

Energimyndighetens titel på projektet – svenska Återvinning av lackerad plast	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska Recycling of painted plastics	
Universitet/högskola/företag Swerea IVF AB	Avdelning/institution Material
Adress Box 104, 431 22 Mölndal	
Namn på projektledare Karin Lindqvist	
Namn på ev övriga projektdeltagare EnviroStripp Chemicals, Plastal, Volvo AB, Novoplast	
Nyckelord: 5-7 st Plaståtervinning, färgborttagning, ELV, sekundär råvara, PP	

Förord

Projektet, som varit en förstudie, har finansierats av forskningsprogrammet RE:source. RE:source drivs av Vinnova, Energimyndigheten och Formas. Projektdeltagarna: EnviroStripp Chemical; Novoplast; Plastal och Volvo AB har finansierat 50% av projektets budget med in-kind arbete.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Summary	1
Inledning/Bakgrund	3
Genomförande	4
Resultat och Diskussion	5
Fortsatt utvecklingsarbete.....	9
Publikationslista.....	10
Referenser, källor	10
Bilagor	10

Sammanfattning

I förstudien har avlackering testats på stötfångare från skrotade bilar och i form av produktionsspill. Resultaten visar att ca 70-80% av alla kulörer och lacksystem som testats, kan tas bort med ett vattenburet avlackeringssystem. Resultaten visar också att spolning med högtryck är nödvändigt för att helt avlägsna lacken från underlaget. Försök med storleksreducerade stötfångare (simulerad shreddning, sönderdelning till ca 10 x 10 cm) visade att kulörer/lacksystem med mycket hög vidhäftning var svårare att avlägsna än då stötfångaren avlackerats i större delar. Stötfångare från demonterade bilar och produktionsspill av PP_EPDM, som är det vanligaste materialet i dessa produkter, har återvunnits via avlackering, smältfiltrering, pelletering och formsprutning. De mekaniska egenskaperna på

återvunnet avlackerat material är i nivå som nyråvara och formsprutade plattor fick bra finish efter (ny) lackering. Lackering av material med färgrester i plasten fick en oacceptabel finish med "nålstick" i ytan.

Resultaten visar tydligt att det finns en hög potential i det avlackeringsystem som använts. De mekaniska egenskaperna på återvunnet material uppfyller målen och det visuella utseendet efter lackering bedöms som lovande. I förstudien har 100% återvunnet material använts i lackeringsförsöken. Det troliga är att en spädning med nyråvara kommer att göras i verklig applikation. Avlackeringsförsök av paneler av PC-PBT visade att lacken lätt kunde avlägsnas, men plasten påverkades och visade en tendens att lösas upp. Det är en betydligt större utmaning av att återvinna PC-PBT än PP_EPDM.

I en kostnadsuppskattning för processen att återvinna lackerad plast från stötfångare inkluderas demontering, transport, avlackerning, kompondering med smältfiltrering och pelletering, dvs alla steg som krävs för att gå från lackad detalj till råvara för formning. Priset för återvunnet material kommer att ligga i intervallet 15,50-24,50 kr/kg. Den uppskattade kostnaden för avlackerning är baserad på EnviroStripps erfarenhet och information från sina kunder. Det är i många fall fråga om en hel del manuell hantering, vilket ökar kostnaden. En större volym och automatiserad hantering kommer att sänka kostnaden och ska utvecklas i innovationsprojektet. Priset för nyråvara av PP_EPDM är ca 14 kr/kg och återvunnet PP_EPDM (avlackerat från stötfångare) säljs idag för 12,50 kr/kg (endast tillgängligt i Tyskland). Innovationsprojektets mål är att utveckla en rationell miljöanpassad avlackerning med ett konkurrenskraftigt pris på materialet.

Det finns idag en ökande efterfrågan på återvunnet material hos stora företag, både av ekonomiska, energi- och miljömässiga skäl. Två huvudfrågor ställs av dessa företag: var finns volymmässigt stabila strömmar och hur uppnås tillräckligt bra mekaniska och estetiska egenskaper. Återvinning av lackerad plast, speciellt från fordon, är ett möjligt svar på första frågan, då stora volymer lackerad plast idag går till förbränning. Avlackerning som en del av materialets uppgradering är ett viktigt steg för att garantera mekaniska och estetiska egenskaper som gör processen konkurrenskraftig. Detta är huvudskälen för genomförandet av förstudien. Avsikten är att utifrån de lovande resultaten och uppbyggt konsortium gå vidare med en ansökan om ett innovationsprojekt.

Summary

The feasibility study has tested paint removal on bumpers from scrapped cars, and production waste. The results show that about 70-80% of all colors and paint systems tested, can be removed with a water-borne paint stripping system. The results also show that washing with high pressure water is required to completely remove the paint from the substrate. Experiments with size-reduced bumper (simulated shredding, size reduction to about 10 x 10 cm) showed that the colors / lacquer systems with very high adhesion was more difficult to remove than when the bumper was paint stripped in larger parts.

Bumpers from dismantled cars and production waste of PP_EPDM, which is the most common material in these products, have been recovered through the paint

stripping, melt filtration, pelletizing and injection molding. The mechanical properties of the paint stripped recycled material is on the same level as for virgin and injection molded plates had a good surface finish after a (new) paint coating. Samples with paint residues in the plastic had an unacceptable finish with "pinpricks" in the surface.

The results clearly show that there is a high potential in the paint stripping system used. The mechanical properties of the recycled material meet the objectives and the visual appearance after painting deemed promising. 100% recycled material was used in the painting experiments but it is likely that a dilution with virgin will be made in a real application. Paint stripping experiments on panels of PC-PBT showed that the paint was easily removed, but the plastic was affected and showed a tendency to dissolve. There is a much greater challenge to recycle PC PBT than PP_EPDM.

The cost estimate for the process of recycling the lacquered plastic bumpers included dismantling, transportation, paint stripping, compounding with melt filtration and pelletizing, ie all the steps required to go from lacquered detail to the raw material for forming. The price of recycled materials will be in the range of 15.50 to 24.50 SEK / kg. The estimated cost of paint removal is based on EnviroStripp's experience and information from their customers. Paint removal includes today a lot of manual handling, which increase the cost. A larger volume and automated handling will reduce costs and this should be developed in an innovation project. The price for virgin material of PP_EPDM is about 14 / kg and recycled PP_EPDM (paint stripped from bumpers) are currently sold for 12.50 / kg (only available in Germany). An innovation project should aim at developing a rational environmentally friendly paint stripping process to reach a competitive price for the material.

Today there is an increasing demand for recycled materials by large companies for economic, energy and environmental reasons. Two main questions are asked by these companies: where can stable, large volumes of even quality be found and how can sufficiently good mechanical and aesthetic properties be achieved? Recycling of painted plastic, especially from vehicles, is a possible answer to the first question, since large volumes of lacquered plastic today is incinerated. Paint removal as part of the material upgrade is an important step to ensure the mechanical and aesthetic properties that make the process competitive. These are the main reasons for the implementation of the feasibility study. The intention is that based on the promising results and structured consortium to proceed with an application for an innovation project.

Inledning/Bakgrund

Projektet har fokuserat på att avlägsna färg från återvunna lackerade plastdetaljer. Färgrester i plast är en allvarlig förorening och målet är att nå en tillräcklig kvalitet på den återvunna plasten för att kunna formspruta och lackera till samma produkter som återvunnits, dvs att sluta cirkeln för återvinning av lackerad plast. Avlackering och effekten på mekaniska egenskaper skulle undersökas liksom möjligheten att lackera återvunnet material. Ett kommersiellt

tillgängligt avlackeringsystem skulle testas i en ny applikation. Resultaten är mycket viktiga för att ge högre värde åt återvunna strömmar från ELV och WEEE. Detta är mycket viktigt ur ett samhällsperspektiv eftersom större delen av plast från ELV och WEEE idag går till förbränning med höga CO₂ utsläpp som följd. Lyckade resultat kommer att appliceras i ett innovationsprojekt som en del i värdekedjan för plaståtervinning. Miljövinsten i projektet ligger i reducering/eliminering av SVHC och ersättning av en lösningsmedelsbaserad avlackerings med vattenbaserad. Den ekonomiska potentialen innebär en ökning av värdet med 100% jämfört med material som innehåller färgpartiklar.

Energimyndigheten, som representant för forskningsprogrammet RE:source, har varit huvudman för projektet. Projektet har letts av Swerea IVF, finansierats enligt ovan givna information och pågått under perioden 160824-170326.

Genomförande

Genomförande

Tre (3) schemalagda arbetsmöten har genomförts under projektet då alla projektpartners deltagit. Praktiska experiment har utförts i Swerea IVFs verkstad och i EnviroStripp's utrustningar. Återvunnet material har formsprutats på Swerea IVF och lackeringar har genomförts i Plastals produktion och bedömningar/utvärderingar av lackeringsresultat hos Plastal samt Volvo Construction Equipment i Hallsberg. Följande arbetspaket har genomförts:

1. State-of-the-art och krav: alla parter

State-of-the-art ; litteratur och webbsökning; input från partners på alla steg i processen. Krav på mekaniska egenskaper och ytegenskaper från producent och slutanvändare. Aktivitet 1 genomfördes under projektets start- och arbetsmöte.

2. Färgborttagningsprocessen: Swerea IVF, EnviroStripp, Novoplast

Arbetspaketet har utgjort en utvärdering av färgborttagningsprocessen som består av följande steg: a) Storleksreduktion; b) Tvättning ; c) Färgborttagning; d) Torkning. Manuell avtvättning av stötfångare från skrotade fordon. Storleksreduktion till ca 50 cm resp 5 cm genom bandsågning av hela bumpers från ELV samt från partners produktion. Den mindre storleken simulerar shreddning. Enstaka småbitar avlackerade initialt i bägare, större bitar avlackerades i tvättrumma och senare större volymer av simulerat shreddedade bitar i nät i tvättrumma. Spolning med högtryck efter avlackerings.

3. Polymer processen: Swerea IVF, Volvo CE, Plastal, Novoplast

a) (Storleksreduktion) – kompondering ; b) Smält filtrering – pelletering; c) formsprutning. Iterationer och optimering av stegen a) -c) med utvärderingar avseende mekaniska egenskaper och ytans utseende.

4. Estetik och utvärdering: Swerea IVF, Volvo CE, Plastal

Utvärderingar - mekaniska egenskaper uppmäts med dragprovning och slagprovning, lackeringsförsök på formsprutade föremål; ytkarakterisering genom visuell bedömning enligt de standarder som används inom fordonsindustrin och som angivits i aktivitet 1.

5. Kostnadsuppskattning och hållbarhetsbedömning: alla parter

Värdera data - kemikalier, energi, vatten på processteg; översiktlig hållbarhetsbedömning

6. Projektledning: Swerea IVF

a) organisera arbetsmöten, följa upp aktiviteter b) Rapport inklusive utkast till en ansökan om ett innovationsprojekt eller annat förslag på fortsatt arbete.

Resultat och Diskussion

I förstudien har avlackering testats på stötfångare från skrotade bilar och i form av produktionsspill. Resultaten visar att ca 70-80% av alla kulörer och lacksystem som testats, kan tas bort med ett vattenburet avlackeringssystem. Resultaten visar också att spolning med högtryck är nödvändigt för att helt avlägsna lacken från underlaget. Figur 1 visar exempel på prov som avlackerats i maskin med spolning.



Figur 1. Del av stötfångare som avlackerats.

Försök med storleksreducerade stötfångare (simulerad shreddning, sönderdelning till ca 10 x 10 cm) visade att kulörer/lacksystem med mycket hög vidhäftning var svårare att avlägsna än då stötfångaren avlackerats i större delar.

Stötfångare från demonterade bilar och produktionsspill av PP_EPDM, som är det vanligaste materialet i dessa produkter, har återvunnits via avlackering, smältfiltrering, pelletering och formsprutning. De mekaniska egenskaperna på återvunnet avlackerat material är i nivå som nyråvara vilket visas i figur 2 - 5. Följande provbeteckningar har använts i diagrammen:

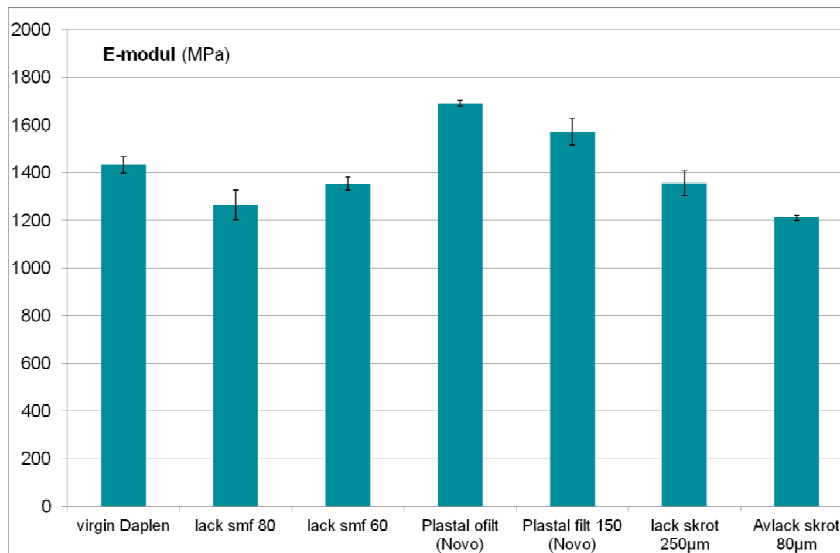
(*virgin Daplen*) nyråvara för stötfångare – 20% mica filler

(*lack smf 80 resp 60*) kvarnat produktionsspill med lack och smältfiltrerat på Swerea; 80 resp 60 µm (plana filter manuellt byte) – ingen el väldigt liten tryckökning vid filtrering

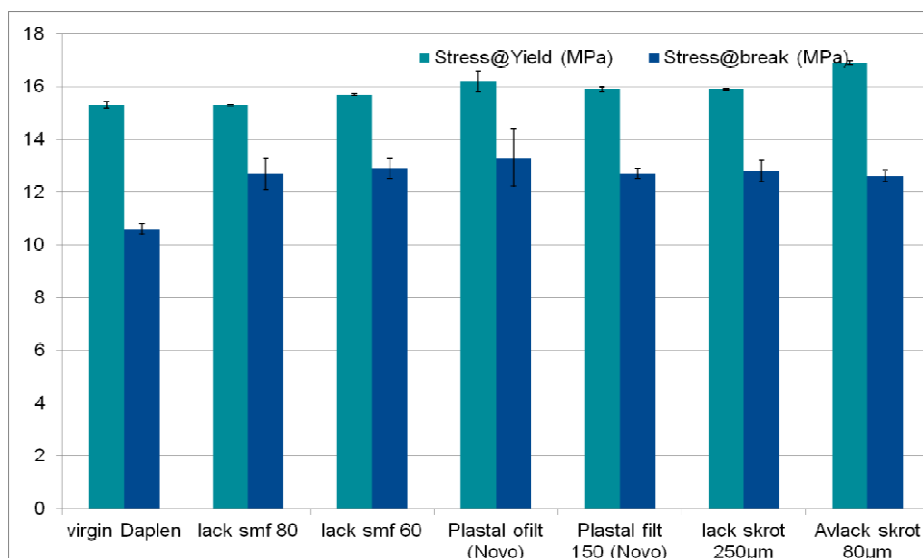
(*Plastal ofilt resp filt 150(Novo)*) kvarnat produktionsspill med lack behandlat hos plastbearbetningsföretag; ofiltrerat resp filtrerat 150 µm

(lack skrot 250 μ m) Stötfångare från Mölndals bildemontering: kvarnat med lack och smältfiltrerat på Swerea 250 μ m – tydlig tryckökning vid filtrering

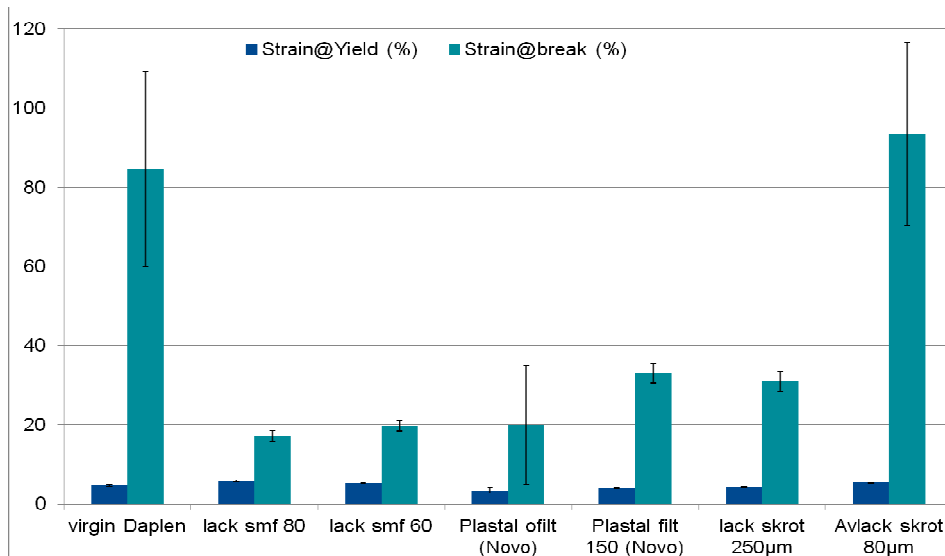
(avlack skrot 80 μ m) Avlackerade från Mölndal bildemontering; kvarnade och smältfiltrerade på Swerea 80 μ m



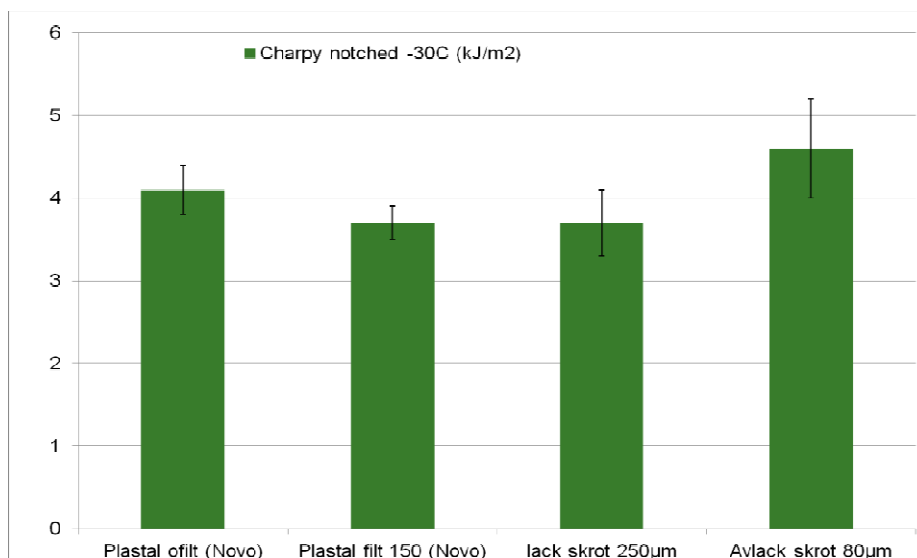
Figur 2. E-modul för återvunna material från stötfångare.



Figur 3. Spänning för flytgräns resp brott för återvunna material.



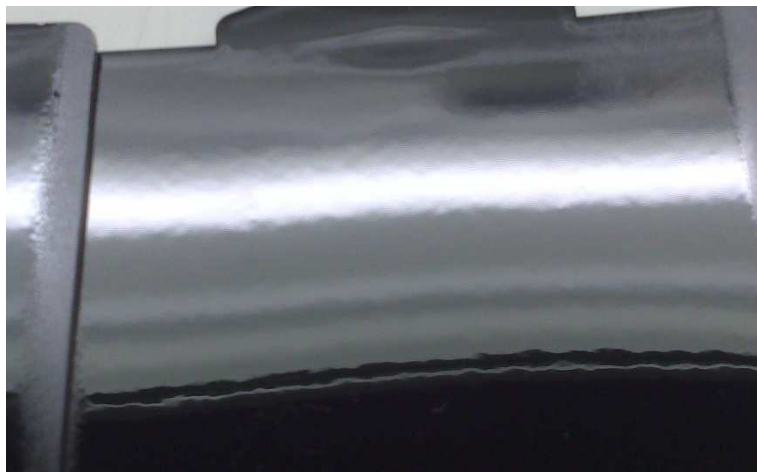
Figur 4. Töjning vid flytgräns resp brott för återvunna material.



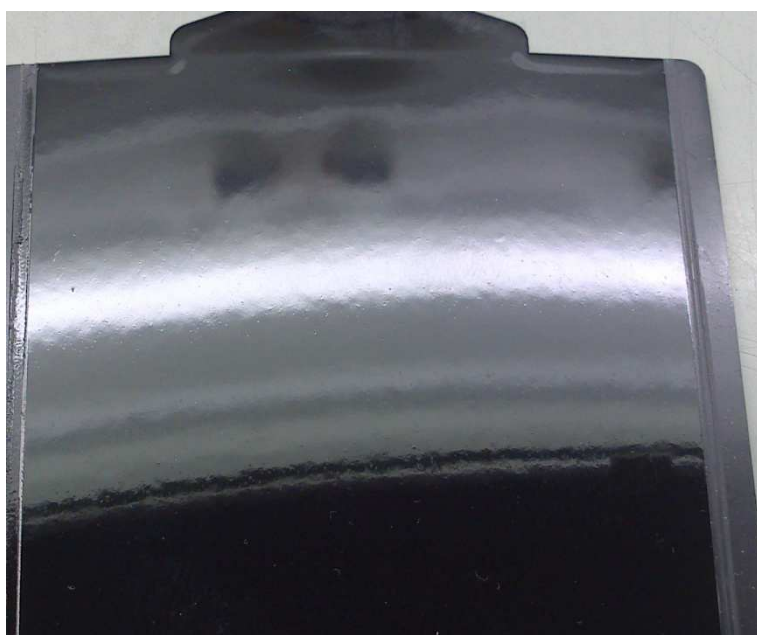
Figur 5. Slagseghet vid -30°C för återvunna material. Slagsegheten för referensen Daplen är 5kJ/m².

Töjning och slagseghet är avgörande egenskaper för PP_EPDM som används i stötfångare. Det är bara det avlackerade återvunna materialet som ligger i nivå med nyråvaran.

Formsprutade plattor av återvunnet avlackerat material fick bra finish efter (ny) lackering. Lackering av material med färgrester i plasten fick en oacceptabel finish med ”nålstick” i ytan. Figur 6 och 7 visar foto av resp material. Resultatet efter lackering avgörs genom visuell bedömning där det avlackerade materialet bedömdes ha potential för att användas i produktion medan det enbart smältfiltrerade materialet ej ansågs ha någon potential, då ytan innehåller alltför mycket defekter.



Figur 6. Lackerad formspruta platta av 100% återvunnet avlackerat material.



Figur 7. Lackerad formspruta platta av 100% återvunnet enbart smältfiltrerat material. Nålstick i form av små porer syns i lacken eftersom vidhäftningen till färgrester är dålig.

Resultaten visar tydligt att det finns en stor potential i det avlackeringsystem som använts. De mekaniska egenskaperna på återvunnet material uppfyller målen och det visuella utseendet efter lackering bedöms som lovande. I förstudien har 100% återvunnet material använts i lackeringsförsöken. Det troliga är att en spädning med nyråvara kommer att göras i verklig applikation. Avlackeringsförsök av paneler av PC-PBT visade att lacken lätt kunde avlägsnas, men plasten påverkades och visade en tendens att lösas upp. Det är en betydligt större utmaning av att återvinna PC-PBT än PP_EPDM.

I en kostnadsuppskattning för processen att återvinna lackerad plast från stötfångare inkluderas demontering, transport, avlackerning, kompondering med smältfiltrering och pelletering, dvs alla steg som krävs för att gå från lackad detalj

till råvara för formning. Priset för återvunnet material kommer att ligga i intervallet 15,50-24,50 kr/kg. Den uppskattade kostnaden för avlackering är baserad på EnviroStripps erfarenhet och information från sina kunder. Det är i många fall fråga om en hel del manuell hantering, vilket ökar kostnaden. En större volym material och automatiserad hantering kommer att sänka kostnaden och kan utvecklas i framtida projekt. Priset för nyråvara av PP_EPDM är ca 14 kr/kg och återvunnet PP_EPDM (avlackerat från stötfångare) säljs idag för 12,50 kr/kg (endast tillgängligt i Tyskland). Framtida projektmål är att utveckla en rationell miljöanpassad avlackering med ett konkurrenskraftigt pris på materialet.

Den hållbarhetsbedömning som genomförts på Swerea IVF för projektets effekter, visar angående råmaterialaspekten att mindre mängd plast från oljeråvara behöver användas vilket leder till lägre material- och energianvändning samt lägre utsläpp. För tillverkningen gäller att färgborttagningsmedel kan innehålla problematiska kemikalier. Vatten kan behövas för rengöring och energi för pelletering av återvunnen plast.

Fortsatt utvecklingsarbete

De positiva resultaten från förstudien gör att en fortsatt utveckling bör ske inom ramen för ett innovationsprojekt. Innovationsprojektets mål är att utveckla en återvinningsprocess för lackerad plast med bättre miljöprestanda än dagens processer och med ekonomiska förutsättningar för att fungera i industriell skala, motsvarande ca 1000 ton per år. Projektet bör ha som delmål att utvärdera fordonskomponenter där återvunnet material kan ersätta nyråvara genom inblandning. Följande frågor behöver besvaras:

- Hur ska en kostnadseffektiv anläggning för avlackering utformas?
- Hur skall andra material än polypropen hanteras?
- Hur stor andel återvunnet material kan blandas in i de utvalda komponenterna och hur påverkas kvaliteten?
- Har processen en lägre miljöpåverkan än produktion av nyråvara?

Den beräknade totalkostnaden för det återvunna materialet skall vara 10% lägre än dagens bulkpris för nytillverkad polypropen, ca 14 kr/kg.

Idag förekommer ingen demontering av plast från bilar i Sverige eftersom det saknas en marknad för materialet. Däremot förekommer det demontering av främst stötfångare i flera andra delar av Europa, vilket gör att tillgången på råvara faktiskt existerar. Genom att projektmålen uppfylls kan förutsättningarna för en anläggning för storskalig avlackering av plast med vattenburna processkemikalier beräknas med större noggrannhet. Skulle anläggningen implementeras så kan den i början använda de materialströmmar som redan existerar i Europa vilket i sin tur skulle ge kraftigt förbättrade möjligheter att påbörja demontering även i Sverige. För svenska underleverantörer till fordonsindustrin innebär det att man får tillgång till ett material som är betydligt mindre beroende av oljepriset och som finns i väsentlig mängd. För svenska bilåtervinnare innebär det att det skapas en möjlig mottagare av demonterade bildelar.

Publikationslista

Projektsresultat presenteras i Swerea IVFs tidsskrift ”Teknik och Tillväxt” nr 2, 2017.

Projektresultat sammanfattas och redovisas på vårmötet för Testbädden
Plaståtervinning (Swerea IVF, projektledare: Martin Strååt) den 5 April, 2017.

Referenser, källor

Bilagor