

Online-kontroll av svetsdefekter inom fordonsindustrin med kontaktlös Ultraljudsprovning

• Dnr	2012-02510
• Projektstart	2012 (December)
• Projektavslut	2013 (September)
• Projektbudget	625 000 kr (100 %)
• Bidrag från FFI	500 000 kr (80 %)
• Kontakt	Magnus Falkenström (magnus.falkenstrom@swerea.se)
• Deltagare	Volvo Cars, Swerea KIMAB
• Doktorander	---
• Tidigare projekt	---

Utmaning

Ett viktigt mål att uppfylla för att nå "2015 års hållbara pressverkstäder och sammansättningsfabriker för tillverkning av framtidens hytter/karosser" är att bättre kvalitets- och produktionskontrollmetoder för svetsprocesser utvecklas. Idag görs den här kontrollen huvudsakligen manuellt med handhållna ultraljudsgivare. Svårigheterna med att automatisera processen är bland annat att svetsytorna måste bearbetas samt att ett kopplingsmedium mellan prov och givar måste appliceras.

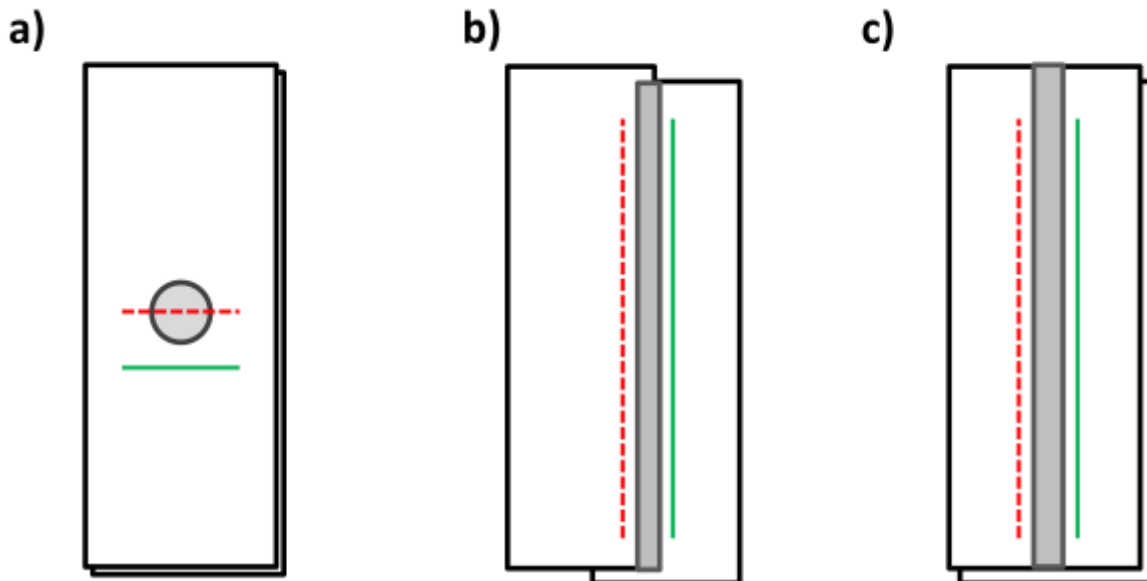
Projektbeskrivning

Ultraljud är jämte röntgen den enda metod som kan ge ett direkt svar från defekter i opaka material. Laserultraljud är en kontaktlös metod där ultraljudet induceras och analyseras med hjälp av laserljus. En pulsad laser, med en pulsbredd på ~10 nanosekunder används för att momentant inducera energi i provet. En enkelmodslaser används sedan för att interferometriskt avläsa de vibrationer i provbiten som uppkommer av ultraljudspulsens utbredning. Laserultraljud ger helt nya förutsättningar vad gäller automatisering av processen. Tekniken kan dessutom appliceras på varma ytor vilket ger möjlighet att mäta i direkt anslutning till svetsprocessen. Förslaget hypotesprojekt avser att verifiera möjligheter med laserultraljud för svetsar med geometrier, ytor och material relevanta för fordonsindustrin. Projektet innefattar följande fyra aktiviteter.

1. Framtagning av svetsar med relevanta geometrier och defekter.
2. Upptagning av signaler och verifiering avseende valda defekter.
3. Optimering av laserultraljudssystemet.
4. Förslag till design och framtida integration.

Resultat (alternativt förväntade resultat)

1. Ett representativt urval punkt- och lasersvetsade prover har tagits fram av Volvo Cars. Lasersvetsarna har dels varit ett antal hopsvetsade dubbelplåtar och dels ett mindre antal kantsvetsar (se figur 1). Galvad plåt, Borstål alternativt en plåt av vardera stålsorten har använts. Då verifieringen av tekniken i det här initiala projektet handlar om att kvalitativt visa att tekniken fungerar har ingen systematisk provmatris med stegvist varierande variabler, för att ge en kontrollerat varierande svetskvalitet, tagits fram.

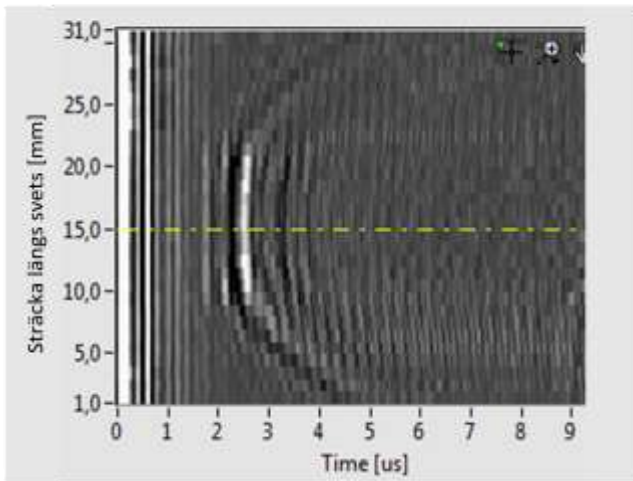


Figur 1. Punktsvetsar (a), plåtsvetsar (b) och kantsvetsar (c) med geometrin för genereringslasern (röd streckad linje) och detekteringslasern (grön linje).

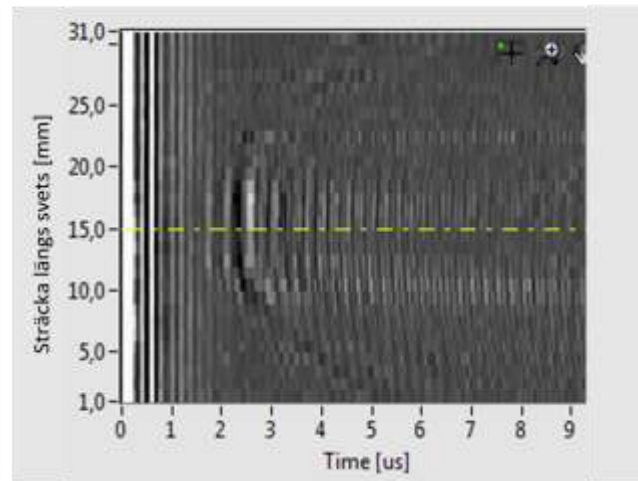
2. Vid framtagningen av en ny ultraljudsmetod måste plåtpositionen där ultraljudet genereras och där det detekteras optimeras. Dessutom måste genereringsytans area bestämmas. I projektets laserultraljudstester har en pulsad genererings laser med frekvensen 20 Hz använts. Pulsarna har fokuserats ner till en cirkulär yta med diametern 0,3 mm. Figur 1 visar hur genereringspulserna och det kontinuerliga detekteringsljuset träffar proverna. Vid labbförsöken har en något annan uppställning använts då detektering och generering skett på olika sidor av provet. Signalmässigt ska dessa olika metoder dock ge samma svar.

För punktsvetsarna har genereringslasern scannats över mitten på fogen med frekvensen 20 Hz och avståndet 0,5 mm mellan varje genereringspuls. För att scanna 1 centimeters längd tar det alltså 1 sekund vilket också är metodens cykeltid. I figur 2 visas B-scan från två av svetsarna med något olika genomsvetsad yta. Parabeln i figurerna visar den tid det tar för ultraljudet att färdas kortaste vägen från genererings- till detekteringspunkt. Så fort generering ligger utanför själva svetsen kommer ultraljudet behöva färdas en längre sträcka, vilket är orsaken till parabelns utseende. Genom att anpassa parabelns form och jämföra till kända svetsar kan alltså ett mått på svetsutbredningen bestämmas.

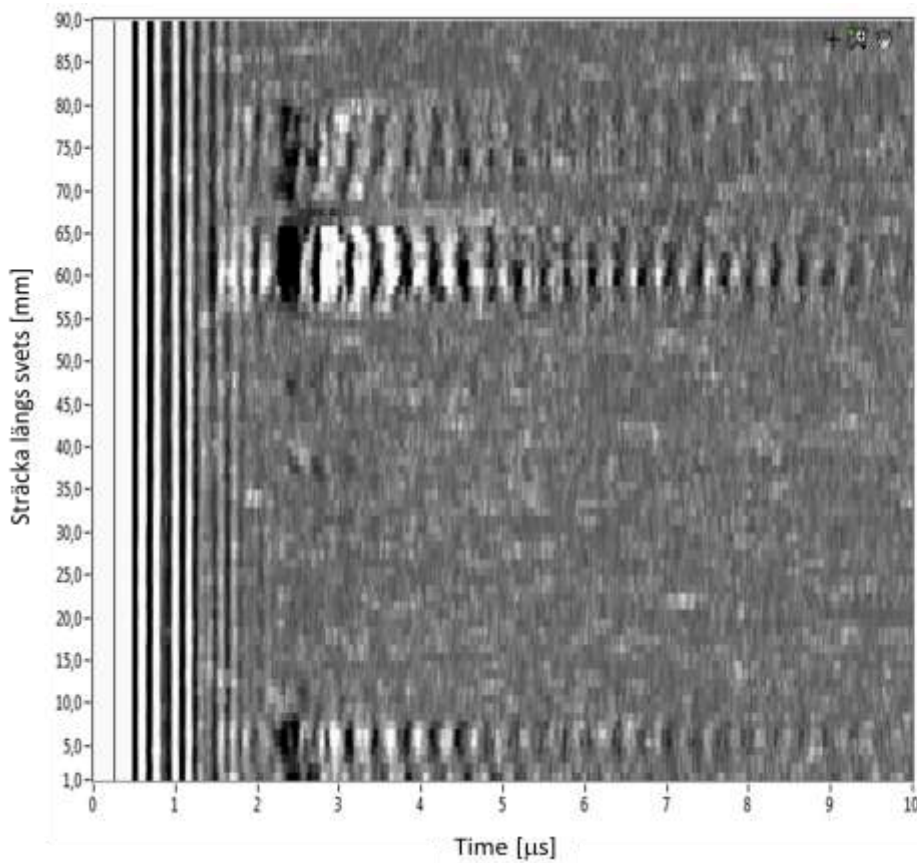
a)



b)



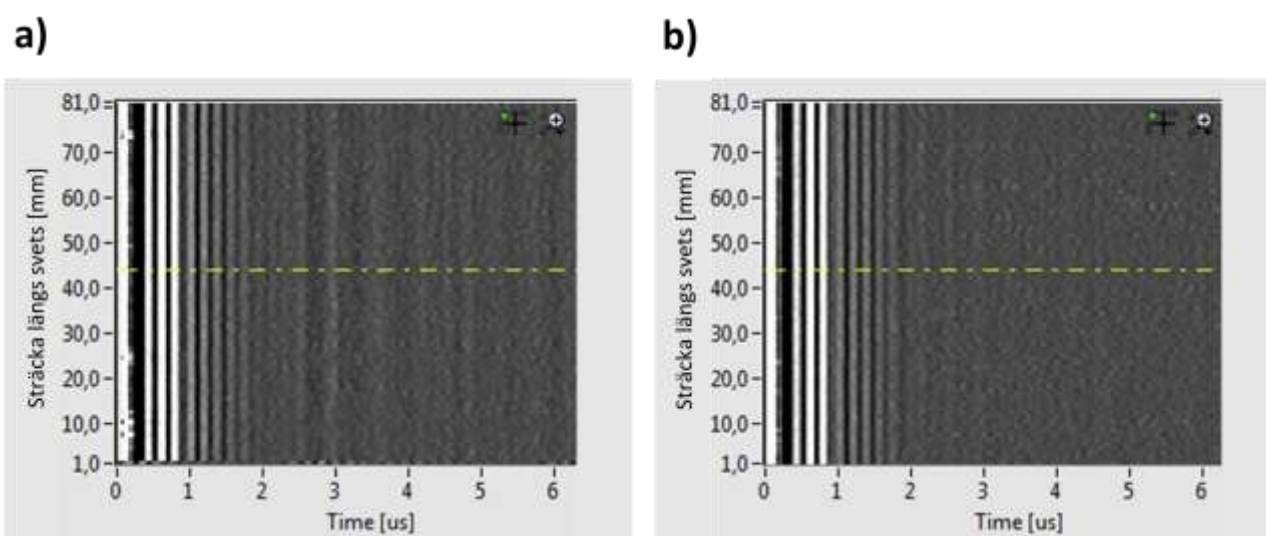
Figur 2. B-scan från punktsvetsar på en svets med längre (a) och kortare (b) utbredning.



Figur 3. B-scan från kantsvets som indikerar dålig svets över hela sträckan 7-55 mm vilket fotografiet inte lyckas visa.

För kantsvetsarna placerades genereringen och detekteringen på vardera sidan om svetsen. Att ultraljud når detekteringen indikerar alltså att fogen är vidhäftande. Magnituden på den här signalen ger ett kvantifierat mått på svetsarean. I figur 3 visas ett B-scan från en av kantsvetsarna. I figuren har även ett fotografi på svetsen lagts in. Där svetsen är visuellt dålig visar även B-scannet på en icke vidhäftande fog. Utöver detta visar B-scannet även indikationer att vidhäftning saknas i området 7-55 mm längs med svetsen, vilket det visuella fotografiet inte lyckas visa.

För plåtsvetsarna slutligen används en liknande experimentuppställning som för kantsvetsarna. Relativt lite av ultraljudsenergi lyckades dock ta sig genom svetsen. I figur 4 jämförs ett B-scan uppmätt över en förmodat bra svets (a) med ett B-scan över en icke vidhäftande svetsfog (b). Två band vid 2,5 respektive 3 μs indikerar att energi färdats genom fogen, och skulle kunna användas för att kvantifiera fogutbredningen.



Figur 4. B-scan från plåtsvets som indikerar dålig svets över hela sträckan 7-55 mm vilket fotografiet inte lyckas visa.

3. Inbakat i diskussionen under punkt 3.
4. Framförallt för punktsvetsarna visar resultaten att tekniken har stor potential att mäta upp svetsutbredningen. Volvo Cars har visat ett intresse för att gå vidare, då automatisk svetskontroll av framförallt av punktsvetsar ses som en viktig teknisk lösning för framtiden. Under hösten har en ansökan till VINN-Verifiering lämnats in tillsammans med Volvo Cars och lasersvetstillverkaren Permanova Lasersystem AB.

Enkät

Klusterkonferensen (kavalkad och matchmaking)

I vilken grad bidrog övningen till att skapa nyttiga kontakter inom projektområdet (1-mycket liten, 2-liten, 3-stor, 4-mycket stor)? 1

I vilken grad bidrog övningen till att skapa aktiviteter för att bygga ett nytt projekt (1-mycket liten, 2-liten, 3-stor, 4-mycket stor)?1

Övriga synpunkter på övningen?

-

Hypotesutlysningen

Har ditt hypotesprojekt lett fram till en ny FFI-ansökan (1-Nej aldrig, 2-Nej men kanske senare, 3-Ja senare, 4-Ja snart)? 2

Har ditt hypotesprojekt lett fram till annan ansökan, t ex EU (1-Nej aldrig, 2-Nej men kanske senare, 3-Ja senare, 4-Ja snart)? 2

Övriga synpunkter på hypotesutlysningen?

Projektet har lett vidare till fortsatta diskussioner med Volvo Cars om hur vi ska gå vidare.