

RE: SOURCE

Slutrapport för projekt

Remometer – Mäta EEE tillverkares potential för Återtillverkning

Projektperiod: februari 2020 och till juli 2021
Projektnummer: 49718–1

Med stöd från

VINNOVA
Sveriges innovationsmyndighet

 **Energimyndigheten**

FORMAS 

Strategiska
innovations-
program

Remometer – Mäta EEE tillverkares potential för Återtillverkning

Remometer – Measuring EEE manufacturers' potential with Remanufacturing

Titel på projektet – svenska Remometer – Mäta EEE tillverkares potential för Återtillverkning
Titel på projektet – engelska Remometer – Measuring EEE manufacturers' potential with Remanufacturing
Universitet/högskola/företag Linköpings Universitet
Adress IEI Industriell Miljöteknik, Campus Valla, 58183 Linköping
Namn på projektledare Jelena Kurilova-Palisaitiene
Namn på ev övriga projektdeltagare Johan Vogt Duberg, Erik Sundin
Nyckelord: 5-7 st Cirkulär ekonomi, Hållbar produktion, Skift till Återtillverkning, Affärsmodell, Produktionssystem, Produktdesign, Kundvärde

Förord

Forskningsprojektet Remometer har genomförts inom ramen för det Strategiska innovationsprogrammet RE:Source under utlysningen för “Utveckla lösningar för cirkulära produkt- och varuflöden” med stöd från Energimyndigheten, Vinnova och Formas.

Inom Remometerprojektet har Husqvarna AB varit industripartner och har bidragit med ett stort engagemang för att uppnå projektets mål och resultat.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Summary	4
Inledning och bakgrund	5
Genomförande	5
Resultat och diskussion.....	6
Slutsatser, nyttiggörande och nästa steg	8
Publikationslista.....	8
Projektkommunikation.....	9
Referenser	9
Bilagor	10

Sammanfattning

Inom svensk tillverkningsindustri finns det ett stort fokus på linjära produkt-, komponent- och materialflöden och det är få originaltillverkare som har en egen återtillverkningsverksamhet. Det finns ett intresse för återtillverkning men mer stöd i form av beräkningar på potentialen samt de tre hållbarhetsdimensionerna (ekonomiskt, miljömässigt och socialt) behövs för att fler originaltillverkare ska våga bli mer cirkulära. Syftet med Remometerprojektet var att stödja originaltillverkare med ett beslutsverktyg för hur återtillverkning kan bli en nyckel i deras affärsmodell.

Idag är det många industrier som tar sig an utmaningen att bli mer cirkulära och behovet från industrin att testa dess återtillverkningspotential kommer att bli stor. Sverige ligger långt efter de flesta EU länder och har en outnyttjad potential för återtillverkning. För att den svenska tillverkningsindustrin ska bli mer konkurrenskraftig behövs dock mer stöd.

Detta projekt stödjer industrins initiering av återtillverkning. Husqvarna AB är en EEE (Electric and Electronic Equipment) tillverkare som har en stor potential för att börja återtillverka sina produkter. Tillsammans med forskare på Linköpings Universitet (LiU) har Husqvarna AB undersökt sina förutsättningar och beredskap för att börja återtillverka robotgräsklippare. Därtill undersökte projektet även sociala, ekonomiska och miljömässiga fördelar med att återtillverka Husqvarnas robotgräsklippare.

Baserat på teori- och fallstudier på Husqvarna AB har vi inom Remometerprojektet utvecklat Remometer™ - beslutsverktyg, vilket ger riktlinjer till originaltillverkare för hur de kan börja återtillverka sina produkter (se också Fig. 1).

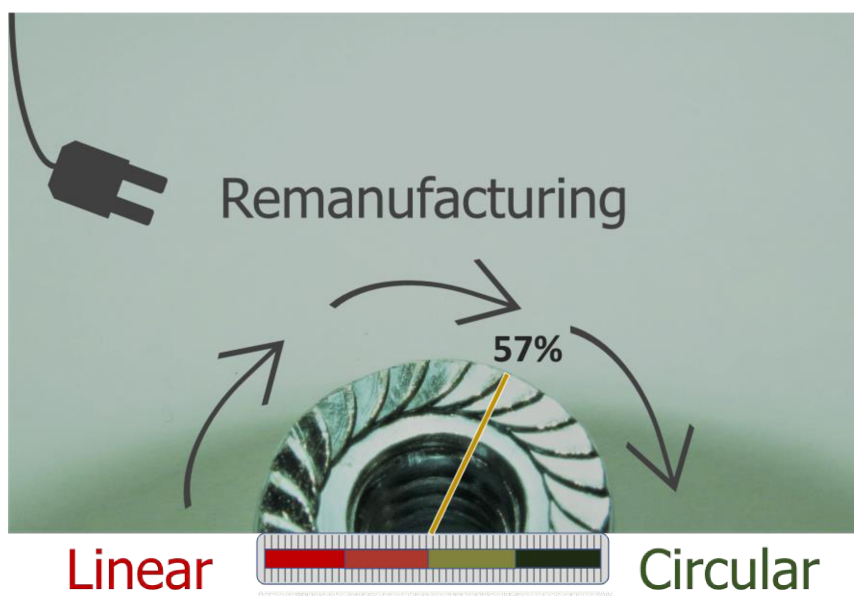


Fig. 1: En visualisering av beslutverktyget "Remometer", som hjälper industrier att skifta från linjära till cirkulär ekonomin genom återtillverkning – ett viktigt bidrag på väg mot en mer hållbar produktion och konsumtion av el-produkter.

Summary

In the Swedish manufacturing sector, there is a strong focus on linear product, component and material flows and there are few original manufacturers who have their own remanufacturing operations. There is an interest in remanufacturing, but more support in the form of assessment of the potential and the three sustainability dimensions (economic, environmental, and social) is needed for support original manufacturers to become more circular. The purpose of the Remometer project was to support original manufacturers with a decision tool on how remanufacturing can be a key in their business model.

Today, many industries are taking on the challenge of becoming more circular and the need to test their remanufacturing potential is growing. Sweden is far behind most EU countries and has an unexploited potential for remanufacturing. However, for the Swedish manufacturing industry to become more competitive, more support is needed.

This project supports the industry's initiation of remanufacturing. Husqvarna AB is an electric and electronic equipment (EEE) manufacturer that has great potential to start remanufacturing on its products. Together with researchers at Linköping University (LiU), Husqvarna AB has investigated its conditions and readiness to start remanufacturing of the robotic lawnmowers. In addition, the project examined the social, economic, and environmental benefits with remanufacturing for Husqvarna's robotic lawnmowers.

Based on theory and case studies at Husqvarna AB, we have within the Remometer project developed a Remometer™ decision tool, which provides guidelines to original manufacturers on how they can start remanufacturing their products (see Figure 1).

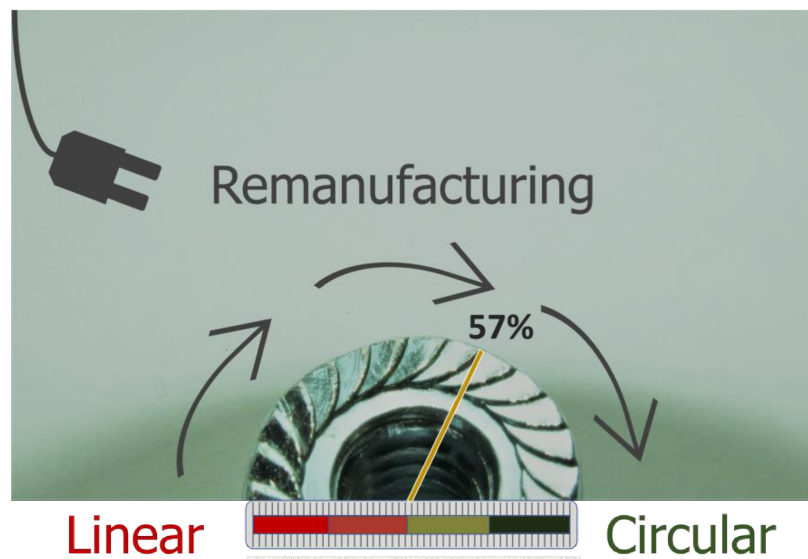


Fig. 1: A visualization of the decision tool “Remometer”, which helps industries to shift from linear to circular economy through remanufacturing - an important contribution towards a more sustainable production and consumption of electrical products.

Inledning och bakgrund

Hållbar produktion är ett sätt för tillverkande företag att utföra sina aktiviteter på ett ekonomiskt, miljömässigt och socialt bra vis. En bättre resurseffektivitet kan uppnås genom att de produkter som tillverkas även kan återtillverkas (Nasr and Russel, 2018). Återtillverkning innebär att redan använda produkter/komponenter förbereds för ytterligare en användningsfas genom att utföra en industriell process. Återtillverkning bevarar produktens värde och återställer den till samma eller bättre (med uppgradering) kvalitetsnivå jämfört med när den var i nyskick (Sundin et al., 2016). Genom att återtillverka kan tillverkaren spara resurser t.ex. material och energi, och på så vis även minska sina produkters klimatpåverkan (Parker et al., 2015; Nasr and Russel, 2018).

Att börja återtillverka är ett stort beslut för alla industrier oavsett om de är aktiva inom B2B- eller B2C-marknaden (Kurilova-Palisaitiene et al., 2020). Att våga satsa på något nytt är en stor utmaning för traditionella industrier. En övergång till mer hållbara verksamheter kan innebära ett större risktagande, därför tvekar många svenska företag till att hitta sin nya roll i den cirkulära världen (Brennan et al., 2015; Murray et al., 2017).

Inom Remometerprojektet har vi undersökt risker, utmaningar, möjligheter och fördelar med återtillverkning och systematiserat kunskap i form av ett beslutsverktyg.

Syftet med Remometerprojektet var att stödja originaltillverkare med ett beslutsverktyg för hur återtillverkning kan bli en nyckel i deras affärsmodell. Projektets lösningsförslag bidrar till en mer effektivare komponent- och materialanvändning, eftersom tillverkaren redan på design-stadiet kan ges ökat medvetande om materialval.

Genomförande

Projektet genomfördes enligt plan i form av fem arbetspaket (AP).

AP1 – För att utveckla återtillverkningskoncept för EEE-tillverkare en omfattande litteraturstudie och benchmarking genomfördes under 2020 av LiU forskare. Samtidigt en analys av lämpliga metoder / verktyg för att bedöma företagets beredskap (Remanufacturing Readiness Level) med återtillverkning genomfördes (se även Goodall et al., 2014). Ett pilotverktyg utvecklades och diskuterades med projektets deltagare.

Inom AP2 utfördes en detaljerad analys av Husqvarnas AB nuvarande tillstånd och potential att initiera återtillverkning. Fokusområden var Husqvarnas affärsmodell, produktionssystem, miljöpolicy, värdekedja och tjänsteerbjudande efter försäljning. Här uppmärksammades återförsäljare och dess roll i produktlivscykeln. Husqvarna AB hade en ledande roll i analysen, LiU forskare bidrog med kunskap om återtillverkning från andra industrier i Sverige och utomlands.

Under AP3 Remometer™ verktyget testades hos Husqvarna AB, samt hos två tillverkare/återtillverkare för vidareutveckling. De ekonomiska, miljömässiga och

sociala fördelarna i samband med återtillverkning analyserades av LiU forskare. Remometer™ verktyget digitaliserades på www.remometer.com.

AP4 - Djupare analys av företagets hållbarhetspotential och energibesparingar med återtillverkningen jämfört med nuvarande tillstånd. Metod: LCA och hållbarhetsanalys. Medverkande är Husqvarna AB samt LiU forskare. Ett resultat är LCA – ett examensarbete.

AP5 - "Remometer" - beslutsverktyget och projektresultat presenterades på flera andra konferenser och industrimässa, samt i sammanhang med andra aktiviteter med fokus på information och resultatspridning. Till exempel Remometer™ verktyget publicerades och presenterades på LCE 2021 (för mer detaljer se avsnitt Projektkommunikation). Målgrupper är: industri, myndigheter och akademi samt bredare samhället.

Projektet resulterades i tre vetenskapliga artiklar, samt tre till är inplanerade 2021-2022 (se Publikationslista).

Resultat och diskussion

Ett resultat av Remometerprojektet är Husqvarnas AB satsning på att initiera återtillverkning av robotgräsklippare år 2021. Tillsammans med sina återförsäljare i Sverige testar Husqvarna AB en ny tjänstebaserad affärsmodell med reparation hos återförsäljare, som ger dem ekonomiska och miljömässiga fördelar till flera aktörer i produktlivscykeln för robotgräsklippare. Under projektet gång har Husqvarna AB startat flera utredningar för att bli mer cirkulära med andra av sina produkter.

Ett annat resultat av Remometerprojektet är Remometer™ - ett analytiskt verktyg som industrin kan använda för att undersöka sin återtillverkningspotential. Verktyget innehåller fyra viktiga moment som utförs i form av workshops med industrin. Kärnan av verktyget är Remanufacturing Readiness Level (RRL) som mäter företagets beredskap och potential att starta återtillverkning. Fyra viktiga moment i verktyget är:

1. Identifiera produktens lämplighet för återtillverkning
2. Utvärdering av företagets beredskapsnivå på att starta återtillverkning (RRL)
3. Beräkna ekonomiska, sociala samt miljömässiga fördelar med återtillverkningen
4. Utveckla skalbar handlingsplan för att initiera återtillverkningen

Remometer™ verifierad inom akademien samt av flertalet industrier inom IT och annan elektronik. En digitaliserad version av verktyget är tillgänglig på www.remometer.com (se också Fig. 2 och 3).

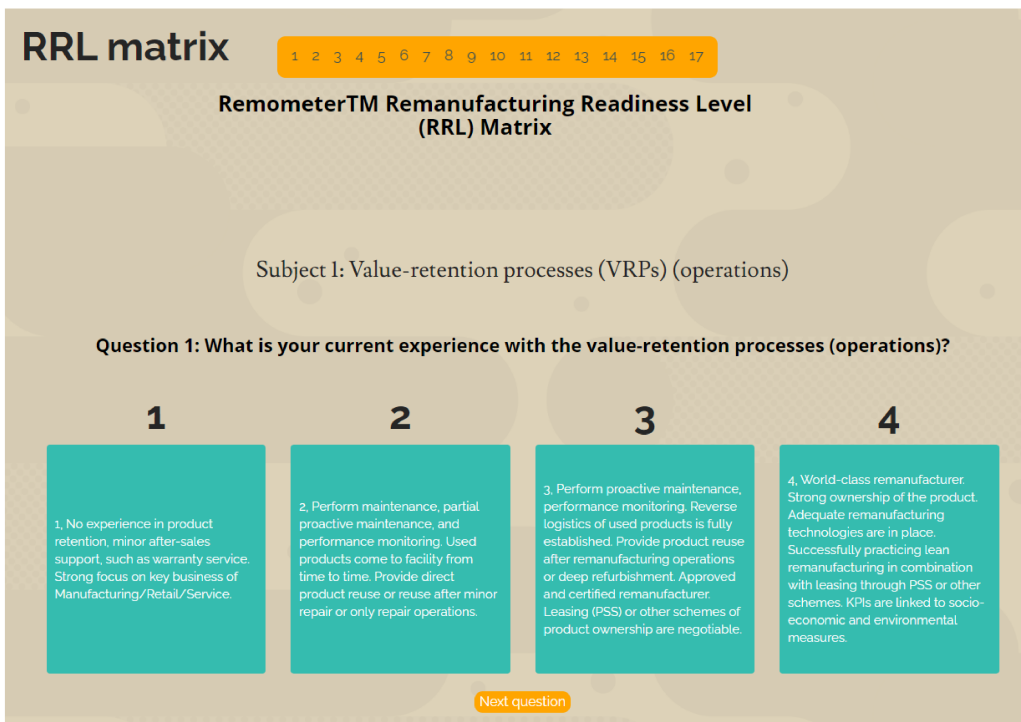


Fig. 2: En fråga (av 17) med fyra alternativa svar under RRL, som är tillgängligt på www.remometer.com

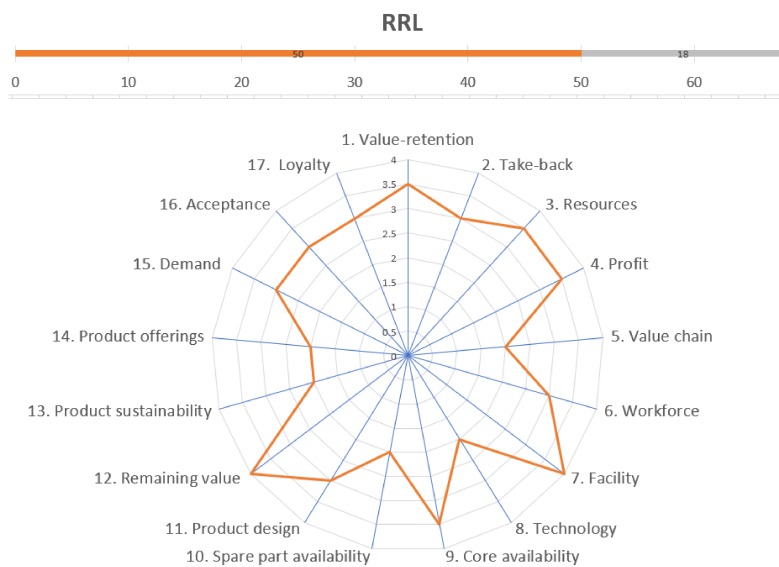


Fig. 3: Ett exempel på RRL resultat

Slutsatser, nyttiggörande och nästa steg

Remometerprojektet syftade till att stöda originaltillverkare med ett beslutsverktyg för hur återtillverkning kan bli en nyckel i deras affärsmodell. Detta syfte uppfylldes genom Remometer™. Remometer™ är ett beslutsverktyg för att utvärdera ett företags förmåga och fördelar med återtillverkning såväl som andra processer för att behålla värde genom att utmana företagets nuvarande affärsmodell, produktionssystem, produktdesign och kundrelationer mot en mer cirkulär strategi. I ett längre perspektiv kommer ”Remometer” bidra till att möjliggöra en större återtillverkningsbransch i Sverige men även till en spridning i resten av världen. En ökad spridning av återtillverkning inom svensk industri kommer möjliggöra att:

- fler konsumenter oberoende av kön, status och inkomster kommer att få tillgång till högkvalitativa produkter
- nya kvalificerade jobb skapas
- ny hållbar infrastruktur samt nya hållbara företag och partnerskap kommer att etableras mellan aktörer under produktens livscykel
- förbättrad resursanvändning samt att föroreningar och avfall minskas under hela produktens livscykel

Idag är det främst business-to-business (B2B) återtillverkning som dominerar i EU. Att sprida kunskap om fördelarna med återtillverkning till olika aktörer, speciellt industrin inom business-to-consumers (B2C) och dess användare.

Remometer™-verktyget är under varumärkets registrering hos EUIPO och under kommersialiseringen med hjälp av LEAD Inkubator.

Publikationslista

1. Kurilova-Palisaitiene J., Sundin E. (2021) Aligning remanufacturing in comparison to recirculation processes, In Proceedings of the International Conference on Remanufacturing (ICoR2021), March, online, 24-25 March.
2. Kurilova-Palisaitiene J. (2021) On Remanufacturing readiness level: An introduction to Remometer™. Procedia CIRP, vol. 98, pp. 91-96.
3. Vogt Duberg, J., Kurilova-Palisaitiene, J., Sundin, E. (2021) Assessing an EEE Manufacturer's Economic Benefit with Remanufacturing. Procedia CIRP, vol. 98, pp. 103-108.
4. Anehagen M. (2021) Cutting emission with remanufacturing: A comparative Life Cycle Assessment of Husqvarna's manufactured and remanufactured robotic lawn mowers, Master thesis, Lund University.
5. Xiao Y. (2021) Social benefits with remanufacturing: a case of Husqvarna AB robotic lawn mower, Linköping University, Examensarbete – planerad framläggning hösten 2021.
6. Vogt Duberg J. (2022) Economic modeling of remanufacturing scenarios, en del av licentiatavhandling, planerad framläggning våren 2022.

Projektkommunikation

Projektresultat i form av vetenskapliga artiklar och rapporter presenterades på tre konferenser och en industrimässa:

- 1) Model-Based Cyber-Physical Product Development (MODPROD), februari 2021
- 2) Life-Cycle Engineering (LCE), mars 2021 och
- 3) International Conference on Remanufacturing (ICoR), mars 2021
- 4) Industrimässa för återtillverkare - Rematec, maj 2021.

Projektet har genererat 3 vetenskapliga artiklar, 3 till artiklar är inplanerade 2021-2022.

Inom projektet genomfördes en avancerad litteraturstudie som kommer att bidra till en licentiavhandling, som är i sin tur är ett steg till doktorsavhandling. Två examensarbeten genomfördes för att uppnå projektresultat med fokus på miljömässiga och sociala fördelar med återtillverkning.

Remometer™ verktyget presenterades på Lunchklubben, april 2021 (presentationen finns på <https://liu.se/artikel/se-forelasningar-fran-lunchklubben>), som är en bra plattform för industrier och forskare vid LiU. Senare i år kommer verktyget testats genom en serie av workshops med industri via Kunskapsbron – ett samarbete mellan LiU och ALMI Östergötland.

Remometer™ ingick under våren 2021 i ett LEAD-program och med hjälp av LiU Innovations håller projektledaren på att avsluta registreringen av Remometer™ varumärket hos EUIPO.

Remometerprojektet och dess resultat spreds via sociala medier (LinkedIn) och projektsida på LiU: <https://liu.se/forskning/remometer>, samt verktygets sida: www.remometer.com

Remometerprojektet uppmärksammades även i maj 2021 som ett av 51 forskningsprojekt som är med på IVAs – 100 lista 2021 som handlar om hållbar krisberedskap.

Remometerprojektet har nått ut tills en bred målgrupp av industri, myndigheter, akademien, samhället under 2021 samt beräknas fortsättas spridas efter projektet slut.

Referenser

- Brennan D, Tennant M, Blomsma F. Business and production solutions - closing loops and the circular economy; 2015.
- Goodall P, Rosamond E, Harding J. A review of state of the art in tools and techniques used to evaluate remanufacturing feasibility. Journal of Cleaner Production 81; 2014. p. 1-15.

- Kurilova-Palisaitiene J, Vogt Duberg J, Johansson G, Sundin E. How an OEM can become circular with remanufacturing: the case of robotic lawn mowers, In Proceedings of Swedish Production Symposium (SPS) 2020, Jönköping; 2020.
- Murray A, Skene K, Haynes K. The circular economy: An interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics*; 2017. 140:3, p. 369-380.
- Nasr NZ, Russel JD, UN Environment and International Resource Panel. Redefining value - The Manufacturing Revolution. *Remanufacturing, Refurbishment, Repair and Direct Reuse in a Circular Economy*, UNESCO; 2018. Available at: <https://www.resourcepanel.org/reports/re-defining-value-manufacturing-revolution> [Accessed 3 March 2020].
- Parker D, Riley K, Robinson S, Symington H, Tewson J, Jansson K, Ramkumar S, Peck D, ERN–European Remanufacturing Network, *Remanufacturing Market Study*, European Remanufacturing Council, Delft, The Netherlands; 2015. Available: <http://www.remanufacturing.eu/assets/pdfs/remanufacturing-market-study.pdf> [Accessed 29 November 2020].
- Sundin E, Sakao T, Lindahl M, Kao C, Joungerious B, Ijomah W. *Map of Remanufacturing Business Model Landscape*, Report from the Horizon 2020 project called ERN - European Remanufacturing Network; 2016. Accessible from www.remanufacturing.eu [Accessed 13 March 2020].

Bilagor

- Administrativ bilaga
- 4 vetenskapliga publiceringar (tre artiklar och ett examensarbete)