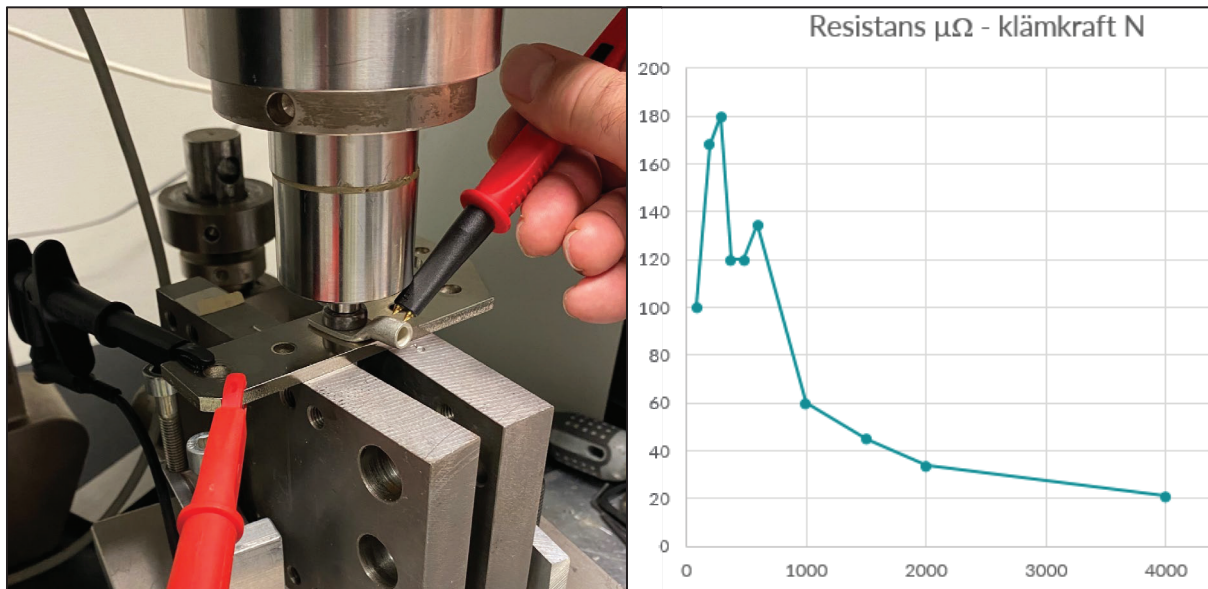


# FEED – Fastener Excellence for Electrical Drivelines

Publik rapport



Författare: Filip Bergman och Jan Skogsmo

Datum: 2022-04-04

Projekt inom FFI Fordonsstrategisk Forskning och Innovation,  
Hållbar Produktion

**FFI** Fordonsstrategisk  
Forskning och  
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

# Innehållsförteckning

<b>1 Sammanfattning .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Executive summary in English.....</b>	<b>4</b>
2.1 Background and Purpose.....	4
2.2 Investigations .....	5
2.3 Results .....	6
2.4 Conclusions.....	7
<b>3 Bakgrund.....</b>	<b>8</b>
<b>4 Syfte, forskningsfrågor och metod.....</b>	<b>9</b>
<b>5 Mål .....</b>	<b>10</b>
<b>6 Resultat och måluppfyllelse .....</b>	<b>11</b>
<b>7 Spridning och publicering .....</b>	<b>13</b>
7.1 Kunskaps- och resultatspridning.....	13
7.2 Publikationer.....	13
<b>8 Slutsatser och fortsatt forskning .....</b>	<b>14</b>
<b>9 Deltagande parter och kontaktpersoner.....</b>	<b>15</b>

## 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](http://www.vinnova.se/ffi).

# 1 Sammanfattning

Projektet FEED – Fasteners Excellence for Electrical Drivelines, är en förundersökning rörande skruvförband för elektriska tillämpningar i fordon.

Syftet har varit att utreda kunskapsläget och, om behovet fanns, planera inför ett försättningsprojekt med mer specifika arbetspaket.

Projektet har drivits av det informella nätverket SFN – Swedish Fasteners Network som är en grupp som redan idag arbetar med skruvförbandsteknik inom fordonsindustrin.

Elektriska kontakter kan naturligtvis utformas på olika sätt men projektet har fokuserat på elektriska anslutningar med hjälp av skruvförband, typiskt strömskenor, kabelskor och jordförband. Projektet har även granskat metoder och verktyg för montering.

Primärt har projektet tittat på högspänningssystemen (400-800V) i drivlinan vilka skall hantera höga strömstyrkor. Samtidigt måste även lågspänningssystemen (12-48V) för infotainment, vitala sensorer och säkerhetssystem fungera utan störningar.

Många elektriska skruvförband är inte tillräckligt mekaniskt robust konstruerade för att erbjuda den optimala elektriska funktionen under påverkan av yttre laster.

Materialval och ytbehandling är kritiska parametrar, inte bara för elektrisk ledningsförmåga utan även rörande korrosionsegenskaper, termiska och mekaniska egenskaper samt för att uppfylla EMC krav. (EMC - Electromagnetic Compatibility)

Konduktivitet, korrosionsbeständighet och EMC står till viss del i ett motsattsförhållande till varandra och man tvingas ofta till kompromisser.

Även mindre statiska urladdningar kan penetrera skyddande ytskikt och ge upphov till korrosionsproblem som med tiden leder till större problem.

De elektriska systemen måste således utformas för att vara robusta, säkra och långlivade i en svår yttre miljö. Just de kombinerade, samtidiga belastningarna i fordon (ex. korrosion, temperaturväxlingar, höga och varierande strömmar samt vibration) ställer mycket höga krav. Samtidigt måste lösningarna vara ekonomiska och anpassade för respektive tillverkares monteringsprocesser. Just monteringsaspekten är ofta förbisedd men är avgörande för funktionen, för säkerheten och för totalekonomin.

Det har även noterats att det finns en hel del kritiska skruvförband utan elektrisk funktion i de elektriska kringutrustningarna.

Den övergripande slutsatsen är att kunskapsluckorna är stora avseende skruvförbandslösningar för elektriska tillämpningar och att ett försättningsprojekt rekommenderas.

Ett förslag på fortsättningsprojekt har skickats till intresserade företag för synpunkter. Det ska resultera i en projektansökan där de mest relevanta frågeställningarna ingår.

## 2 Executive summary in English

### 2.1 Background and Purpose

To reduce the climate impact, a major transition to fully and partially electric vehicles is currently underway. For the automotive industry, and for its subcontractors, this means major challenges to find robust, safe and economical solutions.

The informal network SFN (Swedish Fasteners Network) is a group that already works with screw joining technology in the automotive industry. It has representatives from the three major vehicle companies, a leading tool supplier, a large supplier of fasteners, a major surface treatment company and the research institute RISE.

When the question of electrical transmissions with the help of screw connections was brought up within this group, it emerged that the level of knowledge was insufficient and the demand for standardization/common solutions and instructions was large.

So, the project FEED - Fastener Excellence for Electrical Drivelines - was started and a project proposal was submitted to VINNOVA/FFI. The original project proposal was quite extensive and VINNOVA/FFI suggested to reduce the scope in the first stages.

The current version of the FEED-project is thus a pre-study primarily with the purpose to capture current knowledge concerning screw connections for electrical applications in vehicles and to identify areas for further studies.

It includes not only the electrical transmission with the help of screw connections, but also joining of battery packs and mechanical assembly of other electrical equipment.

The right choice of design, materials, and surface treatments is crucial to achieve safe and cost-effective solutions. The electrical connections must function during the whole life of the vehicle and withstand the often very aggressive environment.

The adaptation of the electric drivelines to the production systems is also a major challenge, especially for heavy vehicles that are manufactured in smaller series and with great model variation. The installation aspect of high-voltage systems is often overlooked but is crucial not only for function and safety but also for the overall economy. Training, safe processes, and safe tools need to be developed.

Today, many electrical components are purchased from various subcontractors. Adapting these components to each OEM's production and aftermarket system is very important.

There are also special challenges within each category of company (Passenger cars, Commercial vehicles, Assembly equipment, Fasteners, or Surface treatment technology) that can affect other parts of the chain.

To conclude, the overall purpose of the project FEED is to expand our knowledge through collaboration and thereby help the Swedish industry to produce safe and competitive electric vehicles, class-leading assembly equipment as well as connections and fasteners with optimal properties

## 2.2 Investigations

Electrical connections can be designed in different ways, but connections using screw connections are typically busbars, cable lugs and ground connections. Screw joints can offer high clamping forces and thereby give low contact resistance.

Some investigations were performed at RISE regarding measurement method (four-point) and effect of clamping force on conductivity. The use of a thermal imaging camera was also used to detect hot spots caused by high local resistivity.

However, since the project is a pre-study, the experimental work has been very limited, and the efforts have instead been focused on:

- Surveillance through literature study, competitor analysis and conferences (as far as possible given the covid pandemic).
- Collecting relevant standards within the area, both externally and within the participating companies.
- Review of contacting concepts and contact theories (material selection, surface treatments, resistance vs. clamping force, etc.).
- Safety rules and requirements for assembly equipment and personnel.

During regularly held project meetings (18 meetings with minutes) the different topics have also been discussed from the participants various standpoints.

To have robust connector concepts, and to avoid fast degradation during operation, we can see that there is room for improvement in all the areas of concern:

- Design.
- Material selection and material combinations.
- Surface treatment.
- Assembly method.
- Different ways to protect the connection.

For the electrical transmission, it is decisive what happens in the contact surface during installation and subsequent operation.

In order to set the correct requirements and evaluate electrical contacts there is a need to develop relevant test methods where combinations of simultaneous loads are used, for example corrosion, vibration, temperature, and electrical currents.

Another question, at a higher level, is how well accelerated test methods actually can predict long-term effects in vehicles.

## 2.3 Results

The project has run in parallel with the covid pandemic. At the same time there were some significant reorganizations at several of the participating companies. Both these factors have slowed down the work.

The upside is that the SFN network still has been able to continue to collaborate, by remote work and Teams-meetings, to identify both knowledge and knowledge gaps. The angle of approach of course differs for the participating companies, but it was surprising how much was in common.

A number of observations to support continued work is listed below.

- Many electrical components are today purchased from subcontractors. The fasteners used in their solutions, both for electrical and mechanical connections, are often not in line with the vehicle companies' more standardized solutions. This creates problems for both assembly and for spare parts & maintenance. In many cases, the electrical screw connections are also not correctly mechanically dimensioned to offer the best long-term electrical function under the influence of external loads.
- OEM's will take over more and more of the design and production responsibility for electrical components from today's subcontractors. Then it is even more important that the design is adopted to the intended production systems with respect to parts used and design for assembly.
- A typical case is the design of the battery pack. Many joining methods are combined to achieve the right mechanical, thermal and electrical properties. Here, the level of knowledge needs to be raised around so-called hybrid joining and how the different joining methods affect each other and can work together.
- Knowledge around material selection and surface treatments for electrically conductive joints needs to be improved. In particular to achieve better corrosion resistance and at the same time meet EMC (Electromagnetic Compatibility) requirements. However, it is important to point out that this is not only material issues but also design principles. Good examples are needed.
- In vehicles, the components are exposed to a series of simultaneous loads. Test methods for combined loads of ex. corrosion, vibration, and temperature cycling need to be developed and standardized as far as possible. To be able to produce well-functioning and safe vehicles, it must be possible to set relevant requirements - but then also relevant and repeatable test methods must be defined.
- Mounting equipment, safety work and training around the handling of high voltage connections need to be further developed and standardized. Much has been done at a higher level but must go down to a broader, personal level.
- For both electric and conventional vehicles there is an increasing number of sensors, many of which are directly safety critical. Even if screw joints might not be used in these applications there are many common issues to achieve corrosion protection and EMC requirements.
- Grounding joints are a special branch of electric screw joints where the screw itself often has a major conductive function. Specially designed screws can offer great benefits here. The phasing out of hexavalent chromium (Cr6+) removed some of the surface treatments traditionally used for grounding screws and there is room for development of new, more environmentally friendly, electrically conductive surface treatments for screws.

- Today, copper is the dominating material in conductors, but to reduce weight, many are looking at aluminium as an alternative. High conductivity requires pure aluminium which has low strength. This can affect the design of suitable screw connections. In addition, aluminium has a non-conductive oxide that must be broken through to obtain good conductivity. Design rules are largely lacking here.

The participating companies have also contributed with 15 “chapters” capturing current knowledge within the area. Examples of chapters are: Challenges; Electrical measurement; Secure assembly; Corrosion; Standards; etc.

Currently these chapters are only available for the participating companies but for a future project it is proposed to edit these chapters, together with generated new information, into "guidelines for screw connections for electrically powered vehicles" and publish on an open webpage.

FEED was also presented at the conference “Monteringskonferensen 2022” that was held in digital form for about 120 participants on March 16th.

## 2.4 Conclusions

The electrical systems must be designed to be robust, safe and durable in aggressive external environments. The combined, simultaneous loads in vehicles (corrosion, high and varying electrical currents, temperature fluctuations, vibrations, etc.) puts very high demands on the design.

At the same time, the solutions must be economical. and adapted for each manufacturer's assembly processes. The assembly aspect is often overlooked but is crucial for function, safety, and overall economy.

The electrical peripherals and batteries also have a lot of critical screw connections without electrical function. Here, partly new knowledge needs to be captured, but also already known principles need to be utilized and not forgotten.

The overall conclusion is that the knowledge gaps are large regarding screw connection solutions for electrical applications and how they are best evaluated.

A continuation project is recommended with special focus on.

- Standardized design solutions for high voltage applications and grounding joints. (Best practice to be defined)
- Standardized test methods using several simultaneous loads.
- Tools and training for assembly of high voltage connectors/components.
- Creating a knowledge platform with reliable and verified information.



### 3 Bakgrund

För att minska klimatpåverkan pågår en stor omställning till hel- och deelektiska fordon. Stora satsningar på eldrift pågår i olika delar av världen och det är extremt viktigt att förstå hur detta påverkar den svenska industrin med avseende på utveckling, regler och standarder.

Elektrifieringen av fordon ställer höga tekniska krav på säkra elektriska överföringar.

Skruvförband har traditionellt använts inom många tillämpningar för att ge höga klämkrafter och därigenom låga resistiva förluster. För massproducerade fordon tillkommer utmaningar rörande allt från att ta fram robusta, standardiserade lösningar till säkerhet vid montering och hantering av högvoltsystem (400-800V) både i fabrik, för fordonsanvändare och på eftermarknaden.

Förutom i syfte att överföra ström används skruvförband för mekanisk fogning i en rad nya elektriska komponenter som till exempel olika styr- och kontrollmoduler samt batteripack. Även dessa förband är kritiska för den totala funktionen.

Rätt val av design, material och ytbehandlingar är avgörande för att uppnå säkra och kostnadseffektiva lösningar. De elektriska förbanden måste också fungera över tid och tåla den ofta mycket besvärliga miljö de utsätts för i fordon.

Anpassningen av produktionssystemen till hel- och deelektiska drivlinor är en stor utmaning, i synnerhet för tunga fordon som tillverkas i mindre serier och med stor modellvariation. Montering av högspänningssystem är dessutom säkerhetsmässigt kritisk och säkra processer och verktyg behöver tas fram.

Efter att tillfrågat organisationerna i de deltagande företagen har det framkommit att kunskapsnivån är otillräcklig och behovet av standardisering/gemensamma lösningar och lättillgängliga anvisningar är stort.



## 4 Syfte, forskningsfrågor och metod

### Syfte

Det övergripande syftet är att genom samarbete utöka vår kunskap och därigenom hjälpa den svenska industrin att producera säkra och konkurrenskraftiga elektriska fordon, klassledande monteringsutrustning samt anslutningar och fästelement med optimala egenskaper.

FEED-projektet i sig är en förstudie med syfte att samla in kunskap om elektriskt ledande skruvförband, mätmetoder och säkerhetskrav, med det övergripande målet att skapa en kunskapsplattform för skruvförband i elektriska fordon. För att nå dit behövs ett fortsättningsprojekt för att utveckla de områden där väsentlig kunskap saknas.

Förstudien omfattar en genomgång av fordonsindustrins behov för att kunna konstruera och bygga säkra, funktionella och kostnadseffektiva elektriska fordon.

Detta inkluderar inte enbart den elektriska överföringen med hjälp av skruvförband utan även arbete runt montering/fogning av batteripack och annan elektrisk utrustning.

Det finns speciella utmaningar inom respektive företagstyp (Personbilar, Kommersiella fordon, Monteringsutrustning resp. Fästelement) som kan påverka andra delar i kedjan.

### Forskningsfrågor

För den elektriska överföringen är det avgörande vad som händer i kontaktytan vid montering och efterföljande drift.

Hur skall robusta koncept utformas för att undvika att kontakten degraderas för snabbt.

- design
- monteringsmetod
- materialval och materialkombinationer
- ytbehandling
- sätt att skydda kontakten

Hur skall man kravsätta och utvärdera elektriska kontakter.

- relevanta provmetoder och kombinationer av belastningar
- hur väl kan accelererade provmetoder förutsäga långtidseffekter i fordonen

### Metod

Omvärldsbevakning ingår genom litteraturstudie, konkurrentanalys och konferenser i möjligaste mån.

Söka standarder inom området, både extern och intern inom företagen.

Genomgång av kontakteringskoncept och kontaktteorier (materialval, ytbehandlingar, resistans vs. klämkraft, mm).

Planering av mätmetoder rörande elektriska egenskaper, både i fabrik och för eftermarknad samt metodik för att forcera åldrandet under olika miljöbelastningar och mekaniska påkänningar.

Inventera behov av säkerhetsregler och krav på monteringsutrustning och personal samt krav på dokumentation/uppföljning vid montering/service av högspänningssystem och batteripack (där vi kan ha en kombination skruv/tätningssmassa, krav på lufttätethet och renlighet, mm).

Undersöka möjliga flaskhalsar beträffande införandet av elektriska drivlinor i massproduktion/befintliga monteringsfabriker.

## 5 Mål

Notera at FEED-projektet i huvudsak är en förstudie för att inventera kunskap och kunskapsluckor om elektriskt ledande skruvförband, mätmetoder och säkerhetskrav.

I den ursprungliga, större projektansökan, var den övergripande målsättningen att:

”Ta fram en gemensam, företagsneutral kunskapsplattform för skruvförband i elektriska fordon genom kunskapsinsamling, praktisk provning och utvärdering.”

Detta skulle ske i tre arbetspaket

1. Kunskapsinsamling och behovsinventering;
2. Riktlinjer för skruvförband för elektriskt drivna fordon;
3. Informationsspridning.

Nuvarande FEED-projekt omfattar i huvudsak arbetspaket 1.

Målsättningen med förstudien är att få en tydligare bild av nuläget och fordonsindustrins behov samt dra upp riktlinjerna för ett fortsättningsprojekt för att täppa till kunskapsluckorna.

## 6 Resultat och måluppfyllelse

Projektet har löpt samtidigt som coronarestriktioner och omorganisationer hos flera av deltagarföretagen vilket bromsat arbetet. Särskilt det praktiska samarbetet runt provning och konferensdeltagandet har blivit lidande och projektet har också behövt begära förlängning.

Det positiva är att nätverket SFN, trots turbulensen, kunnat fortsätta samarbeta och identifiera både kunskap och kunskapsluckor. Infallsvinkeln skiljer sig naturligtvis något för de deltagande företagen men det var överraskande hur mycket som var gemensamt.

För att summera så behövs fortsatta, gemensamma, insatser för att förbättra våra elektriska fordon. Ett antal observationer för att underbygga fortsatt arbete följer nu.

- Många elektriska komponenter köps idag in från underleverantörer och deras lösningar, både för elektriska och mekaniska förband, är inte i linje med fordonsföretagens mer standardiserade lösningar. Detta skapar problem vid såväl montering som för reservdelshållning/service. I många fall är de elektriska skruvförbanden inte heller korrekt mekaniskt dimensionerade för att erbjuda bästa långsiktiga elektriska funktion.
- I övergången mot mer elektrifierade fordonsflottor kommer företagen att ta över mer och mer av konstruktions- och produktionsansvar för elektriska komponenter från dagens underleverantörer. Då är det viktigt att dessa konstruktioner fungerar i de tilltänkta produktionssystemen och att kunskapen om materialval och designförutsättningar förbättras.
- Ett typfall är designen av batteripack. Här kombineras många fogningsmetoder för att uppnå rätt mekaniska, termiska och elektriska egenskaper. Här behöver kunskapsnivån höjas runt så kallad hybridfogning och hur de olika metoderna påverkar varandra.
- Kunskapsläget runt materialval och ytbehandlingar för elektriskt ledande förband behöver förbättras. I synnerhet för att uppnå bättre korrosionsmotstånd och samtidigt uppfylla EMC-krav. Det är dock viktigt att påpeka att det inte bara rör sig om materialfrågor utan även om konstruktionsprinciper. Goda exempel behövs.
- I fordon utsätts komponenterna för en rad samtidiga belastningar. Provmeter för kombinerade belastningar av ex. korrosion, vibration och temperaturcyklning behöver utvecklas och så långt möjligt standardiseras. För att kunna producera välfungerande och säkra fordon måste relevanta krav kunna ställas – och då måste även relevanta och repeterbara mätmetoder definieras.
- Monteringsutrustning, säkerhetsarbetet och utbildning runt handhavandet av högspänningsförband behöver fortsätta utvecklas och standardiseras. Mycket finns gjort på högre nivå men måste ner på en bredare, personlig nivå, i samband med kraftigt ökande antal hel- och delelektrifierade fordon.
- Under körning, av både elektriska och konventionella fordon, används en ökad mängd sensorer där många är direkt säkerhetskritiska. Här kanske inte skruvförband används som kontaktmetod, men många material- och ytbehandlingsfrågor är gemensamma för att uppnå korrosionsskydd och EMC-krav.
- Jordförband är en särskild gren av elektriska skruvförband där själva skruven ofta har den centrala ledande funktionen. Här kan särskilt utformade skruvar erbjuda stora fördelar. Utfasningen av sexvärt krom ( $Cr^{6+}$ ) har efterlämnat ett gap för lämpliga, elektriskt ledande ytbehandlingar och här finns också utvecklingsutrymme.

- Idag dominerar koppar som material i ledare men för att reducera vikt sneglar många på aluminium som ett alternativ. Hög konduktivitet kräver ren aluminium, som dock har låg hållfasthet vilket kan påverka utformningen av lämpliga skruvförband. Dessutom har aluminium en icke ledande oxid som måste brytas igenom för att god ledning skall erhållas. Här saknas till stor del designregler.

I ursprungsansökan ingick också att ta fram "riktlinjer för skruvförband för elektriskt drivna fordon". Detta var tänkt att göras i form av en handbok. I den nuvarande förstudien FEED har vi tittat på ett antal områden som bedömdes kunna bilda grund för det planerade fortsättningsprojektet och utgöra kapitel en sådan handbok.

Denna handbok kommer i så fall att vara på engelska för att kunna användas även av bolagens utländska enheter och leverantörer.

Informationen vi samlat ihop så långt finns tillgängliga på Teams för projektgruppen och omfattar i dagsläget 15 utkast till handbokskapitel:

- Challenges for the automotive industry
- Electrical measurement
- Material properties
- Electrical discharge
- Standards
- Safety and health
- Secure assembly
- Battery assembly
- Adhesives, sealers & gap fillers
- Fasteners and clamping force
- Corrosion
- EMC
- Electrical contacts
- Surface treatment (to be added)
- Test results (to be added)

För att sammanfatta måluppfyllelsen så har projektet:

- Uppnått målet med att ha bättre samsyn över företagsgränserna.
- Inte riktigt samlat ihop känd kunskap på den nivå vi hade hoppats på i början av projektet men vi har ändå en god grund i de kapitel vi har.
- Identifierat ett antal punkter relevanta för ett fortsättningsprojekt – och börjat skissa på ett fortsättningsprojekt - vilket också var huvudmålet med förstudien i FEED.

## 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	
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	X	Elyfog kommer att sökas som en direkt uppföljning av förstudien FEED
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	X	Samtliga projektdeltagare från industrin sitter i resp. företags utvecklingsorganisation.
Introduceras på marknaden		
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

Projektet har presenterats för ca 120 personer på Monteringskonferensen 2022-03-16. Vi har också informerat om att projektet utgör basen för flertalet aktiviteter som vi har och har haft avseende koncept, material, ytbehandling och provning av elektriska anslutningar för eldrivna fordon.

### 7.2 Publikationer

Presentation på Monteringsforum 2022-03-16. (Bilaga 1)

## 8 Slutsatser och fortsatt forskning

Bilindustrin ligger steget före i elektrifieringen och utvecklingstakten är rasande snabb. För de kommersiella fordonen leder bussarna vägen medan variationsrikedomen bland lastbilarna gör övergången mer komplicerad. Många av de kommande utmaningarna är dock av gemensam natur.

Anpassningen av produktionssystemen till hel- och delelektriska drivlinor är en stor utmaning, i synnerhet då för de tunga fordon där många varianter kommer att behöva samsas i samma produktionslinor.

Kravlistan på de elektriska kontakterna, och de elektriska komponenterna i sin helhet, är lång. Förbanden skall möta de elektriska, mekaniska, korrosiva och störningsmässiga (EMC) kraven under hela sin livstid.

De skall använda så mycket standardkomponenter som möjligt samt vara anpassade efter både produktionskrav och eftermarknadens behov.

Samtidigt måste säkerheten alltid ha högsta prioritet för både montörer, brukare, servicetekniker och i värsta fall även räddningspersonal. Allt till en låg kostnad.

Skruvförband har potentialen att ge höga klämkrafter och därmed mycket låga resistiva förluster. De material som används för elektrisk överföring är dock ofta mjuka (typiskt koppar, tenn, aluminium) och de elektriska skruvförbanden riskerar därmed att ha sämre mekaniska förutsättningar att vara robusta mot till exempel vibrationer.

Elektriska förband inbegriper ofta många olika material och ytbehandlingsmetoder. Galvaniska korrosionsfenomen blir därmed mycket svåra att helt undvika. Läckströmmar kan orsaka motsvarande problem med mycket snabba korrosionsförlopp.

Man får heller inte bortse från monteringsaspekten. Det kan tyckas självklart men förband som är svåra att montera riskerar också att bli sämre monterade.

För fortsatt arbete finns följande övergripande punkter

- Utveckla robustare koncept för både elektriska klämförband och för jordförband.
- Utprovning av lämpliga material- och ytbehandlingskombinationer.
- Utveckla testmetoder med samtidig belastning av till exempel korrosion, vibration, temperatur och ström.
- Verifiera kombinerad accelererad provning mot fältprovning.
- Utveckla och harmonisera processer, utrustning och säkerhetsarbete runt montering av högvoltsystem.
- Samla & sprida kunskap på ett tydligt och transparent sätt.

## 9 Deltagande parter och kontaktpersoner

Projektgruppen utgörs av det informella nätverket SFN – Swedish Fasteners Network som är väl sammanskruvat genom tidigare projekt och representerar de tre stora fordonsföretagen i Sverige, AB Volvo, Volvo Cars och Scania, strategiska leverantörer av fästelement och monteringsutrustning genom Bulten respektive Atlas Copco, samt forskningsinstitut inom produktion genom RISE IVF. Mer information om SFN finns på [www.sfnskruv.se](http://www.sfnskruv.se). Utöver medlemmarna i SFN deltar Provexa Technology AB, ett SME som utvecklar och tillhandahåller ytbehandlingsprocesser med speciellt fokus mot fästelement och komponenter för elfordon.

### Kontaktpersoner inom projektet

1	Filip Bergman 031-322 33 62	Volvo Technology AB <a href="mailto:filip.bergman@volvo.com">filip.bergman@volvo.com</a>
2	Göran Toth 08-553 855 77, 073-668 8777	Scania CV <a href="mailto:goran.toth@scania.com">goran.toth@scania.com</a>
3	Lars Oxelmark 08-553 859 72, 070-290 00 35	Scania CV <a href="mailto:lars.oxelmark@scania.com">lars.oxelmark@scania.com</a>
4	Jonas Hultman 072-880 36 60	Volvo Personvagnar AB <a href="mailto:jonas.hultman.2@volvocars.com">jonas.hultman.2@volvocars.com</a>
5	Gustav Andreasson 031-764 49 38	Bulten Sweden AB <a href="mailto:gustav.andreasson@bulten.com">gustav.andreasson@bulten.com</a>
6	Erik Persson 08-743 94 25, 070-619 94 25	Atlas Copco Industrial Technique <a href="mailto:erik.persson@se.atlascopco.com">erik.persson@se.atlascopco.com</a>
7	Anders Skalsky 031-43 07 75	Provexa Technology AB <a href="mailto:anders.skalsky@provexa.com">anders.skalsky@provexa.com</a>
8	Jan Skogsmo 031-706 6042, 070-780 6042	RISE IVF <a href="mailto:jan.skogsmo@ri.se">jan.skogsmo@ri.se</a>