

Kapitalvaror En branschrapport

IVA-projektet *Resurseffektiva affärsmoeller – stärker konkurrenskraft*



KUNGL. INGENJÖRSVETENSKAPSAKADEMIEN (IVA) är en fristående akademi med uppgift att främja tekniska och ekonomiska vetenskaper samt näringslivets utveckling. I samarbete med näringsliv och högskola initierar och föreslår IVA åtgärder som stärker Sveriges industriella kompetens och konkurrenskraft. För mer information om IVA och IVAs projekt, se IVAs webbplats: www.iva.se.

Utgivare: Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), 2016
Box 5073, SE-102 42 Stockholm
Tfn: 08-791 29 00

Denna rapport är en så kallad delrapport som tagits fram av en arbetsgrupp inom projektet *Resurseffektiva affärsmodeller – stärkt konkurrenskraft*. Arbetsgruppen står själv för innehållet, och IVA står nödvändigtvis inte bakom analys, slutsatser och eventuella rekommendationer. Delrapporten har inte sakgranskats men har godkänts för publicering av projektets styrgrupp. Delar av denna delrapport ingår tillsammans med övriga delrapporter i projektets syntesrapporter, som dock har sakgranskats enligt IVAs rutiner (se nedan).

IVAS RAPPORTER: Inom ramen för IVAs verksamhet publiceras rapporter av olika slag. Alla rapporter ska sakgranskas av sakkunniga och godkänns därefter för publicering av IVAs vd.

UNDERLAGSSTUDIE (IVA-R): Inom verksamheten produceras underlagsrapporter som material för att belysa olika frågeställningar. Uppdrag kan till exempel ges till enskilda projektmedlemmar, forskare vid universitet och högskolor eller konsultföretag. Författarna står själva för innehållet, och IVA står nödvändigtvis inte bakom analys, slutsatser och eventuella rekommendationer. Inför publicering ska rapporten sakgranskas av IVA för att garantera vetenskaplighet och kvalitet.

IVA-R 491
ISSN: 1102-8254
ISBN: 978-91-7082-925-3

Författare: Jacqueline Oker-Blom
Illustratör: Elina Anttila
Huvudprojektledare: Caroline Ankarcrona, IVA
Redaktörer: Joakim Rådström, Lars Nilsson och Magnus Breidne, IVA
Layout: Anna Lindberg & Pelle Isaksson, IVA

Denna studie finns att ladda ned som pdf-fil
via IVAs hemsida www.iva.se

Innehåll

Förord	5
Inledning	6
1. Fakta och trender mot 2050	6
2. Färdvägar mot 2050	6
3. Policyutveckling mot 2025	7
Sammanfattning av rapporten	8
Arbetsgruppens sammansättning. Avgränsningar	10
Deltagare	10
Avgränsningar	10
Fakta och trender kring kapitalvaror	11
Resursanvändning	11
Färdvägar mot 2050, med flödeskartläggning av stålflödet	13
Utmaningar och möjligheter kring stålflödet.....	14
Exempel på resurseffektiva affärsmöjligheter kring stålflödet	15
Nya affärsmodeller	17
Transport och mobilitet	18
Synergier mellan branscherna	19
Vision och policyutveckling	20
Vision.....	20
Policyutveckling.....	20
Hur går vi vidare?	24
Fotnoter	25

Förord

Genomgripande tekniskifften och samhällsomvälvande systemsifften har skett sedan industrialiseringen början. Den senaste världsomspännande utvecklingen är *digitaliseringen*, där exempelvis sakernas internet och smarta telefoner leder till förändrade beteenden. Detta gäller både för privatpersoner och inom industrin, där tillverkning av kapitalvaror och avancerade tekniska produkter styrs trådlöst. I en tid när ödesdigra miljöfrågor utmanar samhället är det angeläget att analysera materialtillgång och resursanvändning. Projektet om resurseffektiva affärsmodeller har därför varit angeläget för att kartlägga status och behov för svenska företag i relation till materialflöden och affärsutveckling.

Resurseffektiva affärsmodeller är ett brett begrepp, med olika innebörd för olika företag beroende på skiftande verksamheter och förutsättningar. Det som karakteriserar kapitalvaror är långlivade produkter med långsiktiga kund- och leverantörsrelationer. Det finns flera olika sätt att stimulera förbättrad resursanvändning genom exempelvis återtillverkning och materialåtervinning. Nya affärsmodeller är viktiga, men timing och marknadens mognad är väl så viktiga. Konsumenter agerar vanligen i grupp, medan det inom företagsförsäljning är fördelarna för kunden i den specifika situationen som avgör. Exempel på detta är Electrolux som tillsammans med bland annat Ericsson testade smarta kylskåp redan på 1990-talet – 20 år för tidigt för marknaden. Toyota Material Handling har samtidigt hyrt ut och reparerat truckar i årtionden, och kan nu konstatera att deras affärsmodell i denna tid kallas ”resurseffektiv”, då den leder till hög nyttjandegrad för truckar.

Utvecklingen mot ökad resurseffektivitet går fort och drivs av ett antal företag i olika branscher och länder samtidigt. Frågan om resurseffektiva affärsmodeller är inte svensk utan den omvandling som pågår sker över hela världen samtidigt. Det är möjligheten till lönsamma framtida affärer som är drivkraften. Här har svenska företag chans att ligga i framkant. God omvärldsbevakning, medverkan i forskningsprojekt samt samverkan mellan visionära högteknologiska entreprenörsföretag och större koncerner ger förutsättningar till långsiktiga förändringar.

Arbetsgruppen för kapital- och sällanköpsvaror i IVA-projektet *Resurseffektiva affärsmodeller – starkt konkurrenskraft* har identifierat tre viktiga områden för samhälle och näringsliv de närmaste åren. Det första viktiga området är att *öka kunskapen i företagen* för att förbättra enskilda företags möjligheter att utveckla resurseffektiva affärsmodeller, inklusive leverantörskedjor och försäljning. För detta krävs forskning och samverkan mellan företag, politik och akademi. Det andra området är att *skapa en incitamentsstruktur* som stimulerar näringslivet till affärsutveckling så att materiella resurser kan komma ekonomin till godo flera gånger. Innovationsupphandling är en viktig sådan ekonomisk drivkraft. Det tredje viktiga området är att i det svenska policyarbetet *utgå från förhållandet att material och varor rör sig fritt över Europa* och utöver detta handlas i globala leverantörskedjor. Regler och incitament kan i vissa fall ha en lokal svensk inriktning. Men det är det europeiska, och globala, samarbetet som är avgörande för att skapa ramarna för att materialflöden av återvunnet material blir tillräckligt stora, rena och stabila för industrin.



Åke Svensson, Teknikföretagen
Ordförande Kapitalvaror
IVA-projektet Resurseffektiva affärsmodeller – starkt konkurrenskraft

Inledning

Energisnåla produktionsprocesser, nya konsumtionsmönster, knapphet på strategiska råvaror – allt detta är utmaningar som kräver förändringar hos framtidens framgångsrika företag. I den gröna kapplöpning som nu pågår mellan företag kommer endast de att vinna som bäst förstår hur världens resursutmaningar ska mötas i form av nya affärsmodeller och nya tekniska, sociala och finansiella lösningar.

Dagens samhällen karakteriseras av linjära materialflöden snarare än cirkulära. I linjära flöden nyttjar vi råvaror för att tillverka produkter, använda dem och sedan kassera dem. När vi anammar ett resurseffektivt tänkande bryter vi detta mönster, genom att öka effektiviteten i resursflöden, öka nyttjandegraden, hitta synergier mellan resursflöden eller använda mer resurseffektiva material. Ökad resurseffektivitet håller på att bli en nationell, strategisk fråga, som alltmer påverkar ett lands konkurrenskraft.

Det behövs en helhetssyn på förvaltningen av resurser. Näringsliv och politik måste här gemensamt hitta en strategi för resurseffektivitet. Sverige har genom innovationsförmåga, god ekonomi, ett utvecklat samhällssystem och ett framsynt hållbarhetsarbete stora möjligheter att utvecklas till en resurseffektiv ekonomi. Men tempot måste öka, och initiativen bli fler.

1. FAKTA OCH TRENDER MOT 2050

I den första projektfasen arbetades *Fakta och trender mot 2050* fram. I denna rapport gavs bilden av företagens resursutmaning mot år 2050, då vi kommer vara åtminstone 9 miljarder människor i världen. Fram till

För att bidra till att möta dessa utmaningar har IVA drivit projektet *Resurseffektiva affärsmodeller – stärkt konkurrenskraft*, med cirka 45 deltagande företag indelade i fem branscharbetsgrupper kring insatsvaror, infrastruktur, kapital- och sällanköpsvaror, konsumentprodukter samt livsmedel. Projektet följer två huvudspår:

- Inspirera näringslivet att fokusera på affärsmöjligheter och affärsmodeller som ger kraftig resurseffektivisering.
- Identifiera behov av policyförändring och incitament för lönsam omställning till nya, resurseffektiva affärsmodeller samt skapa en plattform för fortsatt diskussion mellan näringsliv och stat.

Visionen är att *Sverige blir den ledande nationen för ett resurseffektivt samhälle*, där näringslivet har de allra bästa förutsättningarna att utveckla och exportera resurseffektiva lösningar och bidra till landets konkurrenskraft.

Arbetet med att ta fram projektets resultat har spänt över tre faser:

2. FÄRDVÄGAR MOT 2050

För att hitta nya affärsmöjligheter mot ökad resurseffektivitet behöver vi veta hur materialens flöde genom samhället ser ut. Denna kunskap saknas idag, vilket är en allvarlig brist och ett stort hinder mot resurseffektivitet i praktiken. I den andra fasen av projektet analyserade därför projektets arbetsgrupper

2050 kommer också en allt större medelklass att växa fram framförallt i Asien, som kommer vilja ha samma levnadsstandard som vi i västvärlden.

fem materialflöden, som exempel från varje arbetsgrupp. Kartläggningarna ägde rum under 2015 genom granskning och behandling av statistik från källor som SCB, branschförbund, sektoriella expertmyndigheter som Naturvårdsverket, internationella statistik- eller näringslivsorgan, EU, FN med fler samt i diskus-

sion med företag, branschorganisationer och experter. Stora brister konstaterades kring grundmaterialet, som att statistik kring hela processled kunde saknas för vissa branscher eller att statistikunderlaget i vissa fall byggde på uppskattningar snarare än reda siffror.

3. POLICYUTVECKLING MOT 2025

I den sista fasen har projektet identifierat näringslivets behov av stöd från politiskt håll för att kunna arbeta mer effektivt och lönsamt med resurseffektivitet. För att uppnå resurseffektivitet behöver Sverige fatta viktiga policybeslut, och anta en avsiktsförklaring och riktlinjer för att styra beslut i rätt riktning. Utifrån en sådan policyutveckling kan sedan styrmedel av olika slag utformas, som leder mot ökad resurseffektivitet för att Sverige snabbt ska kunna ställa om till ett resurseffektivt samhälle.

Genom arbetsgruppernas arbete med att sätta mål och identifiera hinder urskildes sex gemensamma områden som näringslivet inte kan förändra på egen hand, och där stöd från styrmedel skulle behövas för att främja näringslivets arbete med resurseffektivitet:

1. **Kartläggningar och kostnadsvärderingar** av viktiga resursflöden och nyttjandegrad av produkter för att få en överblick och skapa åtgärder för effektivisering av användningen av produkter, infrastruktur och svinn inom olika branscher.
2. **Branschöverskridande samarbeten**, tvärdisciplinärt tänkande och systemperspektiv behöver främjas för att komma bort från dagens stuprörstänkande inom utbildning och forskning, och inom näringsliv och politik.
3. **Spårbarhet och förberedelse för reparation, renovering, återanvändning och återvinning**. Vi behöver skapa spårbarhet, genom bland annat digitalisering, samt skapa incitament för design och utveckling av produkter som förenklar renovering, återanvändning och återvinning.

Utifrån flödeskartläggningarna diskuterades därefter nya möjliga och resurseffektiva affärsmöjligheter och -modeller fram inom ramen för varje arbetsgrupp.

4. **Öka nyttjandegraden** av produkter genom delningsökonomi och tjänstefiering. Här behöver utredas hur företagens balansräkning påverkas, och en översyn behöver göras av befintlig lagstiftning kring hur ansvar, försäkringar och tillstånd påverkas.
5. **Välfungerande marknader** för sekundära råmaterial och spill, samt utvecklade insamlingsstrukturer (till exempel bygg, textil och livsmedel) behöver etableras, allra helst på globala marknader.
6. **Öka användningen av återvunnet och förnybart material**. Nya perspektiv på resursnyttjande och resursernas samhällsvärde behöver etableras som ökar användningen av återvunnet eller förnybart material, premierar material med egenskaper som ökar resurseffektiviteten samt minskar svinnet/spillet i produktionen.

Utöver de tre rapporter som lades fram på projektgemensam nivå enligt ovanstående processsteg presenterar nu projektet fem rapporter som *bransch för bransch* sammanställer arbetsgruppernas resultat. Detta är en av dessa rapporter.

Sammanfattning av rapporten

IVAs projekt *Resurseffektiva affärsmodeller – stärkt konkurrenskraft* har samlat cirka 45 företag från fem branscher – insatsvaror, infrastruktur, kapital- och sällanköpsvaror, konsumentprodukter samt livsmedel – och därutöver en branschöverskridande analysgrupp kring styrmedel.

Denna rapport avser *kapital- och sällanköpsvarubranschens* perspektiv och analys inom ramen för projektet. Kapital- och sällanköpsvaror utgörs av produkter som binder kapital och där inköpen görs sällan, såsom industriella maskiner och teknisk utrustning till andra företag samt produkter som fordon, vitvaror, etc. till privatpersoner. En stor andel kapitalvaror säljs till utlandet: verkstadsprodukter stod 2013 för 44 procent av svensk export.¹ Denna typ av varor består i stor utsträckning av metaller som stål, järn, aluminium och koppar, vid sidan av framför allt plast. Framöver spås det inte uppstå brist på dessa metaller. Däremot finns det ur konkurrens- och miljöskäl all anledning att se över resurseffektiviteten även för kapital- och sällanköpsvaror.

När det gäller kapitalvaror har höga arbetskraftskostnader resulterat i en ökad automatisering inom industrin de senaste decennierna. En liknande satsning för att effektivisera industrins resursanvändning behöver nu ta vid. Svensk industris utgifter för råvaror stod för 50 procent av utgifterna år 2012,² och det finns en stor potential i att analysera produktutformning, affärsmodeller och produktionsprocesser för att minska resursanvändningen.

Denna arbetsgrupp har som exempel över materialflödena inom sektorn analyserat stålflödet. För andra relevanta flöden hänvisas till övriga i projektet ingående arbetsgruppers rapporter. Stålintustrin i Sverige har fördubblat utvinningen av metaller sedan 2009.³ Mineraler stod för tio procent av svensk export 2013.⁴ Stål återvinns idag till 90 procent.⁵ En anledning till den höga siffran är bland annat att andrahandsvärdet är högt och återvinningsprocesserna välfungerande. Även om stål är beständigt är nedsmältning och transport av stål och metallprodukter energikrävande. Därför behöver metallprodukter en hög nyttjandegrad för att bli resurseffektiva. Kapitalvarorna behöver designas för lång livslängd, återanvändning och återvinning redan från början. Kapital- och sällanköpsvarors materiella resurseffektivitet måste samtidigt vägas i förhållande till energieffektivitet. Exempelvis gäller detta fordon och vitvaror, där en stor del av miljöpåverkan sker under användningsfasen.

Återanvändning och återtillverkning av komponenter och produkter försvåras av att kapital- och sällanköpsvaror i stor utsträckning exporteras globalt, medan produktion sker på ett fåtal ställen. Det är en stor utmaning att få till logistiken så att återanvändningen av komponenter och produkter kan öka med bibehållen lönsamhet.

Satsningar på minskat spill, materialutveckling och effektivare tillverkningsprocesser inom sektorn ger resultat, och bör utvecklas. Avancerade stålprodukter kan spara upp till 40 procent av vikten i vissa konstruktioner, vilket kan medföra stora resursvinster under slutprodukternas användning om man ser till produktens hela livscykel.⁶

På grund av stålflödets relativt höga återvinningsgrad bör nya affärsmodeller för kapitalvaror primärt fokusera på att öka *nyttjandegraden under användningsfasen, förlänga produkternas livslängd* samt att *återanvända och återtillverka produkter och komponenter*. Redan i dagsläget utvecklas modeller bland annat för delning inom fordonsanvändning (bilpooler etc.) och funktionsförsäljning där man betalar för antal timmar maskinen används istället för att äga den. Tillgången till den tjänst som en produkt ger är normalt sett viktigare än själva ägandet, vilket gör att produkter kan recirkuleras med bibehållet värde i mycket högre utsträckning.

Nya sätt att ta betalt, det vill säga nya affärsmodeller, behöver utvecklas vidare för ytterligare förstärkt konkurrenskraft. Den ökande digitaliseringen har stora möjligheter att underlätta framväxten av nya, resurseffektiva affärsmodeller som att dela på användningen av produkter inom och mellan företag samt mellan konsumenter.

Framför allt inom logistik och transporter tros utvecklingen ske snabbt, där *tillgängligheten till lämplig transport eller mobilitet* kommer att vara det huvudsakliga. Det medför totalt sett färre antal fordon, parkeringsplatser och vägar men en betydligt högre nyttjandegrad av dessa.

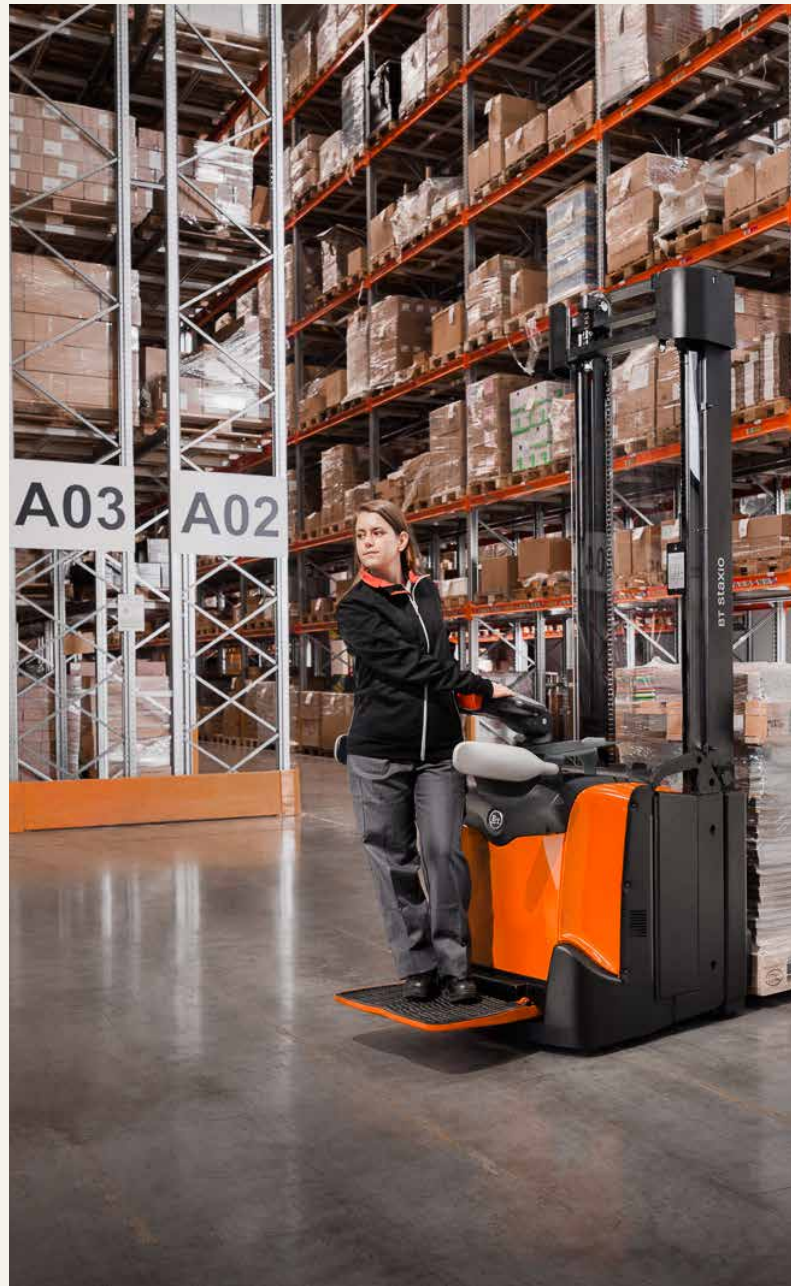
De största behoven av policyutveckling för ökad resurseffektivitet för kapitalvaror är att:

- Medvetandegöra och sprida kunskap om resurseffektivitet.
- Öka kunskapen på vilket sätt och i vilken utsträckning produkter nyttjas, vilket i sig kan bidra till nya resurseffektiva affärsmodeller (kanske genom att redovisa nyttjandegraden).

Truckar med flera liv

Toyota Material Handling i Mjölby tillverkar, säljer och hyr ut truckar. Varje truck är uppkopplad och informationen används för att öka nyttjandegraden, optimera batteriskötseln och övervaka servicebehoven, vilket förlänger livslängden och sänker kostnaderna. Företaget tar ett helhetsansvar för trucken och tar betalt av kunden per effektiva timmar som motorn varit igång med hjälp av en timmätare. Kunden betalar bara för användning och företaget sporrar att tillverka truckar som har lång livslängd, kan repareras och återanvändas. Dessutom återtillverkar Toyota Material Handling truckarna som efter renovering, lackering och testning hyrs ut igen. De truckar som inte är i skick, plockas isär och fungerande komponenter återanvänds.⁷

Foto: Toyota



- Uppmuntra till återtillverkning av långlivade produkter och komponenter tillverkade av metaller; bland annat genom att underlätta finansiering som stimulerar resurseffektiva affärsmodeller.
- Stimulera branschöverskridande forskning och samarbete för ökat systemperspektiv, bland annat genom industrinära forskning och innovationsupphandlingar. Det finns stora möjligheter att nå högre resurseffektivitet genom ökad samverkan mellan företag och branscher framöver, vilket offentliga aktörer kan gå i bräschen för.
- Åstadkomma välfungerande marknader för återvunna material, framför allt för plast, och minska administrationen så att fri rörlighet för avfall uppnås inom EU för att bättre kunna nyttja avfallsströmmarna.

Samarbete mellan politik, näringsliv och forskning krävs för att intensifiera arbetet med resurseffektivitet i samhället. För företagen är det en stor utmaning att omsätta resurseffektivitet i form av nya affärsmodeller, men arbetet är nödvändigt och stärker konkurrenskraften.

Arbetsgruppens sammansättning. Avgränsningar.

Arbetsgruppen för kapital- och sällanköpsvaror har utgjorts av stora respektive mindre företag, ”gamla” industriföretag och företag med ”nya” affärsmodeller, företag där kunder utgörs av privatpersoner likaväl som affärsverksamheter, samt globala börsnoterade företag, entreprenörer och familjeägda företag.

Deltagare

- **Åke Svensson**, vd Teknikföretagen (ordförande)
- **Jacqueline Oker-Blom**, AboutFuture (projektledare)
- **Peter Algurén**, vd Sunfleet
- **Per-Arne Andersson**, vd Kinnarps
- **Svante Bengtsson**, vd Rehact
(numera vd för Mistral Energi)
- **Elinor Kruse**, Teknikföretagen
- **Susanne Lundberg**, Director Environment
Product Management, Ericsson
- **Ulf Petersson**, Chief Analyst, Group Strategy, Saab
- **Magnus Rosén**, Corporate Sustainability, SKF
- **Henrik Sundström**, VP Group Sustainability Affairs,
Electrolux
- **Stefan Sylvander**, Product Director, Scania

Avgränsningar

Fokus för arbetsgruppens arbete har varit naturresurser, främst biologiska och tekniska material. Arbetsgruppen har avgränsat sitt arbete från energiproduktion och de olika energislagen; däremot diskuteras energianvändning och effektivitet för produkter och produktionsprocesser. Hållbarhet i social mening tas inte heller upp. Arbetsgruppen har slutligen inte heller belyst konfliktmineraler eller sällsynta jordartsmetaller.

Fakta och trender kring kapitalvaror

RESURSANVÄNDNING

Kapital- och sällanköpsvaror utgörs av produkter som binder kapital och där köpen görs sällan, såsom med diskmaskiner, fordon och maskiner. Kapitalvaror är vanligen specifikt utvecklade produkter inom industrin till en given kund eller komplexa dyra varor som säljs i mindre volymer, ofta på export.

Denna typ av varor består i stor utsträckning av metaller, av vilka stål, järn, aluminium och koppar tillhör de viktigaste. Ökad efterfrågan på metaller det senaste decenniet har resulterat i större prissvängningar än tidigare, visar statistik från McKinsey & Co. (se figur).

Ökad efterfrågan på metallerna kommer främst från Kina, anger Världsbanken i sin Commodity Prices Forecast för oktober 2014. Detta till trots tror inte organisationen att metaller kommer att bli dyrare än idag fram till 2025.⁸ Inte heller Europeiska unionen⁹ bedömer att tillgången på metaller som aluminium, järn och koppar kommer att vara kritisk framöver (till skillnad från så kallade *sällsynta jordartsmetaller*). Däremot kan fluktuationer uppstå på grund av säkerhetspolitiska situationer, epidemier eller handelspolitiska blockeringar, vilket motiverar ökad resurshushållning.

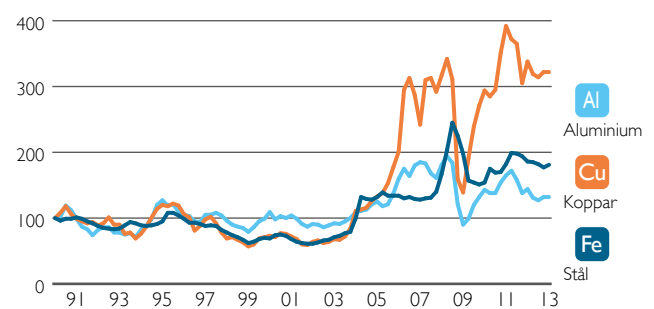
När det gäller *kapitalvaror* har den höga kostnaden för arbetskraft lett till mer automatisering inom industrin. En motsvarande satsning för att effektivisera industrins resursanvändning behöver nu ta vid. Råvarudelen står för cirka 50 procent av svensk industris samlade kostnader enligt SCB och Teknikföretagen,¹⁰ vilket ger anledning att se över produktutformning, affärsmodeller och produktionsprocesser. Verkstadsprodukter stod 2013 för 44 procent av svensk export.¹¹

Kunskap om materialflöden är viktigt att skaffa sig, bland annat ur konkurrensperspektiv inom branschen. Valfungerande system för återvinning finns inom vissa flöden. Metaller som stål och aluminium återvinns i Sverige enligt branschorganisationer till hela 90 procent.¹² Stål bildar i stort sett ett slutet kretslopp, där det förnyas hela tiden och används i nya produkter. En stor orsak är att andrahandsvärdet på många metaller är högt.

Även för material med hög återvinning tappas 30–75 procent av materialvärdet efter en återvinnings-

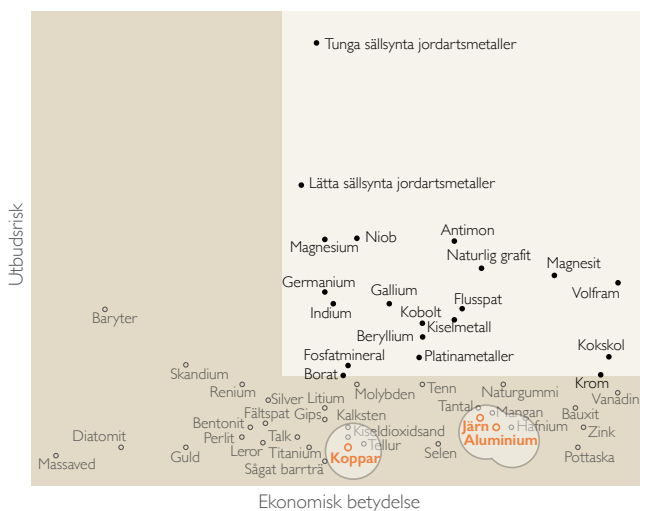
cykel.^{13,14} Denna värdeförlust uppstår bland annat genom bristande återanvändning, låg uppärbetning, dålig sortering vid återvinning och att återvunna material inte används utifrån hur hög kvalitet de kan tillhandahålla. Exempel på det senare kan vara att

Prisutveckling på råvaror (1990–2014; basår 1990)



Källa: International Monetary Fund (IMF); United Nations Commodity Trade Statistics Database (Comtrade); United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD); World Bank commodity price data; McKinsey Global Institute analysis.

EU:s bedömning av utbudsrisker och ekonomisk betydelse för olika råvaror



Källa: Report on Critical raw materials for the EU, European Commission DG Enr, maj 2014. Metaller på vilka tillgången bedöms som kritisk återfinns inom den rödsträckade rutan uppe till höger.

Plast – enkelt att använda, svårt att återvinna

Plast är ett komplext material bestående av olika polymerer och ofta med tillsatser som färg och mjukgörare, vilket gör plast svårt att återvinna och som medför en brist på återvunnen plast och därmed ett högt pris i dess återvunna form. Plast är inte heller beständigt som metaller utan åldras, vilket ger försämrade egenskaper. Plast kan även innehålla oönskade ämnen och kemikalier. En avsaknad av spårbarhet kan göra att företagen har svårt att uppfylla EU:s kemikalielagstiftning och de tvekar därför ofta att använda återvunnen plast.



WEEE

EU:s direktiv om insamling och återvinning av elektriska och elektroniska produkter (WEEE) syftar till minskat elavfall, samt till återanvändning och återvinning av detta. Syftet är även förbättrad miljöprestanda hos aktörer som berörs under produkternas livscykel. Det svenska systemet fungerar enligt Naturvårdsverket idag mycket väl. Insamlingsnivån är bland de högsta i Europa, med 16,3 kg insamlat material per invånare och år.¹⁶ Förbättringspotential finns dock, såsom att avlagda mobiler behöver samlas in snabbare från konsumenter.

legerade metaller av hög kvalitet blandas med annat skrot och används för produktion av armeringsjärn som inte nödvändigtvis kräver högkvalitativt stål.¹⁵

Det behövs även avvägningar hur samhället bör premiera material med bättre egenskaper. Vissa material, såsom avancerat stål, kräver mindre mängd material och sparar således såväl råvaror som koldioxid och energi i både produktions- och användningsfasen.

Ett annat material som används i kapitalvaror är plast. Plast är dock ett komplext material, som ofta innehåller oönskade kemikalier, vilket gör det svårare att återvinna. Dessutom får plast försämrade egenskaper med tiden. Mer forskning och teknikutveckling för att få rena och stora kvantiteter av plast och väl fungerande system för insamling är behövligt.

Några företag satsar ändå strategiskt på hållbara plaster. 2020 ska 100 procent av all plast som används i Ikeas heminredningsprodukter vara återvunnen eller tillverkad av förnybara råvaror (idag är siffran fem procent).¹⁷ Även Electrolux satsar på återvunnen plast,

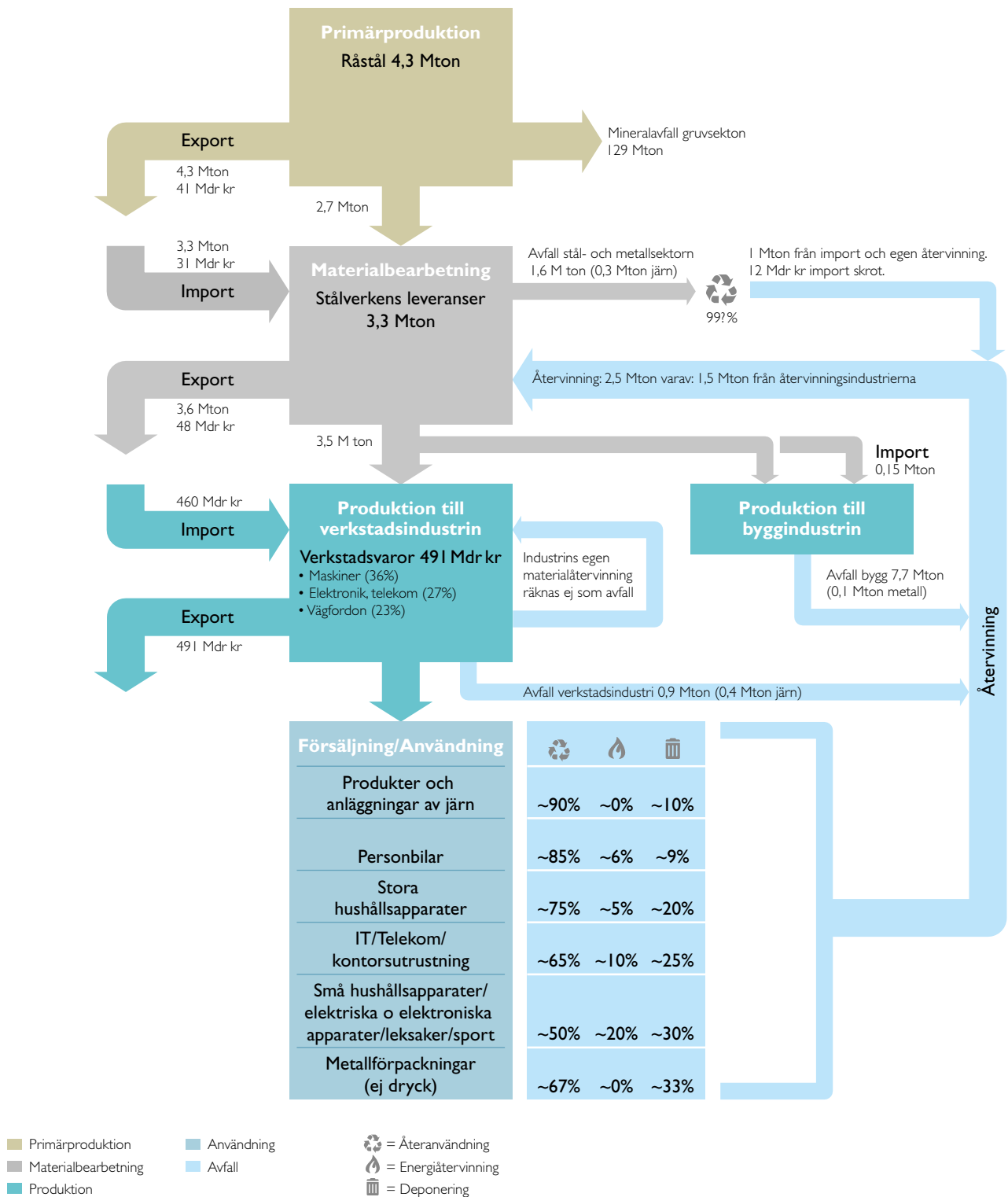
framför allt i dammsugare och strykjärn.¹⁸ Andra företag, som Tetra Pak, går över från plaster tillverkade av fossila oljor till biobaserade oljor.¹⁹

Andra material som ur ett cirkulärt perspektiv är utmanande att ta hand om är kompositmaterial och blandmaterial.

För kapitalvaruföretag är det viktigt att å ena sidan utveckla befintliga produkter så att de blir mer resurseffektiva. Å andra sidan måste även nya produkter ge förbättrad kundnytta på ett mer resurseffektivt sätt. Vissa frågor måste också balanseras mot varandra. Återanvändning behöver till exempel vägas mot energianvändning under hela användningsfasen. Dagens energisnålaste kylskåp använder till exempel bara 20 procent av vad de genomsnittliga kylskåpen på marknaden i början av 1990-talet gjorde – men de håller lika länge.²⁰ Och över 90 procent av en lastbils miljöpåverkan sker under användningsfasen, varför mycket fokus har lagts på att utveckla bränsleeffektiva fordon.²¹

Färdvägar mot 2050, med flödeskartläggning av stålflödet

Kartläggning av stålflödet. Alla uppgifter från 2012 utom flöde "Produktion till verkstadsindustrin", som är från 2014.



Kapital- och sällanköpsvaror består till största del av metall, främst stål, lite elektronik och plast. Därför har stålflödet kartlagts av arbetsgruppen. Stålflödet visar hur ett moget och ganska välfungerande flöde kan fungera. Stål har ett högt andrahandsvärde och återanvänds i hög grad jämfört med många andra material. Det är i princip helt återvinningsbart, inte bara en gång utan flera och med förhållandevis enkla metoder (givet inflöde av malmbaserat stål som späder ut kopparhalten). Metallen behåller sina fysiska egenskaper vid nedsmältning och kan anpassas och förbättras genom legeringar och värmebehandling. Nedsmältning samt transporter är dock energikrävande och klimatpåverkan vid processutsläpp är betydande.

Källorna som flödeskartläggningen av stål bygger på baseras på branschorganisationers mätningar och anses tillförlitliga, förutom siffror kring byggindustrin och mängden återvunnet stål, som bör ses som kvalificerade uppskattningar av branshexperter. I flödesdiagrammet delas stålflödet in i fem steg: primärproduktion, materialbearbetning, produktion, försäljning/användning och återvinning.

1. **Primärproduktion** (utvinning av järnmalm från gruvor). Av de 129 miljoner ton som bröts för mineralutvinning utvanns 26 miljoner ton järnmalmprodukter²² som resulterade i bland annat 4 miljoner ton råstål. Järnråvara utgörs i Sverige till 40 procent av skrot och resten järnmalm.²³ Övriga massor (grus och sand) används som fyllnadsmaterial i vägar etc.
2. **Materialbearbetning** (järnmalmen levereras till stålverk för bearbetning till bland annat plåt, band, stänger, trådar och rör). Import och export är ungefär lika stora viktmässigt, cirka 3,5 miljoner ton,²⁴ men ett handelsöverskott på cirka 17 miljarder kronor genereras²⁵ då företag i Sverige förädlar och exporterar högkvalitetsstål. En del går till svensk tillverkningsindustri.

3. Produkter av stål levereras till:

a. **industrin** för tillverkning av elektronik, maskiner, fordon etc. Produktion av maskiner samt fordon utgör de största kategorigrupperna (tillsammans cirka 85 procent av värdet).²⁶ Här importeras stålkomponenter som bearbetas för att exporteras till ett högre värde. Industrispill som slispån går tillbaka in i fabriksgjuteriet. Detta räknas inte in i statistiken över avfall men utgör en effektiv återvinningsmetod då materialet inte behöver transporteras.

b. **byggindustrin** där endast lite svenskt stål används. Istället importeras billigare lågvärdigt stål till armeringsjärn, balkar, med mera.

4. Försäljning och användning av produkterna.

Generellt återvinns 90 procent av produkter och anläggningar av järn i Sverige, uppskattar branschorganisationen Jernkontoret. I flödet finns exempel på konsumentprodukter där återvinningen av metall varierar mellan 50–85 procent.^{27,28,29} Exempelvis kan insamling av elektronik hos konsumenter förbättras, då många elektronikprodukter såsom mobiltelefoner blir kvar hos konsumenterna.

5. Återvinning och uppabetning av material.

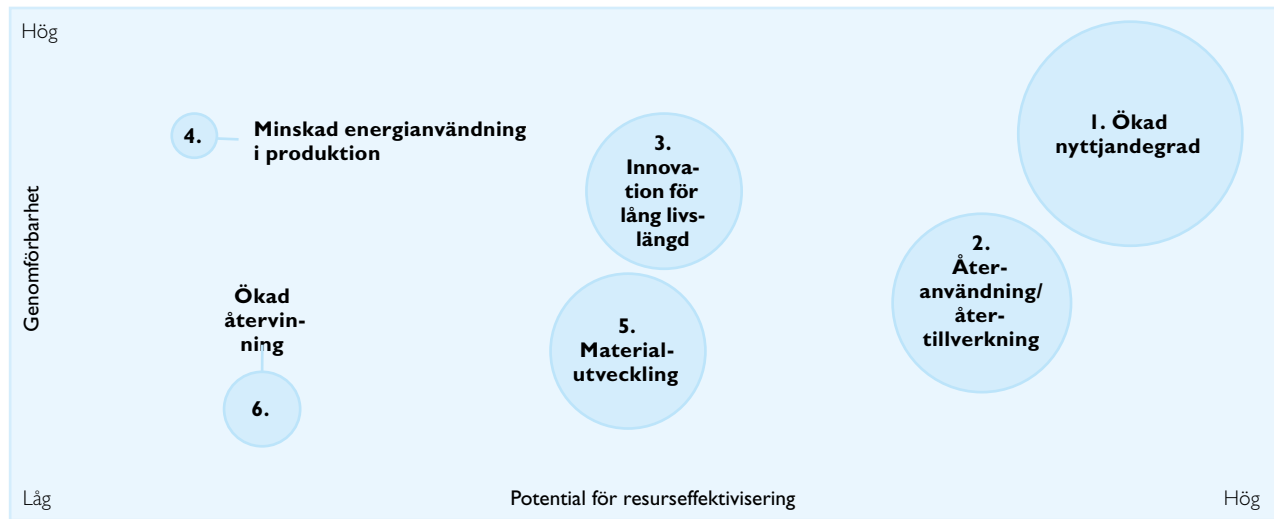
Totalt återvinns 2,5 miljoner ton stål i Sverige, varav 1,5 miljoner ton kommer från återvinningsindustrierna och resten från import och egen återvinning. Tillverkningskedjan från skrot till färdig produkt är enklare, kortare och kräver bara en tredjedel av den energi som krävs för att omvandla malm till färdig produkt.³⁰

UTMANINGAR OCH MÖJLIGHETER KRING STÅLFLÖDET

Stål är beständigt, samtidigt som nedsmältning och transport av stål och metallprodukter är energikrävande. Därför behöver produkter av metall en hög nyttjandegrad för att bli resurseffektiva. För att produkterna ska designas för lång livslängd, återanvändning och återvinning från början behöver företagen ha goda möjligheter att ta tillvara och realisera innovation och produktutveckling. Nya affärsmöjligheter och betalningssätt behöver utvecklas för att skapa attraktiva erbjudanden till kund, inklusive att lösa frågor kring ansvar, garanti och finansiering.

Svenskt stål och svenska stålprodukter exporteras i mycket hög utsträckning och det finns en utmaning i att spåra, återföra och återanvända metall med lönsamhet från ett svenskt perspektiv. Dessutom är stora investeringar gjorda i tillverknings- och verkstadsindustrin, vilket gör det dyrt att ställa om produktionen till att bli modulär och standardiserad.

EXEMPEL PÅ RESURSEFFEKTIVA AFFÄRSMÖJLIGHETER KRING STÅLFLÖDET



Affärsmöjligheter kring stålflödet. I diagrammet visas en prioritering av resurseffektiva idéer med störst uppskattad potential, där resurseffektivitet visas på x-axeln, genomförbarhet på y-axeln och den uppskattade ekonomiska potentialen för området motsvaras av cirkelns storlek. Observera att diagrammet är endast baserat på uppskattningar från diskussioner under workshop.

Även om Sverige har en återvinningsgrad för stål på cirka 90 procent (mycket högt i ett internationellt perspektiv) finns stora möjligheter till ytterligare resurseffektivisering. Nedan listas områden med god potential att öka stålflödets resurseffektivitet inom värdekedjan.

I. Ökad nyttjandegrad av existerande produkter

Det område som de största resurseffektivitetsvinsterna tros komma inom är ökat nyttjande av befintliga produkter av metalliska material. Istället för att äga maskiner och fordon kan delning, leasing och uthyrning öka nyttjandegraden. Teknisk utveckling, inklusive Internet of Things (IoT), kan underlätta för dessa affärsmöjligheter. Utmaningarna ligger i att ta fram nya sätt att ta betalt för nyttjandet av produkten som en tjänst (istället för att sälja produkten) och förändrade kundbeteenden, där kunden behöver se fördelarna med tillgängligheten till en produkt istället för att äga den.

Som en följd av den snabba utvecklingen inom informationsteknologi kommer spårbarheten öka, vilket exempelvis kan resultera i optimering av transporter, utökade servicetjänster utan påverkan på driften och processövervakning (*remote monitoring*) som minskar oplanerade produktionsstopp. *Geofencing*, där man i sökfunktionen kan avgränsa geografiska områden, underlättar för tjänstedelning, till exempel för att samåka till arbetet med boende i närheten.

2. Återanvändning och återtillverkning

De flesta företag är inställda på att producera eller vidareförädla en produkt för att sedan sälja den, men då gör man sig av med möjligheten att återanvända produkter och komponenter. Även om service redan idag är en viktig del i erbjudandet av kapitalvaror så finns det stora möjligheter till ökad resurseffektivitet genom återanvändning och återtillverkning. Återtillverkning är en industriell process där begagnade produkter får nytt liv. För att kunna återanvända produkter i högre grad krävs att ett fungerande återflöde skapas i indu-

Istället för lager på lager

För att minska kundernas kostnader och miljöpåverkan erbjuder SKF lagerrenovering – bearbetning av lager för att undvika att kullagret byts ut i sin helhet. Beroende på omfattning kan lagerrenovering ge kostnadsbesparingar på 50 procent samt minska energianvändning och utsläpp av växthusgaser med 80 procent jämfört med nytillverkning.³³

striell skala. I dagsläget är svenska företag mycket bra på att exportera produkter globalt med välutvecklade nät av återförsäljare. Kan återflöden också skapas så att produkter kan återanvändas och repareras med god lönsamhet? Företag som funderar i dessa banor är bland annat Scania, som undersöker möjligheterna att ta till vara reservdelsvärdet hos redan sålda lastbilar.³¹

Det finns dock tecken som visar på att återtillverkning inte ökar. De flesta företag som återtillverkar komponenter och produkter är "tredjepartsföretag" med låga volymer, som därmed har svårt att nå skal fördelar. Vissa OEM-företag (Original Equipment Manufacturer) lobbar för hinder mot renoverade produkter genom garantivillkor som utesluter möjligheter till återtillverkning.³²

3. Innovation och design för lång livslängd och resurseffektivitet

Genom att redan från början designa stålprodukter för längre livslängd uppnås högre resurseffektivitet. Materialanvändningen minskar när hållbara delar i en produkt av metall behålls medan service och mjukvaruuppdatering förlänger produktens livslängd, som fallet är med till exempel Teslas bilar eller Ericssons basstationer. Eventuellt kan även ytskikt bytas ut så att produkten upplevs som ny och modern. En konflikt mellan resurs och energi kan dock uppstå när en ny produkt är betydligt mer energieffektiv och därför bör bytas ut.

Ventilationsföretaget Rehact använder resurseffektiv innovation genom sin nya teknik där endast ett rör istället för både in- och utluftsror installeras, vilket minskar mängden ventilationsrör som behövs.

I designfasen behöver möjligheterna till återanvändning och återvinning beaktas, för att exempelvis tillgodose enkel "isärplockning". Med resurseffektivitet i åtanke kan även överspecificering undvikas, det vill säga vissa komponenter måste inte alltid ha extra stora hållfasthetskrav för det påtänkta användningsområdet.

4. Minskad resursanvändning i produktionen

Företag arbetar konstant med minskat spill och effektivisering i produktionen för att vara kostnadseffektiva. Spill i produktionen kan förebyggas exempelvis genom ökad automatisering och användning av laserteknologi. Mål som "noll spill" utgör här en lämplig utmaning. Virtuella produktionsutveckling och simulering kan effektivisera alltifrån produktlinjer och produktionssystem till hela fabriker. Alternativa materialval, som lättviktsstål i fordon, förbättrar också energi- och resurseffektiviteten – exempelvis sparar starkare och mer beständigt stål upp till 40 procent av vikten i vissa stålkonstruktioner.³⁴

Ett av forskningsprogrammet Mistra *Closing the Loop*:s projekt har utvecklat en metod för förbättrad avfallshantering i svensk verkstadsindustri, *Waste Flow Mapping*,³⁵ genom att kartlägga avfallsflödet. Vinsterna är både miljömässiga och ekonomiska, då

välsorterat avfall genererar bättre betalt. Projektet konstaterar även att nyckeltal, exempelvis energianvändningen, för avfallshantering behöver utvecklas och kopplas till företagens befintliga mätetal.

Tillverkning i moduler väntas öka (så kallad *modulär produktion*), vilket underlättar uppgradering av produkter då en modul byts ut medan övriga kvarstår. Industrin kan idag med hjälp av IT bygga produktionssystem som klarar stor variation men inom förutbestämda ramar. Beredningsverktyg och simulering har blivit bättre, vilket underlättar anpassning till nya produkter.³⁶

Additiv tillverkning (tillverkning i lager på lager) och 3D-skrivartekniken börjar också användas för serieproduktion. Det blir då möjligt att bygga sådant som tidigare var omöjligt och man slipper verktygskostnader, spar material och får kortare ledtid från ritning till produkt. Fördelarna gäller framförallt mindre detaljer i små serier av dyra material.³⁷ En risk är att tekniken kan leda till ökad materialförbrukning då det blir lätt att skriva ut nya versioner av en produkt efter varje modifiering (som datorer och 2D-skrivare gjorde för pappersförbrukningen på kontor).

5. Materialutveckling och processförbättring optimerar nyttjandet av råmaterialet

Tillverkare av kapital- och sällanköpsvaror kan samarbeta med basindustrin för att ta fram stål med högre hållfasthet och lägre vikt. Avancerat stål kan åstadkomma lättare konstruktioner med mindre materialanvändning och ökad energieffektivitet under användningsfasen hos exempelvis fordon som väger mindre. Jernkontoret visar att om 1,3 miljoner ton avancerat stål skulle ersätta konventionellt stål inom fordons- och byggsektorn skulle 11 miljarder kronor samt 500 000 ton metaller sparas per år, med åtföljande minskning av koldioxid och energianvändning.³⁸

Teknisk utveckling och forskning kan förbättra utvinning av legeringar från slagg och stål vid återvinning framöver. Detta är relevant då svensk stålindustri idag nyttjar mindre av den resterande slagen än många konkurrentländer.³⁹ Kvalitetsfrågan är dock viktig. Vid nedsmältning av aluminiumskrot bildas bland annat saltslagg som inte kan användas utan läggs på deponi. På försöksnivå⁴⁰ har en process utvecklats som omvandlar saltslaggen så den kan användas i stålindustrin. Det utgör ett exempel på en restprodukt som omvandlas till värdefull råvara där, utöver minskad mängd slagg som deponeras, dessutom nytillverkningen av aluminium och järn minskar, med lägre energianvändning och koldioxidutsläpp som resultat.

Inom stålindustrin vore det också värdefullt att utveckla teknik för att ersätta kol som reduktionsmedel med vätgas, återvunnen plast eller andra kolväterika restprodukter. Biokol är också en möjlighet, men den reella effekten på koldioxidutsläpp måste då beaktas. Det finns även möjlighet att minska reduktionsmedel genom återföring av processgaser.

Vissa material kan ersättas av andra (*substitueras*) för ökad resurseffektivitet. Stål kan ibland ersättas av aluminium eller kolfiber, men att ersätta även högkvalitativt och höghållfast stål är idag väsentligt dyrare. Potentialen för aluminium beror på hur energipriserna utvecklas och för kolfiber på hur snabbt den tekniska utvecklingen sänker kostnaderna för slutprodukten.

6. Återvinning med effektivare insamlingsystem och logistik

För industriell produktion krävs bland annat säker tillgång till material i rätt kvalitet, kvantitet och kostnad och med minimal miljöpåverkan. Då behövs resurseffektiva system för återvinning av rena flöden samt verktyg för utveckling och analys av dessa.⁴¹ Idag

är den genomsnittliga tiden innan stålet återvinns 35 år med stora variationer, från burkar med en omloppstid på ett par månader till byggnader som kan stå i 100 år.⁴²

Både VINNOVA och Mistra finansierar forskningsprojekt om resurseffektivitet. Ett projekt⁴³ har visat att vid utökad demontering av bilar kan materialåtervinningsgraden öka, särskilt av större plastdelar. Det kan förbättra materialkvaliteterna och öka miljönyttan. För att det ska bli ekonomiskt lönsamt måste dock logistik och transporter lösas. De nuvarande EU-direktiven (End of Life Vehicles) uppmuntrar till hög återvinning men ger inte incitament till att exempelvis ta hand om knappa eller sällsynta metaller, som vikt- mässigt förekommer i mycket liten mängd.

NYA AFFÄRSMODELLER

På grund av stålflödets relativt höga återvinningsgrad fokuserar nya affärsmodeller primärt på att öka nyttjandegraden under användningsfasen samt att återanvända och återtillverka produkter och komponenter.

Ökad funktionsförsäljning och delningsekonomi anses komma att bli allt viktigare för kapitalvarusektorn. Istället för att sälja *produkten* ”bil” säljs *funktionen* ”förflyttning av personer och saker”. Detta ställer dock krav på nya affärsmodeller, kapitalbindning, ansvarsfördelning och försäkringar. Antingen måste kunden, det tillverkande företaget eller banken äga produkten – vilket påverkar företagets balansräkning.

Ett exempel på delningsekonomi är bilpooler: kundens möjlighet att använda bilen ändras inte, men fler kan använda samma bil. Idag är bilpooler vanliga på många håll i landet, och verksamheten växer med cirka 25 procent per år. Trafikverket anger att en bilpoolsbil ersätter inte mindre än 5–7 bilar, men internationella studier säger att det rör sig om ända upp till 20 bilar.⁴⁴ De som väljer bilpool kör dessutom betydligt färre mil och bidrar därigenom till koldioxidminskningen.⁴⁵

När fler delar på en kapitalvara ges förutsättningar till ökad användbarhet, effektivitet och kvalitet, då den fasta kostnaden fördelas på fler användare. Sådana lösningar kan också tänkas korsa sfärgränserna mellan företag och privatpersoner: i framtiden kan man kanske ta sin egen bil till arbetet och sedan koppla upp sig mot en personlig taxifirma som använder bilen under dagen och slutligen återlämnar den innan hemresan från arbetet.

För att samhällstrenden ska gå mot att hyra eller dela på produkter istället för att äga dem individuellt måste samtidigt statusen för att hyra eller dela på något öka. Kundernas medvetenhet om hållbarhet ökar samtidigt, vilket kan leda till ändrade kund-

beteenden och köpmönster. Genom insamlings- eller ”take back”-system kan egna och andras begagnade produkter tas tillbaka – här skulle ekonomiska incitament kunna göra skillnad.

För industriella kapitalvaror handlar det ofta om relationer som skapats och utvecklats i nära samarbete mellan kund och leverantör under lång tid. Service ingår vanligen redan i erbjudandet. Här gäller det att utveckla nya, lönsamma affärsmodeller som ger ökad resurseffektivitet i samklang med kunden. Både kund och leverantör behöver anamma ett resurseffektivt synsätt.

Då arbetskostnaden i Sverige är hög i relation till priset på en ny produkt föredrar ofta kunden att köpa nya, driftsäkra produkter än att utföra service eller reparation på en produkt man redan äger. Produkter är dessutom i många fall svåra att reparera då de inte alltid är designade för reparation från början. Nya produkter kan emellertid vara mer miljövänliga under driftsfasen, vilket behöver tas i beaktande då man beräknar en produkts livslängd.

För vissa produkter är det bättre att uppgradera en hel anläggning än att byta ut enstaka delar av den. Produktutvecklingsprocessen behöver då beakta och räkna ut hur uppgradering ska genomföras hos kunden. Ett sätt att hantera service och uppgradering resurseffektivt är *modularisering*, det vill säga produkterna är uppbyggda av separata moduler med standardiserade gränssnitt som alla kan kombineras med varandra för att bygga olika modeller av produkten.

Ökande digitalisering och datakommunikation i samhället kan underlätta framväxten av nya, resurseffektiva affärsmodeller som att dela på användningen av produkter inom och mellan företag, mellan konsumenter och framöver även mellan produkter. Traditionella produkter blir ”uppkopplade” och kan

”Att återanvända är bättre än att återvinna”

Enligt FN:s miljöorganisation UNEP går det åt 1,8 ton vatten, kemikalier, fossila bränslen och andra råvaror för att tillverka en enda dator.⁴⁸ Svenska företaget Inrego förlänger livet på begagnade datorer, smartphones och dataprylar. Apparaterna testas, rekonditioneras och säljs vidare. Återanvänds datorer går det åt mindre material och energi.⁴⁹



Trängseln en myt?

Det finns överraskande gott om ledigt trafikutrymme i Stockholm. Det visar en rapport som CESC, Centre for Sustainable Communications på KTH, tagit fram på uppdrag av Trafikverket. Men trafiken behöver optimeras bättre. Anna Kramers och Anders Gullberg, bägge forskare på CESC, föreslår i Dagens Nyheter ”en digital trafikplan, med ett öppet integrerat informations- och betalsystem för all urban trafik som den bärande stommen”.⁵³

kommunicera genom Internet of Things (IoT) och ge information om var produkterna befinner sig, när de är lediga, när de behöver service etc. Exempelvis lastbilar och trafikflöden kan kontrolleras på detta sätt via GPS och andra sensorer.⁴⁶ Den ökade digitaliseringen ger också förutsättningar för ”uppgraderbarhet” som förlänger produktens livslängd. Elbilen Tesla utgör ett exempel där hela fordonets system och prestanda styrs av mjukvara som laddas ner kontinuerligt och där användaren väljer produktens funktioner själv.

Även inom verkstadsindustrin bedöms den största resurseffektiviteten komma att ske genom högre nyttjande av redan tillverkade maskiner, även om flyttbara maskiner redan har en högre nyttjandegrad bland professionella användare. För privatpersoner kan användandet höjas avsevärt. Ett positivt exem-

pel är järnhandeln ToolPool i Malmö som lånar ut verktyg gratis, varvid försäljningen av andra produkter har ökat hos företaget.⁴⁷ I USA använder många privatpersoner gräsklippartjänster, där en firma klipper gräsmattan med stora gräsklippare som då får en högre nyttjandegrad istället för att var och en äger en gräsklippare. Här finns stora möjligheter att utveckla serviceutbudet.

Hem- och servicetjänster kan också erbjudas konsumenter genom delningstjänster. Då kan en industriell tvättmaskin användas med längre livslängd som nyttjas oftare, via tvätterier. Dock behöver transport och logistik tillhandahållas till en rimlig kostnad (kanske via drönare?). I Sverige idag är arbetskostnaden för hög, varför det är svårt att få servicetjänster lönsamma.

TRANSPORT OCH MOBILITET

Projektet tror att *tillgängligheten till lämplig transport* kommer vara det huvudsakliga år 2050, det vill säga nyttjandet av en kombination av kollektivtrafik, varianter av bilpooler för hyring, självkörande bilar och andra transportmedel snarare än fordonsägande i sig. Detta kan ge enorma effektivitetsfördelar: en analys av McKinsey & Company visar exempelvis att en typisk fransk bil tillbringar 92 procent av sin tid parkerad, 1,6 procent letandes parkeringsplats, 1 procent i köer och körs endast 5 procent av tiden!

Dessutom spås autonoma eller förarlösa bilar växa stort, vilket kan bidra till ett minskat behov av både

bilar och parkeringsplatser. Enligt KTH skulle 136 000 bilar som kör runt i Stockholm dagligen kunna ersättas av 9 700 förarlösa bilar.⁵⁰ Simuleringen visar att endast en tjugondel av nuvarande antal parkeringsplatser skulle behövas.

Vid sidan om ägarförändringen av fordon så kommer andelen bränsle från fossila källor att minska och ersättas av bland annat av elektrifiering. Teslas lansering av nya elbatterier för både bilar och hus är ett tecken på att batteriutvecklingen går snabbt framåt och omsätts i produkter som sätts på marknaden redan idag.⁵¹ IVA studerar frågan i projektet Vägval el.

Digitala färdplaner⁵² som synliggör de olika transportsystemen, inklusive priser och tidtabell, kan också minska behovet av nya vägar och annan infrastruktur.

Det tvärvetenskapliga forskningsprogrammet Mistra Closing the Loop har i en svensk fallstudie⁵⁴ studerat en cirkulär affärsmodell för lastbilar. Utgångspunkten var att lastbilskunden skulle köpa tjänsten ”kilometer” snarare än ett specifikt fordon. Resultatet blev att synen på ägande och ansvaret för underhållskostnader förändrades och medförde att lastbilsdelar med

längre livslängd valdes, och att renovering av motor och växellåda och specialiserad återvinning av komplexa detaljer möjliggjordes. Totalt beräknades man kunna spara 20 procent i materialflöde, inklusive en mer funktionell återvinning av legeringar.

Framöver gäller det att hitta nya, visionära sätt att erbjuda tjänster som inte kräver transporter över huvud taget så som vi redan sett exempel på inom virtualiseringen av musik, media och böcker. 3D-printning kan också innebära färre transporter.

SYNERGIER MELLAN BRANSCHERNA

Mycket av arbetet med resurseffektivisering har fram till idag skett inom företag. Men stora möjligheter att resurseffektivisera *mellan* företag och branscher finns också framöver. För att lyckas med detta krävs en systemsyn men även konkreta samarbeten. Sådana kan skapas exempelvis genom att ett antal aktörer går samman för att identifiera gemensamma framtidsutmaningar.

Möjliga materialsynergier projektet ser är:

- Att tillverka plaster från bioråvara istället för fossila källor.
- Affärsutveckling mellan transportföretag och offentliga aktörer kring mer resurseffektiva transporter runt exempelvis infrastrukturprojekt.
- Att ge ytterligare incitament till samarbete mellan industrier som tillverkar kapital- och sällanköpsvaror och basindustrin för att få fram insatsvaror som stål med högre hållfasthet och lägre vikt.

Inom kapital- och sällanköpsvarusektorn behövs mer samverkan mellan olika teknikområden. Exempel som inspirerar är utveckling av batterier för lagring av solenergi för byggnader och fordon (Tesla) och framtagning av nya drivmedel som inte är baserade på fossila bränslen (Audi har med Global Bioenergies framställt syntetisk bensin utan att använda sig av råolja).⁵⁵

Gatubelysning och mobilt bredband i ett

Ericsson och Philips har tagit fram *The Zero Site*, som kombinerar gatubelysning i städer och samtidigt tillhandahåller mobilt bredband. *The Zero Site* integrerar basstationer i gatlyktor vilket ger bättre tillgång till bredband och belysning samtidigt som den minskar behovet av ytterligare infrastruktur.



Vision och policyutveckling

VISION

Arbetsgruppens vision är att: *Svenska kapital- och sällanköpsvarubranschen leder den globala konkurrensen genom hållbar och effektiv resursanvändning som identifierar och tillvaratar alla värden i hela livscykeln.*

Ovanstående vision gäller den svenska kapitalvarubranschen, som omfattar både produkter och tjänster. Branschen behöver vara ledande, inte bara i Sverige utan globalt, då företagen verkar på en globalt konkurrensutsatt marknad. Med ”hållbar” avses ekonomisk, social och miljömässig hållbarhet, och i miljömässig hållbarhet inkluderar arbetsgruppen även energi och transporter. Hållbarhetsbegreppet ska också gälla över

tid; till exempel behöver man kunna uppgradera mjukvara medan hårdvaran står kvar. Resursanvändningen ska vara effektiv i hela produktkedjan. Ordet ”identifiera” syftar till att konstant ompröva och hela tiden sträva efter att hitta nya värden, inklusive dolda värden som inte tillvaratas idag. Hela livscykeln inkluderar en strävan efter en optimal och hög nyttjandegrad. Visionen är beroende av samverkan i leverantörs- och kundledet men även med andra branscher och aktörer, såsom återvinningsindustrin. Samverkan mellan näringsliv, myndigheter och politik är förutsättningar för att för att nå en hög resurseffektivitet på sikt.

POLICYUTVECKLING

Utöver att kapital- och sällanköpsvarusektorn vanligen agerar på en global marknad kombinerar den ofta olika tekniker och delsystem – en produkt som en bil eller dator kan innehålla långt över tusen olika komponenter. Vitvaror som är uppkopplade via internet för att optimera användningen kräver även smart styrning av elnäten – det vill säga minst tre olika branscher (vitvaror, internet och el) behöver samverka för att kunden enkelt ska kunna använda produkten på ett resurseffektivt optimalt sätt.

Kapitalvaror är ofta specifikt utvecklade till en given industriell kund, och relationen mellan kund och leverantör är långsiktig och för kunden ofta avgörande för sin verksamhet. Service är redan idag en viktig del av affären. Därför handlar framtiden mer om synsätt och affärsutveckling kring resurseffektivitet sprids och visar på nya ekonomiskt lönsamma affärsmodeller snarare än styrmedel riktade mot produkter. Styrmedel riktade mot produkter är mer relevanta för konsumentprodukter, då de vanligen genererar större volymer och därmed stora avfallsflöden. Tanken med EUS ekodesigndirektiv är att skapa ökad cirkularitet, och direktivets omfattning riktar sig till produkter som sätts på marknaden med fler än 200 000 enheter om året inom EU – dvs storvolymprodukter.⁵⁶

För kapitalvaror behöver dessutom resurseffektivitet vägas i förhållande till energieffektivitet och produktens livslängd, eftersom exempelvis en ny lastbil uppnår en lägre total miljöpåverkan än en gammal

då den övervägande delen av miljöpåverkan sker under användningsfasen.⁵⁷ Produkter som kommit att bli ineffektiva ur exempelvis energisynpunkt kan behöva bytas ut, trots begränsad användning. Styrmedel kring kapitalvaror måste beakta samtliga dessa utmaningar.

Grundförutsättningarna borde vara att konsumentlagstiftning (hälsa, konsumentskydd) och konkurrenslagstiftning (fri konkurrens) råder, samt att handel inte sker med länder eller företag som inte tar miljö och hållbarhet i beaktande. Eventuella styrmedel bör vara incitamentbaserade, faktabaserade och målstyrda, samt utformade i samråd med berörda intressenter. Slutmålet ska definieras, men inte vilken teknik som ska användas för att nå målen för att uppmuntra till innovation och skapa rättvisa spelregler för företagen. Målen bör utformas på EU-nivå och i samklang med globala mål. Regleringar får lätt oönskade konsekvenser och blir hämmande. Viss specifik lagstiftning kan dock behövas för att införa förändringar som är så pass kostsamma att alla företag måste ställa om sin produktion samtidigt, till exempel vid utfasning av farliga ämnen.

Samtliga dessa aspekter behöver bevakas och följas upp för ökad resurseffektivitet. Redan har ett långtgående arbete för policyutveckling gjorts inom ramen för projektets branschövergripande process, som lagts fram i rapporten *Policyutveckling mot 2025*.⁵⁸ Nedan följer kapital- och sällanköpsvaruföretagens syn på de gemensamma förslagen för policyutveckling som gäller samtliga branscher representerade i projektet.

1. Kartläggningar och kostnadsvärderingar

Kartläggning av fler materialflöden behöver genomföras för att skapa en mer fullständig bild av resursanvändningen och möjligheter till effektivisering på ett nationellt plan. Detta skulle även ge en bild av möjliga synergier mellan olika branscher.

För metaller är behovet av kartläggning inte så stort, med reservation för att man behöver se till att metallprodukter återvinns i rätt fraktioner (såsom att högkvalitativt stål återvinns som just högkvalitativt, för att bevara stålets värde och inte blanda det med skrot av lägre kvalitet). Desto större är behovet för kartläggning av plastflödena på nationell nivå, för att därigenom identifiera potentiella plastfraktioner som kan återvinnas.

Styrmedel behövs också för att främja standarder som gör flödesdata från olika branscher eller delar av flöden jämförbara. Definitioner av standarder bör utformas på global nivå, men ur ett genomförandeperspektiv är EU en rimlig nivå. EU har tagit fram en *Resource Efficiency Scoreboard* som mätverktyg för resurseffektivitet på nationell nivå.⁵⁹ Dock ingår inte materialflöden eller nyttjandegrad av produkter som är relevanta för kapitalvaror, så mätmetoder behöver utvecklas på fler nivåer.

2. Branschöverskridande forskning och samarbeten

Ett stort hinder för utvecklad resurseffektivisering idag är att det saknas samarbeten över branschgränser, inom politiken, näringslivet samt utbildnings- och forskningsväsendet. Behovet av ökat samarbete såväl mellan företag som gentemot andra branscher och aktörer är därför synnerligen stort, och offentliga aktörer skulle kunna gå i bräschen för det. Svenska företag, forskning och politik har en tradition av att kunna diskutera över systemgränserna, vilket är en viktig utgångspunkt för att stärka svensk resurseffektivitet.⁶⁰

Ökat systemperspektiv

Arbetsgruppen betonar vikten av *systemperspektiv* i utbildningar och forskning, exempelvis genom att studera och öka förståelsen för resurseffektivitet ur ett perspektiv som beaktar hela samhällssystemet på alla utbildningsnivåer, för att ge studenterna en högre kunskapsnivå kring dessa frågor när de kommer ut i näringslivet. Utöver kunskap över systemgränserna behövs även ökad industrikunskap samt materialkunskap för forskning kring återvinning på universiteten.

Såväl företag som högskolor, universitet, forskningsinstitut och forskningsfinansiärer behöver se över sin struktur, genomföra förändringar och möjliggöra nya samarbeten för att kunna agera utifrån ett system- och tvärvetenskapligt perspektiv.^{61,62} Samtidigt pågår lovande initiativ sedan ett tag tillbaka, bland annat på förslag från innovationsmyndigheten VINNOVA.⁶³

Mer industrinära forskning och innovationsupphandling

Fler konkreta forsknings- och utvecklingsinsatser och samarbeten behöver också stimuleras mellan olika företag och mellan företag och offentlig sektor.⁶⁴ Här lyfter dock företagen de stora ekonomiska riskerna med produktutveckling och innovation, som ökar ju mer vågade och branschöverskridande satsningarna är. Det kan gälla utveckling av system för att återvinna materialflöden av plast, metall och så vidare, eller batterier för att lagra förnybar energi i ett klimatsammanhang.⁶⁵ Därför finns ett behov hos näringslivet att hantera den risk som företag och branscher tar då man utvecklar ny teknik.

Det krävs också ökad finansiering för att kunna skala upp innovationer och komma närmare kommersialisering.⁶⁶ En möjlig samfinansiering skulle kunna ske från offentliga aktörer, företag och intressenter genom offentlig-privat samverkan (OPS). Det finns exempel på både mer och mindre framgångsrika internationella OPS-finansieringar att dra lärdom av. Forskningen bör driva utvecklingen hela vägen till kommersialisering, då steget till storskalig och kommersiellt gångbar vara eller tjänst är det svåraste. Utveckling av teknik och produkter kan vara i behov av stöd såsom regleringar eller andra stöd (krediter, försäkringar etc.).⁶⁷ En annan viktig möjlighet är att stödja teknikutveckling genom offentlig upphandling.^{68,69}

Spridning av kunskap om resurseffektivitet

Sverige har en stark internationell ställning inom utvecklingen mot miljömässigt hållbar produktion, vilket stärker svensk konkurrenskraft inom branscher som fordon, energi och elektronik. Sådana erfarenheter bör samlas och användas i lärandeprocesser hos företag. Kunskap om resurseffektiva tillverkningsprocesser, ”framtidens fabrik”, digital simulering, med mera behöver spridas till mindre företag. Små innovativa företag inom området behöver hjälp att nå marknader och att utvecklas. Här kan så kallade ”mellanorganisationer” som branschorganisationer, arbetsgivarorganisationer och specifika initiativ (till exempel *Produktion 2030*)⁷⁰ sprida kunskap till mindre företag. Utveckling kan även ske i samarbete med universitet.

3. Spårbarhet och förberedelse för reparation, upparbetning, återanvändning och återvinning

För att fullt ut kunna ta ansvar för sina produkter i ett livscykelperspektiv krävs att produkterna förbereds för spårbarhet och reparation, upparbetning, återanvändning och återvinning redan i design- och produktionsstadiet. Spårbarhetsinsatser förknippas samtidigt med stora kostnader och försvåras av att produkter handlas globalt. För långlivade produkter,

Styrmedel för förbättrad nyttjandegrad av bilar

En kapitalvara av central betydelse i dagens samhälle är bilar, som dock än så länge nyttjas i anmärkningsvärt låg grad. Bilar står parkerade under långa tider, och även när de framförs är det sällan fler än en eller två personer som färdas i dem.⁷²



Bilpoolers affärsmodell höjer den ytterst låga nyttjandegraden på bilar avsevärt. Dessa företag skulle dock behöva en genomlysning av befintliga styrmedel för att öka användningen av bilpooler. Exempelvis skulle det behövas:

- en lagstadgad definition av "bilpool",
- en lagändring så att kommersiella bilpooler får tilldelas p-platser mot betalning på kommunal gatumark och
- att sex procents moms införs (som för alla andra persontransporter)

som sällanköpsvaror, försvåras situationen ytterligare av den långa tidsrymd som produkterna används under samt att det är flera ägare mellan stadier som produktion och uppbyggnad, återanvändning och återvinning.

EU har sedan tidigare lagstiftat om mer cirkulära resursflöden som påverkar kapital- och sällanköpsvarubranschen, exempelvis via End of Life Vehicles (ELV) Directive år 2000 och Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Directive 2002.

Testdemontering av produkten kan underlätta framtida service, återanvändning och återvinning

Vid design och tillverkning av långlivade produkter tillämpar industriföretag idag principer såsom utbytbarhet (mjukvara uppdateras fjärrstyrt), modulär produktion och design för enkel demontering. Genom att ha fokus på demontering i produktutvecklingen kan produkten utvecklas så att återanvändning och återtillverkning kan ske när produktens livslängd är över. Det kan också bidra till insikter om produkten som kan möjliggöra att komponenter kan ersättas utan att hela produkten behöver bytas ut. Utvecklingen i denna riktning bör premieras så att den sker snabbare.

Livscykelanalyser ser till hela miljönyttan

Återanvändning och återtillverkning måste bli lika självklart som nyköp och återvinning. Den omvända logistiken, att produkten återlämnas från användaren till producenten, behöver utvecklas för ökad cirkularitet. Materiell resurseffektivitet behöver också vägas i förhållande till energieffektivitet för exempelvis fordon och vitvaror, där övervägande delen av miljöpåverkan sker under användningsfasen. Här kan livscykelanalyser (LCA) vara ett instrument.

Finansiering av demonstrationsprojekt för att visa på nyttan av spårbarhet

Demonstrationsprojekt kan finansieras bättre, där återvinningsindustrin visar hur information om produkter i praktiken underlättar demontering av datorer, pumpar, mobiltelefoner, etc. i industriell skala. Erfarenheter från EU-lagstiftning som WEEE (elektriskt och elektroniskt avfall), REACH (kemikalier) och ROHS (farliga ämnen) visar att en fullständig innehållsförteckning för komplexa produkter med många komponenter är svår att erhålla och hålla uppdaterad, samt dyr att administrera.⁷¹ Syfte och nytta av information om till exempel kemikalieinnehåll måste motiveras tydligt.

4. Ökad nyttjandegrad

Där det är möjligt bör varor nyttjas intensivare och effektivare, exempelvis genom samnyttjande/delning. Det kan ske genom nya affärsmodeller, för att öka nyttjandegraden (som med bilar) eller genom ny teknik, om produktens största miljöpåverkan ligger i användarfasen (exempelvis för tvättmaskiner).

Utred redovisning av nyttjandegraden

Ökad kunskap om hur kapitalvaror nyttjas kan väcka medvetande, vilket i sin tur möjliggör nya affärsmöjligheter, som delningstjänster, förbättrade serviceerbjudanden, olika uppdateringar och annan vidareutveckling. Konsekvenser av att redogöra för nyttjandegraden av produkter behöver dock utredas med avseende på bland annat konkurrens, integritets- och säkerhetsaspekter kring datainsamling och vilka mätmetoder som ska användas (såsom materialnyttjande eller användningsgrad). Dessutom är en diskussion kring hur hög nyttjandegrad eller livslängd som är optimal för olika produkter och resurser komplex och väldigt olika beroende på vilken produkt som är i fråga.

Anpassa lagstiftningen för, och utred konsekvenserna av, delningsekonomin

Ett annat sätt att öka nyttjandegraden eller snarare förlänga livslängden är att återanvända kapitalvaror och komponenter via leasing eller uthyrning. Samhället, liksom skattebasen, idag är emellertid uppbyggd kring en annan ekonomi än delandets, och för att anpassa lagar och system för en utvecklad delningsekonomi behöver det ske stora förändringar.

I en delningsekonomi övergår inte ägandet till kunden, utan stannar hos det producerande företaget eller ett uthyrningsföretag. Om det producerande företaget behåller ägandet påverkas företagets balansräkning inklusive finansiella kostnader. Därför behöver resurseffektiva affärsmodeller såsom delning, utlåning och uthyrning utredas med avseende på uthyrning, balansräkning, skattekonsekvenser, försäkringar och garantier. Byte av affärsmodellerna kan också få konsekvenser för redovisningsprinciper, företagets riskhantering och värderingen av de finansiella marknaderna. De flesta företag går i dagsläget i motsatt riktning, det vill säga *outsourcar* för att inte binda kapital i balansräkningen. Därutöver behöver befintliga regelverk såsom detaljplaner och kommunal- och miljölagstiftning genomlysas med avseende på resurseffektivitet för att uppmuntra nya affärsmodeller.

5. Välfungerande marknader

Välfungerande marknader skapar god tillgång på återvunnet material med rätt kvalitet och kvantitet. Mistra Closing the Loop konstaterar i slutsatserna från sin syntesrapport⁷³ att marknadsekonomins mekanismer inte uppmuntrar en resurseffektiv ekonomi. Att sluta cirkeln och utveckla en kretsloppsekonomi är endast möjligt om det finns en tillförlitlig marknad för sekundära råvaror. För att skapa en effektiv marknad för sekundära råvaror måste dagens osäkerhet om kvalitet, tillgång och efterfrågan undanröjas.

Återvinning av plast behöver forskning och styrmedel för att bemöta kemikaliespårbarhet och öka insamlingsströmmarna

I dagsläget råder brist på vissa återvunna material som till exempel plast. Industrin vill gärna använda återvunnet material men har svårt att få tillgång till tillräckliga kvantiteter material av god kvalitet, med hög leveranssäkerhet och som inte är dyrare än jungfruligt material. För att öka användningen av återvunnen plast behövs bland annat satsningar på forskning och teknikutveckling, premiering av återvinning liksom tillhandahållande av enkla och fungerande återvinningsystem för att öka de rena insamlingsströmmarna.

Fri rörlighet för avfall

I vissa fall hindras till och med utvecklingen av marknadsplatser genom motverkande kostnader eller lag-

stiftning, såsom behovet av ökad återvinning kontra administration i syfte att skydda mot dumpning av avfall. Detta har lett till svårigheter att transportera icke-fungerande/uttjänta produkter över landsgränser inom Europa, då de klassas som avfall. Dessutom kostar det idag mer att hantera tillstånd mellan olika europeiska länder än att skicka avfallet till en annan kontinent. En friare rörlighet för avfall önskas, vilket näringslivet vill att Sverige driver inom EU samtidigt som god svensk företagspraxis skulle kunna lyftas fram. (EU-kommissionens handlingsplan för Cirkulär Ekonomi föreslår ett ”EU-gemensamt elektroniskt informationssystem för gränsöverskridande transporter av avfall”).⁷⁴

Offentlig upphandling och innovationsupphandling

För flertalet resurseffektiva lösningar är uppskalning och möjligheten att producera en väsentlig volym en stor utmaning. Offentliga aktörer kan driva på utvecklingen mot välfungerande marknader för sekundära råmaterial genom offentlig upphandling, exempelvis i form av *innovationsupphandling*. Att genomföra en innovationsupphandling är dock även för offentliga aktörer ett risktagande och ställer stora krav på bland annat uppföljning. Ett ökat ekonomiskt och kunskapsmässigt stöd till de offentliga aktörerna föreslås därför, så att riskerna minimeras och så att de får en viktig roll i att utveckla marknader för sekundära råmaterial.

6. Öka användningen av återvunnet material och nya perspektiv på resursnyttjande

En ökad användning av återvunnet material i samhället är önskvärt, tillsammans med en effektivare produktion som leder till att svinnet/spillet minskar. Men ett antal olika problem behöver bemötas för att uppnå detta:

- Höga priser på återvunna material och produkter. Återvunnen plast är exempelvis dyrare än jungfrulig på grund av att den kräver betydligt mer insatser för sortering och transport.
- För återvunnet material, som plast, krävs även tydligare spårbarhet enligt EU-förordningen REACH.⁷⁵ REACH begränsar användningen av farliga kemikalier, vilket är viktigt, men samtidigt ökar den administrativa bördan för många företag. Kraven på spårbarhet gäller även för elektrisk och elektronisk utrustning som omfattas av EU-direktivet RoHS⁷⁶ som begränsar farliga kemiska ämnen i elektrisk och elektronisk utrustning.
- Funktionerna hos jungfruliga och återvunna produkter är inte alltid jämförbara.

- Många företag arbetar aktivt med att minska materialanvändningen i form av minskat spill men saknar incitament för att återanvända produkter och använda återvunna material.
- Det finns i dagsläget låg efterfrågan på vissa återvunna material, vilket kan bero på osäkerhet kring kvalitet, funktion eller produktsäkerhet.
- Det krävs även investeringar i ny återvinningsteknik för att kunna återanvända vissa material och göra tekniken brett tillgänglig.

Forskning och teknikutveckling kring återvunna och resurseffektiva material

För att främja återvinning, återanvändning och renovering behövs ytterligare analys och kunskapshöjande åtgärder inom ett antal områden, såsom mer forskning för att utveckla återvinningstekniker och hur priset på återvunna varor anpassas för att stimulera användningen av dessa.

Ifråga om konkreta åtgärder för ökad återvinning finns en möjlighet att långtgående teknikutveckling kan sänka det relativa priset på återvunnet material överlag. Kunskap om tillgängliga resurser (kartlägg-

ning av materialflöden) behöver kombineras med materialkunskap för att nå tekniska lösningar för resurseffektiv återvinning och återanvändning. Internationella samarbeten för utveckling av återvinningstekniker är viktiga och möjligheterna till EU-finansiering inom programmet *Horizon2020* skulle kunna nyttjas bättre av svenska aktörer.⁷⁷ Här kan offentliga aktörer och forskningsinstitut stödja och hjälpa näringslivet.

Det behövs även avvägningar hur samhället bör premiera material med bättre egenskaper. Vissa material, såsom avancerat stål, kräver mindre mängd stål och sparar således både material, koldioxid och energi i både produktion och användning.

Uppmuntra återanvändning

Slutligen bör företag uppmuntras att hitta nya affärsmodeller som återanvänder komponenter och produkter. Att förlänga livslängd och nyttjandegrad hos en kapital- eller sällanköpsvara bidrar starkt till att öka resurseffektiviteten. Incitamenten för att återvinna och återanvända kan emellertid dämpas till viss del i Sverige, med sitt väl utbyggda fjärrvärmesystem med energiproduktion från avlagt material.

HUR GÅR VI VIDARE?

Det huvudsakliga målet för projektet är att skapa en plattform för dialog mellan företag och den politiska sfären. Ett öppet och pågående samtal mellan företrädare för näringslivets och politikens beslutsfattare är av stor vikt för att öka resurseffektiviteten i Sverige och stärka svenska företags konkurrenskraft. Arbetsgruppen hoppas att detta projekt har bidragit till att påbörja den dialogen.

Fotnoter

1. SCB, **Export för viktiga varuområden enligt SITC**, 2014 (http://www.scb.se/sv_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Handel-medvaror-och-tjanster/Utrikeshandel/Utrikeshandel-medvaror/7223/7230/26625/; hämtat 10 mars 2015).
2. Uppgifter från SCB; analys av Teknikföretagen (http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__NV__NV0109__NV0109L/KostVEng07?rxid=I2423d78-caeb-4d0a-9d87-95286f175431; hämtat 19 april 2016).
3. SCB, **Inhemsk utvinning per materialkategori, Sverige 2000–2014, miljoner ton per år**, 3 mars 2016 (http://www.scb.se/sv_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Miljo/Miljoekonomi-och-hallbar-utveckling/Miljorakenskaper/38164/38171/Materialflodesstatistik/333617/; hämtat 19 april 2016).
4. SCB, **Export för viktiga varuområden enligt SITC**, 29 mars 2016 (http://www.scb.se/sv_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Handel-med-varor-och-tjanster/Utrikeshandel/Utrikeshandel-med-varor/7223/7230/26625/; hämtat 19 april 2016).
5. Uppgift från Jernkontoret.
6. Jernkontoret, **Metallutredning 2014. Jernkontorets forskning D860**, 2014.
7. Toyota Material Handling Sweden, **Vad mäter timmätaren**, (<http://www.toyota-forklifts.se/Sv/Services-and-Solutions/Rental-Solutions/Pages/Vad-mater-timmataren.aspx>; hämtat 1 juli 2015).
8. World Bank Commodity Price Index.
9. EU, **Critical Raw Materials** (http://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical/index_en.htm; hämtat 19 april 2016).
10. Uppgifter från SCB; analys av Teknikföretagen (http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__NV__NV0109__NV0109L/KostVEng07?rxid=I2423d78-caeb-4d0a-9d87-95286f175431; hämtat 19 april 2016).
11. Uppgift från Teknikföretagen.
12. Uppgift från Jernkontoret.
13. McKinsey & Company, **A Circular Economy Vision for a Competitive Europe** (http://www.mckinsey.com/client_service/sustainability/latest_thinking/growth_within_-_a_circular_economy_vision_for_a_competitive_europe; hämtat 9 december 2015).
14. McKinsey & Company, **A Circular Economy Vision for a Competitive Europe** (http://www.mckinsey.com/client_service/sustainability/latest_thinking/growth_within_-_a_circular_economy_vision_for_a_competitive_europe; hämtat 9 december 2015).
15. McKinsey & Company, **A Circular Economy Vision for a Competitive Europe** (http://www.mckinsey.com/client_service/sustainability/latest_thinking/growth_within_-_a_circular_economy_vision_for_a_competitive_europe; hämtat 9 december 2015).
16. Uppgift från Naturvårdsverket.
17. von Schultz, C., "Ikea kastar ut fossil plast", i **Ny Teknik**, 14 november 2014 (<http://www.nyteknik.se/nyheter/ikea-kastar-ut-fossil-plast-6396857>; hämtat 19 april 2016).
18. von Schultz, C., "Ikea kastar ut fossil plast", i **Ny Teknik**, 14 november 2014 (<http://www.nyteknik.se/nyheter/ikea-kastar-ut-fossil-plast-6396857>; hämtat 19 april 2016).
19. Intervju med Erik Lindroth, miljödirektör Tetra Pak, 16 april 2014.
20. Branschgruppsdiskussioner med Henrik Sundström, VP Group Sustainability Affairs, Electrolux.
21. Volvo Group, **Life cycle Assessment** (<http://www3.volvocars.com/investors/finrep/sr13/en/earningtrust/managingourvaluecha/productdevelopment/lifecycleassessment/life-cycle-assessme.html>; hämtat 19 april 2016).
22. LKAB, **Årsredovisning 2014**, 2014.
23. Jernkontoret, **Fakta och nyckeltal** (<http://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/branschfakta-och-statistik/fakta-och-nyckeltal/>; hämtat 3 juli 2015).
24. Jernkontoret, **Handelspolitik och marknad**, 2015 (<http://www.jernkontoret.se/stalindustrin/handelspolitik/index.php>; hämtat 14 april 2015).
25. Jernkontoret, **Handelspolitik och marknad**, 2015 (<http://www.jernkontoret.se/stalindustrin/handelspolitik/index.php>; hämtat 14 april 2015).
26. SCBs databas år 2012 (inkluderar de produkter som SCB kategoriserar som KN-varukod med siffran 8 i början).
27. 85 procent personbilar; omfattas av EU-direktivet End of Life Vehicles. Naturvårdsverket, **Avfall i Sverige – rapport 6619**, 2012.

28. 75 procent stora hushållsapparater (kylskåp, tvättmaskiner); 65 procent IT/telekom-kontorsutrustning; 50 procent små hushållsapparater, elektrisk och elektronisk utrustning (till exempel mobiltelefoner), leksaker, sportutrustning. Svenska MiljöEmissionsData (SMED), **Kartläggning av flöden och upplagrade mängder av elektriska och elektroniska produkter i Sverige 2010. SMED Rapport Nr 105**, 2012.
29. 67 procent metallförpackningar (exklusive dryckesförpackningar). Naturvårdsverket, **Avfall i Sverige – rapport 6619**, 2012.
30. För att producera ett ton stålprodukter med start från malm åtgår ca 23 GJ medan det åtgår endast cirka 7 GJ energi om man utgår från skrot. Jernkontoret, **Stålets kretslopp**, 2003 (http://www.jernkontoret.se/ladda_hem_och_bestall/publikationer/stalforskning/rapporter/skrotkomp_03_04.pdf; hämtat 14 april 2015).
31. Presentation av Stefan Sylvander, Scania, på IVAs workshop 29 april 2015.
32. Almström, P., och Chen, Danfang, **Produktion 2030. Expertområde I: Hållbar och resurseffektiv produktion**, (KTH/Chalmers, 2014).
33. Uppgift från SKF.
34. Jernkontoret, **Metallutredning 2014. Jernkontorets forskning D860**, 2014.
35. "Material Efficiency Management in Manufacturing (MEMIMAN)", hos **Mistra Closing the Loop** (<http://www.closingtheloop.se/sv/projekt/memiman/slutredovisning/Sidor/default.aspx>; hämtat 19 april 2016).
36. Almström, P., och Chen, Danfang, **Produktion 2030. Expertområde I: Hållbar och resurseffektiv produktion**, (KTH/Chalmers, 2014). Ferguson, M. E., och Souza, G. C., **Closed-Loop Supply Chains: New Developments to Improve the Sustainability of Business Practice**, (CRC Press, 2010).
37. Alpman, Marie, "Äntligen förstår folk vad vi gör", i **Ny Teknik**, 22 maj 2013, (http://www.nyteknik.se/nyheter/it_telekom/allmant/article3698657.ece; hämtat 3 juli 2015).
38. Jernkontoret, **Metallutredning 2014. Jernkontorets forskning D860**, 2014.
39. Jernkontoret, **Metallutredning 2014. Jernkontorets forskning D860**, 2014.
40. "Slutredovisning Quickflux", hos **Mistra Closing the Loop** (<http://www.closingtheloop.se/sv/projekt/quickflux/slutredovisning/Sidor/default.aspx>; hämtat 19 april 2016).
41. Almström, P., och Chen, Danfang, **Produktion 2030. Expertområde I: Hållbar och resurseffektiv produktion**, (KTH/Chalmers, 2014).
42. Almström, P., och Chen, Danfang, **Produktion 2030. Expertområde I: Hållbar och resurseffektiv produktion**, (KTH/Chalmers, 2014).
43. Mistra, syntesrapport **Closing the Loop** (<http://www.closingtheloop.se/sv/projekt/synergi/slutredovisning/Sidor/default.aspx>; hämtat 19 april 2016).
44. Algurén, P., Forsaeus Nilsson, S., Helgesson, Claes I., Granberg, A., Jakobsson, U., "Bilpooler ett billigt sätt att minska trängseln i städerna", på **DN Debatt**, 4 januari 2013 (<http://www.dn.se/debatt/bilpooler-ett-billigt-satt-att-minska-trangseln-i-staderna/>; hämtat 19 april 2016).
45. Vägverket, **Hållbara råd för bilpooler** (http://www.trafikverket.se/contentassets/8cdd93f93bd84c90a0c3f406110bc313/hallbara_rad_for_bilpool_ver2.pdf; hämtat 19 april 2016).
46. Branschgruppsdiskussion med bland andra Stefan Sylvander, Product director Ecolution by Scania.
47. ToolPool presentationsvideo (<https://www.youtube.com/watch?v=V8zOcbKLFko>; hämtat 19 april 2016).
48. InRego, **Hållbar återanvändning av IT-utrustning** (<https://www.inrego.se/salja-begagnad-itutrustning/skapa-miljovinster-genom-ateranvandning>; hämtat 19 april 2016).
49. InRego, **InRego – en cirkulär affärsmodell** (<https://www.inrego.se/om-oss/miljo>; hämtat 19 april 2016).
50. Larsson, P., "En förarlös bil ersätter 14 personbilar", på **KTH.se**, 4 mars 2015 (<https://www.kth.se/aktuellt/nyheter/en-forarlos-bil-ersatter-14-personbilar-1.548129>; hämtat 19 april 2016).
51. Tesla, **Powerwall – Tesla hembatteri** (https://www.teslamotors.com/sv_SE/powerwall; hämtat 19 april 2016).
52. Gullberg, A., och Kramers, A., "Så kan köerna försvinna – utan dyra vägbyggen", på **DN Debatt**, 12 april 2015, (<http://www.dn.se/debatt/sa-kan-koerna-forsvinna-utan-dyra-vagbyggen/>; hämtat 16 juli 2015).
53. Gullberg, Anders och Kramers, Anna, "Så kan köerna försvinna utan dyra vägbyggen", på **DN Debatt**, 12 april 2015, (<http://www.dn.se/debatt/sa-kan-koerna-forsvinna-utan-dyra-vagbyggen/>; hämtat 12 augusti 2015).
54. Ragnhild Berglund, "Ökad återvinning av bilar skapar nya resurser", hos **Mistra Closing the Loop – Realize** (http://www.closingtheloop.se/sv/projekt/realize/slutredovisning/Documents/Popvetrapport_Realize.pdf; hämtat 19 april 2016).
55. Rabe, M., "Audi tillverkar e-bensin – bensin utan råolja", i **Teknikens Värld**, 24 maj 2015, (<http://teknikensvarld.se/audi-tillverkar-e-bensin-bensin-utan-raolja-184824/>; hämtat 16 juli 2015).
56. EUR Lex, **Meddelande från kommissionen till rådet och Europaparlamentet – Arbetsplan för 2009–2011 enligt ekodesigndirektivet**. Ekodesigndirektivet 2009/125/EG utgör en ram för att fastställa ekodesignkrav för energirelaterade produkter. En energirelaterad produkt eller en grupp av energirelaterade produkter ska omfattas av en genomförandeåtgärd eller självreglering på ekodesignområdet om produkten står för betydande försäljningsvolym samtidigt som den har en betydande miljöpåverkan och en betydande förbättringspotential (artikel 15). (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=CELEX:52008DC0660>; hämtat 19 april 2016).
57. Volvokoncernen årsredovisning år 2014 – "Effektivitet" (http://www3.volvoc.com/investors/finrep/ar14/ar_2014_sve.pdf; hämtat 10 januari 2016).

58. Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), **Policyutveckling mot 2025**, 15 april 2016 (<http://iva.se/publicerat/resurseffektivitet--policyutveckling-mot-2050/>; hämtat 19 april 2016).
59. EU – DG Environment, **Resource Efficiency Scoreboard** (http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/targets_indicators/scoreboard/index_en.htm; hämtat 21 januari 2016).
60. Dialog med Åke Svensson, VD för Teknikföretagen.
61. Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), **Viktigt främja forskning när företagen skär ned – IVAs inspel till forskningspropositionen**, 10 november 2015 (<http://www.iva.se/publicerat/viktigt-framja-forskning-nar-foretagen-skar-ned---ivas-inspel-till-forskningspropositionen/>; hämtat 15 december 2015).
62. Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), **Nycklar till ökad attraktivitet och konkurrenskraft**, 2015 (<http://www.iva.se/publicerat/nycklar-till-okad-attraktivitet-och-konkurrenskraft/>; hämtat 16 december 2015).
63. VINNOVA, **Ny modell för att värdera lärosätenas samverkan**, 14 maj 2014 (<http://www.vinnova.se/sv/Aktuellt--publicerat/Pressmeddelanden/2014/140514-Ny-modell-for-att-vardera-larosatenas-samverkan-/>; hämtat 15 december 2015).
64. Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), **Nycklar till ökad attraktivitet och konkurrenskraft**, 2015 (<http://www.iva.se/publicerat/nycklar-till-okad-attraktivitet-och-konkurrenskraft/>; hämtat 16 december 2015).
65. Dialog med Therese Strömshed, Mannheimer Swartling Malmö.
66. Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), **Viktigt främja forskning när företagen skär ned – IVAs inspel till forskningspropositionen**, 10 november 2015 (<http://www.iva.se/publicerat/viktigt-framja-forskning-nar-foretagen-skar-ned---ivas-inspel-till-forskningspropositionen/>; hämtat 15 december 2015).
67. Se exempelvis Tillväxtanalys, **Analys av stödinsatser för miljöteknikföretag i några europeiska länder**, 19 november 2014 (<https://www.tillvaxtanalys.se/publikationer/pm/pm/2014-11-19-analys-av-stodinsatser-for-miljoteknikforetag-i-nagra-europeiska-lander.html>; hämtat 15 december 2015).
68. Exempel på existerande finansierare inkluderar VINNOVA och RISE (se exempelvis, RISE, **Testbäddar och demonstratorer** (<http://www.ri.se/erbjudanden/testbaddar-och-demonstratorer>; hämtat 15 december 2015).
69. Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), **Innovationskraft Sverige – Slutrapport, 2013** (<http://www.iva.se/globalassets/rapporter/innovationskraft-sverige/innovationskraft-sverige-slutrapport.pdf>; hämtat 16 december 2015).
70. Strategiskt innovationsprogram för hållbar produktion i Sverige (<http://www.produktion2030.se>; hämtat 19 april 2016).
71. Samtal med Elinor Kruse, Teknikföretagen och Susanne Lundberg, Ericsson, hösten 2015.
72. En analys av McKinsey & Company visar exempelvis att en typisk fransk bil tillbringar 92 procent av sin tid parkerad, 1,6 procent letandes parkeringsplats, 1 procent i köer och 5 procent körandes. Dessutom transporterar den genomsnittliga europeiska bilen 1,5 personer per resa, trots att den är femsitsig. Presentation av McKinsey på IVA, **Taking the circular economy to the next level**, 29 april 2015.
73. Mistra, syntesrapport **Closing the Loop** (<http://www.closingtheloop.se/sv/projekt/synergi/slutredovisning/Sidor/default.aspx>; hämtat 19 april 2016).
74. Miljö- och energidepartementet, PowerPoint-presentation, 15 december 2016.
75. **Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals.**
76. **Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment.**
77. EU, **Horizon2020 – The EU Framework Programme for Research and Innovation** (<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>; hämtat 27 januari 2016).

Projektet **Resurseffektiva affärsmodeller – stärkt konkurrenskraft** arbetar utefter visionen där Sverige är den ledande nationen för ett rent och resurseffektivt samhälle. Målen är att:

- Stimulera framväxten av nya affärsmöjligheter med inbyggd resurseffektivitet som maximerar resursernas värde. Projektet vill även lyfta fram exempel på affärsmodeller för resurseffektivitet inom olika branscher.
- Identifiera policyrekommendationer och incitament som möjliggör omställning till ett resurseffektivt näringsliv samt skapa en plattform för fortsatt dialog mellan näringsliv och politik.

Projektet drivs av Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien, IVA, en fristående akademi som till nytta för samhället främjar tekniska och ekonomiska vetenskaper samt näringslivets utveckling. I samarbete med näringsliv och högskola initierar och föreslår IVA åtgärder som stärker Sveriges kompetens och konkurrenskraft. Se även www.iva.se



KUNGL. INGENJÖRSVETENSKAPSÅKADEMIEN

i samarbete med