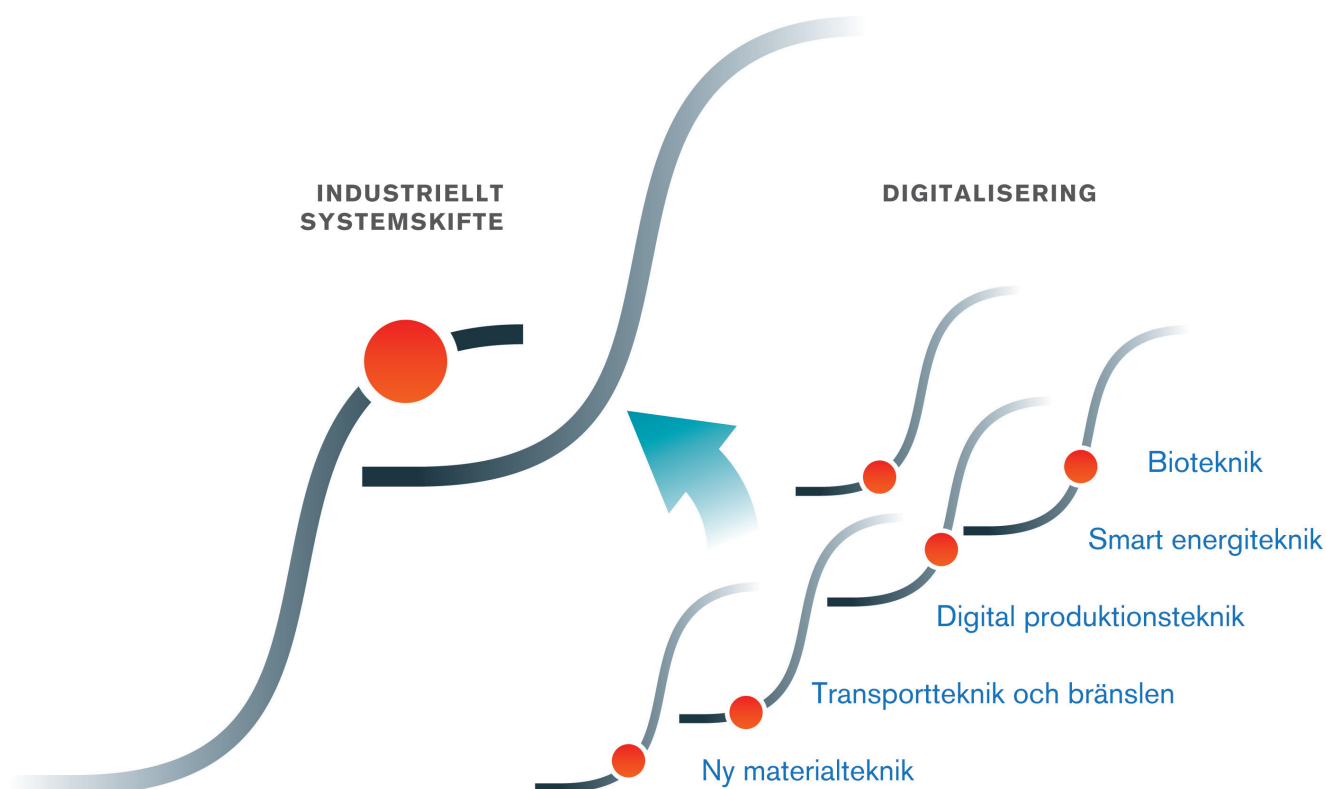


Future Smart Industry

Perspektiv på industriomvandling

ÖRJAN LARSSON - BLUE INSTITUTE



Titel: Future Smart Industry - *perspektiv på industriomvandling*

Författare: Örjan Larsson

Serie: VINNOVA Rapport VR 2015:04

ISBN: 978-91-87537-30-1

ISSN: 1650-3104

Utgiven: Juni 2015

Utgivare: VINNOVA - Verket för Innovationssystem/Swedish Governmental Agency for Innovation Systems

Diariennr: 2013-05512

.....

VINNOVA stärker Sveriges innovationskraft för hållbar tillväxt och samhällsnytta

VINNOVA är Sveriges innovationsmyndighet. Vår uppgift är att främja hållbar tillväxt genom att förbättra förutsättningarna för innovation och att finansiera behovsmotiverad forskning.

VINNOVAs vision är att Sverige ska vara ett globalt ledande forsknings- och innovationsland som är attraktivt att investera och bedriva verksamhet i. Vi främjar samverkan mellan företag, universitet och högskolor, forskningsinstitut och offentlig verksamhet. Det gör vi genom att stimulera ökat nyttiggörande av forskning, investera långsiktigt i starka forsknings- och innovationsmiljöer och genom att utveckla katalyserande mötesplatser. VINNOVAs verksamhet är även inriktad på att stärka internationell samverkan. Vi fäster stor vikt vid att samspela med andra forskningsfinansiärer och innovationsfrämjande organisationer för större effekt. Varje år investerar VINNOVA cirka 2,7 miljarder kronor i olika insatser. VINNOVA är en statlig myndighet under Näringsdepartementet och nationell kontaktmyndighet för EU:s ramprogram för forskning och utveckling. Vi är också regeringens expertmyndighet inom det innovationspolitiska området. VINNOVA bildades 1 januari 2001. Vi är drygt 200 personer och har kontor i Stockholm och Bryssel. Generaldirektör är Charlotte Brogren.

I publikationsserien **VINNOVA Rapport** publiceras externt framtaget material som genererats inom ramen för program och projekt som finansierats av VINNOVA. Det kan röra sig om rapporter från enskilda projekt, men även om synteser, utvärderingar, översikter, kunskapssammanställningar, debattskrifter och strategiskt viktiga arbeten.

.....

I VINNOVAs publikationsserier redovisar bland andra forskare, utredare och analytiker sina projekt. Publiceringen innebär inte att VINNOVA tar ställning till framförda åsikter, slutsatser och resultat. Undantag är publikationsserien VINNOVA Information där återgivande av

VINNOVAs synpunkter och ställningstaganden kan förekomma.

VINNOVAs publikationer finns att beställa, läsa och ladda ner via www.vinnova.se. Tryckta utgåvor av VINNOVA Analys och Rapport säljs via Fritzes, www.fritzes.se, tel 08-598 191 90, fax 08-598 191 91 eller order.fritzes@nj.se

VINNOVA's publications are published at www.vinnova.se

Future Smart Industry

Perspektiv på industriomvandling

FÖRFATTARE: ÖRJAN LARSSON – STIFTELSEN BLUE INSTITUTE

Innehållsförteckning

VINNOVAs förord	3
Författarens förord	4
Nästa S-kurva	7
Industriell Revolution	8
Politiska initiativ	8
Den fjärde industriella revolutionen i Tyskland	9
Industrirevolutioner är marknadsdrivna	9
Digitalisering, jobben och investeringar	10
Femtio procent av Sveriges anställda kan ersättas med digital teknik	10
Teknologisk arbetslöshet	11
Krafter som förändrar industrins förutsättningar	13
Osäkra råvarumarknader när "Världsmedborgaren" blir medelklass	14
Dragkrafter för förändring	17
Effektiviteten måste växa med tvåsiffriga tal	18
Det krävs Hållbara Affärsmodeller	18
Principer för en Cirkulär Ekonomi	20
Kritiska Framgångsfaktorer - digitalisering och skicklighet avgör...	23
Processutveckling berör industrin likväl som entreprenörerna	24
Förmåga lika viktigt som Kompetens	26
Varför utvecklingen av affärsmodeller är viktigare än någonsin	27
Att förändra affärsmodeller	28
Gränsen mellan hårda produkter och tjänster suddas ut	28
Ökad konkurrens måste mötas med ökade kundvärden	28
Slutsatser om Industriell Tillämpning	30
Fördjupningsartiklar	34
Källor	35
Appendix - Fördjupningsartikel Digitalisering	38
Marginalnyttan med åttiotalets automationsvåg avtar	38
Den digitala S-kurvan	39
Internet of Things	40
Datormoln (Cloud Computing)	41
Allt fler tecken pekar på en maktkoncentration på molnmarknaden.	42
Big data	43

VINNOVAs förord

VINNOVA har inom ramen för det strategiska innovationsprogrammet Processindustriell IT och Automation (PiiA) finansierat projektet ”PiiA Omvärldsanalys” vars syfte är att leverera en rapport som stödjer PiiA-områdets utvecklingsverksamhet, men som också ska kunna vara av stort värde för övriga områden.

Projektet ska med kännedom om Industriell IT och Automation sammanställa utvecklingstrender och riktningar för den industriella utvecklingen inom råvarusektorn (t.ex. malm, skog, jordbruk), processindustrin och tillverkningsindustrin. Det ska identifiera drivkrafter både ur ett marknadsperspektiv såväl som ett tekniskt perspektiv och hur dessa påverkar den svenska industrins handlingsutrymme.

I den här rapporten presenteras en sammanfattning av den artikelserie som projektet resulterade i. Rapporten ska ge ökad kunskap och ledning om behoven av nya affärsmodeller, hur produktiviteten är beroende av den industriella digitaliseringen, hur hållbarhetsstrategier stärker industrin och ur vilka andra aspekter vi kan stärka den svenska konkurrenskraften på den globala marknaden. Rapporten är också tänkt att fungera som ett underlag för att med högre precision göra marknadsanalyser och bedömningar inom specifika områden som exempelvis Industrial Big Data, Industrial Internet, Industrilogistik osv.

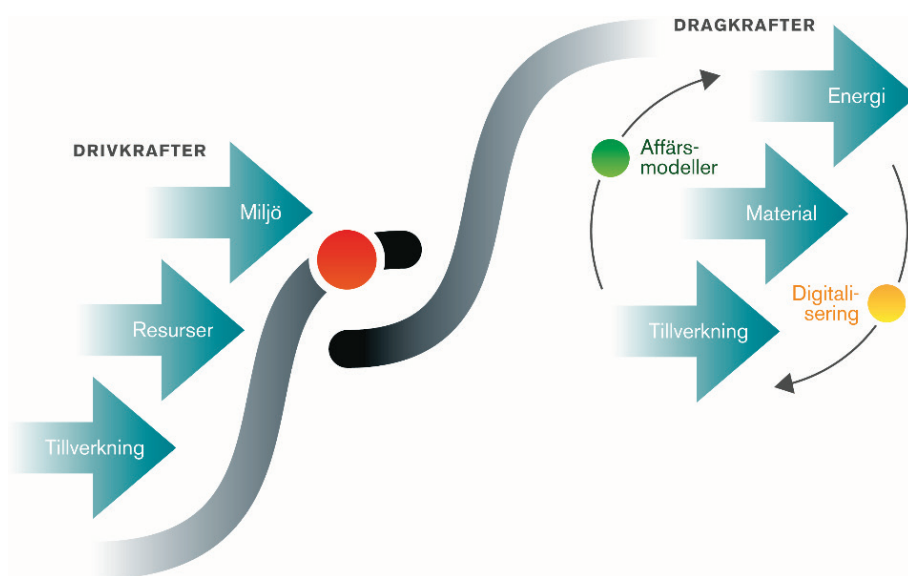
Vår förhoppning är att denna rapport ska vara till hjälp för beslutsfattare, strateger och andra aktörer att stärka Sverige i den globala konkurrensen och komma ett steg närmare att skapa hållbara lösningar på globala samhällsutmaningar.

VINNOVA i juni 2015

Tommy Schönberg
Handläggare
Avdelning Tjänster & IKT

Författarens förord

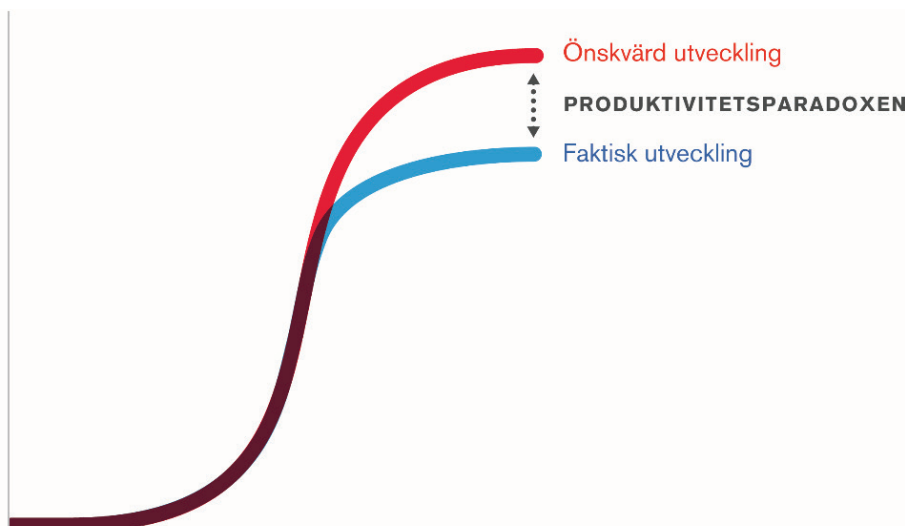
Industrier, företag och institutioner utmanas av en intensiv teknikutveckling där digitalisering har en huvudroll. Digitaliseringen påverkar processer och värdeskapande, och omsätter andra tekniska framsteg till ekonomisk nytta. Samtidigt förutsätter fortsatt global tillväxt bättre resursutnyttjande, ökad produktivitet och återanvändning av både produkter och material. Många menar att de krav som ställs på samhället är så radikala att det är befogat att tala om en ny industriell revolution.



Utvecklingen innebär ett industriellt skifte med tillväxt och resursknapphet som drivkrafter och teknikutveckling som dragkraft - vi beskriver det i termer av ett *språng till nästa S-kurva*. Transformeringsen är kritisk och kan påverka den internationella konkurrenskraften både negativt och positivt. Insatser för att göra övergången så effektiv som möjligt är därför angelägna och föremål för många strategiska och nationella samlingar:

Industry 4.0 i Tyskland, *Smart Manufacturing Leadership Coalition* i USA, *Smart Industry* i Holland, *Made Different* i Belgien, *Made* i Danmark och EUs *EFFRA* är några exempel. Även Kina, Frankrike, Korea och England gör liknande satsningar.

I Sverige har motsvarande initiativ etablerats genom de *Strategiska Innovationsprogrammen* (SIP) som tydligt fokuserar på utvalda tillväxtområden.



Den kritiska frågan för företagen är förmågan att ta till sig teknik och skapa transformeringsprocesser som lyfter till nästa S-kurva så att produktivitet och konkurrenskraft ökar. Det förutsätter att den tekniska utvecklingen matchas med organisationsutveckling, kompetens, processer, logistik och affärsmodeller. Och det förutsätter god kunskap om omvärldsförändringarna.

Som underlag för vidare aktiviteter inom det Strategiska Innovationsprogrammet **Processindustriell IT och Automation** (PiiA) och på ett bredare plan i den idé vi kallar **Future Smart Industry**¹ har vi därför studerat hur marknaderna kan påverkas av befolkningsutveckling och välbefinnande. Hur resurssituationen påkallar åtgärder och vilka strategier som kan krävas. Hur teknikutvecklingen är så snabb och omfattande att allt fler talar om en ny industriell revolution. Resultatet av studien är ett tjugotal artiklar som succesivt kommer att publiceras på våra hemsidor.

I den föreliggande rapporten sammanfattas valda delar av den artikelserien. Ambitionen är att ge en lättillgänglig översikt över de drivkrafter som snabbt och kraftfullt påverkar det globala näringslivet. Vi berör också industrins uppfattning om framgångsfaktorer som är nödvändiga att förstå för att förnya det industriella värdeskapandet.

Stockholm i maj 2015

Göran Liljegen
VD Blue Institute

Anders OE Johansson
Programchef PiiA

Örjan Larsson
Programchef Blue Institute
PiiA Analysis

¹ Ett kunskapstema för Blue Institute

Blue Institute - Stiftelsen Blue Institute är ett icke vinstdrivande forskningsinstitut och en oberoende tankesmedja med näringslivet som målgrupp och samarbetspartner. Vårt uppdrag är att förstå och förmedla den strategiska kontexten hos våra partner och kunder. Vi fokuserar på frågor som tillväxt, affärsutveckling, marknadsdynamik och förändringsprocesser.

Future Smart Industry är ett program där Blue Institute tillsammans med industrin och akademien prövar och utvecklar kunskapen om ett industriellt landskap så föränderligt att det ibland beskrivs som en revolution.

PiiA - Processindustriell IT och Automation är ett strategiskt innovationsprogram finansierat av VINNOVA tillsammans med Energimyndigheten och Formas. Programmet har sin hemvist hos SICS Swedish ICT Västerås AB där PiiA är organiserat med egen styrelse, ledningsgrupp och stödgrupperingar.

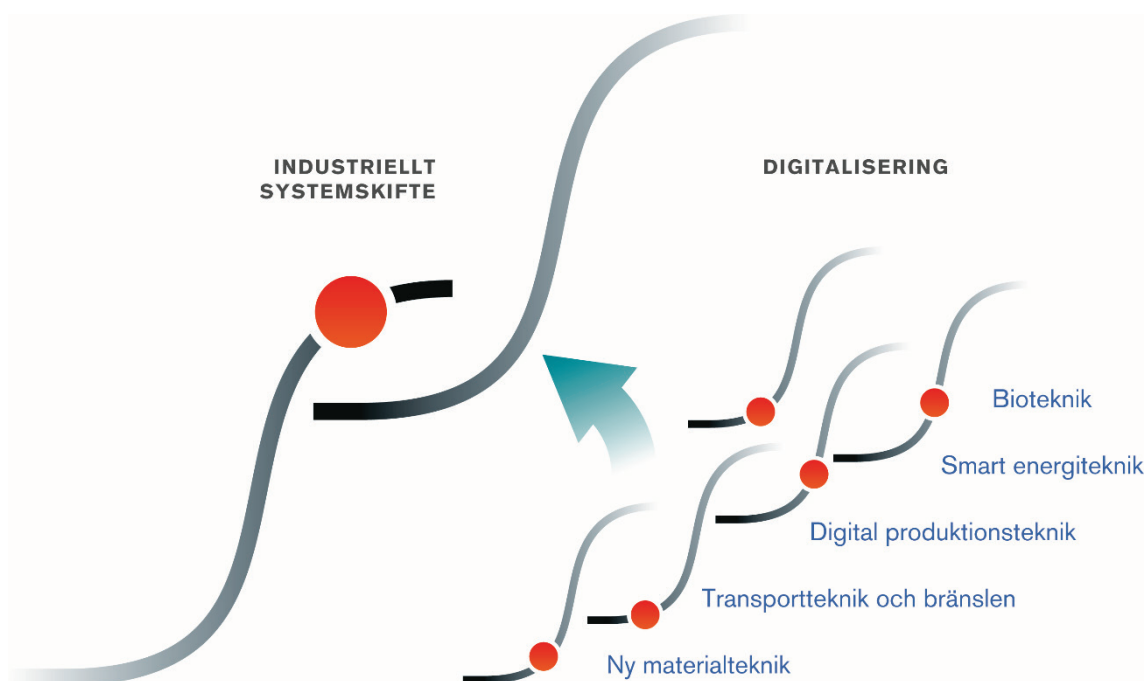
PiiA Analysis är ett återkommande forum som lyfter fram och fördjupar industriella trender och aktiviteter inom PiiAs verksamhetsområde. Artiklar och analyser publiceras på hemsidan och som rapporter. PiiA Analysis är också en mötesplats som ger utrymme för eftertanke och kunskapsutbyte mellan industri, akademi och myndigheter. Arbetet med PiiA Analysis leds av Stiftelsen Blue Institute.

Nästa S-kurva

Diffusions of Innovations är en idé som förklarar hur nya företeelser och ny teknik sprider sig genom samhällen och kulturer. Sociologen Everett Rogers² gjorde tankarna populära redan 1962. Då publicerades den första upplagan av boken med samma namn. Men idéerna är äldre och har använts i biologiska och epidemiologiska sammanhang sedan 1800-talet.

En frekvent använd tolkning av teorin är *S-kurvan*. Den ger en grafisk illustration över hur marknader mognar, skjuter fart, för att sedan mättas och sakta av när marknadsandelarna blivit tillräckligt stora, och så småningom ersätts med ny utveckling.

Figur 1 Ett industriellt systemskifte skapar en ny S-kurva som i sin tur är en sammansättning av många olika teknikområden som kan konvergera och skapa förstärkningseffekter



Källa: Blue Institute 2014

I den här studien kommer vi att använda S-kurvan i flera olika sammanhang för att illustrera den omvälvande utveckling som vi tror industrin har att hantera. En metafor för att vi lämnar en industriell epok för att gå in i nästa är *hoppet till nästa S-kurva*.

² Begreppsapparaten runt diffusionsteorier inom innovation formulerades första gången av Everett Rogers (1962) i boken *Diffusion of Innovations*. Rogers kategoriserade användarna av en ny innovation baserat på hur snabbt de tar till sig den nya innovationen.
"Innovators" (2,5 % av en population) Först att ta till sig en ny innovation. De är ofta benägna att ta risker, de är välutbildade och har intresse av att följa utvecklingen.
"Early adopters" (13,5 %) Andra gruppen att ta till sig en ny innovation. Ofta välutbildade och sociala ledare.
"Early majority" (34 %)
"Late majority" (34 %) skeptiska, traditionalistiska.
"Laggards" (16 %) De som sist tar till sig en ny innovation.

En konsekvens om tillväxten i världen ska kunna gå in i nästa fas är behoven av *produktivitet* och *materialsstitut* på en ny nivå. Nya material, alternativa energislag, ny transporter, ny produktionsteknik är samtidigt innovationsområden som var och en följer sin egen marknadsutveckling. Det intressanta är att alla återfinns i ungefär synkron position³. I knäet av nästa S-kurva beredda att skjuta fart.

När dessa områden påverkar varandra och får kraft av digitaliseringen finns förutsättningar för stora förändringar. Ett industriellt systemskifte börjar. När resurskris samtidigt hotar i den gamla industriella S-kurvan menar många att argumenten är starka för att vi är på väg in i nästa *Industriella Revolution*.

Industriell Revolution

Det finns en hypotes om att historiens viktiga ekonomiska språng uppstår när utvecklingssteg inom energiområdet möter ny kommunikationsteknik⁴. När nya energisystem gör tillgången på energi större och kostnaderna sjunker, ökar det kommersiella utbytet mellan ekonomiska aktiviteter och det ömsesidiga beroendet. Relationer blir tätare och mer omfattande. Samtidig förändring av kommunikationsmedierna kan ta hand om dynamiken som uppstår när nya energisystem tas i bruk.

Så föddes den första industriella revolutionen i sent 1700-tal. Kol- och ånga gav fart åt järnväg och industri. Samtidigt industrialiserades tryckerikonsten. Ökad mängd information uppmuntrade till mediekunskap i de breda folklagren och skolgång skapade litterat arbetskraft som gjorde den fortsatta industriella utvecklingen möjlig.

Den andra industriella revolutionen förklaras ofta med Henry Fords linjeproduktion som inledning till massproduktionen. Men bakom detta låg omvälvande energi- och teknikintroduktioner. Oljan och förbränningsmotorn liksom elektrifieringen och utbyggnad av infrastrukturerna ändrade den geografiska och tidsmässiga dynamiken. Över en natt började miljontals människor ersätta hästar och vagnar med bilar. Telefonlinjer installerades och radio och TV kom att förändra de sociala livsmönstren och förutsättningarna för ekonomiska transaktioner.

De två första industriella revolutionerna gjorde folket rikare och mer urbana. Nu talar allt fler om att en tredje revolution redan har börjat.

Politiska initiativ

Den tredje industriella revolutionen är ett begrepp som attesterades av *Europaparlamentet* i en formell förklaring i juni 2007⁵. I den förklaras att skiftet från ändliga till förnybara energislag, etablering av energilagring i stor skala och digitalisering av energidistribution - dvs. Smarta Elnät - är grundläggande. Men också en förändrad transportsektor baserad på elektricitet, och att nya innovationer kan förändra produktionslogiken.

³ Sett i längre industriutvecklingsperspektiv

⁴ Jeremy Rifkin, *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the World*.

⁵ WRITTEN DECLARATION pursuant to Rule 116 of the Rules of Procedure by Zita Gurmai, Anders Wijkman, Vittorio Prodi, Umberto Guidoni and Claude Turme

Nya produktionsmetoder sluter cirkeln - om masstillverkning skiftas mot individualiserad produktion kan en del av jobben som länge varit förlorade för Europa, komma tillbaka.

I Frankrike investeras under rubriceringen tredje industriella revolutionen 3,2 mdr EUR i 32 branscher för 470 000 nya jobb. Samma resonemang tar spaltutrymme i amerikanska medier. Även i Kina talas om en industriell revolution. Det statsägda kraftnätsbolaget har en plan för att ta landet in i *den tredje industriella revolutionen*. Under rubriken *Smart Grid Hosting and Promoting the Third Industrial Revolution* beskrivs hur miljoner människor och företag ska producera egen grön el och dela den i ett nationellt *energi-internet*⁶. Även udda industriekonomier som Kazakstan planerar för den tredje industriella revolutionen. Men ett av de mest omtalade och konkreta projekten finns i Tyskland:

Den fjärde industriella revolutionen i Tyskland

"Tyskland förbereder den fjärde industriella revolutionen baserad på Internet of Things, Cyberfysiska produktionssystem, och Internet of Services - i skarp industriell tillämpning..."

Så lyder deklarationen för *Industry 4.0*. Den tyska regeringens framtidsinvestering direkt underställd *Angela Merkel*. Satsningen omfattar 500 MEUR över tre år och även om *Industry 4.0* är ett politiskt initiativ så är tillämpningen industriell. **SAP, Siemens, Bosch**, bilindustrin och forskningsinstituten är alla engagerade i projektet.

Fyra-punkt-noll hänvisar till idén om att världen gått igenom tre industriella faser och att den fjärde bygger på *Cyberfysiska System*. Kombinationer av Internet, inbäddad digital teknik och hanteringen av stora datamängder ska leverera produkter som under tillverkning och hela livslängden försörjer sig själva- och delar med sig av information.

Det innebär att en bil "föds" och bär med sig sin identitet i form av egenskaper och funktion. I tillverkningsprocessen kan den bestämma färg, tillbehör och andra kundspecifika egenskaper. Under hela livslängden levererar den data, rekommenderar service och förbättringar och skvallrar om användarnas beteenden. Datamängderna från sådana system växer till överblickbarhet och måste hanteras med tekniker som *Big Data Analytics*.

Den politiska agendan bakom *Industry 4.0* vill garantera att avancerade tillverkningsindustri fortsätter vara ryggraden i den tyska ekonomin. Den ger en vision om smarta produktionsmetoder, grön produktion och urban produktion. Praktiskt och kognitivt anpassade och det faktum att människor kommer att jobba längre upp åldrarna.

Industrirevolutioner är marknadsdrivna...

De senaste decenniernas etableringar i Kina har långt ifrån enbart varit produktionsdrivna. Marknadspositionering - först med investeringsvaror och industriförnödenheter, sedan alltmer kapitaltunga konsumentprodukter som bilar - har varit strategisk av det enkla faktum att här växer marknaden.

⁶ Cetra - Teris, 2014

Det finns alltid stora fördelar med att finnas nära kunderna. Både praktiska som har med distans att göra, men lika viktigt är närheten till intryck, förståelse för behoven och innovativa förmågor.

När närhet till marknaden kombineras med digitaliserad produktionsteknik och bra infrastruktur kan det ge renässans till lokal produktion. Arbetskostnadsfördelar får mindre betydelse. En konsekvens är bland andra förhoppningar om ny-industrialisering bland de gamla industriländerna.

Fenomenet diskuteras flitigt i managementkretsar och har fått namn som *Reshoring* eller *Nextshoring*. Det är begrepp som fortfarande associerar till arbetskraftskostnader. Vi menar att den utveckling som blir möjlig med den digitala teknikutvecklingen - som omfattar information, robotar, 3D-teknik etc. - i grunden är marknadsdriven.

På det sättet innebär utvecklingen lika mycket *marknadsrevolution* som något annat. Mer än två tredjedelar av tillverkning i världen⁷ sker i anslutning till marknader som efterfrågar specifika produkter. Det är speciellt tydligt inom livsmedelssektorn, bilindustrin och för vissa material. Det är inom sådana sektorer som tillväxten är störst både i omsättning och i jobbskapande. Teknikutvecklingens potential att leda till ännu mer distribuerad tillverkning är nu på väg att realiseras. Värdekedjan flyttar närmare kunderna. För ett exportberoende land som Sverige innebär det både väsentliga möjligheter och hot.

Digitalisering, jobben och investeringar

Under industrialiseringens första våg ökade sysselsättningen när även utbildad arbetskraft med hjälp av maskiner kunde konkurrera ut hantverket. När maskinerna inte längre behöver människorna minskar logiskt också behovet av arbetskraft i industrin.

Å andra sidan kan den som är skicklig på att tillämpa den digitala tekniken i produktionen få stora hävstångseffekter och konkurrera framgångsrikt över hela världen, eftersom högt automatiserade maskiner klarar sig med få anställda och lägre investeringar.

Dessutom blir produktionen mer skalbar och kan anpassas och lokaliseras där kunderna finns. Allt detta skapar fortfarande tillväxt, men lägre investeringspåverkan i högkonjunkturer - både i kronor räknat och i arbetstillfällen.

Femtio procent av Sveriges anställda kan ersättas med digital teknik

I den omtalade boken *The Second Machine Age*⁸ beskriver Andrew McAfee och Erik Brynjolfsson hur 47 procent av alla jobb i USA enligt en studie vid Oxford⁹ kan komma att ersättas av digital teknik i någon form. Siffran för England är 39 procent.

⁷ George Katy et.al Next-shoring: A CEO's guide

⁸ Andrew McAfee och Erik Brynjolfsson, *The Second Machine Age - Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, 2014

⁹ Carl Benedikt Frey, Michael A. Osborne, *The future of employment* - har gått igenom 700 klassificerade yrken på den amerikanska arbetsmarknaden

I en rapport¹⁰ från *Stiftelsen för Strategisk Forskning* görs motsvarande beräkning för den svenska arbetsmarknaden. Den utgår från samma karakterisering av arbetsmomenten i varje yrke. Yrkeskoderna har översatts till svenska motsvarigheter innan beräkningarna av hur de svenska jobben påverkas.

Resultatet är att Sverige är ännu mer känsligt för datorisering än USA. *Femtiotre procent* av dagens anställda beräknas kunna ersättas av digital teknik under de kommande två decennierna. Det innebär att 2,5 miljoner jobb i Sverige påverkas. Skillnaden beror bland annat på att Sverige fortfarande har fler industrijobb som kan komma att automatiseras.

Teknologisk arbetslöshet

Under hela industrialismen har teknikutvecklingen med jämna mellanrum skapat oro för *teknologisk arbetslöshet*. *Ludditerna*¹¹ på 1810-talet, *Leontief*¹² på 1970-talet och *Jeremy Rifkin*¹³ på 1990-talet har alla förklarat slutet på arbetet. Så här långt har farhågorna kommit på skam och det finns en berättigad skepticism bland ekonomer om sådana risker.

Men samtidigt visar forskningen att automationen under senare decennier har påverkat lönespridningen i många länder och också arbetslösheten bland grupper med lägre utbildning. Dessutom tenderar löneandelen av BNP minska¹⁴.

Under större delen av historien har två tredjedelar av inkomsten i de flesta välståndsekonomier gått till arbetslöner. Medan en tredjedel gått till utdelningar och räntor mm. Men under de senaste tio åren har löneandelen minskat med flera procent sedan år 2000¹⁵. Sextio procent eller lägre. Detta kan bland annat bidra till ökade spänningar i samhället.

Orsakerna kan dels spåras till Kina: tillgången till kinesisk arbetskraft har ungefär dubblat den tillgängliga resursreserven för multinationella företag. Ökat utbud på arbetskraft ger lägre priser, och då blir kapitalet *relativt* knappare och dess andel av nationalinkomsten går upp. Efterhand som Kina utvecklas kommer den effekten att klinga av.

En annan mer sinister förklaring skulle vara att datorer och robotar på allvar börjar konkurrera med människor. Automationen tar mark även inom mer kognitiva områden. Det är möjligt att mänskligt arbete i traditionell mening kommer att fortsätta minska samtidigt som ekonomin blir mer kapitalintensiv.

¹⁰ Stiftelsen för strategisk forskning, Vartannat jobb automatiseras inom 20 år - utmaningar för Sverige, 2014

¹¹ Ludditerna eller maskinstormarna var en samhällsrörelse bland engelska arbetare som under det tidiga 1800-talet protesterade, ofta genom att förstöra textilmaskiner, mot den industriella revolutionens förändringar, som de kände hotade deras arbeten.

¹² Wassily Vasiljevitj Leontief var en rysk-amerikansk nationalekonom

¹³ Jeremy Rifkin är en amerikansk ekonom, författare och visionär debattör. Se även Industriella Revolutioner.

¹⁴ Stiftelsen för strategisk forskning, Vartannat jobb automatiseras inom 20 år - utmaningar för Sverige, 2014

¹⁵ Smith, Noah, Our Work here is done, Visions of a robot economy, 2014

Figur 2 Det amerikanska robotföretaget Momentum Machines har utvecklat en hamburgerrobot som kan göra 360 hamburgare i timmen utan mänsklig inblandning



Källa: Steve Jurvetson / Aapo Haapanen

Detta är frågor som sysselsätter ekonomerna och går under namnet *capital-biased technological change*. Bara för att tidigare förutsägelser om slutet på arbete inte har slagit in betyder det inte att jobben är immuna mot digitalisering och robotisering. Det finns många anekdotiska bevis i nyhetsflödet för att mångmiljardaffärer inom IT-branschen endast berör sysselsättningen för en handfull personer. Företaget *Instagram* köptes häromåret av Facebook för en miljard dollar. Företaget hade då 30 miljoner kunder... och 13 anställda.

Vi har i det här avsnittet försökt ge en rapsodisk överblick över den rörelse som av många kallas *nästa industriella revolution*.

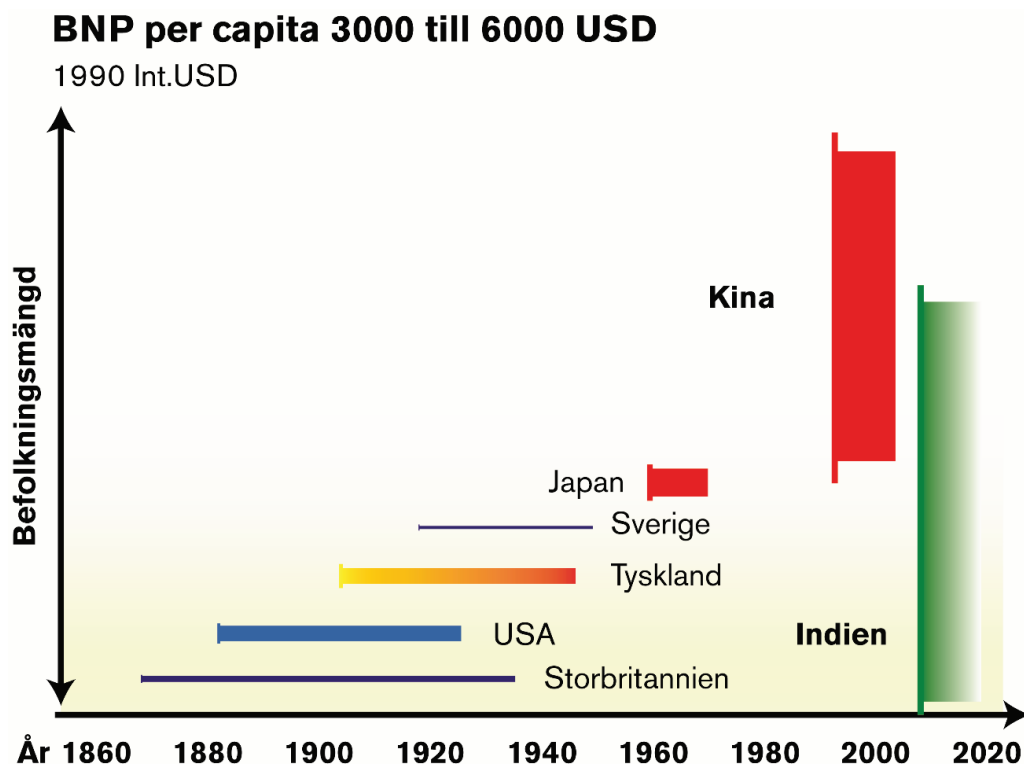
I kommande avsnitt ska vi titta närmare på drivkrafterna som ligger bakom, och vilka kritiska förmågor som industrin behöver ha för att bli konkurrenskraftiga under bitvis helt nya förutsättningar. Den avgörande frågan för svensk industri är förmågan att ställa om, att öka produktiviteten och transformera affärsmodeller när tempot i omvärlden är högre än någonsin tidigare.

Krafter som förändrar industrins förutsättningar

Samtidigt som industriländerna försöker repa sig efter finanskrisen laddar tillväxtekonomierna upp för historiens största efterfrågeboom. Närmare tre miljarder människor ska inom tjugo år få en levnadsstandard som liknar vår. Städer och infrastrukturer ska byggas, livsmedel, vatten och energi skall räcka till, bilar, kläder och hemelektronik ska konsumeras och hälsovård och rekreation finnas. Allt byggs under med att den globala BNP-utvecklingen pekar mot en 70-procentig ökning över bara femtotalet år från nu¹⁶. Världsmedborgaren blir medelklass.

Att människor får det bättre är en odelat positiv utveckling, men ökad resursanvändning kan förskräcka eftersom kalkyler om resurstillgång, miljö, klimat och ökad efterfrågan ofta inte balanserar. Livsmedelsproduktionen kan svårtligen samsas med hållbar energiproduktion till dels baserad på biobränslen¹⁷. Tillgången till rent vatten är både ett livsmedelsproblem och nödvändig för att få fram många andra resurser¹⁸, och en del mineraler anses redan nått sin peak-produktion. Lägg till det klimat och lokala miljöproblem så antar läget lätt dystopiska proportioner.

Figur 3 Inkomsterna per capita växer snabbt och i stor skala hos de nya tillväxtländerna. Trots det är den kinesiska inkomsten per capita endas 17 % av USA:s



¹⁶ Kinnwall, Mats, Svensk Tillväxtbarometer - Blue Institute, När Världsmedborgaren blir medelklass, 2014

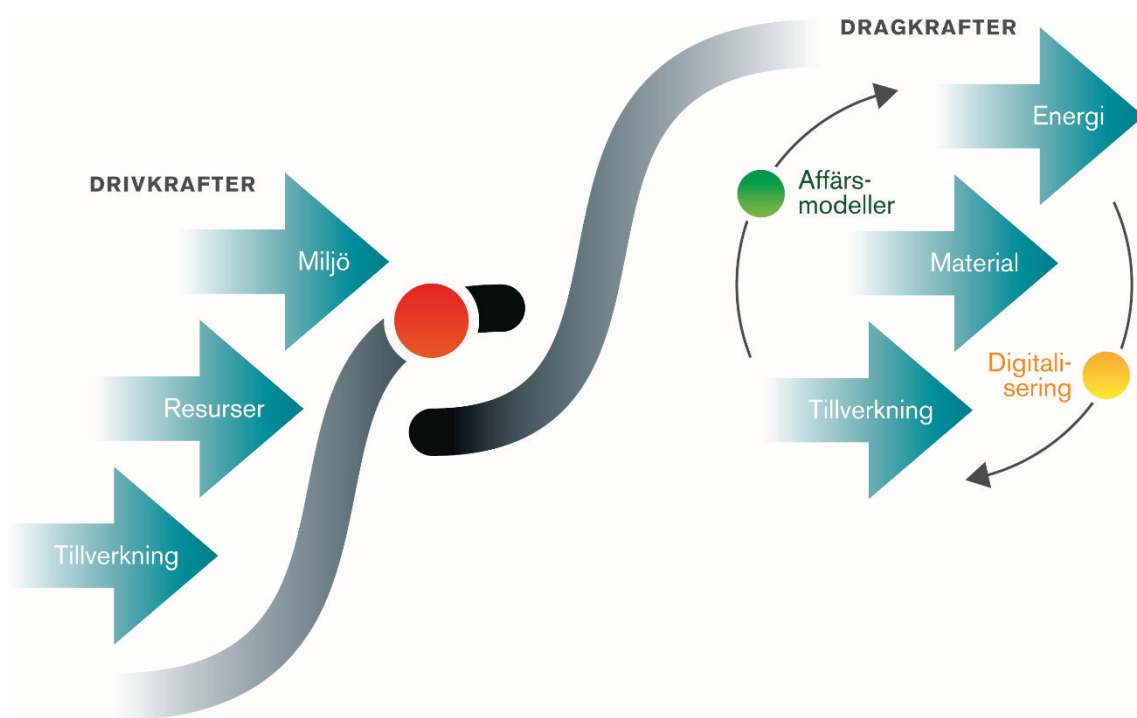
¹⁷ Blue Institute, artikel: Efterfrågan på livsmedel ökar med 70 % till år 2050, 2015

¹⁸ Blue Institute, artikel: De användbara vattentillgångarna begränsar sig till någon procent, 2015

Tilltron ligger i den tekniska utvecklingen där vi ser snabba framsteg inom områden som energi- och materialteknik. Allt påskyndat av den digitala utvecklingen som ökar effektiviteten och gör nya affärsmodeller möjliga - mer precisa, mer effektiva.

Vi beskriver dessa krafter som *drivkrafter* och *dragkrafter*. Förhållningssättet är positivt med stark tro på att forskning och innovationer kommer att lösa de utmaningar som mänskligheten står inför. Dessutom att stora marknader skapas som leder till nya industriella epoker. Det är en utveckling som bär på både stora hot och stora möjligheter. Därför är det också möjligt att den industriella kartan som vi känner den kommer att ritas om i grunden.

Figur 4 Drivkrafter och Dragkrafter leder till omfattande industriell omvandling



Blue Institute 2014

Osäkra råvarumarknader när "Världsmedborgaren" blir medelklass...

I tider (vintern 2015) när oljepriserna på kort tid halverats och priserna för järnmalm sjunkit till nivåer som stänger gruvor, kan det vara avlägset att se en utveckling som innebär påfrestningar på industrisystemen och potentiellt kraftiga prisökningar. Men faktum är att om världen ska klara av att möta den förväntade efterfrågeökningen till år 2030 måste enligt en rapport från McKinsey Global Institute¹⁹ ytterligare 17 000 miljarder USD investeras i råvarusektorerna.

Enligt tidskriften *Economist* behövs mer mat produceras under de kommande fyrtio åren än tidigare sammanlagt i mänsklighetens historia²⁰. Efterfrågan på stål uppskattas att öka med

¹⁹ MGI, Reverse the curse: Maximizing the potential of resource-driven economies, 2013

²⁰ Economist, Barbarians at the farm gate, jan 2015

80 % mellan 2010 och 2030. Upp till fyra nya Saudi Arabien eller tio nya Nordsjöar behövs under de kommande tio åren för att hålla utbudet konstant från olje- och gasproduktionen²¹.

Allt detta kräver att resurseffektiviteten tredubblas de närmaste decennierna²². Siffror som saknar motsvarighet i historien. *Resource Productivity is the new Lean*

Och mer än så. Det behövs substitut för många råvaror som riskerar att ta slut. Zink, guld, bly, tenn och silver anses ha begränsad fortsatt utvinning²³. Påverkan på miljön måste minskas drastiskt och det behövs affärsmodeller som effektivt bidrar till den omställningen.

Det finns tre krafter som samverkar och påverkar världspriserna på naturresurser och råvaror. Den första är efterfrågan när tillväxtländerna ökar sitt välbefinnande. Kina och Indien står själva för 60 procent av den ökade energianvändningen år 2030 och mer än hälften av efterfrågan på stål.

Den andra faktorn är tillgängligheten till resurserna. Kvaliteten på tillgångarna minskar, produktionen måste skiftas till mer komplexa miljöer och processer. Oljesand och djuphavsutvinning är typiska exempel.

Mineralreserverna finns i högre utsträckning i regioner med svaga infrastrukturer eller områden som utmärks av politisk instabilitet. Nästan hälften av all ny kopparprospektering finns i länder med hög politisk risk²⁴. Risken för störningar i försörjningssystemen ökar.

Den tredje faktorn berör miljön och klimatet. Priset för att använda vatten och släppa ut kol i olika processer förutses öka. I regioner med låg vattentillgång kan kombinationen av kostnaderna för vatten och CO₂ innebära prisökningar på stål med mellan 15 - 20 procent²⁵.

²¹ "Rush is on to develop smarter power," Financial Times Special Report, September 29, 2011.

²² Heck, Stefan, Rogers, Matt, Resource Revolution, 2014

²³ Ibid

²⁴ MGI, Reverse the curse: Maximizing the potential of resource-driven economies, 2013

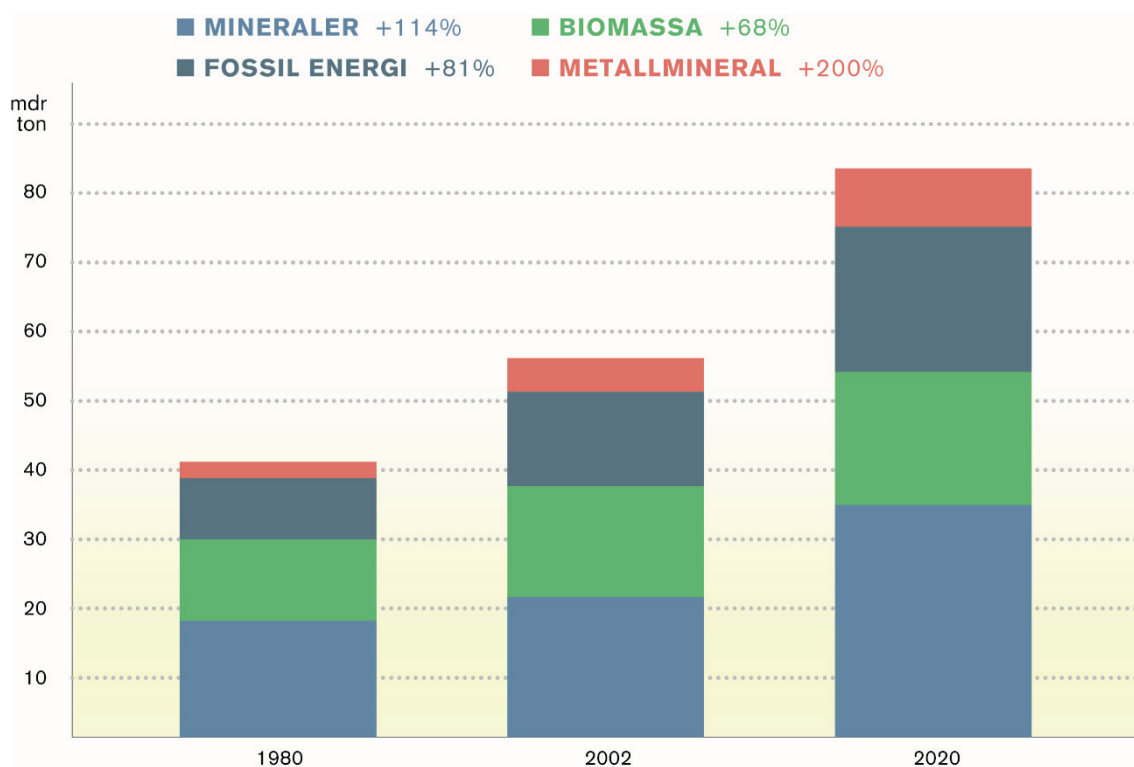
²⁵ TRUSCOST, Environmental profit and loss accounting in the water sector, 20 May 2014.

TRUSCOST, Environmental profit and loss accounting in the water sector, 20 May 2014.

Stranded Assets: Fossil Fuels, 08 April 2014.

Extracting fossil fuels from your portfolio, 29 October 2013

Figur 5 Global resursutvinning fördelade på huvudsakliga råvarukategorier

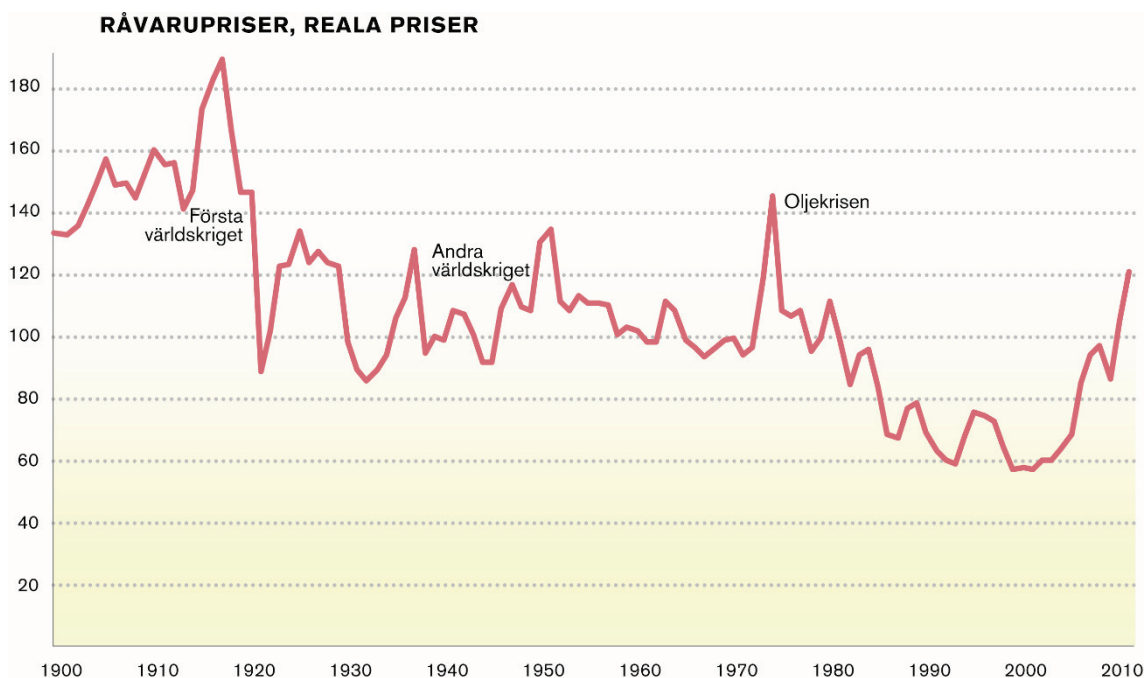


Källa: OECD, Giljum et al.

Tillgångar riskerar också plötsliga värdeminskningar genom opinion och politiska beslut som prissätter miljöpåverkan och kan leda till omfattande nedskrivningar. Ohållbar teknik och affärer kan gå förlorade om de finansiella institutionerna ser investeringsrisker med fossila tillgångar kombinerade med tvågradersmålet - *stranded assets* kan skapa ett starkt ekonomiskt omvandlingstryck.

Frågan är hur alla dessa ansträngningar kommer att påverka världsmarknadpriserna och stabiliteten? Ett scenario där bristen på energi, material, livsmedel och vatten bromsar den globala tillväxten och skapar volatila - oförutsägbara - marknader går inte att utesluta.

Figur 6 Råvarupriserna i världen ökar trendmässigt sedan senaste sekelskiftet och kräver produktivitet och en åter-användningsekonomi om inte tillväxten skall drabbas



Källa: Blue Institute 2013

Dragkrafter för förändring

Men det går även att se utvecklingen som en mängd konvergerande faktorer som ger kraft och fart in i nästa industriella fas. Där det skapas nya marknader och förutsättningar till ny balans. Är det möjligt? Och är det i själva verket århundradets affärsmöjlighet för de som inser vad som sker och har förmågan att handla?

Tekniska landvinningar ska - precis som i historien - leda till sjunkande kostnader eftersom de leder till mer kostnadseffektiv utvinning av resurserna och ökad produktivitet i användningen av dem.

Utvinningen av okonventionell olja och gas i USA har t.ex. visat på hur kostnaden för energi signifikant kan påverkas med nya metoder och processer.

Kostnaden för vind- och solkraft har de senaste åren minskat drastiskt. En svensk forskargrupp har nyligen (juni 2014) lyckats öka verkningsgraden på andra generationens solceller till 21 procent²⁶. Det innebär nytt världsrekord. Samtidigt rapporteras det att försök i Australien gjort det möjligt att med rätt konfiguration komma upp i verkningsgrader runt 40 % med den teknik som redan finns²⁷. Potentialerna i effektivare elnät är också stora.

Energiteknik, digitalisering, industriell processteknik, bioteknik, materialvetenskap och förnyelse av samhällets institutioner gör det möjligt att upprepa 1900-talets produktivitetstrick - men denna gång på ett mer ansvarsfullt sätt. Genom att frikoppla resurser och tillväxt som de hänger ihop idag och ersätta med processer som återanvänder och substitut för många

²⁶ Pressmeddelande Solibro, juni, 2014

²⁷ University of New South Wales (UNSW), Researchers set world record in solar energy efficiency, dec 2014

traditionella råvaror. Där utvecklade affärsmodeller leder till att resurserna används många gånger mer effektivt.

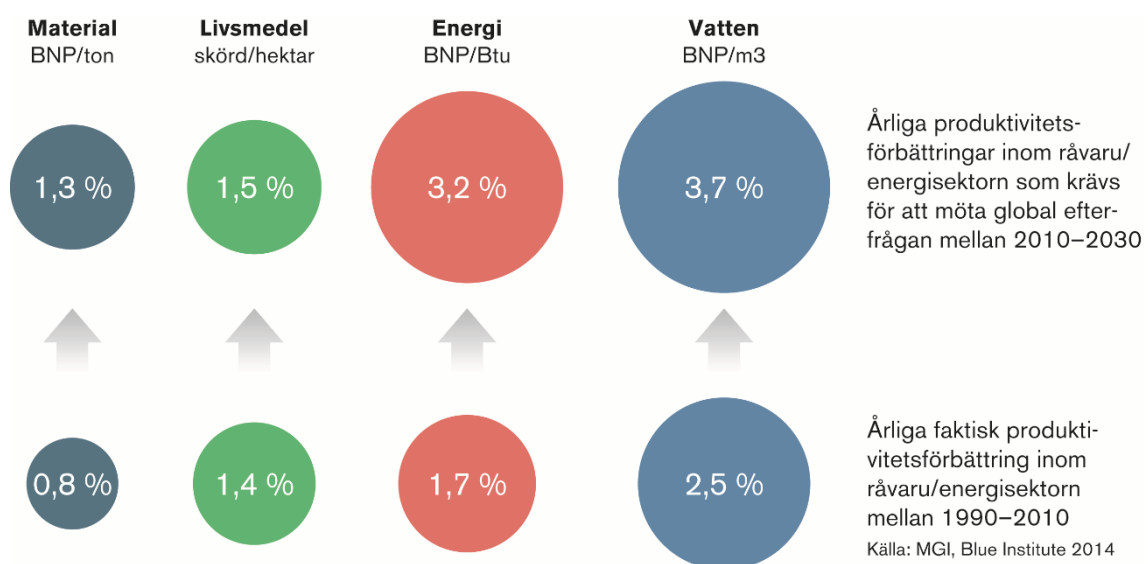
Det blir en fråga om att ta tag i grundproblemen och att gamla sanningar och nyckeltal riskerar att bli obsoleta. Att värden förknippade med ohållbar resursanvändning, teknik och affärer ökar i risk. Och att *resurseffektiviteten* behöver öka i en takt av 50 procent och mer sett över mindre än femårsperioder.

Effektiviteten måste växa med tvåsiffriga tal

Medan arbetsproduktiviteten närmast har fördubblats de senaste två decennierna har effektiviteten i resursanvändningen förbättrats med mindre än tio procent²⁸. För att motsvara den ökade efterfrågan som kommer av fler människor och högre levnadsstandard krävs helt andra nivåer.

Det är en utveckling som, menar vi, måste ske genom det metaforiska språnget till nästa S-kurva. Det kräver teknisk mobilisering, och det kräver nya affärsmodeller.

Figur 7 Takten på ökad effektivitet inom alla resurssektorer behöver öka med tvåsiffriga belopp varje år för att mot-svara efterfrågebehoven



Källa: MGI, bearbetning Blue Institute, 2014

Det krävs Hållbara Affärsmodeller

De tydligaste exemplen på stora effektiviseringspotentialer finns inom energisektorn. I brist på balans och i frånvaro av bästa teknik försvinner årligen energi i elnäten nog att försörja Indien, Tyskland och Kanada under ett helt år. Om USA:s el-system var 5 procent effektivare skulle det motsvara både bränsle och utsläpp av växthusgaser från 53 miljoner bilar²⁹.

²⁸ Heck och Rogers, Resource Revolution, 2014

²⁹ Blue Institute, Smart Ledning, 2010

Industrin förbrukar ca 40 procent av all världens elektricitet, ungefär två tredjedelar driver elektriska motorer. Att varvtalsreglera dem kan spara 50 procent av energin. Inom EU är besparingspotentialen 200 miljarder kWh per år³⁰. Ändå är endast 10 procent av alla motorer försedda med regleringsutrustning.

Inom livsmedelsindustrin försvinner ungefär en fjärdedel av energivärdet mellan ”gård och gaffel”. I industrialiserade länder uppgår konsumentavfallen till ungefär hälften av den ursprungliga produktionen. Inom EU slänger vi ungefär 180 kg livsmedel per person och år, en stor del fortfarande fullt ätbara³¹.

I utvecklingsländerna försvinner två tredjedelar under själva produktionsprocessen. Avkastningen i jordbruket behöver öka med 32 procent *per* mellan 2006 - 2050 än vad som skedde 1962 - 2006.

Omkring 70 procent av den globala vattenförbrukningen går till jordbrukssektorn - och är en kritisk faktor för livsmedelsbranschen. Även andra branscher såsom process, energi, konfektion och produktion av halvledare kräver stora mängder vatten. Att sluta gapet mellan utbud och efterfrågan över olika regioner och sektorer är ett mångmiljardprojekt som följaktligen innebär att nya marknader uppstå för produkter och system.

Bland politiska ledare talas om *industriell revolution* med hållbarhet som en central strategi. Längre har det varit en debatt för sig delvis frikopplad från den industriella verkligheten. Men nu händer det något. För att få större kontroll på värdekedjorna börjar industriföretagen själva att fråga sig om man tillverkar och säljer sina produkter på det mest optimala sättet.

En systemomställning som bygger på återanvändning får stöd av företagsledningarna hos bland annat **Cisco, Philips, Veolia**, kemiföretagen **Indorama** och **DSM**, **BT Rail**, **Renault** och **Unilever**. Även **IBM, Apple, IKEA, Tarkett, H & M** och ytterligare ett hundratal företag engagerar sig i denna rörelse. Besparingar på 1 000 miljarder USD per år är inom räckhåll.

Försök med att återanvända material, produkter och komponenter har också en tendens att bli industriellt lyckosamma. När det sker utmanas etablissemangen.

ABBs ombyggnad och återanvändning av **SJs** X2000-tåg, av lok för *Swiss Railways* och *Deutsche Bahns* Inter City Express, **Renaults** fabrik i *Choisy-le-Roi* som återanvänder motorer och transmissioner i en 200 MEUR-affär, **Caterpillars** *Cat Reman* som återanvänder motorer och garanterar hållbarhet och prestanda som för nya motorer. Även kopieringsföretagen **Xerox** och **Richos** återframställer och konfektionsindustrin börjar återanvända textilmaterial. Processindustrin sluter processerna och återvinner energi och material. Strömmarna av återanvänt papper och förpackningsmaterial är ett gott exempel. Men också en illustration på att mycket återstår - varje år försvinner 32 miljarder USD³² på grund av kvalitetsförluster som skulle minska med mer omsorg om förpackningsdesign och tryck.

³⁰ ABB, Energy efficiency makes a difference,

³¹ Europakommissionen, Roadmap to a Resource Efficient Europe, 2011

³² Ellen mc Arthur Foundation, Rapport 2014

Alla dessa exempel tyder på att det är möjligt att skala upp processerna så att de fungerar i de globala värdesystemen.

Principer för en Cirkulär Ekonomi

Den cirkulära ekonomin³³ är ett inslag i den hållbara ekonomin vars mål är att eliminera materialförluster och minimera processresurser i industrin. I lean-tänkandet adresseras de här frågorna i *produktionen*, men i det cirkulära koncepten beaktas alla faser av produktens livscykel. Det är med andra ord mer än bara återvinning sett som *recycling* - som använder mycket energi, degenererar materialet och inte minskar behovet av *jungfruligt* material i tillräckligt hög omfattning.

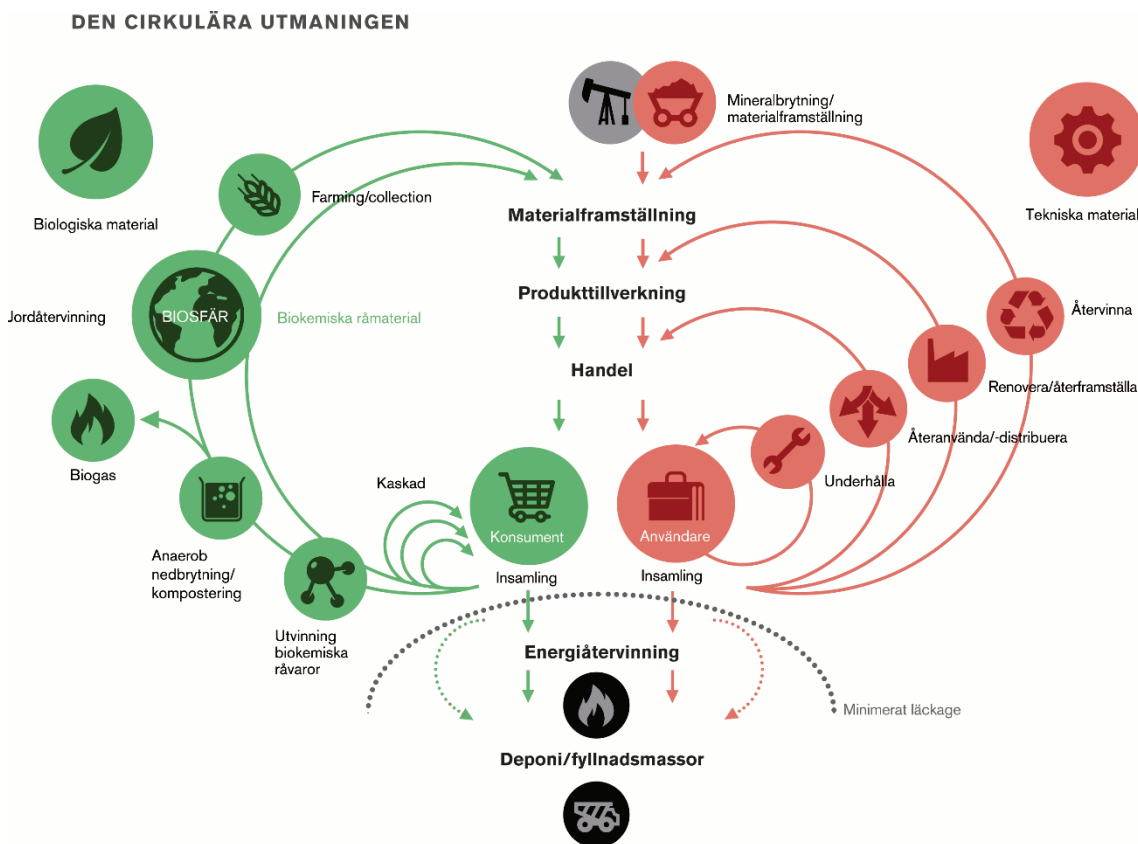
Den cirkulära ekonomin går längre och lägger grunden för ett industriellt system som från början *konstruerar bort* förluster i form av material, energi och arbete.

Nedanstående bild från **Ellen MacArthur Foundation**³⁴ visar hur *recycling* är en lång yttercirkel som kostar mer energi än de eftersträvsvärda korta inre cirkarna: *reparera, återanvända och återframställa* (*repair, reuse and remanufacture*). Målet är att konstruera inte bara för enkel återvinning, utan också för minimal energianvändning. Man talar om fyra typer av värdeskapande:

³³ Tankarna om ett cirkulärt ekonomiskt system sträcker sig tillbaka till 1970-talet och miljövetarna J T Lyle och Walter Stahel, men det var så sent som år 2010 som begreppet genom Ellen Mac Arthur Foundation började få en vidare spridning och industriell acceptans. Och först de senaste två åren som intresset hos industrin väckts på allvar.

³⁴ Ellen MacArthur Foundation, A New Dynamic, Effective business in a Circular Economy, 2014

Figur 8 Recycling är en yttrecirkel som tar mer energi än de mer eftersträvarsvärda inre cirkelarna: reparera, återanvända och återframställa (repair, reuse and remanufacture). Målet är alltså att konstruera inte bara för enkel återvinning, utan också för minimal energianvändning



Källa: Ellen Mac Arthur Foundation

The Power of the inner circle refererar till att vis-á-vi det linjära produktionssystemet³⁵ minska användningen av material. Ju snävare cirkel desto större blir också besparingarna i material, arbete, kapital och energi, och de externa kostnaderna för miljön - d.v.s. ju mindre en produkt behöver ändras för att återanvändas desto *snabbare* kan den komma tillbaka i användning.

The Power of the circling longer refererar till att optimera antalet konsekutiva cykler (reparation, återanvändning eller återframställning) och/eller tiden för varje cykel. Varje förlängd cykel hindrar material, energi och arbete från att kunna skapa en ny produkt eller komponent.

The Power of cascaded use refererar till att diversifiera återanvändningen anpassat till värdekedjan. Som när bomullsplagg först säljs i andrahandsbutiker, sedan används som fyllnadsmaterial i möbelindustrin och till sist i isoleringsmaterial innan det återvänder till biosfären. I alla steg är materialet substitut för jungfruliga material.

The Power of pure inputs refererar till det faktum att rent och oförorenat material ökar effektiviteten i alla steg och ökar kvaliteten.

³⁵ Dagens system som använder råvaror för tillverkning, konsumtion som sedan blir avfall: take > make > dump

Hållbarhet eller sustainability har flera dimensioner som beskrivas som vilande på tre pelare: ekonomisk utveckling, social utveckling och skyddandet av miljön. I näringslivet har begreppet tillämpats de senaste decennierna och succesivt bidragit till att negativa externa effekter har minskat eller eliminerats. Tillverkningsprocesserna har blivit mer ekonomiska och förbrukar mindre energi, material och vatten.

Förbättrad återanvändning i tillverkningsindustrin kan motsvara 1 000 mdr USD varje år³⁶. De största vinsterna finns i fordonsindustrin och i den övriga verkstadsindustrin. Omsatt till material så motsvarar det inom bilindustrin upp till 170 miljoner ton stål per år. Förutom besparingar kan återanvändning - bland annat enligt *Renaults operativa chef*³⁷ - bidra till att minska efterfrågedrivna svängningar på materialpriser.

Osäkra råvarumarknader, stora teknikomställningar som möjliggörs av snabb IT-utveckling. Ett allt mer uppenbart behov av affärsmodeller som kopplar isär resurser och tillväxt till förmån för processer som återanvänder och substitut för många traditionella råvaror - det är i någon mån en sammanfattning av kraven på industrins förnyelseförmåga. Men då öppnar sig också nya marknader och affärsmöjligheter. Industrieföretag som kan leverera resursproduktivitet i stor skala har chans att bli 2000-talets vinnare. I följande avsnitt diskuteras kritiska framgångsfaktorer såsom industrin själva uppfattar dem.

³⁶ Hanh Nguyen, Martin Stuchtey, and Markus Zils, *Remaking the industrial economy*, 2014

³⁷ Ellen Mac Arthur Foundation, *the Circular Economy 100 Annual Summit*, 2014

Kritiska Framgångsfaktorer - digitalisering och skicklighet avgör...

I PiiA-studien Tredje Vågens Automation³⁸ identifieras i diskussion med industrin fyra kritiska faktorer för utvecklingen som tar vid när nyttan med åttiotalets industriella IT-våg till sist ebbar ut³⁹. I digitaliseringen möts ett nytt utbud av teknik med nyckelord som Moln, Big Data och Internet of Things, men också 3D-printing, Robotik och Innovativ Processteknik.

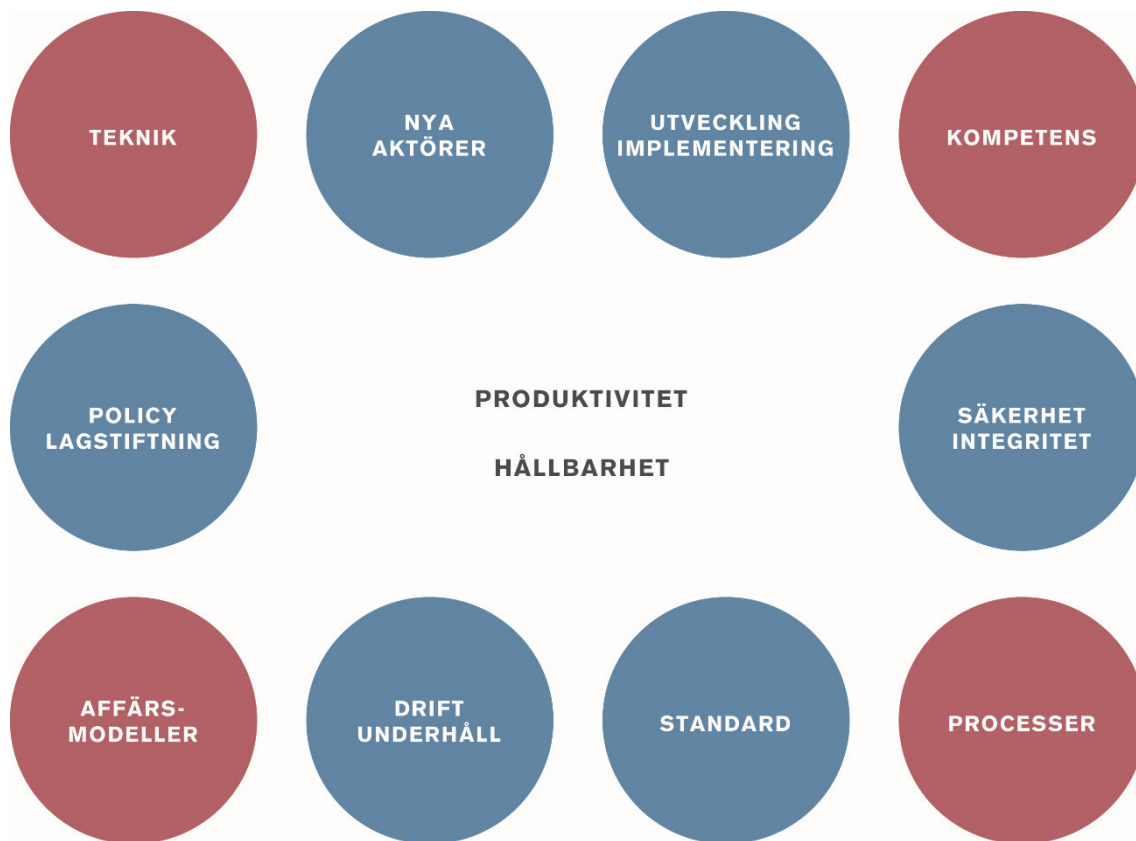
De individuella applikationerna och den breda utvecklingsaccelerationen skapar stora samhällsvärden och det är ingen tvekan om att produktiviteten ökar liksom vårt samlade välstånd. Men eftersom datorer tillhör kategorin generiska maskiner (det som ekonomerna kallar General Purpose Technology - GPT) krävs också parallella innovationer i affärsmodeller, processtrukturer, kompetens/förmåga och institutioner.

Dessa immateriella värden består av både organisations- och humankapital och är oftast inte spårbara i företags balansräkningar, men för framgången är de inte mindre väsentliga än hård- och mjukvara.

³⁸ Blue Institute, PiiA Analysis, Tredje Vågens Automation - Kritiska faktorer för framgångsrik industridigitalisering, 2014

³⁹ Vi talar om automationen tre vågor eller S-kurvor. Elektroteknikens fram till slutet av sjuttioalet, mikroprocessorn från åttioal till nu och digitalisering som det teknikskifte vi står inför.

Figur 9 De fyra hörnstenarna är Teknikutveckling, Kompetens, Affärsmodeller och utveckling av företagens processer. Illustrationen bygger på industrins egna bedömningar om kritiska framgångsfaktorer för industriomvandling och digitalisering



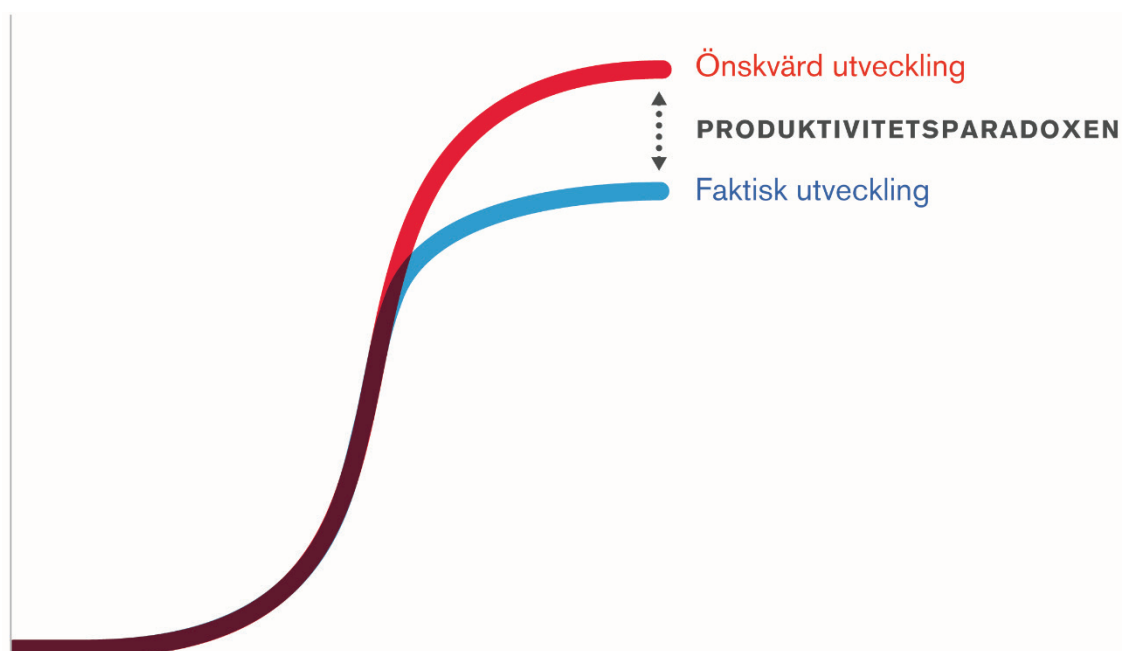
Från studien *Tredje Vågens Automation - Kritiska Framgångsfaktorer*, PiiA Analysis, Blue Institute 2014

Att utvecklingen baseras på teknik som är lika tillgänglig överallt i hela världen men avgörs av förmågan att tillvara ta den, är ur svenskt perspektiv både ett hot och en stor möjlighet. Både för industrin som ska investera och tillämpa och för tekniskt kvalificerade underleverantörer som har en hägrande världsmarknad att bevaka.

Processutveckling berör industrin likväl som entreprenörerna...

Det finns ett inbyggt problem med den *dualistiska* karaktären på digitaliseringen. Det brukar visa sig att den mänskliga sidan inte lyckas hålla samma takt som den exponentiellt växande datorkraften. Resultatet kan i större skala bli att miljontals människor hamnar på efterkälken. Deras inkomster och jobb äventyras och deras köpkraft minskar. Det är paradoxer som går att förklara ekonomiskt men likafullt ställa till problem i samhällsutvecklingen. Därtill representerar den en o-tappad potential av konkurrenskraft för varje industri.

Figur 10 Den digitala utvecklingen är dualistisk och har historiskt inneburit gap mellan den tekniska- och övriga förmågor



Källa: Blue Institute, 2014

Över lång tid är produktivitetsutveckling i stort sett det enda som betyder något för välbefinnandets utvecklingen. Robert Solow⁴⁰ fick sitt Nobelpris genom att visa att det är att jobba smartare som skapar tillväxt - inte att jobba mer. Det betyder att skapa mer värde genom ny teknik och bättre metoder utan att öka mängden arbete, kapital eller andra resurser.

Så frågan är hur vi kan organisera ett "race *med* (och inte *mot*) maskinerna"?

Svaret är med innovativa organisation: strukturer, processer och affärsmodeller som förstärker den ständigt bättre tekniken och den ständigt utvecklande förmågan.

Ekonomen Joseph Schumpeter⁴¹ beskrev detta som en pågående process av *creative destruction*. Schumpeter gav entreprenören en central roll i utvecklingen av innovativa funktioner. Rikligt belönade eftersom de skapar stora och sällsynta värden.

Kreativa entreprenörer kan dra nytta av den skarpa teknikutvecklingen och av det faktum att arbetsmarknaden polariseras och lämnar blottor i mitten. Med innovativa affärsmodeller har entreprenörer skapat fenomen som *Google*, *Facebook*, *eBay* och *Amazon* med aktieägarvärden i mångmiljardklassen. Det har skett genom kreativa produkt erbjudanden, upprättande av helt nya ekosystem och nya branscher. Kollektivt skapar dessa entreprenörer och deras företag miljontals nya jobb och grund för ännu fler nya entreprenörer som kanske upprepar framgångarna.

⁴⁰ Robert Merton Solow, född 23 augusti 1924 i Brooklyn, New York, är en amerikansk ekonom som belönades med Sveriges Riksbanks pris i ekonomisk vetenskap till Alfred Nobels minne 1987

⁴¹ Joseph Alois Schumpeter, född 8 februari 1883 i kejsardömet Österrike-Ungern, död 8 januari 1950 i USA, var en österrikisk-tysk-amerikansk nationalekonom som främst blivit känd för sina studier av ekonomisk utveckling

Det är klart att på varje framgång går det tusentals misslyckanden. Tricket är att få fram de vinnande koncepten. Bästa sättet att göra det är att ge förutsättningar för stora mängder av entreprenörer att experimentera parallellt. Och det är möjligt i en digitaliserad miljö som är öppen, delad och tillgänglig.

Alla kan bli ledande inom sin speciella nisch, som mikrospecialister på en makromarknad. Fenomenet har fått ett eget begrepp: *hyperspecialization*⁴².

Vi tror att detta är framgångskoncept som även den etablerade industriproduktionen behöver förhålla sig till.

Förmåga lika viktigt som Kompetens...

Det blir en fråga om *hur* tekniken tillämpas som ger komparativa fördelar. Det vill säga förmågorna avgör om det ska bli en konkurrensfördel för svensk industri. Det gäller både den industri som levererar och den industri som använder tekniken.

Ett av digitaliseringens bidrag är många nya arbets- och samarbetsformer när information går att dela över tid och rum. Effekter som inte är förbehållna stora traditionella marknadsaktörer. Tekniken har kraft att ruska om mer än så när småskaliga och distribuerade lösningar blir tillgängliga och i många fall inte kommer att (uppenbart) kosta något. Att ta idéer till produkter och marknader kan bli enklare. *Collaborative Manufacturing, Collaborative Engineering, Crowd Sourcing, Crowd Funding* och *Open Innovation* är begrepp att lägga på minnet.

I samtal med industrin, konsulter och genomgång av några av de åtskilliga studier som kartlagt industrins kompetensbehov, växer en generell bild fram. För det första, *behoven* när industrin kräver ny kunskap samtidigt med stora pensionsavgångar. För det andra *det utbud och kvalitet* som skolor och universitet levererar. För det tredje hur skolor och industri kan *samverka* för att lösa kompetensbehoven. För det fjärde *kompetens- och ledarutveckling* som sker i företagen - ofta med hjälp av externa konsulter.

I den genomgången har vi speciellt intresserat oss för en modell som lanserats av intressentorganisationen *The Automation Federation* och *U.S. Department of Labor*. Modellen som kallas *Automation Competency Model (ACM)* har arbetats fram som svar på behov som motsvarar de svenska, med pensionsavgångar och nya kunskapsbehov som drivkrafter. Tanken är en gemensam plattform som alla intressenter - industrin, akademi, myndigheter och enskilda personer - kan referera till.

I studien *Kritiska Faktorer för Framgångsrik Industriell Digitalisering* uppfattas *kompetens* som den mest väsentliga faktorn för att skapa en konkurrenskraftig industri. Men det finns menar vi anledning till att bredda definitionen till förmågor eller på engelska *capabilities*.

⁴² Thomas Malone, The Big Idea: The Age of Hyperspecialization, Harvard Business Review, July, 2011

Utbildning är inte en tillräcklig beskrivning av kompetens. Det handlar om förmågor och om att det faktiskt är rätt förmågor, i rätt tid som avgör hur väl ett företag kan klara förändringar och uppfylla en strategi. Som är fallet när industrin ska börja äntra den nya S-kurva.

Göran Liljegren, professor LiU

Genom ett sådant synsätt går det kartlägga enskilda företags eller hela branschens förutsättningar till framgång. Det går att definiera gap mellan aktuella förmågor och de som är önskvärda för att uppfylla mål och strategier. Det går med precision att öka förutsättningarna för enskilda medarbetare att lyckas osv.

Som industrination är förutsättningarna till långsiktig framgång beroende av lärosätenas och gymnasiernas utbud och kvalitet av ingenjörer, tekniker och andra yrkesroller. Av att skapa och bevaka attraktionskraften bland unga och bland attraktiva specialister inom olika områden.

Processer för rekrytering och genomtänkta program för att utveckla och underhålla kunskap tillhör företags centrala uppgifter. Det senare är kritiskt i ett område där utvecklingstakten för både metod och teknik kan vara exponentiell.

Varför utvecklingen av affärsmodeller är viktigare än någonsin...

Vi har diskuterat hur industrins försörjningssida blir mer komplicerad och oförutsägbar, samtidigt hindrar konkurrensen att kostnadsökningar och volatilitet passas vidare till kunderna. Marknaderna har blivit transparenta - alla kan hitta lägsta pris med ett par knapptryckningar och paket kan fraktas över världen för en spottstyver.

Produktdifferentiering och korta livscykler har tvingat fram rationalitet i form av standardisering som gör att produkter blir mer lika. Tjänster är kopierbara. Värdet av marknadsföring och varumärkesbygge riskerar också att relativt plana ut. En av få möjligheter för att skydda marginalerna är genom att differentiera affärsmodellerna. För den etablerade industrin uppstår möjligheten till konkurrensfördelar genom att skickligare än andra transformera affärsmodellerna och ändra förutsättningarna på marknaderna.

En affärsmodell beskriver hur en affär skapar värde för kunderna samtidigt som den ger lönsamhet till det egna företaget. Alla företag har minst en affärsmodell oavsett om den kommuniceras eller inte. Affärsmodellen ska kunna besvara fundamentala frågor om verksamheten. Vilken/vilka är marknaderna och hur relaterar man till dem? Vad är erbjudandet och vad är det inte? Vilket värderbjudande ska få kunderna att välja "oss" - där värdet motsvarar fördelarna förutom priset? Vad är det som gör modellen svår att kopiera? Hur kan man försäkra att det levererade värdet ger lönsamhet tillbaka?

Större företag är oftast mer komplexa och tjänar flera marknader och då finns det fler affärsmodeller - oftast organiserade i olika enheter. Men det innebär också att företagsledningen strategiskt måste bestämma vilka nivåer som affärsmodellerna ska vara kompatibla mot. På företags-, divisions- och avdelnings-/affärsenhetsnivå. Dessa beslut har stor betydelse för hur väl balanserad organisationens samordning blir. Ju mer tydligt desto stabilare och svårkopierade blir affärsmodellerna - jämför t.ex. med **Apple**. Processdesign och kulturella värden är kritiska inslag i det arbetet.

Att förändra affärsmodeller

Innovation av affärsmodeller kan innebära många förändringar av sättet att göra affärer. De kan vara proaktiva eller framtvingade av konkurrenterna. Om det är bra eller dåligt beror på omständigheterna. *First mover advantage* kan vara kostsamt, å andra sidan har historien visat att *disruptive innovations* raderat ut även stora företag och hela branscher.

Men man kan anta att framgångsrik transformering av affärsmodeller innehåller inslag av *unikitet* som gör dem svåra att kopiera, att de *ligger i linje med marknadstrenderna* och att de är plattformar för *tillväxt*.

Gränsen mellan hårda produkter och tjänster suddas ut

Att produktförsäljning inkluderat tjänster är ingen nyhet. Produktutveckling och kundsupport, marknadsföring och försäljning är självklara delar i ett produkterbjudande. Felavhjälpan service och förebyggande underhåll förekommer i tekniskt sammanhang.

Över tiden är tendensen att tjänsteaktiviteter tar större del inom industrin. Enligt en McKinsey-studie⁴³ är 34 procent av de anställda i tillverkningsföretag i USA sysselsatta med sådana aktiviteter, det är en uppgång med 2 procent de senaste tio åren.

Beroende på bransch är mellan 30 och 50 procent av de anställda i tillverkningsföretag sysselsatta med tjänsteproduktion, och enligt samma studie är det sannolikt att andelen fortsätter att växa. Hos Siemens utvecklar 17 000 av 30 000 utvecklingsingenjörer mjukvara och andelen av FoU-budgeten är 50 procent.

Digitaliseringen fortsätter och förfinar utvecklingen och ger möjlighet till nya intäktsströmmar, med affärsmodeller som tar fasta på *användning* snarare än på att äga.

Ökad konkurrens måste mötas med ökade kundvärden

Affärsmodellernas särskiljande betydelse blir viktigare när konkurrensen ökar. Samtidigt innebär digitalisering att mängden data ökar, data som omsätts till kunskap om värdesystemen och låter affärsmodellerna göra ett bättre jobb - precist och dynamiskt.

Det innebär bland annat:

- Att det är affärsmodellerna som transformerar de tekniska förmågorna (i digital- och produktionsteknik) till ekonomiska värden, konkurrenskraft och hållbarhet⁴⁴.
- Att det finns behov av bra affärsmodeller som ger incitament för att investera i nästa generations produktionsteknik, som i sin tur är förutsättningen för en utveckling med bättre resursutnyttjande etc. Affärsmodellerna ska ta oss till nästa S-kurva.
- Att affärsmodellerna behöver ta fasta på *vad* som ska göras och *hur* det ska göras och inkluderar implementeringsfrågor, kompetensförsörjning och andra frågor som uppstår när ny teknik ska ersätta gammal.

⁴³ MGI, Manufacturing The Future, 2012

⁴⁴ Oliver Gassmann, Karolin Frankenberger, Michaela Csik, The St. Gallen Business Model Navigator, 2013

- Att affärsmodellerna är innovationer⁴⁵ som öppnar upp för marknader där *affärsmodellerna* konkurrerar mer än produkterna eller tjänsterna. Men också att gränserna mellan strategier och affärsmodeller blir otydligare.

When it comes to making the phenomenon tangible, people struggle. Very few managers are able to explain their company's business model ad-hoc, and even fewer can define what a business model actually is in general.

The St. Gallen Business Model Navigator™

⁴⁵ Teece David J., Business Models, Business Strategy and Innovation, 2010.

Slutsatser om Industriell Tillämpning

I den här sammanställningen av Blue Institutes och PiiA Analysis artikelserie om Omvärldsförändring har vi spårat driv- och dragkrafter för industriell omvandling sett ur makroperspektiv och i de industriella systemen. Världens industri är påverkad av finanskrisen och tillväxtekonomiernas mognad som speciellt ändrar Kinas roll. Samtidigt leder teknikutvecklingen till att marknadsnärvaro i framtiden kan betala sig med produktionsmetoder som tar udden av skalfördelarna - som 3D-skrivare. Och digitaliseringen jämnar ut kostnaderna mellan länder när automationen tar bort fördelarna med lönekostnadsarbitrage.

Över detta vilar hotet av en resurskris som kan innebära materialbrist, svängande priser och finansiell osäkerhet. Miljö- och klimatfrågan måste hanteras. Ytterligare en faktor att räkna med i industriomvandlingen är därför ett tänkbart systemskifte. Ett skifte till en *cirkulär ekonomi*.

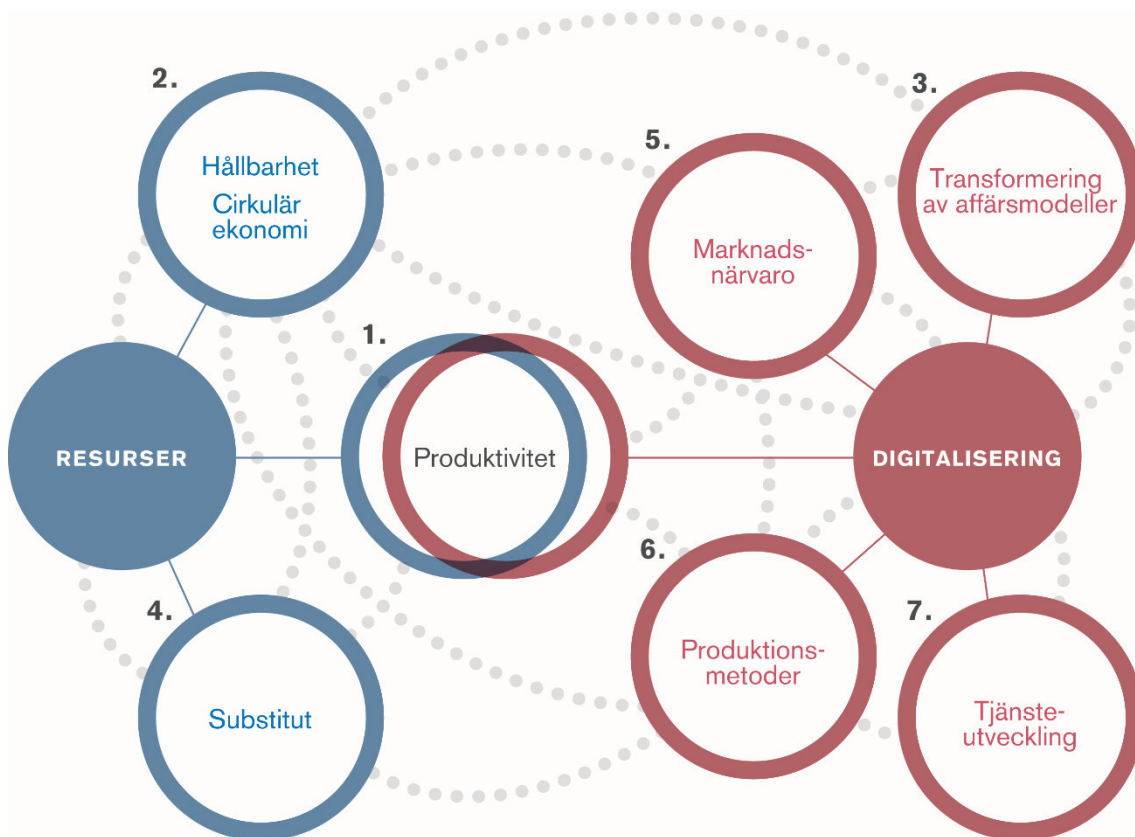
Bilden är komplex och kan ha många olika utgångspunkter. Två krafter menar vi speciellt skapar omvandlingstryck: *resurserna*⁴⁶ och *digitaliseringen*. Med den logiken går det att ringa in operativa framgångsfaktorer - vi har berört flera av dem och *produktivitet* är den minsta gemensamma nämnaren.

Det är framgångsfaktorer som många företag redan identifierat och jobbar med i pilot- och test- skala. Det är också tankarna bakom idén med att skapa en rörelse för inspiration mellan företag, branscher och institutioner i en arena för *Future Smart Industry*⁴⁷. Svensk industri har mycket att vinna av dynamiken som uppstår när man delar erfarenheter.

⁴⁶ Råvaror och energi

⁴⁷ Blue Institute 2014/2015

Figur 11 Resurseffektivitet och Digitalisering är två viktiga krafter som påverkar industriomvandlingen. Runt dem finns behov av många olika strategier som samverkar med varandra



Blue Institute 2015

Vi ska avsluta med ett försök att sammanfatta konkurrensfaktorer som kan bli speciellt viktiga att ha koll på och som hänger ihop i komplexa samband. Några svenska industriföretag ligger i täten av utvecklingen. Konsten blir att hålla allt i luften samtidigt - i ett vinnande globalt koncept.

1. Produktivitet - sammanfattar effekten av de flesta utvecklingsprogram inom industrin. Produktivitet är beroende av den digitala utvecklingen. Nya tillväxtberäkningar visar att IKT-sektorn till stor del drivit produktivitetens utvecklingen i Sverige under perioden 1995 - 2013⁴⁸. Men den stora tillväxtpotentialen ligger i att hela näringslivet drar nytta av digitaliseringen, och då är det inte enbart de tekniska förmågorna som räknas. Skickligheten i att omsätta tekniska framsteg i processer och organisationer är det som avgör om svensk exportindustri ska dra fördel av digitaliseringen och öka konkurrenskraften.

2. Cirkulär Ekonomi som bärande del i nödvändiga hållbarhetsstrategier, gör att affärsmodeller som stödjer återanvändning i stället för *make to dump* har stora potentialer. Förbättrad återanvändning i tillverkningsindustrin kan motsvara 1 000 mdr USD varje år. De största vinsterna finns i fordonsindustrin - 200 mdr USD - och i den övriga verkstadsindustrin. Omsatt till material motsvarar det inom bilindustrin upp till 170 miljoner ton stål per år. Förutom

⁴⁸ Tillväxtanalys, Digitaliseringens bidrag till tillväxt och konkurrenskraft i Sverige, 2014

besparingar kan utvecklad återanvändning bidra till att minska svårhanterliga och efterfrågedrivna svängningar på materialpriser.

3. Transformerings och utveckling av affärsmodeller borde vara varje företagslednings hjärtefråga - men är det i allmänhet så? Mer vanligt är nog taktiska pareringar. Det brukar visa sig genom att marknaderna till sist blir *kommodifierade*⁴⁹.

Gällande ägarformer och institutioner premierar korta vinster och besparingsprogram som varit så långvariga och omfattande att marginella nyttan avtar och kan ge mer problem än fördelar. Produktdifferentiering har lett till kortare livscyklar och tvingat fram standardisering som gör att produkter blir mer lika. Tjänster kan också snabbt bli kopierbara. Värdet av ytlig differentiering genom marknadsföring och varumärkesbygge kan likaså plana ut. En återstående möjlighet för att skydda marginalerna är genom att utveckla affärsmodellerna och att se dem som innovationer.

4. Substitut för traditionella råvaror - **Apple** och **General Electric** är två företag som systematiskt går igenom det periodiska systemet på jakt efter strategiska ämnen/material som riskerar störningar i utbudet av naturliga eller geopolitiska skäl. För varje riskexponerad råvara förbereder man möjliga substitut⁵⁰.

Generellt sker substitututveckling från två håll. Genom grundforskning där alternativ till traditionella materialval kommer fram. Kolbaserade fibermaterial är t.ex. möjliga substitut för metaller. Dels kommer den ur industriella motiv för att försäkra försörjning, sänka kostnader, rationalisera produktionsprocesser och att öka kundvärden - som i fallen med Apple och GE.

Inom det svenska strategiska innovationsprogrammet **Lighter** går lättviktsutvecklingen ut från tre materialområden - metall, mixade/innovativa material och kompositer. Genom att inventera industrins storlek, leverantörsstrukturer, lättviktsteknologier, forskning och kompetensförsörjning skapas en innovationsagenda där runt 25 MSEK investeras varje år.

5. Marknadsnärvaro - när digital teknik direkt kopplas till fysiska möjligheter att tillverka saker förändras också marknaderna. Som med 3D-printing eller kvalificerade robotar.

Centraliserade - och i förhållande till faktorkostnader placerade - produktionskomplex är en konsekvens av kravet på mer, fortare och billigare. Effekten blir i slutändan lägre priser och att vi kan konsumera mer och välståndet utvecklas.

Ett mer egennyttigt motiv till industrikonsolidering är att minska antalet aktörer på en marknad, och därmed konkurrensen. I många - de flesta - mogna industrier har utvecklingen stegvis lett till oligopol eller oligopolliknande situationer. Det är förmodligen mindre bra för kunderna och för samhället.

Men om allt detta kan ersättas med produktionsmetoder som är lönsamma utan skala, där varje produkt kan vara lokalt anpassade till efterfrågan. Till och med individuellt för varje kund - utan att det kostar något extra. Det skulle innebära ökade kundvärden och att den som blir först

⁴⁹ När en från början avancerad produkt (eller idé) blir en standardprodukt (commodity). Kommodifiering leder till att tillverkarna konkurrerar med priset, inte med andra värden.

⁵⁰ Heck och Rogers, Resource Revolution, 2014

med sådana affärsmodeller skaffar sig konkurrensverktyg som kan dela upp världen i mikromarknader och med lokal närvaro tillgodose alla möjliga behov. Och då är kraftuttryck som *industriell revolution* på sin plats.

6. Produktionsmetoder - Industridigitalisering är synonymt med utvecklade produktionsmetoder som *3D-printing* och smartare *robotteknik* - även utanför verkstäderna när arbetsmaskiner och fordon blir autonoma. Det är en utveckling i sin linda. Men prognoserna pekar mot att vi inom några få år har kompetenta 3D-skrivare som utmanar maskinbearbetning och industrirobotar som går ner i pris tack vare ökad efterfrågan.

Tillväxttakten för industriell IT- och automationsutrustning är dubbelt så snabb som industriproduktionen i övrigt⁵¹. Sverige tillhör de ledande i världen med företag som **ABB** och ett ekosystem av små och medelstora företag. Med god forskning och offentliga samarbetsinitiativ - som **PiiA** och **Produktion 2030** - finns utomordentligt goda förutsättningar att stärka den marknadspositionen.

Med hjälp av industriell bioteknik kan man effektivt och energisnålt åstadkomma det som i den petrokemiska industrin kräver höga tryck och höga temperaturer. Genom att de biotekniska processerna har en bättre selektivitet minskas mängden avfall från produktionen.

Detta gör att dessa processer har potential att bli billigare än de traditionella. I många fall är också investeringskostnaderna för en omställning relativt låg eftersom befintlig utrustning kan användas.

På råvarusidan har vi såväl skog som lantbruksprodukter som kan ligga till grund för en omfattande bioteknisk produktion av material och kemikalier. En förändrad marknadssituation för skogsbolagen kommer att öka intresset för att finna nya användningar för skogsråvaran. Redan idag finns skogsråvara som inte används för massaproduktion vilken kan användas i kemikalieproduktion. Likaså skulle hemicellulosan kunna göras tillgänglig som substrat för mikrobiella processer.

Olika typer av *bioraffinaderier* kan bli viktiga i Sverige. I ett bioraffinaderi utnyttjar man alla delar i biomassaråvaran för att få högt utbyte av en palett av värdefulla produkter och minska avfallsmängden.

7. Tjänsteutveckling - att hårda produkter inkluderat mjuka aktiviteter är ingen nyhet. Produktutveckling och kundsupport, marknadsföring och försäljning är självklara delar i ett produkterbjudande. Felavhjälpare service och förebyggande underhåll förekommer i tekniskt sammanhang.

Digitaliseringen fortsätter och förfinar utvecklingen och ger möjlighet till nya intäktsströmmar, med affärsmodeller som tar fasta på *användningen* snarare än på hårdvaran. Det finns redan några intressanta exempel i svensk industri, men som med all digital utveckling har vi bara sett början på stora förändringar och nya spelregler på marknaden.

⁵¹ Credit Suisse, Global Industrial Automation, augusti 2012

Fördjupningsartiklar

Rapporten är baserad på följande artiklar som under 2015 publiceras separat på respektive PiiA Analysis och Blue Institutes hemsidor.

Om Resurserna:

- Räcker resurserna?
- Effektiviteten måste växa med tvåsiffriga tal...
- Efterfrågan på energi ökar med 40 procent till år 2035...
- Mer järn behövs under fem år än sammanlagt i mänsklighetens historia...
- De användbara vattentillgångarna begränsar sig till någon procent...
- Efterfrågan på livsmedel ökar med 70 procent till år 2050...
- Kina - ett land - hela skillnaden...
- Globala Syd och Kina i Afrika
- Linjär till Cirkulär...
- Innovationer som förändrar världen...

Om Industriell förändring:

- Industriella Revolutioner
- Resurserna och Industriella Revolutioner
- Nästa S-kurva
- Marknadsrevolution
- Institutionernas Utmaning...
- Digitalisering

Om Kritiska Framgångsfaktorer:

- Digitalisering - skickligheten avgör...
- Varför utvecklingen av affärsmodeller är viktigare än någonsin...
- Processutveckling berör industrin likväl som entreprenörerna...
- Förmåga lika viktigt som Kompetens...

Källor

- ABB, Energy efficiency makes a difference
- Abrahamsson, Karlöf, Det dynamiska företaget, 2011
- Andersson Chris, Makers The industrial Revolution, 2012
- Benedikt et.al, The future of employment, 2013
- Blue Institute, Smart Ledning, 2010
- Blue Institute, Utan Nät, 2012
- Blue Institute, Lösningar på Lager, 2012
- Blue Institute, Rörliga och Kopplade, 2013
- BP, Energy Outlook, 2014
- BP, Statistical Review of World Energy, 2014
- CDP, Global Water Report 2013
- Dagens Nyheter, Ny rekordnivå för Kinas investeringar utomlands, 13 mars, 2013
- Doyle Peter, Value-Based Marketing, 2000
- Earth Magazine, Is there really a minerals crisis? July, 2011
- Economist, The top 100 Chinese Industrial Clusters, Li Fung Research, Hong Kong, June 2010, 29 July 2010
- Ellen MacArthur Foundation, A New Dynamic, Effective business in a Circular Economy, 2014
- Ellen MacArthur Foundation, Rapport 2014
- Europakommissionen, Roadmap to a Resource Efficient Europe, 2011
- Financial Times Special Report: Rush is on to develop smarter power, september 29, 2011.
- Forskning och Framsteg, Kina tar över Afrika, dec 2012
- Fraser Institute Annual. Survey of Mining Companies, 2013
- Gassmann et.al, The St. Gallen Business Model Navigator, 2013
- Gassmann et.al, Geschäftsmodelle entwickeln, 2013
- George Katy et.al Next-shoring: A CEO's guide
- Global Insights, McKinsey Analysis, 2013
- Grisons Peak Bank, Growing Chinese Outbound Investments in Europe, 2011
- Heck, Rogers, Resource Revolution, 2014
- Journal of Cleaner Production, Volume 42, March 2013, Pages 215–227

Nguyen et.al, Remaking the industrial economy, 2014

Kinnwall, Mats, The New Normal, Blue Institute, 2014

Kinnwall, Mats, Blue Institute, När Världsmiddeln blir medelklass, 2014

Lindmark Alf, Wilhelmsson Anna, Linneuniversitetet, Stabilization of contaminated sediments
- A comparison of shear strength from laboratory mixing and testing and field testing

Lovins, Amory B, A new dynamic, Effective business in a circular economy

Mayer-Schönberger, Big Data a Revolution, 2013

Malone Thomas, The Big Idea: The Age of Hyperspecialization, Harvard Business Review, juli
2011

McAfee, Brynjolfsson, The Second Machine Age - Work, Progress, and Prosperity in a Time of
Brilliant Technologies, 2014

Marsh Peter, The new industrial revolution, 2012

Marsh, Anderlini, Data out of the door, Financial Times, 2 Feb. 2011

McKinsey, Resource Revolution: Meeting the worlds energy, materials, food, and water needs,
2011

McKinsey, The business opportunity in water conservation, 2009

MGI, Manufacturing The Future, 2012

MGI, Reverse the curse: Maximizing the potential of resource-driven economies, 2013

National Intelligence Council, global trends 2030, December, 2012

Nesta innovation fundation, Our Work here is done, 2014

OECD development centre, Homi Kharas, The emerging middle class in developing countries,
2010

Rifkin, The Third Industrial Revolution: How Lateral Power is Transforming Energy, the
Economy, and the World.

SCA, Hållbarhetsredovisning, 2010

Schön Lennart, Tankar om cykler, 2013

Science Daily, Smart Grid Hosting and Promoting the Third Industrial Revolution, 2014

Smith, Our Work here is done, Visions of a robot economy, 2014

Solibro, Pressmeddelande, juni, 2014

Stiftelsen för strategisk forskning, Vartannat jobb automatiseras inom 20 år - utmaningar för
Sverige, 2014

Teece David J., Business Models, Business Strategy and Innovation, 2010.

Tillväxtanalys, Digitaliseringens bidrag till tillväxt och konkurrenskraft i Sverige, 2014

TRUSCOST, Environmental profit and loss accounting in the water sector, 20 May 2014

TRUSCOST, Extracting fossil fuels from your portfolio, 29 October 2013

TRUSCOST, Stranded Assets, Fossil Fuels, 08 April 2014

United Nations, World Population Prospects, 2010 revision

University of New South Wales (UNSW), Researchers set world record in solar energy efficiency, dec 2014

Washington Post, 14 januari 2014.

Webster Ken, A New Dynamic, Ellen Mac Aurther Fondation, 2013

Wijkman et.al, Written declaration pursuant to Rule 116 of the Rules of Procedure, 2013

World Energy Outlook 2013

Appendix - Fördjupningsartikel Digitalisering

Örjan Larsson 2014 | Blue Institute | PiiA Analysis

Hundra år av välstånd har grundkontakt med det vi idag kallar industriautomation. En alltmer förfinad omsättning av elektroteknik till ekonomiska värden utgör retrospektivt en beundransvärd utveckling som först på 1980-talet fick ny skjuts. Mikroprocessorn gjorde industriellt genombrott. Knappast något annat modernt teknikskifte har på så kort tid lyft produktiviteten så mycket. Åttio- och nittioalets stora investeringar i styrsystem för process- och robotteknik ger fortfarande ringar på vattnet som ständigt förbättrad produktion. Fyrtio procent av produktivetsförbättringarna i världen de senaste decennierna antas vara resultat av utveckling enligt Moores lag⁵².

Automation som modernt, industriellt begrepp har anor från 1947. Det var då General Motors inrättade ett *automation department* i sin fabrik i Detroit, en symbolisk startpunkt för efterkrigstidens industriella utveckling. I genuin betydelsen är automation ett sätt att producera som följer efter manuellt arbete och mekanisering och som också innefattar materialhantering. Ordet kommer ur det grekiska *automaton*.

Över tiden har automation förknippats med de apparater och system som gör automatisk produktion *möjlig* och först på åttiotalet fick automationsindustrin den struktur vi ser idag. Det var också då man började skilja på *factory automation* och *process automation*, där *factory automation* relaterar till tillverkningsindustrin och traditionellt också omfattar t.ex. robotteknik.

Industriell IT är ett vagare och modernare begrepp med tyngdpunkt i övre delarna av den standardmodell - *automationspyramiden*⁵³ - som beskriver hierarkierna för styrning och kontroll av industriprocesser. I början av 2000 gjorde ABB anspråk på *Industrial IT* som ett varumärke när företagets erbjudande positionerades för att förena industrins produktions- och verksamhetssystem⁵⁴. Den betydelsen är fortfarande relevant och utvecklingen går mot mer integrerade lösningar.

Idag är automationsmarknaden värd 155 miljarder USD per år. Fördelat på 72 miljarder för *factory automation* och 83 miljarder USD för *processautomation*⁵⁵. Av det är 40 MUSD fältutrustning.

Marginalnyttan med åttiotalets automationsvåg avtar

Men som tidigare i historien nås gränsen för det ekonomiskt realiserbara. Marginalnyttan med traditionell automation minskar. Samtidigt sker i bakgrunden en utveckling vars motstycke saknas i historien. Pris-prestandaförbättringen på datorkomponenter är exponentiell. Marginalkostnaden för att samla information och kommunicera går ner lika dramatiskt.

⁵² Harald Bauer, Jan Veira, and Florian Weig, MGI, Moore's law: Repeal or renewal?, 2013

Moores Lag: efter en av Intels grundare Gordon E. Moore, betecknar fenomenet att antalet transistorer som får plats på ett chip växer exponentiellt

⁵³ Se även appendix.

⁵⁴ ABBs finansiella kris gjorde dock att den mycket framsynta satsningen kom av sig.

⁵⁵ Credit Suisse, Global Industrial Automation, augusti 2012

Molntjänster skapar transparens, och metodutveckling gör det möjligt att i realtid och kostnadseffektivt förädla värden bland extrema mängder av svårfångad information.

I vår definition innebär digitalisering inte enbart teknik. Det är ett förhållningssätt och en förmåga att tillgängliggöra och skapa värden av tillgänglig teknik i en global men nationellt och branschmässigt ojämn utveckling. Fyra konsekvenser är särskilt tydliga och sammanfattar vad vi menar med en **Digitaliserad Industri**.

- 1 Ökad transparens i värdesystemen och därmed ökad kunskap om kundernas behov
- 2 Ökad produktivitet
- 3 Behovet av nya affärsmodeller
- 4 Förmågan att nyttogöra den nya tekniken

Att utvecklingen baseras på teknik som är lika tillgänglig överallt i hela världen men avgörs av förmågan att tillvara ta den, är ur svenskt perspektiv både ett hot och en stor möjlighet.

I studien *Tredje Vågens Automation*⁵⁶ identifieras kritiska faktorer som är viktiga för den framtida konkurrenskraften. De fyra områdena är *digital teknik, processer, affärsmodeller* och *kompetens*. I en senare artikel går vi närmare in på de industriella konsekvenserna av dessa.

Den digitala S-kurvan

Två trender menar vi har särskild betydelse för att skapa ekonomi av information och göra den nya S-kurvan möjlig. Den ena är att **Internet** utvecklas in i det industriella området. Nästa generations internetapplikationer använder protokollet IPv6 som gör det möjligt att i princip kommunicera med varje objekt som skapas av människor.

Det andra är möjligheten att till låg kostnad behandla stora mängder data, det som ofta kallas för **Big Data Analytics**. Ett annat begrepp som används för att sammanfatta dessa koncept är Enterprise Information Management (EIM).

Det nya Internetprotokollet IPv6 använder 128 bitar långa adresser istället för som tidigare 32. Detta ger en teoretisk möjlighet för $3,4 \cdot 10^{38}$ adresser. För att göra det mer greppbart: $6,7 \cdot 10^{17}$ adresser per kvadratmillimeter på jordens yta, eller drygt 57 miljarder adresser per gram av hela vår planets massa.

Sensornätverk och hanteringen av stora datamängder kan göra samhället mycket mer transparent vilket är förutsättningen för effektivt resursutnyttjande. I en rapport från General Electric⁵⁷ räknar man med att industriella tillämpningar av Internet kan öka BNP i världen med 10 000 - 15 000 miljarder USD till år 2030. Det motsvarar USAs årliga bruttonationalprodukt. Enligt GE:s rapport tror man att konceptet penetrerar industritillämpningar motsvarande halva globala ekonomin till år 2025, eller 82 000 miljarder USD.

⁵⁶ Blue Institute för PiiA, 2014

⁵⁷ GE, Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines, 26 November, 2012

Enligt en annan rapport från McKinsey Global Institute finns mer än 30 miljoner sensornoder kopplade till Internet inom industri- och elnätsbranschen och antalet växer med 30 procent per år⁵⁸. Men det är ändå en liten del jämfört med det som mäts i produktionen - det finns redan miljarder mätpunkter som har potential till mycket mer. Industrin samlar mer data än någon annan bransch - nära 2 exabyte⁵⁹ under 2010⁶⁰. Det motsvarar 100 000 bibliotek i samma storlek som Library of Congress - världens största bibliotek.

En utbyggd infrastruktur i form av molntjänster och höga kommunikationsprestanda - *Horisontell IT* - gör det möjligt att öka transparensen och effektiviteten i värdesystemen. Industrins investeringar i *Vertikal IT* i form av traditionell automation, optimering, planering osv. fyller en funktion också genom att integrera enskilda, komponenter, maskiner och hela processer till den horisontella nivån.

Bättre informationsflöden som kopplar människor och processer, kan minska förlusterna av tid, material och andra resurser. Det säger sig själv att erfarenheterna från tidigare generationers automations- och IT-investeringar (som skapat den "silo-situation" som finns frekvent i industrin) ska tas tillvara så att informationen kan flöda fritt och bli ett verkligt verktyg för *operationell excellens*. Transparens är en förutsättning för framgång. Att nå framgång genom att försöka dölja eller skapa informations/kunskapsövertag i en transparent omvärld kommer ofelbart att straffa sig.

Internet of Things

Termer som Internet of Things (IoT), Industrial internet, eller sakernas internet syftar i grunden till att beskriva utvecklingen som sker när de flesta saker runt omkring oss innehåller någon form av dator. Begreppet Industriellt internet myntades av företaget GE och refererar till integrationen av fysiska maskiner med sensornätverk och mjukvara.

Den allmänt förekommande termen Internet of Things myntades redan år 1999 och kan beskrivas som en generell beteckning på unikt identifierbara objekt och dess virtuella representation i en internetlik struktur. Ett tidigt exempel på detta är Radio Frequency Identification (RFID) som har setts som en förutsättning för IoT - om alla objekt och människor var utrustade med identifierare så skulle de också kunna hanteras och styras av datorer.

Six decades into the computer revolution, four decades since the invention of the microprocessor, and two decades into the rise of the modern Internet, all of the technology required to transform industries through software finally works and can be widely delivered at global scale...

Marc Andreessen the Wall Street Journal

Forskningsområdet relaterat till IoT är bara i sin linda och idag riktas de största forskningsinsatserna mot enheter som är kopplade till internet via lågenergiradio. Tekniken som krävs för att kopplas upp till internet och att ha tillgång processorkraft har blivit både

⁵⁸ MGI, Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity, 2011

⁵⁹ Exabyte - en triljon byte - tusen petabyte. (Exa står för en etta följd av 18 nollor) Tusen exabyte blir en zettabyte

⁶⁰ BIG - Big Data Public Private Forum - ett EU 7-ramprogram | avser data från automation-, supply chain management- och Product Life Cycle- system

enklare och billigare. Vilket innebär att det är ekonomiskt försvarbart att masstillverka sådana enheter och nå massmarknaderna.

Det finns olika uppfattningar om hur många enheter som är och kommer att vara uppkopplade till internet. Enligt Gartner kommer det att vara nästan 26 miljarder enheter år 2020. Ericssons VD Hans Vestberg gick år 2010 ut med visionen om att det år 2020 kommer finnas 50 miljarder uppkopplade enheter. På årets Mobile World Congress i Barcelona talade bland andra John Chambers, vd för Cisco om 500 miljarder uppkopplade prylar långt före nästa decenniums slut⁶¹. I en rapport från IEEE⁶² nämns till och med siffror som en trillion uppkopplade enheter år 2022. Det viktiga är inte att prediktera det exakta antalet utan snarare att antalet enheter ökar hela tiden och mycket tyder på att ökningen sker exponentiellt.

Företaget *General Electric* exemplifierar hur produktiviteten ökar genom digitalisering när de exempelvis ska utföra service av flygplansmotorer. Idag när en motor servas vet inte teknikerna vilka problem som väntar innan de kan undersöka motorn på plats. Men inom en snar framtid kommer man att ha kunskap redan innan flygplanet nått hangaren och reservdelar som behövs kan förberedas i förväg. På så sätt kan tiden för underhåll minska dramatiskt och därmed ökar också produktiviteten.

Detta scenario blir möjligt genom analyser baserat på data från sensorer inuti flygplansmotorn. I framtiden kommer informationen också att användas för bättre förebyggande underhåll. Det blir möjligt att inte bara veta att en komponent har fallerat utan också att diagnostisera hur systemet mår och genomföra förebyggande åtgärder baserat på kunskap om behoven hos den aktuella flygplansmotorn.

Datormoln (Cloud Computing)

Datormoln är den svenska termen för det engelska begreppet *Cloud Computing* och syftar till att beskriva olika typer av beräkningskoncept som involverar datorer i nätverk och som möjliggör kommunikation i realtid. Datormoln är egentligen en synonym för distribuerade datornätverk och syftar till förmågan att exekvera mjukvaruapplikationer på ett stort antal uppkopplade datorer samtidigt.

Molnet är en mer vardaglig fras som refererar till nätverksbaserade tjänster som av användaren uppfattas komma ifrån riktiga serverar. I själva verket är de uppbyggda av virtuell hårdvara simulerad av mjukvara som exekverar på en eller flera riktiga datorer. Sådana virtuella serverar finns inte fysiskt och kan därför flyttas runt och skalas upp eller ned under drift utan att påverka slutanvändaren.

I vanligt språkbruk är molnet en metafor för Internet. Genom marknadsföring har uttrycket populariserats ytterligare med uttryck som "i molnet" för att referera till mjukvara, plattformar och infrastruktur som erbjuds i form av en tjänst över Internet. I dessa fall har typiskt säljaren riktiga energikonsumerande serverar i ett datacenter på en avlägsen plats så att slutanvändaren

⁶¹ Ny Teknik, 7 mars, 2014

⁶² IEEE special rapport Internet of Things mars 2014

enbart behöver logga in på ett publikt eller privat nätverk utan att behöva installera någonting själv. De vanligaste förekommande modellerna för datormolntjänster känner vi till som:

- Programvara som tjänst - på engelska Software as a service (SaaS)
- Plattform som tjänst - på engelska Plattform as a service (PaaS)
- Infrastruktur som tjänst - på engelska Infrastructure as a service (IaaS)

Via Infrastruktur som tjänst (IaaS) erbjuds fysisk eller virtuell hårdvara som kan skalas upp eller ned beroende på kundens behov. Plattform som tjänst (PaaS) adderar till denna infrastruktur genom att erbjuda en beräkningsplattform som inkluderar operativsystem, databaser, webbserverar, mm. Programvaruutvecklare kan sedan utveckla och driva sina programvarulösningar på en molnplattform utan att kostnaden och komplexiteten kopplat för den underliggande hård- och mjukvaran skenar iväg.

För Programvara som en tjänst (SaaS) ges användare tillgång till programvara och databaser. Molnleverantörerna hanterar både den infrastruktur och de plattformar som krävs för att erbjuda tjänsterna. Molntjänsterna kan erbjudas i publika, privata eller i en kombination av dessa nätverk. *Google*, *Amazon*, och *Apple* är alla kända för sina publika molntjänster som erbjuds via internet.

En fördel med Molnet är möjligheten att maximera effektiviteten i de gemensamma resurserna. Molnresurser kan inte bara delas av flera användare utan också dynamiskt omfördela sina resurser utifrån efterfrågan. Till exempel kan ett molnbaserat datacenter erbjuda europeiska användare ett visst program (t.ex. e-post) under europeisk kontorstid och omfördela samma resurser och på så sätt erbjuda amerikanska användare ett annat program (t.ex. en webbserver) under deras kontorstid.

Denna strategi maximerar användningen av datorkraften och minskar också miljöpåverkan eftersom mindre ström, luftkonditionering, etc. krävs för att erbjuda en mängd olika funktioner. Via Molnet kan också information och olika typer av tjänster spridas globalt på ett kostnadseffektivt och snabbt sätt.

Allt fler tecken pekar på en maktkoncentration på molnmarknaden.

Molninfrastruktur och molnplattformar handlar alltmer om att bli riktigt stora och att de största leverantörerna alltid kan spendera mer än resten. I det upploppet om marknadsdominans drar Amazon, Microsoft och Google i från. Andra får ge sig på jakt efter nischmarknader.

Amazon investerade 1,3 miljarder dollar i infrastruktur för och utveckling av molntjänster, enbart under andra kvartalet 2014. Microsoft och Google la tillsammans ut 3,4 miljarder dollar och IBM 1,2 miljarder dollar under samma period⁶³.

Kontentan är att molninfrastruktur och molnplattformar handlar om att blir riktigt stor. Det räcker inte med att vara mer innovativ än de stora drakarna. Amazon, Google och Microsoft kommer att vara ledande och strida hårt sinsemellan.

⁶³ Infoworld, David Linthicum, augusti 2014

Andra stora infrastrukturleverantörer, som IBM, HP och Verizon, kommer att hitta nischer. Till exempel inom vertikala marknader som industriell IT, sjukvård, finans och återförsäljarledet. De kommer att växa, men inte lika mycket som de tre marknadsledarna. För alla andra väntar bistra tider, även om inte allt hopp är ute.

Molnmarknaden följer med andra ord välkända mönster - efter en inledande kamp om marknadspositioner träder några leverantörer fram som marknadsledare och resten får lov att hitta något annat att göra.

Big data

Stora datamängder eller *Big data* är en term som beskriver datamängder så stora och komplexa att det är svårt eller omöjligt att behandla dem med traditionellt tillgängliga verktyg. Utmaningarna inom området består i att samla in, lagra, göra sökbart, dela, analysera och visualisera datamängderna. Trenden med analys av allt större mängder data förklaras av värdet med att få ytterligare information genom att analysera *relaterade* data. Exempelvis ger det möjligheten att identifiera korrelationer för att identifiera affärstrender, förebygga sjukdomar, bekämpa brott, och identifiera trafikförhållanden i realtid och i större utsträckning också industriella tillämpningar.

Datamängder växer i storlek genom data från mobila enheter, programvaruloggar, kameror, mikrofoner och trådlösa sensornätverk. Antalet smarta mobiltelefoner i världen beräknades vara 1,4 miljarder i slutet av 2013 och den siffran ökar till 5,6 miljarder år 2019, vilket motsvarar mer än 60 procent av alla mobiltelefoner. Jämför också prognoserna om 500 miljarder uppkopplade apparater före år 2030.

Samtidigt har världens tekniska kapacitet att lagra information fördubblats var fjortionde månad sedan 1980-talet. Med början år 2012 skapas 2,5 exabyte ($2,5 \times 10^{18}$) data varje dag. Problemet är att majoriteten av dessa datamängder är ostrukturerade. Det har medfört ett ökat behov av metoder och verktyg som gör det möjligt att gå från ostrukturerat data till relevant information. Denna digitala förädlingsprocess kallas för *Big Data Analytics*.

Big Data Analytics går ut på att upptäcka och kommunicera meningsfulla mönster i stora datamängder. Ofta används visualiseringsmetoder för att kommunicera dessa insikter. Ett företag kan tillämpa Analytics för att beskriva, förutsäga och förbättra resultaten, för att optimera beslutsfattande, lagerhållning, marknadsföring och prissättning. Big Data Analytics är en absolut pådrivande faktor för att industrins affärsmodeller kommer att omvärderas och utvecklas under kommande år.

Biltillverkaren BMW investerar⁶⁴ i Big Data Analytics för att erbjuda bättre service och underhåll och samtidigt förbättra produkterna. Genom prediktiv analys genom global datainsamling förväntar man sig att åtgärda tekniska svagheter innan en ny bilmodell introduceras - och innan de skapar problem i serieproduktionen. Data samlas in från serviceverkstäder, från testkörningar och i ökande grad genom att bilarna blir uppkopplade och därmed kan ge en tillgång till

⁶⁴ Computerworld UK, 11 mars, 2014

mätdata från bilens alla sensorer. En av de stora vinsterna är tid - rapporter som tog flera månader kan nu sammanställas på några dagar.

I det korta perspektivet behöver företag göra prövande transformation av sina processer och affärsmodeller för att öka sin konkurrenskraft genom den nya digitala tekniken. General Electric är en förespråkare av detta och exemplifierar det i sin syn på underhållet av flygplansmotorer. Genom utvecklingen in Big Data Analytics området ger det GE möjligheten att diagnostisera en flygplansmotor innan den kommer in i hangaren för service. Det möjliggör att tiderna dramatiskt kan kortas ned likt BMW fallet vilket direkt ökar produktiviteten. Figur 8 illustrerar detta. Man kan också tänka sig att denna information kan ligga till grund för utvecklade affärsmodeller.

Det finns många ytterligare exempel på hur värden kan skapas genom förmågan att fånga och agera på data i realtid. Ett gruvföretag kan reducera tiden som går bort på grund av skador genom att upptäcka korrelationer mellan variabler som väder, operatörsschema, och utbildningsnivå hos sina operatörer. På så sätt kan skadefrekvenser prediceras och förebyggande åtgärder kan tas fram.

För tillverkningsindustrin ger det möjligheten att testa de olika delarna av en produkt i produktionslinan. Sannolikheten för att en given del i produktionsflödet är defekt kan beräknas genom en tillämpad prediktiv analys och kontinuerligt uppdateras för varje produktionssteg. Potentiellt defekta enheter kan identifieras och sorteras ut under produktionen och potentiella kvalitetsbristkostnader minimeras.

Tillämpningarna och därmed möjligheterna med den nya digitala tekniken är stora. För att dessa ska kunna realiseras är det viktigt att ledningsgruppen och beslutsfattare i industrin är medvetna om dessa möjligheter. Informationen som genereras med hjälp av den digitala tekniken måste hanteras och ses som en företagsstrategisk tillgång, snarare än en funktionell taktisk tillgång. Industrin behöver utveckla informationsmodeller och säkerställa att de hålls uppdaterade på ett systematiskt och holistiskt sätt.

För inte så länge sedan fanns utmaningarna kopplat till området Analytics nästan uteslutande inom forskarvärlden, men snabbt blir stora datamängder en reell utmaning för industrin. Därför har ett starkt kommersiellt intresse för analysprogramvara uppstått. Utmaningarna för dessa lösningar är analysen av de ostrukturerade datamängderna som skiljer sig från strukturerade datamängder när formatet varierar och inte kan lagras i traditionella databaser. Exempel på ostrukturerade datamängder är e-post, innehållet i dokument, PDF-filer, kartdata, videofilmer mm som snabbt är på väg att bli relevanta källor för en relevant omvärldsbevakning. Men i industriella sammanhang också mätdata från olika källor av olika kvalitet.

Big Data Analytics använder matematik och statistik, användning av beskrivande tekniker och prediktiva modeller för att skapa kunskap ur data. Insikterna från datamängder används för att rekommendera åtgärder eller för att styra olika typer av beslutsfattande - sålunda är Analytics inte så mycket en fråga om individuella analyser eller analyssteg utan snarare hela metodiken.

VINNOVAs publikationer

Juni 2015

För mer info eller för tidigare utgivna publikationer se VINNOVA.SE

VINNOVA Analys

VA 2015:

- 01 Årsbok 2014 - Svenskt deltagande i europeiska program för forskning & innovation
- 02 Samverkansuppgiften i ett historiskt och institutionellt perspektiv
- 03 Långsiktig utveckling av svenska lärosätens samverkan med det omgivande samhället - Effekter av forsknings- och innovationsfinansierings insatser
- 04 Företag i Tåg- och järnvägsbranschen i Sverige - 2007-2013

VA 2014:

- 01 Resultat från 18 VINN Excellence Center redovisade 2012 - Sammanställning av enkätresultaten. (För engelsk version se VA 2014:02)
- 02 Results from 18 VINN Excellence Centres reported in 2012 - Compilation of the survey results. (För svensk version se VA 2014:01)
- 03 Global trends with local effects - The Swedish Life Science Industry 1998-2012
- 04 Årsbok 2013 - Svenskt deltagande i europeiska program för forskning och innovation.
- 05 Innovations and new technology - what is the role of research? Implications for public policy. (För svensk version se VA 2013:13)
- 06 Hälsoekonomisk effektanalys - av forskning inom programmet Innovationer för framtidens hälsa.
- 07 Sino-Swedish Eco-Innovation Collaboration - Towards a new pathway for shared green growth opportunity.
- 08 Företag inom svensk massa- och pappersindustri - 2007-2012
- 09 Universitets och högskolors samverkansmönster och dess effekter

VA 2013:

- 01 Chemical Industry Companies in Sweden
- 02 Metallindustrin i Sverige 2007 - 2011
- 03 Eco-innovative Measures in large Swedish Companies - An inventory based on company reports
- 04 Gamla möjligheter - Tillväxten på den globala marknaden för hälso- och sjukvård till äldre
- 05 Rörliga och kopplade - Mobila produktionssystem integreras

06 Företag inom miljötekniksektorn 2007-2011

07 Företag inom informations- och kommunikationsteknik i Sverige 2007 - 2011

08 Snabbare Cash - Effektiv kontanthantering är en tillväxtmarknad

09 Den svenska maritima näringen - 2007 - 2011

10 Long Term Industrial Impacts of the Swedish Competence Centres

11 Summary - Long Term Industrial Impacts of the Swedish Competence Centres. (Kortversion av VA 2013:10)

12 Företag inom svensk gruv- och mineralindustri 2007-2011

13 Innovationer och ny teknik - Vilken roll spelar forskningen. (För engelsk version se VA 2014:05)

14 Företag i energibranschen i Sverige - 2007-2011

15 Sveriges deltagande i sjunde ramprogrammet för forskning och teknisk utveckling (FP7) - Lägesrapport 2007-2012.

16 FP7 and Horizon 2020.

VA 2012:

- 01 Impact of innovation policy - Lessons from VINNOVA's impact studies. (För svensk version se VA 2011:10)
- 02 Lösningar på lager - Energilagringstekniken och framtidens hållbara energiförsörjning
- 03 Friska system - eHälsa som lösning på hälso- och sjukvårdens utmaningar
- 04 Utan nät - Batterimarknadens utvecklingsmöjligheter och framtida tillväxt
- 05 Sveriges deltagande i sjunde ramprogrammet för forskning och teknisk utveckling (FP7) - Lägesrapport 2007 - 2011.
- 06 Företag inom fordonsindustrin - Nationella, regionala och sektoriella klusterprofiler som underlag för analys- och strategiarbete
- 07 Svensk Life Science industri efter AstraZenecas nedskärningar.
- 08 EUREKA Impact Evaluation - Effects of Swedish participation in EUREKA projects
- 09 Uppföljning avseende svenskt deltagande i Eurostars. För engelsk version se VA 2012:10.
- 10 Follow-Up of Swedish Participation in Eurostars. För svensk version se VA 2012:09.

VINNOVA Information

VI 2015:

- 01 Insatser för innovationer inom Hälsa
- 02 FFI Årsrapport 2014 - Samverkan för stark svensk fordonsindustri och miljöanpassade samt säkra transporter
- 03 Social innovation - Exempel
- 04 Social innovation
- 05 Årsredovisning 2014

VI 2014:

- 01 Tjänsteinnovationer 2007.
- 02 Innovationer som gör skillnad - en tidning om innovationer inom offentliga verksamheter
- 03 Årsredovisning 2013
- 04 VINNVÄXT - A programme renewing and mowing Sweden ahead
- 05 UTGÅR, ersätts av VI 2015:01
- 06 Din kontakt i EU:s forsknings- och innovationsprogram.
- 07 VINNOVA - Sveriges innovationsmyndighet (För engelsk version se VI 2014:10)
- 08 Visualisering - inom akademi, näringsliv och offentlig sektor
- 09 Projektkatalog Visualisering - inom akademi, näringsliv och offentlig sektor
- 10 VINNOVA - Sweden's Innovation Agency (För svensk version se VI 2014:07)

VI 2013:

- 01 Branschforskningsprogrammet för skogs- & träindustrin - Projektkatalog 2013
- 02 Destination Innovation- Inspiration, fakta och tips från Ungas Innovationskraft
- 03 Inspirationskatalog - Trygghetsbostäder för äldre
- 04 Challenge-Driven Innovation - Societal challenges as a driving force for increased growth. (För svensk version se VI 2012:16)
- 05 UTGÅR, ersätts av VI 2013:14
- 06 Årsredovisning 2012
- 07 Trygghetsbostäder för äldre - en kartläggning.
- 08 Äldre entreprenörer med sociala innovationer för äldre - en pilotstudie kring en inkubatorverksamhet för äldre.
- 09 Fixartjänster i Sveriges kommuner - Kartläggning och samhällsekonomisk analys. (För kortversion se VINNOVA Information VI 2013:10)
- 10 Sammanfattning Fixartjänster i Sveriges kommuner - Kartläggning. (Kortversion av VINNOVA Information VI 2013:09)

- 11 UTGÅR, ersätts av VI 2014:10
 - 12 UTGÅR, ersätts av VI 2013:19
 - 13 När företag och universitet forskar tillsammans - Långsiktiga industriella effekter av svenska kompetenscentrum
 - 14 Innovationer på beställning - en möjlighet till förnyelse och utveckling. UTGÅR
 - 15Handledning - för insatser riktade mot tjänsteverksamheter och tjänsteinnovation
 - 16 UTGÅR, ersätts av VI 2013:22
 - 17 Innovationer på beställning - tidning pm att efterfråga innovationer i offentlig sektor
 - 18 UTGÅR, ersätts av VI 2014:06
 - 19 Arbetar du inom offentlig sektor och brinner för innovationsfrågor? - VINNOVA är Sveriges innovationsmyndighet och arbetar för att offentlig sektor ska vara drivkraft för utveckling och användning av innovationer
 - 20 Programöversikt 2014 - Stöd till forskning och innovation
 - 21 OECDs utvärdering av Sveriges innovationspolitik - En sammanställning av OECDs analys och rekommendationer.
 - 22 Att efterfråga innovation - Tankesätt och processer
- VI 2012:**
- 02 Så blir Sverige attraktivare genom forskning och innovation - VINNOVAs förslag för ökad konkurrenskraft och hållbar tillväxt till regeringens forsknings- och innovationsproposition
 - 03 Idékatalog - Sociala innovationer för äldre
 - 04 UTGÅR, ersätts VI 2013:05
 - 05 Årsredovisning 2011
 - 06 UTGÅR, ersätts av VI 2012:15
 - 07 UTGÅR, ersätts av VI 2013:18
 - 08 Uppdrag att stärka det svensk-kinesiska forsknings- och innovationssamarbetet.
 - 09 Projektkatalog eTjänster. Slutkonferens - summering och reflektioner
 - 10 Hållbara produktionsstrategier samt Tillverkning i ständig förändring - Projektkatalog 2012
 - 11 VINNVÄXT
 - 12 Effekter av innovationspolitik - Tillbakablickar och framtidsperspektiv
 - 13 Banbrytande IKT - Projektkatalog
 - 14 Smartare, snabbare, konvergerande lösningar - Projektkatalog inom området IT och Data/Telekommunikation i programmet Framtidens kommunikation
 - 15 Fordonsstrategisk forskning och innovation för framtidens fordon och transporter
- 16 Utmaningsdriven innovation - Samhällsutmaningar som drivkraft för stärkt tillväxt. (För engelsk version se VI 2013:04)**
- 17Handledning för insatser riktade mot tjänsteverksamheter och tjänsteinnovation.**
- VINNOVA Rapport VR 2015:**
- 01 Bumpy flying at high altitude? - International evaluation of Smart Textiles, The Biorefinery of the Future and Peak Innovation
 - 02 From green forest to green commodity chemicals - Evaluating the potential for large-scale production in Sweden for three value chains
 - 03 Innovationstävlingar i Sverige - insikter och lärdomar
 - 04 Future Smart Industry - perspektiv på industriomvandling
- VR 2014:**
- 01 Vägar till välfärdsinnovation - Hur ersättningsmodeller och impact bonds kan stimulera nytänkande och innovation i offentlig verksamhet
 - 02 Jämställdhet på köpet? - Marknadsfeminism, innovation och normkritik
 - 03 Googlemodellen - Företagsledning för kontinuerlig innovation i en föränderlig värld
 - 04 Öppna data 2014 - Nulägesanalys.
 - 05 Institute Excellence Centres - IEC -En utvärdering av programmet
 - 06 The many Faces of Implementation
 - 07 Slututvärdering Innovationsslussar inom hälso- och sjukvården
- VR 2013:**
- 01 Från eldsjälssdrivna innovationer till innovativa organisationer - Hur utvecklar vi innovationskraften i offentlig verksamhet?
 - 02 Second International Evaluation of the Berzeli Centra Programme
 - 03 Uppfinningars betydelse för Sverige - Hur kan den svenska innovationskraften utvecklas och tas tillvara bättre?
 - 04 Innovationsslussar inom hälso- och sjukvården - Halvtidsutvärdering
 - 05 Utvärdering av branschforskningsprogrammen för läkemedel, bioteknik och medicinteknik
 - 06 Vad ska man ha ett land till? - Matchning av bosättning, arbete och produktion för tillväxt
 - 07 Diffusion of Organisational Innovations - Learning from selected programmes
- 08 Second Evaluation of VINN Excellence Centres - BiMaC Innovation, BIOMATCELL, CESC, Chase, ECO2, Faste, FunMat, GigaHertz, HELIX, Hero-m, iPACK, Mobile Life, ProNova, SAMOT, SuMo & Wingquist.**
- 09Förkommersiell upphandling - En handbok för att genomföra FoU-upphandlingar**
- 10Innovativa kommuner - Sammanfattning av lärdomar från åtta kommuner och relevant forskning**
- 11 Design av offentliga tjänster - En förstudie av designbaserade ansatser.**
- 12 Erfarenheter av EU:s samarbetsprogram - JTI-IKT (ARTEMIS och ENIAC).**
- VR 2012:**
- 01 Utvärdering av Strategiskt gruvforskningsprogram - Evaluation of the Swedish National Research Programme for the Mining Industry
 - 02 Innovationsledning och kreativitet i svenska företag
 - 03 Utvärdering av Strategiskt stålforskningsprogram för Sverige - Evaluation of the Swedish National Research Programme for the Steel Industry
 - 04 Utvärdering av Branschforskningsprogram för IT & Telekom - Evaluation of the Swedish National Research Programme for IT and Telecom
 - 05 Metautvärdering av svenska branschforskningsprogram - Meta-evaluation of Swedish Sectoral Research Programmes
 - 06 Utvärdering av kollektivtrafikens kunskapslyft.
 - 07 Mobilisering för innovation - Studie baserad på diskussioner med 10 koncernledare i ledande svenska företag.
 - 08 Promoting Innovation - Policies, Practices and Procedures
 - 09 Bygginnovationers förutsättningar och effekter
 - 10 Den innovativa vården
 - 11 Framtidens personresor - Slutrapport. Dokumentation från slutkonferens hösten 2011 för programmet Framtidens personresor
 - 12 Den kompetenta arbetsplatsen
 - 13 Effektutvärdering av Produktionslyftet - Fas 1: 2007-2010.



VINNOVA stärker Sveriges innovationskraft

POST: VINNOVA SE-101 58 Stockholm BESÖK: Mäster Samuelsgatan 56
+46 (0)8 473 3000 VINNOVA@VINNOVA.SE VINNOVA.SE