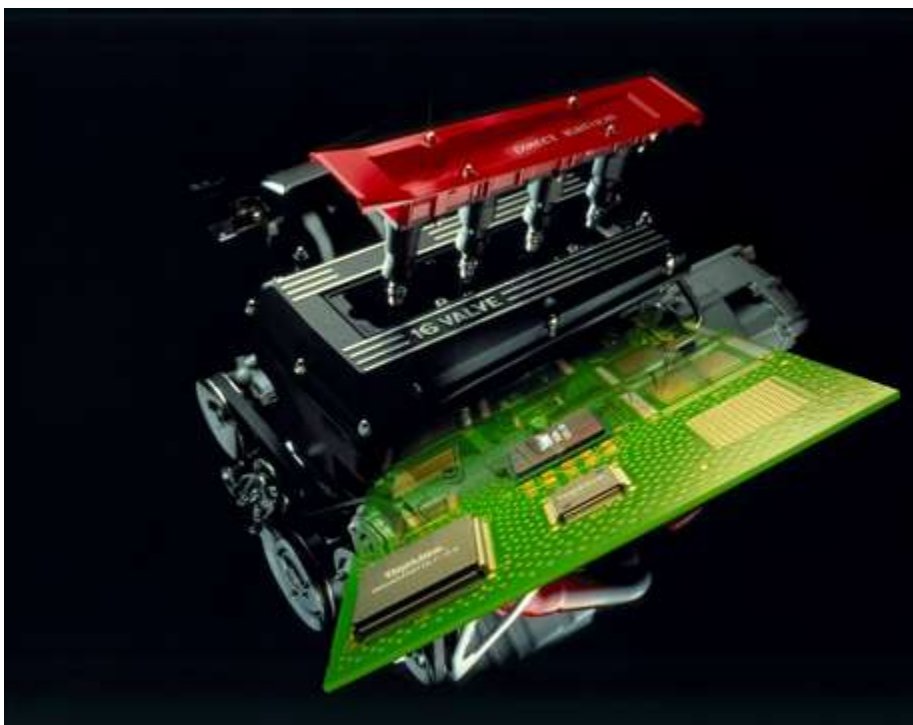


FFI

FORDONSSTRATEGISK  
FORSKNING OCH INNOVATION

# Blyfri Elektronik för krävande fordonsapplikationer



Per-Erik Tegehall och Eva Lindh-Ulmgren

Datum: 2013-12-18

Delprogram: Fordonsutveckling

## Innehåll

<b>1. Sammanfattning.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Bakgrund .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Syfte.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Genomförande.....</b>	<b>6</b>
<b>5. Resultat .....</b>	<b>6</b>
5.1 Sammanfattning .....	6
5.2 Kritiska felmekanismer .....	7
5.2 Experimentell utvärdering.....	7
5.4 Uppskattning av livslängd.....	11
<b>6. Bidrag till FFI-mål.....</b>	<b>12</b>
<b>7. Spridning och publicering.....</b>	<b>13</b>
7.1 Kunskaps- och resultatspridning .....	13
<b>8. Slutsatser och fortsatt forskning.....</b>	<b>13</b>
<b>9. Deltagande parter och kontaktpersoner .....</b>	<b>14</b>

### Kort om FFI

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

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

## 1. Sammanfattning

Projektet har tagit fram generisk kunskap om potentiella tillförlitlighetsrisker vid övergång till blyfri elektronik. Fordonselektronik utsätts för svåra driftsmiljöer med temperaturväxlingar, vibrationer och höga topp temperaturer samtidigt som det finns stora krav på tillförlitlighet under långa livslängder. Fordonsindustrin står därför inför en betydligt större utmaning jämfört med tillverkare av konsumentprodukter med kort förväntad livslängd och användning i mindre krävande miljöer.

Det finns mycket kunskap och lång erfarenhet från användning av tenn-blylod och dagens metoder för att säkerställa tillförlitlighet vid konstruktion, tillverkning och testning är baserat på detta. Användning av blyfria lod och metalliseringar ger dock upphov till nya felmekanismer vilket behöver beaktas för att säkerställa tillförlitlighet i framtida blyfria produkter. Projektet har visat att dagens metoder för säkerställande av tillförlitlighet inte är tillräckliga för att säkerställa tillförlitlighet vid övergång till blyfri lödning.

Övergången till blyfri lödning sker dessutom samtidigt med många andra förändringar i hur elektronikhårdvara konstrueras och tillverkas och projektet har identifierat andra potentiella tillförlitlighetsproblem som inte är direkt kopplade till blyfri lödning. Viktigast bland dessa förändringar är den ständigt pågående utvecklingen av nya komponenttyper och modifieringar av äldre komponenttyper. Dessa förändringar sker främst för att förbättra funktionaliteten, ofta på bekostnad av sämre livslängd av lödfogarna.

Projektet har identifierat och beskrivit kritiska felmekanismer för aktuella driftsmiljöer. Det har varit möjligt att definiera överlappande driftsmiljöer med relevans för samtliga deltagande branscher, dvs för personbilar, tunga fordon och flygande applikationer.

Faktorer som inverkar på utmattninglivslängd bedömdes som mest angeläget för experimentell utvärdering i projektet. Det finns idag en allmänt accepterad praxis att addera delskador från sekventiella tester med syfte att prediktera total livslängd (Palmgren-Miners lag). Blyfria lod har dock tidsberoende egenskaper som accelereras av temperatur och uppgifter i litteraturen har visat att testssekvensen måste beaktas vid bedömning av tillförlitlighet och livslängd. Exempelvis kan temperaturcykling som föregår vibrationsbelastning ge helt andra resultat än vibrationsprovning efterföljd av temperaturcykling.

Projektet har tagit fram testkort med relevanta komponenter samt olika kombinationer av lod och lödytor. Tenn-blylod användes som referens. Testplanen har inkluderat olika sekvenser av åldring, vibrationsbelastning och temperaturcykling men också kombinerad vibration och temperaturcykling.

Testkortet har varit utrustat med DaisyChain-slingor och felutfall har loggats kontinuerligt under testningen. Lödfogar med felutfall har sedan analyserats med metallografi för att identifiera förekommande felmekanismer.

De komponenttyper som utgör störst tillförlitlighetsrisk är benlösa komponenter som stora keramiska passiva komponenter samt BGA- och QFN-komponenter. Som riktmått för att bedöma tillförlitligheten vid blyfri lödning användes IPC's klassificering av fordonselektronik med krav på antal temperaturcykler utan felutfall.

Resultat från testningen visade att stora keramiska komponenter var långt ifrån att uppfylla kraven för blyfritt medan mindre keramiska komponenter klarade kraven med god marginal.

BGA-komponenter med 1 mm pitch uppfyllde kraven för blyfritt och kan sannolikt användas även i något mer krävande miljöer. BGA-komponenter med 1mm pitch har idag en utbredd användning men användning av mindre bendelning blir allt vanligare. Testning av BGA-komponenter med 0,8mm pitch visade att kraven för hyttmontering klarades men med liten marginal. För vissa kombinationer av lod/metalliseringar kunde kraven ej uppfyllas. Med tjockare mönsterkort, större komponent, lackning eller ingjutningsplast med lägre CTE är risken stor att kravet inte hade klarats. Kraven för motorrumspacering klarades inte för BGA-komponenter med 0,8mm pitch. För BGA-komponenter med pitch mindre än 0.8 mm är risken stor att kravet inte klaras heller för hyttmiljö, möjligen med undantag för små komponenter.

QFN-komponenter är en typ av komponent som snabbt ökar i användning. Dessa klarade kraven för blyfritt med god marginal. Dock fanns en spridning i resultaten, som kopplades samman med lödbarhetsproblem efter lagring. Det är viktigt att säkerställa bra vätning av lödytorna på sidan av QFN-komponenterna för att få optimal tillförlitlighet.

En generell slutsats från projektet är att många av dagens teststandarder baseras på "best manufacturing practice" och beaktar tillverkningskvalitet snarare än tillförlitlighet under långtidsanvändning. Testning av tillförlitlighet under långtidsanvändning bör istället utformas utifrån kunskap om förväntade felmekanismer i aktuell driftsmiljö. Detta kräver ett mycket djupare tillförlitlighetskunnande jämfört med tidigare arbetssätt och aktuellt projekt har bidragit till ökad kunskap om kritiska felmekanismer och om tillförlitlighet för olika komponenter under cyklisk belastning.

Projektet har också gjort en inventering av internationell kunskap inom området och ett seminarium med 30 deltagare anordnades med syfte att sprida information om internationell pågående forskning. Nationella satsningar görs i USA och Asien medan det i dagsläget saknas gemensam forskning inom Europa. Enstaka nationella satsningar finns ex i Belgien, dessa projekt är dock stängda och det finns ingen öppen information.

Projektet har möjliggjort en unik samverkan mellan olika branscher, mellan leverantörer/elektroniktillverkare, inköpare/fordonstillverkare och forskningsinstitut. Forskningsinstituten har kunnat fördjupa sin kompetens inom området och denna kunskapsplattform kan komma även andra företag till nytta. Det är viktigt att bibehålla och vidareutveckla kunskap avseende tillförlitlig elektronikhårdvara och fortsatt nationell samverkan inom området är angelägen.

## 2. Bakgrund

Övergång till blyfri lödning är ett betydligt svårare steg när det gäller fordons elektronik jämfört med konsumentelektronik. Elektronik i fordon måste ha hög tillförlitlighet under långa livslängder vilket måste säkerställas innan implementering. Elektroniken kan exempelvis styra livskritiska funktioner såsom krockkuddar och bromsar och relevanta metoder att testa och verifiera tillförlighet är angelägna. Beroende på position i fordonet, kan elektroniken utsättas för aggressiva miljöer med extrema vibrationer, omfattande temperaturväxlingar, höga topp temperaturer och ibland höga fuktnivåer. Erforderlig livslängd för personbilar är ca 200 000-300 000 km och ca 1 000 000-2 000 000 km för kommersiella fordon.

Lödning med tenn-blylod har utgjort basen för elektronik tillverkning under de sista 60 åren och det har byggts upp en mycket omfattande kunskap avseende tillförlitlighet och prediktering av livslängd. Däremot finns hittills endast begränsade erfarenheter från blyfri elektronik och långtidsanvändning i mer krävande miljöer.

Det finns ett stort antal blyfria lod på marknaden och dessa relativt nya lod kan ge upphov till andra felmekanismer jämfört med traditionella tenn-blylod. Det finns därmed ett stort behov av att bygga kunskap om felmekanismer och möjliga tillförlighetsrisker med blyfri lödning. Det är angeläget att utfärda rekommendationer för att minimera risken för tillförlighetsproblem.

EU-kommissionen har efter stora påtryckningar från Europeisk fordonsindustri tagit beslut om att förlänga undantaget i ELV-direktivet gällande blyhaltiga lod. Europeisk fordonsindustri har hävdade att det ännu inte är tekniskt möjligt att implementera blyfri elektronik i mer krävande applikationer.

Övergång till blyfri lödning påverkar inte bara lödprocessen och tillförlitligheten av lödfogar. Den påverkar också tillförlitlighet för komponenter och mönsterkort, och därmed hela utvecklingsprocessen. Det är viktigt att tillförlitlighet kan säkras upp redan under designfasen.

Föreliggande projekt har identifierat och beskrivit felmekanismer och miljöfaktorer som är relevanta för olika fordonsapplikationer. Möjliga tillförlighetsrisker kopplade till design, tillverkning och användning har beaktats.

## 3. Syfte

Det övergripande målet med projektet har varit att formulera generisk kunskap om rådande felmekanismer och hur de kan undvikas., men också hur relevant testning och livslängsprediktering ska utformas. Sådan kunskap minimerar behovet av omfattande testning när nya blyfria koncept ska implementeras och resultat från projektet kommer därmed att bidra med kunskap vid en framtida övergång till blyfri elektronik.

## 4. Genomförande

Projektet har varit uppdelat i 7 separata arbetspaket (WP). Varje arbetspaket har haft uttalade målsättningar och leverabler. De olika arbetspaketen visas nedan.

WP1. State-of-the-art

WP2 Kravspecifikation och val av blyfria koncept

WP3 Tillförlitlighetsrisker vid blyfri lödning

WP4 Utvärdering och verifiering av identifierade risker

WP5 Prototyp och demonstratorer

WP6 Resultatspridning

WP7 Projektledning

## 5. Resultat

### 5.1 Sammanfattning

Vanligen förekommande metoder för säkerställande av tillförlitlighet vid konstruktion, tillverkning och testning av elektronikprodukter är inte tillräckliga för att säkerställa tillförlitlighet vid övergång till blyfri lödning. Det är i första hand elektronik i svår driftsmiljö som exempelvis drivlinan där man idag riskerar att få tillförlitlighetsproblem. Men med krympande komponentstorlek ökar risken för tillförlitlighetsproblem även i hyttmiljö.

De komponenttyper som utgör störst tillförlitlighetsrisk är benlösa komponenter som stora keramiska passiva komponenter samt BGA- och QFN-komponenter. BGA-komponenter med 1 mm pitch är idag vanliga i fordonselektronik men även BGA-komponenter med mindre bendelning blir allt mer vanliga. QFN-komponenter är en annan typ av komponent som snabbt ökar i användning. De flesta QFN-komponenter som används i fordonselektronik är relativt små (mindre än 50 anslutningar) men storleken förväntas öka.

I projektet genomfördes en experimentell utvärdering av hur tillförlitligheten av benlösa komponenter påverkas vid blyfri lödning. Förutom BGA- och QFN-komponenterna testades även keramiska motstånd.

BGA- och QFN-komponenterna var tillverkade med den nya typen av ingjutningsplast. CTE för den nya typen av ingjutningsplast kan variera mellan 6-10 ppm vilket ger en viss osäkerhet till tolkningen av resultaten. Lödfogar till en komponent med ingjutningsplast med CTE på 6 ppm förväntas ha en livslängd motsvarande 25-75% av livslängden för motsvarande komponent med ingjutningsplast med CTE på 10 ppm beroende på komponenttyp och mönsterkortstjocklek.

Testkorten som utvärderades var inte lackade vilket är viktigt att ha i åtanke vid tolkningen av resultaten eftersom lackning kan ha en stor negativ påverkan på tillförlitligheten.

Många av dagens teststandarder baseras på ”best manufacturing practice” och beaktar tillverkningskvalitet snarare än tillförlitlighet under långtidsanvändning. Testning av tillförlitlighet under långtidsanvändning bör istället utformas utifrån kunskap om förväntade felmekanismer i aktuell driftsmiljö. Detta kräver ett mycket djupare tillförlitlighetskunnande jämfört med tidigare arbetssätt och aktuellt projekt har bidragit till ökad kunskap om kritiska felmekanismer och om tillförlitlighet för olika komponenter under cyklisk belastning.

## 5.2 Kritiska felmekanismer

Det är inte bara tillförlitligheten av lödfogar som påverkas vid övergång till blyfri lödning. Den högre lödtemperaturen gör att även tillförlitligheten av komponenter och mönsterkort påverkas. Ett stort antal felmekanismer kommer därför att påverkas vid blyfri lödning. Kritiska felmekanismer som påverkas av blyfri lödning har kartlagts utifrån litteraturen och listas nedan.

- Bildning av whiskers
- Delaminering i komponenter
- Utmattningsbrott i lödfogar
- Sprödbrott i lödfogar
- Avbrott i hållpläteringar och kontakteringar till innerlager i mönsterkort
- Delaminering i mönsterkort
- Bildning av ”conductive anodic filament” (CAF)
- Pad cratering

## 5.2 Experimentell utvärdering

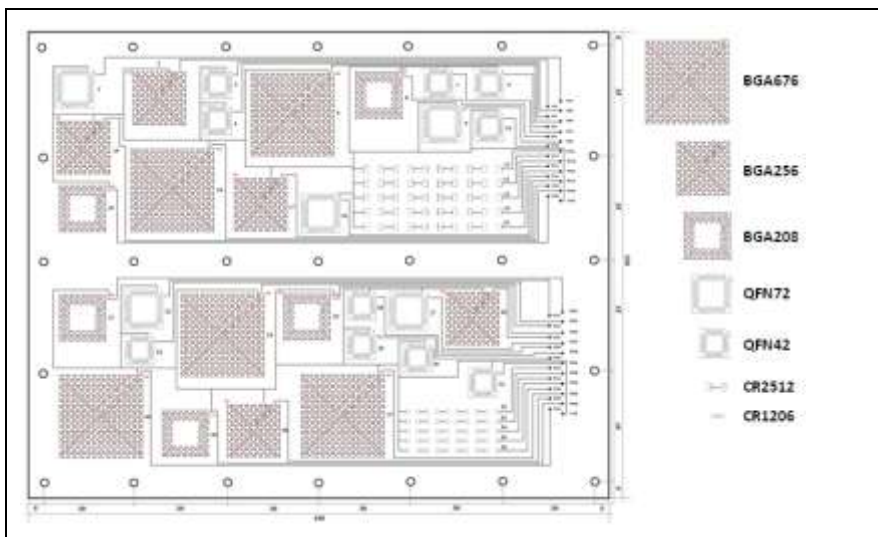
Experimentella insatser i projektet har fokuserat på utvärdering av risker för utmattningsbrott i lödfogar. Testkort med för företagen relevant utformning har tagits fram och exponerats för olika kombinationer av temperaturcykling och vibration. Testning har gjorts med ren temperaturcykling, ren vibration alternativt en kombination av bägge.

Korten har varit utrustade med DaisyChain-slingor för att möjliggöra in-situ avbrottsdetektering under testningen. Efter avslutade tester har utvärdering även gjorts utifrån metallografiska tvärsnitt av lödfogar för att identifiera felorsaker och initiering av avbrott. Utformningen av testkortet visas i Figur 1.

Avbrottsmätningarna stämde väl överens med de metallografiska undersökningarna. Lödfogar med hög kontaktresistans visade tydliga sprickor i lödfogen.

Temperaturcyklning har resulterat i rekristallisation av strukturen i lödfogen. Sprickor har generellt gått i lodet och inte längs det intermetalliska skiktet. Sprickan följer korngränserna och tillväxer i den mjuka rekristalliserade zonen, se exempel i Figur 2. Vibrationsbelastning har inte gett upphov till någon förändring i lodstrukturen. Beteendet är lika för tenn-bly och blyfria lod.

Exempel på resultat visas i Figur 3 för temperaturcyklade testkort med komponenter CR2512, BGA208 och QFN72. Röda kurvor avser komponenter med tenn-blylod. Figuren visar att livslängden markant försämras vid användning av blyfria lod för CR2512 och för QFN72 medan de blyfria loden för BGA208 har resulterat i en ökad livslängd. Motsvarande resultat visas i Figur 4 för de vibrationstestade komponenterna. Under vibration har de blyfria loden generellt gett upphov till kortare livslängd jämfört med tenn-blylod.

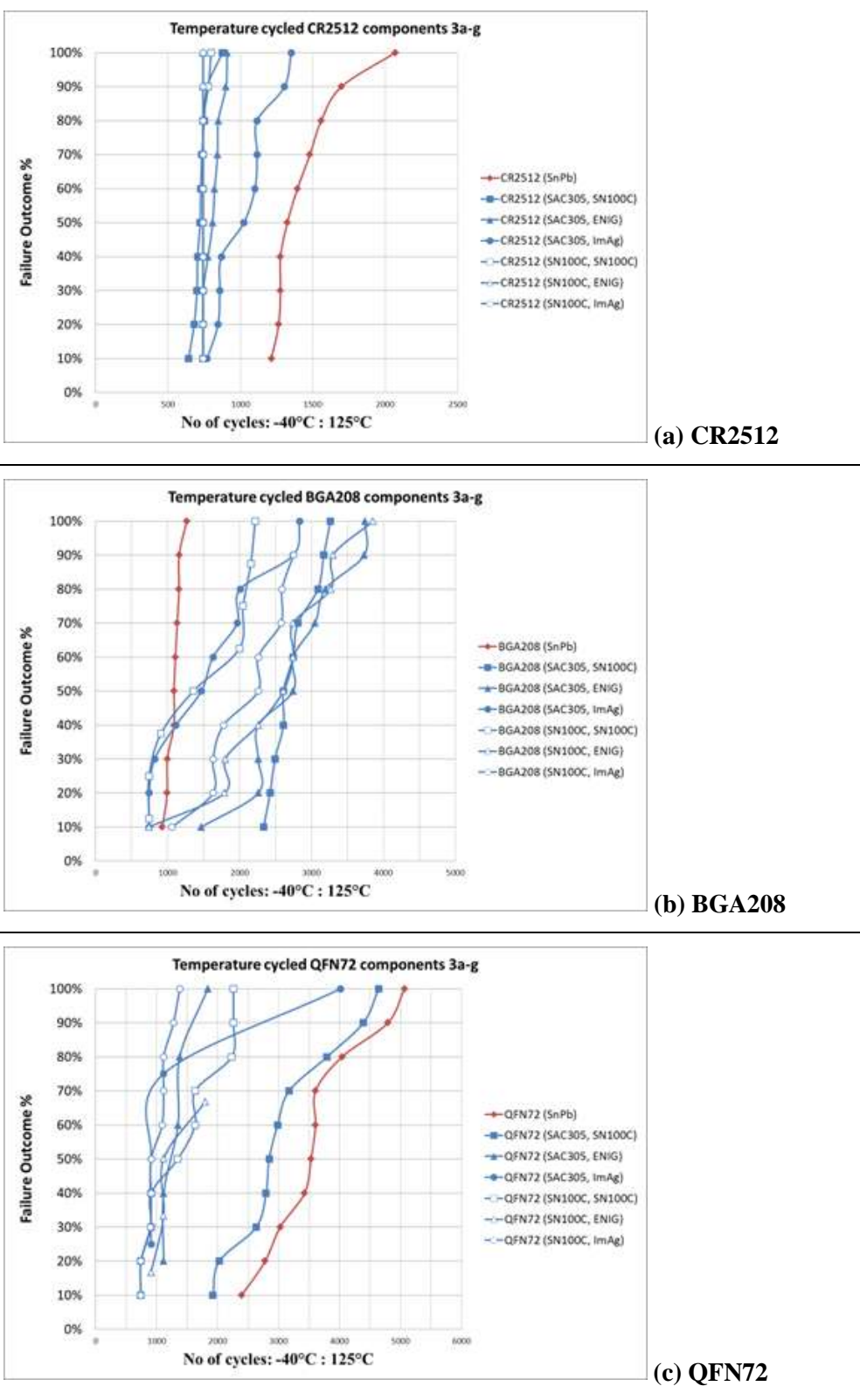


**Figure 3. Testkort som använts vid temperaturcyklning och vibrationsprovning.**

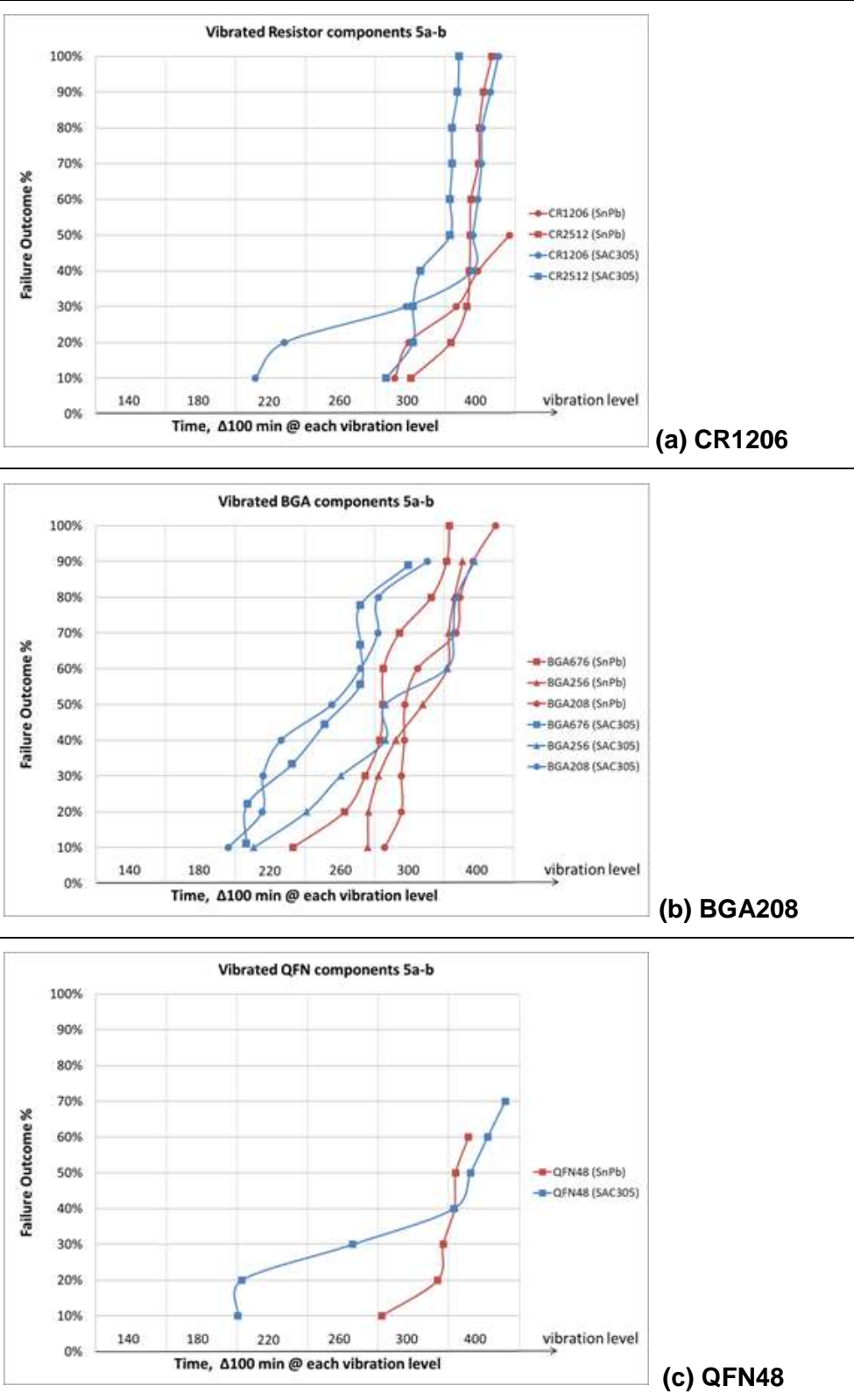


**Figure 2. Exempel på sprickpropagering efter temperaturcyklning av BGA-komponent**





Figur 3. Felutfall vid temperaturcyklning av testkort med olika komponenter



Figur 4. Felutfall vid vibrationstestning av testkort med olika komponenter

## 5.4 Uppskattning av livslängd

Som riktmått för att bedöma tillförlitligheten av blyfri lödning användes en fiktiv produkt som utsätts för 365 cykler per år med  $\Delta T$  på 20°C för 50% av cyklerna, 40°C för 27% av cyklerna, 60°C för 16% av cyklerna och 80°C för 6% av cyklerna och med krav på maximalt 0,1% felutfall enligt IPC's klassificering av fordons elektronik monterad i passagerarutrymme. Detta bör stämma ganska väl även med hyttmonterad elektronik i lastbilar. Vid temperaturcykling mellan -40°C och 125°C och krav på 10 års livslängd krävs att  $N(63\%) > 1500$  cykler och för 15 års livslängd att  $N(63\%) > 2250$  cykler. För motorrumsplicerad elektronik är ett vanligt krav att den ska klara 2000 cykler utan felutfall eller 2500 cykler med max 1% felutfall.

Stora keramiska motstånd (2512) hade vid testningen  $N(63\%)$  på ca 750 cykler för blyfritt och ca 1500 för tenn-bly. Dessa komponenter är således långt ifrån att uppfylla kraven för blyfritt men klarar precis kravet för tenn-bly för den fiktiva produkten med krav på 10 års livslängd i hyttmiljö men inte med krav på 15 års livslängd. Mindre keramiska motstånd (1206) klarade kravet med stor marginal både för blyfritt och tenn-bly.

BGA-komponenter med pitch på 1 mm i blyfritt utförande klarade 3000 cykler utan felutfall och dessa kan därför troligen användas utan risk även i en något mer svår driftsmiljö.

BGA-komponenter med 0,8 mm pitch, 208 anslutningar och i blyfritt utförande klarade kravet på 2250 cykler för några kombinationer av blyfritt och metalliseringar på lödytor men inte med så stor marginal ( $N(63\%)$  ca 2700 cykler). Med ett tjockare mönsterkort, större komponent och/eller lackning (och eventuellt lägre CTE hos ingjutningsplasten) är risken stor att kravet inte hade klarats. För två kombinationer av blyfritt och metalliseringar på lödytor klarades inte kravet.

Kravet för motorrumsplicering klarades inte med denna komponent. För BGA-komponenter med pitch mindre än 0,8 mm är risken stor att kravet inte klaras heller för hyttmiljö, möjligen med undantag för små komponenter. I dessa fall kan det vara nödvändigt att använda underfill för att uppnå tillräcklig livslängd.

BGA-komponenten med 0,8 mm pitch i tenn-blyutförande klarade inte kravet på 1500 cykler ( $N(63\%)$  ca 1100-1300 cykler) och utgör därför en stor tillförlitlighetsrisk. Om den gamla typen av ingjutningsplast hade använts hade troligen kravet klarats.

QFN-komponenter med 72 anslutningar klarade kravet för både blyfritt ( $N(63\%)$  ca 3000 cykler) och tenn-bly ( $N(63\%)$  ca 3500 cykler) med ganska god bra marginal för kort lödda vid en första omgång. Resultatet var dock sämre för blyfritt än för tenn-bly. För komponenter som löddes ca 5 månader senare med blyfritt var dock  $N(63\%)$  betydligt lägre (1100-1500 cykler). Förklaringen till det sämre resultatet för dessa komponenter är troligen försämrade lödbarhet av dessa på grund av den senare lödningen.

QFN-komponenter har en del av den lödbara ytan under komponenten och en del av den längs sidan av komponenten. Den del av lödytan som ligger under komponenten är skyddad mot oxidering antingen med tenn eller Ni/Pd/Au. Däremot har ytan på sidan av komponenten inget oxidationsskydd utan är en ren kopparyta. Lödbarheten av denna yta försämras därför snabbt vid lagring. Detta resulterade i en sämre vätning av lödytorna på sidorna av komponenten vid det senare lödtillfället vilket är den troliga förklaringen till det sämre N(63%)-värdet. Det är därför viktigt att säkerställa att man får bra vätning av lödytorna på sidan av QFN-komponenterna för att få optimal tillförlitlighet.

## **6. Bidrag till FFI-mål**

Projektet har bidragit till flera av FFIs uttalade mål, de viktigaste beskrivs nedan.

Projektet har konstaterat att fördjupad kunskap om kritiska felmekanismer i relevanta driftsmiljöer är avgörande för att säkerställa tillförlitlighet under långtidsanvändning inför övergång till blyfri ”grön” elektronik. Kunskap som eliminerar blyanvändning är angeläget ur miljösynpunkt och företag som klarar denna omställning utan att äventyra tillförlitligheten får en stor konkurrensfördel. Projektet har bidragit till ökad kunskap och medvetenhet om vad som krävs för att införa blyfria produkter, tidig implementering av föreslagna åtgärder kommer att gynna arbetstillfällena och produktion i Sverige.

Nationella forsknings- och utvecklingsinsatser kring elektronikhårdvara med fokus på tillförlitlighet har nedprioriterats under ett antal år och flera universitet och högskolor har lagt ner tidigare verksamhet. Detta gör att det finns ett stort behov av att bygga kunskap inom området för att stödja svensk industri inför införande av nya blyfria produkter. Övergången till blyfri lödning sker samtidigt med många andra pågående förändringar i hur elektronikhårdvara konstrueras och tillverkas och säkerställande av tillförlitlighet kommer att vara avgörande för företag som tillverkar eller använder elektronik som ska klara långa driftstider under svåra driftsförhållanden. Projektet har bidragit till stärkta forskningsmiljöer vid forskningsinstituterna, forskningsutförarna har kunnat bygga fördjupad kunskap inom området. Denna kunskap kan fortsatt utnyttjas av andra företag med motsvarande frågeställningar. Utvecklingen sker dock snabbt och det är viktigt att uppbyggd kompetens kan bibehållas och vidareutvecklas, fortsatt samverkan inom området är därför angeläget.

Den kunskapsplattform som byggts hos forskningsutförarna ger också en bas som kan möjliggöra framtida deltagande i Europasamarbeten. Det är angeläget att Europa driver forskning inom området för att möta den globala konkurrensen.

Projektets konsortium har gett en mycket uppskattad möjlighet att samverka mellan fordonstillverkare/inköpare av elektronik, underleverantörer/tillverkare av elektronik och forskningsinstituterna. Projektet har också gett en unik möjlighet att samverka branschöverskridande mellan fordons- och flygindustri. Det har funnits möjlighet att dela erfarenheter och kompetens mellan dessa branscher som står inför liknande utmaningar när lagkrav eller brist på blyfria komponenter kräver en övergång till ny grön teknik.

## **7. Spridning och publicering**

### **7.1 Kunskaps- och resultatspridning**

Projektets resultat kommer att diskuteras vid interna workshops hos deltagande företag där konstruktörer och kvalitetsansvariga ska ges möjlighet att ta del av resultaten och att diskutera hur den nya kunskapen ska beaktas.

Förväntade EU-direktiv samt en brist på komponenter för tenn-blylödning kommer att öka behovet av kunskap inom detta område och förväntas också ställa krav på nya arbetssätt och metodik för att säkerställa tillförlitlighet under långtidsanvändning i svåra miljöer.

Projektet har också gett möjlighet för forskningsinstituten att bygga kunskap inom detta område, denna kunskap förväntas få en spridning till andra branscher med motsvarande behov.

## **8. Slutsatser och fortsatt forskning**

Projektet har visat att vanligen förekommande metoder för säkerställande av tillförlitlighet vid konstruktion, tillverkning och testning av elektronikprodukter inte är tillräckliga för att säkerställa tillförlitlighet vid övergång till blyfri lödning. En mer kunskapsbaserad testmetodik som tar hänsyn till förekommande felmekanismer i relevanta driftsmiljöer är angelägen. Projektet har identifierat kritiska felmekanismer och också påvisat potentiella tillförlitlighetsproblem för specifika komponenter vid användning av blyfria lod och metalliseringar. Experimentella resultat från tester baserade på temperaturcykling och vibration verifierar uppgifter i litteraturen. Felutfall under testning har loggats in-situ och felorsaker har analyserats. Resultaten har varit konsekventa där livslängd och felorsaker har tydligt kopplats till specifika komponenttyper och val av lod/metallisering.

Övergången till blyfri lödning sker samtidigt med många andra förändringar i hur elektronikhårdvara konstrueras och tillverkas och projektet har identifierat andra potentiella tillförlitlighetsproblem som inte är direkt kopplade till blyfri lödning. Projektgruppens konstellation med aktörer i olika delar av värdekedjan och från olika branscher har varit värdefullt för att belysa frågeställningar ur olika perspektiv.

Fortsatt forskning bör inriktas på förståelse för kritiska felmekanismer för fler komponenter men också på andra potentiella tillförlitlighetsproblem som kan uppstå när komponenttillverkarna utvecklar produkter med fokus på funktionalitet på bekostnad av långtidstillförlitlighet. Tillförlitlighet bör byggas in redan vid design och konstruktionsstadiet och fortsatt forskning bör också beakta behov av nya mer kunskapsbaserade angreppssätt för att framtidssäkra robust och tillförlitlig elektronikhårdvara.

## 9. Deltagande parter och kontaktpersoner

---

### *Stoneridge Electronics*



---

Göran Ekman (projektledare)

goran.ekman@stoneridge.com

---

Thomas Nordström

thomas.norstrom@stoneridge.com

---

### *Scania CV*



---

Patrik Jansson

patrik.jansson@scania.com

---

Therese Björnängen

therese.bjornangen@scania.com

---

### *Saab EDS*



---

Christer Marklund

christer.marklund@saabgroup.com

---

### *Autoliv Electronics*



---

Sven-Olof Abrahamsson

sven.olof.abrahamsson@autoliv.com

---

### *Qrtech*



---

Lars-Åke Johansson

Lars-ake.johansson@qrtech.se

---

### *Swerea IVF*



---

Per-Erik Tegehall

per-erik.tegehall@swerea.se

---

### *Swerea KIMAB*



---

Eva Lindh-Ulmgren

eva.lindh@swerea.se

---

Zsolt Toth-Pal

zsolt.toth-pal@swerea.se

---

Mattias Lindén

mattias.linden@swerea.se

---