Tredje Vågens Automation

KRITISKA FAKTORER FÖR FRAMGÅNGSRIK INDUSTRIELL DIGITALISERING

Slutrapport för projektet PiiA Lean Automation Business

Västerås i mars 2014

Blue Institute | Örjan Larsson
Mälardalens Högskola | Magnus Wiktorsson
SICS Swedish ICT | Stefan Cedergren

Förord

Den 9 februari 2011 togs första steget till en nationell strategisk agenda för processindustriell IT och automation i Sverige. Ett seminarium hade anordnats på Grand Hôtel i Stockholm och bland delegaterna fanns representanter från både näringsliv, akademi och myndigheter. Seminariet slutade i enighet om behovet av en nationell strategisk agenda för automationslösningar. Processindustrin angavs som den prioriterade målgruppen. Deltagarna gav seminariearrangören uppdraget att samla lämpliga aktörer för att formulera en agenda och att ansöka om ett Strategiskt Innovationsprogram. Projekt fick så småningom namnet Process industriell IT och Automation - **PiiA**.

För att garantera ett marknadsmässigt perspektiv inför det fortsatta arbetet fanns ett behov av att analysera området med globala referenser. Tankesmedjan *Blue Institute* gavs uppdraget att genomföra en sådan studie under vintern/våren 2013. Rapporten - *Den Tredje Vågens Automation* - identifierade drivkrafter på makronivå och konsekvenserna av industriell omvandling på flera plan. Ytterst att digitalisering av industrin är ett av de bärande argumenten för den nästa industriella revolution som alltfler politiker och debattörer refererar till. Utredare och författare till rapporten var Örjan Larsson vid Blue Institute.

I rapporten genomfördes också marknadsstudier som indikerade att teknik för fortsatt automatisering av industriprocesser kommer att vara starkt efterfrågad, med förmodad fortsatt god lönsamhet och en tillväxt kraftigt över det industriella genomsnittet.

PiiA har som innovationsprogram under året väckt stort intresse i olika fackindustriella sammanhang, som konferenser och workshops. Föreläsningar och möten har gett utrymme till dialog med industrin, såväl med stora företag som med små och medelstora. Det är en dialog som till stor del ligger till grund för den kvalitativa delen och dess slutsatser som presenteras i denna rapport.

Hösten 2013 beviljade VINNOVA anslag för den föreliggande strategiska *förstudien* vars syfte är att mot bakgrund från rapporten Tredje Vågens Automation del I, i dialog med berörda företag i näringen identifiera kritiska faktorer för framgångsrik industriell digitalisering. Utredare och författare till rapporten har varit Örjan Larsson, Magnus Wiktorsson och Stefan Cedergren.

Rapporten Tredje Vågens Automation del II avslutas i två rekommendationer - den ena är en skiss för PiiAs strategiska aktiviteter och den andra är en rekommendation om ett följdforskningsprogram med inriktning på affärslogik, affärsmodeller i industriella värdesystem med digitaliserad miljö. *Dessa rekommendationer är fortfarande under utredning och diskussion och kommer att publiceras senare.*

Stockholm i mars 2014

Göran Liljegren
Styrelseordförande, Blue Institute

Innehållsförteckning

Inledning **4**
Studiens genomförande 4
Nästa S-kurva heter Digitalisering **8**
Industry 4.0 11
Den digitala S-kurvan 11
Kritiska faktorer för framgångsrik industriell digitalisering **14**
Digital Teknik 14
Industrins Utmaningar 18
Vad krävs? 19
Processer och Värdekedjor 20
Utmaningen… 22
Vad krävs? 23
Affärsmodeller 24
Utmaningen… 27
Vad krävs? 27
Kompetens 29
Utmaningen… 32
Vad krävs? 33
Referenser 34
Appendix **35**
Appendix I. Vägen Framåt 35
Appendix II. Digitaliseringen är en stor möjlighet för Automationsindustrin 35

Inledning

I den första delen av rapporten *Tredje Vågens Automation*[1] som arbetades fram i samband med PiiAs ansökningsprocess, prövades automationsmarknaden mot de makroekonomiska utsikterna när det gäller råvaror och nya marknader som öppnas när Kina mognar som ekonomi. Samtidigt uppstår i samma utveckling ny konkurrens som i förlängningen också kommer att beröra automationsindustrin.

Enligt en marknadsstudie som gjordes i rapporten kan förväntad tillväxttakt för automationsbranschen ligga 50 procent över generellt industriproduktionsindex under kommande konjunkturcykel. Att jämföra med ca 30 procent under den gångna[2]. Eftersom marknaden är väl konsoliderad med en diversifierad kundbas och etablerade marknadskanaler finns också förutsättningar för att branschen skall ha fortsatt god lönsamhet.

Den här studien har fått undertiteln ”Kritiska Faktorer för Framgångsrik Industriell Digitalisering”. Syftet med den är att identifiera och analysera kritiska faktorer i termer av utmaningar och krav för att nå framgång. Ytterst hur de ska leda till konkurrenskraftiga svenska företag både för de som använder automation och för de som utvecklar, tillverkar och säljer den på en global marknad.

I en kommande bilaga till rapporten skissar vi också på olika idéer och förslag på aktiviteter och projekt som syftar till att stödja processen framåt.

Studiens genomförande

Det första steget i studien baseras på ett större antal samtal med personer inom industrin och andra relevanta organisationer[3]. Ett antal fackkonferenser har besökts[4]. Internationella föreläsningar tillgängliga via videomedia har gåtts igenom och en mängd artiklar har studerats osv.

Undersökningen har gett uppslag till en mängd faktorer som kan vara kritiska för effektiv tillämpning av IT och automationsteknik, och några av dem speciellt viktiga för att skapa marknadsvärden. Processmässigt har det varit nödvändigt att begränsa antalet potentiella faktorer för fortsatt bedömning.

Efter att vissa områden slagits i hop återstod tio områden för ytterligare värdering:

- Affärsmodeller
- Drift/Underhåll
- Implementering
- Kompetens
- Nya Aktörer
- Policy/Lagstiftning
- Processer
- Standardisering
- Säkerhet/Integritet
- Teknik

[1] Blue Institute för PiiA, Den tredje vågens automation, 2013
[2] Credit Suisse, Global Industrial Automation, augusti 2012
[3] Exempel: ABB, AGA, SCA, SÖDRA, Volvo, Prevas, ÅF, LKAB, Bombardier, SAAB Combitech, TIETO, SAP, Siemens, MDH, LiU, KTH, UmU, LTU, Automation Region, ProcessIT, PIC, Rockwell mfl.
[4] Exempel: PLM Innovation Forum, Process IT-dagen, IBM, SAP, Dataföreningen, IUC, Automation Summit, STREAM Workshop, 3DExperience Customer Forum, mfl.

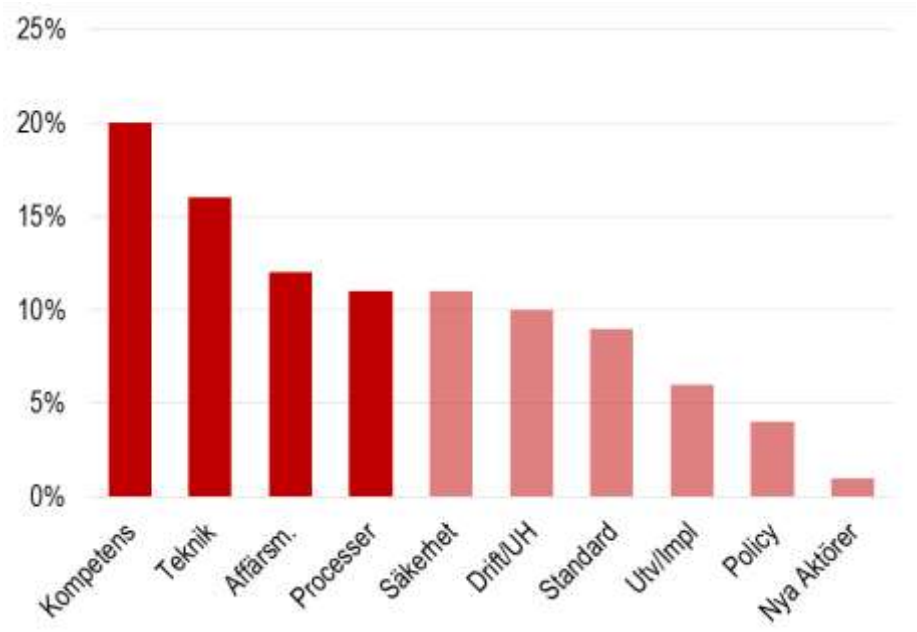
I **det andra steget** har litteratur-, rapport- och artikelstudier gjorts[5] där även global referenser värderats och vägts in. Instuderingen har skett av såväl tekniska artiklar och rapporter som marknadsstudier och studier som berör kompetens och organisation. Syftet har varit att göra en kvalitativ bedömning av studieobjektet som helhet och om relevansen av urvalet i det första steget.

Det tredje steget i processen har gått ut på att ytterligare reducera antalet faktorer och prioritera de som kan ha mest påverkan när det gäller att omsätta IT- och automationsteknik till affärsmässig konkurrenskraft.

Metoden som använts är en enkel och riktad enkätundersökning. Respondenterna[6] som till antalet är ett fyrtiotal har valts med hänsyn till deras kunskapsposition inom industrin och IT- och automationsområdet (seniora chefer och specialister). I enkäten presenterades de tio faktorerna och deltagarna ombads att prioritera fyra av dem med inbördes ordning.

Resultatet av enkäten är inte statistiskt säkerställd, men den sammanvägda kvalitativa bedömningen satt i perspektiv av hela studien gör att vi indikativt kommer fram till att följande fyra områden (ur urvalsramen) är speciellt kritiska för att det skall skapas konkurrensvärden i produktionen med digitalisering som utgångspunkt:

1. Kompetens
2. Teknik
3. Affärsmodeller
4. Processer



Figur 1: Resultat av enkät. Källa: Projekt LAB, Örjan Larsson, 2014

[5] Referenserna redovisas löpande i rapporten och i källförteckningen.
[6] Innventia, Aspentech, Valmet, Combitech, Prevas, Iggesund, Lovak, ABB, Motion Control, Vinci, Maxima Tecc, Teknikföretagen, Prevas, Stora, Vattenfall, Ragn Sells, Bergen Energi, SP, Bold Printing, Grontmij, Robotdalen, Boliden, SCA, Valmet, Fortum, Eurocon, ÅF, LKAB, Honeywell, AGA, Södra, VLL, Rockwell

I rapporten utvecklar vi de fyra första faktorerna och övriga kommenteras när det är befogat i den löpande texten. Två noteringar är dock värda att göras redan nu:

- Den ena är att *säkerhet och/eller integritet* värderas högt. En tolkning är att riskerna med bristande IT-säkerhet och hot mot anläggningar och människor bedöms så betydande att de kan *hindra* utvecklingen. Snarare än att den möjliggör den. Säkerhet är ett område som berörs i ett speciellt projekt inom PiiA, och det är rimligt att denna aspekt beaktas i det arbetet.

- En annan notering är att *nya aktörer* ges låg betydelse. En tolkning är att bedömningsramen av industriell IT och automation är konventionell och inte beaktar att discipliner som Big Data Analytics och Internet of Things har uppstått ur helt andra miljöer, men nu introduceras i industrin. Det finns stor sannolikhet att nya aktörer på det sättet får fotfäste på de industriella marknaderna. Samtidigt finns det anledning tro att teknikbarriärerna för riktigt processkritiska system kommer att fortsätta att vara höga och skydda de etablerade leverantörerna.

Processen har slutförts med en undersökningsmetodik som vi kallar Blue Room-meeting. Det är en mötesmetodik som bygger på dialog med experter där man tillsammans med utredarnas underlag kritiskt granskar - validerar rimlighet och relevans - samt kreerar framåtriktade aktiviteter som kan utgöra lösningar. Studien har diskuterats i Blue Room där projektteamet mötte professorerna *Göran Liljegren, Staffan Brege* och *Mats Abrahamsson* från Linköpings Universitet, *Benjamin Ståhl* från Blue Institute tillika Ass. Professor LiU, *Mats Kinnwall* och *Madeleine Sunding,* analyschef respektive reasearcher i Blue Institute. Syntesen av Blue Room har bidragit till och arbetats in i rapporten i relevanta delar.

Figur 2: Modell över studien där de fyra mest kritiska faktorerna illustreras som "hörnstenar". Källa: Projekt LAB, Örjan Larsson, 2014

Rapporten är utöver inledningen uppdelad i två avsnitt:

- I den första delen utvecklas idén om att utvecklingen drivs av teknisk utveckling som *möjliggör* (och som till stor del skapas mer effektivt på andra marknader än tillverkningsindustrins - som

konsument och media), samtidigt som industrin är i behov av ett nytt produktivitetsparadigm. Den nya S-kurvan.

- I avsnitt två görs en fördjupning av de kritiska utvecklingsområdena som definierats i utredningen. För varje faktor/område görs en utredande analys och en problematisering under rubriken utmaningar. Utmaningarna möts med en diskussion om behovet av kunskap, förmågor och aktiviteter. På så sätt identifieras gap som adresseras i rekommendationerna om följdaktiviteter.

Rapporten avslutas med en lista på idéer för kunskap och framgång där projektet övergår i kontinuum som en strategisk resurs för PiiA. Samtidigt öppnar studien för både följdforskning och för nya koordineringsnivåer mellan andra befintliga eller framtida strategiska Innovationsprogram.

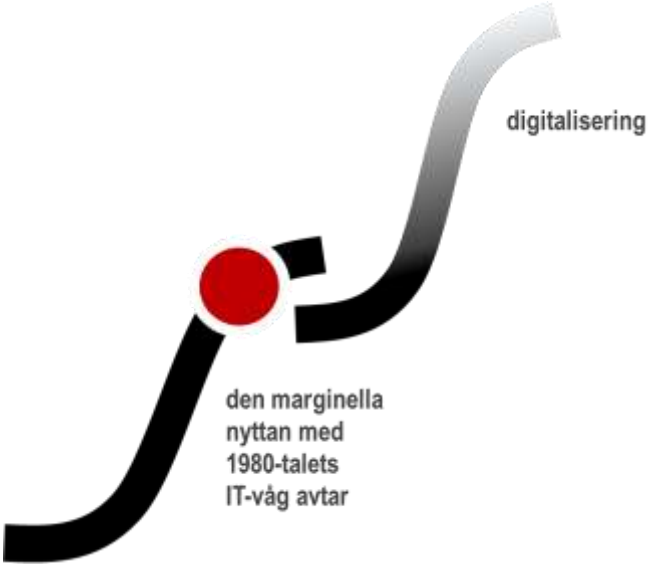
Nästa S-kurva heter Digitalisering

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 nittiotalets stora investeringar i styrsystem för process- och robotteknik ger fortfarande ringar på vattnet som ständigt förbättrad produktion. Så mycket som 40 % av produktivitetsförbättringarna i världen de senaste decennierna antas vara resultat av utveckling enligt Moores lag[7].*

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 alltmer 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[8]* - 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 verksamhetssystem[9]. Den betydelsen är fortfarande relevant och utvecklingen går mot allt 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[10]. Av det är 40 MUSD fältutrustning.

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. Marginalkostna-

[7] 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
[8] Se även appendix.
[9] ABBs finansiella kris gjorde dock att den mycket framsynta satsningen kom av sig.
[10] Credit Suisse, Global Industrial Automation, augusti 2012

den för att samla information och kommunicera går ner lika dramatiskt. Molntjänster skapar transparens, och metodutveckling gör det möjligt att i realtid och kostnadseffektivt förädla värden bland extrema mängder av svårfångad information.

Vi befinner oss i växlingen mellan tidigare tekniska innovationers avtagande nytta och förnyelse av sättet att betrakta industriell produktion där informationen är en strategisk resurs. Detta kräver investeringar i det vi kallar **digitalisering.**

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.

Det är med dessa utgångspunkter som vi i denna studie ger en översikt över utvecklingsläget och identifiera kritiska faktorer som vår utredning visar är viktiga för den framtida konkurrenskraften. De fyra områdena är **digital teknik, processer, affärsmodeller** och **kompetens.** Det innebär en avgränsning där andra förmågor som kan påverka ett företags, bransch eller en nations attraktivitet *inte* ingår i analysen. Exempel på sådana egenskaper kan vara image, design, tillgänglighet, arbetskraftskostnad eller valutafördelar.

En relevant fråga är hur långt transformeringen mellan S-kurvorna har kommit? Vissa konsultföretag har närmat sig den frågan med dels ett europeiskt perspektiv - *Booz & Co*[11] - och dels genom två globala rapporter där *Capgemini Consulting och MIT Sloan*[12] står som författare.

Rapporterna har olika utgångspunkter men kommer till liknande slutsatser. Capgemini/MIT:s studie grundar sig på undersökningar av 400 större företag i världen. Enkäterna har kompletterats med 157 djupintervjuer av seniora chefer i 50 företag. I Booz studie har man bearbetat officiell EU-statistik. I alla tre undersökningarna kommer man fram till att utvecklingspotentialen är mycket stor. Eller rättare sagt att utvecklingen bara har börjat.

I *Booz & Co* studie har man från Eurostats-27 statistik[13] skapat ett index (0 - 100) som speglar digitalisering som relationer med leverantörer, den egna förädlingsprocessen och mot kunderna. Dessutom har man vägt in infrastrukturfaktorn.

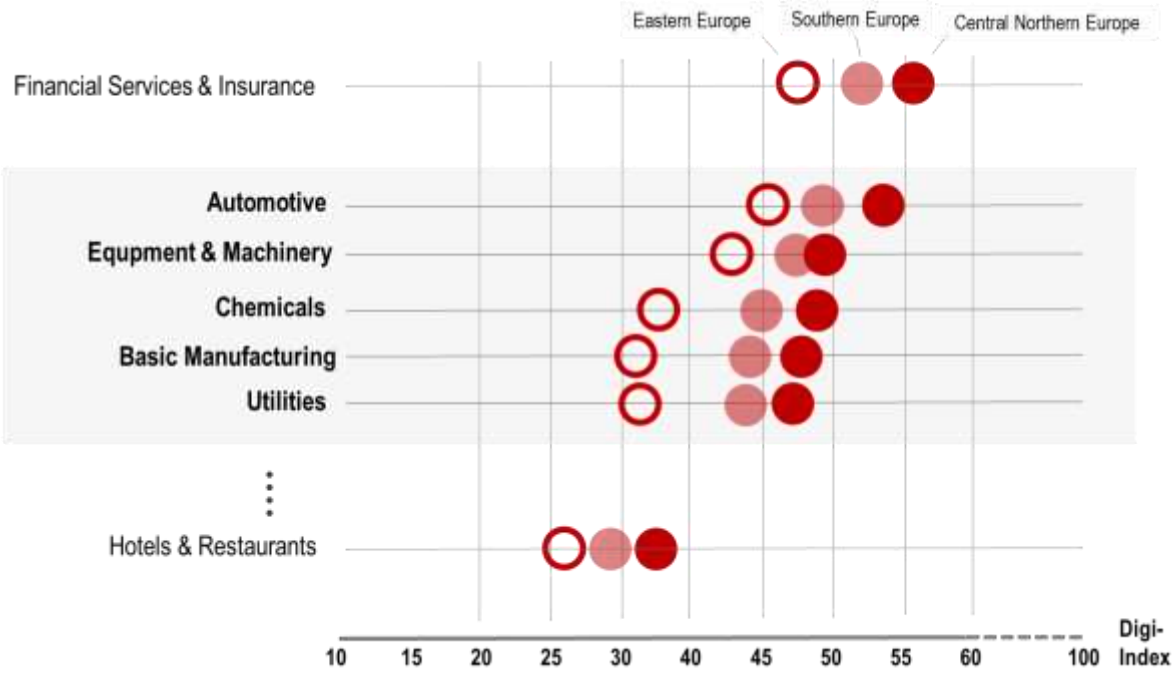
---

[11] Booz & Co, Measuring Industry Digitization Leaders and Laggards in the Digital Economy, 2011

[12] Capgemini/MIT Sloan, The Digital Advantage: How digital leaders outperform their peers in every industry, 2013

Capgemini Consulting, Operational Excellence through Digital in Manufacturing Industries, 2013

[13] The European Union's statistical agency, under its 2011–15 information society benchmarking framework. Among other dimensions, the program captures data on how many companies (of the total number of companies with 10 or more employees) use or have deployed various elements of digital infrastructure, tools, platforms, and management capabilities and policies.



Figur 3: Modell för bedömning av nivån på "digitalisering" dvs. förmågan att dra nytta av IT och automation för att skapa ekonomiska värden. I grafen jämförs olika branscher och regioner och spridningen är stor. Index = 0 - 100 enheter. Källa Booz & Co, 2011

Den detaljerade eurostatistiken gör det möjligt att förutom att särskilja olika branscher även se geografiska skillnader inom Europa. Av det går det att dra slutsatsen att när teknikutbudet globalt är lika är det *förmågan att skapa värde för kunder och för företagen själva* som är avgörande. Den förmågan skiljer sig stort mellan länder och mellan branscher och är i själva verket helt kritisk för att den verkliga konkurrenskraften skall öka. Tekniken är en möjliggörare.

Utgångspunkten i den här studien är att identifiera de kritiska faktorerna för ökad konkurrenskraft då IT- och automations- utvecklingen söker en växling som bryggar över i nästa S-kurva. Det är en lika central utgångspunkt att förstå *hur och vad* som gör att konkurrenskraft skapas i varje kritisk faktor. Och det är *målet* med detta och kommande arbeten att ge förutsättningar för att utveckla och omsätta kunskapen till industriell nytta och konkurrenskraft för svensk process-, tillverknings- och automationsindustri.

Det här avsnittet summeras upp med en beskrivning av det hittills mest omskrivna initiativet till ett nytt och konkret industriparadigm, **Industry 4.0** i Tyskland - där de politiska motiven liknar ambitionen med de svenska Innovationsprogrammen. Sist ges en sammanfattning av den teknikutveckling som ska göra det möjligt för industrin att ta steget till nästa S-kurva.

Industry 4.0

”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 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. Från ingenjörer till företagsledning.

Fyra-punkt-noll hänvisar till idén om att världen gått igenom tre industriella faser och att den fjärde som kommer, bygger på kombinationer av Internet, inbäddad digital teknik och hanteringen av stora datamängder.

Fenomenet kallas **Cyberfysiska System** och ska leverera marknaden produkter som under tillverkningsprocessen och sedan under hela livslängden försörjer sig själva och delar med sig av information.

Det innebär att till exempel en bil byggs av komponenter som ”föds” med och bär med sig sin identitet i form av egenskaper och funktion. I tillverkningsprocessen kan den bestämma färg, tillbehör, kundspecifika egenskaper osv. Under hela livscykeln levererar den data om servicebehov, rekommenderar förbättringar och skvallrar om kundernas beteenden. Datamängderna från sådana komponenter kommer att växa till oöverblickbara mängder och måste hanteras med hjälp av speciell metodik - det som kallas Big Data Analytics.

Den politiska agendan bakom Industry 4.0 förutsätter att avancerade tillverkningsindustri fortsätter att vara ryggraden i tysk ekonomi. Den beskriver en vision om smarta produktionsmetoder, grön produktion och urban produktion - dvs. produktion med låg miljöpåverkan, lönsam i korta kundanpassade serier och praktiskt och kognitivt anpassad till människor och det faktum att människor kommer att jobba längre upp åldrarna.

Som nationellt kraftsamlingsfenomen är Industry 4.0 inte bara politiskt intressant, det anvisar och går före i en riktning mot att information är en produktionsresurs vid sidan om pengar, humankapital och hårda tillgångar.

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 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.

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).

Sensornätverk och hanteringen av stora datamängder kan göra samhället mycket mer transparent vilket är förutsättningen för effektivt resursutnyttjande. I en rapport från General Electric[14] 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.

Figur 4: De industriella värden som kan skapas av data i egenskaperna mängd, hastighet och mångfald. Källa: Blue Institute, 2014.

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 år[15]. 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 exabyte[16] under 2010[17]. Det motsvarar 100 000 bibliotek i samma storlek som Library of Congress - världens största bibliotek.

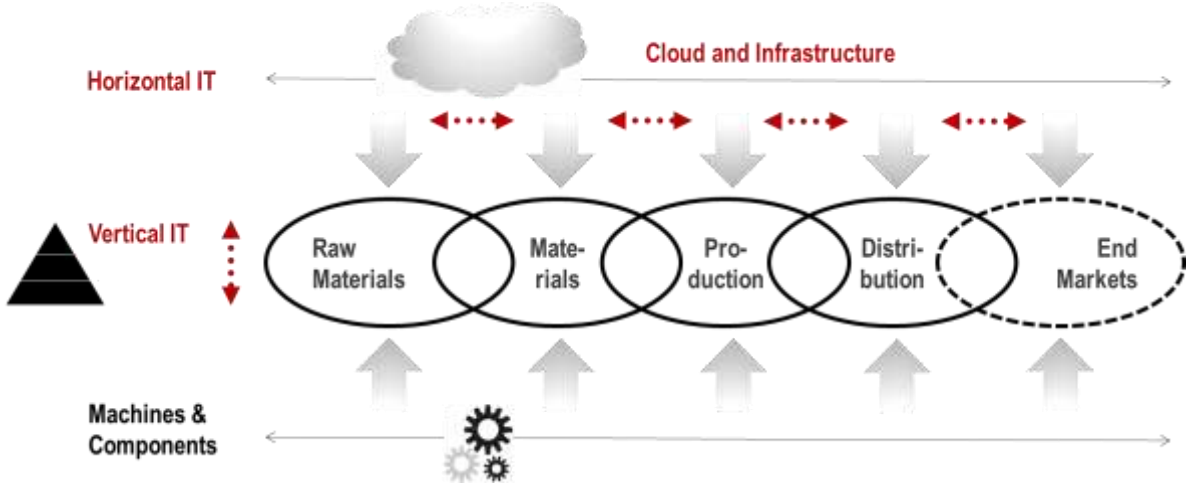
Six decades into the computer revolution, four decades since the invention of the microprocessor, and two decades into the rise of the modern Internet, all of the technology required to transform industries through software finally works and can be widely delivered at global scale...

Marc Andreessen
the Wall Street Journal

En utbyggd infrastruktur i form av molntjänster och höga kommunikationsprestanda - *Horisontell IT* - gör det möjligt att öka transparensen och effektivi-

[14] GE, Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines, 26 November, 2012
[15] MGI, Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity, 2011
[16] Exabyte - en triljon byte - tusen petabyte. (Exa står för en etta följd av 18 nollor) Tusen exabyte blir en zettabyte
[17] BIG - Big Data Public Private Forum - ett EU 7-ramprogram | avser data från automation-, supply chain management- och Product Life Cycle- system

teten 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.



Figur 5: Schematisk struktur över hur produktionssystemen digitaliseras. Vertikal IT är den nivå som mäter, styr och övervakar maskiner och processer. Horisontell IT är förenklat "molnnivån" som ser till att värdesystemen och produktionsflödena blir transparent och hålls samman. Källa: Blue Institute 2013.

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.

Kritiska faktorer för framgångsrik industriell digitalisering

Avsikten med denna studie förklaras i dess anslagsansökan som ***att identifiera kritiska kunskapsområden inom automation med relevans för marknad och konkurrenskraft****. Områden som strategiskt blir viktiga att bearbeta och bevaka. Processen för att identifiera dem ska ske med insikt från industrin och andra relevanta intressenter.*

Målet - som det uttrycks i ansökan - är ett **fortsatt projekt** i kontinuum som med utgångspunkt i förstudiens resultat kan vara en resurs och en mötesplats för faktaspridning, inspiration och samtal där PiiA-konsortiet intressenter kan delta. Där syftet är att kontinuerlig garantera strategisk höjd i alla PiiAs aktiviteter.

Figur 6: En plattform som prövar och levererar "state of the art" kunskap om strategisk teknikutveckling, affärsmodeller, Supply Chain och kompetens. Källa: Blue Institute, 2014

För varje faktor - Teknik, Processer, Affärsmodeller och Kompetens - följer nu en utredande beskrivning följd av problematisering under rubriken *Industrins utmaningar.* Utmaningarna möts till sist med en utveckling av tänkbara *Förmågor och aktiviteter för framgång*.

Digital Teknik

Vi översköljs av nya termer och begrepp som symboliserar digital teknikutvecklingen och samhällets digitalisering. Centralt är olika typer av datamängder som hjälper oss till ny kunskap som kan revolutionera sättet vi bedriver affärer och lever våra liv. Under de senaste tio åren har det skett dramatiska förändringar inom områden kopplade till sådana datamängder. De kan delas in i tre delar: hur de genereras, hur de lagras och kommuniceras, samt hur de kan bearbetas och analyseras. Hanteringen av datamängder är i sig en kostnad men stora värden kan också skapas och möjliggöra nya typer av eller radikalt förändrade tjänster och produkter. Även om utvecklingen de senaste åren varit dramatisk pekar allting på att vi endast är i början av en mycket mer revolutionerande förändring.

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 Internt 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.

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 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 finns 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 slut[18]. I en rapport från IEEE[19] nämns till och med siffror som en trillion uppkopplad 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 sort 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 servrar finns inte fysiskt och kan därför flyttas runt och skalas upp eller ned under drift utan att påverka slutanvändaren.

[18] Ny Teknik, 7 mars, 2014
[19] IEEE special rapport Internet of Things mars 2014

I vanligt språkbruk brukar molnet utgöra 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 servrar i ett datacenter på en avlägsen plats så att slutanvändaren 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, webbservrar, 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.

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 allt större utsträckning också industriella tillämpningar.

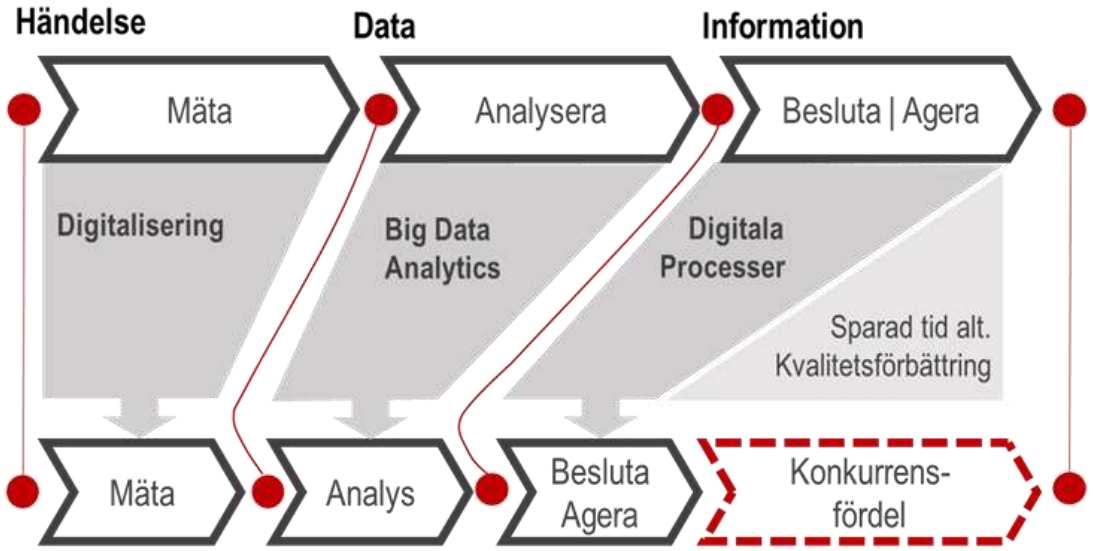
Datamängder växer i storlek genom data från mobila enheter, programvaruloggar, kameror, mikrofoner och trådlösa sensornätverk. Antalet smarta mobiltelefoner i världen beräknades vara 1,4 miljarder i slutet av 2013 och den siffran ökar till 5,6 miljarder år 2019, vilket motsvarar mer än 60 procent av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

Samtidigt har världens tekniska kapacitet att lagra information fördubblats var fyrtionde månad sedan 1980-talet. Med början år 2012 skapas 2,5 exabyte (2,5 × 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* investerar[20] 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 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.



Figur 8. Illustration av hur produktiviteten ökar genom att tiden för de olika faserna dramatiskt minskar med hjälp av den digitala tekniken [21].

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

[20] Computerworld UK, 11 mars, 2014
[21] BCG Perspectives, december 2013.

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.

Industrins Utmaningar

Under sent 1970-tal och under åttiotalets för-globaliseringsperiod var processindustrin tidiga med att ta till sig den mest avancerade IT- och automationstekniken. Det gällde inte minst Sverige där både massa-, pappers- och gruvindustrin var föregångare mätt med internationella mått. Samarbeten mellan industrin och den svenska IT- och automationsbranschen banade väg för framgångar på världsmarknaden. Men i takt med att teknikförnyelsen framskred och produktivitetsvinsterna togs hem, klingade också utvecklingsambitionen av. Incitamenten för att utveckla mer och bättre var inte tillräckligt tydliga för enskilda företag, bruk eller verk.

Frontlinjen togs över av andra branscher och globaliseringen av industrin hade inte varit möjlig utan den digitala informationstekniken.

I den här studien har vi satt betydelsen av IT och automation i nästa utvecklingssammanhang och kallat den *Digitalisering*. Nästa S-kurva. Vi har valt att se informationsteknik som en *enabler* - en produktionsfaktor som lyfter och gör andra processer och system möjliga. Produktionssystemen på väg att nu växa fram kännetecknas speciellt av två egenskaper:

- Att mängden information kraftigt kommer att öka och förädlas i allt mer intrikata system som via processer och affärsmodeller omsätts till ekonomiska värden.

- Att information allt tätare binds till de fysiska produktionsflödena till den nivå där de inte går att skilja åt, som i den tyska strategin om cyberfysiska system[22]. Det innebär att produkten

[22] Securing the future of German manufacturing industry, Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, Final report of the Industrie 4.0 Working Group, 2013

också *blir* information och sin affärsmodell under hela sin livscykel och kan påverka sin omgivning.

Digitalisering är genom sin totala horisontella och vertikal penetration av företag och hela försörjningssystem mycket mer än en *teknikfråga.* Den måste ses som en strategisk fråga och för många företag förmodligen en överlevnadsfråga. Industrins största utmaning består i att mobilisera för en utveckling som troligt kommer att ledas av de nya industriekonomierna. Det erfarenhetsförsprång som svensk industri har är nödvändigt att ta tillvara därför att utvecklingen kan visa sig gå extremt fort.

Vad krävs?

Företags förmåga att tillgodogöra sig värden som digitaliseringen (fenomen som Big Data Analytics, Molnen och Internet of Things) kan ge omfattar både strategiska fördelar och utvecklade affärsmodeller, operativa vinster och helt nya intäktsströmmar:

Datamängder ska användas för att öka strategisk insikt i händelser och fenomen som händer enstaka gånger eller oregelbundet. I operativ mening kan samma datamängder användas för analys och åtgärder i den löpande verksamheten. Inte minst är det en möjlighet att förbättra det förebyggande underhållet och minska oplanerade stopp.

En viktig faktor för framgång är de tidsvinster som högre datorkapacitet och allt bättre metoder kan ge. Tidsvinster uppnås i alla led - i mätning, i analys och beslut samt åtgärder. De relativa tidsvinsterna (jämfört med andra metoder eller äldre tekniska plattformar) utgör en konkurrensfördel och kan alternativt användas för att påverka andra värden som berör kvalitet eller kundvärden.

Nya intäktsströmmar kan skapas på befintliga produktplattformar genom att addera värdefulla data eller att skapa kompletterande eller helt nya affärer baserade på informationsströmmar.

> ***EXEMPEL: Industrial dark data innebär data som maskiner lagrat i olika övervakningsloggar, kanske under många år. Sådant data kan visa sig innehålla stora värden om det kan tas fram och analyseras med metoder som inte fanns för bara ett par år sedan. Sådan informationsförädling kan bli till nya produkter som hjälper industrin att både minska oplanerade stopp och öka produktiviteten.***
>
> ***Blue Institute, 2014***

Processer och Värdekedjor

En av de viktigaste funktionerna i tillverkande företag är dess förmåga till anpassning, förbättring, och snabb respons på förändringar och störningar. Det blir allt mer avgörande för att kunna fatta rätt beslut, ofta med mycket kort varsel. Vi ser att en digitalisering inom företagens operativa processer och tvärs företagens värdeskapande nätverk kommer att skapa radikalt nya förutsättningar för konkurrenskraft och långsiktig ekonomisk och miljömässig hållbarhet.

Konkurrenskraft skapas ofta genom innovativa och effektiva processer. Genom effektiva processer och ekonomiska marginaler kan resurser ägnas åt nyutveckling, investering och förbättring. För att nå effektiva produktionsprocesser behöver företag behärska två dimensioner där en digital teknikutveckling har en central roll:

För det första måste man vara medveten om den **nuvarande situationen i sina processer**. I detta perspektiv kan informationsteknologi låta processer och resurser kontinuerligt samverka inom värdekedjan för att nå ett allt mer resurseffektivt och produktivt läge. Integrationen av ERP, CRM, MES etc. är led i den riktningen.

För det andra måste man ha en god uppfattning om ett **tänkt framtida tillstånd**. I detta andra perspektiv gör IT det möjligt att prediktera och kommunicera kring nödvändig utveckling, skapa beslutsunderlag och till och med aktivt styra processer baserat på en förväntad utveckling.

En ökad digitalisering genom alla operativa processer - genom hela värdekedjan - ger en möjlighet till en mer flexibel organisationsstruktur. Information är inte längre lokal, och prognoser och operativ planering kan bygga på integrerad information och processer tvärs företagets funktionella och regionala enheter. Dolda synergier i produktion och logistik kan förverkligas. Runt millennieskiftet rapporterades om en rad olika framgångsrika e-handels- och e-supply chain koncept[23], som t ex Ciscos integrerade nätverk av partners, kunder, leverantörer och anställda[24]. Yran avstannade något under en tid, men idag har mycket realiserats i teknik och lösningar som förutsågs under IT-boomen.

Inom konsumentvarusektorn, som t ex Walmart[25], är det idag ett mycket utbrett användande av avancerad prognosanalys, RFID, trådlös utrustning, lagersystem, system för visibilitet och spårbarhet[26] mm. Underhållsservice och kundsupport är andra områden som har sett radikala steg i produktivitet och värde genom integrerade service management system.

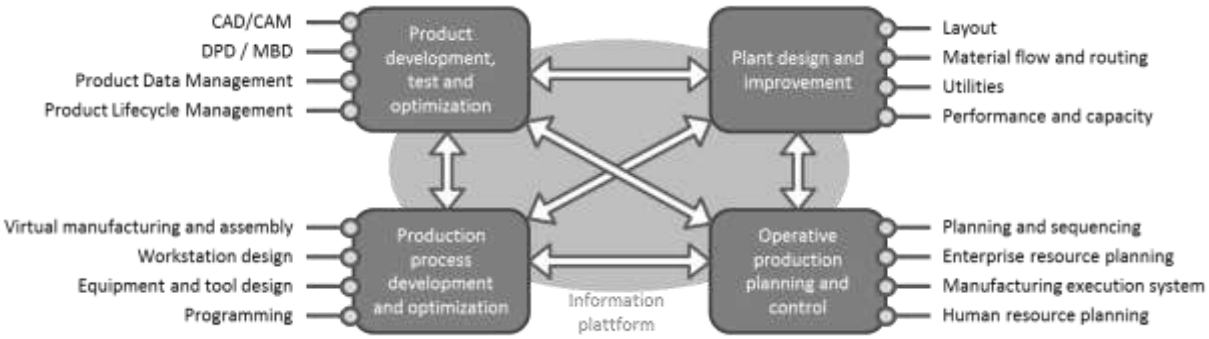
I dagarna lanserade *Amazon* "anticipatory shipping" där varor skickas till ett lager eller lastbil i närheten av en förväntad köpare tills ordern görs på riktigt.

Inom verkstadsindustri har digitaliseringen hittills skett relativt funktionellt. Olika funktioner som produktutveckling, produktion, inköp, marknad etc. har sina olika digitala system, med olika mognadsgrad. På fabriksnivå har användandet av digital driftsdata funnits under en längre tid, men ofta i ganska isolerade delar. Det kan ses mot bakgrund av de omfattande och ganska ensidiga investeringarna i ERP-system som tidigare gjorts. En stor del av produktions- och produktplaneringen stöds dock idag av digitala verktyg.

Tillverkning var ett av de tidigaste områdena att utnyttja simulering i analys, utvärdering och optimering av komplexa system, och simulering kan användas på olika planeringsnivåer och -stadier för att

[23] T ex Amit R., Zott, C. (2001) “Value Creation in E-Business”. Strat. Mgmt. J., 22:493–520.
[24] Business Intelligence, “Cisco Case Study, Managing the e-Supply Chain”, 2001
[25] Ivy Thesis, “Walmart’s Supply Chain Management”, Jan 2009
[26] Capgemini, “Operational Excellence through Digital in Manufacturing Industries”, 2013

stödja produkt -och produktionsplanering. Begreppet Digital Factory lanserades under 90-talet som en efterföljare till t ex computer integrated manufacturing (CIM) och kan idag sägas omfatta fyra delar där en digitalisering stöttar kritiska utvecklings- och driftsprocesser på fabriksnivå.



Figur 13: Fyra kritiska delar inom utveckling och drift i visionen kring Digital Plant. Källa: Wiktorsson/MDH, 2014.

Inom integrerad **produktutveckling** finns många kommersiella verktyg tillgängliga, exempelvis Catia. Pro / Engineer, Solidworks, Unigraphics NX -serien, Solid Edge, AutoCAD etc. Inom utvecklingsavdelningar har den utbredda användningen av digital teknik lett till att uppgifter och beslut som tidigare krävde hårdvarumodeller eller prototyper kompletterats eller helt ersättas av digitala metoder.

När det gäller **processutveckling och -optimering** men även **fabriksutformning** finns många verktyg tillgängliga för specifika ändamål. Inom fabriksutformning finns kommersiella lösningar, t.ex. Siemens Tecnomatix och Dassoults Delmia. På utrustnings- och cellnivå finns t ex Robcad, Robosim och även utrustningsleverantörernas egna system, t ex ABB's RobotStudio, KUKA's KUKA.Sim och Motoman's MotoSim. Men det finns fortfarande en brist på öppna integrationsmöjligheter mellan verktyg och planeringsnivåer, och stöd för multikriteria-optimering.

Slutligen när det gäller integrationen av utvecklingsverktyg till **operativ produktionsplanering och styrning** på fabriksgolvet återstår fortfarande mycket och det är kanske den mest omogna delen av en helt sammankopplad vision av en digital fabrik. Intern integrering av operativ produktionsplanering och styrning är dock mer moget och stora framsteg har gjorts i att knyta samma distribuerade driftsdata med mer övergripande MES och ERP-system under de senare åren. De verkliga och virtuella världarna kommer att knytas ytterligare samman genom Internet of Things och 5G. Dessutom, genom att integrera driftdata med utvecklingssystemen kan processerna kontinuerligt optimeras på prestanda, resurs- och energiförbrukning och utsläpp.

Integration av information är en av de viktigaste förutsättningarna för digitala processer. En internetbaserad system- och tjänsteplattform behöver vara på plats baserat på öppna standarder för en gemensam referensarkitektur för produkt -och produktionssystem.

Shah[27] redovisar hur processindustrins värdekedja står inför ett antal utmaningar och möjligheter där digitalisering kan skapa helt nya värden. Utmaningarna omfattar en omställning från produktfokus till erbjudandebaserade affärer. Att erbjuda livscykelbaserade lösningar, att verka i en mer dynamisk och föränderlig marknad, att erbjuda kundanpassade specialprodukter till massproduktionskostnad, samt att utvärdera, rapportera och förbättra sin miljömässiga och sociala påverkan genom hela värdekedjan.

[27] Shah, N. (2005) "Process industry supply chains: Advances and challenges" Computers and Chemical Engineering 29:1225–1235.

Författaren pekar på processindustrins tillverkningsprocess där flexibilitet och omställbarhet är outvecklade områden, där processindustrin inte greppat kundanpassning fullt ut genom t ex kundnära anpassning av slutprodukten. Han pekar också på hur denna industris värdeskapande nätverk kommer att se helt annorlunda ut i framtiden, liksom att det kommer skapas helt nya nätverk. Allt baserat på starka drivkrafter som materialbrist, miljökrav, säkerhetsaspekter etc. Informationsteknologin är identifierad som en kritisk möjliggörare för etableringen av morgondagens processindustri. System för utformning av produktionssystemen, modellering och optimering av flöden, och planering av värdeskapande flöden pekas ut som centrala områden.

Utmaningen…

I ekonomiska termer har industriell utveckling till stor del handlat om skalfördelar genom högre effektivitet och flexibilitet. I termer av digitalisering och utvecklade affärsmodeller kompletteras detta med värdeskapande processer med kunder och leverantörer som integrerade delar av värdekedjan. Det innebär en positionsförflyttning till en mer värdebaserad syn på digitaliserad produktion jämfört med den tidigare effektivitetsbaserade synen.

Detta förutsätter dock integration av de interna och externa verksamheterna i företagen och till en sammanhållen värdekedja från råvara till slutkund. Men ur automationsperspektiv är det känt att operativa system - den nivå som kallas MES - Manufacturing Execution Systems - prioriteras lågt när det gäller investeringar (medan ERP-nivån[28] i regel är både väl implementerad och prioriterad). Det innebär att det finns ”hål” i informationskedjorna både vertikalt inom företagen och horisontellt i värdekedjan.

> ***It is not surprising that Manufacturing System solutions, involving an MES, are typically the last ones to be implemented in the Manufacturing Systems landscape. They are notoriously difficult to justify and rationalize based on ROI. They are inherently tied to the value adding process and it is hard to attribute benefits to a system by itself.***
>
> **Pharmaceutical Engineering, July 2011**

Forskning inom området visar att det finns ett tydligt samband mellan ökad integration i ett värdesystem och prestation i form av lägre kostnader och högre kvalitet, leveransförmåga och flexibilitet. Men visar också att de flesta företag saknar kunskap och förmåga att åstadkomma en sådan integration[29].

Processer kan också delas upp i utvecklingsprocesser och operativa processer. Inom operativa processer har digitaliseringen ofta nått långt i specifika branscher, som t ex inom konsumentvaror, men oftast på en mer övergripande ERP-nivå. När det gäller utvecklingsprocesser har digitaliseringen varit mer punktvis inom specifika applikationer. En sammantagen utmaning för industrin är integration genom digitalisering, både i operativa processer - horisontellt och vertikalt - men också i utvecklingsprocesser för att länka samman olika data, system och applikationer.

[28] ERP - Enterprise Resource and Planning, typiskt SAP-miljöer
[29] Mats Abrahamsson, LiU, 2014

Vad krävs?

Alltsedan datorer började användas inom industrin har införandet av olika system för att optimera avsnitt av värdekedjan eller processer samtidigt medfört silobildningar. Paradoxen är ju mer avancerade system desto större informationsgap. Verktyg som gör det ekonomiskt och tekniskt möjligt att överbrygga dessa gap börjar nu bli tillgängliga. En central funktion i den systemstrukturen är MES-nivån som förenar produktionsnivån med verksamhetssystemen, och skapar också förutsättning för att knyta samman operativa data till utvecklingssystem.

Men investeringarna kräver goda *business case* och samtidigt affärsmodeller som medger ömsesidigt lönsamma kontrakt mellan systemleverantörerna och industrin. Här krävs både bättre beräkningsmetoder och kompetenta leverantörer för att påvisa sådan lönsamhet, och det behövs utvecklade affärsmodeller som ger rätt incitament.

Att investeringar i solida integrationsplattformar blir av är viktigt för en utveckling som leder mot optimering av komplexa produktions/värdesystem och självorganiserande värdekedjor. Det är sannolikt ett sätt att försäkra att svensk industri får en framtidssäker produktionsmiljö.

Affärsmodeller

Produktivitet är förutom drivkraft för ekonomisk tillväxt också viktig för industriell hållbarhet - varje liter eller kilo naturresurs räcker längre ju effektivare den används. I olika analyser har det visats att den första internetvågen höjde produktiviteten i storleksordningen 3 % årligen i industriekonomierna under åren 1995 till 2004. För världen som helhet var siffran 1 %[30].

Det finns också antaganden om att fortsatt digitalisering av industrin kan behålla ökningstakten. I ett land med USAs förhållanden skulle det innebära att BNP per capita växer med ca 40 % till år 2030[31].

Produktivitetsutveckling är grundläggande för att företag skall behålla sin konkurrenskraft. Och konkurrens i sin tur är även mekanismen som gör att produktivitetsutvecklingen effektivt sprids i värdesystemen i en marknadsekonomi. Företagens planer för att konkurrera kan i sin tur sammanfattas i deras *affärsmodeller*.

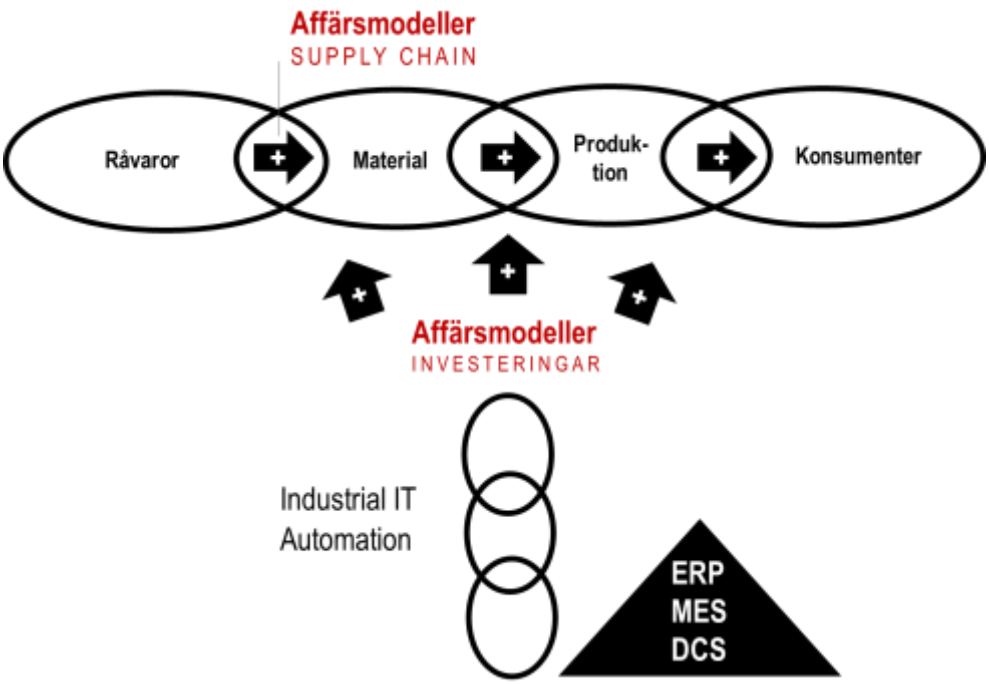
Utvecklingen i Kina med löneökningar på 10 % per år och överutbud som förhindrar att prisökningarna passas vidare till kunderna, gör att utvägen blir produktivitetsförbättring. Som strategi innebär det att kineserna söker bästa metoder varhelst de går att finna i världen - och IT och automation tillhör de mest greppbara.

En affärsmodell beskriver *vad* som erbjuds, *vilka* kunderna är, *hur och vilka* värden som bäst skapas (rollen i värdekedjan) och *hur* ersättningen optimeras. Alla de här egenskaperna kan röra sig från statiska tillstånd och väldigt enkla affärsmodeller, till olika grader av dynamik och avancerade affärsmodeller. En aspekt på affärsmodeller sett i större sammanhang är att de över tiden förväntas fördela nyttan så att balans uppstår i ett värdesystem som helhet.

Att - som alla företag är - vara en länk i en värdekedja innebär också att det finns ett beroende av alla de andra. Skiften av affärslogik innebär därför ett systemskifte som i slutänden berör alla intressenter i ett värdesystem, och därför är en inert process.

I de marknadssystem vi betraktar i den här studien finns anledning att dels definiera de affärsmodeller som ger industrin incitament att investera i nästa generations industriell IT som vi kallar digitalisering. Och dels nya (och transformerade) affärsmodeller i värdeförädlingskedjan som *digitaliseringen* gör möjlig. Sådana utvecklade affärsmodeller kännetecknas av hög precision och stor dynamik.

[30] General Electric, Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines, November, 2012
[31] Ibid.



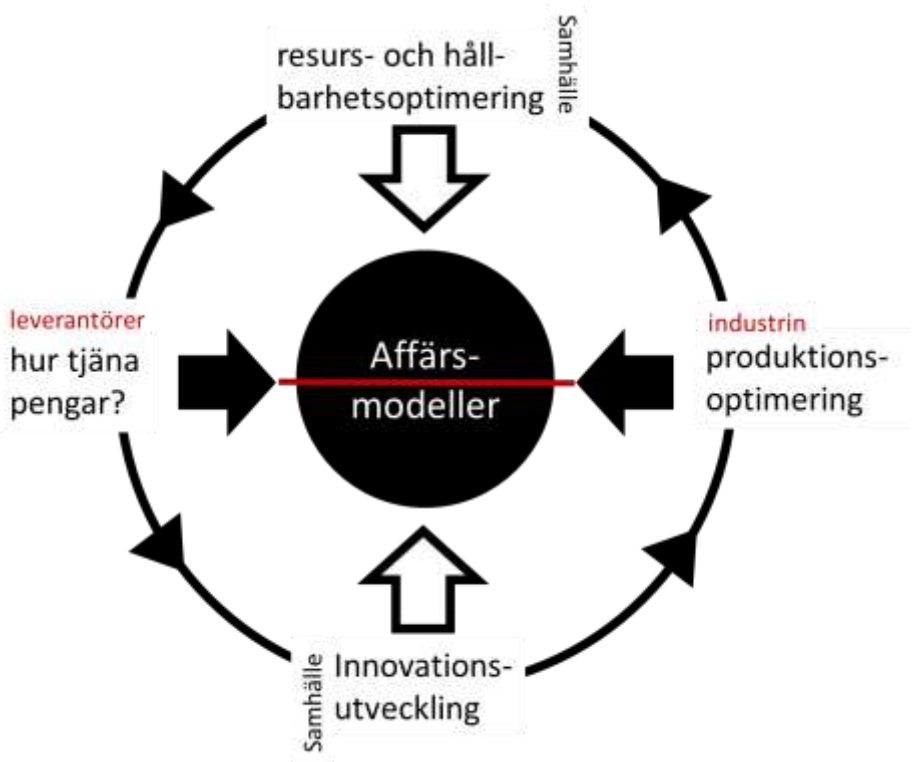
Figur 7:Det finns anledning att definiera de affärsmodeller som krävs för att industrin skall ta till sig den digitala tekniken fullt ut - automationsleverantörernas sätt att gå till marknaden, och nya affärsmodeller som tekniken möjliggör mellan intressenter i produktionssystemen. Källa: Blue Institute 2014.

När det gäller investeringar i maskiner, system och processer finns anledning till att se helhetsperspektiv där relationen mellan leverantörer (av t.ex. automation) och industrin kännetecknas av tydliga ömsesidiga värden. Leverantörens intjäning bör vara klart relaterad till kundens vinst genom produktionsförbättringar.

En modell för att åstadkomma detta är den *värdebaserade* affären - kund och leverantör gör gemensam sak och finner en princip för att dela vinsten. Ett problem är de komplexa orsakssambanden, som ofta stjälper den goda ambitionen. En möjlig utveckling är att skapa systemstöd även för affärsrelationer som är inbyggt i skarpt implementerade lösningar för processoptimering[32].

Samhällsvärdet av denna typ av affärsmodeller är potentiellt mycket stort. Genom rätt incitament kan produktivitet realiseras, hållbarhetsvinster kan uppnås och delar av överskotten kan återinvesteras i innovationsutveckling.

[32] Blue Institute, Projektet STREAM, 2013



Figur 8: Holistiskt perspektiv på affärsrelationer och modeller för investeringar i system, maskiner och processer. Källa Blue Institute, 2013.

Den andra dimensionen utgörs av affärsrelationer *inom* ett värdesystem. Mellan råvaror och material-förädling, mellan material och produktion, och mellanhänder och slutkunder. Den ökade informations-mängden - som digitalisering ger upphov till - ger grund för anpassade och exakta affärsmodeller och kontraktsrelationer.

Med industriella ögon finns många anledningar att vara uppmärksam på utvecklingen. Dagens affärs-modeller kommer så småningom - förmodligen även oväntat - utmanas av nya. När kundernas köppre-ferenser känns av i realtid på given position börjar idén om dynamisk prissättning bli riktigt intressant.

Kunskap om hur en produkt nyttjas kan öppna för nya affärsidéer - att betala för hur mycket och på vilket sätt den används i stället för ett traditionellt inköp t.ex.

Det finns nya företag som helt bygger på informationsbaserade affärsmodeller och det finns företag som har utvecklat sina affärer till att bli mer eller mindre digitaliserade. Ibland kallas det hybrida af-färsmodeller när produkter och tjänster kombineras i nya koncept. Nya (eller nya tillämpningar av gamla affärsmodeller) kommer att uppstå där förutsättningarna är bäst, ofta i konsumentledet[33]. Där-ifrån kan de spridas i tillämplig omfattning bakåt i värdesystemen. Den andra riktningen är mindre sannolik eller mer ovanlig.

Ett affärsutvecklingsområde som inte specifikt tas upp i rapporten men som blir en viktig konsekvens av digitalisering är utvecklade service- eller tjänsteerbjudanden. Internet of Things och möjligheten att

[33] Konsumentinriktade företag inom bank, media, försäkring osv. är de som kommit längst i digitaliseringen men också av tillämpningen av mer avancerade affärsmodeller.

analysera stora mängder data omsätts till tjänster som integreras med hårda produkter och skapar nya kundrelationer, generera ny kunskap och nya affärsmodeller.

Utmaningen…

Ökad konkurrens måste mötas med ökade kundvärden. Affärsmodellernas differentierande betydelse blir viktigare när konkurrensen ökar. Samtidigt innebär digitaliseringen att mängden data ökar, data som omsätts till information och kunskap om värdesystemen som industrin befinner sig i. Det uppstår en kunskapsgrund baserad på tillgänglig information som låter affärsmodellerna göra ett bättre jobb - mer precist och mer dynamiskt.

Det innebär bland annat:

- Att det är affärsmodellerna som behöver transformera de allt bättre tekniska förmågorna (i digital- och produktionsteknik) till ekonomiska värden, konkurrenskraft och hållbarhet[34].

- Att det finns ett primärbehov av affärsmodeller som ger industrin incitament för att investera i nästa generations industriella IT, som i sin tur är förutsättningen för en positiv utveckling med bättre resursutnyttjande etc. Affärsmodellerna ska ta oss till nästa S-kurva.

- Att affärsmodellerna behöver ta fasta på både *vad* som ska göras och *hur* det ska göras och inkluderar således även implementeringsfrågor, kompetensförsörjning över tiden och de förändringsfrågor som uppstår när ny teknik ska ersätta gammal.

- Att affärsmodellerna betraktas som innovationer[35] öppnar upp för marknadsscenarier där det blir tydligare att affärsmodellerna konkurrerar snarare än de hårda produkterna eller informationstjänsterna som ligger i botten. Men också att gränserna mellan företags strategier och affärsmodeller blir otydligare, affärsmodellerna blir uppenbar del av strategin.

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™

Vad krävs?

Att definiera affärsmodeller är ingen ny företeelse, men den digitala teknikens effekt på dem är ny. Den erbjuder både anpassning av existerande modeller så att de blir mer effektiva och kreation av, förmodat, helt nya.

Framgångsrik syntes av digital teknik och affärskoncept innebär bland annat att:

- Innovera, transformera och införa konkurrenskraftiga affärsmodeller är en angelägenhet för företagsledningar, det är en operativ fråga och det är en teknik/metodfråga. Det är en angelägenhet både för leverantörer och för industrin. Affärsmodeller måste stå för en helhetssyn som håller ihop ett företags mål och strategi med den operativa utvecklingen.

[34] Oliver Gassmann, Karolin Frankenberger, Michaela Csik, The St. Gallen Business Model Navigator, 2013
[35] Teece David J., Business Models, Business Strategy and Innovation, 2010.

- Strategin också måste ha sitt konsekvensperspektiv - det kan man bara ha om man har förmågan att se sitt hela värdesystem och sin plats däri. Systemets affärslogik måste förstås och beaktas.

- Produktutvecklingsprocessen behöver vara integrerad, där teknikutveckling och utveckling av affärskoncept prioriterats lika, är förutsättningar för varandra, och i designen påverkar varandra.

Kunskapen om och utvecklingen av nya affärsmodeller (process och förmåga) för digitaliserad produktion utgör en växling till nästa S-kurva genom att inkludera vad som sker på marknaden för produkter och tjänster. Den nya tekniken blir en del i ett större system och inkluderar därmed även leverantörer i de värdeskapande processerna, i syfte att få full effekt av den nya tekniken.

Kompetens

Vi har i studien antagit att teknikutvecklingen inom IT och automation kommer att fortsätta reformera industriproduktionen. Tekniken i sig själv blir transparent och (teoretiskt) lika tillgänglig överallt. 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 automation och den industri som använder den.*

Ett av digitaliseringens bidrag är många nya arbets- och samarbetsformer när information går att dela oavsett tid och rum. Effekter som inte på något sätt är förbehållen stora eller traditionella marknadsaktörer. Tekniken har kraft att ruska om mer än så när småskaliga och distribuerade lösningar inte bara blir tillgängliga utan också 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.

Vi har också sökt efter *automationsinriktade initiativ* både i Sverige och internationellt, då vi tror att en kraftsamling för att kartlägga och tydliggöra automationsindustrins specifika behov är nödvändigt i en svensk satsning som PiiA och även för övriga SIO.

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.

Vår rekommendation är att i ett fortsatt projekt studera modellen närmare och försöka finna en anpassning som lämpar sig för svenska förhållanden. En sådan satsning kommer både att ha ett symboliskt och praktiskt värde med att kompetensförsörja den svenska automationsindustrin - både som leverantörer och användare. Modellen beskrivs sist i detta avsnitt.

I projektet har vi gjort en genomgång av bland annat följande rapporter som ger en övergripande insikt om kompetensutmaningen för svensk industri:

- I rapporten *Ingenjören värd sin vikt i guld* publicerad av Teknikföretagen, konstateras att ökad kunskapsintensitet ökar efterfrågan på ingenjörer. Denna yrkesgrupp värderas högt av företagen då produktutveckling och innovationer är väsentlig för teknikexport och konkurrenskraft. Med utgångspunkt i detta finns det behov av att utbildningssystemet levererar tillräckligt många ingenjörer.

- I Teknikföretagens rapport *Vilka ingenjörer behövs, 2012,* finner man att storföretagen många gånger tvingas rekrytera mindre erfarna personer än de skulle önska då bristen på ingenjörer

med arbetslivserfarenhet är stor. Flera företag anser att studenternas intressen och efterfrågan på utbildningar går före företagens behov av kompetens, och att samverkan mellan akademi och näringsliv måste intensifieras och utökas.

- I studien *De framtida kompetensbehoven inom industri och teknik* från regionförbundet Östsam konstateras att företagen inriktas alltmer mot automationsteknik/robotteknik och produktionsteknik. Det blir viktigt att ha IT-kompetenser och kompetens för att organisera och producera på ett miljövänligt och hållbart sätt. Företagen behöver medarbetare med högre och längre utbildning. Samtidigt ställs det nya krav på erfarenhet och att det finns praktiska moment i utbildningar.

- I en annan rapport från Teknikföretagen - *Ingenjören utbildad för yrkeslivet* - redovisas resultatet som framkom då Teknikföretagen undersökte civilingenjörsutbildningar och högskoleingenjörsutbildningar inom o elektronik och maskinteknik. Denna studie visar på att ingenjörsutbildningen i Sverige överlag är bra och att nyexaminerade har goda möjligheter att komma ut i arbetslivet.

- I en rapport från Swerea av *Ulrika Harlin* et al. - *Framtidens Industriarbete, 2011* - redovisas hur nio företag i Sverige utvecklar industriarbetet för ökad konkurrenskraft. Rapporten visar på att företagen som deltog i studien efterfrågar både tekniska och icke-tekniska kompetenser hos medarbetare. t.ex. hantverkskänsla, vilja och initiativförmåga, att kunna fungera i lag, helhetsförståelse för till exempel företaget, goda språkkunskaper.

Andra generella iakttagelser är att det behövs utökad samverkan mellan näringsliv och utbildningar för att eleverna ska få möjlighet till praktisk träning. Att industri- och tekniksektorn står inför en generationsväxling där 40-talistkullarnas ingenjörer bli svåra att ersätta. Utmaningen blir bl.a. att överföra kompetensen till nästa generation.

• • •

Acobia Flux och Kairos Future utförde 2013 en specifikt inriktad automationsstudie i form av en workshop som konkretiserade branschens utmaningar. Det är ett intressant dokument eftersom deltagarna kommer från automationsindustrin. Klippt från dokumentet *Acobia Flux - Trendworkshop - Industriell IT & Automation, 2013*:

> ”Kampen om medarbetarna hårdnar - ”Talent war”. Arbetsgivare söker och har mer eller mindre alltid sökt, de bästa kompetenserna för att arbeta i deras verksamheter. Tillgängligheten på kompetenta personer kan bero på en mängd olika faktorer. Några exempel är hög/lågkonjunktur och geografiskt läge. Framöver ser vi att det kan bli allt svårare att hitta kompetenser som man söker på en mer övergripande nivå - det talas om ett globalt talangkrig. Störst brist råder det på ”Skilled Trades Jobs” d.v.s. kvalificerade hantverksyrken. På andra plats hamnar ingenjörer och på tredje plats säljare…”
>
> ”Enligt Manpower Groups 2012 Talent Shortage Survey där 38 000 arbetsgivare i 41 länder har deltagit i en undersökning menar 34 %, av de tillfrågade arbetsgivarna att det är svårt att hitta rätt kompetens när de ska rekrytera personal. I Sverige svara mer än 36 % av arbetsgivarna att de har svårt att hitta rätt kompetens...”
>
> ”Hotet är ökande pensionsavgångar där mycket kompetens dräneras ut. Svårt att attrahera ungdomar till Industriell IT & Automation. Konsument- och nöjesteknologin kan hjälpa till att

attrahera ungdomar genom ökad användning i branschen. Det är svårt att rekrytera och möta behovet av kompetent personal t.ex. el konstruktörer…”

”Företag har svårt att hitta ny personal med rätt kompetens. Internutbildning kan omskola nya till rätt profil. Lärlingssystem som alternativ till högskoleutbildningar - skräddarsydd ny personal. Hot: Tappar kompetens över tiden. Färre innovationer…”

”Teknikföretagen behöver marknadsföra sig. Utveckla varumärket för att attrahera. Nya kompetenser kan ge andra synsätt och arbetsmetoder…”

”Säkerställa bevarandet av relevant kunskap och återväxten. Detta är basen för alla andra utmaningar. För att lyckas med det måste vi satsa på skolan…”

”Ökad global konkurrens gör att vi behöver ligga långt fram i värdekedjan och möta lokala och globala behov, tidsbrist i behovscykeln. Detta kräver hög kompetens i alla led och vi ser en begynnande kompetensbrist framför oss…”

”Lågt inflöde av nya ingenjörer inom automation/system. Större behov av samarbete med andra teknikgrenar men även mot helt andra områden med tanke på att framtidens användare inte kommer att vara specialister. Större fokus på behov av funktion istället för teknik…”

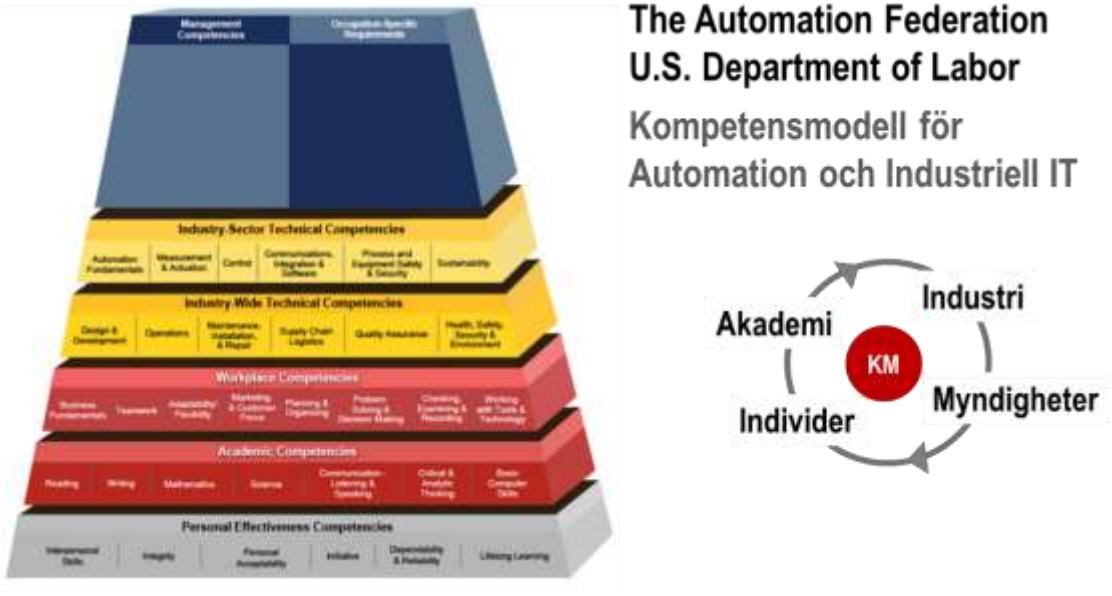
”Att få fler ungdomar att intressera sig för ingenjörsyrket, ökad medial närvaro. Det är ingenjörer bakom all teknik (medvetandegöra). Skolor/utbildningsplatser måste marknadsföras aktivare. Fler tjejer måste utbildas inom teknik…”

ARKEN är ett annat projekt som haft specifik inriktning mot automationsindustrin - ARKEN avslutades den 30 september 2013. Projektet finansierades med medel från Europeiska Socialfonden. Avsikten var att höja konkurrenskraften hos deltagande automationsföretag, och på sikt ge stärkt kompetens för medlemsföretagen i *Automation Region*.

Bland annat erbjöds under projektperioden från oktober 2011 till september 2013 utbildning till personal från de deltagande företagen, och nätverk skapades. Det viktigaste ARKEN har lämnade efter sig är ett antal metoder och strukturer för kompetensutveckling och kompetenshöjande aktiviteter, tänkta att nyttjas av Automationsföretag från Automation Region.

Automation Competency Model är en praktisk modell utarbetad av den amerikanska intresseorganisationen The Automation Federation och det amerikanska arbetsmarknadsdepartementet. Systemet beskriver roller och krav inom automationsbranschen och klassificerar kompetensbehoven utifrån olika perspektiv.

Modellen är “levande” och följer marknadens och teknikens utveckling. Samtidigt är automation och industriell IT en multidisciplinär verksamhet. En gemensam modell underlättar kommunikationen mellan olika intressenter så att både försörjning och efterfrågan på kompetens hålls på konstant hög nivå.



Figur 9: Kompetensmodell utarbetad av amerikanska AF och arbetsmarknadsdepartementet. Källa: Automation Federation

Praktiskt utnyttjas ACM på tre sätt: den marknadsför och förbereder studenter och andra för en karriär inom automationsbranschen. Den hjälper företag i deras rekrytering och strategiska planering. Den assisterar högskolor, gymnasium och andra utbildningsinstitutioner med att planera och utforma efterfrågade kurser och utbildningsprogram. Automation Federation och ISA (the International Association for Automation) arbetar aktivt med strategiskt partnerskap för att sprida ACM globalt via myndigheter, industri, akademi och andra grupper.

Utmaningen…

Kompetensfrågan är utredd, väl beforskad och ständigt diskuterad i Sverige. Det finns ingen anledning att upprepa det som redan gjorts i andra utredningar. Dessa analyser och slutsatser är emellertid värdefulla att ha som fond om man vill närmar sig de praktiska perspektiven på förmågor, kompetens, kompetensutveckling och innovation, som är den vägen det här projektet rekommenderar.

Industriell IT och automation tillsammans med maskinindustrin utgör några av våra viktigaste näringar. Enligt branschorganisationen Automation Region:

- Automationsindustrin omsätter 50 miljarder kronor
- Två tredjedelar generas i Mälardalen
- Den årliga exporten av automationstjänster beräknas till tolv miljarder kronor
- Omkring 25 000 människor arbetar med automation
- Runt tio procent av världens samlade automationsindustri ligger i Sverige

Till det ska räknas alla människor i industrin som direkt eller indirekt har automation och industriell IT som utkomst.

En utveckling där ny teknik och metodik växer fram i exponentiellt tempo gör att vissa kompetenser och förmågor blir flaskhalsar för utvecklingen. Exempel är kompetens kring informationsforskning, informationsarkitekturer, statistiska metoder, maskininlärning osv. Det kommer också att krävas forskning, utbildning och kompetens för att omsätta tekniken till affärsvärden.

Men mest grundläggande för industrin är att skapa en grundmiljö som kan attrahera och utveckla goda förmågor. Som del i den svenska automations- och industriella IT- branschen och speciellt med den kraftsamlande roll som PiiA har kan programmet bidra till kompetensförsörjning och att branschen upplevs som attraktiv.

Vad krävs?

I denna studie uppfattas kompetens som den mest väsentliga faktorn för att skapa en konkurrenskraftig industri genom digitalisering. Men det finns menar vi anledning till att bredda definitionen till förmågor eller på engelska *capabilities.*

> ***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 - digitaliseringens - S-kurva.***
>
> ***Göran Liljegren, professor LiU***

Genom ett sådant synsätt går det att med bättre relevans kartlägga enskilda företags eller t.o.m. hela branschers förutsättningar till framgång. Det går att definiera gap mellan organisationers aktuella förmåga och den som är önskvärd för att uppnå mål och uppfyllande av strategier. Det går med precision att öka förutsättningarna för enskilda medarbetare att lyckas osv.

Som bransch 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.

Kvalificerade processer för rekrytering och genomtänkta program för att utveckla och underhålla kunskap tillhör företags fundamentala uppgifter. Men det senare är ytterligt kritiskt i ett område där utvecklingstakten för både metod och teknologi tenderar att vara exponentiell.

Referenser

Amit R, Zott C, Value Creation in E-Business. Strat. Mgmt. J., 22:493–520, 2001

Bauer, Veira, Weig, MGI, Moore's law: Repeal or renewal? 2013

BCG, Perspectives, december 2013.

Blue Institute, Den tredje vågens automation, 2013

Blue Institute, Projektet STREAM, 2013

Booz & Co, Measuring Industry Digitization Leaders and Laggards in the Digital Economy, 2011

Business Intelligence, Cisco Case Study, Managing the e-Supply Chain, 2001

Capgemini Consulting, Operational Excellence through Digital in Manufacturing Industries, 2013

Capgemini/MIT Sloan, The Digital Advantage: How digital leaders outperform their peers in every industry, 2013

Computerworld UK, 11 mars, 2014

Credit Suisse, Global Industrial Automation, augusti 2012

Gassmann, Frankenberger, Csik, the St. Gallen Business Model Navigator, 2013

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

IEEE, Special rapport Internet of Things, mars 2014

Initiative INDUSTRIE 4.0, Final report of the Industrie 4.0 Working Group, 2013

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

Ny Teknik, 7 mars, 2014

Shah, N., Process industry supply chains: Advances and challenges" Computers and Chemical Engineering 29:1225–1235, 2005

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

Thesis, Walmart's Supply Chain Management, Jan 2009

Appendix

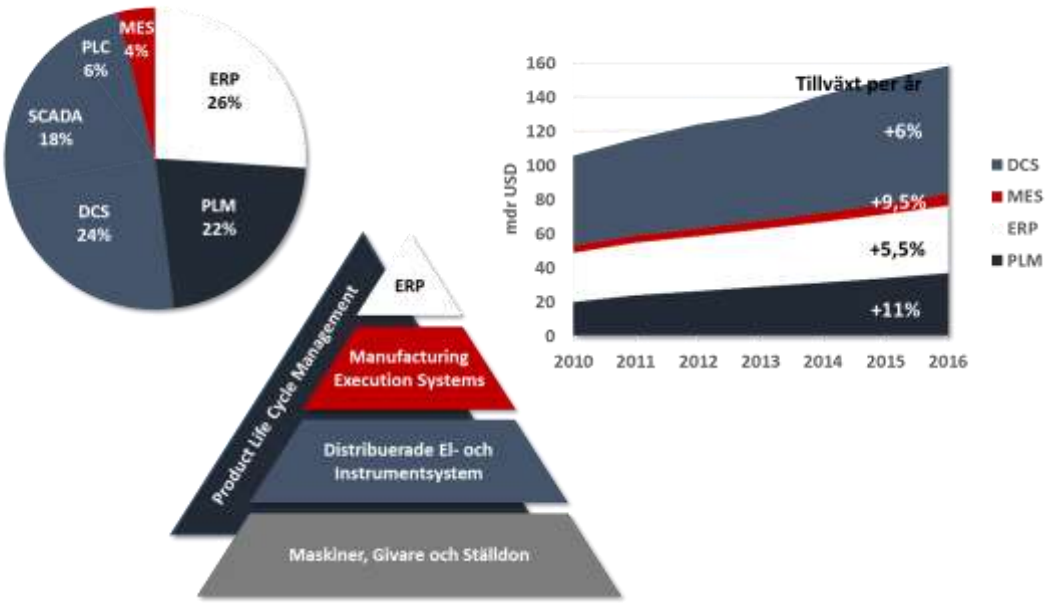
Appendix I. Vägen Framåt

Denna del är under arbete.

Appendix II. Digitaliseringen är en stor möjlighet för Automationsindustrin

Den förväntade tillväxttakten för industriell IT- och automationsutrustning förväntas ligga 50 procent över generellt industriproduktionsindex under kommande konjunkturcykler. Att jämföra med 30 procent under senare år[36]. Eftersom marknaden är väl konsoliderad med diversifierad kundbas och etablerade marknadskanaler där prisdisciplinen är hög, finns förutsättningar för att branschen skall behålla sin goda intjäning.

Marknadsutsikterna är goda för den industriella IT och automationsbranschen. Tillväxten består dels i att bredden i erbjudandet blir större - jmf. diskussionen om ett industriellt Internet och hanteringen av stora datamängder. Dels i att efterfrågan från industrimarknaderna och marknaderna för olika infrastrukturer ökar. Ett speciellt område som kommer att växa kraftigt men från låga nivåer är 3D-printing.



Figur 10:Fördelning och tillväxt för olika affärssegment inom industriell IT och automationsindustri. Källa: Blue Institute, Company Data and Credit Suisse estimates, 2013.

[36] Credit Suisse, Global Industrial Automation, augusti 2012

Marginalerna inom automationsindustrin - i världen - är ca 4 % högre än det industriella snittet. Samtidigt är automationsbranschen bred och heterogen och lönsamheten mellan olika produktsegment kan variera stort. För de rent mjukvarurelaterade delarna av branschen finns både riskscenarion och behov av stora utvecklingsinsatser för att motsvara den efterfrågan som diskuteras bland annat i denna studie.

Automationsmarknaden i världen är värd 155 miljarder USD per år. Den fördelar sig på ca 72 miljarder för diskret- eller fabriksautomation, och 83 miljarder USD för processautomation. Andelen som kan kategoriseras till styrsystem utgör 117 miljarder USD. Mellanskillnaden är fältutrustning som instrumentering, drivsystem, robotar och liknande.

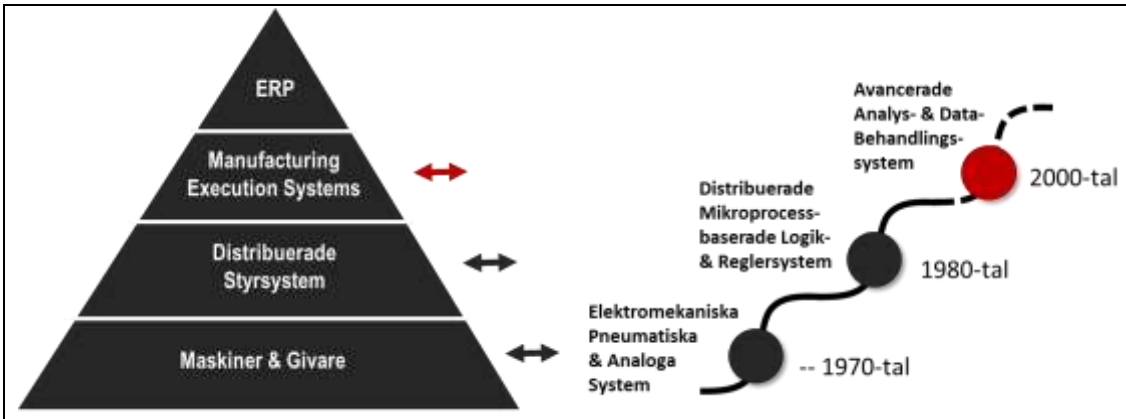
Bland viktiga marknadsdrivkrafter återfinns inte oväntat hög efterfrågan i Kina. Även om de industriella slutmarknaderna generellt sänker tempot förväntas automationsmarknaden vara ett undantag. Den bortre parentesen för billig arbetskraft är snart ett faktum när lönerna (+ 10 % per år) och den urbana medelklassen växer. Samtidigt är automatiseringen i kinesisk industri låg i jämfört med industrialiserade länder i allmänhet. Tillväxt på mellan 15 - 40 % per år är inte uteslutet och bilindustrins efterfrågan på automationserbjudanden kommer jämte den kemiska och petrokemiska industrins investeringar i processautomation att driva marknaden.

Bland teknikdrivkrafter återfinns konvergens i både vertikal ledd när leverantörerna presenterar bredare program för att mäta, analysera och optimera och i horisontal ledd när olika processmiljöer integreras med varandra - bland annat genom molntjänster. Utveckling innehåller inslag av både förvärvad tillväxt och tillväxt som skapas genom innovationer.

Ur enskilda företags synvinkel är konvergensstrategierna också ett sätt att differentiera sig genom att erbjuda mer avancerade och mjukvarubaserade processlösningar. Det i sin tur är ett uttryck för att minska beroendet av standardprodukter på fabriksgolvet, som kan massproduceras med eroderade marginaler som konsekvens.

Big Data och industriellt Internet möter automationen i en tredje våg

Automationsbranschen möter Big Data, ett industriellt Internet of Things och nya sätt att organisera människor. Det är ett spännande möte. Gränsen mellan automation och andra informationsmiljöer suddas ut när integrationen ökar. Vi talar om vertikal integration när mer mäts och skickas uppåt och neråt i informationshierarkierna och horisontal integration när stegen i värdekedjorna kopplas samman. I praktiken beskriver sådan integration mer eller mindre komplexa nätverk över lands- och tidsgränser. Definitionen av *automation* blir bredare och inkluderar vad som händer i jordbruket eller skogen (industriell mobilitet), transporter, logistik, förbättrat underhåll och det som sker på marknaderna för produkter och tjänster. Vi kallar den här utvecklingen *den tredje vågens automation.*



Källa: Blue Institute, 2013