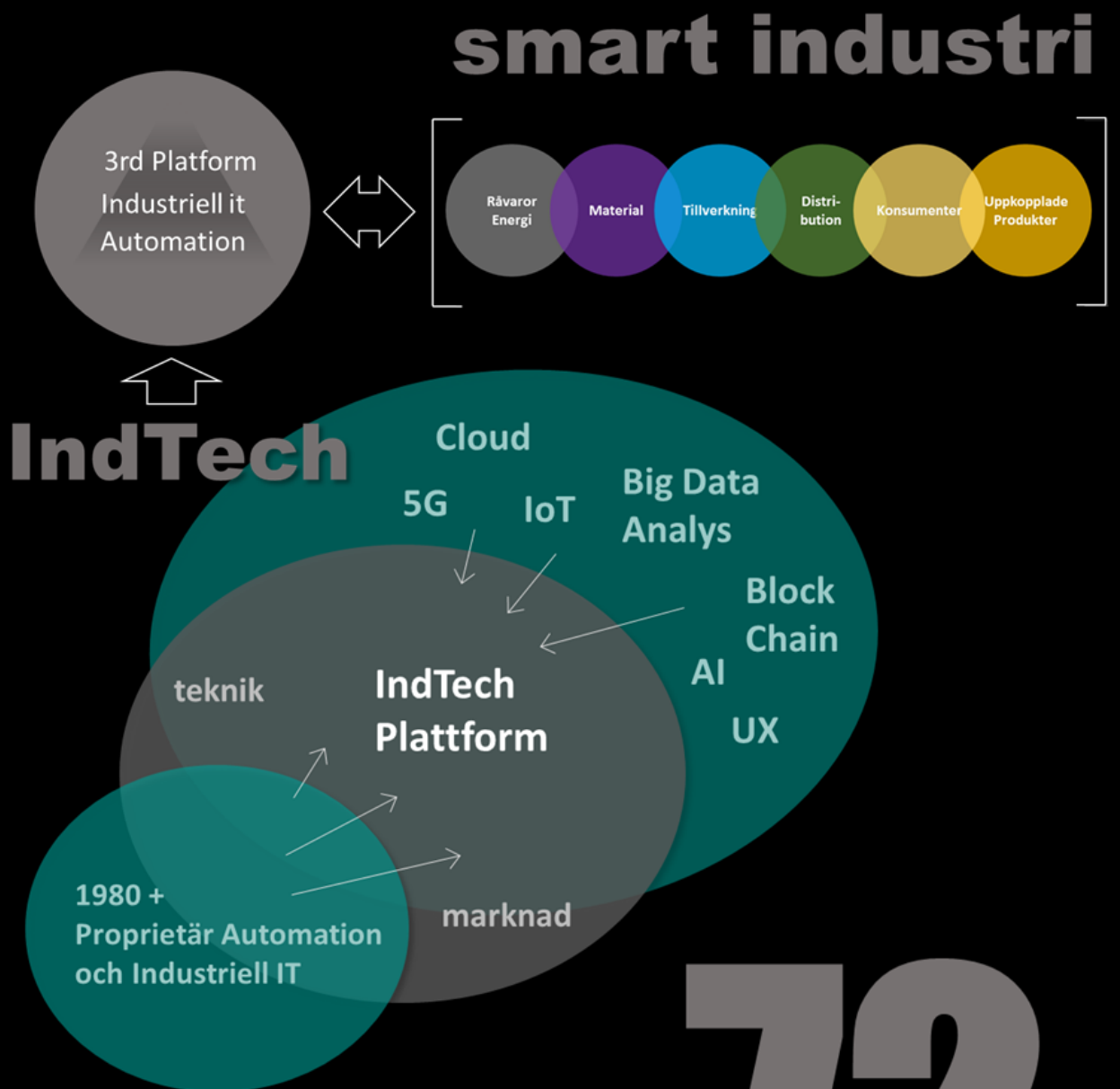




- ▶ Marknaden
- ▶ Tekniken
- ▶ Tjänsterna
- ▶ Affärsmodellerna
- ▶ Utvecklingen
- ▶ Strategierna

72

 **miljarder**
> stål & gruvor

En rapport från Blue Institute
och PiiA Analys

Stiftelsen Blue Institute är en oberoende tankesmedja som bedriver forskning och analysverksamhet med fokus på strategi- och tillväxtfrågor. PiiA Analys är en av fyra strategiska aktiviteter inom innovationsprogrammet PiiA - processindustriell it och automation.

Rapporten Swedish IndTech är ett samarbete mellan PiiA och Blue Institute som även knyter an till projektet Framtida tillväxtmöjligheter för Sverige. Projektet syftar till att analysera hur olika tillväxtområden påverkar de strategiska utmaningar som svenskt näringsliv och samhälle står inför.

Författare: Örjan Larsson, Blue Institute, Stockholm 2018

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning.....	1
Förord.....	4
Inledning.....	5
Del 1. Analys	9
<i>Industriell revolution.....</i>	<i>11</i>
Digitalisering, jobben och investeringar.....	12
Teknologisk arbetslöshet.....	12
Krafter som förändrar industrins förutsättningar	13
Osäkra råvarumarknader när världsmedborgaren blir medelklass.....	15
Dragkrafter för förändring.....	16
Resurseffektivitet och Cirkulär ekonomi.....	16
<i>Den smarta industrin.....</i>	<i>18</i>
<i>IndTech</i>	<i>23</i>
<i>En analys av IndTech-branschen</i>	<i>26</i>
Del 2. Den tredje Plattformen	38
<i>Molnet</i>	<i>39</i>
<i>5G</i>	<i>42</i>
<i>Industrins Internet of Things - IIoT</i>	<i>44</i>
<i>Big Data.....</i>	<i>47</i>
<i>AI.....</i>	<i>49</i>
<i>VR, AR, MR.....</i>	<i>52</i>
<i>Block Chain</i>	<i>54</i>
<i>Kvantdatorer</i>	<i>56</i>
Del 3. IndTech Marknaden.....	58
<i>Världsmarknaden</i>	<i>59</i>
<i>Industriell it.....</i>	<i>61</i>
PLM.....	63
ERP.....	66
SCM.....	67
EAM	68
MES.....	69
<i>Operationell Teknik OT</i>	<i>71</i>
Industrial Control Systems - ICS	73
Industrins Internet of Things - IIoT	75
Robotik	77
3D-skrivare	79
Motors, Motion & Drives.....	81
Mätteknik: Sensorer, Metrologi och Visionssystem.....	83
<i>IndTech-tjänster</i>	<i>85</i>
<i>Digital Säkerhet</i>	<i>88</i>

Appendix	96
<i>Sammanfattning av kartläggning: svensk automation och industriell it 2013</i>	<i>96</i>
<i>Källor.....</i>	<i>98</i>

Förord

Digitalisering är en kraft som förändrar hela samhället, där digitaliseringen av industrin är själva fundamentet för tillväxt och en grönare ekonomi. En *smart industri* innebär ökad effektivitet och att nya värden frigörs. Den tekniska utveckling som gör den smarta industrin möjlig kallar vi i den föreliggande rapporten för *IndTech*. IndTech står för alla möjligheter som lika snabbt som massivt och med precision nu sprider sig över de industriella värdesystemen. Men det är också frågan om ett skifte som har sin grund i 1980- och 1990-talets *datorisering* av industrin. Ett högst påtagligt arv som vi har med oss i en installerad bas, ofta med lång livslängd kvar.

Begreppet IndTech markerar därför även en utveckling där industrins efterfrågan på lösningar för att digitalisera måste ta hänsyn till tidigare investeringar och erfarenheter. Det skiljer industrin från lätttrörliga konsumentmarknader. Det ställer också speciella krav på IndTech-leverantörerna. Det räcker inte med en APP vilken som helst för att tillgodose industrins höga krav. Appen måste representera djupt processkunnande, industriella krav på säkerhet och tillgänglighet och samtidigt vara så enkel och elegant som vi vant oss vid att appar ska vara.

Allt detta sker på en världsmarknad där efterfrågan på IndTech växer mycket snabbare än industrin i allmänhet. En hypotes som följt arbetet med studien har varit om Sverige har förutsättningarna att framgångsrikt utveckla IndTech till en profilerad exportframgång? Svensk industri tillhör i bransch efter bransch världens mest framgångsrika. Vi har en gedigen historia inom industriautomation, vi har en ITK-industri i världsklass, vi har en entreprenörskultur med bredd och nyfikenhet för nya tillväxtområden. Svaret borde vara ja på den frågan - det är möjligt att göra *Swedish IndTech* till en svensk paradgren ur två perspektiv: svensk råvaru-, process- och tillverkningsindustri kan bli bäst i världen på att använda tekniken för att öka konkurrenskraften och svenska teknikleverantörer kan utveckla ledande koncept och ta internationella marknadsandelar.

IndTech
den teknik och de marknader som skapas när automation och it med rötter i åttiotalet möter digitaliseringen

Studien har utförts av *Blue Institute* i nära samarbete med det strategiska innovationsprogrammet *PiiA* samt organisationer, företag och forskningsutövare som berörs av området. Bland dem vill vi speciellt nämna innovationsprogrammet *Produktion 2030*.

Vi vill tacka alla som medverkat, lämnat information och delat sin analys av området. Öppenheten och osäkerheter i marknaden innebär att rapporten inte gör anspråk på att vara en perfekt och fullständig beskrivning eller ha alla svar i faktafrågor. Det är en övergripande analys som beskriver ett framväxande teknikområde och marknad. Den syftar till att främja utvecklingen och att underlätta diskussionen.

Stockholm i januari 2018

Peter Wallin
Programchef PiiA

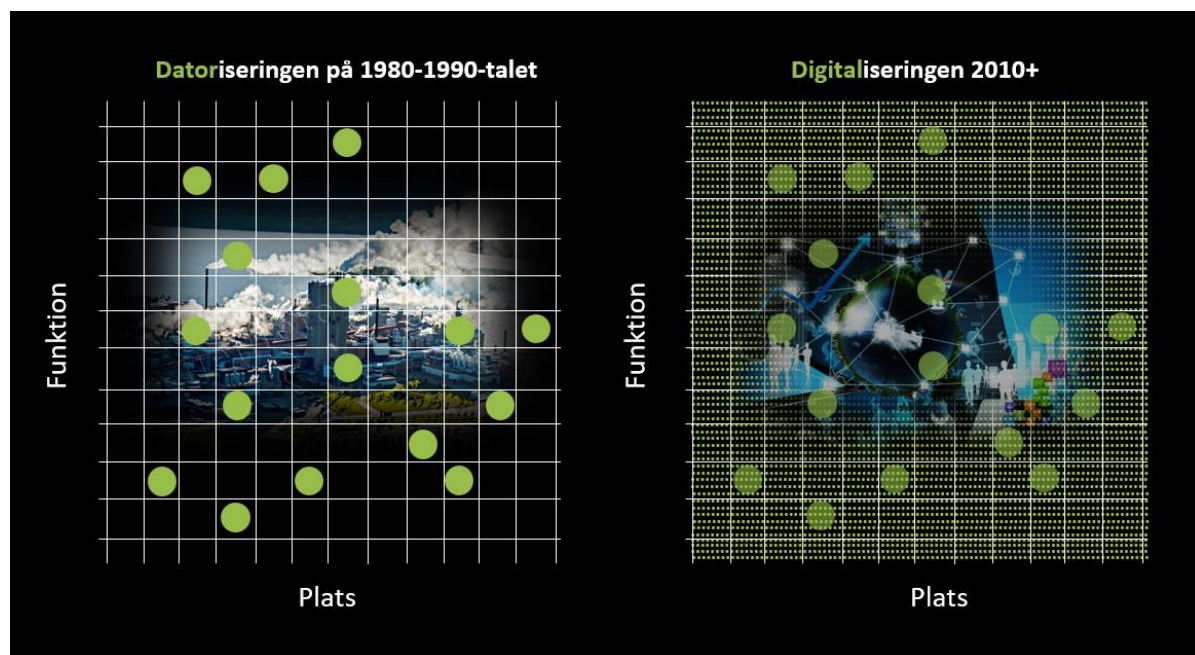
Benjamin Ståhl
Managing Director
Blue Institute

Örjan Larsson
Programansvarig
Blue Institute

Inledning

När industrin datoriserades i Sverige och andra västekonomier på 1980- och 90-talet tömdes fabriksgolven på folk. Processindustrin kunde övervakas från centrala kontrollrum och underhållet görs smartare. Fordons- liksom elektronikindustrin robotiserades. Automation och ökad integration gav produktivetsnyckeltalen en rejäl knuff uppåt. Men sedan stannade det av. Under tiden som följt har det inte varit möjligt att med samma förutsättningar ta ytterligare radikala steg. Fabriksgolven kan ju inte tömmas en gång till - marginalnyttan har avtagit.

Fyrtio år senare nås industrin av nästa signifikanta teknikdrivna förändringsvåg. Den här gången kallar vi den inte datorisering men väl *digitalisering* när ett antal teknikområden påverkar och förstärker varandra. Det talas om att molnet, mobiliteten, analysmöjligheterna, Internet of Things och de sociala medierna tillsammans med platsobundenhet bildar den **tredje (tekniska) plattformen** - efter sex-tio/sjuttio-talens stordatorer (*den första plattformen*) och åttiotalets PC och servrar i nätverk (*den andra*).



Figur 1: Skillnaden mellan datoriseringen på 1980 och 90-talet som inom industrin karaktäriseras av punktvis relativt stora investeringar och digitaliseringen som innebär en total (massiv) penetration av funktioner och platser. Mängder av små billiga insatser skapar en väv av möjligheter att både effektivisera och skapa nya kundvärden. Källa: Blue Institute 2017

Den mest grundläggande kapaciteten som möjliggör utvecklingen är att storskaligt avropa datorkraft som molntjänster. På denna möjlighet byggs tjänster och applikationer, inte minst sådana baserade på AI-algoritmer, till kostnader och tillgänglighet som för bara några år sedan skulle betraktats som uto-piska. Utvecklingen utmanar genom tjänster och tillämpningar som analyserar, kortsluter och kopplar samman på nya sätt, så att nya värden uppstår.

Industrins Internet of Things kommer att bli en central del i förändringen. Effekten av varje enskilt insats kan vara liten, men utvecklingen är finmaskig och adderar upp till stora effekter som driver fram

ny tillväxt. Det gör det lika möjligt för mycket små som mycket stora företag att automatisera och slå mynt av dataströmmarna. Förutsättningarna är på väg att bli mer jämlika.

Därför är det också en utveckling som utmanar traditionella leverantörer av industriell it och automation. Konkurrensen kan nu komma både från telekommunikationsindustrin, dess operatörer och teknikföretag som *Microsoft*, *Google* och *Apple*. Låg kostnad och lättillgänglighet är argument som förverkligas genom skala och plattformar som redan på kort sikt skulle kunna komplettera och ersätta delar av industrins konventionella styrsystemmiljöer. Dessutom är en mångfald av småföretag, entreprenörer och uppkopplade startupföretag, alltmer utan geografiska gränsrestriktioner, en kraft att räkna med.

Företaget *General Electric* menar att marknaden när det gäller teknik och mjukvara för industriella tillämpningar inom Industrins Internet of Things om ett par år är värd 225 mdr USD.

Värdeskapandet som den *smarta industrin* representerar är så kraftfullt att efterfrågan på digitala lösningar för industrin förväntas öka med det dubbla industrigenomsnittet.

Den tyska satsningen *Industrie 4.0* uppskattar värdet av effekterna till en procent av den tyska bruttonationalprodukten varje år.

På sikt är bedömningen att it/automationsbranschen som består av två distinkta områden, *industriell it* och *operationell teknik (OT)* ändrar skepnad när krafterna från den tredje plattformen spelar in. För industrin som ska använda tekniken innebär det otaliga möjligheter som, faktiskt, tillsammans skapar en ny industriell revolution. Det som ofta kallas den fjärde industriella revolutionen.

Den här rapporten handlar i första hand om leverantörerna, om deras marknader och teknisk utveckling. Möjligheterna har aldrig varit så stora som nu. Med en underliggande marknad som starkt fortsätter efterfråga digital teknik. Med en arsenal av möjligheter där de digitala plattformarna hela tiden utvecklas mot nya höjder. Och att vi under arbetet med studien fått åtskilliga belägg för att svensk industri tillsammans med det svenska innovationssystemet har vad som krävs för att ta del av möjligheterna. Vi kan inte annat än bedöma framtidsutsikterna för Swedish IndTech som goda. Att få det som behöver ske *att ske* ligger förstås som alltid i händerna på berörda aktörer.

Rapporten inleds med en omvärldsbeskrivning som sätter utvecklingen i perspektiv. De stora drivkrafterna handlar om att ökad befolkning och ökad tillväxt behöver balanseras mot resurssituationen i världen. Digitaliseringen är det generiska verktyg som kan göra det möjligt men som samtidigt ändrar spelreglerna för såväl arbetstagare som för arbetsgivare.

Studiens genomförande

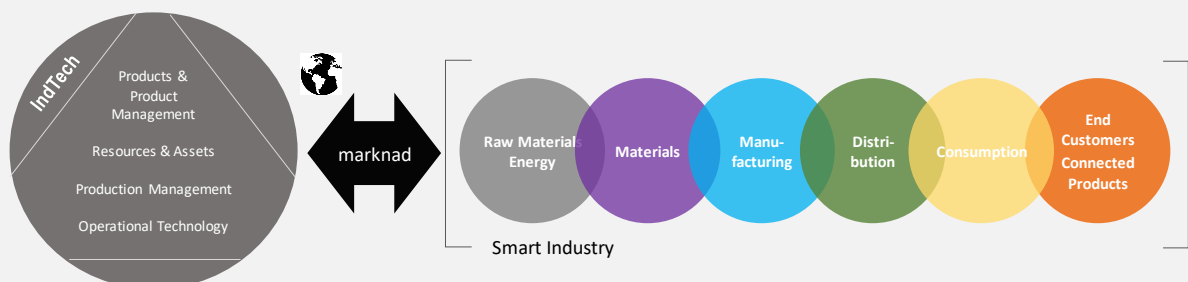
Studien är ett samarbetsprojekt mellan innovationsprogrammet *PiiA* (Processindustriell IT och Automation) och programmet *Framtida Tillväxtmöjligheter för Sverige*. Syftet har varit att studeras marknaden och förutsättningarna för att utveckla IndTech som affärsområde och svensk exportgren. Projektet är finansierat av VINNOVA och Blue Institute har genomfört studien.

Arbetet har genomförts under vintern/våren 2017 med ett stort källmaterial från Blue Institute och PiiA Analys samt samtal och intervjuer med företagsledare och experter från leverantörsföretagen, industrin, akademien och institut.

Angränsande studier och analyser:

- Inom *PiiA Analys* genomförs kontinuerliga branschanalyser och dialog med råvaru-, energi och processindustrin om hur tillväxt kan skapas med hjälp av digitalisering och data. Kunskap från dessa studier har också varit underlag för den föreliggande rapporten
- Den parallellt genomförda studien *PiiA Analys: Smart Industri* går djupare in på drivkrafter och definitioner av digitalisering av industrin som allt oftare kallas *smart*. Studien gör även en analys av hur det globala innovationssystemet gör gemensam sak med offentligt och privat kapital. Det är en förklaring till att innovationsutvecklingen för industrin just nu är så intensiv.
- Projektet *den Digitala Stambanan* är ett samarbete med innovationsprogrammet Produktion 2030. Den digitala Stambanan associerar till järnvägens betydelse för industrialiseringen under 1800-talet och motsvarande utveckling som nu kan ske när industrin kopplas samman digitalt. Effektiva affärer och dataflöden blir möjliga mellan företag och fabriker inom landet men också som en del i EU initiativet *Digital Single Market*.
- Som plattform för regeringens olika samverkansprogram (SvP) har Blue Institute också haft ett uppdrag att utreda datasäkerhetsfrågorna. Detta uppdrag har initialt skett inom ramarna för programmet *Framtida tillväxtmöjligheter för Sverige*.

I rapporten använder vi oss av en modell, enligt illustrationen nedan, där *den smarta industrin* motsvaras av en förenklad värdekedja och IndTech representeras av en cirkel med en indikerad *automationspyramid*. Däremellan finns en marknad. Det vill säga att IndTech motsvarar också leverantörerna av digital teknik (IT och automation) och effektivitetshöjande tjänster.



¹Automationspyramiden har varit en vanligt förekommande implementation av ANSI/ISA95, men det finns flera möjligheter bl.a. en nätverksinfluerad implementation.

Rapportens struktur

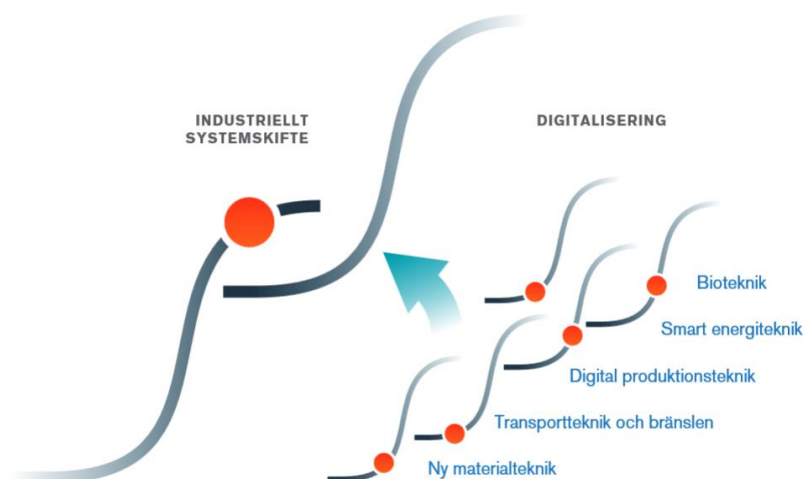
Rapporten består av tre delar: den första (Analys) ger bakgrund och en analys av förutsättningarna för industrins utveckling i stora drag samt branschen för industriell IT och automation (IndTech). Den andra delen (Den tredje plattformen) beskriver digitala teknikområden som kommer att få stor betydelse för utvecklingen inom industriell IT och automation (IndTech). Den tredje delen (Världsmarknaden) katalogiserar marknaden för alla de teknikdiscipliner som vi inkluderar i IndTech samt exemplifierar viktigare leverantörer.

Del 1. Analys

Industriell revolution • Digitalisering, jobben och investeringar • Teknologisk arbetslöshet • Krafter som förändrar industrins förutsättningar • Osäkra råvarumarknader när världsmedborgaren blir medelklass • Dragkrafter för förändring • Resurseffektivitet och Cirkulär ekonomi • Den smarta industrin • IndTech • En analys av IndTech-branschen

Diffusions of Innovations är en idé som förklarar hur nya företeelser och ny teknik sprider sig genom samhällen och kulturer. Sociologen *Everett Rogers*¹ 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 2: 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 2017

¹ 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.

I den här studien använder vi S-kurvan 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*.

En konsekvens om tillväxten i världen ska kunna gå in i nästa fas är behoven av *resurseffektivitet* och *materialsstitut* på en ny nivå. Nya material, alternativa energislager, ny transporter, ny produktionsteknik är samtidigt innovationsområden som var och en följer sin egen marknadsutveckling. Det intressanta är att alla återfinns i ungefär synkron position²: i nedre 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 är argumenten starka för att vi är på väg in i nästa industriella revolution.

*Rapportens första del reflekterar över drivkrafterna för en **smart industri** och utvecklingen av teknik och teknikmarknader som gör den smarta industrin möjlig i det koncept vi kallar **IndTech**. Konceptet beskrivs och avsnittet avslutas med en analys av branschen sett ur ett globalt perspektiv. Vilket är det förhållningssätt som Sverige som liten exportekonomi måste ha. Det är den marknaden svenska teknikleverantörer behöver positionera sig för.*

² Sett i längre industriutvecklingsperspektiv

Industriell revolution

Det finns en hypotes om att historiens viktiga ekonomiska språng uppstår när utvecklingsgenombrott inom energiområdet möter ny kommunikationsteknik³. 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 och 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.

Den tredje industriella revolutionen har karaktären av informationsspridning liknande den som omvandlade världsekonomin under den första revolutionen. Följden har blivit att produktionen i allt mindre grad kommit att ses som central. I stället har distributionen och kunskapen om prisskillnader, nya tekniker och kapitalmarknadsmöjligheter blivit det viktigaste. Resultatet av detta är it-revolutionen, och till denna har såväl äldre som nya företag anpassat sig. Omvandlingen startade efter det att USA åter öppnade sig för världsekonomin i slutet av 1940-talet⁴. Även den tredje industrirevolutionen bär på en våg av energiteknik. Storskalig centraliserad kraftgenerering genom kol olja, gas och kärnkraft har gjort utvecklingen möjlig.

Den tredje industriella revolutionen är också ett begrepp som attesterades av *Europaparlamentet* i en formell förklaring så sent som i juni 2007¹. 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. Nya produktionsmetoder sluter cirkeln - om masstillverkning skiftas mot individualiserad produktion kan en del av jobben som länge varit förlorade för Europa, komma tillbaka.

Den Fjärde Industriella Revolutionen beskrivs av bland annat *World Economic Forum* som den största revolutionen i mänsklighetens historia. Framsteg inom förnybar distribuerad energiteknik, genetik, artificiell intelligens (AI), robotteknik, nanoteknologi, 3D-printing och bioteknologi kommer att samverka till en allomfattande omvälvning av industrin och samhället, och påverka inte minst arbetsmarknaden. Det tyska konceptet *Industrie 4.0* knyter an till den fjärde revolutionen genom att föreslå såväl praktiska tekniska

³ Jeremy Rifkin, *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the World*.

⁴ Nationalencyklopedin (NE)

lösningar som en modell som ska leda till tyskt ledarskap för avancerad produktion och produktions-teknik.

Digitalisering, jobben och investeringar

Under industrialiseringens första våg (av kol och ånga) ökade sysselsättningen när även utbildad arbetskraft med hjälp av maskiner kunde konkurrera ut hantverket och dessutom skapa efterfrågan i form av begynnande massmarknader. 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 kostnader. 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.

I den omtalade boken *The Second Machine Age*⁵ beskriver *Andrew McAfee* och *Erik Brynjolfsson* hur 47 procent av alla jobb i USA enligt en studie vid *Oxford*⁶ kan komma att ersättas av digital teknik i någon form. Siffran för England är 39 procent.

I en rapport⁷ 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 digitalisering än USA. *Femtiofyra 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*⁸ på 1810-talet, *Leontief*⁹ på 1970-talet och *Jeremy Rifkin*¹⁰ på 1990-talet har

⁵ Andrew McAfee och Erik Brynjolfsson, *The Second Machine Age - Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, 2014

⁶ Carl Benedikt Frey, Michael A. Osborne, *The future of employment* - har gått igenom 700 klassificerade yrken på den amerikanska arbetsmarknaden

⁷ Stiftelsen för strategisk forskning, *Vartannat jobb automatiseras inom 20 år - utmaningar för Sverige*, 2014

⁸ 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.

⁹ Wassily Vasiljevitch Leontief var en rysk-amerikansk nationalekonom

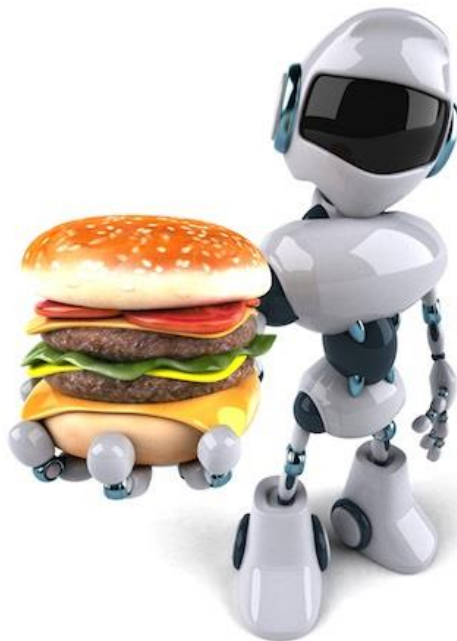
¹⁰ Jeremy Rifkin är en amerikansk ekonom, författare och visionär debattör. Se även *Industriella Revolutioner*.

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 minska¹¹.

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 2000¹². 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 (genom 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.

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 för ett par år sedan av Facebook för en miljard dollar. Företaget hade då 30 miljoner kunder... och 13 anställda.

Krafter som förändrar industrins förutsättningar

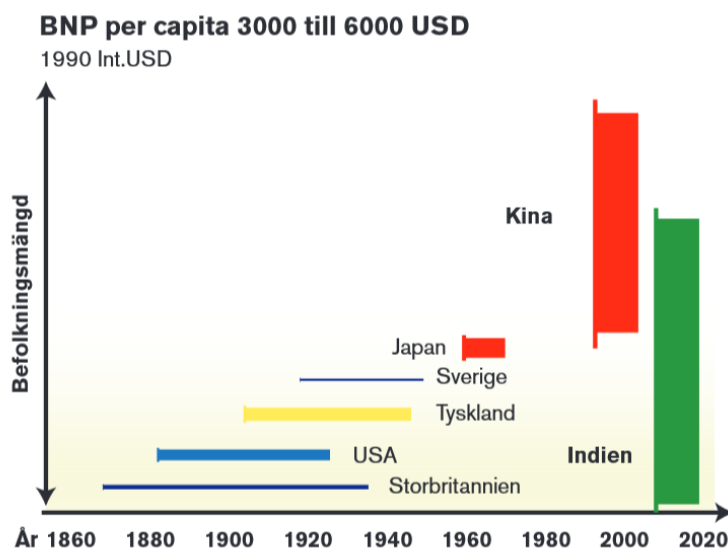
Samtidigt som industriländerna repat sig efter finanskrisen har tillväxtekonomierna laddat upp för historiens största efterfrågeboom. Närmare tre miljarder människor ska inom tjugo år få en levnadsstandard som liknar vår. Städer och infrastrukturer ska byggas, livsmedel, vatten och energi skall räcka

¹¹Stiftelsen för strategisk forskning, Vartannat jobb automatiseras inom 20 år - utmaningar för Sverige, 2014

¹² Smith, Noah, Our Work here is done, Visions of a robot economy, 2014

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 nu¹³. 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 svårligen samsas med hållbar energiproduktion till dels baserad på biobränslen¹⁴. Tillgången till rent vatten är både ett livsmedelsproblem och nödvändig för att få fram många andra resurser¹⁵, och en del mineraler anses redan nått sin pik-produktion. Lägg till det klimat och lokala miljöproblem så antar läget lätt dystopiska proportioner.



Figur 3: Tiden det tagit för BNP per capita att växa från 3 000 till 6 000 USD under industriekonomiernas historiska utveckling. Inkomsterna per capita växer snabbt och i stor skala hos de nya tillväxtländerna, trots det är den kinesiska inkomsten per capita endast 17 % av USAs. Källa: Angus Maddison, University of Groningen, MGI, Blue Institute

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.

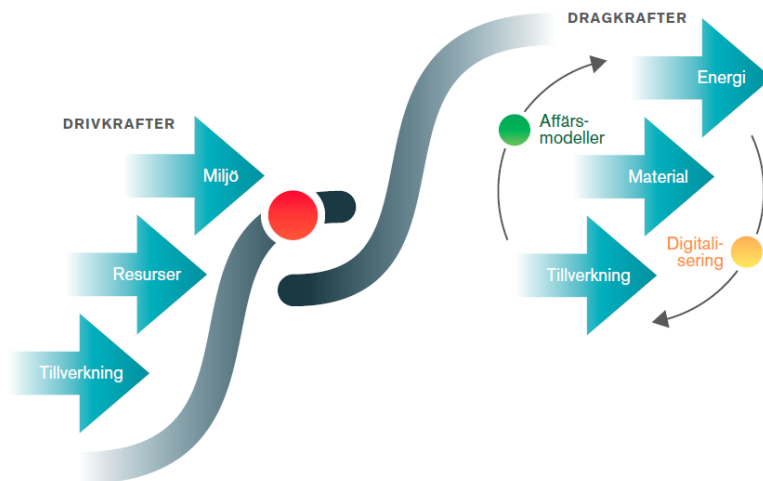
Vi beskriver dessa krafter som *drivkrafter* och *dragkrafter*. Förhållningssättet är positivt med stark tro på att forskning och innovationer kommer att lösa de utmaningar som mänskligheten står inför. Dessutom att stora marknader skapas som leder till nya industri-

ella epoker. Det är en utveckling som bär på både stora hot och stora möjligheter. Därför att den industriella kartan som vi känner den kommer att ritas om i grunden.

¹³ Kinnwall, Mats, Svensk Tillväxtbarometer - Blue Institute, När Världsmedborgaren blir medelklass, 2014

¹⁴ Blue Institute, artikel: Efterfrågan på livsmedel ökar med 70 % till år 2050, 2015

¹⁵ Blue Institute, artikel: De användbara vattentillgångarna begränsar sig till någon procent, 2015

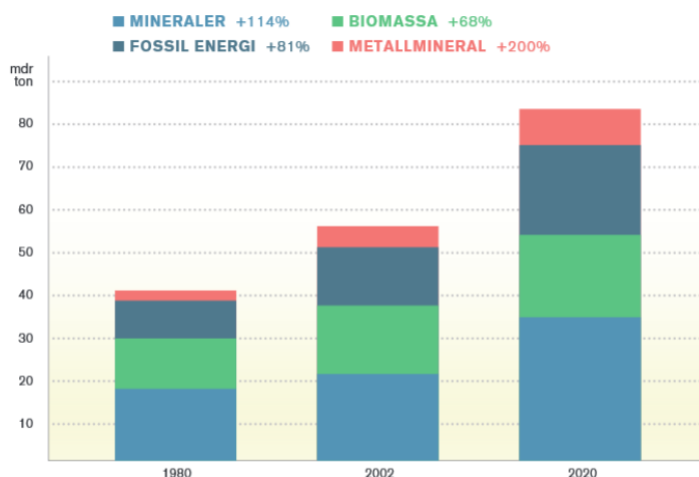


Figur 4: Drivkrafter och Dragkrafter leder till omfattande industriell omvandling. Blue Institute 2017.

Osäkra råvarumarknader när världsmedborgaren blir medelklass

Om världen ska klara av att möta den förväntade efterfrågeökningen till år 2030 måste enligt en rapport från *McKinsey Global Institute*¹⁶ 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 historia¹⁷. Efterfrågan på stål uppskattas att öka med 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 gasproduktionen¹⁸.



Figur 5: Global resursutvinning fördelade på huvudsakliga råvarukategorier. Källa: OECD, Giljum et al.

Allt detta kräver att resurseffektiviteten tredubblas de närmaste decennierna¹⁹. 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

¹⁶ MGI, Reverse the curse: Maximizing the potential of resource-driven economies, 2013

¹⁷ Economist, Barbarians at the farm gate, jan 2015

¹⁸ "Rush is on to develop smarter power," Financial Times Special Report, September 29, 2011.

¹⁹ Heck, Stefan, Rogers, Matt, Resource Revolution, 2014

fortsatt utvinning²⁰. Påverkan på miljön måste minskas drastiskt och det behövs affärsmodeller som effektivt bidrar till den omställningen, till exempel enligt den cirkulära ekonomins principer.

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.

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

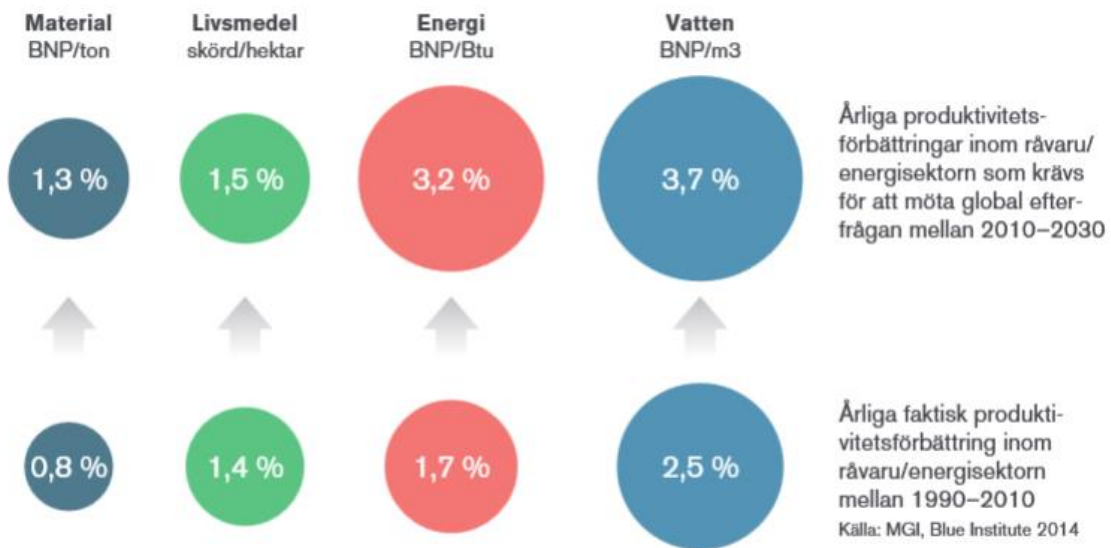
Resurseffektivitet och Cirkulär ekonomi

Medan arbetsproduktiviteten närmast har fördubblats de senaste två decennierna har effektiviteten i resursanvändningen förbättrats med mindre än tio procent²¹. För att motsvara den ökade efterfrågan som kommer av fler människor och högre levnadsstandard krävs helt andra nivåer. Det är en utveckling som måste ske genom det metaforiska språnget till nästa S-kurva. Det kräver teknisk mobilisering, och det kräver nya affärsmodeller.

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 och en cirkulär ekonomi får idag stöd av de flesta företagsledningarna. Några har engagerat sig särskilt, dit hör bland annat: *Cisco, Philips, Veolia*, kemiföretagen *Indorama* och *DSM*, *BT Rail*, *Renault* och *Unilever*. Även *Google, IBM, Apple, IKEA, Tarkett, H&M* och ytterligare ett hundratal företag. 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.

²⁰ Ibid

²¹ Heck och Rogers, Resource Revolution, 2014

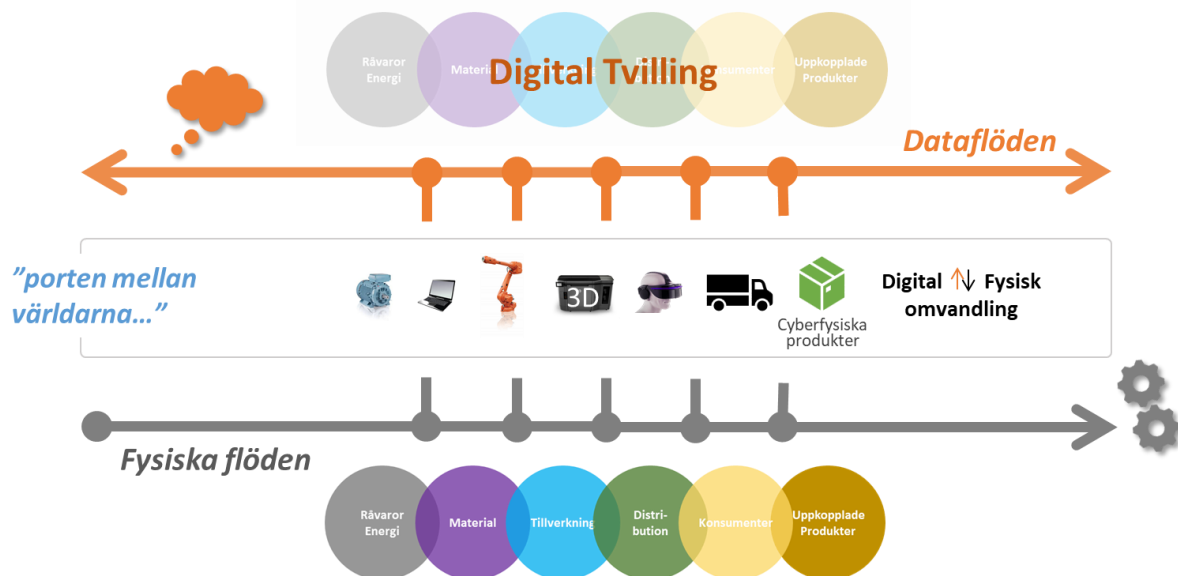


Figur 6: Takten på ökad effektivitet inom alla resurssektorer behöver öka med tvåsiffriga belopp varje år för att motsvara efterfrågebehoven. Källa: MGI, bearbetning Blue Institute, 2014.

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. Industriföretag som kan leverera resursproduktivitet i stor skala har chans att bli 2000-talets vinnare.

Den smarta industrin

Vi ser, som utvecklats ovan, början på en ny industriell revolution. I reella termer utmärks den inte minst av integrationen mellan den verkliga (fysiska) världen och den virtuella, digitalt skapade, cyber-världen. Det som gör utvecklingen möjlig är tempot i teknikutvecklingen och kostnadsrationaliseringar som gör att datorkapacitet praktiskt eller ekonomiskt aldrig blir en begränsning. Algoritmer och hårdvaror slås ut på massmarknadsvolymer och kostar nästan inget. Allt blir uppkopplat och levererar dataflöden för automatisering och analys, för kundvärden och effektivisering.



Figur 7: Den smarta industrin drivs av dataflöden som blir lika viktiga som de fysiska strömmarna av material, gods och produkter. I cybervärlden kan digitala tvillingar av den verkliga världen skapas. Mellan dem utvecklas ny teknik och en marknad för att kommunicera och översätta baserat på data. Källa: Blue Institute, 2017.

Drivkraften för den smarta industrin är tillväxt. Ur ett samhällsperspektiv är bättre *resurseffektivitet* som diskuterats tidigare nödvändig för att inte brister ska uppstå som snedfördelar och bromsar tillväxten i världen. För företagare och investerare är drivkraften att tjäna mer pengar. Konceptet med en smart digitaliserad industri kan öka produktiviteten med så mycket som 2 000 mdr USD i världen de närmaste åren. Och tillväxten från nya intäkter i form av databaserade tjänster kan motsvara 700 mdr USD per år. Omsatt till svenska förhållanden innebär det mer än 130 mdr SEK i produktivetsförbättring och mer än 40 mdr i tillväxt. Det motsvara 1 - 2% i genomsnittlig årlig industritillväxt²².

Tillväxt i industrin skapas genom att det produceras värden som kunderna är beredda att betala för. I den digitala utvecklingen kan det innebära helt nya typer av tjänster eller erbjudanden där produkter blir mer värdefulla genom att lägga till en databaserad tjänst - det kallas också *hybridisering*. Men även effektivisering skapar handlingsutrymme för tillväxt. Det kan ske genom att processer och anläggningstillgångar optimeras. Det kan också ske genom att flexibiliteten ökar genom automatiserad handel med resurser som höjer industrisystemens totala utnyttjande. Att lägga samman marginellt ledig produk-

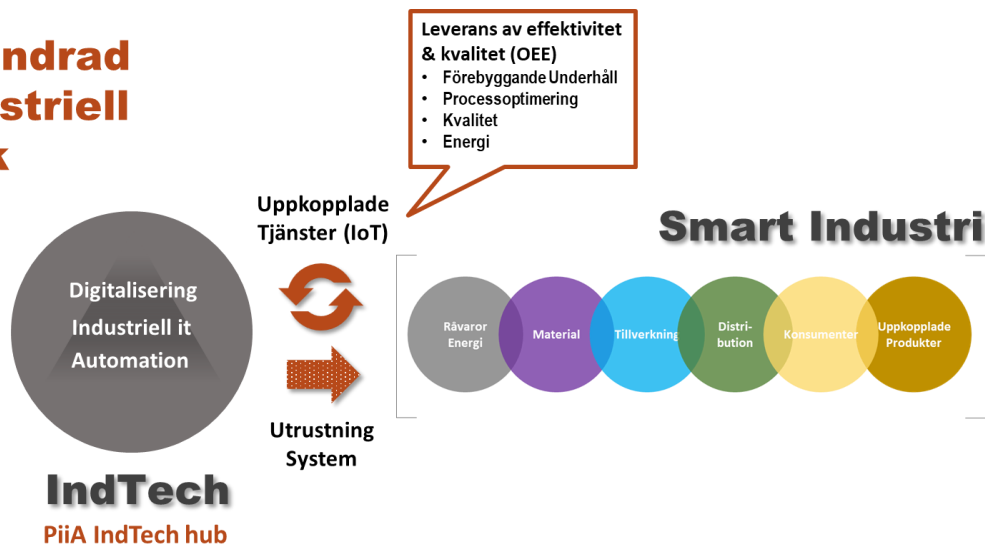
²² Blue Institute estimat 2017

tionskapacitet från många företag är exempel på en sådan resurs som skulle kunna göras lönsam genom kostnadseffektiv digitalisering. Och det kan ske genom samarbetsplattformar, kollaborativa system, som river gränser mellan OEM:s och underleverantörer i flera led. Effektivitetsvinsterna i den smarta industrin utmärks snarare av de många små bäckarnas logik än åttio- och nittiotals stora produktivitetssprång baserade på massiva investeringar som tömde fabriken på folk.

Den smarta industrins systemiska utveckling kan förstås genom att det *nominella värdet på data* antas öka samtidigt som *mängden data* som samlas in och fritt kan transporteras och analyseras blir större: *dataflödena ökar som en konsekvens*. Analysen gör maskiner och system smartare. Affärsmodellerna gör jobbet med att omsätta bits och bytes till pengar. Affärsmodellerna återfinns i relationerna mellan kunder och underleverantörer där *dataflödena inom värdesystemen* också ger upphov till ekosystem och olika intermediära funktioner.

Affärsmodeller finns också i *möjliggörande dataströmmar till värdesystemen* från teknik- och serviceleverantörer för effektivisering av anläggningstillgångarna eller av själva tillverkningsprocesserna²³. Det senare är en utveckling som förväntas skapa nästa nivå av specialisering när drift och underhållsfunktioner kan läggas ut på uppkopplade leverantörer och leverantörsnätverk som har fördelar av att i stor (global) skala kunna bygga djup kunskap inom smala områden. Uppkopplade maskiner och system gör att de senaste tekniska landvinningarna kan erbjudas. En utveckling där utrustning och system tillhandahållas "as a service" kan förutses och leverantörerna kan succesivt förbättra sina erbjudande (och affärer) genom att uppdatera system och utrustning²⁴.

Förändrad Industriell logik

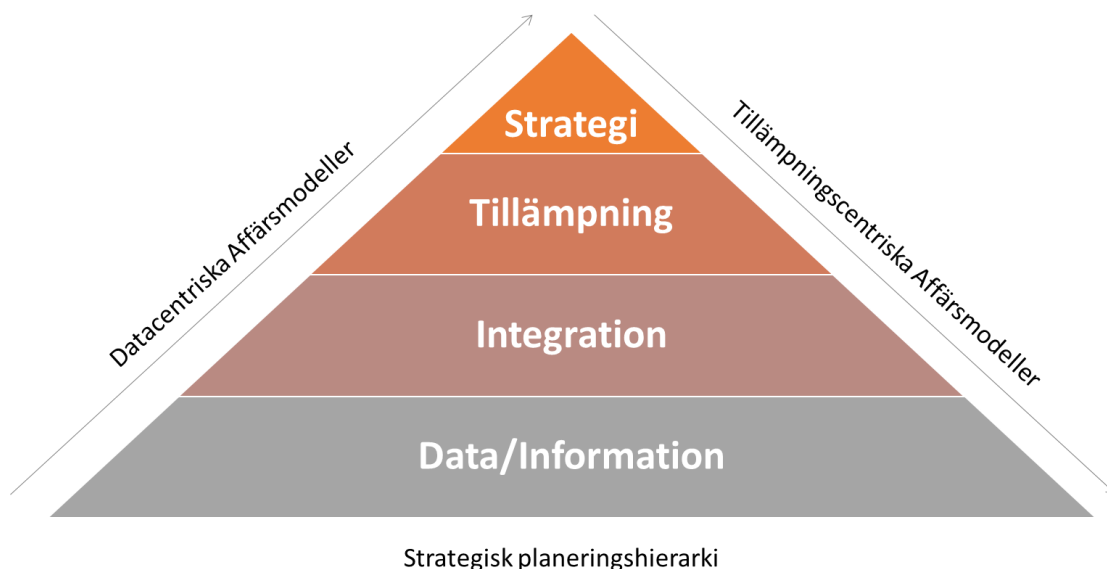


Figur 8: Det finns anledning att skilja på logiska dataflöden *inom* värdesystemen för ökade kundvärden och effektivitet (det vi kallar Smart Industri) och dataflöden *till* värdesystemen som skapar värde genom effektivisering, genom specialisering (IndTech). Källa: Databaserade industriella tjänster (Larsson, Liljegren 2016)

²³ Liljegren, Larsson 2016

²⁴ ABB, Mikael Rudin

Insamling och analys av data skapar dataströmmar och intelligenta system som tillsammans med tjänstebaserade affärsmodeller förändrar företagen och hur organisationer tar sig an sina uppdrag. Det ger en insikt om att det är *data* som är den nya strategiska tillgången. Snarare än att slå fast en affärsstrategi och bygga applikationer och leta efter data som stödjer den, behöver bra strategier därför utgå från data som sedan driver strategier och förses med lämpliga applikationer. Detta brukar kallas *datacentriska* affärsmodeller och innebär en stor skillnad mot dagens applikationscentrerade modeller.



Figur 9: Den principiella skillnaden mellan datacentriska och tillämpningscentriska affärsmodeller.

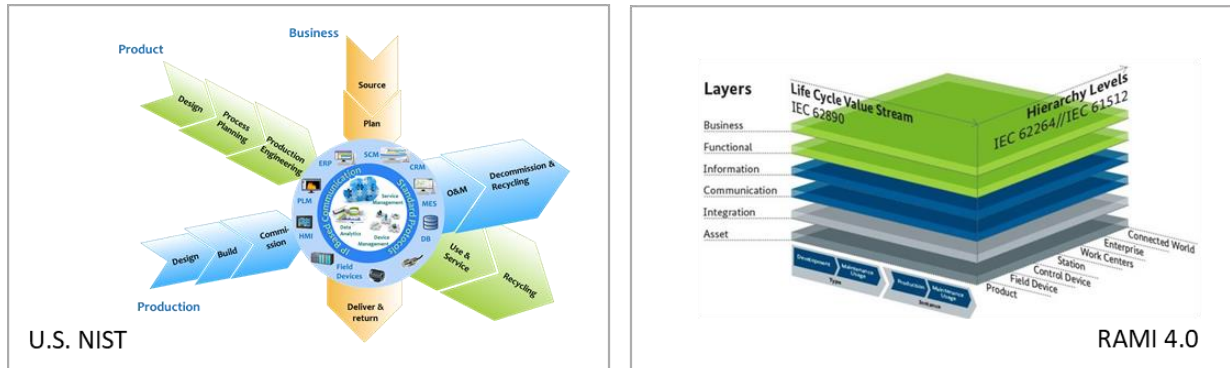
Sambanden med dataflöden och analys är angelägen för svenska företag att ta till sig: data är en ny valuta. Det är ett *system av system* för data som utvecklas därför att och i den takt det skapas värden. För företagen blir det viktigt att identifiera de möjligheter som finns på alla plan i planeringshierarkin för att skapa öppningar för nytänkande på de högre, strategiska, nivåerna i pyramiden. Flera internationella initiativ ägnas nu åt att förstå och organisera sådana system. Vi saknar en sådan diskurs i Sverige, åtminstone en som berör industrin. Vi behöver en sådan inte minst därför att vi behöver tydliga regler för vem som äger data och hur data som immateriella värden ska hanteras i företagens redovisningar. Och konkret, för att göra det möjligt att använda smarta utrustningarna och system för att skapa nya typer av produkter, måste affärsvillkor och många andra delar ses över.

Referensmodeller

Begreppet *smart industri* sammanfattar och integrerar it, industriteknik, mänskliga förmågor för att utveckla innovationsmetoder, produktionsmetoder och affärer. Referensmodeller och principer för en smart digitaliserad industri behöver därför också täcka in alla dessa aspekter.

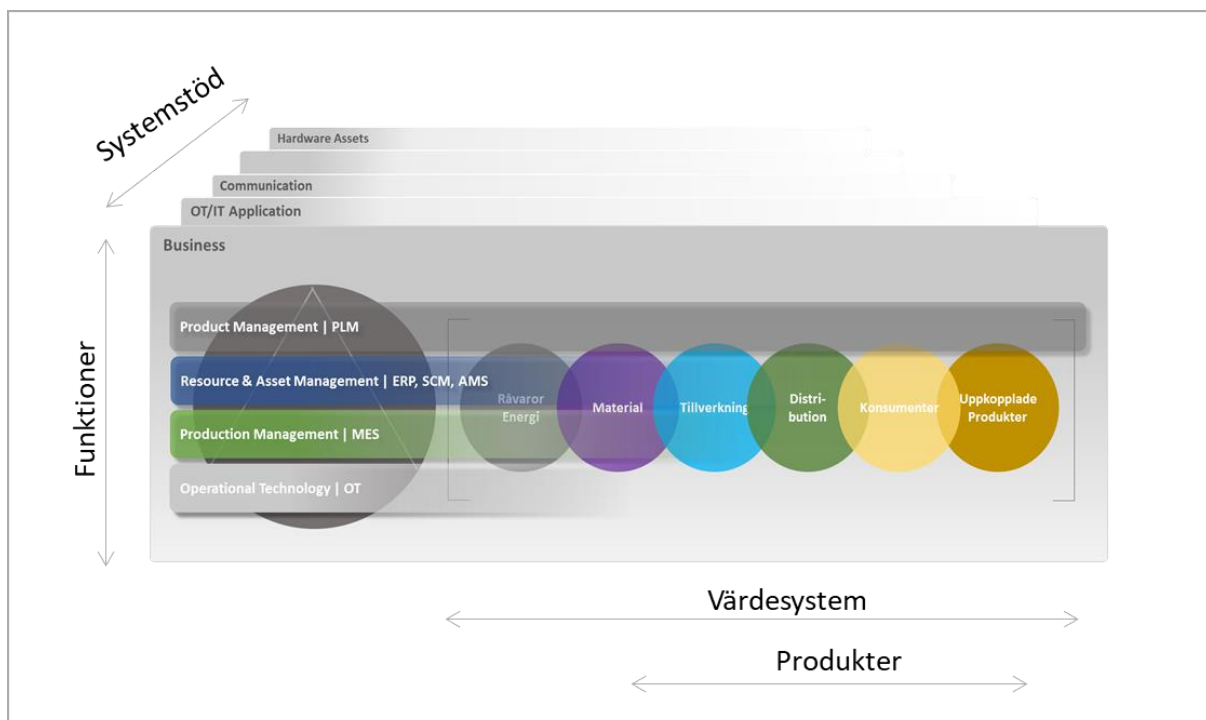
Poängen med att upprätta referensmodeller och referensarkitekturer är att skapa ett enhetligt förhållningssätt så att alla aktörer kan förstå varandra. Detta är själva grunden till interoperabilitet och anledningen till att internationell standardisering ofta lyfts fram som ett kritiskt bidrag till förverkligandet av smart industri. Modeller som följer dessa riktlinjer är exempelvis den tyska *RAMI 4.0* framtagna

inom satsningen *Industrie 4.0*, samt *NIST-modellen* som är framtagen av det amerikanska forskningsinstitutet NIST. Även inom den kinesiska satsningen *Made in China 2025/Chinese Manufacturing 2025* finns ansatser till referensmodeller, liksom i japanska, koreanska och andra nationella initiativ. Dessa



Figur 10: En modell för industriell digitalisering behöver täcka in flera dimensioner och aspekter, RAMI 4.0 Liksom NIST innehåller många visioner/beskrivningar om hur nya arkitekturer kan komma att se ut, dvs de kommer att vara ramverk för framtida implementeringar av industriell digitalisering.

referensmodeller och referensarkitekturer ligger nu till grund för ett internationellt standardiseringsarbete kring smart manufacturing, vilket pågår inom de internationellt erkända standardiseringsorganen ISO och IEC.



Figur 11: Resonemangen kopplade till den principmodell som används i denna rapport. Källa: Blue Institute 2017

Innovationssystemet sätter turbo på utvecklingen

Investeringarna i industriell digitalisering världen runt är minst sagt omfattande och tar sig många nya uttryck. De ekonomiska resurserna är knappast någon begränsning längre, det finns gott om privat och offentligt innovationskapital i rörelse. Utmaningen är snarare att hitta förmågor som klarar av att omsätta innovationspengarna till industriell nytta.

De privata och offentliga partnerskapens relativa andel (i förhållande till industrins) av innovationsutvecklingen i världen antas öka. Varje år investeras mellan 50 och 100 mdr USD i sådana projekt. Statliga och privata samarbeten innebär ofta att staten tillför pengar medan industrin bidrar med resurser och kompetens. En intressant och (sannolikt) positiv effekt är att klassiska *skunk-works* som inte längre ryms i storbolagens tajta redovisning dyker upp som statligt finansierade projekt istället.

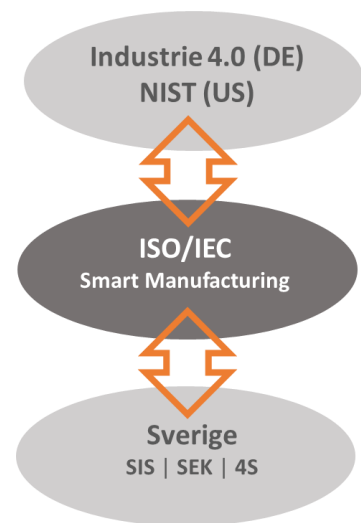


Figur 12: De privata och offentliga partnerskapens relativa andel av innovationsutvecklingen i världen kan antas öka. Varje år investeras mellan 50 och 100 mdr USD i sådana projekt. Det går att jämföra med att teknikleverantörer i ABB:s storleksklass totalt omsätter någon miljard dollar i forskning och utveckling. Källa: Blue Institute 2017

Till skillnad från de globalt tänkande storföretagen har nationalstaterna naturligt nog egna motiv för de ekonomiska satsningarna. En förväntan om att investeringarna skall gynna inhemsk industri och skapa arbetstillfällen. Utvecklingen kan därför medföra tendenser till protektionism och till koncentration där redan stora ekonomier växer ytterligare i betydelse genom sina resurser och förmåga att exportera tankegods, påverka standardisering mm.

Standardisering

Övergången till ett *smart industrisystem* innebär en omfattande omställning och nya teknikbehov. Med det följer kravet på nya standarder. Det pågår ett sådant arbete på internationell nivå med en inriktning i linje med tyska *Industrie 4.0* och amerikanska *NIST*²⁵ *Smart Manufacturing*. Att aktivt delta i standardiseringsarbetet är en angelägen fråga för svenska leverantörer men även för den användande industrin eftersom standarder indirekt är en del av handelssystemet. Sverige har i det här sammanhanget ett gott renommé och åtnjuter stor respekt för sin kunskap och förmåga. I ISO:s nu startade strategiska grupp för *smart manufacturing* deltar Sverige i ledningen för ett antal av de mer strategiska standardiseringsområdena. Även inom liknande arbete för IEC så deltar Sverige aktivt. Inom ramarna för de svenska samverkansprogrammen och det strategiska innovationsprogrammet PiiA planeras också för aktiviteter för att engagera industrin genom projektet *4S*²⁶ i samverkan med de svenska standardiseringsorganen *SIS* och *SEK*.



IndTech

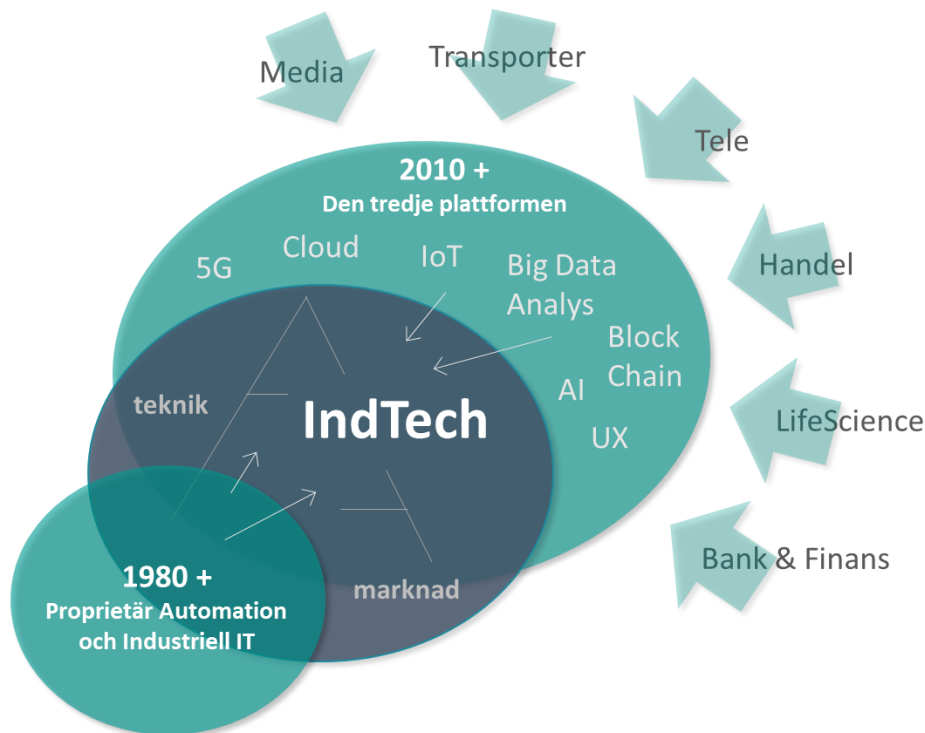
IndTech förenar den redan installerade basen av automation och it med den nya digitala utvecklingen. *IndTech* innebär teknik på fabriksgolvet, det innefattar också ERP-, SCM-, PLM- och MES-miljöer,²⁷ det innebär stordataanalys, mobilitet, moln och artificiell intelligens. *IndTech* omfattar även de företag och institutioner som utvecklar och levererar tekniken på en världsmarknad som är värd 340 mdr USD per år med en tillväxttakt uppemot dubbla industrigenomsnittet.

²⁵ National Institute of Standards and Technology

²⁶ 4S: Standards and Strategies for Smart Swedish Industry

²⁷ ERP: Enterprise Resource and Planning; PLM: Product Lifecycle Management; MES: Manufacturing Execution Systems; SCM: Supply Chain Management

Ordet *IndTech* har innebörden att teknik från olika områden och tider möts och förändrar industrin. Där tekniken som nu driver förändringen i de flesta fall utvecklats för helt andra ändamål än de industriella. Det senare innebär stora möjligheter men också utmaningar. Tre discipliner ger IndTech dess karaktär:



Figur 13: Modellen för IndTech: traditionell och ny teknik möts och gör den smarta industrin möjlig. Klassisk automation och industriell it möter 2010-talets "den tredje plattformen" och skapar nya koncept och ny marknad. Källa: Blue Institut 2017.

Den tredje plattformen som är kombinationen av mobilitet, molnet, social interaktion, sakernas internet och big-data med avancerad AI-analys. En aspekt av den tredje plattformen är att it inte längre är något som enbart finns i konventionella datorer. Den genomsyrar tillvaron och är alltid tillgänglig.

Industriell it för verksamheter och förvaltningar. Det vill säga affärer, produktutveckling, resurshantering, produktion, kundvårdssystem och system för att sköta teknik och anläggningstillgångar.

Operationell Teknik (OT) för fabriksgolven och ute i fält. Det innebär styrsystem, sensorer, ställdon, driv- och elsystem, instrumentering, robotar, 3D-skrivare mm.

En klassisk svensk industribransch

Under åttiotalet var svensk industri tidig med att ta till sig den mest avancerade automationstekniken. Det gällde inte minst processindustrin som tillhörde de internationella föregångarna. Samarbeten mellan industrin, automationsbranschen och leverantörer av industriell it lade grunden för framgångsrik teknikexport. ABB:s ledande position inom processindustriell automation är utan tvekan resultatet av sådan samverkan.

Men i takt med att produktivitetsvinsterna tas hem avtar också viljan att investera mer. Vi talar om att *marginalnyttan* minskar. Automationsbranschens utveckling har sedan 1990-talet utmärkts av att vara *inkrementell* snarare än *disruptiv* och är fortfarande relativt sluten eller *proprietär*.

Samtidigt pågår en hisnande utveckling av pris-per-prestanda på datorkomponenter och mjukvarulösningar. Det är en utveckling där tele-, transport-, finans-, spel-, media etc. skapar efterfrågan och driver utvecklingen. Tillsammans omsätter dessa marknader ca 3 000²⁸ mdr USD i digitalisering och digital utrustning. Det kan jämföras med industrins 300 - 400 mdr USD per år.

Slutsatsen är att industrin måste ta vara på de öppna möjligheter som skapas för andra tillämpningar. Samtidigt behöver en hel del teknik uppfylla speciella industrikrav, vara robust och snabb.

IndTech är som andra tech-begrepp ett så kallat teleskopord (eng. portmanteau-word) som i denna betydelse innebär *Industrial Technology* med hänvisning till ordet *industrials* grundbetydelse: produktionen av varor och tjänster.

***IndTech* uppstår när automation och industriell IT med rötter i åttiotalet möter starka och snabba influenser från teknik egentligen utvecklad för andra syften - *stabilitet möter hyperdynamik*.**

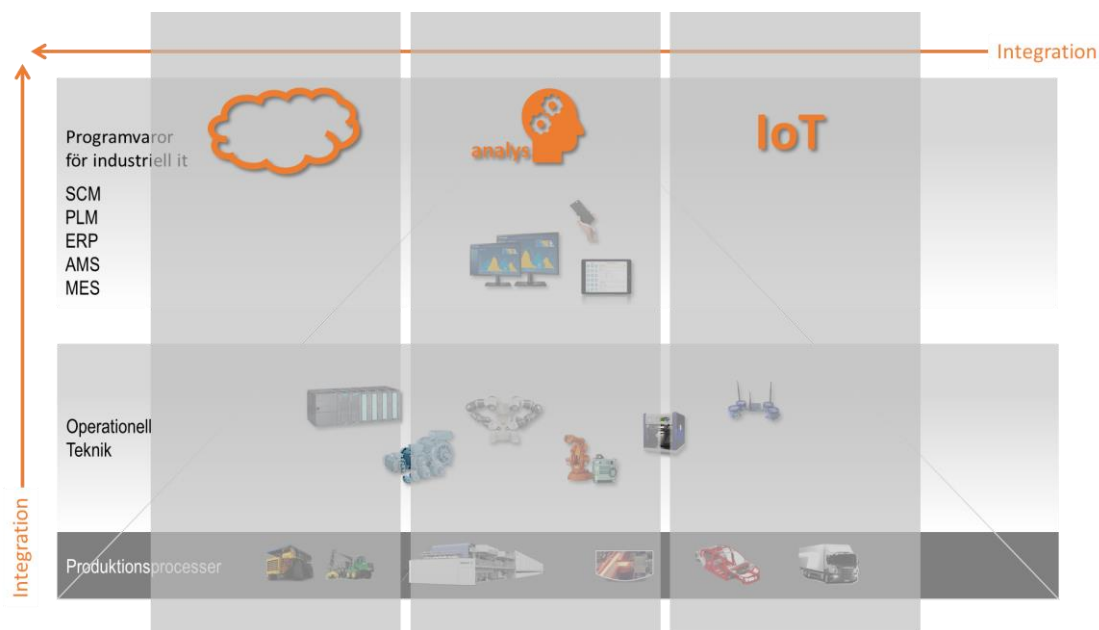
Det är inget okomplicerat möte och leder bland annat till exponering för säkerhetsproblem. För industrin är det en utmaning att anpassa den installerade basen av automation och industriell it värd motsvarande 1 500 mdr USD²⁹ i världen - och ofta både trettio och fyrtio år gammal - till ny teknik som utvecklas i exponentiell takt. Industrins automationsinvesteringar har visat sig ha längre ekonomisk livslängd än de flesta kunnat förutse. Det behövs därför genomtänkt teknikanpassning och kunskap för att överbrygga gapen mellan befintligt och nytt. Skillnaden mellan bra och dålig implementering ger utan tvekan effekter på industrins nyckeltal.

²⁸ Gartner Worldwide IT Spending Forecast, 2016

²⁹ Estimat, Blue Institute, 2016

En analys av IndTech-branschen

En analys av IndTech-området följer två grenar: den första berör konvergensen i utvecklingen som praktiskt kan översättas till integration både vertikalt inom företagen och horisontellt i värdesystemen. En utveckling som pågått i decennier och därmed inte är speciellt dramatisk. Den andra rör (nya) tekniska vertikaler som drastiskt påverkar alla nivåer av it och operationell teknik. De tre viktigaste av dem är molntekniken, analys med artificiell intelligens (AI), stora datamängder och internet of things (IoT) som en framväxande generisk applikationsplattform.



Figur 14: Utvecklingen kan sammanfattas med integration i vertikal och horisontell ledd, och med nya teknikfält som både kompletterar, förbättrar och utmanar de traditionella miljöerna och hierarkierna. Källa: Blue Institute 2017.

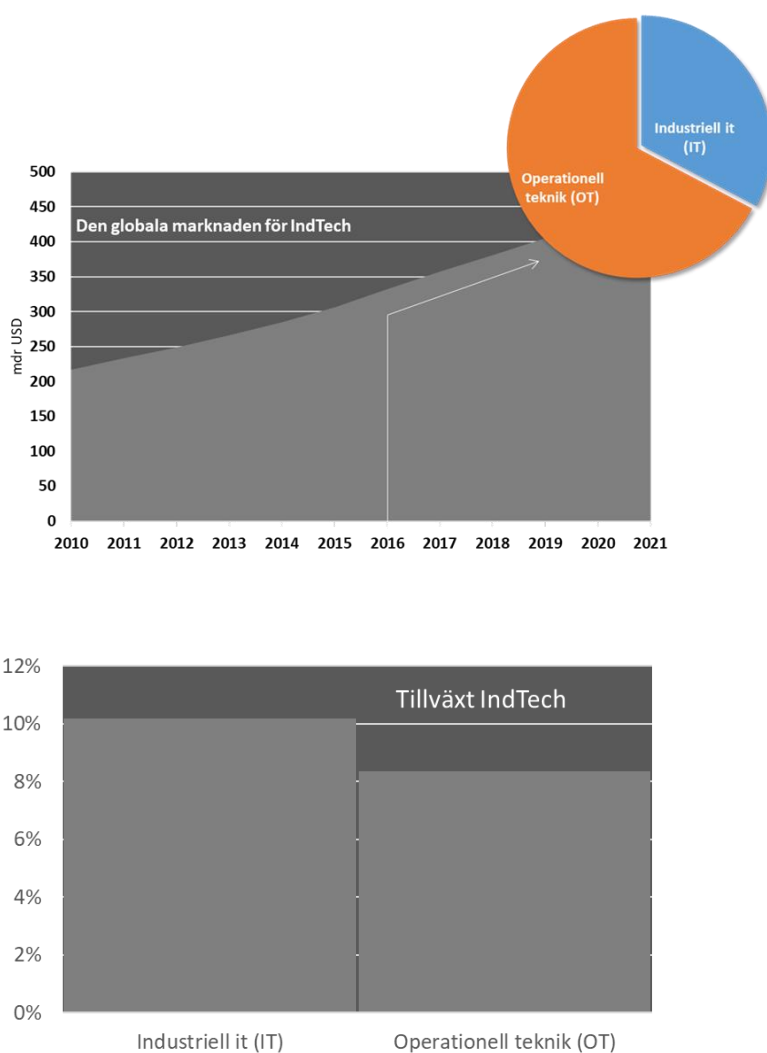
Industrins strukturer påverkas av *den tredje plattformens*³⁰ utveckling. Med det följer att spelreglerna för marknadens aktörer förändras. Nya kapaciteter blir tillgängliga genom att de paketeras som molntjänster: *AI-utvecklingen kan lyfta optimering och automation till nya nivåer; konceptet Industrins Internet of Things (IIoT) bjuder in till nya angreppssätt på gamla problem.*

Att utvecklingen nu går så snabbt att den överraskar bekräftas av en studie (*Tredje Vågens Automation, Kritiska framgångsfaktorer*) från PiiA Analys så sent som våren 2014. Faktorn *nya aktörers påverkan på utvecklingen* rankades i undersökningen bland leverantörer och den användande industrin lägst bland de kritiska för branschutvecklingen. I dag är insikten större bland leverantörerna men fortfarande är det påtagligt att visioner och tydliga strategier (paradoxalt nog med tanke på möjligheterna) ofta lyser med sin frånvaro.

³⁰ Tredje plattformen (third platform) är beteckningen på den typ av it som blivit vanlig på 2010-talet, nämligen kombinationen av mobilitet, molnet, social interaktion, sakernas internet och stordataanalys. En aspekt av tredje plattformen är att it inte längre typiska motsvaras av eller finns i datorer.

Marknadens utveckling

Marknaden för *IndTech*, dvs. produkter och system för industriell digitalisering och automation i världen är värd runt 340 miljarder USD år 2016/2017 och har en tillväxttakt som i genomsnitt närmar sig 7 - 8 procent³¹. Området kan delas i två delar: IT (industriell it) och OT (operationell teknik). Andelen som kan kategoriseras till industriell it är ca 110 - 120 miljarder USD. Resterande ca 240 mdr USD är operationell teknik för fabriksfloor och fält. Den i sin tur fördelar sig traditionellt på *diskret automation* (ca 45 procent) och *processautomation* (ca 55 procent av den globala marknaden). Till OT räknas olika typer av industriella styrsystem (ICS) och fältutrustning som instrumentering, analys, drivsystem, motorer, robotar och liknande³².



Figur 15: Marknaden för IndTech i världen enligt de definitioner som görs i denna rapport. Industriell it har en högre tillväxttakt än den operationella tekniken. IT-delen är dessutom mer lönsam (se vidare avsnittet om industriell-it). Källa: Blue Institute

³¹ Blue Institute estimat

³² Ibid.

Ett speciellt tillväxtområde är industrins Internet of Things (IIoT). Industrins internet kan överlappa traditionella systemmiljöer men också tillföra helt ny funktionalitet. Ytterligare en marknadsutveckling som har relevans för industrin är som tidigare nämnts molnbaserade tjänster.

I studien har vi valt en funktionell utgångspunkt för marknadsuppskattningarna. Det innebär att vi räknar molntjänsterna till industriell it. Molntjänster substituerar konventionella sätt att köra program på egna servrar, med tjänster av olika slag som både molnleverantörer och programvaruleverantörerna av industriell it erbjuder. Vi särredovisar heller inte IIoT utan ser moduler, grundprogramvaror, service och applikationer som delar av de definierade marknadssegmenten inom IT och OT.

Marknadsutsikterna är goda för IndTech-leverantörerna. Tillväxten består dels i att bredden i erbjudandet ökar med ett industriellt internet, molntjänster, AI och stordataanalyser. Samtidigt finner vi *konvergens* när olika processmiljöer med både diskreta och kontinuerliga inslag integreras med varandra. Till det kommer tätare generell integration mellan IT och OT-områdena som också driver efterfrågan på IndTech.

Även den underliggande efterfrågan från industrin och för olika infrastrukturer ökar. Bland de viktigaste marknaderna finns inte oväntat Kina. Även om slutmarknaderna generellt sänker tempot förväntas automationsmarknaden vara ett undantag. Den bortre parentesen för billig arbetskraft är sedan länge passerad när löner och den urbana medelklassen växer. Samtidigt är automationsnivån i kinesisk industri fortfarande låg i jämfört med industriländer i allmänhet. Tillväxt på mellan 15 - 40 procent per år är inte uteslutet och bilindustrins efterfrågan på diskreta automationserbjudanden kommer jämte den kemiska och petrokemiska industrins investeringar i processautomation att vara pådrivande faktorer.

Utveckling på företagsnivå innehåller inslag av både förvärvad tillväxt och tillväxt som skapas genom innovationer. För enskilda företag är konvergensstrategierna ett sätt att differentiera sig genom att erbjuda mer avancerade mjukvarubaserade processlösningar. Det i sin tur är ett sätt att minska beroendet av standardprodukter som kan massproduceras med eroderade marginaler som följd.

China remained the largest market for industrial robots in 2016, with sales rising by 26.6 percent year on year to 88,992, according to a report by China Robot Industry Alliance.

The advanced robots, represented by multi-joint robots, account for 61.5 percent of total sales. China is spreading the use of industrial robots in sectors including car manufacturing, aviation and home appliances.

3C industry (computers, communications and consumer electronics) will hopefully become the largest application field of industrial robots in the next three to five years.

China's robot density -- measured by the number of robots per 10,000 manufacturing workers -- was 49 in 2015, compared with the world average of 69. There is still plenty of room for growth.

"China's industrial robot development has entered strong momentum for China to lead the world's new round of reform in intelligent manufacturing," said Qu Daokui, president of the alliance.

China is now in the critical stage of "Made in China 2025," a blueprint to move manufacturing up the value chain, developing several key sectors including robotics.

The development of industrial robots has become a major aspect in transforming and upgrading China's manufacturing industry.

http://www.chinadaily.com.cn/china/2017-07/06/content_30018573.htm

Den sammantagna bilden ger belägg för att tillväxttakten ska ligga kvar på en hög nivå under överskådlig tid, ungefär dubbelt upp jämfört med den generella industriproduktionen³³.

Eftersom marknaden är väl konsoliderad med en diversifierad kundbas och etablerade marknadskanaler där prisdisciplinen kan betraktas som hög, finns också förutsättningar för att branschen skall behålla en god intjäning om leverantörerna kan skydda sina marknader med bra strategier. Marginalerna bland OT-leverantörerna är ca 4 procent högre än det industriella genomsnittet³⁴. Samtidigt är OT/automationsbranschen heterogen och lönsamheten mellan olika produktsegment kan variera stort. För leverantörerna av industriell it är den generella bilden liknande men intjäningsförmågan ännu högre både för nischade SME-företag och de stora leverantörerna som *SAP, Oracle eller Microsoft*.

Den tredje plattformens leverantörer

En sammanfattning av utvecklingen inom IndTech (här blir värdet med ett nytt ord - *IndTech* - för branschen tydligt) är att fler aktörer gör anspråk på industrimarknaden och i praktiken utmanar traditionella leverantörer som *ABB, Siemens, Emerson, Honeywell, Rockwell* m.fl. Det är inte vilka företag som helst utan jättar som *Microsoft, Google, IBM, Apple, Amazon*. Orsaken till att de kan erbjuda den tredje plattformens teknik enkelt och billigt är skalfördelarna som den breda applikationsbasen ger.

Det är en utveckling som inte enbart är begränsad till tjänster i molnet. För nästa stora genombrott, artificiell intelligens, går det att ana mer kompletta strukturer i vardande. Såväl *Google* som *Apple* lanserar dedicerad hårdvara för maskinlärning i neurala nät på lokal nivå. Liknande hårdvara kommer naturligtvis även från andra chiptillverkare som *Intel* men Googles ansats väcker intresse då den kopplar samman lokal edge-kapacitet på fabriksgolvet (edge: kan ses som "molnkanten") med molnet i tillämpningar som har potential att användas även för industriell optimering.

Den andra utmaningen för automations- och it-leverantörerna kommer från kommunikationsföretag som *Ericsson, Cisco, Huawei, Nokia, Samsung* och branschens operatörer som *Telia, Tele2, Telenor*, i världen giganter som *AT&T, China Mobile* eller *Vodafone*. Alla söker de nya tillämpningar för 5G-tekniken och ser Industrins Internet of Things som en plattform för det. Syftet med 5G är att göra den trådlösa tekniken tillgänglig för tekniktillämpningar som har betydligt högre krav på bandbredd, hastighet och tillförlitlighet än tillämpningar för personligt bruk. Enligt Ericsson har man gjort beräkningar som visar att operatörerna skulle kunna öka sina intäkter med 34 procent om till exempel processindustrin och elbranschen ökade sin användning av trådlös kommunikation³⁵. I den logiken stöder Ericsson exempelvis utvecklingen hos sina operatörer och andra kunder genom en SaaS-satsning³⁶ man kallar *IoT Accelerator*. Det är en one-stop-shop som täcker in de viktiga områdena: *anslutningsbarhet genom 4G eller 5G; enkel uppkoppling av IoT-moduler; datasäkerhet; och hjälp med att omsätta tekniken till affärer*.

³³ Credit Suisse, Global Industrial Automation. Blue Institute estimate 2017.

³⁴ Ibid.

³⁵ SvD, Ericsson ikapp och förbi Huawei i 5G-racet, 8 sep 2017

³⁶ SaaS innebär Software as a Service

Enligt Ericsson skulle operatörerna kunna öka sina intäkter med 34 procent om industrin ökade sin användning av trådlös kommunikation

De ovan nämnda teknikjättarna får åtminstone inom innevarande utvecklingsparadigm, betraktas som ointagliga för leverantörerna av industriell it och automation. Men man behöver strategier för att förhålla sig till dem endera som partners eller leverantörer av infrastruktur, beräkningskapacitet och applikationer. I realiteten går det inte att vara utan deras resurser. Utmaningen för automationsföretagen är att använda dem på sätt som samtidigt utvecklar branschens styrkor (industri- och processkunnande, kundrelationer) skapar kundvärden och som särskiljer från konkurrenterna.

It och automationsleverantörernas handlingsutrymme

Det som nu sker inom automations och it-industrin är att leverantörerna initialt agerar ensartat och (egentligen) på de stora tech-företagens villkor:

- Man samordnar och kraftsamlar de digitala resurser och de erbjudanden man redan har i form av M2M-applikationer³⁷ och andra relevanta potentiella produkter. Inom ABB kallas inordningen *ABB Ability*, hos General Electric har den fått namnet *GE Digital*. Siemens kallar sin molnsatsning för *MindSphere*. Utveckling av nya erbjudanden för uppkopplade produkter, optimering och underhåll som följer kommande standarder för Industrins Internet of Things börjar samtidigt sätta fart.
- Molnbaserade plattformar *PaaS/aPaaS* som innefattar system som grund för företagets IIoT-tjänster byggs upp. Det sker genom samarbeten med någon eller ett par av de stora leverantörerna som *Microsoft*, *Amazon AWS*, *IBM* eller *SAP*. Speciellt har *General Electrics* profilerat sig med plattformen *Predix*. Företaget annonserade redan 2012³⁸ avsikten att investera 1,5 mdr USD över tre år på industrins internet.
- Ekosystem som bjuder in till samverkan inom industrins internet är en strategi som flera av leverantörerna uttrycker. Till exempel säger *General Electrics* att företag som *AT&T*, *Intel*, *Cisco Systems*, *Verizon Communications*, *Tata Consultancy Services* och *China Telecom* ingår i deras *Open-Source Digital Industrial Network*. En intressant anmärkning är att *ABB* redan år 2000 erbjöd ett samarbetsprogram mellan leverantörer i konceptet *Industrial IT, Objects and Aspects*. Det var en satsning som delvis kom av sig beroende på finansiella problem under samma tid, men som ligger till grund för företagets framgångsrika produkt 800 xA.
- Leverantörernas produktprogram anpassas slutligen i varierande grad till förutsättningarna som IIoT ger. Det inkluderar utmaningar som kan uppstå i spannet mellan *edge* (fabriken) och *molnet* och inkluderar frågor som säkerhet, robusthet och kommunikationsteknik.

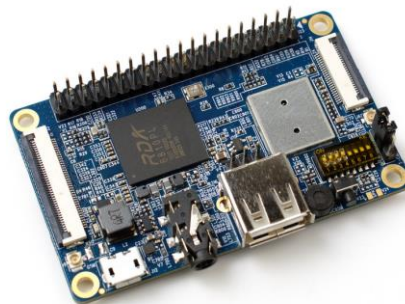
³⁷ M2M motsvarar maskin till maskin-kopplingar med leverantörsspecifika protokoll till skillnad mot internetuppkopplingar (som fortfarande saknar kompletta standarder).

³⁸ MIT Technology Review, General Electric Pitches an Industrial Internet, 28 nov 2012

Givet samma förutsättningar och att man delar samma leverantörer för molntjänster blir erbjudandena redan från början naturligtvis likartade. Möjligheten till differentiering ligger i att verkligen lösa kundernas problem med hjälp av bättre processkunnande omsatt till tillämpningar. Här avslöjas en svaghet med många års utveckling som hos de flesta automationsleverantörer lutat sig mer mot standardprodukter (med lägre risktagande) än anpassat och verkligt processkunnande. En svaghet som knappast någon artificiell intelligens (AI) kan kompensera. IIoT-systemen ger dock *leverantörerna av processutrustning* nya möjligheter att bygga in sitt processkunnande i produkterna för ökade prestanda. I stället för att som i dag, i många fall, begränsas av det processkunnande som finns hos den som råkar vara automationsleverantör för enskilda projekt.

Det är även sannolikt att konkurrensen om *äkta* värdeskapande industriapplikationer ökar med Internet of Things. Tillgänglighet och låga kostnader för att nå marknaden sänker tröskeln för processkunniga entreprenörer. Teknikjättarna skyndar på den utvecklingen med storskaliga initiativ för att få igång applikationsutveckling och därmed nya affärer. *Microsoft* lanserar t.ex. *IoT Central* för att göra det enkelt för både små och stora företag att skapa uppkopplade produkter för att som man uttrycker det: få fart på den digitala verksamheten. Det sker med en SaaS-lösning i molnet som hjälper användarna att bygga, använda och underhålla sina produkter. Marknadsföringen har helt industriell inriktning. Även *Ericsson* har som nämnts ovan motsvarande ambitioner.

IIoT-utvecklingen gör att det även på hårdvarusidan finns hot för automationsleverantörerna. Nyckelordet är kostnadsfördel genom skala och att kvaliteten på volymhårdvara för fordonsindustrin och sjukvården minst måste hålla industriklass och därmed i princip kunna tillämpas i flera branscher. Att på sådana plattformar bygga både kvalificerade I/O-enheter (in- och utgångar) och ICS-funktionalitet (styrsystem) handlar mer om tiden det tar att ta sig upp på lärokurvan för industrikraven än något annat. Inom marknadssegmentet blandas mer kända varumärken som *Bosch*, *Intel* och *Raspberry* med namn som *Arduino Yun*, *Beaglebone Black*, *Arduino + Shields* och *Tessel 2*.



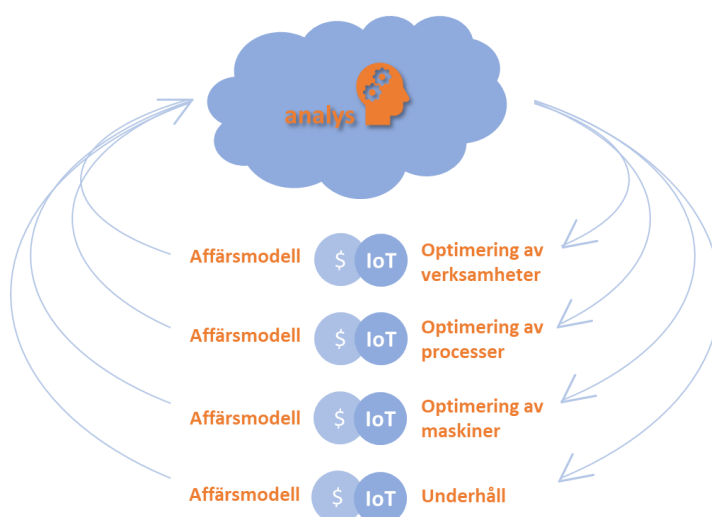
Även när det gäller automationsleverantörernas yttersta utpost *styr- och kontrollsystemen (ICS)* kan molntekniken förändra spelplanen. Det finns gott om idéer, experiment och planer på att lägga intelligensen i realtidskritiska styrsystem i molnet. Vinsterna är lägre kostnader och större flexibilitet. Hindren är än så länge realtidskraven och driftstillgänglighet men även det kommer över tiden att finna sina lösningar. Här går förmodligen hybridområden som nät- och fastighetsövervakning i första ledet. I detta scenario blir ICS snarare en lätt integreringsbar (med MES, EAM, PLM osv.) mjukvarumodul bland många andra än en systemaffär i sig själv. En utveckling där större mjukvaruföretag inom kort framtid förvärvar automationsfirmor för att komma åt styr-/kontrollsystemskompetens är inte osannolikt.

En annan faktor i analysen är närmandet mellan IT och operationell teknik, OT. Det är inte någon ny företeelse snarare lika gammal som processdatorn själv. Genom decennierna har IT och OT-leverantörer gjort ömsesidiga försök att gå över gränsen, sällan med bestående framgång. Orsaken finns i faktiska stora olikheter i tillämpningarna: realtid vs. lång planeringshorisont; mycket höga krav på tillgänglighet vs. måttliga; produktionskompetens vs. administrativ; olika försäljnings-/relationsytor hos kunderna osv. Men också i att satsningarna inte varit helhjärtade och saknat tillräcklig uthållighet.

Det naturliga gränslandet mellan IT och OT består av *MES* och *EAM* (*produktions- och underhållsplaneringsverktygen*). Här finns exempel på att både IT- och OT-leverantörer är representerade. Ett företag som satsat målmedvetet inom det industriella mjukvaruområdet är *Siemens* med framgångsrik etablering på *PLM-marknaden* (*Product Lifecycle Management*), dvs. system för hantering av produkter under dess livscykel. Köpet av amerikanska *UGS Corporation* 2007 har följts av flera förvärv och bildar idag affärsenheten *Siemens PLM Software*. Företaget tillhör idag trion av marknadsledare tillsammans med *Dassault* och *Autodesk*. Förvärven har också innehållit strategiska kopplingar för integration "uppåt" mot *ERP* respektive "nedåt" mot *ICS-nivåerna* genom *MES-lösningar*.

Förutsättningarna för små företag

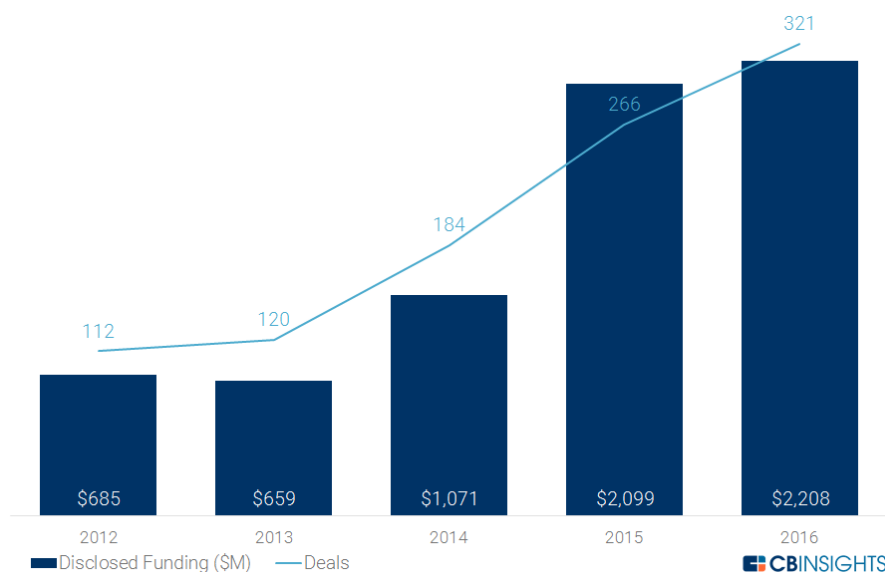
Det landskap som växer fram där de stora tech-företagen och ICT-industrin har som affärsmodell att storskaligt erbjuda både infrastrukturer och kvalificerade applikationstjänster enkelt, on-line och kostnadseffektivt är en bra förutsättning för startupföretagen. Har man idéer, kunskaper, en dator och ett kreditkort finns i princip alla möjligheter för att förverkliga entreprenörsdrömmarna. Det finns dessutom gott om venture-kapital från såväl kapitalmarknaden som industrin, där i det senare fallen alla stora företag har strukturer för att fånga upp och finansiera idéer på ett tidigt stadium. Öppna innovationshubbar där de stora företagen välkomnar nytänkande utifrån, är ett sådant koncept som blir allt vanligare. Sammantaget gör detta att kunskap om processer, underhåll och optimering med låga inträdeströsklar kan omsättas till affärsmodeller och betalningstjänster.



Figur 16: Idag finns alla tjänster i molnet för att både teknisk beräkningsmässigt och med stöd för ekonomi och affärsmodeller till låg kostnad förverkliga affärsidéer för entreprenörer och startup-företag. Källa: Blue Institute 2017.

Det amerikanska företaget *CB Insights* (som erbjuder en analysplattform för att bedöma marknadsmöjligheter för investerare) presenterade våren 2017 en rapport³⁹ över startup-företag inom det industriella IoT-området. Rapporten redovisar 125 startupföretag kategoriserade i: sensors & connectivity; edge devices; universal platforms; applied sensor networks och advanced analytics.

Under 2016 finansierades över trehundra startup-initiativ inom *IIoT* med motsvarande 2,2 mdr USD. Det finns också ökade rörelser i de stora företagens förvärv av de mindre inom sektorn, och det är också klart att stora företag som *ABB*, *GE*, *Samsung*, *Cisco*, *Bosch* osv. finansierar en stor del av start-upprojekten genom sina venturebolag.



Figur 17: Finansiering av startup-initiativ inom området industrins internet of things. Källa: CB Insights

Den svenska scenen för startupföretag får ofta beröm. Den är innovativt, ligger långt fram och har bra koll på de senaste trenderna. Det stämmer inte minst inom spel-, betting- och fintech. Där finns det många omtalade exempel på lyckade svenska satsningar och företag. Mindre känt är att vi även har många startupföretag som ägnar sig åt den industriella sidan av den digitala marknaden. Vi har även en mängd etablerade små och medelstora företag inom IndTech-branschen.

Ett av de mer uppmärksammade projekten är *ABB:s* satsning på IndTech-startups. Tillväxthubben *SynerLeap* är ett ekosystem som ska ge företag möjligheter att växa och expandera inom tre områden: industriautomation, robotik och energi. SynerLeap drivs i *ABB:s* forskningscentra *Corporate Research*, tillsammans med partners som *Automation Region*, *Almi*, *Vinnova*, *Mälardalens högskola* och *Västerås Stad*. Bland de deltagande företagen finns: *Mobilaris*, *Evothings*, *Gleechi*, *Nodd*, *Cognibotics*, *BipOn*, *Acosense*, *Imagimob*, *Percepio* och *SunCom Garage*.

Ett område som kommer att bli mer viktigt än andra de kommande åren är AI. Bara under det första kvartalet (2017) har det gjorts trettiofyra internationella förvärv i den sfären när de stora it-företagen

³⁹ CB Insights, The Industrial IoT: 125+ Startups Transforming Factory Floors, Oil Fields, And Supply Chains, maj 2017

positionerar sig. Det pågår också en huggsexa om specialister inom området vilket göra köp av lämpliga små AI-företag extra intressanta.

Småföretagen kommer sannolikt att spela en tydlig roll i den förändrade marknadsbild som digitaliseringen av industrin driver fram. Det nya är att små företag inte nödvändigtvis är hänvisade till roller som underleverantörer till de stora företagen i värdekedjorna. Genom *den tredje plattformens* möjligheter kan små företag koppla upp sig och agera mot industrins tillverkning på samma villkor som de stora. Det som avgör är förmågan att leverera *värden* inte infrastrukturen och generiska tjänster. Digitaliseringen skapar storskalighet med hjälp av småskalighet.

Sammanfattning

Sammanfattningsvis ger analysen att IndTech-branschen befinner sig i begynnande men accelererande strukturell omvandling där renodlade automationsföretag är mer utmanade än leverantörer av industriell mjukvara. Industrins internet i kombination med analystjänster i molnet flyttar styrkepositioner till nya aktörer som Microsoft, IBM och Google. Det är inte heller osannolikt att tech- och ICT-bolagen både kan bidra till att förenkla och göra standard automationslösningar kostnadseffektivt, och dessutom tillföra nya värden.

Leverantörerna av industriell it har fördelen av att både växa snabbare och ha högre marginaler, större lönsamhet, än de rena automationsföretagen. De tillför därutöver till skillnad från standard- eller semistandardprodukter värden som differentierar och ofta går att räkna hem även med utvecklade affärsmodeller. När alltmer av applikationerna flyttar till molnnivå kommer kanske mjukvara dessutom att kannibalisera på konventionella styrsystemsteknologier.

Automationsleverantörerna som ofta har en mixad produktportfölj behöver i förändringen bli tydliga med sina vägval, visa på visionär styrka och våga vara unik. Det brukar marknaden belöna. Generella styrkor som särskiljer finns i den installerade basen (som utan tvekan också innebär ett ansvar för framtidssäkring), i kunskap om de industriella kraven, i branschkunskande och i marknadsrelationer.

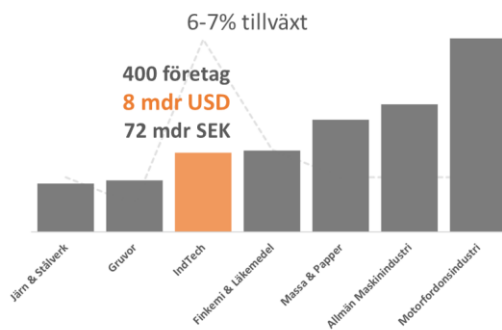
Branschens styrkor skulle kunna utvecklas på olika sätt:

- Hårdvaru- och systemkunskande för avancerade tillämpningar kan satsas på breda IoT-plattformar. Andra kvalificerade tillämpningar finns inom transport, logistik, infrastrukturer och sjukvård t.ex.
- Förflyttning mot industriell it och mjukvaror och/eller roller som systemintegratörer (jmf. exempelvis med *Schneiders* förvärv av engelska *AVEVA* för 3 mdr GBP hösten 2017) där alla marknadssegment kommer att växa kraftigt inte minst som en effekt av IIoT. Det kräver sannolikt förvärv, utvecklingskapital och långsiktighet.
- Eller i allians och förvärvsstrategier. Till exempel finnas det potentiella synergier i samarbeten mellan telekommunikationsleverantörerna (som har fullt upp med att förstå och utveckla IoT-plattformar som uppfyller industrins krav) och automationsleverantörer som redan kan förutsättningarna som råder i såväl valsverk, som bilfabriker och kärnkraftverk. Här finns möjligheter att korta av lärokurvan med strategiska samarbeten.
- Till sist återstår möjligheten att gå ur valda områden för att kraftsamla på andra mer väldefinierade programvaror eller hårda produkter för el, instrument, analys, robotik osv.

Kan det bli en ny svensk paradgren?

IndTech representerar ett affärsområde med en stor och snabbt växande global marknad där svenska leverantörer redan har mätbara andelar av världsmarknaden. Stora företag som ABB och även (kan man förvänta) alltmer Ericsson i och med 5G-satsningar, utgör basen i ett system av annars små till

**SWEDISH
IndTech**



Branschen befinner sig i en teknikdriven strukturell omvandling samtidigt som den underliggande efterfrågan på digitala lösningar inom industrin ökar. Sådana marknadslägen med hög dynamik innebär möjligheter, *occasione*, om man kan gå in i dem med nödvändig kompetens och erfarenhet. Sverige har som öppen handelsekonomi baserad på en bas- och tillverkningsindustrin som håller världsklass, såväl miljön, traditionen och kunnandet att ta sig an de möjligheterna.

Swedish IndTech är Sveriges Industrie 4.0

Slutsatsen måste bli att *Swedish IndTech* som en bransch i vardande har stor utvecklingspotential. Den representerar en stor världsmarknad men är ändå betraktad som en nisch i det totala it-sammanhanget. Som utvecklingsmiljö i svenska testbäddar och pilottillämpning kan svensk IndTech ge smarta fördelar och tidsförspårning åt svensk bas- och tillverkningsindustri. På samma gång kan den bygga sin egen framgång för exportmarknaderna. Området stämmer dessutom väl in med såväl regeringens satsning på *Smart Industri*, samverkansområdet *Uppkopplad Industri* och de strategiska innovationsprogrammen *PiiA* och *Produktion 2030*. Även området *Sakernas Internet* har bäring på IndTech liksom förstudien *den Digitala Stambanan* i samverkan mellan P2030 och PiiA.

Vägen framåt är att fortsätta detta arbete med en plan som involverar marknadens aktörer och har som målsättning att identifiera, definiera och kraftsamla områden där svensk IndTech-industri har speciellt goda förutsättningar till framgång. PiiA i samverkan med Blue Institute har för avsikt att dra upp de första riktlinjerna för en sådan fortsättning som sedan behöver organiseras och finansieras på lämpligt sätt.

Del 2. Den tredje Plattformen

Molnet • 5G • Industrins Internet of Things • Big Data • Artificiell Intelligens • VR, AR, MR • Block Chain • Kvantdatorer

Tredje plattformen (third platform) är beteckningen på den typ av it som blivit vanlig på 2010-talet, nämligen kombinationen av mobilitet, molnet, social interaktion, sakernas internet och stordataanalys. En aspekt av tredje plattformen är att it inte längre typiska motsvaras av eller finns i datorer. Den genomsyrar allt och är alltid "på" och lättillgänglig. Initiativet *Open Platform 3.0* inom *the open group* arbetar på en samlad definition av tredje plattformen. Den första plattformen anses då vara stordatorsystemen medan den andra plattformen var baserad på persondatorerna och på servrar i nätverk.

Molnet

Det har nämnts tidigare men förtjänar att upprepas: få innovationer inom it-området kommer att ha sådan betydelse under vår livstid som molntekniken. Anledningen är att molnet motsvarar vad massproduktionen betydde för den ekonomiska utvecklingen under första hälften av 1900-talet men nu som modell för distribution av beräkningskapacitet och mängder av digitala tjänster.

Inom något år räknar man med att 60 procent av it-driften kommer att ske utanför kundföretagens väggar med en bred spridning: 85 procent av molnanvändningen förväntas enligt analysföretaget *IDC* för ett givet företag fördelas över flera leverantörer.

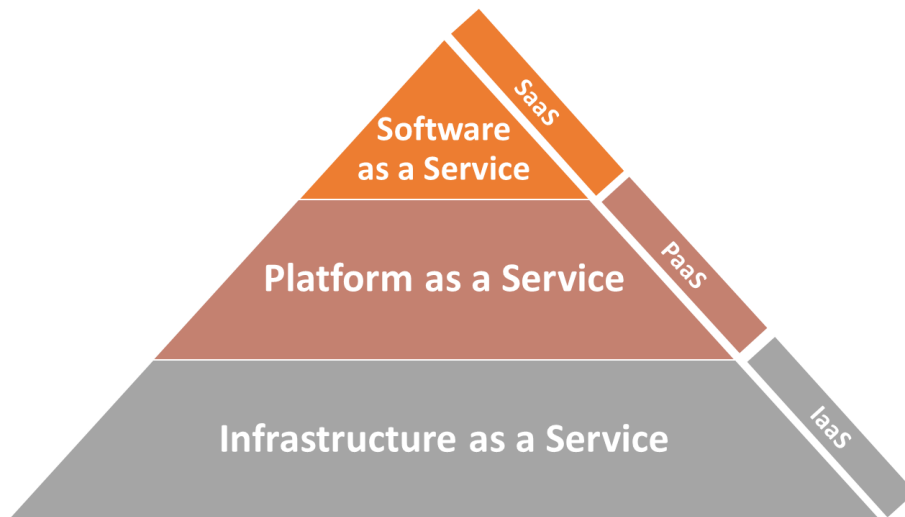
Även om effektivitet och kostnader är primära drivkrafter för branschens finns andra motiv som starkt bidrar till det höga tempot i utvecklingen. Det är värden som kommer av flexibilitet och innovation. Att få tillgång till en server för utveckling och experiment tar några minuter. Behöver man tusentals av dem är det lika möjligt, lika snabbt. Molnet tillåter med andra ord att pröva och misslyckas och pröva om igen utan att kostnaderna blir oöverstigliga. Resultatet är att gamla sanningar och affärsmodeller ifrågasätts.

Den allmänt accepterade definitionen av *Cloud Computing (CC)* kommer från amerikanska *National Institute of Standards and Technology (NIST)* och går i korthet ut på att Cloud Computing är en modell som ger enkel tillgång till en pool av konfigurerbara datorresurser (nätverk, servrar, lagring, program och tjänster) så enkelt som möjligt för såväl köpare som tjänsteleverantörer. Det finns ett antal rekvisit som allmänt brukar ses som förutsättningar för att ett erbjudande skall vara en molntjänst, dit hör:

- Självbetjäning på begäran: dvs. möjligheten för en slutanvändare att registrera sig och momentant få tillgång till tjänsten.
- Ett brett accessnät och möjlighet att få tillgång till tjänsten via standardplattformar som PC, laptop, mobil etc.
- Delning av resurserna över flera kunder.
- Dynamik eller elasticitet: dvs. kapaciteten ska t.ex. kunna skalas upp för att klara av efterfrågetoppar.
- Mätbar service: dvs. användningen mäts, levereras och faktureras som en tjänst.

Cloud Computing beskrivs ofta som en samling av tjänster ovanpå varandra under namnet *moln*. Ett förenklat sätt att skilja dessa lager åt (som också representerar olika marknadssegment för molntjänstleverantörerna) följer en trevånings struktur enligt följande:

- **SaaS**-applikationer (Software as a Service) är utvecklade för slutanvändarna och levereras oftast via webben. SaaS är en snabbt växande marknad där tjänsten levereras *från en till många*, och så kallade API:er integrerar olika delar av applikationerna. Bland det tidigaste tillämpningarna finns kundvårdssystemen (CRM) som också lade grunden för molnleverantören *Salesforce* marknadsframgångar.



Figur 19: Schematisk beskrivning över Cloud Computing som en samling av tjänster ovanpå varandra under namnet moln.

- **PaaS** (Platform as a Service) är en uppsättning av verktyg och tjänster för kodning och distribution av programvaror. I takt med affärsutvecklingen förfinas de olika servicebegreppen så talas de t.ex. nu om **aPaaS** (application Platform as a Service) för att specificera plattformen för applikationsutveckling inom områden som IoT eller Big Data-analys. Således är detta ett intressant och snabbt växande marknadsområde där aktörer som *Microsoft*, *Salesforce*, *IBM*, *SAP* och även *Google* slåss om tätpositionerna.

Inom IndTech-området är det intressant att notera samarbeten mellan automationsleverantörer och leverantörer av molntjänster. ABB arbetar exempelvis tillsammans med Microsoft i konceptet *ABB Ability*, Siemens med IBM och SAP i sitt *MindSphere*-koncept.

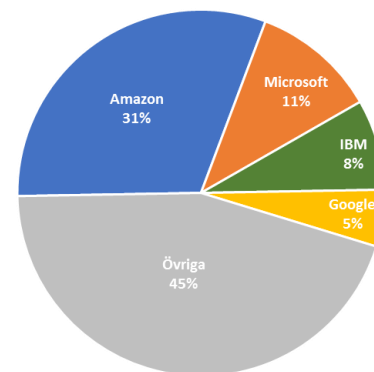
- **IaaS** (Infrastructure as a Service) är den hårdvara och mjukvara som driver servrar, lagring, nätverk och operativsystem. Affärsmodellen bygger på att det blir enklare och billigare att köpa tjänsten i stället för att själv investera i system och kompetens.

Amazon förknippas ursprungligen med IaaS som tjänst och har med en strategi som bygger på skalfördelar vuxit till den största molnleverantören i världen. I april 2017 annonserade Amazon investeringar i tre datacenter i Mellansverige, bland annat i Västerås. Varje anläggning ska omfatta mellan femtio och åttiotusen servrar. Bakgrunden är att Amazon gör Sverige till en av bolagets sexton infrastruktureregioner med minimal ned-tid och maximal hastighet för molnkunder. Den andra stora leverantören av infrastrukturer är Microsoft.

Ur ett marknadsperspektiv pågår en konsolidering av molnbranschen, det blir färre men större spelare. Nya initiativ och företag tillkommer men de blir oftast uppköpta. Det är en utveckling som går hand i hand med att efterfrågan på integrerade lösningar ökar, företagen vill ha enkelhet och snabba resultat.

En annan trend är differentiering genom att erbjuda unika tjänster. *IBM:s Watson* är ett sätt att profilera IBM:s molntjänster med s.k. kognitiv kapacitet. Bland leverantörerna är det inte bara IBM som satsar på *cognitive computing*. Även *Microsoft* hänger väl med i utvecklingen.

I kampen om marknaden betraktas fortfarande tredjeplatsen bakom Amazon Web Services (som har samma omsättning som Electrolux men växer 50 procent per år med en marginal på 30 procent) och sedan Microsoft, som relativt öppen.



Det är med den bakgrunden många av de förvärv och allianser som sker ska ses. Sammantaget är det Amazon, Microsoft, IBM och Google som enligt en rapport från *Synergy Research Group 2016* tillsammans har halva marknaden och dessutom växer snabbare än konkurrenterna.

År 2020 förväntas de största leverantörerna stå för minst 75 procent av infrastrukturs- och plattformstjänsterna. Även kinesiska *Alibaba* har planer på att expandera sin molntjänst utanför hemlandet. Tyskland är platsen för ett av bolagets nya datacenter. Målet är tydligt, att ta upp konkurrensen med den ledande kvartetten.

I industriell mening beräknas datacenterindustrin i Sverige omsätta nära 12 mdr kronor och generera 7 000 jobb. De närmaste åren förväntas behoven av datacenter växa med nära 40 procent per år⁴⁰ och alla de stora bolagen blickar mot Europa enligt en rapport från BCG. Enligt samma rapport räknar man med att svenska datacenter skulle kunna generera intäkter motsvarande 25 mdr kronor, hälften från löpande drift och hälften från själva uppförandet. Ytterligare 25 mdr skulle genereras som indirekta jobb och effekter. Tillsammans motsvarar det en bransch jämförbar med stålindustrin.

Molnmarknaden i Europa omsatte under 2016 ca 42 mdr USD enligt Gartner⁴¹ och gör den till den näst största efter USA. Lokala etableringar är både en fråga om att minska

Inom automationsbranschen för process och tillverkningsindustrin vägs fortfarande fördelarna mot riskerna med att lägga tidskritiska funktioner i molnet. Risker som kan kosta mycket i produktionsförluster och säkerhet.

Över tiden är ändå bedömningen att tekniken tar över även sådana funktioner. Lägre kostnader, möjligheten till tät integration med AI-lösningar för optimering av stora datamängder i allt större loopar, större flexibilitet vid om-design av anläggningar och processer, mindre ytkrävande, bättre för miljön etc. talar för det.

⁴⁰ Boston Consulting Group, 2016

⁴¹ Gartner, Forecast Analysis: Public Cloud Services, Worldwide, 4Q16 Update

tekniska fördröjningar och om att komma på rätt sida gränsen om lagstiftning med avseende på data-skyddsfrågorna. Bara under 2015 spenderade Microsoft dryga 25 mdr kronor på sin molninfrastruktur i Europa⁴².

De olika prognoserna hänger tätt samman med teknikinvesteringarna i den *tredje plattformen* som förväntas driva 75 procent av IT-investeringarna 2019⁴³.

5G

Digital kommunikationsteknik bär idag upp hela samhällsstrukturer trots att det så sent som i mitten av 1990-talet var mer ovanligt än vanligt att persondatorer var uppkopplade och mobiltelefoner användes just som telefoner. TCP/IP (som står för Transmission Control Protocol/Internet Protocol) är en arkitektur för datakommunikation över nätverk med en struktur som delas upp i olika skikt. IP-kommunikation med rötter i 1960-talet är ryggraden i världens kommunikationssystem. Även inom krävande industritillämpningar gör IP-tekniken framsteg men miljöerna på fabriksgolven domineras fortfarande av kommunikation baserade på anpassad teknik. Alla gängse kommunikationsprotokoll kan tillämpas i fysiska media som fiberoptik eller kopparkabel, eller med hjälp av radioteknik som sker i mobilnäten.

Kommunikation har blivit en billig och självklart vardagsvara. Det som just nu berör branschen är tanken om att alla saker som *går* att koppla upp på nätet också *kommer* att bli uppkopplade. Inom några få år räknar man med 50 miljarder enheter anslutna till internet. Ericssons bedömning⁴⁴ är att det år 2020 finns över sju miljarder M2M (Machine to Machine som även omfattar industrins användning) uppkopplingar. Oavsett om den siffran är korrekt eller inte kommer mängden av saker som ska kommunicera över radiobaserade nätverk att bli enorm.

För tillämpningar av typen Industrins Internet of Things (IIoT) finns olika kategorier av nät: dels LPWA (Low Power Wide Area) som är energisnåla och ger en god täckning. Dels finns *mobilnäten* med sin stora skalbarhet och inbyggda framtidssäkring. 3G, 4G och ganska snart även 5G är tillgängliga tekniker för IIoT-tillämpningar.

Arbetet med 5G har redan kommit långt men den kommersiella utrullningen bedöms inte på allvar påbörjas förrän efter 2020. Sydkorea har dock för avsikt att lansera 5G-tjänster i samband med vinterolympiaden 2018. Överhuvudtaget satsar Japan, Kina och Sydkorea mycket målmedvetet på 5G. Inom EU är målet att 5G-bredband ska finnas tillgängligt runt alla större trafikstråk och järnvägar år 2025. I Europa har också en rad företag koordinerat sig i ett ge-

5G - mycket snabbare. Idag kan man få en teoretisk hastighet på upp till 100 Mbit/s med 4G men den faktiska hastigheten överstiger sällan 30 - 50 Mbit/s.

Det är tänkt att 5G ska vara 10 - 100 gånger snabbare än 4G och det innebär att den som surfar med 5G på vissa platser kan uppnå en hastighet på 10 Gbit/s. Brittiska forskare har redan uppnått denna höga hastighet vid ett avstånd på 100 meter mellan sändare och mottagare vilket bådär gott för framtiden.

⁴² IDG, Microsofts nota för europeiska molnkriget, oktober 2016

⁴³ IDC, Worldwide IT Industry 2017 Predictions, november 2016

⁴⁴ Ericsson Mobility Report, 2015

mensamt EU-projekt som leds av Ericsson. En stor utmaning för leverantörerna är nu att få fram en gemensam standard förutom att 5G-näten i praktiken ska leva upp till de högt ställda förväntningarna som skapats.

5G är en teknik som i huvudsak kommer att etableras parallellt med andra tekniker genom att utnyttja ytterligare spektrum i frekvensbanden, företrädesvis i de högre frekvenserna. 5G kan tillåta hög överföringshastighet med minimala fördröjningar - *latency* - tack vare förmågan att kommunicera med andra enheter i nätet på ett effektivare sätt. Målet är att det bara ska ta en tjugondel så lång tid för ett kommando att nå fram till nätet som det gör med 4G eller mindre än 1 ms jämfört med 25 ms. Det gör tekniken idealisk för industritillämpningar där kommunikationen med omvärlden måste ske i realtid med hög tillgänglighet, det som kallas *Critical MTC (Machine Type Communication)*.

Att tekniken samtidigt gör det möjligt att storskaligt koppla upp alla möjliga typer av enheter och tjänster (*Massive MTC*) innebär stora datavolymer som gör att kostnadsbilden i sig själv blir en viktig drivkraft för hög penetration. Det krävs och blir *ett nätverk* men med *många olika branschtillämpningar*. En logik som känns igen från tidigare resonemang i denna rapport och är en av grundstenarna för hela den industridigitala utvecklingen.

Det finns också betydande utmaningar med att bygga 5G-nät när de ska täcka stora landytor eftersom signalerna i höga frekvensband inte når särskilt långt. De hindras även lättare av fysiska objekt. Det innebär att det finns behov av ett mer finmaskigt nät av sändar-/mottagarstationer. Inom branschen talas bland annat om *kapillära nätverk*



Figur 20: Ericsson Radioutrustning på hustak. Källa: Ericsson

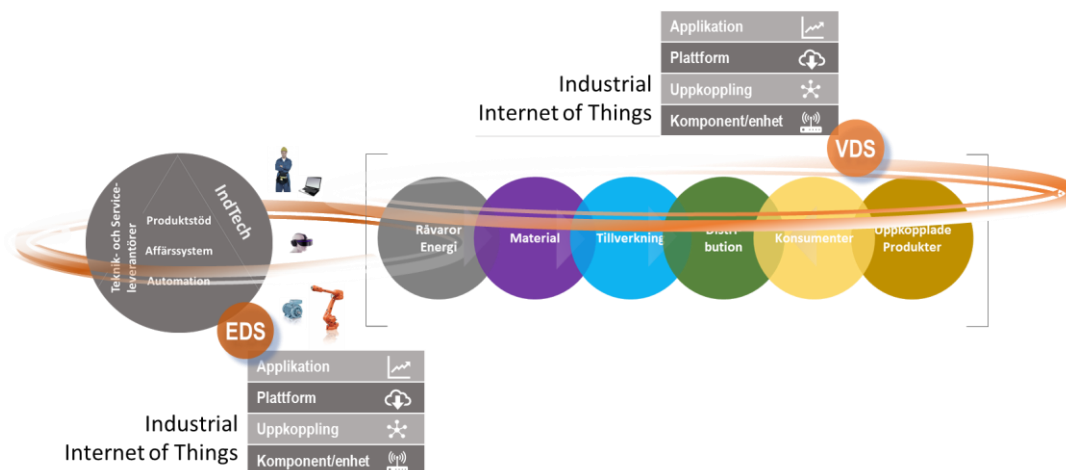
med en hög grad av självkonfigurerande förmågor som kompletterar mobilsystemets cellsystem tex. inom ett industriområde. En väsentlig del i detta koncept är begreppet *edge*. Med utgångspunkt från *molnet* sett utgör *edge* "molnkanten" eller det som inom industrin händer på fabriksgolvet och ute i fält. *Mobile Edge Computing* är ett försök att skapa standard för lokal insamling och bearbetning av data. Med ögon på industriell tillämpning är detta en utveckling som är viktig att följa, inte minst eftersom den mycket väl kan bli *disruptiv* för konventionell automations- och industriteknik.

Industrins Internet of Things - IIoT

Om molnet och effektiv kommunikationsteknik ger grundförutsättningarna för digitalisering så är Industrins Internet of Things (IIoT) tillämpningen som förväntas ta fram nya affärsvärden, öka effektiviteten och förändra det sätt vi betraktar både tjänster och produkter på. Och även om mycket som avhandlas om digital förändring och Internet of Things i synnerhet handlar om konsumenter och tillämpningar som har med hälsa och smarta hem att göra så saknas det inte exempel från industrin. Speciellt har teknik- och serviceleverantörerna påbörjat en transformering som bland annat enligt McKinsey kan skapa samhällsvärden motsvarande mellan 1 400 och 5 500 mdr USD per år, 2025⁴⁵.

I Blue Institutes och PiiA Analys modell för dataflöden definieras tillämpningar av industrins internet både som tekniska effektivitetstjänster och som värdeskapande affärsutveckling i kund-leverantörsrelationerna. Potentialen finns dels i interoperabilitet eller integration mellan tidigare isolerade funktioner där flera olika system (system av system) som kan samverka beräknas kunna bidra med 40 procent av det potentiellt möjliga värdeskapandet med hjälp av IIoT. Dels finns det stora dolda värden i det faktum att större delen av all data som redan samlas in inte utnyttjas till fullt ut. Det vi i tidigare studier har kallat *Industrial dark data*. Det finns uppskattningar om att endast cirka en procent av insamlade data inom processanläggningar används för annat än enkel larm och händelsehantering⁴⁶.

Många leverantörer liksom koncept som Industrie 4.0, US Smart Manufacturing eller China Manufacturing 2025, lyfter också fram betydelsen av kopplingarna mellan *teknik, tjänster och människor* i industrins internetsystem. Som exempel deltar PiiA⁴⁷ i ett projekt där *wearables* (enkelt uttryckt uppkopplade kläder) samt applikationer baserade på principerna om *gamification*, samverkar för att ändra på riskbeteenden för personal i tunga industrimiljöer.



Figur 21: Industriella tillämpningar av internet of things - sakernas internet - finns endera som effektivitetshöjande tjänster baserade på **EDS**; Enabling Data Streams eller som värdehöjande tjänster i värdeförädlingskedjan **VDS**; Value Data Streams. Källa: Blue Institute 2017

⁴⁵ McKinsey Global Institute, The Internet of Things: Mapping the value beyond the hype, 2015

⁴⁶ Ibid

⁴⁷ System of Wearables, PiiA 2017

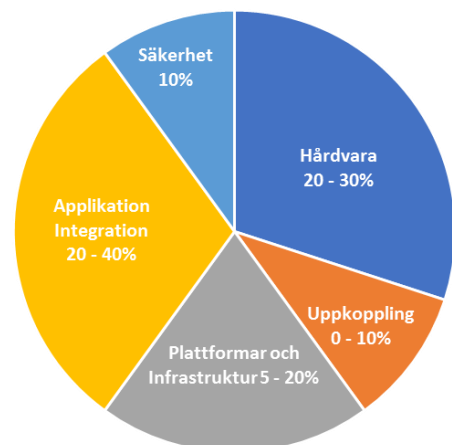
Marknad och värdeskapande

Marknaden för industriell IoT står inför ett genombrott när standarder och 5G väl finns på plats. Enligt *General Electric* kan området driva fram en marknad för IT och Operationell Teknik värd så mycket som 225 mdr USD redan 2020⁴⁸. Leverantörer från olika läger gör sig beredda att ta del av den förväntade marknadsexpansionen. Traditionella automationsleverantörer, de stora tech-företagen liksom teleoperatörer och leverantörer av kommunikationsutrustning söker positioner i en transformeringsprocess som i slutänden kommer att förändra leverantörsstrukturerna för industriell IT och OT.

Tidigare analyser från PiiA och Blue Institute⁴⁹ visar lägre siffror än GE:s uppskattningar om man begränsar sig till råvaru, process- och tillverkande industri. I denna rapport presenteras en ny analys. Den pekar mot en nivå på ca 90 mdr USD år 2020. Medan siffran för 2017/2018 skulle vara 20 mdr USD. Men leverantörerna har i ingången till denna nya marknad en ganska generös uppfattning om vad som räknas till IIoT. Det är knappast heller så att hela IIoT-marknaden kan räknas som tillkommande (att addera till alla andra IT- och OT-applikationer som redan finns). Snarare är säkert så mycket som hälften substituerande och kompletterande, varför vi i analysen i denna rapport antar att 50 procent av kommande IIoT-investeringar täcks in av tillväxten inom industriell IT och operationell teknik (OT) i allmänhet. I våra analyser har vi även uppfattningen att det finns en hälsosam (?) inbyggd försiktighet i det industriella beteendet som gör att marknadsgenomslagen tar längre tid än inom konsumentnära sektorer.

De ekonomiska effekterna av tillkomsten av en IIoT-marknad kan schematiskt delas upp i två aspekter:

- Dels kostnaden för investering i produkter och basprogramvaror som utgör ca 80 procent av investeringarna, medan uppkoppling och säkerhet svarar för ca 10 procent vardera. Med stor variation beroende på typ av tillämpning. Det är den marknaden vi bedömer till ca 90 mdr USD år 2020.
- Dels de stora industriella värden som skapas när tjänster byggs på IIoT-plattformarna. De värden som McKinsey enligt ovan uppskattar till mellan 1 400 och 5 500 mdr USD per år, 2025. Som med annan teknikutveckling förväntas större delen av värdet (80 - 90 procent) tillfaller *kunderna* - dvs. den brukande industrin. Medan resten fördelas mellan marknadsaktörer som levererar tekniska lösningar och specifik kunskap på de olika vertikala marknaderna. Bedömningen är också att det är de affärsmässiga tillämpningarna inom industrin (B2B) som kommer att bidra väl så mycket (upp till 70 procent) som självkörande bilar och hälsoapplikationer, som får mest medial uppmärksamhet.



⁴⁸ GE, Everything you need to know about the Industrial Internet of Things, 2017 Anm. GE:s definition av *industrial* omfattar sannolikt även deras affärsområden healthcare och aviation.

⁴⁹ PiiA Analys, Industriell Digitalisering, 2015

Fog Computing: mellan Cloud och Edge

IIoT-tillämpningarna drar nytta av infrastrukturer och tjänster ”i molnet” det är själva grunden för konceptet som gör det så potentiellt kostnadseffektivt och medger extremt hög (massiv) penetration i olika processer och tillämpningar oavsett industrityp och geografiska lägen. Men industriella applikationer är i regel datatäta och har höga realtidskrav. Att skyffla data mellan fältet, eller som den nu accepterade benämningen *edge*, och molnet riskerar att bli kostsamt och i sig själv begränsa kapaciteten. Det finns även säkerhetsaspekter att ta hänsyn till där riskerna kan minskas med att hantera data lokalt. Insikten om att mycket av databearbetningen behöver ske distribuerat är därför på väg att växa till en i sammanhanget egen disciplin kallad *edge-computing*. Kombinationen av det bästa från dessa två världar i en slags hybridmodell är som en konsekvens det koncept som kan förväntas bli mest optimalt för industritillämpningar inom internet. Ett resonemang som knappast förvånar industrins erfarna systemingenjörer. Konceptet har som en mix mellan moln och mark (fabriksgolvet) också fått namnet *fog-computing* eller ”dimman”.

Big Data

Molnet, Internet of Things och Stordataanalys bildar en treenighet för industrins digitalisering. Om molnet ger billig, lättillgänglig datorkraft och IIoT kopplar upp datakällor och maskiner, så gör stordatatekniken det möjligt att konkurrera med hjälp av analyser. Stordata är ett föränderligt begrepp, mängden data som flyter runt i samhället ökar så snabbt att det som bara för ett par år sedan betraktades som big-data idag är "normalt". Men på senare tid har också själva databegreppet utökats och utöver data av standardtyp⁵⁰ definierar man numera även röstinspelningar, videoklipp, sensorloggar i industrin och apparatdata inom Internet of Things som data. Allt detta sammantaget blir det man kallar stordata eller big-data. Det är en utveckling så häftig att företag som inte använder sig av stordataanalyser ohjälpligt riskerar att hamna på efterkälken.

Som nämnts tidigare i rapporten genererar produktionssystemen sedan länge stora datamängder som i de flesta fall aldrig används till något speciellt. Det handlar om mätdata från otaliga givare och sensorsystem, om textbaserade meddelanden och dokumentation, och det handlar om bilder, video och ljud. Digitaliseringen av industrin innebär samtidigt, som vi tidigare konstaterat, massiv täckning enligt de många små bäckarnas logik (till skillnad från 1980/90-talets storskaliga datorisering i relativt få projekt).

Även värdet med stordataanalys manifesteras genom många små förbättringar av olika processer. Om man kan göra det möjligt att systematiskt kombinera små förbättringar i många parallella processer kan effekterna bli exponentiella. Serier av tillgängliga data som avspeglar fysiska processer (t.ex. i produktionen) kan frikopplas, analyseras var för sig och sedan åter synkroniseras. Då kan de användas för att påverka de fysiska processerna *end to end* så att de blir effektivare. Effektivitet som både förbättrar resursutnyttjandet och leder till tidsbesparingar.

I stort sett alla affärs- och tillverkningsprocesser kan delas upp i små delar och steg. I industritillämpningar börjar nu analyser av strömmande data förekomma som gör det möjligt att förbättra tillgäng-

STREAM är ett forskningssamarbete under ledning av RISE SICS i Västerås som har finansierats av VINNOVA:s UDI-program. Fallstudier har gjorts i samarbete med industriföretag för att visa hur man kan använda information som alstras i produktionen för att öka konkurrenskraften inom svensk industri.

I fallet med **ABB Marine & Ports** har STREAM-teamet tittat på hur man kan driva många kranar i en hamn och direkt upptäcka fel eller kommande behov av reparationer för kranarna.

"Den här typen av avancerad analys gör det möjligt för oss att upplisa våra kunder om fel och brister innan de börjar påverka produktiviteten negativt. Kundens underhållspersonal kan arbeta mer proaktivt för att undvika oplanerade stopp eller avbrott i produktionen. Vi har utvecklat vårt serviceerbjudande med integrated operations för att nå STREAMs fulla potential" berättar Björn Henriksson, Global technology manager, ABB Marine & Ports.

Att automatiskt analysera data är utmanande eftersom maskinerna är olika och utvecklas med tiden, det är omöjligt att förutse alla fel och kombinationer av fel. På **Atlas Copco** gör nya dataflöden det möjligt att se hur fjärranslutna maskiner används, och därför se i realtid när och hur fel uppstår. Omedelbar feldetektion gör det möjligt att åtgärda fel innan allvarliga haverier sker. Strömmande data kan även användas för att förbättra utvecklingen av framtida produkter. Även Atlas Copco har fått ut stort värde av forskningsprojektet.

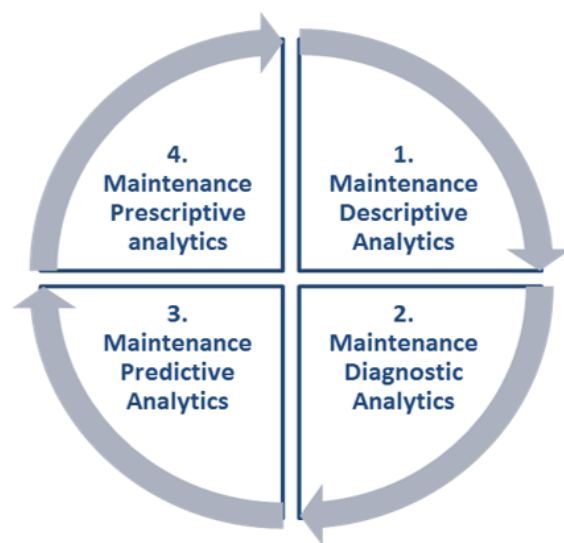
⁵⁰ Med standarddata menar man vanligtvis textbaserad och numerisk information

lighet, anläggningsutnyttjandet och kvaliteten i produktionen. Ett förekommande exempel är flygplansmotorer uppkopplade i realtid för kontinuerlig optimering och kraftigt minskad tid för underhåll. Siemens använder sig av liknande filosofier för fjärrservice på gasturbiner från fabriken i Finspång.

Marknaden för *big data and business analytics* förväntas enligt analysföretaget IDC⁵¹ växa från 130 mdr USD 2016 till över 200 år 2020. Det vill säga med en tillväxttakt på över 10 procent per år. Cirka 10 procent av marknaden går att hänföra till tillverknings- och processindustrin, medan bank och finanssektorn är den enskilt största med närmare 20 procent. Definitionen på teknik för stordataanalys överlappar delvis andra marknadsdefinitioner inom området Industriell IT och i denna rapport har vi valt att kategorisera stordataanalys till system och programvaror som faller under rubriken industriell IT.

Enligt IDG omfattar *big data analytics technology* hårdvara som servrar och lagringsmedia, programvara för prediktion och analys. Kognitiva system som kan leverera rådgivning baserad på strukturerad och ostrukturerad information, innehållsanalys som kan ta fram värden ur text och leverera textbaserad information. Kontinuerlig analys i realtid av strömmande data. CRM-verktyg för processer som involverar kunder. Verktyg för dataintegration och integritet som ska garantera konsistent information från flera överlappande datakällor. Hjälpmedel för att skapa rapporter och göra analyser. Programvaror för analys av finansiell information, för produktionsplanering, för service och supportfunktioner osv.

På tidningen *Ny Tekniks* lista över de just nu hetaste unga teknikbolagen (33-listan) fanns våren 2017 bland annat företaget *eMaintenance 365*. Företaget har som idé att samla in driftsdata från sensorer efter järnvägsspåren, sensorer som mäter bland annat spårkraft och hjulgeometri. På tågen sitter andra sensorer som mäter acceleration och vibrationer mm. Tillsammans ger dessa givare data som beskriver bilden av normaldrift, när små avvikelser uppstår ger det underlag för att planera järnvägsunderhåll utifrån faktiska förhållanden. Forskningen som bolaget bygger på är generell och ger möjlighet att skapa modeller och prognosera om framtiden inom alla möjliga branscher. En viktig del i företagets lösningar är möjligheten att skapa *digitala tvillingar* där i princip hela den fysiska anläggningen med alla mätvärden har en skugga i den digitala världen.



Figur 22: *eMaintenance 365* erbjudande genom analystjänster som reder ut vad, varför, när saker händer och hur de kan åtgärdas. Källa: *eMaintenance 365*

⁵¹ IDC, Worldwide Semiannual Big Data and Analytics Spending Guide, 2016

AI

Forskningsområdet AI tillkom vid en konferens vid Dartmouth College sommaren 1956. Efter en framgångsrik period där forskningen framträdessvis skedde i USA - och var starkt finansierad av försvarsmyndigheten - följde en period av ifrågasättande och tillbakadragna forskningsanslag. Åren under 1970-talet kom att kallas AI-vintern.

Under 1980-talet skedde så en renässans och den kommersiella framgången för expertsystem (AI-program som simulerade kunskaper och analytiska färdigheter från mänskliga experter) gjorde att marknaden för AI i mitten av 1980-talet var påtaglig. Under 1990- och 2000-talet skördade AI i skymundan stora framgångar. Tekniken började användas kommersiellt för logistik och medicinsk diagnos. Framgångarna har varit resultat av såväl bättre metoder som billigare och mer obegränsad datorkraft.

AI är ett paraplybegrepp som omfattar alla metoder, algoritmer och tekniker som gör mjukvara smart på ett sätt som verkar mänskligt. Det finns ingen etablerad sammanhållande teori eller paradigm som styr AI-forskningen, därför karaktäriseras den av specialisering och olika forskningsområden som har liten eller ingen kontakt med varandra. Målen handlar om resonemang, kunskap, planering, inläring, språkbearbetning (NLP), perception, kommunikation och förmågan att fysiskt kunna manipulera objekt. Vanliga koncept bygger på statistiska metoder, beräkning och symbolisk AI (kan intelligens reproduceras genom att använda symboler på hög nivå, precis som med ord eller idéer) och omfattar konvergerande discipliner som datavetenskap, psykologi, lingvistik, filosofi och neurovetenskap. En slags generell intelligens (AGI) är fortfarande ett av AI-forskningens mål på lång sikt.

Maskininläring är ett område som utvecklats från studier av mönsterigenkänning inom artificiell intelligens och som kännetecknas av att mjukvara med hjälp av algoritmer kan förbättras över tiden och i den takt som data samlas in. Maskininläring utforskar konstruktioner av algoritmer som kan lära sig av och/eller göra förutsägelser gällande data. Algoritmerna fungerar genom att bygga modeller från exempelmatningar och göra datadrivna prognoser eller ta beslut - i motsats till att följa strikt statistiska programinstruktioner.

Deep learning är en del av området maskininläring genom artificiella neuronnät. Deep learning är baserad på en uppsättning algoritmer som försöker modellera data på hög nivå genom att använda många processlager med komplexa strukturer bestående av många linjära och icke-linjära transformationer.

Cognitive computing är en annan underkategori inom artificiell intelligens som inte är helt lätt att identifiera. I allt väsentligt handlar det om databehandling som är inspirerad av det mänskliga tänkandet. Den hanterar mer symbolisk eller konceptuell information än rena dataströmmar. Målet är att kunna ta avancerade beslut i komplexa situationer. För att klara det handlar det ofta om en hel arkitektur av flera olika AI-system som arbetar tillsammans. Om det som kallas *cognitive computing* är en verklig AI-kategori eller inte råder det viss oenighet ikring. IBM har genom sin kommersiella molntjänst Watson bidragit till att ge begreppet kognitiv databehandling en mer allmän spridning.

AI är idag ett etablerat kommersiellt område som växer snabbt. Tillämpningarna står inför stora genombrott i konsumenttillämpningar från de stora tech-företagen som Amazon, Google, Microsoft eller Apple, samtidigt som AI-stöd nu snabbt byggs in i finans-, media-, handels- och industriapplikationer av alla slag. I sammanhanget av molnteknik, IoT och stordataanalys kommer AI att medverka till att dataflödesbaserade tjänster kan omsättas till affärsmodeller och skapa helt nya intäktströmmar och effektivitet för industrin. Ökad automation i transporter och i industrisystemen, men också robotisering av tjänstemmanarbeten är pådrivande faktorer.

Analysinstitutet *Tractica* menar att tillväxttakten för AI-applikationer kommer att vara över 50 procent per år de kommande tio åren och växa från ca 1 mdr USD till närmare 60 mdr under perioden.

AI för NLP (Natural Language Processing) förväntas ta den större delen av marknaden under de närmaste fem åren. Medan tillämpningar inom hälsovårdssektorn förväntas ha den högsta tillväxttakten, och USA vara den största enskilda marknaden. Allt enligt analysföretaget *Markets & Markets*⁵².

Nära hälften av marknaden utgörs av mjukvara för analys, sökning, visualisering och plattformar. Den näst största andelen utgörs av tjänster kopplade till utveckling och driften av systemen, medan hårdvaran i form av dedicerade servrar och lagerutrymme uppgår till ca 20 procent med en lika snabb tillväxttakt som programvaran på närmare 60 procent per år.

De tio mest intressanta AI-teknikerna⁵³

- 1. Naturlig språkgenerering:** Produktion av text från data. Används i kundtjänster, rapportgenerering och automatiska sammanfattningar av data. Exempel på leverantörer: *Attivio, Automated Insights, Cambridge Semantics, Digital Reasoning, Lucidworks, Narrative Science, SAS, Yseop*.
- 2. Taligenkänning:** Omvandling av mänskligt tal till format som är användbart för datorbearbetning. För närvarande används taligenkänning i interaktiva röstresponssystem och mobila applikationer. Exempel på leverantörer: *NICE, Nuance Communications, OpenText, Verint Systems*.
- 3. Virtuella agenter:** Från enkla *chatbots* till avancerade system som kan ingå i nätverk med människor. Används för närvarande för kundtjänst, support och i smarta-hem-applikationer (typ *Alexa, Siri osv*). Exempel på leverantörer: *Amazon, Apple, Artificial Solutions, Assist AI, Creative Virtual, Google, IBM, IPsoft, Microsoft, Satisfi*.
- 4. Maskininlärningsplattformar, oftast i molnet:** För att tillhandahålla algoritmer, API:er, utvecklings- och utbildningsverktyg, data och datorkraft för att konstru-

⁵² Markets & Markets, Artificial Intelligence (Chipsets) Market, 2016

⁵³ Forbes, Top 10 Hot Artificial Intelligence (AI) Technologies, 2017

era, öva in och distribuera modeller till applikationer, processer och (andra) maskiner. Används för närvarande inom ett brett spektrum av företagsapplikationer som inbegriper förutsägelser eller klassificering. Exempel på leverantörer: *Amazon, Fractal Analytics, Google, H2O.ai, IBM, Microsoft, SAS, Skytree.*

5. **AI-optimerad maskinvara:** Grafiska bearbetningssystem (GPU) och maskiner som är speciellt konstruerade för att effektivt utföra AI-orienterade beräkningsarbeten. Exempel på leverantörer: *Alluviate, Cray, Google, IBM, Intel, Nvidia.*
6. **Beslutshantering:** Regel/logik-motorer för AI-system som används t.ex. för installation, utbildning och underhåll. En mogen teknik som används i olika applikationer för automatiserad beslutsfattande. Exempel på leverantörer: *Advanced Systems Concepts, Informatica, Maana, Pegasystems, UiPath.*
7. **Deep Learning Platforms:** En speciell typ av maskininlärning bestående av artificiella neurala nätverk med flera abstraktionslager. För närvarande används tekniken främst i mönsterigenkänning och klassificeringsprogram som stöds av mycket stora datauppsättningar. Exempel på leverantörer: *Deep Instinct, Ersatz Labs, Fluid AI, MathWorks, Peltarion, Saffron Technology, Sentient Technologies.*
8. **Biometrics:** För naturliga interaktioner mellan människor och maskiner, inklusive (men inte begränsat till) bild- och beröringsigenkänning, tal och kroppsspråk. Exempel på leverantörer: *3VR, Affectiva, Agnitio, FaceFirst, Sensory, Synqera, Tahzoo.*
9. **Robotik:** Skript och andra metoder för att automatisera uppgifter och för att stödja effektiva affärsprocesser. Används nu där det är för dyrt eller ineffektivt för människor att utföra en uppgift eller en process. Exempel på leverantörer: *ABB, KUKA, UiPath, WorkFusion.*
10. **Textanalys och NLP:** Natural Language Processing (NLP) använder och stöder textanalys genom att underlätta förståelsen av meningsstrukturer och meningar, känsla och avsikt genom statistiska och maskininlärningsmetoder. För närvarande används tekniken bland annat för att upptäcka bedrägerier, data-säkerhet och applikationer för att söka i ostrukturerade data. Exempel på leverantörer: *Coveo, Expert System, Indico, Knime, Lexalytics, Lingamatics, Mindbreeze, Sinequa, Stratifyd, Synapsify.*

VR, AR, MR

Enligt *Virtual Reality Society*, är **virtuell verklighet (VR)** en term som används för att definiera en tredimensionell, datorgenererad miljö. CGI-miljöer (*Computer Generated Imagery*) presenteras för tittarna som en konstgjord värld som liknar verkligheten. Med *Virtual Reality* stiger man alltså in i en datorgenererad värld där upplevelsen är nästan verklig.

För att uppleva den konstgjorda världen behövs VR-glasögon eller ett VR-headset. Mer kända leverantörer är *Oculus Rift*, *HTC Vive*, *Google Cardboard* och *Samsung GearVR*. I headsetet finns det bildskärmar och elektronik för att känna av huvudets lutning (headtracking). Det gör att bilden vrids på samma sätt som när man vänder sig om i verkligheten. Med hörlurar och 3d-ljud går det att lokalisera ljudkällor. Samspelet mellan huvudrörelser och 3d-positionerat ljud förstärker upplevelsen. Det gör att den konstgjorda miljön blir påtaglig då det inte finns något som stör från den verkliga världen.

Augmented Reality (AR) kallas även förstärkt verklighet är en teknik som använder datorgenererade bilder (CGI) tillsammans med bild från den existerande verkligheten. Skillnaden mot det man normalt ser är att datorgenererade objekt och föremål läggs i ett lager på bilden av verkligheten. Här används AR-glasögon eller ett AR-headset på huvudet och man ser fortfarande omgivning omkring sig. Till skillnad från VR, som helt försänker sinnen i den datorgenererade miljön, är den fysiska omgivningen fortfarande en viktig del i AR.

För användaren upplevs detta som ett hologram och man kan interagera med konstgjorda föremål var än man ser dem. Detta innebär att man kan bära ett AR-headset och samtidigt utföra arbete eller vardagliga sysslor. Det är lätt att föreställa sig hur AR kan användas för instruktioner och utbildning. Framför en komplicerad maskin eller i en utmanande miljö går det att få detaljerade instruktioner som visar hur maskinen fungerar eller hur man kan agera i en utsatt miljö. Möjligheterna att "förstärka" och "augmentera" verkligheten är närmast outtömliga. Det är en av anledningarna till att AR-tekniken förväntas få stor betydelse i alla sammanhang inklusive de industriella.

Mixed Reality (MR) är en variant på AR där den verkliga och virtuella världen blandas och innehållet kan reagera med varandra i realtid. Men begreppet är omdebatterat och skillnaden mellan AR och MR har ännu inte gjorts tillräckligt tydliga. En leverantör som förknippas med MR är Microsoft med produkten *HoloLens*. Microsoft använder dessutom ytterligare ett begrepp som man kallar *holographic computing*, en hårdvara och plattform för holografisk projektion.

AR ligger ett par år efter VR i teknikutveckling. *Googles Glass* var ett första test som var före sin tid och tekniken var långt ifrån tillräckligt bra. Det krävs fortfarande utveckling för att göra AR-tekniken tillgänglig och lättanvänd. Bland kommersiella produkter som finns inom AR betraktas just *HoloLens* vara den som kommit längst.

Bland svenska företag som satsar på kommersiella tillämpningar av VR och AR finns bland annat Det Västeråsbaseade företaget *ByBrick* som arbetar med industriell marknadsföring och försäljning, men

också utvecklar olika typer av VR-lösningar. I det *PiiA-finansierade* projektet *INCODE* har *RISE SICS* studerat hur AR kan användas för felavhjälpning och service av avancerad industriutrustning och i processindustrins kontrollrum, liksom för utbildning.

Block Chain

Få fenomen har gått igenom en hajpsykel så snabbt som blockkedjeteknik. De senaste två åren har intresset exploderat och hela finanssektorn har förutspåtts kunna förändras i grunden av den. Men ännu är tillämpningarna få och det finns stora utmaningar, både tekniska och politiska, som är långt från lösta. Men potentialen finns där, även i högst industriella tillämpningar.

När Ukraina stod på randen av en revolution 2014 höll protesterande människor upp skyltar med en QR-kod och Bitcoinsymbolen mot TV-kameror. Alla som såg bilderna, var som helst i världen, kunde scanna koden och ge pengar som nästan omedelbart överfördes till en låg kostnad och helt anonymt. Idag är Bitcoin ett välkänt etablerat betalmedel, med ett samlat värde på cirka 160 miljarder SEK i cirkulation.

Bitcoin är ursprunget för blockkedjeteknik, lanserat i en artikel under pseudonymen *Satoshi Nakamoto*. Det uttalade syftet var att skapa ett system för elektroniska transaktioner utan att behöva ha förtroende för mott parten, och därmed ett öppet, decentraliserat, anonymt men samtidigt helt säkert system, utan behov av någon centralbank.

Mer än bara Bitcoin

Bitcoin var ursprunget till blockkedjeteknik, men tekniken kan tillämpas på andra sätt och för andra ändamål. Även för IndTech kan man tänka sig många potentiella tillämpningar som kan bygga på blockkedjeteknik.

Ett annat ord för blockkedjeteknik är *DLT*, distributed ledger technology. Med en distribuerad, snarare än central, liggare behövs det inte någon pålitlig central aktör, eller intermediär. Potentialen ligger i att alla aktörer i systemet kan utföra transaktioner direkt med varandra. Det skulle kunna innebära effektivare, snabbare och säkrare transaktioner.

Ett exempel är internationella överföringar av pengar, där många fintechbolag utvecklat lösningar. Ett annat är värdepappershantering. Möjligheterna finns också inom logistik, patientjournaler, smarta kontrakt inom sakernas internet och vid val. I princip alla intermediärer i virtuella transaktioner skulle kunna ersättas.

Men det finns utmaningar för att implementera DLT-lösningar. Skalbarheten är en: Bitcoin kan hantera 7 transaktioner per sekund medan t.ex. ett kortnätverk hanterar tiotusentals per sekund. Det är inte en relevant jämförelse i alla tillämpningar, men i många fall är det ett hinder. Att tekniken är allmänt beräkningstungt och därmed energikrävande kan ses som en annan utmaning. Samtidigt pågår mycket utveckling för att hantera de nackdelar som finns.

En väg framåt kan vara att inte använda sig av ett öppet system, som vem som helst har tillgång till, utan ett slutet (permissioned) system där koalitioner av aktörer kan samarbeta. Nasdaq har utvecklat en sådan lösning. Konsortiet R3 är en sammanslutning av många av de största finansaktörerna för att utveckla sådana lösningar.

Konsultbolaget BCG har formulerat det som att avvägningen mellan minskade transaktionskostnader å ena sidan och ökade kostnader för att säkerställa tillit till systemet är vad som avgör. Det innebär att det i många tillämpningar ännu är långt mer effektivt med en central databas.

Troligtvis kommer blockkedjeteknik att ha stor betydelse i framtiden för den digitala infrastrukturen. Men det är ett långsiktigt bygge, likt internet, där konsekvenserna ännu är svåra att förutspå.

Kvantdatorer

*Kvantdatorer kan inte sägas tillhöra den tredje plattformen (snarare den så småningom annalkande fjärde plattformen) men utvecklingen gör snabba framsteg och är föremål för väsentliga satsningar både i USA, Kina och Europa. EU:s framtidsprojekt **Quantum Flagship** omsluter redan 1 miljard EUR och förutspår att marknader för kvantteknik kommer att bli minst lika stor som nuvarande IKT. Redan 2020, kan kvantkommunikation ha skapat en marknad på över 1 mdr EUR med en tillväxttakt på 20 procent per år.*

På kort sikt, inom fem år, kan kvantteknik vara mer allmänt tillgängliga för speciell sensorteknik, meteorologi, bildbehandling och avancerad kommunikation. Den förväntade tidsramen för teknikens stora genomslag är tio till femton år från nu. *Quantum Flagship* kommer som EU-projekt att jämföras med andra storskaligt initiativ som de två pågående flaggskeppsprojekten, *Graphene* och *Human Brain Project*. Kommersiella satsningar görs bland annat av Microsoft som storsatsar. Även Google plöjer ner mycket resurser för att få till en kvantdator av universell modell.

Kvantdatorer använder kvantmekanik för att utföra operationerna. För generella beräkningar är kvantdatorer inte snabbare än dagens datorer, men när bland annat Google år 2014 testade kvantdatorn *D-Wave 2* från den kanadensiska utvecklaren med samma namn, visade det sig att den för speciella problem var upptill 35 000 gånger snabbare än en vanlig dator. Det som är typiskt för ett bra kvantdatorproblem är att svårighetsgraden ökar exponentiellt med problemets storlek. Det är därför troligt att

kvantdatorer kommer att överta speciella typer av beräkningsuppgifter som vanliga datorer behöver orimligt mycket tid och kraft för att klara. Allt talar därför för



Figur 23: D Wave Systems kommersiella kvatdator D-Wavves 2000Q. Processorn till vänster. Källa: D-Waves

att kvantdatorns plats i alla fall till att börja med blir i datorhallarna hos stora organisationer inom finans, försvar och hälsa, och vetenskapliga institutioner. Tillämpningar som bygger på AI och maskinlärning är naturligtvis ett område där förväntningarna på kvanttekniken är stora.

Den enhet som kvantdatorer använder för beräkningar är kvantbiten eller *qubit*. Dessa enheter kan anta värdena noll eller ett men också, till skillnad från den vanliga datorn, ett supervärde som är både noll och ett på samma gång. Vilket är poängen med kvantdatorn som teoretiskt skulle kunna ge alla möjliga lösningar på ett problem på en enda gång. Den största utmaningen vid konstruktionen av kvantdatorn är att utveckla ett system som kan läsa av eller förändra kvantbitarnas tillstånd, så att rätt svar kan tolkas.

Den idé som idag ses som ett av huvudspåren när det gäller att konstruera kvantbitar kallas jonfälla. I en jonfälla hålls joner isolerade i vakuum med hjälp av starka växelspanningar. Varje jon blir en kvantbit. Tillståndet ett och noll motsvaras av två olika energitillstånd som den kan befinna sig i och laserpulser används för att utföra operationerna och för att läsa av resultatet. Liknande kvanttillstånd kan också skapas i strukturer som är tusentals gånger större än för jonfällans atomskala. Inom detta område forskar bl.a. Chalmers men även Google. Konceptet bygger på att elektronikkretsar kyls ned till supraledande nivå och ger kretsen kvantmekaniska egenskaper. Dessa kretsar kallas ibland för konstgjorda atomer och fördelen med tekniken är att den anses ha bättre egenskaper när det kommer till att bygga system med flera kvantbitar.

D-Wave Systems släppte under 2017 en maskin med 2 000 kvantbitar, datorn D-Wave 2000Q som köpts av bland annat Volkswagen Group och Google i konsortium med NASA. D-Waves teknologi har över åren varit föremål för akademisk dispyt, tester och verifieringar för att avgöra effekterna av *superposition* och *entanglement*. Frågan är om D-Wave verkligen är en kvantdator. Datorn har hur som helst status av att vara den första kommersiella kvantdatorn och har funnit användare i flera forskningssammanhang med olika inriktning.

En del talar för att länder som Danmark, Nederländerna och Tyskland investerar betydligt mer än Sverige på forskning inom kvantområdet. Konkurrensen är redan hård, och det är svårt att anställa experter för att bygga upp en internationellt konkurrenskraftig forskningsmiljö för kvantteknologi. Miljöer som kan ge grund för nya kvantteknologiföretag och framväxten av en kvantteknologibaserad ekonomi. Ett land utan kvantteknologi kan inom en snar framtid motsvara vad ett land utan it-teknologi är i dag. Det här är därför ett angeläget område för Sverige att ta tag i på allvar.

Del 3. IndTech Marknaden

Världsmarknaden • Industriell it • PLM • ERP • SCM • EAM • MES • Operationell Teknik • Industrial Control Systems • Industrins Internet of Things • Robotik • 3D-skrivare • Motors, Motion & Drives • Mätteknik: Sensorer, Metrologi och Visionssystem • IndTech Tjänster • Digital Säkerhet

En väsentlig målsättning med denna rapport är att visa upp den efterfrågan på teknik som uppstår när industrin digitaliseras. I de följande avsnitten katalogiseras och presenteras områden som Blue Institute och PiiA Analys definierar som IndTech. Ambitionen i studien är att ge uppskattningar om marknadernas karaktär och tillväxtkraft där det är möjligt, liksom att exemplifiera olika aktörssystem och viktiga leverantörer.

Katalogen som följer är uppdelad i kategorierna:

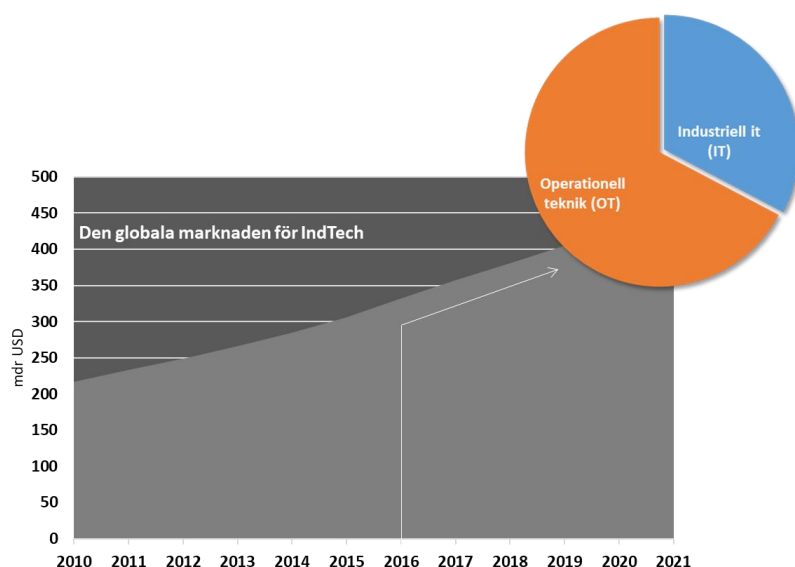
- Industriell it
- Operationell teknik
- Digitala IndTech-tjänster

I avsnittet redogör vi för IndTech-marknadernas globala storlek. Grunduppgifterna avser om inte annat uppges produkter som kan vara hård- och mjukvarurelaterade. Detta är det traditionella sättet att uppskatta marknaderna för industriteknik. Men en intressant uppgift är naturligtvis även kostnaden för tjänster som sätter produkterna i produktion; dvs. kostnaden för anpassning, installation och idriftsättning. Sådana aktiviteter omfattar i hög utsträckning lokala konsultföretag och systemintegratörer, och det saknas tillförlitliga sammanställningar på internationell nivå. Det finns dock tumregler och erfarenhetsvärden som kan indikera dessa marknaders storlek. I valda sammanställningar indikerar vi därför även dessa marknader med ett större osäkerhetsintervall. Ytterligare nästa nivå beskriver anläggningarnas innehåll men då glider man över på statistik för branschspecifika industriinvesteringar.

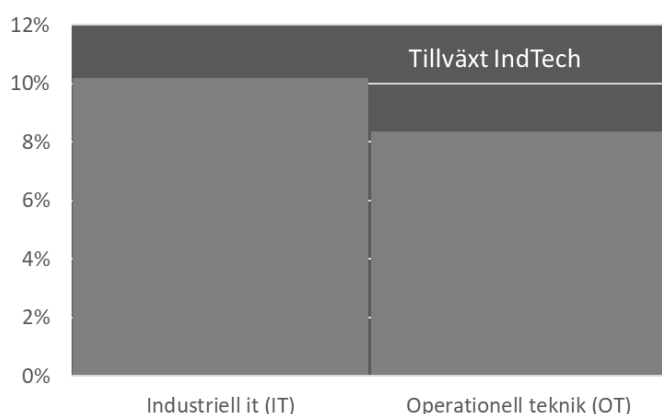
Den tredje intressanta uppgiften är marknaden för service, underhåll och förebyggande underhåll under löpande drift. Ofta är det en del av företagets egna verksamheter, speciellt i den tyngre industrin när det gäller operationell teknik (OT) i produktionen. Däremot är det vanligt att IT-driften som helhet läggs ut på kontrakt. Som fenomen på marknaden är detta område intressant eftersom det går att anta en stark påverkan av digitaliseringen och Internet of Things med nya tjänster och affärsmodeller för förebyggande och akut underhåll. Vi ägnar dessa tankar ett eget avslutande avsnitt under rubriken Digitala IndTech-tjänster.

Världsmarknaden

Marknaden för IndTech, dvs. produkter och system för industriell digitalisering och automation i världen är värd runt 340 miljarder USD år 2016/2017 och har en tillväxttakt som i genomsnitt närmar sig 7 - 8 procent⁵⁴. Området kan delas i två delar: IT (industriell it) och OT (operationell teknik). Andelen som kan kategoriseras till industriell it utgör ca 110 - 120 miljarder USD. Resterande ca 220 mdr USD är operationell teknik för fabriksgolven och i fält. Den i sin tur fördelar sig traditionellt på *diskret automation* (ca 45 procent) och *processautomation* (ca 55 procent). Till OT räknas olika typer av industriella styrsystem (ICS) och fältutrustning som instrumentering, analys, drivsystem, motorer, robotar och liknande⁵⁵.



Figur 24: Marknaden för IndTech i världen enligt de definitioner som görs i denna rapport. Källa: Blue Institute



Figur 25: Industriell it har en högre tillväxttakt än den operationella tekniken. IT-delen är dessutom mer lönsam (se vidare avsnittet om industriell-it). Källa: Blue Institute

⁵⁴ Blue Institute estimat

⁵⁵ Ibid.

I denna studie väljer vi en funktionell utgångspunkt och räknar molntjänsterna till (i första hand och för närvarande) industriell it. Molntjänster substituerar ju konventionella sätt att köra program på egna eller inhyrda servrar med tjänster av olika slag som både specifika molnleverantörer och programvaruleverantörerna av industriell it erbjuder. I sammanställningarna väljer vi heller inte att särskilja IoT utan ser IoT-moduler, grundprogramvaror, service och applikationer som delar av redan definierade marknader inom it och OT. Även det en logik som svarar mot företagets funktioner snarare än teknikvertikaler, och som vi tror blir allmän när marknaden för IoT mognar.

Resonemanget speglar då också den utmaning vi ser för de konventionella leverantörerna av industriautomation, konkurrens kommer både *uppiifrån* it-området och från *flanken* genom både telekommunikationsindustrin och dess operatörer som söker nya marknader för 5G-lösningar mm, och tech-företag som Microsoft, Google och Apple som tillhandahåller både plattformar och specifika lösningar med obestridliga skalfördelar. Se även avsnittet *Analys och slutsatser*.

Marknadsutsikterna är i princip goda för IndTech-leverantörerna i bred mening. Tillväxten består dels i att bredden i erbjudandet blir större med ett industriellt internet, molntjänster, AI och stordataanalyser. Samtidigt finner vi tydlig *konvergens* i både vertikal ledd när leverantörerna presenterar bredare program för att mäta, analysera och optimera och i horisontal ledd när olika processmiljöer med både diskreta och kontinuerliga inslag integreras med varandra. På det kommer en allt tätare generell integration mellan it och OT-områdena som också kommer att driva efterfrågan på IndTech.

Dels kommer den underliggande efterfrågan från industrin och för infrastrukturer som ökar. Bland de viktigaste enskilda marknaderna återfinns inte oväntat Kina.

Den sammantagna bilden ger därför belägg för att tillväxttakten ska ligga kvar på en hög nivå på medellång sikt, ungefär dubbelt upp jämfört med den generella industriproduktionen⁵⁶. Vi räknar med att industriproduktionen kommer att växa i en takt av 2 - 4 procent i genomsnitt t.o.m. år 2020. Tillväxtmarknaderna mellan 4 - 5 procent och den kinesiska marknaden med 5 - 6 procent.

Eftersom marknaden är väl konsoliderad med en diversifierad kundbas och etablerade marknadskanaler där prisdisciplinen är hög, finns också förutsättningar för att branschen skall behålla en god intjäning om de kan skydda sina marknader från nya leverantörer. Marginalerna bland OT-leverantörerna är ca 4 procent högre än det industriella genomsnittet⁵⁷. Samtidigt är OT/automationsbranschen heterogen och lönsamheten mellan olika produktsegment kan variera stort. För leverantörerna av industriell it är den generella bilden liknande men intjäningsförmågan ännu högre både för nischade SME-företag och de stora leverantörerna som *SAP, Oracle eller Microsoft*.

⁵⁶ Credit Suisse, Global Industrial Automation. Blue Institute estimate 2017.

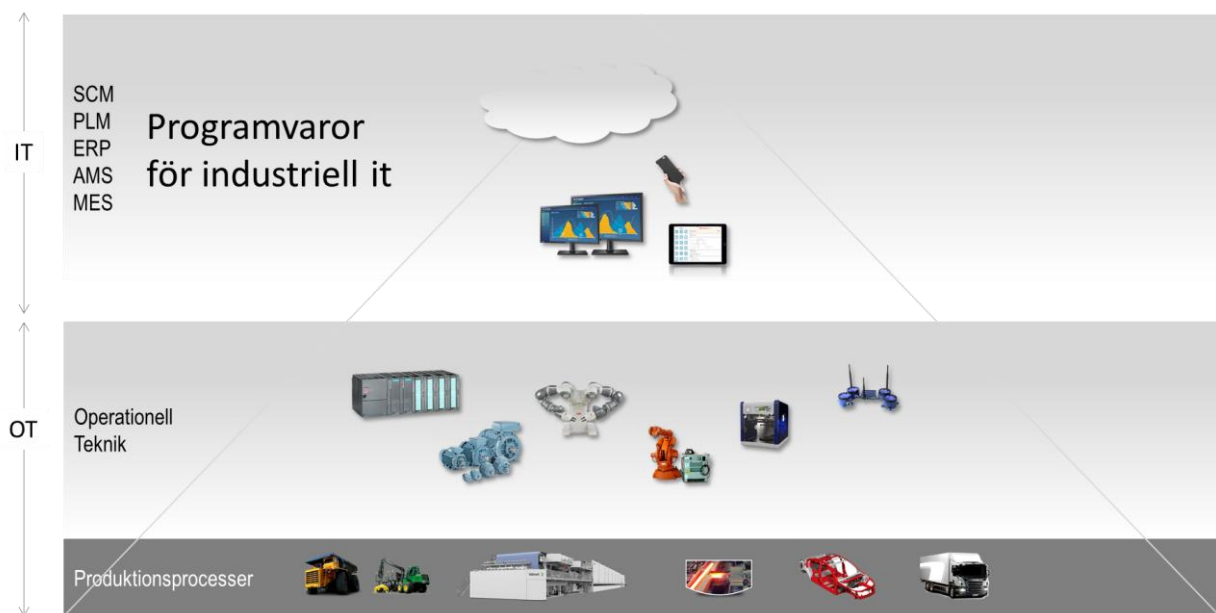
⁵⁷ Ibid.

Industriell it

De senaste åren har medfört stora förändringar för leverantörer av industriell mjukvara. Anpassningar till ett allt intensivare och mer välfinansierat innovationssystem för med sig komplexare produkter, mer avancerade försörjningssystem och allt högre krav från kunderna. Allt poängteras ytterligare med den tredje plattformens logik: molnet, mobiliteten, analys och sociala medier. På det följer nästa våg av applikationer: IoT, kognitiva system och 3D-skrivare t.ex.

I denna sammanställning betraktar vi följande applikationsområden/programfamiljer som industriell it eller industry software:

- Product Lifecycle Management (PLM)
- Enterprise Resource Planning (ERP) inklusive Customer Relationship Management (CRM)
- Supply Chain Management (SCM)
- Enterprise Asset Management (EAM)
- Manufacturing Execution Systems (MES).

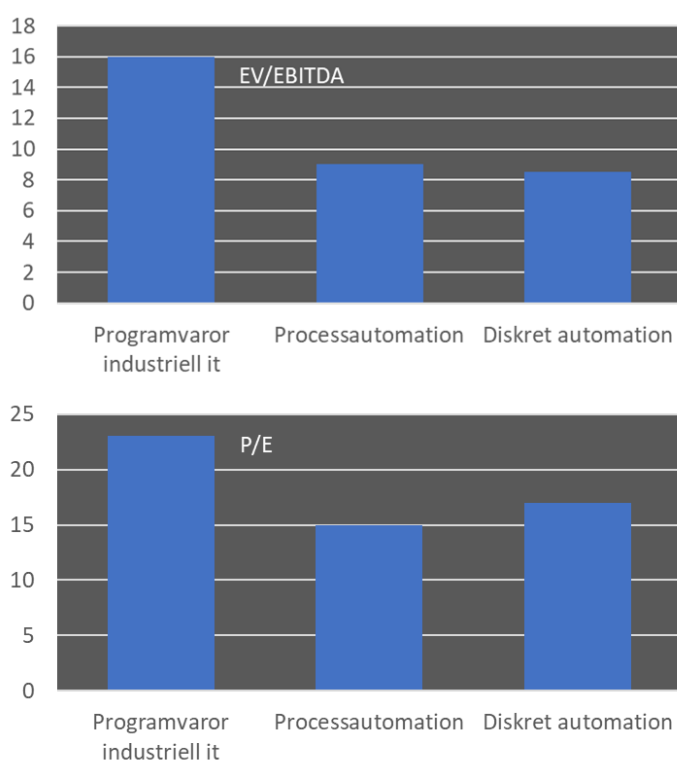


Figur 26: Principen för operationell teknik (OT) inom industrin. Med en övervakande/styrande miljö genom industriella styrsystem (ICS) och olika användargränssnitt (UX). Närmast produktionsprocessen finns olika tekniker beroende på bransch. ELS-system är alltid förekommande. Instrumentsystem har störst plats inom processindustrin. Källa: Blue Institute 2017

Mjukvarulösningar i allmänhet och speciellt algoritmer för dataanalys spelar en exponentiellt ökande roll för industrin. Drivkraften är strävan efter tillväxt genom effektivitet och bättre kundvärden. Inom tillverkningsindustrin ökar designkomplexiteten med mer kundanpassning och allt fler varianter som kräver mer logistik och nya produktionssätt som till exempel ger leverantörerna av 3D-skrivare framtidshopp. Det finns även stora vinster att hämta hem med kollaborativa arbetssätt, där företagen i värdesystemet ökar dataflödena sinsemellan genom att vara uppkopplade.

Även inom processindustrin ställs högre krav på flexibilitet och omställbarhet när produktvarianterna blir fler för att tillfredsställa tillverkningsindustrins behov av att i sin tur erbjuda produkter med högre kvalitet och ökad precision. Det innebär att tiderna för produktionskampanjer liksom parti- och satsstorlekarna minskar. Variationerna å andra sidan blir fler och kraven på omställningsbarhet ökar.

Allt detta innebär att mjukvarubaserade lösningar för produktframtagning, resurshantering, förvaltning, styrning och optimering av industriella processer har en snabbare marknadstillväxt än hårdvaran. I en tidigare analys från Credit Suisse⁵⁸ bedömdes programvaror öka med dubbla takten i jämförelse med resten av marknaden för IndTech. Något som bekräftas i denna studie. Dessutom är vinstnivåerna högre liksom värderingen av företagen. För leverantörerna är industriell it en intressant marknad också därför att applikationer kan överlappa mellan olika systemmiljöer och öppna för att sälja helhetslösningar.



Figur 27: Lönsamhet i jämförelse mellan traditionella automationsleverantörer och leverantörer av industrimjukvara. Källa: Credit Suisse.

Mjukvara innebär dessutom intressanta eftermarknadsmöjligheter som ger stabilitet åt intäkterna. Höga kostnader för utveckling och försäljning kompenseras av minimala materialkostnader och att avancerade applikationer med högt IP-värde är svåra att kopiera. Risken att bli härmad är lägre liksom utsattheten för priskonkurrens eftersom industrins val av programvaruleverantörer är långsiktiga.

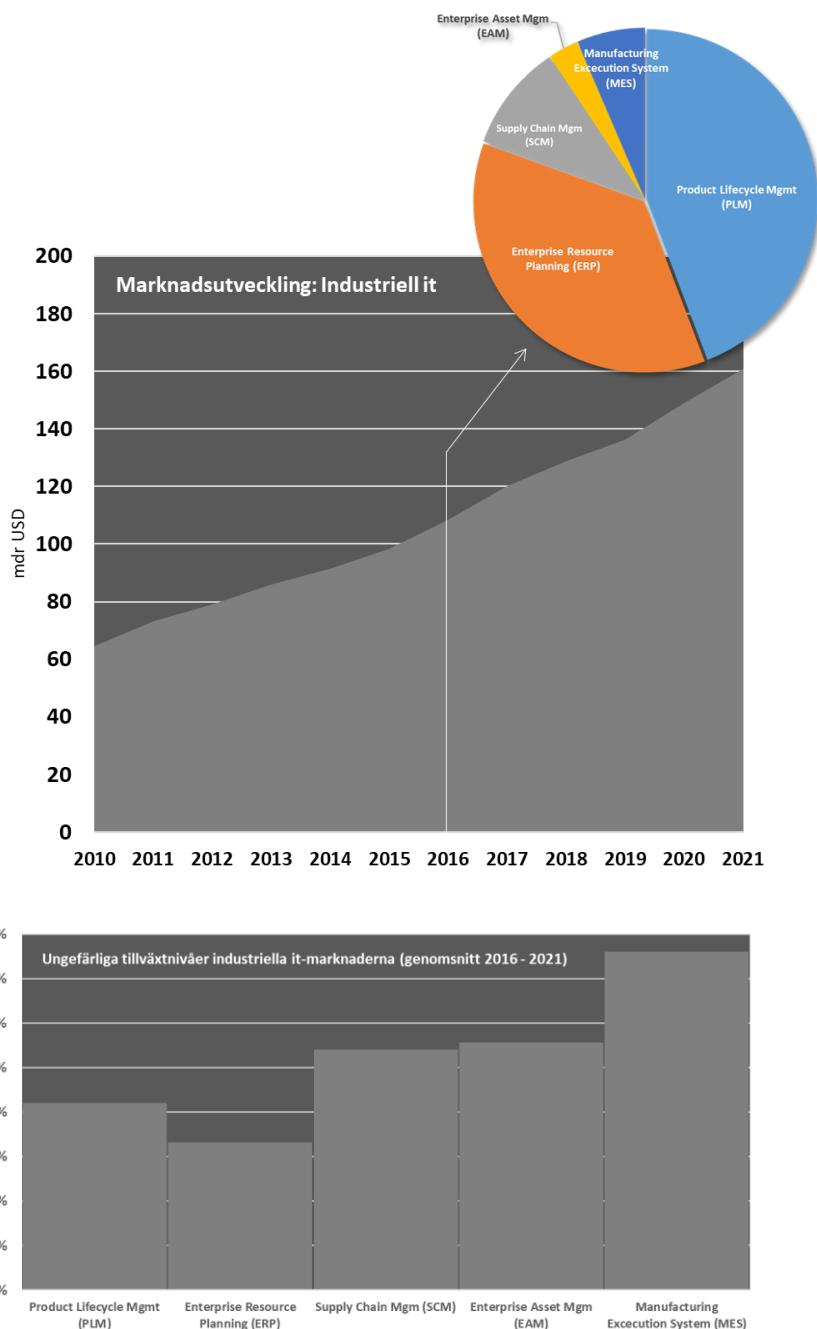
Marknaden för industriell it enligt den avgränsning som vi redovisar ovan uppskattas till ca 110 mdr USD per år. Generellt är tillväxttakten betydligt högre i jämförelse med den operationella mer processnära tekniken (OT).

Den starkaste tillväxten står system som integrerar produktionsmiljöerna med företagets administrativa värld för. Det s.k. MES-området växer med 15 procent per

år. Även systemstödet för att hantera företagets anläggningstillgångar för bland annat underhåll (EAM) och för optimering av värdekedjan (SCM) har en tillväxt på över 10 procent.

De två stora områdena ERP och Supply Chain Management (SCM) håller en lägre takt, men ändå väl över det industriella genomsnittet. Förklaringen är att industrin i västvärlden sedan flera decennier investerat i den här typen av system, främst det administrativa stödet ERP. Tillväxten kommer från nya marknader och från uppgraderingar av den befintliga installationsbasen.

⁵⁸ Credit Suisse, Industry Software Deep-Dive, 2013



Figur 28: Industriell it som andelar av marknaden resp. indikerade tillväxtnivåer och marknadsutvecklingen över tio år. Källa: Blue Institute 2017.

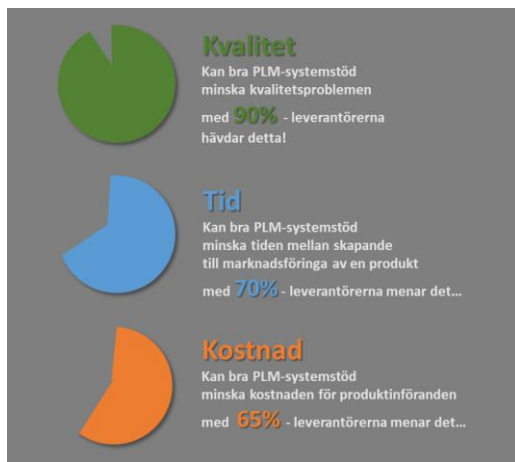
PLM

Den globala marknaden för Product Lifecycle Management (PLM) beräknas nå över 60 mdr USD inom fem år. PLM är det begrepp som beskriver hur en produkt och information om produkten hanteras under hela livscykeln. Tolkningen av livscykel omfattar allt från idé och utveckling till att produkten används och slutligen demonteras, återvinns eller skrotas.

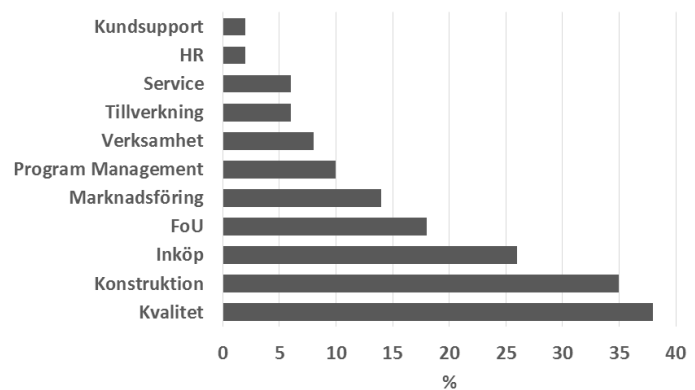
Med olika typer av programvaror kan information om produkten skapas, lagras och göras sökbar. Information kan hanteras och relateras i olika versioner. PLM-systemen skall stödja samtliga processer

som rör produkten för alla involverade aktörer, inklusive användarna. En allt viktigare del är möjligheten till simulering av olika slag. Enligt **Siemens** ingår följande delsystem i PLM-begreppet:

- Product data management (PDM)
- Computer-aided design (CAD)
- Computer-aided manufacturing (CAM)
- 3D computer-aided engineering (CAE) and simulation
- Mechatronic system simulation (1D CAE)
- Finite element analysis (FEA)
- Modal testing and analysis
- Digital manufacturing
- Manufacturing operations management (MOM)



Figur 29: Potentiella värden med PLM-programvaror.
Källa: Global Industry Analysts, 2017



Figur 30: PLM-systemens typiska funktionstäckning, utvecklingen leder till att allt mer funktionalitet kommer att integreras över tiden. Källa: Autodesk

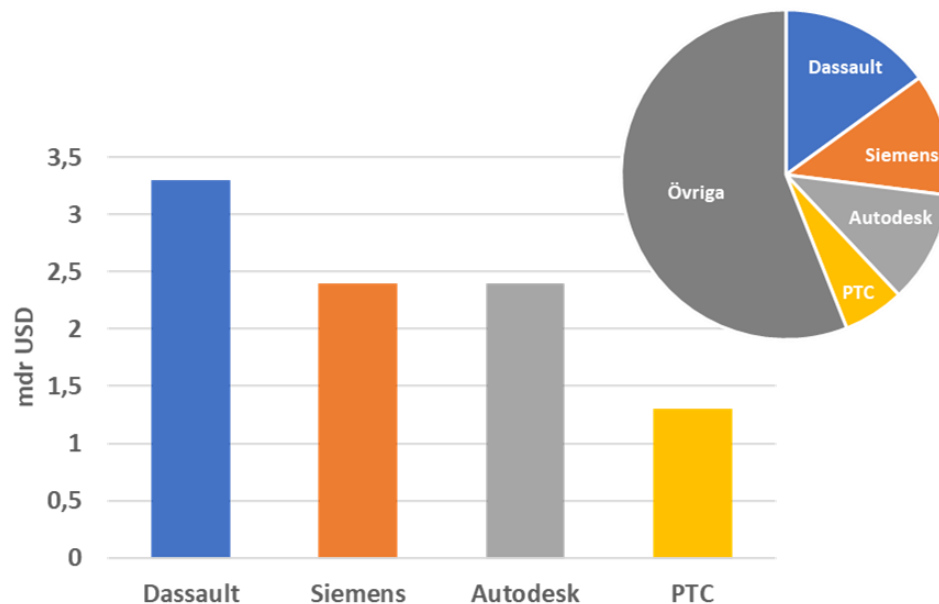
Även PLM-leverantörerna anpassar sig till den *tredje plattformen*. t.ex. kommer *augmentet reality (AR)* och *virtual reality (VR)* att vara tekniker som kan användas inom produktdesign, produktion och underhåll. Ökad användning av *AI-funktionalitet* i systemen är en annan tydlig trend.

De viktigaste PLM-leverantörer inkluderar företag som: *Dassult Systems* inklusive förvärvet av IBM:s PLM-verksamhet. Dassult profilerar sig genom kunnande inom 3D och på senare tid satsningar på kol-laborativt programstöd. *PTC Windchill* har skapat sig en profil genom att föreslå integrationslösningar mellan IoT och PLM. *Siemens* särskiljer sig genom att ha lagt stor möda på att integrera PLM med IT på MES-nivå och OT-systemen, dvs. infrastrukturen för den fysiska produktionen. Dessa tre företag har kunder bland de stora industriföretagen och produkter som främst stödjer ny produktutveckling.

Autodesk sammanknippas traditionellt med CAD men har investerat sig mot en alltmer fulländad PLM-portfölj och var tidigt ute med att profilera sig som molnbaserad leverantör. Autodesk har ett större fäste bland små och medelstora företag.

Centric Software som har en mycket speciell nisch i form av *luxury and fast moving goods*, är ett exempel på en nischad leverantör.

Oracle/Aigle Software och *SAP* installerad bas finns hos de stora företagen och bygger ofta på starka fästen inom andra administrativa områden. Det senare gäller även *Aras Corporation* som till skillnad mot *SAP* har en större marknadsandel hos mindre företag. Som (enda?) svenskt företag återfinns *IFS* som i det här sammanhanget fokuserar på lösningar för samverkan mellan organisationer och processer under en produkts livscykel.



Figur 31: De största PLM-leverantörerna och deras marknadsandelar. Källa: Blue Institute och CIMdata

Branschens diversitet, starka koppling till innovationssystemens utveckling och att den är relativt o-konsoliderad gör att förvärv och samgåenden är en del av vardagen. *Fokuserade PLM-leverantörer* är intressanta köpeobjekt. Det är innovativa företag som uppfyller funktionella behov inom specifika segment och har bra affärsmodeller.

Den breda omfattningen av olika delsystem bidrar också till att marknaden för PLM är så stor: ca 40 mdr USD 2015 enligt analysföretaget CIM Data⁵⁹. Tillväxttakten bedöms även vara hög, mellan 8 och 9 procent. Anledningen är underliggande tillväxt men också ett större fokus på kollaborativa arbetsmetoder vid produktframtagning, ett mer avancerat leverantörssystem av både varor och tjänster, och inte minst ett behov av effektivisering av befintliga utvecklings och produktunderhållsprocesser. Även behovet av att kunna hantera produktrisker och ökade legala krav spelar in.

Skärningspunkten mellan additiv tillverkning (3D-utskrifter) och PLM utgör ett annat tillväxtområde där nya typer av verktyg bidrar till att skapa en alternativ PLM-miljö. På så sätt breddas det redan stora utbudet av funktionella program ytterligare.

⁵⁹ CIM, Data, PLM Market Analysis Report Series, 2014

ERP

ERP är mjukvaror som integrerar intern och extern information i en hel organisation. På svenska används ofta begreppet *affärssystem*. Typiskt är systemen uppbyggda i moduler som kan ha stöd för redovisning, order- och lagerbehandling, reskontror, produktionsplanering, projektplanering, resursplanering, inköp, tidredovisning och personaladministration. Modulerna är vanligen kopplade till en gemensam databas som är uppbyggd av flera olika "tabeller" där data lagras. Det innefattar ofta även området CRM (Customer Relationship Management), och även MES anses bland vissa leverantörer vara en del av ERP men i vårt fall redovisar vi den separat nedan.

ERP-systemen hanterar flödet av information inom företagets gränser och sköter också kommunikationen med världen utanför, som kunder och leverantörer. De två största leverantörerna av ERP-mjukvara är tyska SAP och amerikanska ORACLE. SAP grundades på 1970-talet av f.d. IBM-medarbetare och har sin marknad bland större industriföretag. Den senaste flaggskeppsprodukten SAP S/4HANA kombinerar ERP-sviten av applikationer med företagets egen *in-memory-databas*⁶⁰ för realtidsprestanda.

SAP:s produkter är idag mestadels molnbaserade. Oracle som från början är en databasleverantör erbjuder också sin produkt som en molntjänst och har sina kunder över hela spektrumet från SME till stora företag. Tillsammans kontrollerar de två företagen 80 procent av marknaden.

Microsoft tillhör även de ledande ERP-leverantörerna genom sin produkt *Dynamics* som även innefattar CRM-funktioner tillgängliga som molnbaserade applikationer. Microsoft anses ha en inriktning mot SME-marknaden. Infor har vuxit genom förvärv sedan starten 2002 och tillhör nu de största leverantörerna efter täten med SAP, Oracle och MS. Företaget *Salesforce* huvudprodukt är ett molnbaserat, SaaS, CRM-system. Som molnleverantör tillhör Salesforce de fyra största. Bland andra i sammanhanget kända varumärken som återfinns på tio i topp-listan återfinns *Workday* som specialiserat sig på HR och finansfunktioner. *Epicor*, *Netsuite*, *Sage* och *Intuit* som är nischade mot mindre företag.

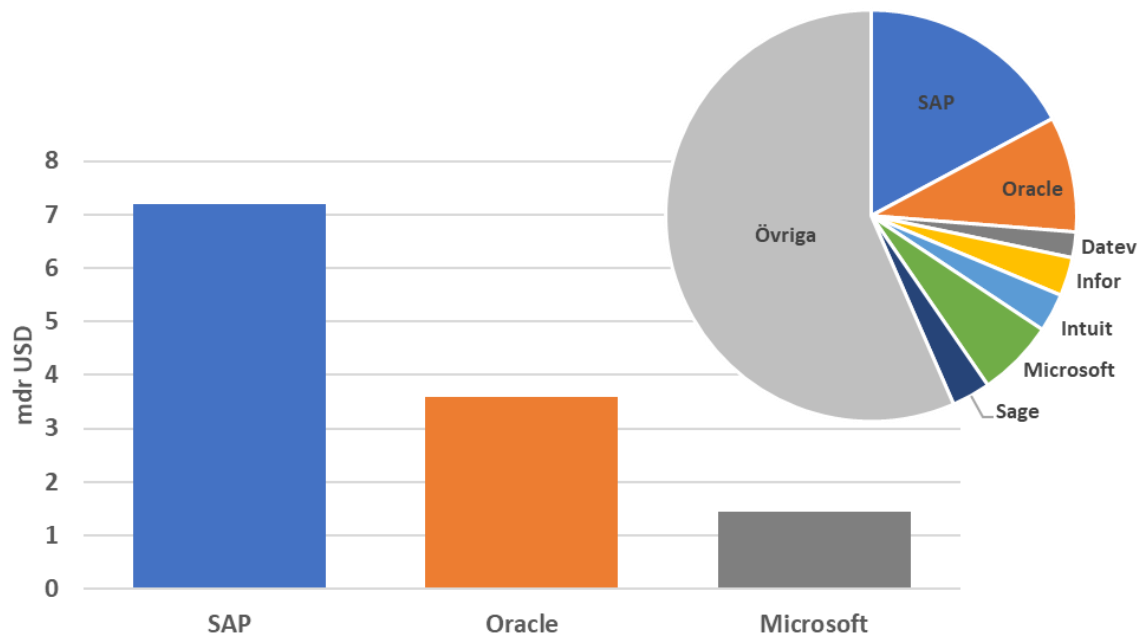
Bland svenska ERP-leverantörer är IFS som säljer ett egenutvecklat komponentbaserat ERP-system det största, företaget som grundades 1983 omsätter dryga tre miljarder SEK. En annan svensk leverantör som nischat sig mot tillverkande SME-företag är *Monitor* i Hudiksvall som grundades redan 1974.

Vissa automationsleverantörer kan erbjuda integration till SAP och ORACLE. Ett exempel är *Rockwell Automation* som kan ansluta sin egen MES-lösning till andra leverantörers ERP-mjukvaror. En tätare integration mellan PLM-ERP-MES är en utveckling som är sannolik eftersom det finns stora värden med att sluta loopnen kring produktlivscykeln. Problem kan undvikas eller hittas tidigare, manuella ingrepp kan undvikas, resurseffektiviteten liksom kvaliteten kan ökas osv.

⁶⁰ IMDB är en typ av databas som i huvudsak förlitar sig till datorernas interna minneskapacitet i stället för diskbaserade lagringsmedia. Fördelen är ökad snabbhet.

En annan drivkraft för utvecklingen är bättre analysmetoder som kan ta vara på dataflödena som strömmar mellan fabriksgolvet och övriga verksamhetssystem. Bland annat Siemens försöker igenom sina produktprogram inom PLM, MES och OT ta vara på dessa möjligheter.

Marknaden för ERP-programvaror beräknas vara ca 40 mdr USD med moderat tillväxt.



Figur 32: De största ERP-leverantörerna och deras marknadsandelar för ERP-programvara. Källa: Blue Institute, AMR m.fl.

SCM

Supply chain management (SCM) handlar om flödet av pengar, varor och data (information) från tillverkare till kund genom alla steg i produktionen (och även tillbaka igen om det handlar om återvinning). Supply chain management är nära sammankopplat med logistik där SCM innebär konkretisering av de logistiska funktionerna ur en organisations synvinkel.

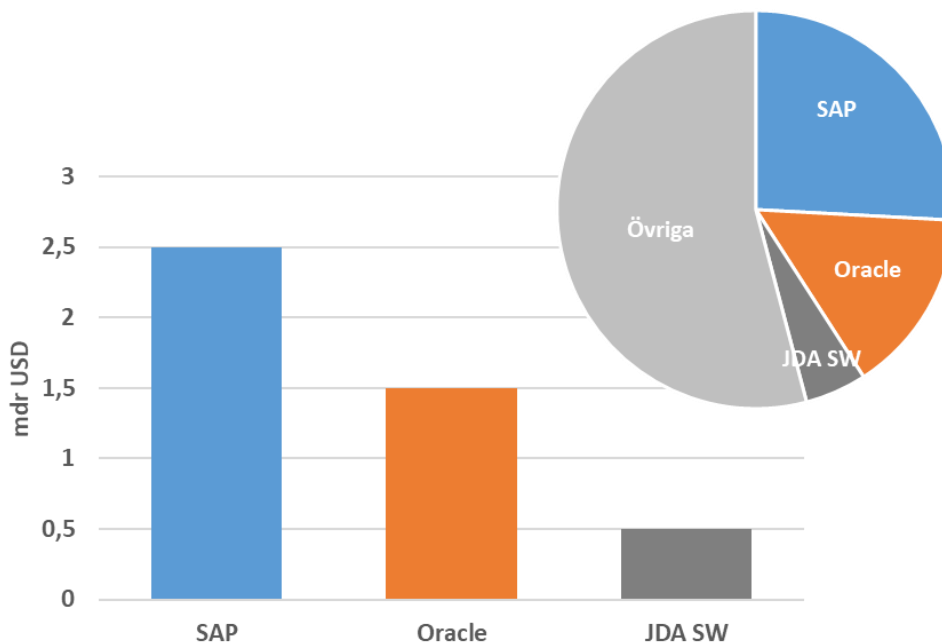
Kedjan omfattar alla de organisationer och processer som behövs för att skapa och leverera produkter och tjänster till konsumenterna. Genom att effektivisera försörjningskedjan kan man sänka kostnader och minska varulager. Det är anledningen till att marknaden för SCM-programvaror förväntas växa med nära 11 procent per år och att världsmarknaden redan uppgår till ca 10 mdr USD.

Funktionerna i ett SCM-system delas typiskt upp i modulerna:

- Supply chain planning (SCP) eller advanced planning and scheduling software (APS)
- Supply chain execution and order fulfillment (SCE)
- Supply chain collaboration
- Supply chain performance, reporting, business intelligence and analytics

SCM-leverantörerna representeras av en bred skara företag. Alla de stora ERP-leverantörerna har inkluderat olika aspekter av SCM i programvarusviterna. De specialiserade leverantörerna differentierar sig genom djupare funktionalitet men de stora ERP-företagen har under senare år signifikant minskat det gapet. I stället står slaget kring funktioner som business intelligence, analysverktyg och smarta rapporteringsmöjligheter.

De tre största leverantörerna anses vara *SAP* följt av *Oracle* och amerikanska *JDA Software*. Andra stora leverantörer är *Manhattan Associates*, *Epicor*, *Infor*. Bland svenska leverantörer återfinns även här *IFS*.



Figur 33: De största SCM-leverantörerna och deras marknadsandelar. Källa: Blue Institute, Gartner m.fl.

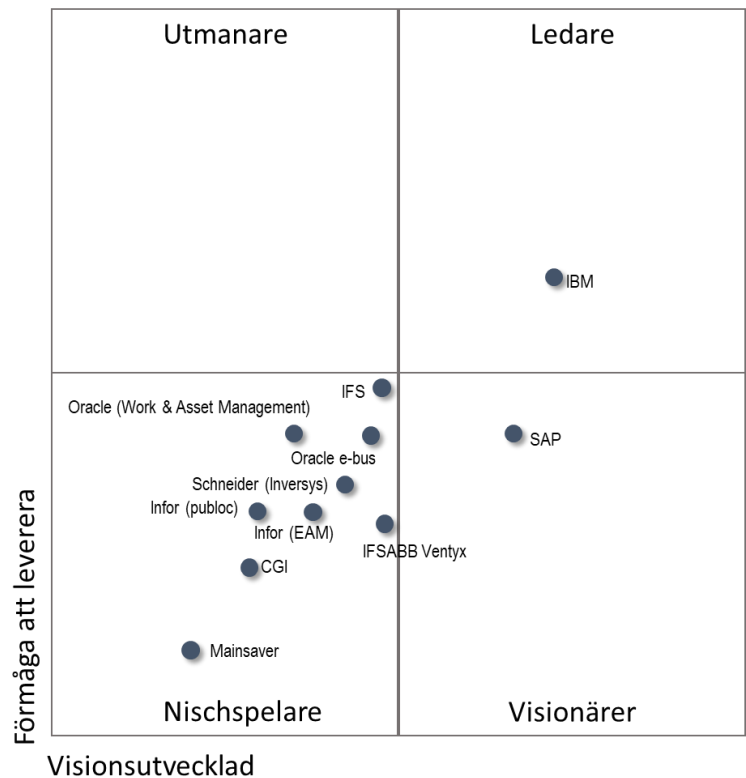
EAM

Enterprise Asset Management (EAM) hanterar en organisations tillgångar under hela deras livscykel. Syftet är att de ska tillföra mesta möjliga värde. Ett underhållssystem ska t.ex. omfatta konstruktion, beställning, tillverkning, installation, användning, underhåll, bränsleförsörjning, reparationer, reservdelar, förbrukningsmaterial, utbyte och återvinning. EAM kan sägas vara en vidareutveckling av konceptet CMMS, Computerized Maintenance Management System, som är just ett underhållssystem. EAM-miljöerna är mer eller mindre väl integrerade med ERP-lösningarna.

Marknaden för EAM kan segmenteras efter typ av tjänst, applikation och bransch; massa & papper, verkstad, sjukvård osv. Man brukar även skilja mellan s.k. *linjära tillgångar* som järnväg, pipelines och kraftnät. *Icke linjära* tillgångar omfattar fordonsflottor, byggnader, maskiner och annan utrustning.

Världsmarknaden för EAM-programvaror är drygt 3 mdr USD 2016, med en beräknad årlig tillväxt runt 10 procent.

Bland de viktigare leverantörerna återfinns: *IBM* som med systemet *Maximo* betraktas som ledande leverantör med störst marknadsandel, *Oracle Corporation*, *SAP*, svenska *IFS* (Industrial and Financial Systems) som är marknadsledare inom olja och gasindustrin, *ABB* (med förvärven *Ventyx* och *Mincom*), *AssetWorks*, *CGI*, *Schneider*, *Infor*. Svenska *Idhammar* är en annan lokalt känd leverantör. Detta är fortfarande en mycket fragmenterad marknad med många små, lokala leverantörer. Förvärv och sammanslagningar sker frekvent i syfte att öka marknadsandelar och geografisk närvaro.



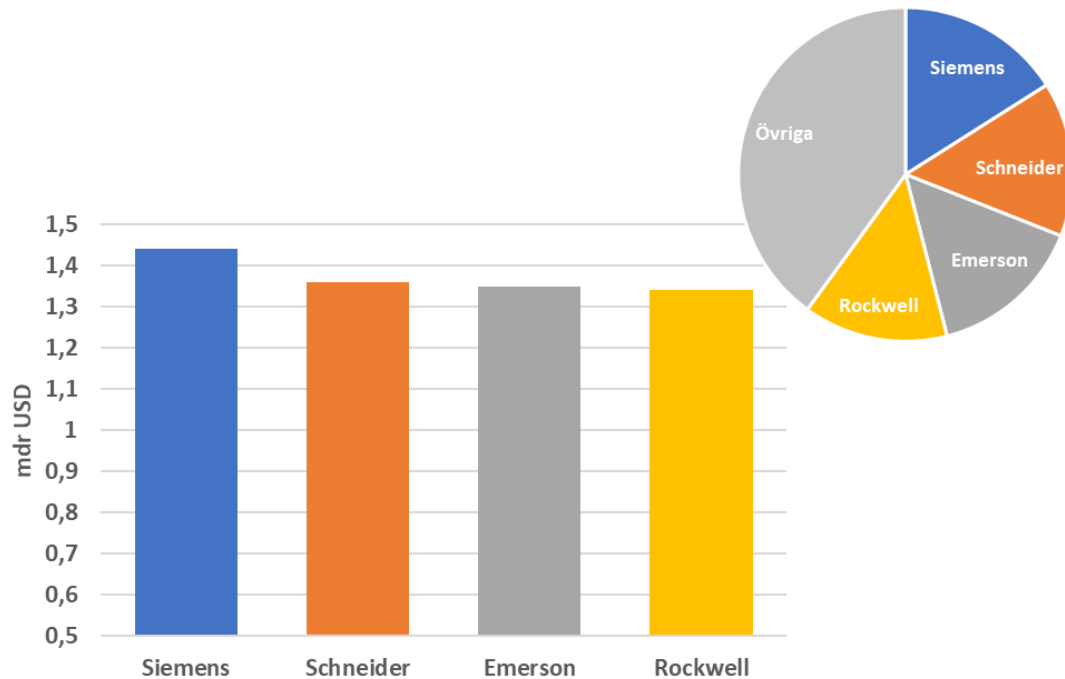
Figur 34: EAM leverantörernas positioner enligt Gartner Group (2014).
Källa: Gartner

MES

MES innebär programvaror som hanterar produktionsprocessen i en fabrik. MES-systemet tar emot produktspecifikationer, arbetsorder och maskininställningar mm. från PLM-systemen och produktionsplaneringsorder från ERP-miljöerna. MES rapporterar produktionsresultaten, materialförbrukning, kvalitetsdata etc. tillbaks till ERP-nivån. Efterfrågan på MES-lösningar ökar inte minst tack vare kraven på ökad flexibilitet som börjar i marknaden och ger effekter i hela försörjningssystemet. Analys av historiska data och realtidsinformation på fabriksgolvet ökar företagets flexibilitet och effektivitet.

Bland de största MES-leverantörerna återfinns företag som *Schneider Electric*, *Siemens*, *Emerson Electric* och *Rockwell Automation* tillsammans har de nästan halva marknaden enligt undersökningsföretaget Transparency Market Research 2017. Även *SAP*, *ORACLE*, *Dassault*, *OSI*, *Aspen Tech*, *ABB* och *GE* tillhör de mer kända leverantörerna.

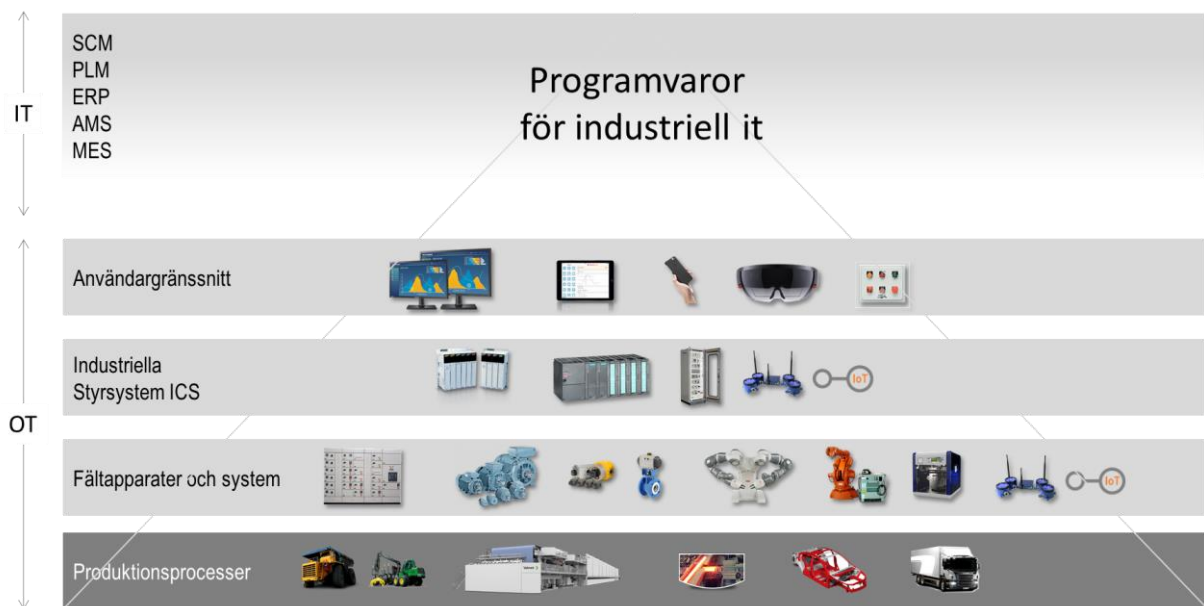
Leverantörerna försöker kontinuerligt att inkludera mer funktionalitet till lösningarna och tillgodose behoven hos olika branscher. Som inom övriga marknader för industriell mjukvara sker en konsolidering genom att större leverantörer köper upp de mindre. En annan generisk trend är flytten till molnet och alltmer avancerade analysmetoder baserad på stora datamängder. Den globala MES-marknaden förväntas växa i en takt av mellan 15 och 16 procent de närmaste åren. Tillämpningar för den diskreta industrin lite snabbare än processindustrin



Figur 35: Marknadsandelar för de större MES-leverantörerna. Källa: Transparency Market Research 2017

Operationell Teknik OT

Operationell teknik, OT, är ett ganska nytt begrepp som används för att beskriva tekniken som mäter och påverkar fysiska storheter genom apparater, maskiner och system i fabriksproduktionen, i gruvor eller anläggningar i fält, från plattformar för oljeutvinning till skogs- och jordbruk. Andra uttryck som används är automation, instrumentering, process-el och fältutrustning. I de administrativa miljöerna används traditionellt uttryck som it och även industriell it.



Figur 36: Principen för operationell teknik (OT) inom industrin. Med en övervakande/styrande miljö genom industriella styrsystem (ICS) och olika användargränssnitt (UX). Närmast produktionsprocessen finns olika tekniker beroende på bransch. Elsystem är alltid förekommande. Instrumentsystem har störst plats inom processindustrin. Källa: Blue Institute 2017

Marknaden för operationell industriteknik inklusive styrsystem (ICS), industrirobotar, 3D-skrivare, drivutrustningar, sensorer och sensorsystem, elsystem och instrumentering, beräknas vara värd ca 230 miljarder USD per år (2016).

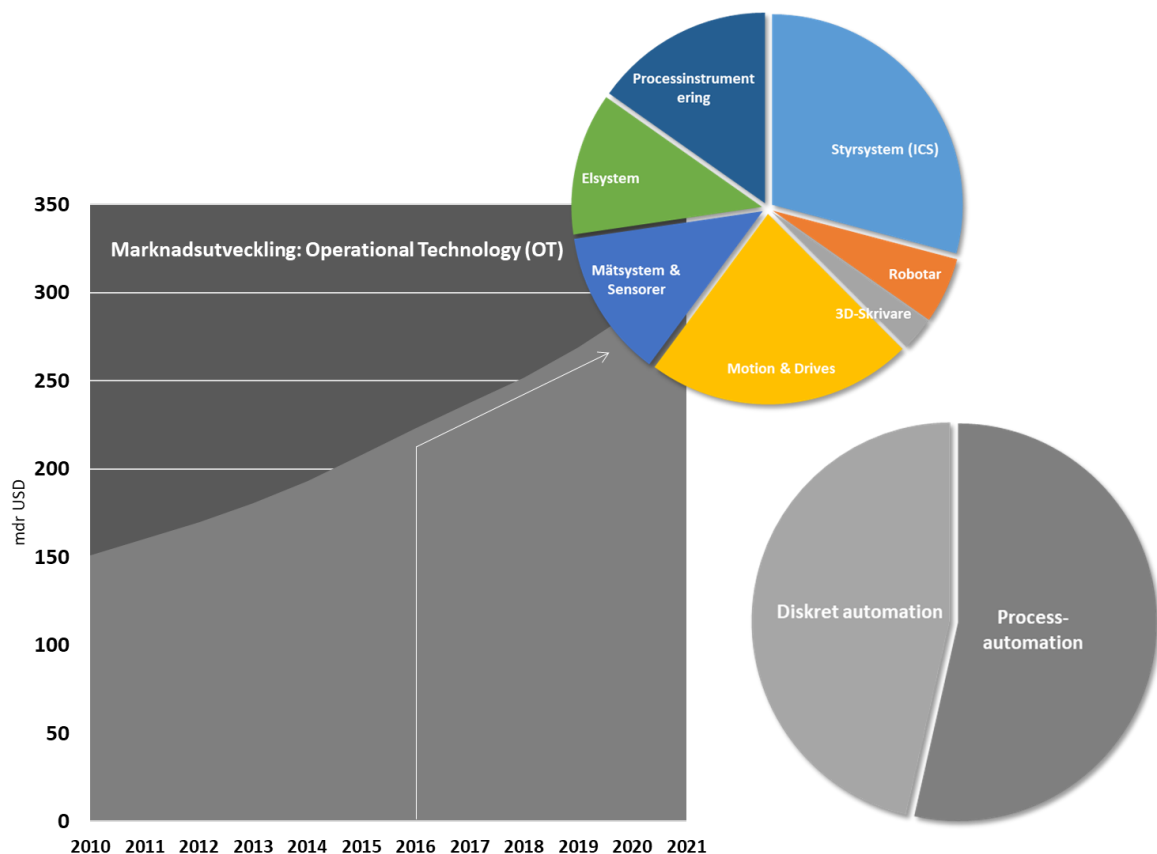
Tillväxttakten är speciellt hög för unga teknikområden. 3D-skrivare är ett sådant exempel med en marknadstillväxt på över 20 procent per år. Men även marknaden för industrirobotar växer med 14 - 15 procent. De största delmarknaderna står styrsystemen (ICS) och drivsystemen för, följt av elsystem och processinstrumentering.

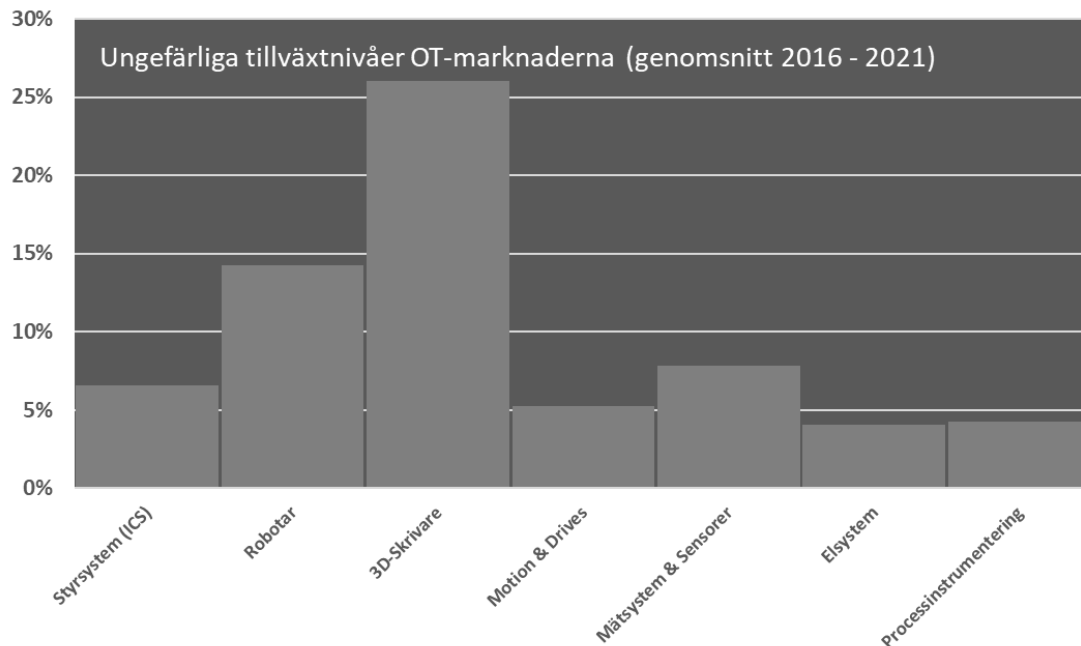
Till marknadens drivkrafter räknas förstås att industrin i världen växer men framförallt att automatiseringsgraden ökar på de riktigt stora marknaderna som Kina och sedan Indien med lite fördröjning. Fordonsindustrin jämte den kemiska industrin sticker ut och kan stå för tvåsiffriga tillväxttal under lång tid framöver.

Bland drivkrafterna som förnyar branschen genom utveckling finns konvergens och integration när dataflödet mellan olika funktionsnivåer ökar. Syftet är att öka datautbyte för avancerade analyser och

optimeringar till ömsesidig nytta för både produktions- och affärsprocesserna. Ett nytt verktyg i sammanhanget är Industrins Internet of Things som genom att samla data och exekvera algoritmer, till att börja med parallellt med de traditionella systemmiljöerna och sedan kanske ersätta dem, kan skynda på integrationen mellan tidigare skilda världar. Utvecklingen av IIoT-plattformarna har potential att ta över stora delar av de traditionella OT-miljöerna till lägre kostnad om det går att påvisa effektiva resultat och industriell robusthet där det behövs.

Att konvergensen mellan IT och OT diskuteras flitigt bottnar även i omsorg om datasäkerheten. Traditionella OT-installationer var för inte alltför länge sedan isolerade system. Att de nu öppnas upp för både intranät, internet, kommersiella operativsystem och molntjänster innebär potentiella blottor i dataskyddssystemet. OT-leverantörerna lägger följaktligen stor möda på att täppa till möjliga säkerhetshål.





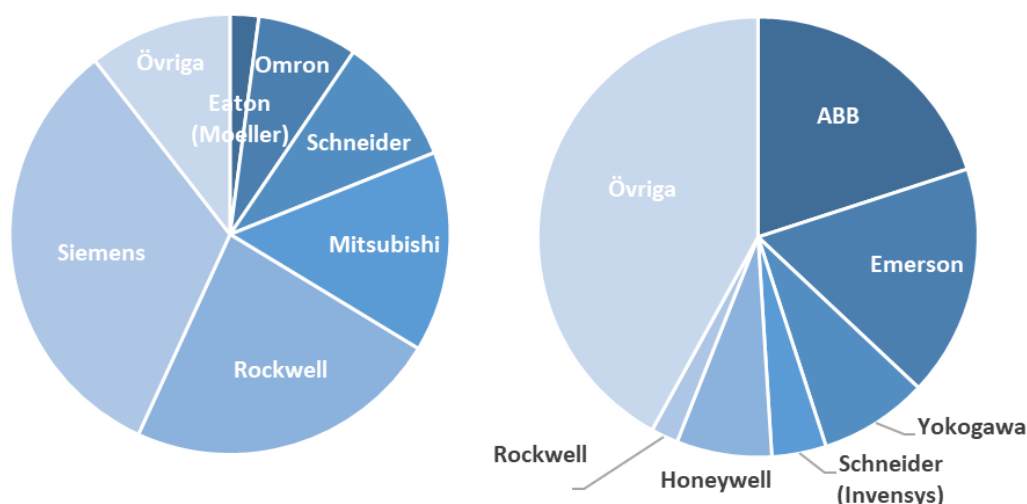
Figur 37: Världsmarknaden för operationell teknik (OT). Källa: Blue Institute estimat

Industrial Control Systems - ICS

ICS är förkortningen för Industrial Control Systems, en gruppbestämning som i sin tur går att dela upp i de tre traditionella produktkategorierna PLC, DCS och SCADA med nedanstående egenskaper:

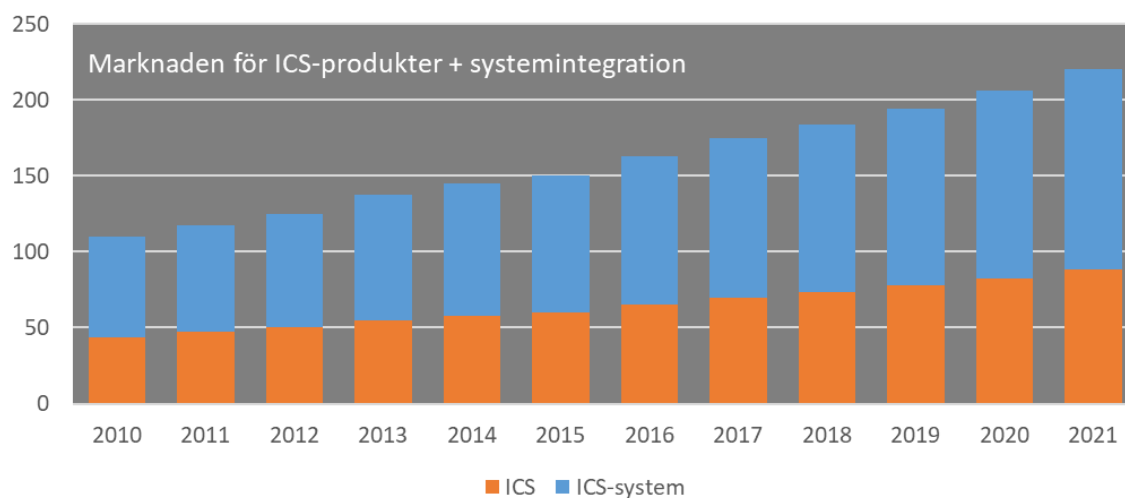
- PLC (Programable Logic Controller) är ursprungligen ett enkelt datorsystem för logiska programsekvenser typiskt för styrning av maskiner inom tillverkningsindustrin. Systemtypen har sitt ursprung från bilindustrin i slutet av 1970-talet som ersättare för reläer, pneumatik och transistor teknik.
- DCS (Distributed Control System) förknippas från början med processindustrin och kombinerar analog styrning och instrumentering med hantering av digitala objekt som att slå på eller av en elmotor.
- SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) är en benämning på system som kommunicerar med PLC, reglersystem och RTU (datainsamlingsterminaler) och kombinerar dem med operatörmiljöer och lagringsutrymme för exempelvis trend- och händelsedata.

Moderna PLC- och DCS-system har i själva verket oftast all av ovanstående funktionalitet integrerade från början. Gränserna mellan de olika systemtyperna blir därför diffusa, utveckling mot teknisk konvergens är tydlig. Begreppet *ICS* ersätter därför allt oftare tidigare klassificeringar.



Figur 38: Marknadsandelar för de större PLC respektive DCS-leverantörerna. Källa: Markets & Markets, Credit Suisse, Blue Institute

Marknaden för ICS är ca 65 mdr USD med en tillväxttakt på mellan 4 och 9 procent beroende på typ och område. Bland de ledande leverantörerna återfinns *ABB* inklusive nyförvärvet *B&R*, *Siemens*, *Rockwell Automation*, *Mitsubishi*, *Yokogawa*, *Honeywell*, *GE*, *Omron* och *Schneider*. Räknar man in systemintegrationen, dvs. konfigurering, test och igångkörning, är marknaden femtio procent större- eller närmare 100 mdr USD per år (2016).



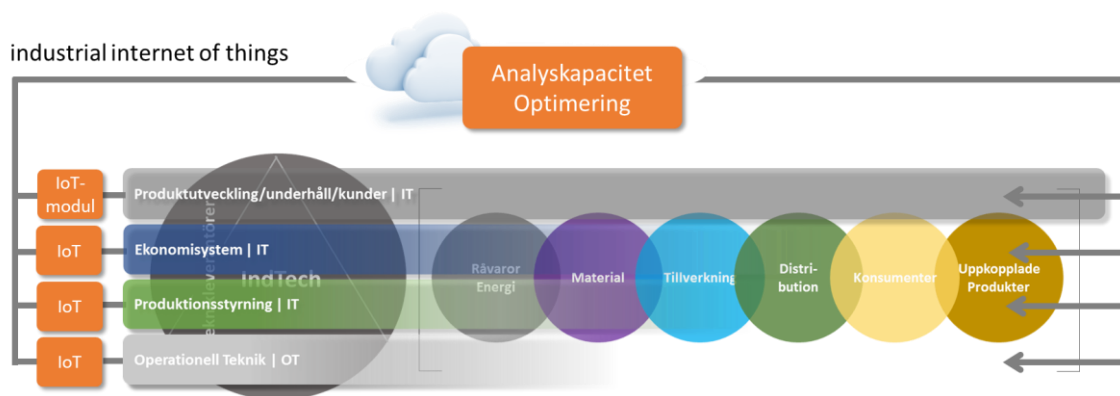
Figur 39: Marknadsestimat för ICS som produkter och med systemintegration som tillsammans indikerar marknaden för ICS-system. Källa: Blue Institute 2017.

Industrins Internet of Things - IIoT

Det förtjänar direkt att understrykas att IIoT är ett utvecklingsområde som på allvar kan visa sig förändra förutsättningarna i grunden för både den brukande industrin och teknikleverantörerna. Det är en så kallad *disruptiv* teknik. Än så länge har vi inte sett de verkliga effekterna av konceptet, endast förpostfäktningar, eftersom standarder och bärande teknik som 5G ännu inte är kommersiellt tillgängliga och genomslaget säkert med industriell försiktighet kommer ta längre tid än vad många konsultföretag förutspår. Men det råder ingen tvekan om att arkitekturerna öppnar upp för nya spelregler på marknaden.

Plattformarna kan delas med helt andra applikationsområden vilket gör att utvecklingskostnaderna kan slås ut på marknader kanske tio gånger större än den traditionella industriautomationen. Det öppnar upp för nya aktörer i form av tech-dominanter som *Microsoft, Apple, Google* och *Amazon* och för hela telekommunikationsindustrin som *Ericsson, Nokia, Huawei* och *Cisco*, men även för operatörerna som *Telia, Telenor, AT&T* osv. Tillgängligheten för små företag blir en annan med kostnadseffektiva molnbaserade utvecklings- och stödmiljöer som släpper fram och möjliggör nya operativa affärsvärden baserade på enskilda individers kunskap.

IIoT kan ses som ett komplement eller ett substitut på alla funktionsnivåer inom företag och i värdekedjorna. Som produkter, ofta med en mätande eller påverkande funktion, kommer IIoT-moduler att förekomma inom definitionen för Operationell Teknik. IIoT är också kommunikation med människor genom mobiltelefoner, surfplattor, vanliga datorer och VR/AR/MR-teknik. Det är kopplingen till ett ekosystem av tjänster. Men framförallt innebär IIoT att värden kan skapas genom en lättillgänglig och kostnadseffektiv plattform som kan bidra till att sluta små och stora optimeringslooparna inom industrin.



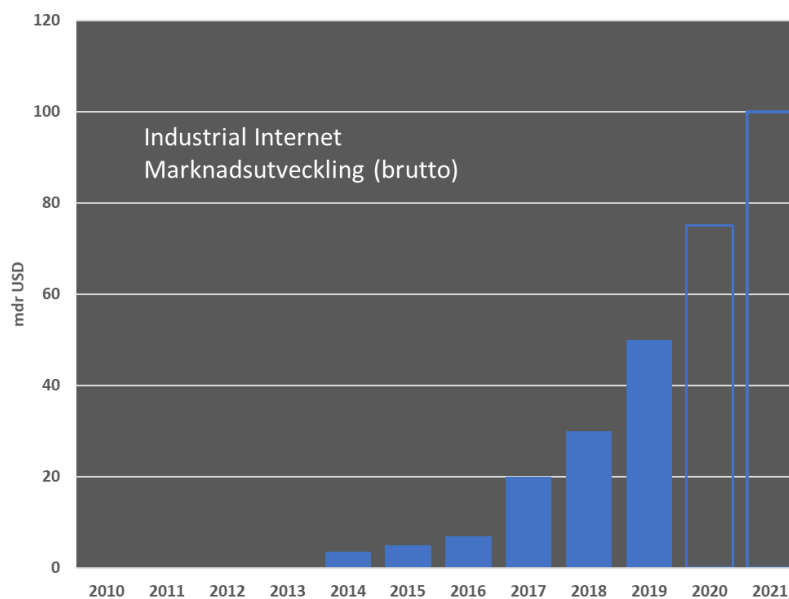
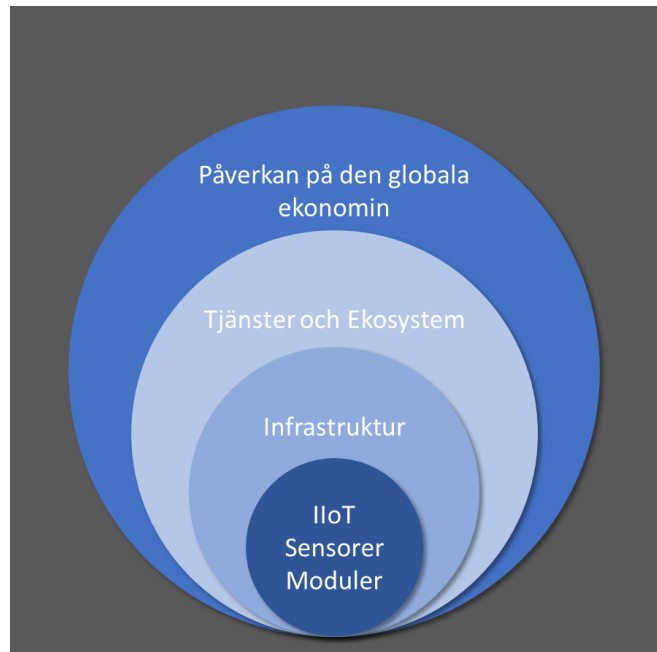
Figur 40: Princip för IIoT i det industriella värdesystemet. IIoT kan kostnadseffektivt komma att bidra till att sluta de stora optimeringslooparna. Källa: Blue Institute 2017

För automationsleverantörerna handlar det nu om att ta position och bestämma sig vilken roll man bäst kan ta. Det traditionella automationsleverantörernas affär kan bestå i att leverera hårdvara, systemprogram eller kunskap genom applikationer där värdet är kopplade till förmågan att innovera

smart tjänster på attraktiva affärsmodeller. För det behövs ekosystem av infrastrukturer och specialiserade tjänster som molnkapacitet och AI-kompetens. Det som erbjuds av den tredje plattformens leverantörer. Få om ens någon kommer att kunna behärska allt, överallt. Alla kommer dock att vara beroende av molnleverantörerna och de stora tech-företagens (Microsoft osv.) utvecklingsförmåga.

Våra marknadsestimat för industrins internet begränsat till tillverknings- och processindustrin visar en kraftig utveckling (upp till 50 procent per år) och volymer värda mellan 30 och 40 mdr USD år 2020. Det motsvarar försäljningen av ERP-system i världen. Men när man gör denna analys kan knappast hela IIoT-marknaden räknas som funktionellt tillkommande. En stor del bedömer vi (att med bättre kostnadseffektivitet) substituera andra mer traditionella lösningar. Vi räknar därför med att en stor del av kommande IIoT-investeringar redan täcks in av de generella tillväxtestimaten inom industriell IT och OT.

I sammanställningarna väljer vi att inte särredovisa IIoT utan ser moduler, grundprogramvaror, service och applikationer som delar av redan definierade marknader inom IT och OT. En logik som svarar mot företagets funktioner snarare än nya teknikvertikaler, ett förhållningssätt som vi menar blir allmänt när marknaden mognar.

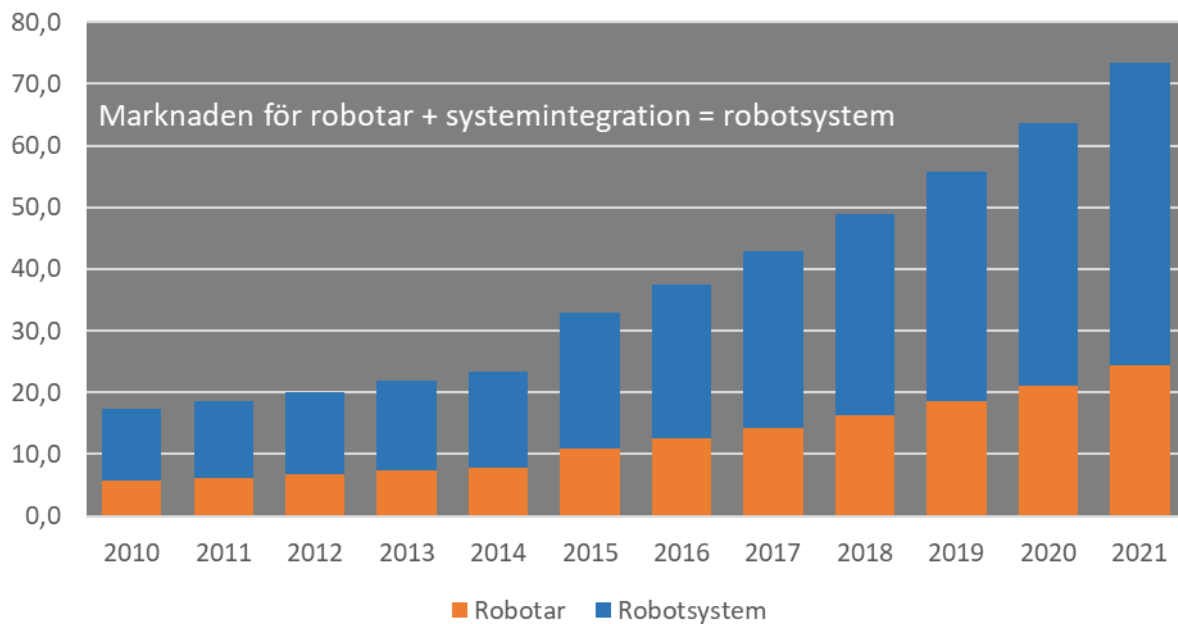


Figur 41: Brutto marknadsutveckling av Industrial Internet. I rapportens sammanställningar redovisas IIoT som ingående i marknaderna för IT- och OT-teknik. Källa: Estimat av Blue Institute, 2017

Läs vidare om Industrins Internet of Things i avsnitten Analys och Den tredje Plattformen.

Robotik

Industrirobotar är det största och mest etablerade segmentet inom en allt bredare marknad för robotar i allmänhet. Varje år slås nya försäljningsrekord och tillväxttakten bedöms till ca 15 procent medan marknaden 2015 var ca 11 mdr USD för robotar⁶¹. Räknar man in systemintegration och installation var marknaden ca 35 mdr USD.

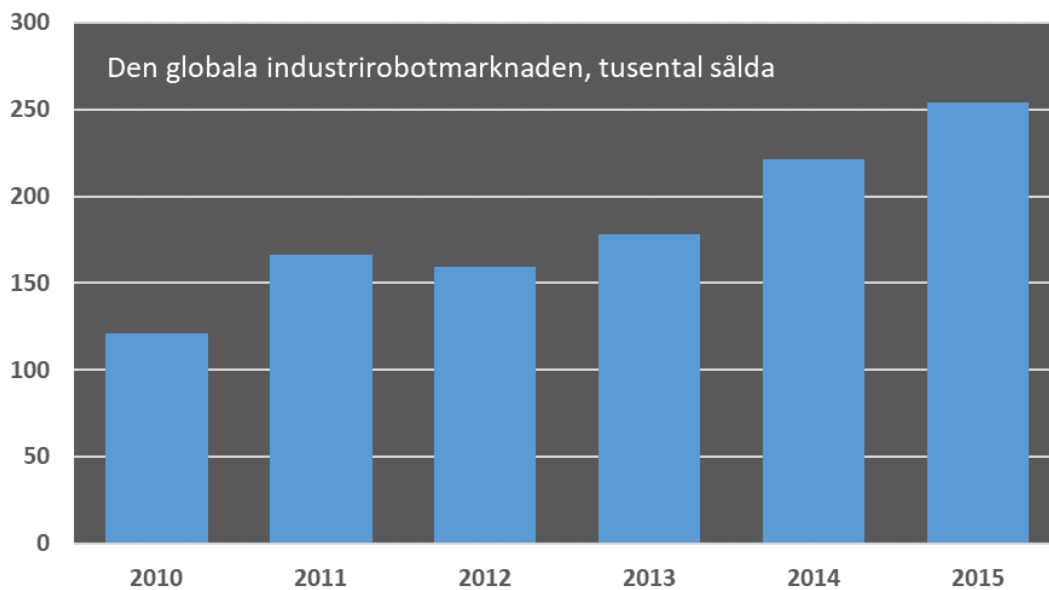


Figur 42: Marknadsestimat för industrirobotar som produkter och systemintegration som tillsammans indikerar marknaden för robotsystem. Källa: IFR, Blue Institute 2017.

Trots detta är användningen av robotar inom industrin generellt sett låg, begränsad till ett fåtal industrier och till ett fåtal processmoment. I genomsnitt utför robotar endast 10 procent av automatiseringsbara uppgifter inom industrin i världen, men spännvidden är stor mellan länder och sektorer.

Sverige har historiskt varit ett land med hög robotanvändning inom industrin, men rankades nyligen som en av de exportekonomier som är långsammast på att tillämpa avancerad tillverkningsteknik. Om den nuvarande trenden håller i sig kommer endast 15 procent av tillverkningen i Sverige skötas av robotar år 2025. Det kan jämföras med de länder som är snabbast på att ta till sig tekniken, som Indonesien, Sydkorea, Taiwan och Thailand, där 40 procent av uppgifterna kan skötas av robotar år 2025.

⁶¹ World Robotics 2016 Industrial Robots, Executive Summary, 2016



Figur 43: Den globala industrirobotmarknaden, tusental sålda enheter. Källa: IFR och Blue Institute, 2017

Investeringarna i robotik har haft konsekvenser för de industriella användningsområdena. Fordonsindustrin har traditionellt varit den största marknaden. Andelen har sjunkit, även om sektorn har tagit igen en del under senare år och har en fortsatt stark tillväxt som drivs av en snabb kapacitetsökning i Asien och nyinvesteringar i USA.

Robotar har även ökat i andra tillverkningssektorer. Där efterfrågas ofta andra typer av robotar, till exempel för montering, sortering och plockning. Det är inte så konstigt att elektronikindustrin blivit en stor användare i takt med att tillverkning av mobiltelefoner, datorer och TV-apparater skjutit i höjden. I det robottätaste landet i världen, Sydkorea, har till exempel elektronikindustrin stått för en större andel av robotmarknaden än vad fordonsindustrin gjort de senaste fem åren.



Elektronikindustrin ställer andra krav på robotar, vilket också driver teknik- och marknadsutveckling. Till exempel är produktlivscyklerna mycket kortare än inom fordonsindustrin. Det ställer krav på väsentligt lägre priser, större flexibilitet och på enklare systemintegration. Dessutom är det ofta fråga om mer ostrukturerade industriella miljöer med fler människor, vilket driver utvecklingen av säkra "co-bots", kollaborativa eller samarbetande robotar, som kan arbeta nära människor.

Billigare och mer flexibla robotar gör inte bara robotisering attraktiv för andra branscher utan också för små och medelstora företag. Eftersom robotmarknaden traditionellt riktat in sig på stora bolag med betydande volymer innebär det en stor tillväxtpotential. Utvecklingen har också gått snabbt, möjligtvis för att investeringsbeslut kan fattas snabbare i mindre bolag. De fyra stora globala leverantörerna ABB,

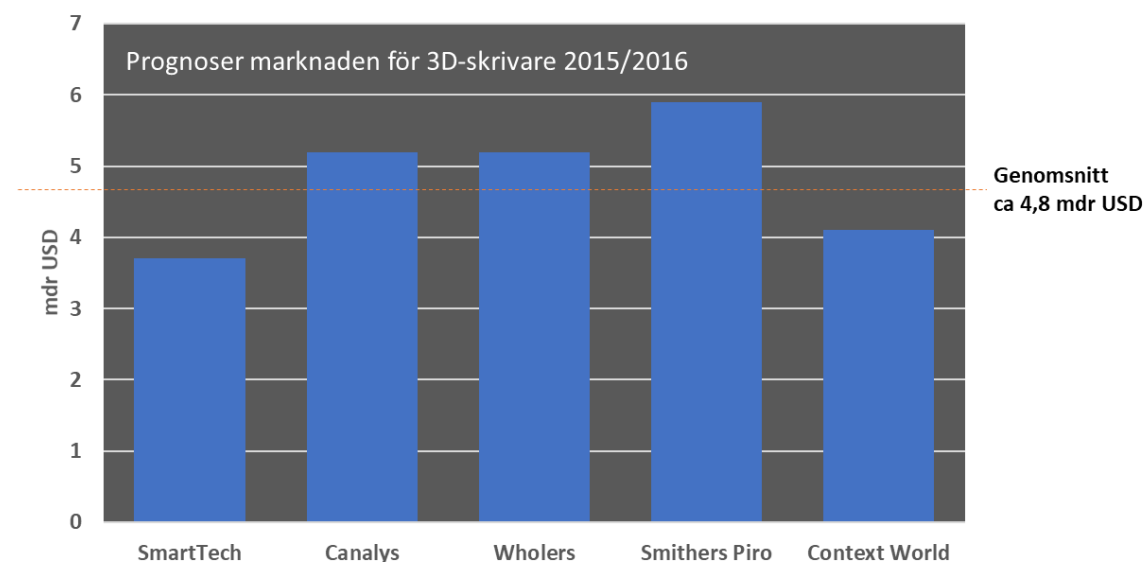
Fanuc, *KUKA* och *Yaskawa* står alltså för två tredjedelar av marknaden, och dessutom finns andra starka aktörer i vissa nischer.

En utveckling är att nya aktörer från Kina börjat konkurrera på marknaden. Det sker bland annat genom förvärv: *Voith Group* sålde under 2016 innehav motsvarande 25 procent av kapitalet i den tyska robot-tillverkaren *KUKA* till kinesiska *Midea*. En annan utvecklingstrend är att det kommer in nya leverantörer med radikalt annorlunda utgångspunkter. De erbjuder mindre en- eller tvåarmade robotar till ett köpspris på 25 000 - 45 000 USD, jämfört med typiska priser på över 100 000 USD. Dessa robotar är dessutom billigare att installera.

Mycket talar för att den starka utvecklingen kommer att fortsätta eftersom drivkrafterna inte visar tecken på att stanna av. Jakten på produktivitet är ständig och universell, dessutom finns kvalitetsvinster med att ersätta manuellt arbete med automatiserat.

3D-skrivare

Världsmarknaden för 3D-skrivare beräknades vara 456 000 enheter 2016. Värdet uppskattas till ca 5 mdr USD exklusive material och systemintegration och andra programvaror. Det senare kan med en tumregel uppskattas till ungefär lika mycket som själva skrivarhårdvaran. I antal sålda maskiner innebär utvecklingen en fördubbling mot året före enligt *Gartner Group*. Prognosen framåt fortsätter i liknande tempo och 2020 beräknas det säljas närmare 7 miljoner 3D-skrivare i världen. Marknadstillväxten bedöms till ca 25 procent per år under perioden fram till 2021. Det innebär att tekniken nu är allmänt accepterad och funnit en stor variation av speciella applikationer där den fyller ett behov.



Figur 44: Marknaden för 3D-skrivare 2015/2016. Urval av prognoser ger ett snitt på 4,8 mdr för skrivare exklusive material och tjänster. Källa: Blue Institute 2017.

Bland de största aktörerna återfinns *Hewlett-Packard*, *3D-systems*, *Proto Labs*, *Stratsys*, *Materialise*, *Organovo* och *ExOne*. De utgör en representation av såväl tillverkning av skrivare, mjukvaror och i vissa fall lab för prototyp-tillverkning. Bland svenska aktörer återfinns *Arcam* som gör skrivare för metall-komponenter. Bland startup-företag märks *Spotscales 3D*. Företaget har en egen lösning som kan framställa digitala och fysiska modeller av byggnader och kringliggande miljö. *VBN Components* som med 3D-printing vill skapa verktyg som har betydligt längre livstid och slitstyrka jämfört med traditionell tillverkning.

Wematters har tagit fram en skrivare som med tillhörande tjänster ska kunna ta fram alltifrån tand-verktyg till helikopterdelar i plast med hög hållfasthet. *The Box* som tillverkas i Värnamo av *BLB Industries* sägs vara en av de största, snabbaste och mest flexibla 3d-skrivare som finns på marknaden.

Additiv tillverkning är en teknik där produkterna tas fram i en adderande process från en digital modell i tre dimensioner i sin tur uppdelad i 2D-projektioner. Projektionerna översätts till en fysisk produkt med en 3D-skrivare som lager för lager avspeglar den digitala modellen med en upplösning kring 20 µm med dagens teknik. Additiv tillverkning skiljer sig från traditionella tillverkningsmetoder som en-dera bygger på att ta bort material genom skärande bearbetning eller alternativt som gjutning av plast eller metaller.



Figur 45: HP Fusion Jet 3D Printer. Källa: Hewlett Packard

Additiv tillverkning har utvecklats sedan 1980-talet och har nu nått en kapacitet där den i en del fall kan konkurrera med traditionell tillverkning. De främsta fördelarna är dock att metoden tillåter produkter med former och egenskaper som tidigare inte varit möjliga att framställa. Till fördelarna hör även produktutvecklingscykler med kortare *time to market*, lägre kostnader och bättre kundanpassning. Även materialegenskaperna för produkter tillverkade med additiv tillverkning kan skilja sig mot traditionellt utförda. Utskrifterna som bygger på att lager succesivt byggs upp kan göra att interna materialspänningar blir mindre. Dessutom bidrar metoden till att öka resurseffektiviteten och till miljö eftersom materialspillet blir mindre.

Det finns olika tillämpningsområden för additiv tillverkning:

- *Rapid Prototyping (RP)* används för framställning av prototyper för visuella studier och funktionstester

- *Rapid Tooling* (RT) för att ta fram fixturer, jigg, borrguider och specialanpassade verktyg
- *Direct Digital Manufacturing* (DDM) för produktion av färdiga produkter och komponenter.

De vanligaste utskriftsmaterialen är polymerer, metall och keramer. I dagsläget är applikationer för att ta fram verktyg (RT) vanligast förekommande och de mest använda materialen är polymerer.

Tillverkningsprinciperna hos 3D-skrivare varierar stort. Metallpulver kan smältas på plats med hjälp av laser eller elektronstråle (Selective Laser Sintering - SLS; Selective Laser Melting - SLM). Laminerings-teknik där lagren byggs upp av tunn plast- eller metallfilm (Laminated Object Manufacturing - LOM). Lager av flytande material/hartser som härdas med olika metoder innan nästa lager trycks ut (Stereolithography - SLA; Digital Light Processing - DLP; Fused Deposition Modeling - FDM).

Den omdiskuterade frågan om additiv tillverkning kan ersätta konventionella metoder i massproduktionen lever vidare. De flesta studier drar slutsatsen att så inte är fallet under överskådlig tid. Tekniken kan ta marknadsandelar inom specialområden men har alltför specifika egenskaper för att kunna ersätta annan maskinbearbetning i stor skala. Ibland görs jämförelsen med 2D-utskrifter som efter fyrtio år med laserprintrar fortfarande kommer till korta mot andra tryckmetoder när det blir fråga om volymer. Men naturligtvis skulle det resonemanget falla i samma stund som någon lyckas producera valfri artefakt på några sekunder med tillräckligt hög kvalitet.

Motors, Motion & Drives

Området *Motors, Motion & Drives* är den näst största av marknadssegmenten för OT och utgör över 20 procent eller 50 mdr USD (2016). Hit räknas elektriska motorer i enkla drifter och mer avancerade reglerbara drivsystem. Elmotorer kan innebära alltifrån mycket små enheter på några watt till stora maskiner i effektklasser på många MW. Med Drives avses vanligen system av roterande maskiner som styrs med avseende på varvtal och moment med hjälp av att modifiera ström, spänning eller nätfrekvensen. Dessa frekvens- och strömomriktare utgör idag mycket väl integrerade delar av moderna automationssystem. Det är en del av den bakomliggande logiken med att räkna in motorer och drivsystem till automations- eller IndTech-industrin.



Motion innebär traditionellt servomotorer och system, hårdvara för positionering samt mjukvaror och tjänster. Bland de stora kompletta leverantörerna av Motors, Motion och Drives finns företag som ABB och Siemens. Mängden specialiserade företag är mycket stort och sträcker sig från internationella företag som Rexroth, Schneider, Nidec (fd. Emerson och Leroy Somer) och Rockwell Automation till lokala firmor som agerar på enskilda marknader.

Elsystem

Utrustning för att distribuera och fördela elkraft till annan utrustning i form av *ställverk* och centraler etc. är även det en marknad som på senare år bland många av leverantörerna klassats som automationsutrustning. Ett resonemang som bygger på att dessa enheter numera kan ses som integrerade delar i automationssystemet, med hög grad av både styrning, övervakning, optimering och förebyggande underhåll.

Här finns företag som *ABB*, *Siemens*, *Schneider*, *GE*, *Mitsubishi* men även franska *Ahlstrom* är en stor leverantör. Industrimarknaden är med begränsning till låg och mellanspänningssystem⁶² enligt analysföretaget *IHS*, värd ca 17 mdr USD per år. Till det kan man addera marknaderna för reläer, reläskydd, kontaktorer och startapparater etc. Marknadsdefinitionen är därför inte enkel. Vi har i denna analys uppskattat industrimarknaden för elsystem med anknytning till industriautomation till ca 26 mdr USD per år.



Processinstrumentering

Instrumentering kan definieras som kunskapen och vetenskapen om mätning och styrning av processvariabler i industriell tillämpning. Instrumentering förknippas oftast med processindustrins kontinuerliga processer. Den kemiska industrin, liksom massa och papper, stål och kraftverk är i regel organiserade med speciella organisationer som ansvarar för processinstrumenteringen i nära samverkan med produktionsledningen. Investeringar i instrumentering med fältapparater för mätning och styrning omsätter över 30 mdr USD per år.



Figur 46: Siemens instrumentprodukter. Källa: Siemens

Bland de mest förekommande givartyperna för instrumentering finns mätare för temperatur, tryck, flöden, nivåer, kraft, hastighet, pH, fukt osv. Till områdets viktiga apparater hör även olika typer av ventiler och reglerventiler som påverkar tillverkningsprocessen. Tillsammans med datoriserade styrsystem (ICS) utgör de verktygen för att styra och övervaka olika processteg i regel med hjälp av algoritmer som beräknar avvikelser mellan önskad och uppmätta värden. Korrigeringar sker sedan kontinuerligt

⁶² I den tunga industrin är det vanligt att man är högspänningsabonnenter med egna eller inhyrda ställverk och transformatorer. Men dessa utrustningar anses traditionellt inte tillhöra processutrustningen.

och automatiskt vanligen baserade på proportional-, integral- och derivatvärden som också givet namnet till den mest vanliga regleralgoritmen: PID. Namnkunniga stora leverantörer är t.ex. *Siemens, ABB, Emerson, Rockwell, Schneider, Honeywell, Mitsubishi, Yokogawa, Omron* och *Toshiba*.

Mätteknik: Sensorer, Metrologi och Visionssystem

Mätteknik är ett centralt område för att göra den smarta produktionen möjlig. Mätteknik kan omfatta allt ifrån enkla produkter till komplexa bildbehandlingssystem och avancerade mätmetoder baserade på laser och högklassig optik. I den här marknadsanalysen kategoriserar vi mätteknik främst till tillverkningsindustrin, mätteknik inom de kontinuerliga processerna har vi lagt under rubriken processinstrumentering (ovan).

Sensorer eller givare översätter fysikaliska storheter som rörelser eller temperaturer till data som kan analyseras och bearbetas av en dator. Bland framträdande leverantörer av sensorer för tillverkningsindustrin och även för OEM-marknaden finns *Atmel, Bosch, Teledyn Dalsa, Eaton, Honeywell, Omron, Siemens* och *Sensata*. Marknaden för sensorer beräknas vara ca 12 - 14 mdr USD med en tillväxt på ca 8 procent per år.

Visionssystem används för att kvalitetssäkring, sortering, kalibrering, materialhantering och för vägledning i robotapplikationer, t.ex. för att identifiera olika delar och komponenter. Området omsätter ca 10 mdr USD per år⁶³. Bland viktiga leverantörer finns bl.a *Teledyne Dalsa Corporation, Freescale Semiconductor, Siemens, Cognex, Microscan* och *Industrial Vision Systems*. Även *ABB* finns med bland leverantörerna t.ex. för inspektionssystem för pappersindustrin. Generellt anses *Cogexa* vara marknadsledande.

Metrologi (mätteknik) är vetenskapen om att mäta och inom industrin den tillämpade tekniken för att uppnå precision och kvalitet inom olika utvecklings och tillverkningsprocesser från nanoskala och uppåt. Marknaden segmenteras i två huvudområden: *coordinated measuring machines (CMM)* och *optical digitizers and scanners (ODS)*.



Figur 47: Hexagon mätmaskin för utveckling av fordonsstrukturer. Källa: Hexagon

CMM-marknaden, där avancerade programvaror förskjuter mot mer av avancerad analys än ren inspektion, växer i en takt med ca 7 procent per år, medan efterfrågan på ODS håller en ökningstakt på närmare 9 procent. Det är det ökande användandet av 3D laserskanners som driver den senare och står för mer än en tredjedel av omsättningen för CMM.

⁶³ Credit Suisse, Global Industrial Automation, Markets & Markets, Machine Vision Market

Branschen omsluter totalt ca 1 mdr USD 2017 fördelat på ca 2,5 mdr USD för CMM⁶⁴ och 1,8 mdr för ODS⁶⁵. Bland de viktiga leverantörerna räknas Hexagon (Sverige), Carl Zeiss (Tyskland), Mitutoyo Corp. (USA), Nikon metrology (Belgien), Renishaw (England), Pantec metrology (Tyskland), Perceptron Inc. (USA), 3D Digital Corporation (USA) and Faro Technologies (USA)

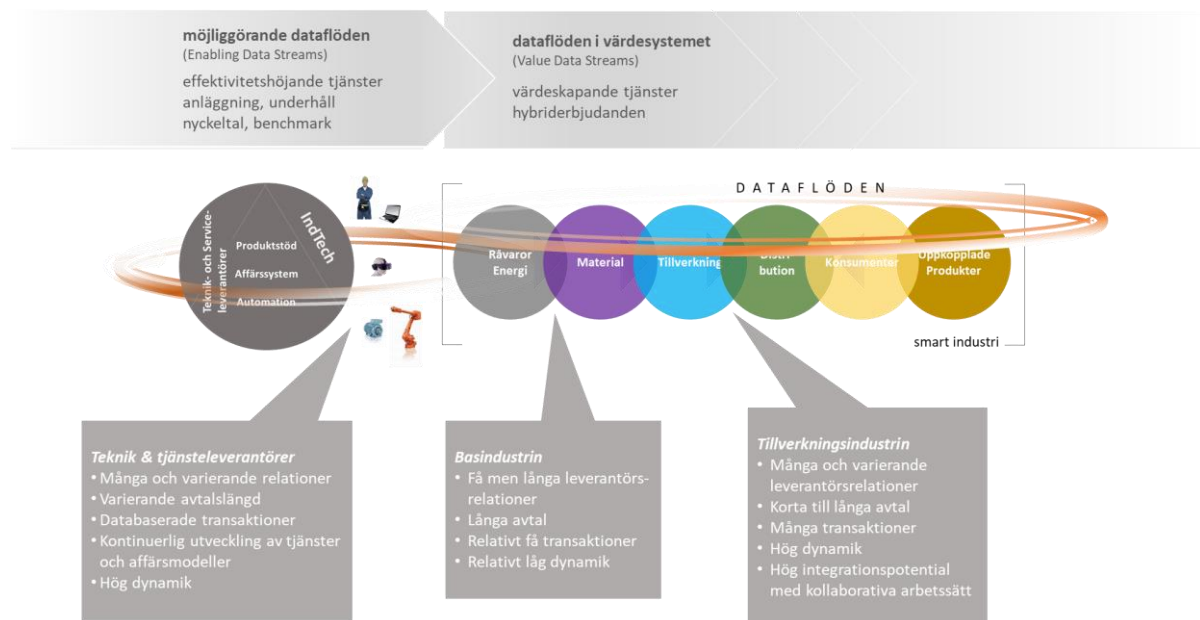
⁶⁴ Global Industry Analysts

⁶⁵ Research and Markets

IndTech-tjänster

Drivkraften för den nya smarta industrin är tillväxt. Ur företagsperspektiv att tjäna mer pengar. Nya värden som kunderna är beredda att betala för ger tillväxt. Hit hör tjänster och erbjudanden där material, halvfabrikat eller slutprodukter ökar i värde när de kombineras med databaserade tjänster - det kallas även hybridisering. Men även effektivisering ger utrymme för tillväxt om kapital kan frigöras för andra ändamål. Effektivisering kan ske genom optimering av materialanvändning, genom att öka nyttjandegraden av utrustning och anläggningstillgångar t.ex. genom ett bättre förebyggande underhåll. Ur ett samhällsperspektiv är bättre resurseffektivitet samtidigt nödvändig för fortsatt ökad tillväxt i världen utan miljökollaps.

Utvecklingen av en smart industri kan i ett systemperspektiv förstås genom att det är *integration* inom både företagens vertikaler och i värdekedjorna som gör att mängden data som samlas in, fritt kan transporteras, analyseras och användas för att skapa värden ökar.



Figur 48: Två huvudsakliga värde-/dataflöden: ett inom det industriella värdesystemet som kompletterar värdet på material, halvfabrikat och färdiga produkter (Value Data Streams). Och ett till industrin i form av tjänster som ökar effektiviteten i produktionen (Enabling Data Streams). Olika delar av marknadssystemet har också olika karaktärer. Källa: Blue Institute 2017.

Affärsmodellerna i den smarta industrin kan byggas på dataströmmar inom ett värdesystem mellan underleverantörer (kund - leverantörsförhållanden) i flera led ända till konsumenterna. Sådana affärsmodeller kan förstärka bra egenskaper hos en traditionell (hård) produkt eller minska dess sämre egenskaper. Då tillförs nya värden. Nya affärsmodeller kan också förstärka teknikleverantörernas erbjudanden av produktionsteknik genom uppkopplad övervakning för att t.ex. tidigt upptäcka brister och undvika produktionsstörningar.

På samma sätt som förutsättningarna i fabrikerna skiljer sig mellan råvaru-, process- och tillverkningsindustrin. Lika självklart kommer de databaserade tjänsterna och affärsmodellerna att skilja sig åt. Karaktärer, dynamik, mängden och längden på affärsrelationer etc. är olika. Det förtjänar att uttryckas. Vi märker ofta att det bland nya digitala entreprenörer med sikte på Industrins Internet of Things (IIoT) generaliseras och att konsumentlogiken förutsätts fungera även inom industrin, vilket långt ifrån alltid är fallet.

Värdet med ett industriellt internet kan till och med substantiellt komma att överstiga de konsumentinriktade tillämpningarna. Enligt konsultföretaget *McKinsey*⁶⁶ kan Internet of Things skapa värden motsvarande 11 000 mdr USD p.a. år 2025. Ungefär 70 procent av detta består av s.k. *business-to-business-relationer*. Med andra ord kommer värdet med de industriella tillämpningarna vara kanske det dubbla i jämförelse med konsumenternas internet

Det går att lista många exempel på tjänster som i och för sig inte är nya men som med industrins internet, datainsamling och Analytics as a Service (AaaS) kan göras både effektivare, mer tillgängliga och billigare - bland dem:

- **Planering och logistik**

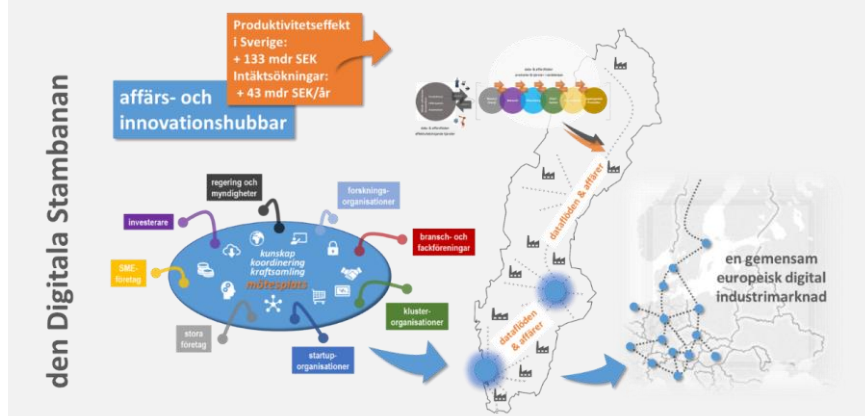
Öka utnyttjandet av tillgångar med prediktiv analys, ökad prestanda och effektivitet som kan sänka kostnaderna.

- **Uppkopplade produkter**

Ersätt den vanliga felavhjälplingen med prediktiv service genom datamodeller som definierar olika typer av maskiner och kan skapa tvillingar av dem i den digitala världen.

Utvecklingen av en smart industri går mycket snabbt och hela området handlar om konkurrenskraft mellan företag men också mellan länder och mellan handelsblock. Inom EU görs stora insatser för att bygga en inre digital och enhetlig marknad. I Sverige finns programmet *den Digitala Stambanan* för att bygga och dela kunskap och praktisk erfarenhet med målet att svensk industri skall ta vinnarpositioner i utvecklingen.

Konkret diskuteras till att börja med två så kallade "hubbar" där små och stora företag, kluster- och forskningsorganisationer m.fl. samlas för att i samverkan påskynda utvecklingen av databaserade tjänster och produkter, inklusive de digitala affärsutbytena och leveranssystemen.



⁶⁶ McKinsey Global Institute (2015), The internet of things: mapping the value beyond the hype

- **Smarta miljöer**
Mät miljöparametrar som ljus, ljud, luft och koppla det till människors upplevelse för förbättring och optimering eller vid akuta hjälpsituationer.
- **Arbetsledning**
Genom att förse uppkopplade servicetekniker med maskin- och processdata som krävs för reparationer eller uppgraderingar. Nya hjälpmedel som AR (förstärkt verklighet) kan här användas för att vägleda, minska risken att göra fel och komma igång snabbare.
- **Övergripande Industrianalys med stora datamängder**
Mät och övervaka olika tillgångars tillstånd för att sedan använda förebyggande intelligent analys för att öka produktivitet/effektivitet på företagsnivå.
- **Asset Performance Management**
Uppnå nya nivåer av prestanda, tillförlitlighet och tillgänglighet över livscykeln för alla typer av tillgångar.
- **Produktionsoptimering**
Att skapa och använda insikter som resultat av strategisk datainsamling för att lösa operationella problem och öka produktivitet, resurseffektivitet och kvalitet.

För att få igång dessa nya affärsflöden/dataflöden behöver industrins prioritering vara att investera i affärsutveckling, kunskap och teknik. Det behövs idéer och affärsmodeller. Det behövs infrastrukturer som garanterar säker överföring av data mellan företag. Det behövs regler som gör att den som skapat datainnehållet förblir ägare av det och har kontroll över hur det används.

Det kommer att uppstå ekosystem av aktörer och tjänster som bidrar till systemeffektiviteten. Själva frågan om bandbredd och överföringskapacitet ligger på operatörer och leverantörer av sådan teknik. Lika lite som svaga elnät får förhindra bygget av nya fabriker kan/får trygg överföringskapacitet vara ett hinder när det digitala handels- och leveranssystemet byggs ut.

För IndTech-industrin är tjänsteutvecklingen av utomordentlig strategisk betydelse. Som diskuterats tidigare i rapporten kommer den framtida lönsamheten i branschen från programvaruplattformar, molnbaserad kapacitet och inte minst tjänster som om de är tillräckligt bra kan säljas med hjälp av värdebaserade affärsmodeller. Det finns goda förutsättningar för svenska leverantörer att ta större delar av den marknaden som i grund och botten förutsätter mycket god bransch- och processkunskap och insikt i industrins realiteter.

Digital Säkerhet

Det är svårt att beskriva en industriell revolution som handlar om dataflöden och datadriven tillväxt utan att samtidigt reflektera över sårbarhet och säkerhet. Diskussionen är mer intensiv än någonsin, hotbilden massiv och de ekonomiska intressena avsevärda både som samhällskostnader och som en egen expansiv näring. Datasäkerhetsbranschen omsätter runt 120 mdr USD (2016) och förväntas växa till en bra bit över 200 mdr USD in i 2020-talet enligt Markets & Markets⁶⁷.

Marknaden för säkerhet i industriella styrsystem (ICS) förväntas växa från 9 mdr USD 2016 till 12,6 mdr år 2021. En tillväxttakt på 7 procent enligt Markets & Markets.

Cyberspionage och gisslanprogram är de hot som växte mest under 2016 enligt företaget Verizons analys. Studien baseras på 1935 intrång och 42 000 säkerhetsincidenter över hela världen som rapporterats från säkerhetsföretag och myndigheter. Inom tillverkningsindustrin stod cyberspionage för 94 procent av alla attacker.

År 2015 uppskattade det brittiska försäkringsbolaget Lloyd att cyberattacker kostar företagen så mycket som 4 000 mdr USD per år, vilket inkluderar direkta skador och störningar i den normala verksamheten.

Gisslanprogram, eller ransomware som det kallas, dubblades jämfört med året före. Det kan handla om att filer på datorerna krypteras och inte går att använda såvida inte företaget betalar en lösensumma. Malware är involverat i mer än 50 procent av fallen. Många organisationer förlitar sig fortfarande på säkerhetslösningar vars bäst-före-datum gått ut. Vad som konkret händer är att de tvingas betala en lösensumma till cyberkriminella i stället för att investera i säkerhet.

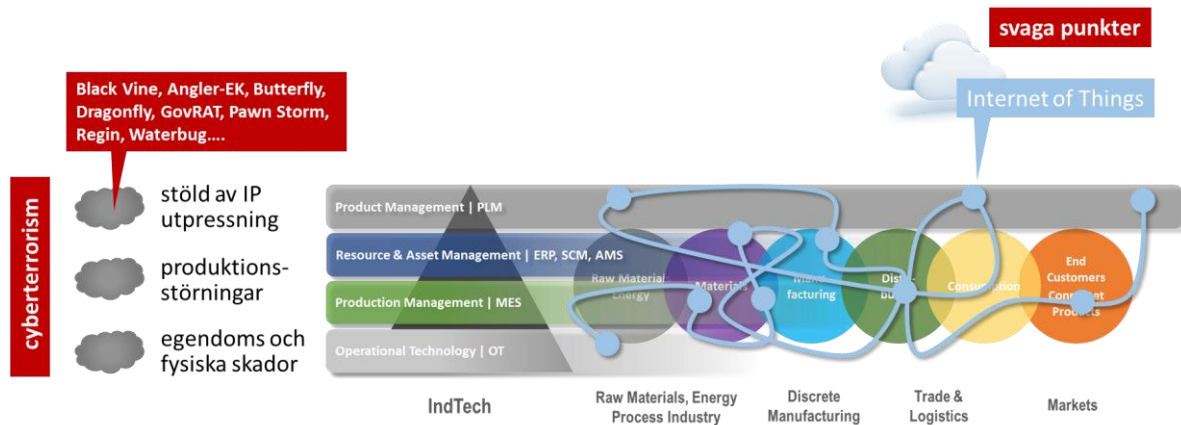
För tre år sedan uppskattade *the Wall Street Journal* att kostnaden för it-relaterad brottslighet i USA var ungefär 100 mdr USD. Andra rapporter antar att siffran är tio gånger högre. Från och med 2013 till 2015 uppskattas kostnaderna för cyberbrott ha fyrdubblats, och det ser ut som det kommer att bli en annan fyrdubbling under innevarande femårsperiod⁶⁸.

Utgångspunkten för denna rapport är definitionen av IndTech som det möte mellan traditionell industriteknik och digitaliseringen som gör de smarta fabrikerna möjliga. Som sammanför nytt och gammalt, kopplar ihop över digitala infrastrukturer och där hela värdesystemen av råvaror, material, produkter och tjänster får spegelkopior i cybervärlden.

Det innebär att industrin är utsatt för i stort sett alla de hot som samhället står inför. Informationsströmmarna med många svaga punkter skapar sårbarhet. Karaktären på industrin gör att effekterna av intrång kan få materiella och mänskliga konsekvenser. Ytterligare en dimension uppstår när produkterna kopplas upp och många tjänster blir en förlängning av industrins produktansvar. Uppkopplade och autonoma fordon är ett exempel på det.

⁶⁷ Markets and Markets, Cyber Security Market by Solutions - Global Forecast to 2021, 2016

⁶⁸ Forbes, Cyber Crime Costs Projected To Reach \$2 Trillion by 2019, 2016



Figur 49: Hoten som vilar över industrins värdekedjor. Källa: Blue Institute 2017.

Katastrofen med oljeledningen i Baku

Den sjätte augusti 2008 klockan elva exploderar en oljepipeline nära staden *Erzican* i östra Turkiet. Chockvåg kändes av i en radie av en halv kilometer från detonationsplatsen.

Driftpersonalen blev uppmärksammade först fyrtio minuter senare av vakter som sett att det brann på platsen. Inga larm hade nått det centrala kontrollrummet. Produktionsförlusterna uppskattades till fem miljoner USD per dygn. Turkiska myndigheter anklagade separatister för dådet och tre dagar senare började kriget i Kaukasien.

Utredningen visade att nästan alla centrala delar av säkerhets- och övervakningssystemen var satta ur spel. Hela pipeline övervakades av TV-kameror. Tryck och flöden mättes, larm och händelsesystem liksom brand- och rökdetektorer fanns på plats. Allt kommunicerade trådlöst med ett centralt kontrollrum. Kommunikationssystemet var redundant med satellitkommunikation i händelse att de trådlösa nätverken skulle falla bort. Men trots detta passerade attentatet helt obemärkt för operatörerna i kontrollrummet.

Efter en omfattande utredning visade det sig att en dator för datainsamling hade manipulerats. Att den redundanta satellitkommunikationen var satt ur spel och sextio timmars inspelningar från övervakningskamerorna saknades. Emellertid hade ett separat system för infraröd kameraövervakning observerat två personer med bärbara datorer som några dagar tidigare vandrat längs rörledningarna.

Analys av händelseloggar visade att pipeline's kommunikationssystem hade skannats av på jakt efter nätverksuppkopplingar. På så sätt hade förövarna fått tillgång till kamerasystemet och installerat en bakdörr på en Windowsbaserad dator. Därifrån lyckades man infiltrera de industriella DCS-styrsystemen och skicka falsk information till kontrollrummet så att operatörerna uppfattade situationen som normal. Samtidigt kunde man ta kontroll över enskilda flödesventiler i systemet. Genom att öka oljetrycket fick man rören att brista i en given sektion med läckage och explosion som följd.

¹Mysterious '08 Turkey Pipeline Blast Opened New Cyberwar, <http://www.bloomberg.com/news/articles/2014-12-10/mysterious-08-turkey-pipeline-blast-opened-new-cyberwar>,

En speciell utmaning är när IT- och automationsteknik med 1980- och 1990-talsursprung, rikt förekommande i den installerade basen, möter den dynamik som dagens digitalisering representerar. Här möts inte bara ny och gammal teknik utan även kunskap över generationsgränserna.

Datasäkerhet inom industrin tillhör därmed de mest avancerade och komplicerade tillämpningar som finns. Bara genom att möta riskerna med en kombination av vardagsrutiner, avancerad teknik och se det som en ständigt pågående process, är det möjligt att mildra de hot som allt tydligare också innefattar

tar egendom och mänskliga liv.

Datasäkerhet: vad innebär Cybersecurity, Safety, Privacy?

Cybersecurity (på svenska *datasäkerhet*) och dess definition är föremål för diskussioner bland standardiseringsorganisationer, inom akademi, institut och bland säkerhetskonsulter. I denna skrift väljer vi att förhålla oss till *Gartners* definition⁶⁹ som på engelska lyder:

"Cybersecurity encompasses a broad range of practices, tools and concepts related closely to those of information and operational technology security. Cybersecurity is distinctive in its inclusion of the offensive use of information technology to attack adversaries."

Till det lägger Gartner:

"Security leaders should use the term "cybersecurity" to designate only security practices related to the combination of offensive and defensive actions involving or relying upon information technology and/or operational technology environments and systems."

Vidare rekommenderar Associated Press⁷⁰ att ordet på engelska skrivs som ett ord, dvs. cybersecurity.

Safety⁷¹: Flera källor, inklusive internationella standarder (IEC 61508, IEC 61511/ISA 84) definiera safety som säkerhet för fysiska skador eller skada på människors hälsa, direkt eller indirekt till följd av skada på egendom eller på miljö. Safety används praktiskt i industrin med den bemärkelsen för att öka säkerheten runt maskiner och produkter på fabriksgolven och i fält, bland annat genom maskinsäkerhetsdirektiven. Enligt ordboken: "the condition of being protected from or unlikely to cause danger, risk, or injury."

Privacy: informationsintegritet, sekretess (eller dataskydd), är förhållandet mellan insamling och spridning av data och allmänhetens förväntningar på sekretess och de rättsliga och politiska frågor som omger dem.

Utmaningen med datasekretess är att utnyttja data effektivt för olika ändamål och samtidigt skydda individer och personligt identifierbara information.

Eftersom lagar och förordningar relaterade till personlig integritet och uppgiftsskydd ständigt förändras, är det viktigt att hålla sig à jour med eventuella ändringar i lagen och ständigt ompröva att datasekretessen uppfylls. Inom EU börjar en ny dataskyddsförordning gälla 2018. General Data Protection Regulation (GDPR) innebär en av de största förändringarna inom IT-området någonsin. GDPR kommer senast 25 maj 2018 att omsättas i svensk lag och ersätter därmed Personuppgiftslagen (PUL) som hängt med sedan 1998.

⁶⁹ Gartner, Definition: Cybersecurity, 2013

⁷⁰ AP Stylebook

⁷¹ ABB - Control Global, White Paper: The rocky relationship between Safety and Security, 2014

Exempel på privat integritet kan även vara när smarta system för el, vatten, avlopp och andra infrastrukturer tillsammans över dygnets alla timmar lägger samman information som var för sig är ointressant, men i ett större perspektiv kan avslöja detaljer om enskilda hushåll eller personer.

De viktigaste hoten mot de smarta fabrikerna och de digitala stambanorna

Den smarta industrin, där dataflödena blir lika angelägna som varuströmmar, tvingas möta samma hot som andra verksamheter i samhället. Men det finns områden där industrin är mer utsatt än andra:

Advanced Persistent Threats: APT innebär dolda och kontinuerliga processer av dataintrång inriktad mot en speciell stat, organisation eller företag. Motiven kan både vara att få tillgång till affärsinformation och politiska syften. Vad vi ser är hur välfinansierade (ofta statliga) grupper genomför cyberspionage. Det handlar om organiserade team med hög kunskap och god förmåga. En sådan grupp är *Black Vine*⁷² som fokuserar på kraft- och flygindustrin men även hälsovårdssektorn sedan 2012.

Stuxnet är en datamask som användes för att sabotera urananrikningscentrifuger i en anläggning i Natanz i Iran. Två år efter explosionen i Erzincan. Masken upptäcktes i juli 2010 efter att ha läckt ut på internet. Masken konstruerades av USA och Israel i en operation som började planeras år 2006. Masken utnyttjade flera doltills okända säkerhetshål för att ta sig runt intrångsskydd. Centrifugerna manipulerades via Siemens scadasystem WinCC som används för övervakning och styrning av industriprocesser. I viruset ingick även kod för centrifugernas styrdatorer - Simatic PCS7.

Gruppen sägs frekvent använda så kallade *watering-hole-attacks*⁷³ dvs. när legitima websidor används för att placera skadlig kod. Så kallad *zero-day* eller nolldagssårbarhet är ett annat tillvägagångssätt som innebär att säkerhetshål utnyttjas av hackarna innan de blir allmänt kända och motmedel hunnit distribueras. Därmed har den drabbade mjukvaruleverantören *noll dagar* på sig att täppa till hålen. Det finns till och med företag som erbjuder "zero-days" på den öppna marknaden.

Det finns ytterligare grupper - *Angler-EK*, *Butterfly*, *Dragonfly*, *GovRAT*, *Pawn Storm*, *Regin* och *Waterbug*, *APT10*⁷⁴ som alla är kända och kartläggs av datasäkerhetsföretagen. Ett exempel på APT-aktiviteter är den amerikanska stålindustrin som 2016 anklagade Kina för stöld av metoder för tillverkning av lättviktsstål⁷⁵. Konsekvenserna kan bli ökade kinesiska marknadsandelar inom fordonsindustrin, inte minst i USA.

I april 2017 meddelades i en kommuniké från svenska MSB⁷⁶ (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) att en grupp misstänkta kinesiska hackare i ett globalt cyberangrepp riktat in sig på it-leverantörer i en lång rad länder. Attacken döpt till operation Cloud Hopper är den första i sitt slag som

⁷² DiMaggio, Jon - Symantec, The Black Vine cyberespionage group, 2015

⁷³ I en vattenhålattack infekterar eller kapar motståndaren webbplatser som ofta besöks av medlemmar i målorganisationen. När användaren besöker webbplatsen kan motståndaren infektera deras system med skadlig kod.

⁷⁴ Martin, Sean, 8 Active APT Groups To Watch, 2016

⁷⁵ The Wall Street Journal, U.S. Steel Accuses China of Hacking, 2016

⁷⁶ MSB, Omfattande cyberangrepp hos driftleverantörer, 4 april 2017

riktar in sig på just företag som erbjuder it-tjänster åt andra företag. De har använts som en väg in för att i slutänden nå kundernas nätverk. Enligt MSB är Sverige ett av de länder som drabbats av attacken. Hackargruppen, som i säkerhetsvärlden kallas APT10, ska bland annat ha kommit över stora mängder interna dokument och data såsom immateriella tillgångar från de interna nätverk de kommit in i.

Den uppkopplade industrin är mer sårbar för cyberspionage genom ökade dataflöden och därför går det att förutse att denna typ av attacker kommer att öka.

Cyberterrorism: troligen är cyberterrorism bland de värsta hot vi kan tänka oss. Cyberbrottslingar utvecklas till digitala terrorister beredda att utföra brott som kan innefatta allt från informationsstöld till skador på liv och egendom.

Även om cyberterrorister drivs av ideologiska och politiska motiv kan målen för verksamheten vara industriella verksamheter. Speciellt anses kemisk och petrokemisk industri vara mål där attentat kan åsamka stora skador på samhälle och ekonomi. Det är känt att existerande terrororganisationer aktivt arbetar för att utveckla tekniker för cyberattacker. ISIS har ett dedicerat forum för cyberterror där det sker utbyte av information om hur det går att skapa katastrofeffekter på kritiska infrastrukturer och industrier. En hotanalys⁷⁷ som gjorts av ISIS förmågor finner att just den uppkopplade smarta industrin utgör ett speciellt hot genom sårbarheten för inkommande attacker.

DDoS står för Distributed Denial of Service. En svensk översättning skulle vara överbelastningsattack. Syftet är att få systemet eller tjänsten att sluta fungera normalt och i vissa fall att kollapsa. Attacken utförs genom att skicka stora mängder trafik till måltjänsten eller systemet. För att åstadkomma detta kapas obemärkt en stor mängd datorer (vanliga användares PC) som på en given order börjar skicka begäran om åtkomst till en specifik IP-adress. Det vill säga det motsvarar när vi klickar för att få upp en specifik hemsida, bara att det sker miljoner gånger i samma ögonblick.

Värdekedjan och det utökade ekosystemet: digitaliseringen av industrins värdekedjor genom allt större informationsutbyte är grunden till att nya värden skapas. Samtidigt är det konceptets största svaghet, och det är svagheter och brister som cyberkriminella känner väl till och har förmågan att exploatera.

Många av de största IT-säkerhetsbrotten har börjat med att underleverantörer blivit utsatta för sofistikerade mailbedrägerier⁷⁸. Väsentliga uppgifter har stulits som i sin tur gjort stöld av stora mängder data möjligt.

Genom att de fysiska värdekedjorna får alltmer effektivt sammankopplade "tvillingar" i cybervärlden ökar möjligheterna att gräva sig in i systemen genom underleverantörer i andra och tredje led. Bara

⁷⁷ Hilse, Lars G. A, Risks of ISIS-cyber-terrorism, 2014

⁷⁸ Spear Fishing - En form av bedrägeri där de kriminella noggrant undersöker offrets bakgrund, och använder den informationen för att göra ett mycket målinriktat bedrägeri. Detta kallas för spear phishing, eller spjutfiske på svenska, och enligt säkerhetsinstitutet DKCERT är det ett av framtidens stora hot.

genom motåtgärder som bygger på avancerad, adaptiv teknik är det möjligt att begränsa de negativa effekterna av ökade dataflöden och transparens.

Internet of Things: IoT är en säkerhetsutmaning genom att mängden av apparater och karaktären på dem skapar svaga punkter i de nätverk de ansluts till. När internet eller intranät har samband med nätverk för produktionsprocesserna blir känsligheten uppenbar.

Kaffekokare, övervakningskameror, kylskåp och kopplingar till Facebook-grupper kan ställa hela företag vidöppna för attacker. IoT-enheter blir intressanta för angripare inte för dess egna egenskaper eller information utan för att de utgör enkla vägar in i större nätverk.

Hundratusentals IoT-prylar kommer enkelt att hackas under 2017 enligt analysföretaget Forrester. Grundorsaken är konkurrenstrycket och alltför snabb produktutveckling⁷⁹

Mirai är ett datavirus som legat bakom omfattande överbelastningsattacker. Viruset fungerar så att det kapar dåligt skyddade IoT-enheter och sätter ihop dem till ett stort nätverk. Därefter används de för att överbelasta servrar med förfrågningar. Trafiken gör att de drabbade serverna till slut kraschar.

Öppna kodbibliotek och billig hårdvara är det som kommer att göra att våra vardagsföremål och även industriprodukter blir uppkopplade. De flesta av dem kostar kanske mindre än en tusenlapp med en dator inbyggd. Då ryms inte automatiska uppdateringar och andra säkerhetshöjande funktioner. Konkurrenstrycket och "time-to-market" prioriterar heller inte såna funktioner under produktutvecklingen. En logik som bygger på att säkerhet inte säljer.

För att komma åt problemet som kan antas växa lika snabbt som förekomsten av apparater, argumenteras för ökade krav på tillverkarna genom standardisering, certifiering och lagstiftning liknande den som finns för elektriska produkter.

Molnet: molnet eller *Cloud Computing* utgör kanske det mest radikala skiftet inom IT-området de flesta av oss får uppleva. Effekterna av att betrakta datorkapacitet som nyttogörande tjänst har stor potential och leder till innovationer vi knappast kan föreställa oss. Kapacitet och funktionalitet per kostnadsenhet revolutionerar område efter område. Samtidigt frigör det resurser hos företagen att koncentrera sig på huvudverksamheterna. Men det finns även oro för säkerheten och för att lämna över kontrollen för något som man ändå har ett stort ansvar för. Samtidigt kommer hög säkerhet att vara en avgörande konkurrensfördel på molnmarknaden och de stora molnleverantörerna förväntas investera stort i säkerhet, dvs säkerheten i molnet kommer i många avseenden att vara högre än med proprietära lösningar.

Nedan följer några områden som enligt både oberoende institut och säkerhetsföretag betraktas som hot mot datasäkerheten i molntillämpningarna:

⁷⁹ Computer Sweden, Snabba puckar livsfarligt för säkerheten i internet of things, 2017

- **Missbruk av tjänster:** leverantörerna erbjuder nästan obegränsad kapacitet för beräkning, nätverk och lagring tillsammans med enkla registreringsprocesser med kreditkort eller liknande. Genom den relativa anonymiteten vid registrering har både virus och spam kunnat spridas. Potentiellt kan hoten även omfatta stöld av lösenord, DDOS, bootnets osv.
- **Osäkra gränssnitt och applikationer:** För att koppla upp verksamheter till molnen erbjuder leverantörerna gränssnitt och API:er. Hela systemets säkerhet beror på dessa applikationers kvalitet och funktioner för autentisering och kryptering. Riskerna ökar när tredjepartsleverantörer bygger vidare på dessa interface.
- **Insider-hot:** molntjänsterna innebär en mer komplex miljö med flera organisationer och människor involverade. Därmed kan hotet från okända personer med tillgång och insikt till systemen vara ett växande hot.
- **Teknikdelning:** leverantörerna leverera skalbara tjänster genom att virtuella datamaskiner som delar hårdvaran med många andra. Detta skulle kunna öka risken för obehöriga att få tillgång till de underliggande plattformarna och orsaka skada.
- **Dataförluster:** risken för förlust av data och information kan öka i molnmiljöer bl.a. eftersom antalet interaktioner och gränssnitt blir fler. Risken för stora konsekvenser är större med sammanlagda datamängder från många företag.
- **Kapning av konton:** konton kapas sedan länge genom en mängd metoder som bedrägerier, mailfiske osv. Molntekniken lägger till nya hot genom att intrången ger enkel tillgång till att både avlyssna transaktioner, manipulera data och omdirigera trafik till falska konton.
- **Okända risker:** en stor vinst med att överlåta ansvaret för servrar, drift och applikationer är att kunna fokusera på de viktigaste affärsverksamheterna. Mot det ställs risken med att leverantören inte lever upp till högt ställda säkerhetskrav. Det finns exempel på hur oenighet har uppstått i sådana situationer⁸⁰.

Ransomware är en typ av skadlig programvara. Namnet kommer av engelskans ransom, lösensumma, och programmet hindrar användaren från att använda datorn på ett normalt sätt om inte användaren betalar en lösensumma, eller gör något annat som programmet kräver. Det finns dock ingen garanti att datorn fungerar fast man betalar. Ett typiskt ransomware krypterar filer det kan komma åt på datorn och eventuellt även på anslutna datorer. En del ransomware visar endast en skärm som hindrar användaren från att använda datorn.

Uppkopplade produkter: dataströmmarna förändrar affärslogiken genom nya tjänster och tjänster som förstärker traditionella produkter ökar kundvärdena och särskiljer olika leverantörer. Med det kan också följa ökat ansvar för produkterna under dess livslängd och eventuella konsekvenser av användningen.

⁸⁰ Cloud Security Alliance, Top Threats to Cloud Computing, 2016

IT och OT

IT-säkerhet och säkerhet i miljöerna på fabriksgolven (OT - Operational Technology) har en del grundläggande skillnader. Den mest signifikant är effekterna av ett intrång. För IT-miljön kan det leda till stöld av data med ekonomiska konsekvenser. Inom OT-miljöerna kan intrång påverka människor, miljö och anläggningstillgångar. Det är en allvarlig skillnad.

Men miljöerna blir också i takt med utvecklingen mer lika. Troligen närmar vi oss ett 80/20-förhållande. Dvs. åttio procent av de säkerhetsfrågor som är relevanta för IT är det också för OT, medan övriga tjugo procent är unika för respektive miljö. Det innebär att fabriksautomationssystemen blir exponerade för nya hot och att en kritisk fas pågår just nu när den installerade basen bl.a. öppnas för Internet of Things.

Precis som den industriella revolutionen på 1800- och 1900-talet förändrade samhället kommer den industriella digitaliseringen att göra det nu. Förändringen bygger på att *data* och *dataflöden* är en värdefull resurs som också är begärlig för kriminella ändamål. Cyberbrottslingar och terrorister arbetar aktivt för att säkerställa att de får sin andel av den smarta industrin och verktygen blir ännu mer kraftfulla när de alltid är uppkopplade och "på".

Men även om cybersäkerhet är en stor utmaning ligger de flesta av lösningarna på praktisk och alldaglig nivå. Det handlar om kunskap, rutiner och ledningsperspektiv.

Till det måste vi förlita oss på teknikutvecklingen. De stora datamängderna - big data - som genereras med hjälp av IoT kommer genom intelligenta analysmetoder ge oss insikter om hur saker fungerar och förbättra det vi normalt aldrig annars skulle se. Bara genom att den smarta industrin möter säkerhetshoten med *smart datasäkerhet* kommer vi att heltäckande kunna arbeta med den hotbild som finns och bör tas på största allvar.

Appendix

Sammanfattning av kartläggning: svensk automation och industriell it 2013

Louise Fridholm

Peter Hansen

Johannes Leo

2015-08-27

Sammanfattning

Följande studie har utförts på uppdrag av innovationsprogrammet PiiA (Processindustriell IT och Automation) och Automation Region. Syftet med projektet har varit att uppdatera och förstärka den rapport som genomfördes under 2009 (Sundholm). Studien har identifierat svensk omsättning inom automation och industriell IT baserat på företagsdata från offentlig tillgänglig information från företagens årsredovisningar via SCB. Resultaten har sammanställts i en databas skapad och kategoriserad av arbetsgruppen. Målet är att detta ska kunna fungera som ett underlag för att med högre precision kunna rikta insatser för att vidare stärka svensk industriell IT och automation.

Arbetet har utförts av tre studenter vid Mälardalens högskola (rapportförfattare) med stöd av en expertgrupp, se bilaga 1; utredningens organisation.

För att identifiera företag verksamma inom dessa områden användes huvudsakligen företagslistor från tidigare kartläggning utförd av organisationen Automation Region, företagslistor från tidningen Automation samt företag listade som medlemmar i Automation Region. Databasen kompletterades med sökningar baserade på SNI-koder och sökord relevanta för industriell IT och automation.

För att säkerställa omsättningssiffror för respektive företag inom automation och industriell IT utfördes - på de omsättningsmässigt största företagen - telefonintervjuer, mailkorrespondens samt uppskattningar utifrån företagets hemsidor. Baserat på dessa data schablonräknades värden för de omsättningsmässigt minsta företagen.

Denna studie uppskattar att industriell IT och automation i Sverige 2013 omsatte cirka 72 miljarder SEK. Av detta redovisades 3/4 i Svealand baserat på var i landet företagen placerat sitt huvudkontor*. Baserat på samma grunder är länen med störst redovisad automationsomsättning Stockholms län med 46 %, Västmanlands län med 21 % och Västra Götalands län 11 % av den totala omsättningen automation och industriell IT.

43 % omsattes inom branschen Tillverkning & Industri, 31 % inom Partihandel och 10 % inom Teknisk konsultverksamhet. Företag med totalomsättning över 400 miljoner SEK stod för 2/3 av omsättningen inom industriell IT och automation och företagen under 400 miljoner men över 40 miljoner representerade 1/4. Av de analyserade företagen identifierades 242 som verkande inom industriell IT & automation (se bilaga 2). Arbetstypen bedömdes vara fördelad enligt följande:

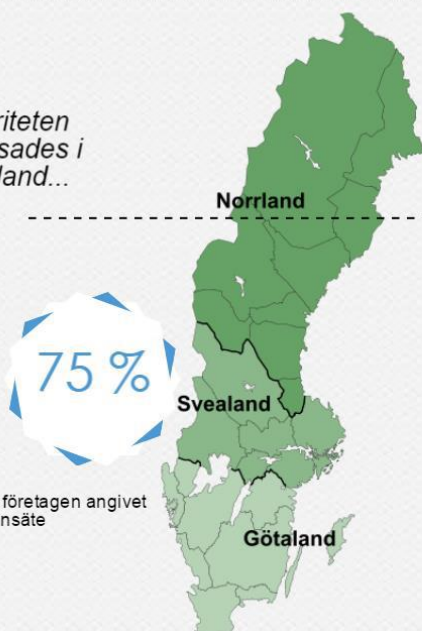
- 223 produktleverantörer
- 87 konsulter
- 75 systembyggare

Kartläggning: Processindustriell IT & Automation

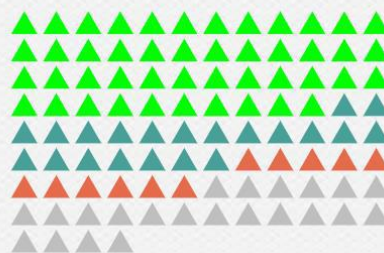
72 miljarder

omsattes i
processindustriell IT &
automation i Sverige år
2013

Majoriteten
redovisades i
Svealand...



Baserat på av företagen angivet
länsäte



Stockholm (46%) Västmanland (21%)
Västra Götaland (11%) Övriga (22%)

...närmare bestämt i
Stockholms län

Tillverkning & Industri
var den bransch som
omsatte störst andel.

Baserat på SNI-koder

43 %



De flesta företagen
agerar
produktleverantör.

Baserat på 242 identifierade
företag med omsättning 68
miljarder. Ett företag kan ingå i
fler än en kategori.

Produktleverantör Konsult Systembyggare



Tillverkning & Industri Partihandel
Teknisk konsultverksamhet Övriga branscher

Källor

ABB, White Paper: The rocky relationship between Safety and Security, 2014

AP Stylebook

CB Insights, The Industrial IoT: 125+ Startups Transforming Factory Floors, Oil Fields, And Supply Chains, maj 2017

CIM, Data, PLM Market Analysis Report Series, 2014

Cloud Security Alliance, Top Threats to Cloud Computing, 2016

Computer Sweden, Snabba puckar livsfarligt för säkerheten i internet of things, 2017

Credit Suiss, Industry Software Deep-Dive, 2013

Credit Suisse, Global Industrial Automation, Markets & Markets, Machine Vision Market

DiMaggio, Jon - Symantec, The Black Vine cyberespionage group, 2015

Ericsson Mobility Report, 2015

Forbes, Cyber Crime Costs Projected To Reach \$2 Trillion by 2019, 2016

Forbes, Top 10 Hot Artificial Intelligence (AI) Technologies, 2017

Gartner, Worldwide IT Spending Forecast, 2016

Gartner, Definition: Cybersecurity, 2013

GE, Everything you need to know about the Industrial Internet of Things, 2017

Hilse, Lars G. A, Risks of ISIS-cyber-terrorism, 2014

IDC, Worldwide IT Industry 2017 Predictions, november 2016

IDC, Worldwide Semiannual Big Data and Analytics Spending Guide, 2016

IDG, Microsofts nota för europeiska molnkriget, oktober 2016

Liljegren, Larsson: Blue Institute, Industriell tillväxt baserad på dataflöden och tjänsteutveckling, 2016

Markets & Markets, Artificial Intelligence (Chipsets) Market, 2016

Markets and Markets, Cyber Security Market by Solutions - Global Forecast to 2021, 2016

Martin, Sean, 8 Active APT Groups To Watch, 2016

McKinsey Global Institute, The Internet Of Things: Mapping the Value Beyond the Hype, 2015

MIT Technology Review, General Electric Pitches an Industrial Internet, 28 nov 2012

MSB, Omfattande cyberangrepp hos driftleverantörer, 4 april 2017

PiiA Analys, Industriell Digitalisering, 2015

Qing, Li, Department of Automation Tsinghua University, Smart Manufacturing Standardization: Reference Model and Standards Framework

PiiA, System of Wearables, 2017

The Wall Street Journal, U.S. Steel Accuses China of Hacking, 2016

World Robotics 2016 Industrial Robots, Executive Summary, 2016