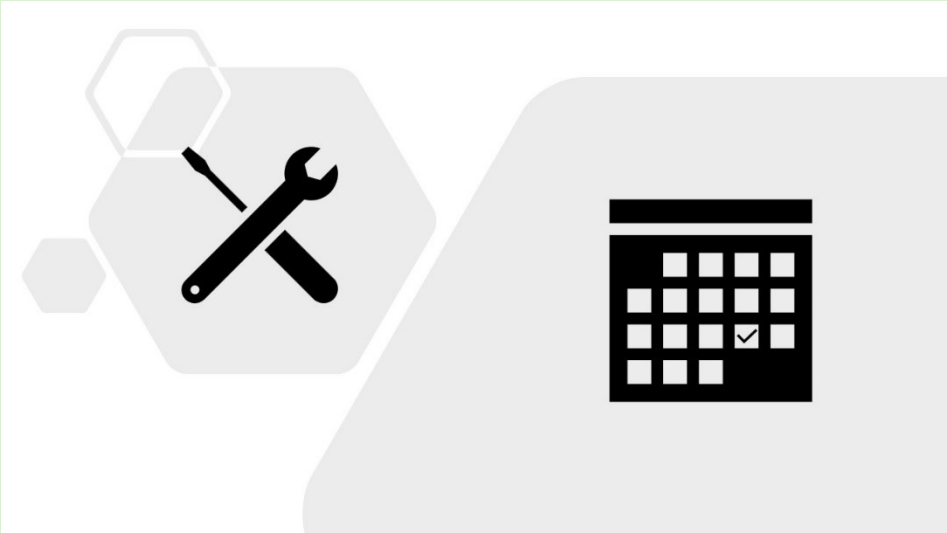
RE:thinking Design for a Circular Economy

Realisering av konkurrenskraftig PaaS genom analys av användarmönster hos flera kundgrupper



En populärvetenskaplig översikt

Titel: Realisering av konkurrenskraftig PaaS genom analys av användarmönster hos flera kundgrupper

Författare: Johan Vogt Duberg and Ou Tang

© 2025 Johan Vogt Duberg and Ou Tang

Detta arbete är licenserat under Creative Commons Attribution (CC BY)

Serie: LiU-IEI-R No. 358, ISSN 2004-8602 (printed report), ISSN 2004-8610 (online)

DOI: https://doi.org/10.3384/IEI-R.358

Förlag: Linköping University Electronic Press, Linköping, Sverige

Publiceringsår: 2025

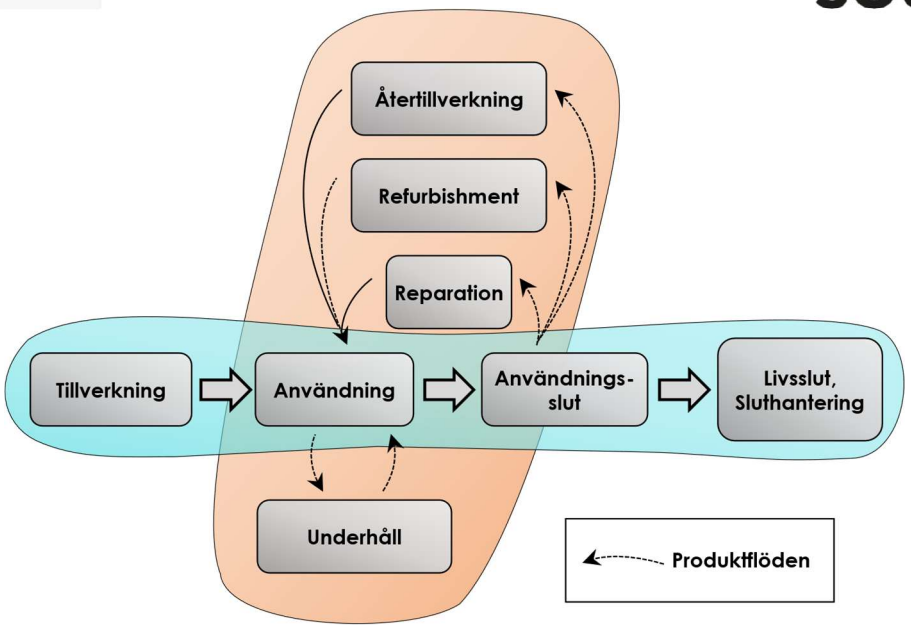
Höga kostnader – Ett hinder mot konkurrenskraftiga tjänster

När företag går mot att sälja funktionen av produkt istället för ägandeskapet innebär det stora förändringar i det uppfattade värdet hos kunden vid nyttjande av produkten. Likaså påverkas kostnadsbilden, både för kunden och säljaren. En balans mellan kundnyttan och kostnaden krävs för att arrangemanget ska uppfattas som ett bättre erbjudande än att köpa en produkt. Detta arrangemang benämns *produkt-som-en-tjänst* (PaaS) efter engelskans Product-as-a-Service.

Att hitta denna balans kan vara svårt eftersom forskningen visar att när företag ställer om till PaaS från tidigare produktförsäljning innebär det ofta högre kostnader [1]. Dessa kostnader överförs sedan till kunden som i sin tur behöver betala ett högre pris för en till synes likadan produkt som tidigare. På en konkurrensutsatt marknad leder detta till en risk för företaget som ställer om, eftersom kunden kan välja en billigare produkt som inte paketeras som en tjänst.

Eftersom PaaS går väl ihop med många cirkulära idéer inom den cirkulära ekonomin så hämmar den ökade kostnadsbilden företag från att ställa om mot mer miljömässigt hållbara kunderbjudanden. Med PaaS underlättas exempelvis tekniker som förlänger livet av befintliga produkter på marknaden, såsom reparation, refurbishment och återtillverkning. Dessa exempel är så kallade *värdebevarande processer* [2], vilka utgör kärnan i den delen av den cirkulära ekonomin som är kopplad till tillverkningsindustrin. De värdebevarande processerna tar vara på material- och energivärden hos produkter och återför dem nytt liv istället för att tillverka helt nya produkter från grunden. Vid korrekt tillämpning av dem är det möjligt att göra *mer* värde med *mindre* resurser, vilket i praktiken innebär att det negativa miljöavtrycket för varje produkt på marknaden kan minska.

Men på grund av den högre kostnadsbilden är det i många fall inte möjligt att tillämpa PaaS utan att förändra affärsmodellen som ligger bakom kunderbjudandet. De högre kostnaderna beror till stor del på att PaaS bland annat kräver mer administrativt pålägg för att planera och hantera produkten under dess livslängd, från tillverkning, användning, underhåll och återföring till *värdebevaring* för att slutligen påbörja en ytterligare cykel i produktens kretslopp – den så kallade *produktlivscykeln* [3]; se Figur 1.



Figur 1. Förenklat schematiskt flödesdiagram över en produkts livscykel. Vid livsslut kan material återföras till tidigare faser för att sluta kretslopper ytterligare.

Praktisk forskning mot företag

För att underlätta för företag att erbjuda PaaS till ett attraktivt pris ut till kund samtidigt som de kan utveckla sig mot att blir mer miljömässigt hållbar med bibehållen konkurrenskraft och lönsamhet har forskare vid Linköpings universitet forskat på ämnet. I en ny studie [4] från universitetet undersöks förutsättningarna hos ett företag som står inför dessa utmaningar och forskarna har tagit fram ett tillvägagångssätt för att anpassa kunderbjudandet och affärsmodellen utifrån vanligt förekommande data som många tillverkande företag brukar samla in.

Tänk dig att två olika grupper av kunder vill involvera sig i ett PaaS-erbjudande. Den ena kunden är professionell och ämnar använda sin produkt i en ansträngande miljö under hög påfrestning, medan den andra är en privatperson som är sällananvändare där personen använder sin produkt varsamt under korta perioder. Samma produkt kommer då att slitas olika mycket vilket innebär att de behöver hanteras på olika vis för att säkerställa bekymmerfritt användande av produkten till ett rimligt pris. Produkten till den professionella kunden kommer att behövas lämnas in för service och underhåll med kortare tidsspann än privatpersonen, vilket innebär att den totala kostnaden under produktens livscykel för professionella användare kommer att vara högre.

Många företag som säljer produkter på vanligt vis utan service som ingår har problemet att de inte kan samla in användardata baserat på vilken kundgrupp det är frågan om. Detta innebär att datamängden som förklarar hur produkten slits inte är uppdelad från början, vilket gör det svårt att beräkna när i tid en produkt bör tas tillbaka för service- och underhållsarbeten så att produkten inte riskerar att gå sönder under användning. För att kunna erbjuda olika PaaS för respektive kundgrupp behöver företaget därför få sådan information, och det är för denna situation forskarna vid Linköpings universitet har tagit

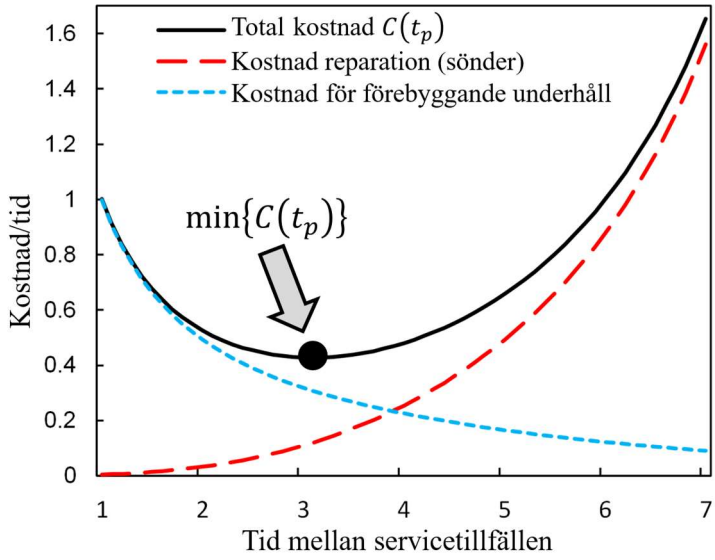
fram en ny dataanalysmetod.

Den framtagna analysmetoden för produktdata

Analysmetoden fokuserar på utmaningen med datamängder där kundgrupper med skilda användarmönster är blandade. Det vill säga, varje kundgrupp med sitt individuella användarmönster vid användning av en produkt måste identifieras för att ett företag ska kunna erbjuda ett PaaS vars kostnad över hela dess livscykel är så låg som möjligt utifrån ett service- och underhållsperspektiv. För kunden innebär detta att den erbjuds ett PaaS som utöver ger en produkt och ett servicepaket även säkerställer att den fungerar ändamålsenligt under användandet till en så låg kostnad som möjligt. För ett företag innebär detta istället att ett kostnadseffektivt PaaS kan erbjudas som konkurrerar med lönsamheten av en vanlig försäljningsmodell. I slutändan blir det att PaaS, som ofta har bättre miljöprestanda än vanlig försäljning, även blir mer ekonomiskt lönsamt.

Denna analysmetod fokuserar på att identifiera två olika kundgrupper i en datamängd bestående av tidmätningar när produkter går sönder av någon anledning. Vanligtvis följer sådana mätningar ett mönster som förklaras av den statistiska fördelningen weibull, varför också metoden är byggd för den fördelningen. Forskningsstudien visar att det är möjligt att identifiera olika kundgrupper med hög tillförlitlighet när god tillgång till data finns. Vid omkring 1 000 mätpunkter och uppåt går det att säga att tillförlitligheten är mycket god. Ju fler mätpunkter, desto högre tillförlitlighet. Tillförlitligheten här är en uppskattning om när i tid en produkt bör genomgå service- eller underhållsarbeten.

Tas en produkt tillbaka för sent riskerar den att gå sönder vilket innebär både besvär och högre kostnader, medan om en produkt tas tillbaka för tidigt innebär det att kostnaden för service och underhåll uppstår för ofta vilken ger en högre totalkostnad för alla parter. Det gäller alltså att hitta balansen så att service och underhåll genomförs så kostnadseffektivt som möjligt. Denna balansgång visualiseras i Figur 2. där kostnaden för reparation och förebyggande underhåll ändrar sig efter produktens ålder. Kostnadskurvorna är sammankopplade med produktens weibullfördelning.

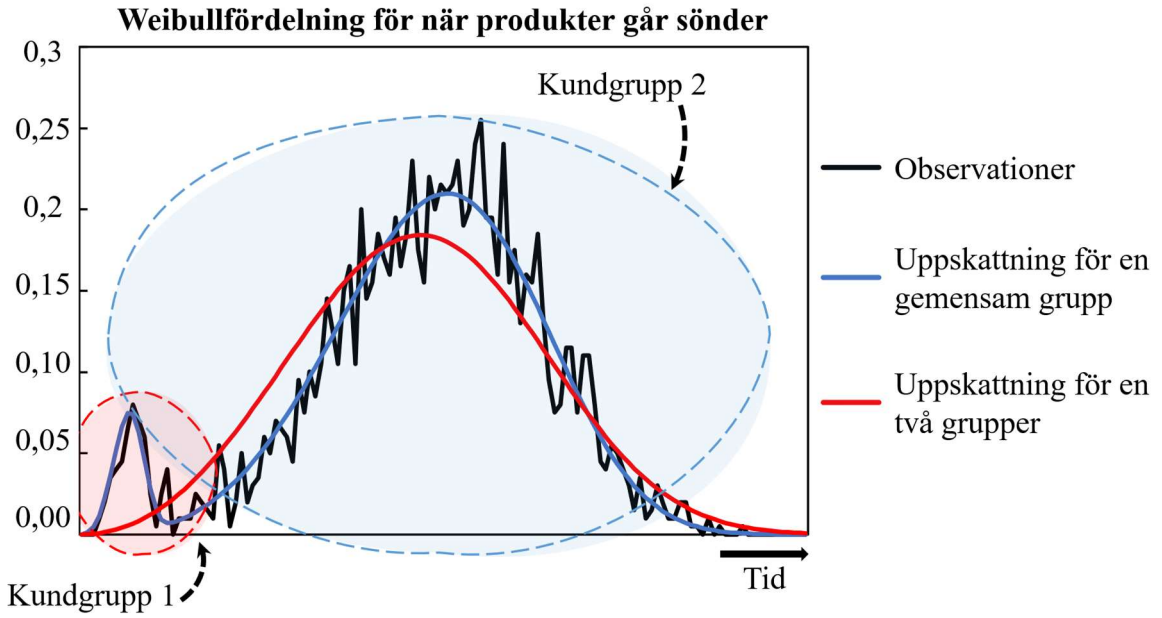


Figur 2. Kostnadsfunktionen där minska kostnaden per tidsenhet mellan förebyggande underhåll och reparation identifieras. Optimal tidpunkt att ta in en produkt för service eller underhåll är när kostnaden är som lägst.

Viktigt att poängtera är att analysmetoden förutsätter att sannolikheten för att en produkt går sönder korrelerar med dess ålder, det vill säga att en äldre produkt oftare går sönder än en yngre. Om det inte vore fallet skulle det ur ett kostnadsperspektiv alltid vara bättre att vänta tills en produkt går sönder och sedan utföra reparation i efterhand. När analysmetoden användes på data från ett företag som tillverkar byggnadsmaskiner visades det att fyra av tio undersökta produkter nådde en kostnadsbesparing mellan 30 och 50 procent jämfört med att ingen uppdelning gjordes mellan kundgrupperna. I praktiken innebär detta att båda kundgrupperna tjänar på ett upplägg som är skräddarsytt för dem.

Hur analysmetoden fungerar i praktiken

Den framtagna analysmetoden bygger på att kostnadsoptimera tiden för när en produkt bör tas tillbaka för service- eller underhållsarbeten genom att undersöka när en produkt tenderar att gå sönder. Förenklat betyder det att en kvalificerad uppskattning görs för att förutspå tidpunkten precis innan detta tillfälle. Utmaningen här är att analysmetoden tillämpas på en blandad datamängd där den optimala tidpunkten behöver identifieras för två olika kundgrupper. Situationen exemplifieras i Figur 3. där den svarta kurvan representerar observationer, det vill säga tidmätningar för när en produkt har registrerats som sönder. Ju oftare en produkt går sönder vid en viss tidpunkt, desto högre höjd (amplitud) har kurvan, och i figuren visas att det finns två stycken toppar – dessa benämns som modalvärden. En vanlig weibullfördelning har endast ett modalvärde, därför är det troligt att det finns två distinkta grupper i detta exempel.



Figur 3. En weibullfördning ritad utifrån observationer över tid när produkter går sönder (svart) samt två olika uppskattningar genom analysmetoden.

Det första steget med analysmetoden är att beskriva observationerna (svarta kurvan) i matematiska termer utifrån weibullfördelningens parametrar. I och med att vi vill veta hur mycket bättre det är att dela upp utifrån kundgrupp görs två olika beskrivningar, en där observationerna beskrivs av weibullfördelning som antar endast en kundgrupp (röd kruva i Figur 3.), och en som beskrivs med antagandet att det finns två kundgrupper (blå kurva). Kostnaden över tid för service- och underhåll jämförs sedan mellan dessa två förutsättningar.

Det som är särskilt nytt med analysmetoden, utöver användarområdet, är att den tillämpar något som inom statistiken kallas moment. Fyra olika nivåer av moment tillämpas för att identifiera de två kundgrupperna. Tänkt dig att det första momentet är medelvärdet av observationerna medan det andra är deras varians. Det tredje och fjärde momentet liknar begreppen *skewness* och *kurtosis* som, förenklat, förklarar hur utdragen respektive spetsig en fördelning är. Skillnaden mot de begreppen är att momenten varken är standardiserade eller normerade utifrån observationerna. Momenten bygger upp ett ekvationssystem från vilket parametrarna som behövs för att uppskatta weibullfördelningen fås fram. När fördelningarna är uppskattade kan sedan den lämpligaste tidpunkten tas fram enligt principen i Figur 2.

Slutsats

Tack vare analysmetoden som tagits fram vid Linköpings universitet [4] är det nu möjligt att sänka kostnaderna för företag som vill erbjuda PaaS till sina kunder i situationer där datamängden för när en produkt går sönder inte är uppdelad per kundgrupp. Analysmetoden bygger på ett statistiskt koncept som kallas moment för att identifiera kundgrupper som är fördelade enligt fördelningen Weibull. Vid tillämpning på

byggnadsmaskiner visar forskningen en kostnadsbesparing uppemot 50 procent när två olika kundgrupper identifieras. Kostnadsbesparingen uppstår eftersom respektive produkt kan genomgå service- och underhållsarbeten vid optimal tidpunkt. Företaget kan då lyckas med ett PaaS som är ekonomiskt konkurrenskraftig mot vanlig försäljning samtidigt som kunden kan erbjudas lägre och attraktivare pris.

Forskningsresultaten visar att analysmetoden når bäst resultat när (1) mätpunkterna från respektive kundgrupp är ungefär lika i antal, (2) att det finns en tydlig tidpunkt omkring vilken de flesta produkter går sönder inom respektive kundgrupp (det gör att det blir mindre överlapp mellan fördelningarna), (3) att genomsnittstiden för produkterna skiljer sig markant, och (4) att kostnaden för service- och underhållsarbetet är markant billigare än att reparera en produkt som gått sönder.

Finansiär

Denna forskning har utförts inom projektet RE:think (eng. Rethink and improve product design and service cost for circular economy business models) som en del av innovationsprogrammet RE:SOURCE med finansiellt stöd från Energimyndigheten (Projektnummer P2022-00342). Innovationsprogrammet RE:SOURCE är finansierat av Vinnova, Energimyndigheten och Formas.

Kontakta författarna för mer information

Ou Tang, ou.tang@liu.se, tel: +4613 28 17 73

Besök projektsidan via länken LinkedIn eller genom att scanna följande QR-kod.

Litteraturförteckning

[1] J. Vogt Duberg and T. Sakao, 'How can manufacturers identify the conditions for financially viable product-as-a-service?', *Front. Manuf. Technol.*, vol. 4, p. 1498189, 2024, doi: 10.3389/fmtec.2024.1498189.

[2] J. D. Russell and N. Z. Nasr, 'Value-retained vs. impacts avoided: the differentiated contributions of remanufacturing, refurbishment, repair, and reuse within a circular economy', *J. Remanufacturing*, vol. 13, no. 1, pp. 25–51, 2023, doi: 10.1007/s13243-022-00119-4.

[3] G. Johansson, E. Sundin, and M. Wiktorsson, *Sustainable manufacturing: why and how to improve environmental performance*. Lund, Sweden: Studentlitteratur, 2019.

[4] O. Tang and J. Vogt Duberg, 'Data analytics for maintenance with segmented customers in Product-as-a-Service environment', *Int. J. Prod. Res., In Review*, 202X.