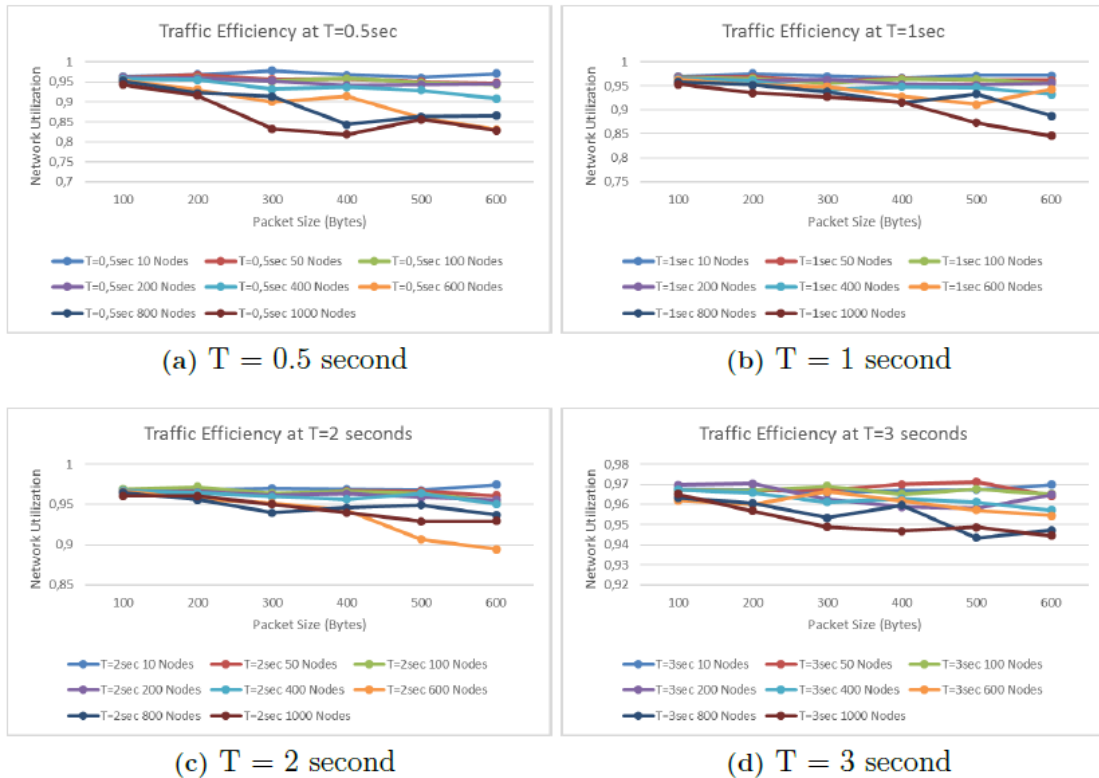
Samtliga kommunikationssystem kan modelleras efter den standardiserade OSI-modellen. Figur 2 visar en jämförande OSI modell för ITS-G5, den amerikanska motsvarigheten till ITS-G5, WAVE och C-V2X. Studeras modellerna framgår det att det fysiska lagret är detsamma för ITS-G5 och C-V2X men MAC-lagret skiljer sig åt och en jämförelse bör således inkludera detta. ITS-G5 använder sig av CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access-Collision Avoidance) och C-V2X av SB-SPS (Sensing Based-Semi-Persistent Scheduling).

OSI Layers	WAVE Model	ITS-G5 Model	LTE PCS Model	5G Model	
7	APPLICATION		Application (Services)	Application (Services)	
6	PRESENTATION		Open Transport Protocol	Applications and Facilities	
5	SESSION				
4	TRANSPORT	TCP/UDP	IP	Transport and Network	
3	NETWORK	IPV6			
2	DATA LINK	LLC	PDCP RLC	Open Wireless Architecture	
		MAC extension			DCC
		MAC			
1	PHYSICAL	IEEE 802.11p OFDM	OFDM	Access Technologies	

Figur 2 - OSI modell och V2X protokollstack

Rent teoretiskt är sannolikheten för paketkollisioner lägre med SB-SPS jämfört med CSMA/CA. Detta innebär att kommunikation över C-V2X rent teoretiskt bör kunna hantera större mängder trafik men fortfarande erbjuda en stabil kommunikationslänk. Frågan uppstår då; om det i verklig miljö är sannolikt att ett sådant scenario med så stor mängd trafik skapas så att ITS-G5 inte lyckas erbjuda en kommunikationslänk för förmedling av meddelandet inom rimlig tid för den valda applikationen.

En modell för MAC-lagret av ITS-G5 har konstruerats i Matlab och simuleringar har genomförts för att utreda sannolikheten för paketkollision för ITS-G5 relaterat till V2I applikationer för uttryckningsfordon. Figur 3 visar resultatet från simuleringsskampanjen. Tiden "T" relaterar till den maximala fördröjnings som tillåts från att meddelandet börjar skickas till att det har mottagits av mottagaren. Resultaten visar att tillåts tre sekunders fördröjning uppnår ITS-G5 över 94% effektivitet även vid stora datapaket (600 Bytes) och 1000 noder.



Figur 3 - Kommunikationseffektivitet över tid

Tas den fysiska propageringsmodellen med i bilden, den generella stadsplaneringen, och fordons ökande avstånd mellan varandra i och med ökande fordonshastigheter är det tydligt att det antal noder som behövs för att uppnå en problematisk stockning av ITS-G5 kommunikationslänken för V2I applikationer för uttryckningsfordon är högst osannolik i en verklig miljö. Det kan därför konkluderas att ITS-G5 som teknik uppfyller kraven som ställs för V2I applikationer för uttryckningsfordon.

7 Spridning och publicering

7.1 Kunskaps- och resultatsspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	X	Spridning av resultat i den akademiska världen. Litteraturstudien som genomförts har fungerat som kompetenshöjning hos EVAM.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	X	Resultaten av PEV ämnas att överföras till projektet EPIC - Emergency Vehicle Traffic Light Pre-emption in Cities som ansökts för Juni 2020.
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	X	Efter fortsatt teknisk utveckling ämnar EVAM att ta projektet vidare till ett produktutvecklingsprojekt som en del av bolagets kommunikationsplattform för utryckningsfordon.
Introduceras på marknaden		
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

7.2 Publikationer

Natarajan, Nikita, 2020, Concept evaluation of Wi-Fi 802.11p for emergency vehicles to communicate with traffic lights in the vicinity for safe and smooth passing of intersections, Examensarbete, Kungliga Tekniska Högskolan, Skolan för elektroteknik och datavetenskap

8 Slutsatser och fortsatt forskning

En V2I applikation för att ge utryckningsfordon prioritet vid trafikljus och korsningar kan spara det europeiska samhället 45mdEUR i förkortade utryckningstider och ha ett tydligt bidrag till nollvisionen genom att förebygga delar av de 37 900 olyckor som sker med utryckningsfordon i europeiska korsningar årligen.

De två framstående teknologierna, ITS-G5 och C-V2X, möter båda initialt de tekniska kraven för V2I för utryckningsfordon. ITS-G5 har däremot kommit betydligt längre i standardiseringen än C-V2X och är idag en mer mogen teknik. I och med att olika fordonstillverkare ser ut att välja olika teknologier kan det dock antas att framtidens V2I kommer vara en hybridlösning där båda teknologierna låts existera.

Projektet har lett till ett etablerat samarbete med Högskolan i Halmstad och samlingen av en stor referensgrupp med representanter från akademi, infrastruktur, offentliga sektorn och fordonstillverkarna. Denna grupp ämnar ta projektet PEV vidare i projektet EPIC - Emergency Vehicle Traffic Light Pre-emption in Cities som ansökts för Juni 2020.

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

Medverkande hos EVAM har varit Nikita Natarajan (Examensarbetare), Mikael Erneberg (Projektledare), Benjamin El Banna (Head of Engineering), Florian Curinga (Head of

Technology), Alex Hedberg (VD), Filip Östermark (Mjukvaruingenjör) och John Ljungberg (Hårdvarukonstruktör).

Från KTH:s sida har Claes Beckman och Jan Markendahl deltagit.

9.1 Kontaktpersoner



EVAM – H&E Solutions AB
Mikael Erneberg
mikael@evam.life



Kungliga Tekniska Högskolan
Claes Beckman
claesb@kth.se