

Plasmabehandling inför lackering av plast, Laplas

Publik rapport



Författare: Åsa Lundevall
Datum: 2020-01-13
Projekt inom Hållbar produktion

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary in English.....	5
3 Bakgrund.....	7
4 Syfte, forskningsfrågor och metod	7
5 Mål	8
6 Resultat och måluppfyllelse	8
7 Spridning och publicering	9
7.1 Kunskaps- och resultatspridning	9
8 Slutsatser och fortsatt forskning	9
9 Deltagande parter och 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

Idag förekommer flera olika typer av förbehandling av plast före lackering, tex powerwash, flamning, corona och primer. Ibland används dom enskilt och ibland flera tillsammans i ett industriellt flöde. Avsikten med att introducera atmosfärsplasma som förbehandling före lackering av plast eller komposit är att försöka helt/delvis ersätta i första hand powerwash men också om möjligt flamning, lösningsmedelstvätt och primer. Förhoppning är att introducera vad som är en förväntat robust, kvalitetssäkrad och automatiserad plasmabehandling av plast innan lackering. Genom att ersätta powerwash finns det möjlighet att minska dagens kassation pga. vattenrester, torkmärken, partiklar eller andra defekter i lacken.

Projektets främsta mål var att:

- Skapa en förbehandlingsprocess för lackering av komponenter i plast med hög och robust kvalitet samt med lägre kassation än dagens process
- Flexibel och robotiserad process där tekniken inte är begränsad till en specifik komponent
- Kraftigt reducerad erforderlig produktionsyta jämfört med powerwash
- En mer miljövänlig vänlig process genom lägre energikonsumtion och behov av kemikalier
- God arbetsmiljö genom robotiserad process och inget behov av kemikalier eller gaser
- Relevant process för industrialisering- och implementerings-case

Resultatet har visat att plasmabehandling kan ge fullgod vidhäftning mellan plast och lack och att den har förmåga att rengöra ytan ifrån både smuts och partiklar. Metoden leder också till att ytenergin ökar och ytan blir mer hydrofil något som underlättar vätningen mellan lack och yta. Däremot förändras bara ytstrukturen marginellt

Parametrarna för plasmabehandlingen har kontrollerats med avståndet mellan plasmamunstycke och plastdetalj och hastigheten som plasmautrustningen rör sig över ytan. Projektet har sett att processfönstret och effekten varierar något mellan olika material, men flera parametrar är effektiva för de utvärderade materialen.

Projektet har också utvärderat om det är lämpligt att plasmabehandla i förväg före lackering. Resultatet har visat att effekten avtar med tiden samt att ökad fukthalt, temperatur samt luftcirkulation kortar lagringsmöjligheten. Det är därför att rekommendera att göra plasmabehandlingen så snart som möjligt inför lackeringen och att undvika lagerhållning och transporter.

För att nå en förståelse för om möjligheten att skapa starkare vidhäftning i de fall då plasma för aktiviering inte är tillräckligt har ett arbete med tillsatser i plasma gjorts. Arbetet inleddes med en litteraturstudie, varefter kemiskt lämpliga vidhäftningsförbättrande ämnen för projektets plaster och lacker har valts ut. Tekniska försök har också genomförts men ytterligare försök behövs för att nå djupare förståelse för möjligheter och effekter.

Förutom generiska tester har sju företagsspecifika tester har genomförts med plasma och fyra demonstratorer med komponenter från företagets produktion. Både våtlack och pulverlack har utvärderats. Resultaten har visat att plasma har potential till att användas för att ersätta alla eller delar av förbehandlingsstegen inför lackering av plast. Resultat med starkare lackvidhäftning efter plasmabehandling jämfört med corona och flamning har också iakttagits. I några fall har ingen ytterligare vidhäftning detekterats med plasma men i flertalet fall har det varit eftersom lackvidhäftningen redan utan plasmabehandling har varit fullgod.

Industrialisering, kostnads och hållbarhets studien var ursprungligen planerad att bli mer omfattande men en studie av allmänt behov från två av partnererna, en djupare studie från en ytterligare partner samt kostnadsbedömning av olika typer av plasmainstallationer har gjorts. En hållbarhetsbedömning där dagens steg i processen som kan ersättas och nya som tillkommer diskuterades. En slutlig hållbarhetsbedömning gjordes därefter mellan våtkemisk och plasma

som förbehandling vilket resulterade i tydliga miljö och arbetsmiljövinster med plasmabehandlingen.

Resultaten i projektet är lovande men fortsatt forskning behövs bland annat för att ta steget till uppskalade industriella processer och snabbare flöden

2 Executive summary in English

There are several different types of pre-treatments used in recent productions for plastic before painting, such as powerwash, flame, corona and primer. They are sometimes used individually or several together in an industrial flow. The intention of introducing atmospheric plasma as a pre-treatment method before painting of plastic or composite components is to try to completely or partially replace primarily the powerwash but also when possible flame, solvent wash and primer. The intention is to be able to introduce a robust, quality-assured and automated plasma treatment of plastic before painting. By replacing the powerwash there is a possibility of reducing today's waste due to water residues, drying marks, particles or other defects in the paint.

The main objectives with the project are to receive a:

- High quality assured process with less scrappage from particles or residuals from power wash.
- Flexible and robotized process not limited to one specific component.
- Low space consuming process in the plant, potential down to 1m in paint line
- More environmentally friendly process with no/low need of chemicals, lower energy consumption with high energy savings
- Good working environment, robotized process with no need of chemicals, no hazards associated with combustible gas.
- Relevant industrialization and implementation cases.

The work was performed within five work packages:

WP1: Requirements and pretreatment processes for evaluation of plasma

WP2: Cleaning, surface activation and deposition with plasma on plastics

WP3: Coating improvements from plasma treatments

WP4: Concept case evaluation, industrialization and environmental impact

WP5: Project management and dissemination

The project result showed that plasma treatment can provide good adhesion between plastic and paint and that it has potential to clean the surface from contamination and particles. It is increasing the surface energy and the surface becomes more hydrophilic, which facilitates wetting between the paint and surface. However, the surface structure is only marginally changed from the process.

The parameters of the plasma treatment were controlled by the distance between the plasma nozzle and plastic part as well as the speed. The process window and effect varied slightly between different materials, but several parameters are effective for the evaluated materials.

The project was also evaluating the long-time behavior of plasma activation before painting. The result showed an effect decrease with time, temperature, humidity and air circulation. It is therefore advisable to do the plasma treatment as soon as possible before the coating and to avoid storage and transport.

In order to reach an understanding of the possibility of creating stronger adhesion in cases where plasma for activation is not enough, work was performed with precursor in plasma. A literature study was performed and adhesion promoting substances for the materials and plasma was selected. Technical tests were also performed, but further work is needed to gain a deeper understanding.

In addition to generic tests, seven company-specific tests were conducted and four demonstrators. Both wet and powder paint was evaluated. The results showed that plasma has the potential to replace all or parts of the pre-treatment steps prior to painting of plastics. In some cases no further adhesion was been detected with plasma, but in most of these cases the paint adhesion was already fully received without plasma treatment and no improvements were therefore detectable.

The industrialization, cost and sustainability study was originally planned to be more comprehensive, but a study of general needs from two partners, a deeper study from one additional partner and a cost assessment of different types of plasma installations was made. A sustainability assessment where the current steps in the process that can be replaced and new ones that were added were discussed. A final sustainability assessment was then made between

wet chemical and plasma as pretreatment, which resulted in clear environment and work environment benefits with the plasma treatment.

The results are compiled in ten technical reports:

- Mapping of current processes, materials and requirements
- Literature survey, Improved bonding on plastic and paint
- Plasma treatment for improved paint bonding on plastics
- Initial company specific cases
- Internal stresses in PC
- Plasma with precursor
- Plasma treatment for improved paint bonding on plastics, workshop.
- Time and environmental effects on plasma open time before painting
- Implementation
- Sustainability assessment

The results of the project are promising, but further research is needed, among other things, to take the step to upscale industrial processes and faster flows

Partners in the project were Agaria, AMB Industri, Axalta Powder Coating Systems, Becker Industrial Coatings, Bröderna Boughardt, Plastal, Robnor, SPF, Scania CV, Volvo Trucks, Chalmers and RISE IVF

3 Bakgrund

För att få god vidhäftning mellan lack och plast eller komposit är ytans beskaffenhet avgörande. Faktorer som påverkar slutresultatet är bland annat kemi, ytenergi, ytstruktur och renlighet och för att nå en felfri färgfinish och långtidstabil vidhäftning mot plast krävs normalt sett rengöring och aktivering/priming av plast.

Även hos effektiva och kvalitetsmedvetna företag är kassationsgraden högre än önskat i samband med lackering av plast och beror delvis på partiklar på ytan och vatten/fukt rester efter powerwash som skapar defekter i lacken. Behandling med plasma har potential att lösa detta eftersom den både kan rengöra från partiklar och tunna organiska skikt samt aktiverar ytan. Plasmabehandling är en torr förbehandlingssteknik liksom corona och flamning och bygger på behandling med joniserad gas. Behandlingen med plasma och luft som processgas på plastytor ger upphov till många polära och syreinhållande grupper (tex – OH, -COOH-grupper), vilket resulterar i en mer hydrofil yta och ökad ytenergi. Tidigare forskning hos RISE IVF har visat på dess rengöringsförmåga och ökade vidhäftning.

Några implementerade exempel:

Plasmatreat, är en av världens ledande tillverkare och leverantörer av plasmautrustning samt arbetar nära med en av världens ledande motorcykeltillverkare. Tillsammans har de implementerat en process baserat på atmosfärsplasma som förbehandlingssteg på plast inför lackering med vattenburen färg. Detta har resulterat i en produktivitetsökning med 30%.

Plasmatreat har också tillsammans med kunder fört in atmosfärsplasma som ett förbehandlingssteg före lackering av stötfångare och mobiltelefoner.

Plasma som förebehandling inför lackering av plast har utvärderats och implementerats hos Daimler och deras leverantör TRW. Avsikten var att åtgärda problem med lackfel pga powerwash och vatten som var svårt att torka bort samt att ersätta CO₂ rengöring som var högljud, dyr och krävde extrautrymme för tankarna. Istället utvärderades och implementerades plasma och sedan 2011 produceras detaljer i en 25 m lång målningslinje varav endast 1 m behövs för plasma-behandling. Den nya processen med plasma reducerade flera tidigare operationer, vilket sparar tid och 90% av den tidigare kostnaden för energi.

4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Syftet med att använda atmosfärsplasma som förbehandling före lackering av plast eller komposit är att helt/delvis ersätta dagens powerwash process med en robust, kvalitetssäkrad och automatiserad plasmabehandling. Avsikten var att kunna reducera kassation pga vattenrester, torkmärken eller andra defekter i lacken.

En övergång till plasmabehandling som förbehandling förväntas leda till mindre behov av vatten och rengöringsmedel, vattenrening och energiförbrukning. En annan fördel är med att ersätta powerwash är att produktionsytan bör kunna användas mer effektivt. Plasma har också potential att ersätta flamning och typer av primer som inte används i kulörsyfte. Det innebär att brännbara gaser eller kemikalier kan ersättas också.

Processen med plasmabehandling före lackering blir en både miljö- och arbetsmiljövänlig process. Resultatet har utvärderats enligt teknisk prestanda, rengöring, ytkemi, ytenergi, struktur och vidhäftning. Företag har utvärderat processen i tekniska försök och demonstratorer.

Projektet har arbetat inom fem olika arbetspaket:

WP1 - Krav och förbehandlingsprocesser att jämföra plasma mot

WP2 - Rengöring, ytaktivering och plasmapolymerisation med plasma på plast

WP3 - Ökad lackvidhäftning med plasmabehandling

WP4 - Konceptbedömning, industrialisering och miljöpåverkan

WP5 - Projektledning och spridning

5 Mål

De främsta målen för projektet var att:

- Skapa en förbehandlingsprocess för lackering av komponenter i plast med hög och robust kvalitet samt med lägre kassation än dagens process
- Flexibel och robotiserad process där tekniken inte är begränsad till en specifik komponent
- Kraftigt reducerad erforderlig produktionsyta jämfört med powerwash
- En mer miljövänlig vänlig process genom lägre energikonsumtion och behov av kemikalier
- God arbetsmiljö genom robotiserad process och inget behov av kemikalier eller gaser
- Relevant process för industrialisering- och implementerings-case

Projektet adresserar i förhållande till FFI programmet och Hållbar produktion i första hand primärt främst ” Miljöneutral produktion och kretslopp för restprodukter och energi” och i andra hand ” Säkerställd önskad kvalitet” men visar samtidigt upp goda möjligheter till förbättrad flexibilitet ” Tillräckligt flexibla produktionssystem för efterfrågade komponenter”.

6 Resultat och måluppfyllelse

Projektet har kunnat visa att plasmabehandling som ensam förbehandling kan ge fullgod vidhäftning mellan plast och lack och att den har förmåga att rengöra ytan ifrån utvärderad kontaminering både film och partiklar. Ytenergin ökar och ytan blir mer hydrofil med plasmabehandling vilket underlättar vätningen mellan lack och yta, men ytstrukturen påverkas mer marginellt. Plasmabehandlingen har styrts av avstånd mellan plasmamunstycke och plastyta samt överföringshastigheten. Processfönstret och effekten varierar något mellan olika material, men flera parametrar är effektiva för de utvärderade materialen. Inga defekter har detekterats i geometrin från plasmabehandling och endast marginella inre spänningar i PC innehållande material jämfört med vad som orsakas av andra tillverkningsmetoder.

Projektet har också utvärderat lagringsmöjligheten av plasmabehandlingen före lackering och sett att effekten avtar med tiden samt att ökad fukthalt, temperatur samt luftcirkulation kortar lagringsmöjligheten. En litteraturstudie inför plasmabehandling med tillsatser i plasman har också genomförts, lämpliga vidhäftningsförbättrande ämnen har valts ut och initiala tester har genomförts.

Sju företags specifika tester har genomförts och fyra demonstratorer (verkliga komponenter) har utvärderats. Både våtlack och pulverlack har utvärderats. Resultaten har visat att plasma har potential till att användas för att ersätta alla eller delar av förbehandlingssteg inför lackering av plast. Resultat med starkare lackvidhäftning efter plasmabehandling jämfört med corona och flamning har också setts. I några fall har ingen ytterligare vidhäftning detekterats med plasma men i flertalet fall har det varit eftersom lackvidhäftningen redan utan plasmabehandling har varit fullgod.

Industrialisering, kostnads och hållbarhets studien var ursprungligen planerad att bli mer omfattande men en studie av allmänt behov från två av partnerna, en djupare studie från en ytterligare partner samt kostnadsbedömning av olika typer av plasmainstallationer har gjorts. En hållbarhetsbedömning där dagens steg i processen som kan ersättas och nya som tillkommer diskuterades. En slutlig hållbarhetsbedömning gjordes därefter mellan våtkemisk och plasma som förbehandling vilket resulterade i tydliga miljö och arbetsmiljövinster med plasmabehandlingen.

Projektet har resulterat i 10 tekniska rapporter:

1. Mapping of current processes, materials and requirements
2. Literature survey, Improved bonding on plastic and paint
3. Plasma treatment for improved paint bonding on plastics
4. Initial company specific cases

5. Internal stresses in PC
6. Plasma with precursor
7. Plasma treatment for improved paint bonding on plastics, workshop
8. Time and environmental effects on plasma open time before painting
9. Industrialization
10. Sustainability

Projektet har visat på god möjlighet att uppnå förväntade mål med plasmabehandling. Metoden har potential att ersätta flera av dagens förbehandlingssteg men också användas som kvalitetssäkringssteg på en miljö och arbetsmiljömässigt förbättrat sätt. Viss variation har dock iakttagits mellan effektivitet och processfönster för olika plastmaterial och lacker och metoden bör därför verifieras för varje enskild materialkombination.

7 Spridning och publicering

Projektet har haft flera olika och olika typer av spridningsaktiviteter, däribland:

- 2 öppna workshops
- 1 projektintern workshop
- Presentation på Scandinavian coating 2019
- Presentation på SPF årsmöten 2017, 2018 och 2019
- FFI-konferens i Katrineholm 2018
- Artiklar i Ytforum 201704 och 201903
- Artikel i Teknik och tillväxt April/Maj 2017

7.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	x	Fortsatt forskningsansökan planeras inom gruppen. Generisk och icke konfidentiella resultat kan delas med företagets kunder och underleverantörer samt användas i utvecklingsarbeten. För Chalmers och RISE IVF kan samma resultat användas forskning undervisning och som stöd i utvecklingsarbeten.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	x	Projektgruppen planerar fortsatt samarbete inom området i forskningsprojekt.
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt		
Introduceras på marknaden		
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

8 Slutsatser och fortsatt forskning

Resultaten i projektet är lovande men fortsatt forskning behövs. Bland annan krävs en djupare förståelse för de tekniska begränsningarna för plasmabehandling/plasmautrustningar. En önskan är att förstå om plasma även kan avhjälpa andra typer av lackproblem som inte är kopplade till vidhäftning och defekter (pga smuts, partiklar och vatten).

En annan viktig fråga för framtiden är att nå en djupare förståelse för hur man med andra/flera munstycken eller plasmatekniker kan nå uppskalade industriella processer med snabbare flöden och koncept för att täcka större ytor snabbt samt öka behandlingsdjup och räckvidd.

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

I många fall har ett flertal personer från respektive part deltagit i hela eller delar av projektet och projektet har haft förmånen att arbeta med väldigt kompetent personal och inom kompletterande områden. Personer med specialkompetens inom material, analysteknik, ytkemi, lackering, plasmabehandling, produktionsteknik, automation, miljöbedömning mm har varit involverade. Både kvinnor och män har varit aktiva i arbetet i projektet. Utbildningsnivån spänner också från disputerade, civilingenjörer, högskoleingenjörer och annan utbildning. Tabell 1 visar på huvudkontaktpersonerna i projektet från respektive part.

Tabell 1: Huvudkontaktperson för respektive projektpart

Projektpart	Huvudkontaktperson för respektive projektpart
Agaria Trading	Jonas Axelsson
AMB Industri	Håkan Lavebratt
Axalta Powder Coating Systems Nordic	Heléne Bolm
Bröderna Bourghardt	Henrik Sköld
Becker Industrial Coatings	Krister Morén
Chalmers tekniska högskola	Anna Martinelli
Plastal Sverige	Arnstein Öien
Robnor	Pelle Andersson
SPF, Svensk Pulverlackteknisk förening	Stefan Hjort
Scania CV	Daniel Ståhlberg
Volvo Lastvagnar	Erika Wikberg
RISE IVF	Åsa Lundevall