



DIGITALISERING AV SVENSK INDUSTRI

Kartläggning av svenska styrkor och utmaningar



53 → Samarbetande monteringsrobot



17 → Autonom konceptbil

27 → Avancerad simulator effektiviserar chassiutveckling



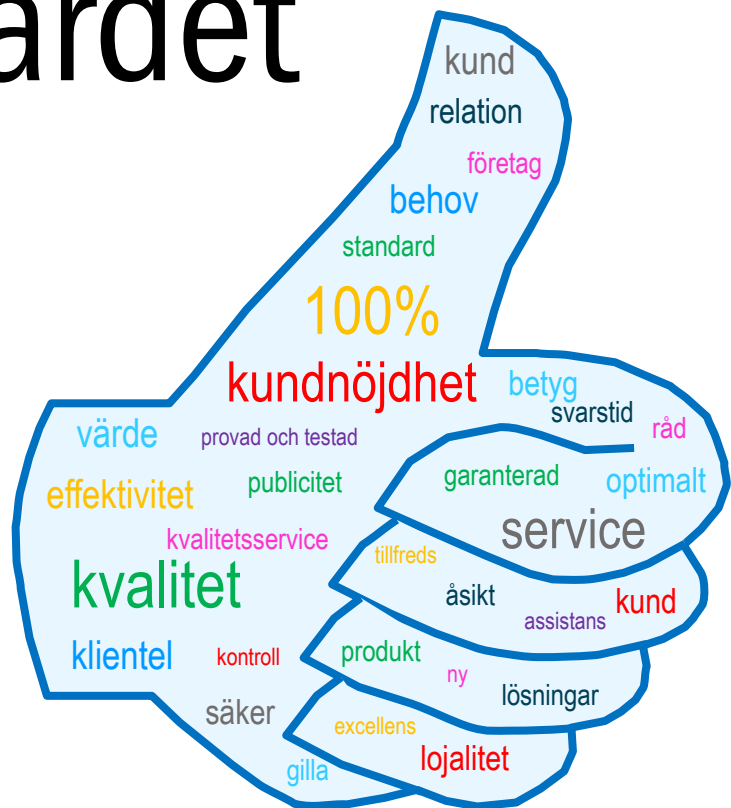
55 → Additiv tillverkning av ortopediska implantat



Innehållsförteckning

1	Sammanfattning	5
2	Introduktion till kartläggningen	10
3	Digitalisering inom tillverkningsindustrin	12
3.1	Fordonsindustrin	
3.2	Maskinindustrin	
3.3	Processindustrin	
4	Digitala teknikområden	22
4.1	Simulering och modellering	
4.2	System av system	
4.3	Big data-analys	
4.4	Trådlös kommunikation	
4.5	Cybersäkerhet	
4.6	Smarta elektroniksystem	
4.7	Additiv tillverkning	
5	Sveriges styrkor och utmaningar	40
6	Åtgärder för att främja digitalisering	46
	Kartläggningens begränsningar	54
	Referenser och litteraturlista	

Svenska industrins huvudsyfte med att digitalisera är att höja kundvärdet



1. SAMMANFATTNING

INLEDNING

Regeringen har givit Vinnova i uppdrag att genomföra insatser för att främja en digitaliserad svensk tillverknings-industri med syfte att stärka svensk innovations- och konkurrenskraft. Den här kartläggningen utgör första delen av uppdraget. Huvudsyftet är att redogöra för de teknikområden som är av störst vikt för digitaliseringen av den svenska tillverknings-industrin. Kartläggningen har genomförts som en litteratur-studie med utgångspunkt från material som skapats inom Vinnovas strategiska innovationsområden och andra dokument som beskriver och analyserar området. Vinnova har i sin tur givit Roland Berger uppdraget att genomföra kart-läggningen.

Digitala lösningar har länge använts flitigt av konsumenter inom bland annat e-handel, mobilt internet och sociala medier. Digitaliseringen förändrar just nu även tillverkningsindustrin i grunden, vilket är av stor betydelse för Sverige på grund av tillverkningsindustrins stora betydelse för Sveriges BNP, export och sysselsättning. Sveriges tillverkningsindustri utgörs av många olika industrisektorer. Gemensamt är att de ofta utvecklar, tillverkar och tillhandahåller avancerade produkter och tjänster som tas fram i flexibla värdekedjor. Denna karakteristik ställer höga krav på kontinuerlig innovation samt hög utvecklings- och forskningsintensitet. Det är därför viktigt för Sverige att tillverkningsindustrin lyckas väl i den digitala omställningen för att därigenom stärka industrins och Sveriges konkurrenskraft.

DIGITALISERING INOM TILLVERKNINGSINDUSTRIN

Digitaliseringen kommer att påverka industrisektorer på olika sätt och i olika takt. Avgörande för digitaliseringstakten i de olika industrisektorerna är möjligheten till genomgripande innovationer med stort värdeskapande, hur brett dessa lösningar kan användas inom industrisektorn samt omfattningen av legala och ekonomiska digitaliseringshinder.

INTRODUCTION

The Swedish government has given Vinnova the assignment to implement measures supporting a digitalized Swedish manufacturing industry with the objective to strengthen Swedish innovation and competitiveness. This review is the first part of the assignment with the objective to map the technological areas that are of importance to the digitalization of the Swedish manufacturing industry. The assignment has been performed as a literature review. Reports created within Vinnova's strategic innovation areas form the basis of the review and have been complemented with other relevant studies. Vinnova assigned Roland Berger the task to perform the review.

Digital solutions, like e-commerce, mobile internet and social media, have since long been widely spread to consumers. Digitalization is currently fundamentally transforming the manufacturing industries. This is of significant importance for Sweden, due to the manufacturing industries large contribution to GDP, export and employment. The Swedish manufacturing industry consists of many different sectors. The industry develops, produces and delivers mainly advanced products and services in flexible supply chains. Continuous innovation and significant research and development activities are critical to support this. A successful digital transformation of the Swedish manufacturing industry will be critical to strengthen the competitiveness of the manufacturing industry and Sweden.

DIGITALIZATION IN THE MANUFACTURING INDUSTRY

The digitalization will affect different industry sectors in many different ways and timing. The impact and pace of the digitalization in different industry sectors is highly dependent on type of innovation (evolutionary vs. disruptive), possibility to roll-out innovation broadly and extent of legal or financial implementation barriers.

En industrisektor som redan påverkas på ett omvälvande sätt är fordonsindustrin. Digitaliseringen av fordonsindustrin påverkar industrins sätt att utveckla, tillverka och sälja produkterna såväl som själva fordonen. Det är främst digitaliseringen av fordonen, bland annat introduktion av autonoma fordon, som kommer att leda till stora förändringar inom industrin. Detta möjliggör även nya, innovativa affärsmodeller och leder till etablering av nya företag.

Maskinindustrin i sin helhet kommer att påverkas signifikant men troligtvis inte i lika snabb takt som fordonsindustrin. Detta beror på att maskinindustrin är mer fragmenterad med många nischer, men även att produktionsutrustningens livslängd begränsar takten i vilken nya teknologier kan introduceras. Utvecklingen sker dock på liknande sätt som i fordonsindustrin genom ökat digitalt innehåll i både produkterna och tillverkningsprocesserna. Svenska företag inom maskinindustrin behöver digitalisera befintliga produkter och tjänster för att vara fortsatt konkurrenskraftiga.

Företag kommer att behöva behärska många nya och komplexa teknikområden. För de flesta företag kommer det att vara utmanande, om inte omöjligt, att bygga upp kompetens inom alla områden internt. Det är därför viktigt för Sverige att det finns ekosystem av digitala kompetenser som underlättar för företag att effektivt få tillgång till dessa.

Processindustrin kommer relativt sett att påverkas mindre. Anledningarna till detta är bland annat att många av tillverkningsprocesserna i hög grad redan är automatiserade och digitaliserade och att potentialen för digitalt innehåll i själva produkten är lägre. Utvecklingen inom processindustrin förväntas ske mer evolutionärt och bidra till bättre produkter, effektivare processer, kortare utvecklingscykler och ökad flexibilitet.

DIGITALA TEKNIKOMRÅDEN

Digitaliseringen inom tillverkningsindustrin är komplex och mångfaldig. De nya digitala lösningarna är i de flesta fall specifika för olika industrisektorer. Lösningarna möjliggörs dock ofta av ett antal gemensamma underliggande teknikområden. I kartläggningen lyfts följande teknikområden, alla med stor betydelse för den svenska tillverkningsindustrin, fram.

An industry that is affected significantly is the automotive industry. The digitalization within the automotive industry impacts the way products are developed, manufactured and distributed as well as the vehicles themselves. The most disruptive changes are expected through the digitalization of the vehicles, e.g. autonomous driving capabilities. This development enables new innovative business models and will lead to new players entering the industry.

The machinery industry will also be affected significantly but probably not with the same pace as the automotive industry. The main reasons for this are the high level of fragmentation and long investments cycles of production equipment impacting the rate at which new technologies can be introduced. The development will however be similar to the automotive industry and impact both the products and the production processes. Swedish companies within the machinery industry will need to digitalize products and services to remain competitive.

Many new and complex technologies need to be mastered by the companies in the machinery industry. For most companies it will be challenging, if not impossible, to build up all required competences internally. It is therefore important for Sweden to establish ecosystems of relevant digital competences, that secure efficient access to these competencies for the companies in the industry.

The process industries will be relatively less affected by the digitalization than other industries as automatization and digitalization levels already are high and the potential to increase the digital content in the products is limited. The digitalization of the process industries is expected to happen evolutionary and less disruptive than for other industries, but will contribute to improved products, more efficient processes, shorter development cycles and increased flexibility.

DIGITALIZATION TECHNOLOGIES

The digitalization within the manufacturing industry is complex and diverse. The new digital solutions are in most cases industry specific. The solutions are however enabled by a number of common underlying digital technologies. This review focuses on the following digitalization areas with high importance for the Swedish manufacturing industry.

SIMULERING OCH MODELLERING. Möjligheten att utforska nya produkter och processer i en virtuell miljö blir allt viktigare. Fördelarna som kan uppnås med simulering och modellering är många, bland annat kortare ledtider inom produktutveckling, skapa effektivare processer och förbättrad innovationsförmåga.

SYSTEM AV SYSTEM. Förmågan att integrera system som har olika livscykler, tillverkare och ägare ökar i betydelse. Integration av system, internt såväl som externt, är en förutsättning för att förverkliga många av digitaliseringens visioner inom tillverkningsindustrin.

BIG DATA-ANALYS. De massiva dataströmmar som skapas genom det ökande antalet sensorer och uppkopplade enheter kräver nya analysmetoder. Förmågan att analysera dessa dataströmmar ger kunskap som kan användas för att skapa nya tjänster, förbättrade produkter och effektivare processer.

TRÅDLÖS KOMMUNIKATION. Uppkoppling av utrustning och produkter ökar signifikant. Många tillämpningar ställer betydligt högre krav på tillförlitlighet, överföringskapacitet, överföring i realtid utan fördröjning och effektivare energianvändning.

CYBERSÄKERHET. Det ställs nya krav på säkerhet som innefattar mer än traditionell IT-säkerhet eftersom uppkopplade produkter och tillverkningsprocesser också måste skyddas.

SMARTA ELEKTRONIKSYSTEM. Produkterna blir allt mer intelligenta. De uppfattar sin omgivning och kan reagera och kommunicera med den på nya sätt. Utvecklingen sker genom en markant ökning av elektronik och mjukvara i produkterna (t.ex. sensorer och inbäddade system).

ADDITIV TILLVERKNING. Additiv tillverkning kallas ofta för digital- eller direkttillverkning eftersom produktion direkt från en digital modell är möjlig. Metoden möjliggör bland annat ny produktdesign, kortare produktutvecklingscykler och effektiv, kundunik en-styckstillverkning.

SIMULATION AND MODELLING. The capability to model and simulate new product and processes in a virtual environment is increasingly important. Benefits of simulation and modelling are many as, shorter product development times, more efficient processes and improved innovation ability.

SYSTEMS OF SYSTEMS. The ability to integrate systems that have independent lifecycles, manufacturers and owners becomes more important. Integration of systems, within companies as well as with external parties, is a precondition for many of the long term visions of a digitalized industry.

BIG DATA ANALYTICS. The massive data streams that are created through the increased number of sensors and connected devices require new analytical methods. Through big-data analysis knowledge is created enabling development of new services, improved products and process efficiencies.

WIRELESS COMMUNICATION. Connection of equipment and products is increasing significantly. Many new applications require significantly increased reliability, increased transmission capacity, reduced latency and more efficient energy usage.

CYBER SECURITY. Digitalization drives security solutions that go beyond traditional IT security because products and production processes are also requiring protection.

SMART ELECTRONIC SYSTEMS. Products become more intelligent. They perceive their environment and can react and communicate with it in new ways. Electronic and software content increases significantly in many products (e.g. sensors and embedded systems).

ADDITIVE MANUFACTURING. Additive manufacturing is often called digital or direct manufacturing, because production is possible directly from a digital model. The method enables new product designs and capabilities, significantly shorter product development cycles and more efficient production of customer unique designs.

SVERIGES STYRKOR OCH UTMANINGAR

Sverige har länge varit en framgångsrik nation inom IT och digitalisering. Detta bekräftas av World Economic Forums internationella jämförelse i vilken Sverige är rankad trea efter Singapore och Finland. Sveriges styrkor är bland annat hög teknisk mognad i företagen samt stor vilja och god förmåga att på individnivå använda nya digitala lösningar. Dessa styrkor, i kombination med en homogen och relativt liten befolkningsmängd, gör Sverige till en attraktiv testmarknad.

Sveriges styrkor, som anses viktiga för digitaliseringen, är hög utbildningsnivå, branschöverskridande samarbetsförmåga samt samverkan mellan akademi, näringsliv och offentlig sektor. Även Sveriges starka sektor inom informations- och kommunikationsteknologi (IKT) utgör en betydande tillgång. Den svenska IKT-sektorns relativa andel av landets ekonomi är näst högst i världen.

Trots att Sverige har en stark position finns utmaningar som måste antas för att landet fortsättningsvis ska vara ledande när konkurrensen från omvärlden ökar. En av utmaningarna är Sveriges kompetensförsörjning, sett till både kvalifikationer och tillgång. Kvalificerad arbetskraft kan bli en bristvara eftersom intresset för naturvetenskap bland svenska ungdomar är lågt och dessutom har det svenska utbildningssystemet tappat i konkurrenskraft.

Sverige är ett mycket innovativt land men förmågan att kommersialisera innovationerna har dessvärre inte varit lika framstående. Fortsatt höga FoU-investeringar, i kombination med aktivt deltagande i de europeiska programmen, är av stor vikt för Sverige. Resurserna är dock begränsade och satsningarna bör fokuseras till de teknikområden som är viktigast för svenskt näringsliv, och där Sverige har förutsättningar att bli ledande eller bibehålla en redan stark position. Många företag inom svensk tillverkningsindustri är små eller medelstora och digitaliseringen sker i regel inom teknikområden som är nya för dem. En betydande utmaning är därför att säkerställa att företag effektivt kan få tillgång till kunskap och kompetens inom digitaliseringens teknikområden.

SWEDEN'S STRENGTHS AND CHALLENGES

Sweden has been successful in the areas of IT and digitalization. Sweden is ranked number three in World Economic Forum's index, after the leading countries Singapore and Finland. Sweden's strengths within digitalization and IT are high technical maturity among Swedish companies and the strong individual willingness and ability to use new digital solutions. These strengths in combination with the homogeneous and relatively small population makes Sweden an attractive test market.

Sweden's strengths that are considered important for the digitalization are high level of education, the ability to cooperate across industry sectors and the collaboration between academy, industry and public sector. The strong information and communication technology (ICT) sector is an important asset. The Swedish ICT sector's relative share of the country's GDP is the second highest in the world.

Even though Sweden has a strong position there are challenges to be addressed, in order to maintain the leading position, as competition from other countries is increasing. A key challenge is availability of competent staff with right quality and in adequate quantity. Qualified personnel can become a bottleneck for the Swedish industry due to the low level of interest in science among Swedish teenagers and as the Swedish educational system has become less competitive during recent years compared to other countries.

Sweden is an innovative country, but the ability to commercialize innovations has unfortunately not been equally successful. Sweden needs to sustain its high R&D investments and continue to be active in the European programs. As the available resources are limited, it is critical to focus on areas with high importance to the Swedish industry and where Sweden can gain or sustain a leading position. Many manufacturing companies are small or medium sized and the digitalization requires competences in technological areas that are completely new to these companies. An important challenge is therefore to secure that these companies efficiently can get access to relevant knowledge and competences.

ÅTGÄRDSFÖRSLAG

En framgångsrik digitalisering kommer att stärka de svenska företagens konkurrenskraft genom att öka kundvärdet hos deras produkter, tjänster och affärsmodeller. De åtgärdsförslag som presenteras syftar till att förbättra Sveriges förmåga att identifiera och ta tillvara på digitaliseringens möjligheter. Presenterade förslag är en övergripande sammanställning av åtgärder som lyfts fram inom de strategiska innovationsområdena. Åtgärdena har inte prioriterats eller på annat sätt bedömts.

Inom utbildning och kunskap har flera olika åtgärder lyfts fram, bland annat för att öka intresset för naturvetenskapliga ämnen redan i grundskolan och för att införa ett nationellt kunskapsprogram. Syftet med programmet skulle vara att anpassa det svenska utbildningssystemet till det framtida behovet. Vidare anses utökad kompetens- och kunskapsförsörjning från utlandet vara av stor betydelse. Ökade satsningar på tillämpad forskning är också viktigt.

Som tidigare nämnts är den generella samarbetsförmågan i Sverige bra. Trots detta är den gemensamma nämnaren i många åtgärdsförslag att ytterligare stötta nya samarbetskonstellationer samt att underlätta bildandet av kluster och gemensamma testmiljöer.

Relativt få policyförändringar efterfrågas men något som lyfts fram är tydligare regelverk för datahantering, tillgängliggörande av myndighetsdata samt främjandet av entreprenörskap. Även inom finansiering föreslås ett fåtal åtgärder, till exempel nämns möjligheter till skattefördelar och förbättrat utnyttjande av EU-finansiering.

SUGGESTED ACTIONS

A successful digitalization will strengthen the competitiveness of Swedish companies due to increased customer value of their products, services and business models. The suggested actions that has been presented aim to improve Sweden's ability to identify and utilize the opportunities of digitalization. The actions constitute a summary based on the actions that have been emphasized within the strategic innovation areas. The actions have not been prioritized or in any other way evaluated.

Within the area of education and knowledge, many different measures have been suggested, e.g. actions to increase the interest in science in primary school and introduction of a national knowledge development program. The aim of the program would be to adjust the Swedish educational system according to future requirements. Further enhanced competence and knowledge supply from abroad are of great importance. Also increased focus on applied research is considered important.

As earlier mentioned the general ability to co-operate is good in Sweden. Despite this, many suggestions emphasize further support of new co-operation forums and to facilitate the formation of new clusters and shared test environments.

Relatively few policy changes are mentioned, however clarified data management regulations, access to authority data and further support of entrepreneurship are emphasized. Within financing there are also few actions presented. Possibilities of tax advantages and improved utilization of EU founding are however mentioned.

HUVUDFÖRFATTARE TILL KARTLÄGGNINGEN



Hauke Bossen
Principal, Roland Berger
hauke.bossen@rolandberger.com



Johan Ingemansson
Principal, Roland Berger
johan.ingemansson@rolandberger.com

2. INTRODUKTION TILL KARTLÄGGNINGEN

BAKGRUND TILL KARTLÄGGNINGEN

Regeringen har givit Vinnova i uppdrag att genomföra insatser för att främja en digitalisering av svensk industri i syfte att stärka svensk innovations- och konkurrenskraft. Uppdraget omfattar kartläggning, framtagning av strategi och handlingsplan samt genomförande av insatser för en digitaliserad svensk industri.

Denna rapport utgör den första delen i uppdraget och är en kartläggning av digitalt baserade teknikområden som är av strategisk vikt för tillverkningsindustrin i Sverige.

Kartläggningen omfattar:

- (1) Digitalt baserade teknikområden av betydelse för innovationsförmågan och förutsättningarna inom svensk tillverkningsindustri
- (2) Styrkor och utmaningar inom digitalisering av svensk tillverkningsindustri

Inom ramen för kartläggningen presenteras även förslag på åtgärder som kan vidtas för att stärka Sverige som en ledande och hållbar industrination. Denna kartläggning utgör ett underlag för den strategi och handlingsplan som ska tas fram i efterföljande steg av regeringsuppdraget.

FRÅGESTÄLLNINGAR OCH METOD

Kartläggningen omfattar tre centrala frågeställningar:

- Vilka är de digitalt baserade teknikområden som har stor betydelse för tillverkningsindustrin i Sverige?
- Vilka är Sveriges styrkor, möjligheter och utmaningar inom digitalisering av tillverkningsindustrin?
- Vilka åtgärder bör Sverige vidta för att stärka sin position som ledande och hållbar industrination?

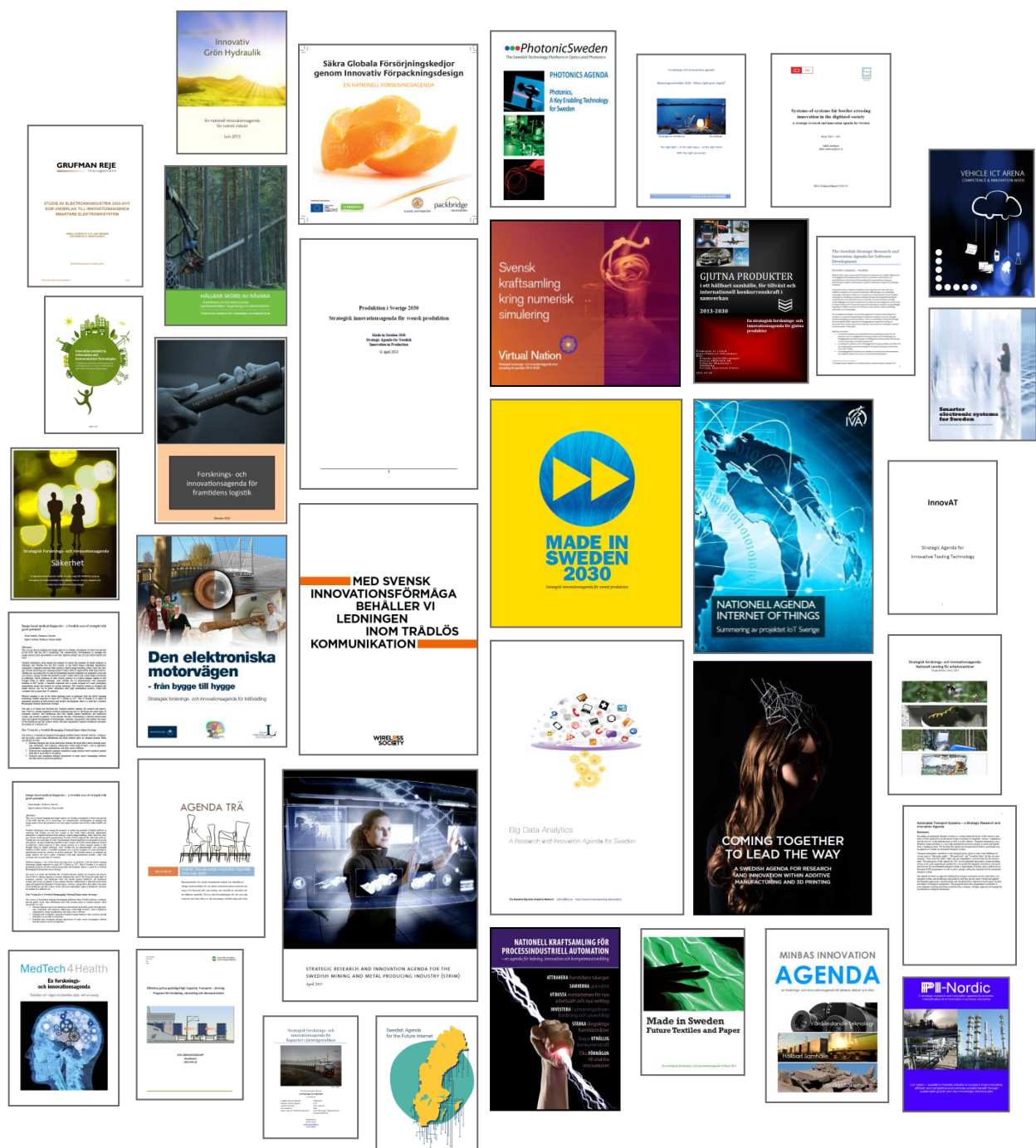
Kartläggningen baseras på en litteraturstudie där underlaget består av strategiska forsknings- och innovationsagendor (figur 1), SWOT-analyser från de strategiska innovationsprogrammen samt andra omvärldsanalyser och rapporter som beskriver området på nationell, såväl som internationell nivå. Agendorna och SWOT-analyserna är ett resultat av satsningar som gjorts inom de strategiska innovationsområdena (SIO).

Vinnova gav Roland Berger i uppdrag att, med utgångspunkt från ovanstående material, kompletterande litteratursökning samt utifrån företagsspecifika kunskaper, genomföra och sammanställa kartläggningen. Arbetet har genomförts under en tvåmånadersperiod.

LÄSANVISNING

I rapporten beskrivs inledningsvis svensk tillverkningsindustri och digitaliseringens inverkan på denna. Vidare beskrivs hur olika industrisektorer påverkas av digitaliseringen, vilket belyses genom en beskrivning av fordons-, maskin- och processindustrin. I efterföljande kapitel presenteras ett ramverk för digitala teknikområden varefter relevansen för respektive område beskrivs. Därefter behandlas övergripande svenska styrkor och utmaningar inom digitaliseringen och avslutningsvis redovisas en sammanställning av åtgärder som frekvent föreslagits i den genomgångna litteraturen.

STRATEGISKA INNOVATIONSAGENDOR



1

- Syftet med Vinnovas satsning på de strategiska innovationsagendorna är att aktörer inom ett specifikt område gemensamt formulerar vision och mål samt definierar behov och strategier för utveckling av innovationsområdet
- Sedan 2012 har sammanlagt 135 projekt beviljats medel för att ta fram en strategisk innovationsagenda
- Framtagna agendor spänner över ett brett spektrum av områden och mer än 100 agendor har färdigställts till och med hösten 2015
- 35 av agendorna berör digitalisering av tillverkningsindustrin i Sverige och utgör grunden för denna kartläggning

3. DIGITALISERING INOM TILLVERKNINGSINDUSTRIN

Vårt liv blir alltmer digitalt. För konsumenter har digitalisering länge varit en del av vardagen genom e-handel, mobilt internet och sociala medier. Nu håller digitalisering även på att få kraftigt genomslag i industriföretagen, inom exempelvis produktutveckling, tillverkningsmetoder, integrering av värdekedjor, logistikstyrning och kundkontakt. För många företag är digitala lösningar redan idag en naturlig del av verksamheten. En avgörande drivkraft för digitaliseringen inom tillverkningsindustrin är fördelarna som kan uppnås genom omfattande uppkoppling av utrustning.

INTERNET OF THINGS

Internet of things (IoT) är ett begrepp som avser den allt mer omfattande uppkopplingen av maskiner, produkter och andra enheter. Samtidigt som allt mer kopplas upp utrustas enheterna med sensorer och processorer som ger dem förmågan att registrera och bearbeta data samt kommunicera med omvärlden. Utvecklingen sker i snabb takt och antalet uppkopplade enheter i Sverige fördubblas varje år. Enligt Ericsson uppskattas antalet uppkopplade enheter globalt vara 50 miljarder år 2020. Att utvecklingen har accelererat de senaste åren kan främst härledas till lägre prisnivåer och tekniska framsteg inom sensorer, kommunikation och mikroprocessorer. För företag inom den svenska tillverkningsindustrin blir det allt viktigare att anpassa produkterna till IoT-utvecklingen för att kunna erbjuda nya värdeskapande tjänster såsom till exempel övervakning och styrning på distans. Inom industrin förväntas IoT även generera betydande effektiviseringar.⁽¹⁾

SVERIGE SOM INDUSTRIATION

Tillverkningsindustrin sysselsätter idag omkring 650 000 personer. Förutom dessa arbetar cirka 350 000 personer i industrinära tjänsteföretag.⁽²⁾ Tillverkningsindustrins bidrag till BNP är nästan 17 procent och om de tjänster som behövs inom industrin adderas ökar andelen ytterligare.

För exporten är tillverkningsindustrin också avgörande eftersom den står för över 75 procent. Digitaliseringen av Sveriges tillverkningsindustri har därför stor betydelse.

Bland de högteknologiska industriländerna är det endast i Tyskland som tillverkningsindustrin har större betydelse. I Tyskland utgör tillverkningsindustrin 29 procent av BNP och dessutom är Tyskland ett av få länder som har ökat denna andel under tidsperioden 1995-2011.⁽³⁾

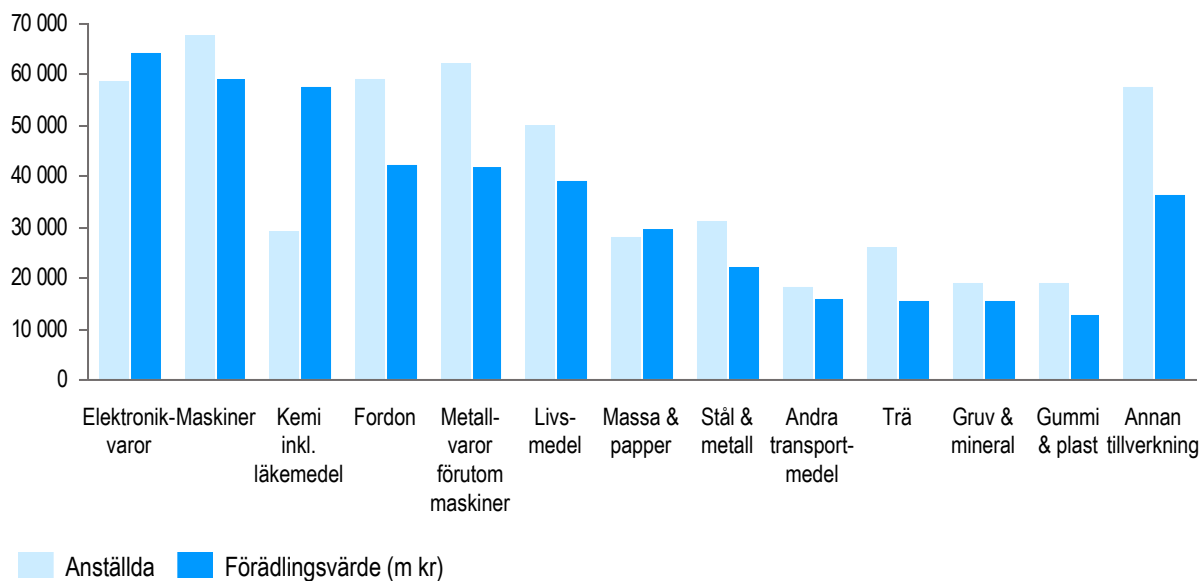
Sveriges tillverkningsindustri är bred och innefattar många betydelsefulla industrisektorer (figur 2). Flera av dessa industrisektorer karakteriseras av avancerade produkter och tjänster som tas fram i flexibla värdekedjor. För att vara fortsatt konkurrenskraftig kräver denna typ av produktion kontinuerlig förändring och förbättring, vilket skapas genom innovation samt hög forsknings- och utvecklingsintensitet. I Sverige investerar både näringslivet och staten därför stora summor i forskning och utveckling (FoU). Under 2013 motsvarade näringslivets FoU-investeringar 2,3 procent av Sveriges BNP. Endast i Israel, Sydkorea, Japan, Taiwan och Finland investerade näringslivet en större andel av BNP i FoU.⁽⁴⁾

DIGITALISERINGENS EFFEKTER

Digitalisering av tillverkningsindustrin kommer att ge möjlighet till helt nya produkter, processer, tjänster, arbetssätt och affärsmodeller. En europeisk studie, beställd av det tyska industriförbundet BDI och utförd av Roland Berger, visar att upp emot 600 miljarder Euro kan gå förlorat om EU-länderna inte lyckas med en framgångsrik digitalisering av industrin. En mindre lyckad digitalisering skulle också innebära att Europa inte når målsättningen att öka tillverkningsindustrins andel av BNP till 20 procent år 2020.⁽⁵⁾ Digitaliseringens inverkan kommer att variera mellan olika industrisektorer (figur 3).

2

VIKTIGA INDUSTRISEKTORER FÖR SVERIGE



Källa: SCB, Roland Berger

3

GENOMSLAG AV DIGITALISERING INOM OLIKA INDUSTRISEKTORER

Typ av förändring fram till 2025

Exempel på industrisektorer

Ökning av IKTs andel i förädlingsvärdet från 2015 till 2025

Omvälvande

Fordonsindustrin, transport och logistik

+17 procent

Signifikant

Medicinteknik, elektroniska varor, maskiner och energiteknik

+10 procent

Inkrementell

Processindustri och flygindustri

+5 procent

Källa: The Digital Transformation of Industry (Europeisk studie), Roland Berger

Det är viktigt att Sverige tillhör de främsta inom digitalisering för att lyckas bibehålla och stärka sin position som flexibel leverantör av avancerade och hållbara produkter och tjänster, trots variationerna mellan industrisegment.⁽⁶⁾

Förutom finansiella effekter förväntas digitaliseringens bidrag till ett hållbart samhälle vara av stor betydelse. Autonoma personbilar beräknas till exempel vara 20-30 procent mer energieffektiva, bidra till ökad trafiksäkerhet och ge nya möjligheter inom stadsplanering. Nya tillverkningstekniker förväntas reducera materialförbrukningen och automatiseringstekniker förväntas förbättra arbetsmiljön vilket också bidrar till ett hållbart samhälle.

Ett antal faktorer påverkar digitaliseringens inverkan och utvecklingstakt i olika industrisektorer:

- Möjligheten till omvälvande innovationer
- Möjligheten att introducera de digitala lösningarna brett inom sektorn eller endast i specifika segment
- Omfattningen av externa hinder för nya tillämpningar (till exempel legala)
- Omfattningen av ekonomiska hinder som finns för nya tillämpningar (till exempel befintliga kapitalinvesteringar)

För att visa bredden av digitaliseringen och hur den påverkar olika industrisektorer beskrivs dess inverkan på tre industrisektorer (fordons-, maskin- och processindustrin) på efterföljande sidor.

3.1 FORDONSINDUSTRIN

Fordonsindustrin är en av de industrisektorer som berörs mest av digitaliseringen. Stora delar av värdekedjorna är redan starkt påverkade, från produktutveckling med avancerade simuleringsmetoder, till digitalt integrerad tillverkning med autonoma robotar.

Den starka trenden av ökad digitalisering kommer att fortsätta. Utvecklingen förväntas ske bland annat genom en fortsatt digitalisering av utvecklings- och tillverkningsprocesser, mer avancerad integration av värdekedjor, ökad automatisering av tillverkningen, samarbetande robotar i monteringslinor samt genom en ökad användning av additiv tillverkning för exempelvis specifika komponenter och verktyg.

De största förändringarna inom fordonsindustrin bedöms dock ske genom digitalisering av själva fordonen. Den kommer att möjliggöra nya avancerade funktioner och nya affärsmodeller.

AUTONOMA FORDON

Fordonsindustrins viktigaste digitaliseringsområde är utvecklingen av autonoma fordon. Utvecklingen förväntas ske i fyra steg:

- (1) Förarstödsystem, till exempel system som varnar när föraren håller på att köra av vägen
- (2) Delvis autonom körning, till exempel i bilkö
- (3) Helt autonom körning i lägre hastigheter, till exempel i stadsmiljö
- (4) Helt autonom körning i höga hastigheter, till exempel på lands- och motorväg

Enligt en studie utförd av IHS Automotive kommer ett nästintill fullt genomslag av autonoma fordon inom vägtransporter att ske någon gång efter år 2050, men redan år 2035 förväntas över 50 miljoner självkörande fordon vara i bruk (både med och utan traditionell styrning).⁽⁷⁾ Utvecklingen mot autonoma fordon gäller både personbilar och kommersiella fordon som lastvagnar och bussar.

Drivkrafterna bakom utvecklingen är främst miljö- och säkerhetskrav samt de ekonomiska fördelarna autonoma fordon kan föra med sig. En autonom personbil förväntas vara 20-30 procent mer energieffektiv än en traditionell. Minskad trängsel och köbildningar har ytterligare positiva effekter för miljön.⁽⁸⁾ En annan fördel med automatiseringen är att den huvudsakliga orsaken till olyckor försvinner, dvs. den mänskliga faktorn, vilken orsakar 90-95 procent av alla olyckor.⁽⁸⁾ Till följd av minskad köbildning kommer även tidsbesparingar att kunna göras. Tid som tidigare användes till att manövrera fordonet kommer framöver att användas till andra ändamål. Ny stadsplanering kommer också att vara möjlig genom ett effektivare utnyttjande av befintlig infrastruktur och ytor. Den autonoma bilen kan exempelvis själv köra till en lämplig parkeringsplats efter att passagerare har släppts av vilket gör att parkeringsplatser i de centrala delarna av städer kan flyttas.⁽⁸⁾

Det finns dock både tekniska och legala utmaningar som måste lösas innan autonoma fordon kan ta plats i transportsektorn. De tekniska utmaningarna ligger främst inom området beslutsalgoritmer. Autonoma fordon måste nämligen kunna hantera alla komplexa trafiksituationer.

EXEMPEL PÅ DIGITALISERINGENS INVERKAN INOM FORDONSINDUSTRIN

Fordonstillverkare

- Produktutveckling med mer detaljerad fordonsdata tillgänglig
- Bättre material- och produktionsplanering
- Effektivare produktion genom ökad automatisering och användning av smarta robotar
- Storskalig kund Anpassning

Återförsäljare/bilpooler

- Avancerade och flexibla bilpoolslösningar
- Direktförsäljning till slutkund
- Add-on tjänster (se tjänsteleverantörer)

Användare

- Infotainment
- Förarstödsystem
- Varning för olyckor (bil-till-bil kommunikation)
- Rekommendationer av färdväg utifrån rådande trafiksituation
- Digital förmedling av transporttjänster

Tjänsteleverantör

- Individuellt anpassad och planerad service
- Användningsbaserad försäkring
- Fjärrunderhåll/uppdateringar
- E-mobilitetstjänster

Källa: Roland Berger

Förutom komplexiteten tillkommer etiska aspekter, till exempel när fordonet måste välja mellan att krocka med ett annat fordon, en mjuk trafikant eller att köra i diket. Utöver detta finns det legala hinder avseende ansvarsfrågan och olika regleringar. Dessa omfattar även frågan om vem som har rätt till den data som skapas av fordonen och hur den får användas.

När hindren för användning av autonoma fordon har hanterats kommer utvecklingen sannolikt att resultera i radikala förändringar inom industrin. Omvälvningarna bedöms bli starkare inom personbilsindustrin än inom kommersiella fordon. Införandet av autonoma personbilar samverkar med andra trender inom industrin vilket ger nya förutsättningar och möjligheter till nya affärsmodeller.

SHARED MOBILITY

Den ökande användningen av bilpooler är en viktig trend som möjliggjorts genom smarta telefoner, enkla gränssnitt och nya betalningsmodeller. Bilpooler erbjuds i nuläget oftast av traditionella biltillverkare, t.ex. Volvos tjänst Sunfleet. Konceptet kan anses som en evolution inom fordonsindustrin. Genom introduktionen av autonoma fordon förväntas shared mobility-trenden öka starkt och helt nya aktörer som t.ex. Uber, Google eller Apple kan komma att utmana befintliga aktörer.

Shared mobility-trenden kan i framtiden innebära att endast ett fåtal tjänsteleverantörer är fordonstillverkarnas huvudsakliga kunder. Tjänsteleverantörerna kommer i så fall att göra volyminköp vilket kommer att leda till ökad standardisering och pressade fordonspriser. Detta kommer främst att påverka personbilsindustrin eftersom en övervägande andel av personbilsflottan utgörs av privata bilar. Kommersiella transporter köps redan idag oftast in av företag inom transport- och logistiksektorn.

ANDRA DIGITALISERINGSMÖJLIGHETER

Digitaliseringen kommer även att påverka återförsäljarna i hög utsträckning eftersom försäljningskanalerna för personbilar blir mer direkta. Tesla säljer till exempel sina bilar i Kina endast via internet och BMW experimenterar med online-försäljning av företagets elektriska bilar i Tyskland.

Den stora mängden insamlad information, genom utvecklad sensor- och kommunikationsteknik, kan också skapa möjligheter för nya tjänster och affärsmodeller.

Kommersiella fordon är redan idag uppkopplade och genom att analysera data från fordonen kan fordonstillverkare erbjuda mer lämpade service- och underhållsprogram för fordonen. I figur 4 nämns några exempel på hur digitalisering kan påverka fordonsindustrins värdekedja.

FORDONSINDUSTRIN I SVERIGE

Fordonsindustrin har stor betydelse för Sverige med många anställda hos fordonstillverkarna och dess leverantörer. Ca. 11 procent av tillverkningsindustrins anställda är verksamma inom fordonsindustrin (exklusive flyg, tåg och fartyg). Fordonsindustrin är dessutom en viktig kund för många andra svenska industrisektorer.

I en studie, utförd av Roland Berger tillsammans med den tyska organisationen fka (Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen Aachen), bedöms Sverige vara rankad trea i världen inom autonoma fordon. Rankingen bygger på företags och universitets samlade kompetens inom autonoma fordon, landets legala beredskap och andelen sålda fordon med förarassistans i relation till det totala antalet fordon. Studien inkluderade de nio ledande nationerna inom fordonsindustrin och endast USA och Tyskland ansågs ligga före Sverige.⁽⁹⁾

De svenska företagen utmanas av digitalisering på samma sätt som hela den globala fordonsindustrin. Utmaningarna för Volvo Cars skiljer sig dock en del från utmaningarna för Scania och Volvo. På lastbilssidan har digitaliseringen kommit längre med till exempel affärsmodeller baserade på uppkoppling. Utvecklingen förväntas fortskrida i hög men evolutionär takt och med Volvo och Scania finns två globalt betydande aktörer lokaliserade i Sverige.

För personbilar väntas stora förändringar som kommer att kräva stora forskningsinsatser och investeringar. Toyota gör exempelvis en investering på 1 miljard dollar i utvecklingscenters i Kalifornien och Massachusetts som ska fokusera på artificiell intelligens och Audi, BMW och Mercedes har gemensamt köpt Nokias karttjänst HERE för 2,5 miljarder Euro. Köpet av karttjänsten är främst för att kunna utveckla viktig funktionalitet för autonoma fordon oberoende av andra företag som t.ex. Google och Apple.⁽¹⁰⁾ Den svenska personbilsindustrin, med Volvo Cars i spetsen, måste vara förberedd på de fundamentala förändringarna som väntar, speciellt då den i relativa termer är avsevärt mindre än lastbilssektorn.

Volvo "Concept 26"

- Hösten 2015 presenterade Volvo Cars "Concept 26" på Los Angeles bilmässa, en konceptbil för autonoma fordon



3.2 MASKININDUSTRIN

Maskinindustrin är betydligt mer fragmenterad än fordonsindustrin och innefattar företag som tillverkar bland annat robotar, motorer, avancerade verktyg och produktionsutrustning. Maskinindustrin påverkas av digitaliseringen på liknande sätt som fordonsindustrin men dock inte i samma tempo.

Den svenska maskinindustrin måste, på samma sätt som fordonsindustrin, digitalisera sina produkter och anpassa sina tjänster. Eftersom aktörer inom svensk maskinindustri ofta är verksamma inom premiumpositionerade nischsegment blir produkt- och tjänsteinnovationer speciellt viktiga. Samtidigt bör även digitaliseringens möjligheter utnyttjas i den egna tillverkningen och värdekedjan för att kunna öka effektivitet och flexibilitet.

I figur 5 illustreras ett antal exempel på effekter av digitaliseringen längs värdekedjan i maskinindustrin.

DIGITALISERINGENS KOMPLEXITET

Maskinindustrin påverkas starkt av i stort sett samtliga, för digitaliseringen relevanta, teknikområden. Innehållet av smart elektronik (som innefattar sensorer, inbäddade system m.m.) kommer att öka i nästan alla typer av maskiner och utrustning för att möjliggöra ytterligare funktionalitet. På samma sätt som konsumentvaror och fordon är uppkopplade kommer maskiner i framtiden också att vara det (oftast trådlöst).

Data som genereras genom sensorer kan sparas i stora databaser. Denna data kan sedan användas för att dokumentera och analysera utrustningens prestanda, produkternas kvalitet eller för att förstå och utveckla tillverkningsprocessen.

Ökad visibilitet i värdekedjan genom tillgängliggörande av data kan stödja nya tjänster och affärsmodeller som till exempel förutsägbart underhåll eller försörjning av förbrukningsvaror just-in-time.

Additiv tillverkning kan ge positiva effekter för flertalet processer inom maskinindustrin, allt från prototyp- och verktygstillverkning till ny design som inte varit möjlig med mer traditionella metoder. Additiv tillverkning kan även förändra dynamiken i tillverkningsindustrins eftermarknad, till exempel kan reservdelar i högre utsträckning tillverkas lokalt och reparationer göras med mindre insatser.

Avancerade användargränssnitt, bland annat genom förstärkt verklighet, möjliggör effektivare montering och underhåll. Det finska företaget Wärtsilä använder denna typ av teknik vid underhåll av utrustning på marinmarknaden. Underhållsingenjören kan i realtid kommunicera med ett servicecenter som använder förstärkt verklighet för att visualisera bättre.⁽¹¹⁾



Källa: Wärtsilä

Uppkoppling av utrustning och att data görs tillgänglig genom hela värdekedjan innebär att maskinindustrin behöver beakta cybersäkerhet i sin produktutveckling. Detta eftersom maskintillverkare måste skydda sina produkter och processer från externt intrång på effektivare sätt.

5

EXEMPEL PÅ DIGITALISERINGENS INVERKAN INOM MASKININDUSTRIN

Leverantör

- Leverans av hårdvara och mjukvara
- Effektivare materialförsörjning genom transparens i försörjningskedjan

Tillverkare

- Snabbare produktutveckling
- Bättre behovsplanering
- Mjukvara som industriprodukt
- Utökad funktionalitet genom ökat digitalt innehåll
- Effektivare produktion genom bättre maskiner i den egna tillverkningen

Maskinanvändare/kund

- Bättre kvalitets-, process- och spåringsdokumentation
- Behovsplanering
- Högre automatiseringsgrad
- Högre produktkvalitet genom maskinernas lägre felmarginal
- Bättre utvecklingsmiljö

Tjänsteleverantör

- Förutsägbart underhåll
- Försörjning av förbrukningsvaror
- Prestationsbaserade kontrakt

Källa: Roland Berger

Mer avancerad automation möjliggörs genom den digitala utvecklingen och speciellt mindre samarbetande robotar är starkt växande. Ett exempel är ABBs nya robot "YuMi" som kan samspela med människor på ett nytt och bättre sätt än traditionella robotar. Samarbetande robotar kan ur säkerhetsperspektiv vistas i samma miljö som operatörer eftersom de kan känna av och agera på sin omgivning. Roboten kan dessutom programmeras till nya uppgifter på ett intuitivt sätt av operatörer utan kunskap i traditionell robotprogrammering. Operatören kan instruera roboten genom att föra dess arm i önskade positioner.⁽¹²⁾

DIGITALISERINGSTAKT

Implementeringen av nya digitala produkter och lösningar i maskinindustrin kommer delvis att ske i en långsammare takt än introduktionen av digitala produkter och lösningar i tillverkningsindustrin generellt. Takten beror bland annat på de långa tekniska och ekonomiska livscyklerna som finns för produktionsutrustning och andra industriella investeringar. Endast om en ökad kundnytta av nya digitala produkter och maskiner kan motivera byte eller uppgradering av befintlig utrustning kommer det att ske i snabbare takt.

Ersättningscyklerna kan förkortas vid stora innovationssprång när tillverkarna inom industrin kan erbjuda en för kunden avsevärt bättre produkt. I vilken takt digitala lösningar accepteras och tar plats på marknaden är därför direkt beroende av det kundvärde som kan skapas.

Digitaliseringsgraden är ofta relaterad till anläggningens byggnadsår. I USA och Kina byggs fler nya produktionsanläggningar än i Europa och därför förväntas också digitaliseringsgraden i den egna tillverkningen vara längre kommen i dessa länder.

MASKININTEGRERING I FABRIKER

En begränsande faktor för digitalisering av maskinindustrin är avsaknaden av standarder för integration av olika utrustningar, såväl inom en fabrik som mellan aktörer i en värdekedja. Långtgående visioner om den totalintegrerade fabriken, som möjliggör avancerad optimering och synkronisering av värdekedjor, kommer delvis att begränsas av bristen på standardisering.

För tillverkare inom en specifik produktionsteknik kan visionen om totalintegration och standardisering vara problematisk. Detta eftersom omfattande standardisering ger andra mer generellt inriktade företag större möjligheter till att skapa affärsmodeller som konkurrerar med de specialiserade tillverkarna.

DEN SVENSKA MASKININDUSTRIN

Maskinindustrin (fordon exkluderat) i Sverige står, enligt SCB, för omkring en åttiondel av den totala tillverkningsindustrins förädlingsvärde. Många av de svenska företagen inom maskinindustrin är mellanstora industriföretag i relativt små nischer där de innehar en position i mid- till high-end segmentet. Företagen är aktiva på globala marknader med hög exportandel. De flesta har under lång tid arbetat upp en specifik kunskap inom ett antal tillverkningsprocesser som de sedan framgångsrikt använt vid framtagning av konkurrenskraftiga produkter. För dessa företag är digitalisering av produkter och tjänster en nödvändighet för att vara fortsatt konkurrenskraftiga på marknaden.

Utmaningen för dessa företag består i att de måste hantera ett stort antal teknikområden som i många fall dessutom är nya för dem. För att underlätta för företagen inom maskinindustrin behöver de nätverk där de enkelt kan få tillgång till nödvändig kunskap inom relevanta teknikområden.

En förutsättning för att företagen inom industrin, genom digitalisering, ska kunna stärka sin position globalt är därför att ekosystem byggs upp kring digitaliseringsteknologierna. Ekosystemen ska möjliggöra enkel tillgång till eftersökta kompetenser, kunskaper och resurser inom områden relevanta för digitaliseringen.

3.3 PROCESSINDUSTRIN

Processindustrin påverkas av digitaliseringen på ett annat sätt än fordons- och maskinindustrin på grund av dess strikta tillverkningsprocess och produkter. Om fordons- och maskinindustrin har stort fokus på digitalisering av produkter så ligger fokus inom processindustrin istället på produktutvecklingsprocessen och digitalisering av värdekedja.

Processindustrier, som exempelvis metallindustrin, massa- och pappersindustrin samt kemiindustrin, har redan en hög automatiserings- och digitaliseringsgrad inom områden som processövervakning och -kontroll.

Den pågående digitaliseringen av processindustrin förväntas ske i en evolutionär takt och fokus kommer fortsättningsvis ligga på ännu mer avancerad övervakning och kontroll. Vidare kommer också mer avancerad optimering av produktions- och materialstyrning i värdekedjan, samt förbättrad produktutveckling baserat på både mer avancerade analysmetoder, virtuella test- och prototypmetoder, att vara i fokus. För ytterligare exempel på inverkan inom processindustrins värdekedja se figur 6.

Utvecklingen förväntas drivas av de redan etablerade aktörerna inom industrin. Nya aktörer har betydligt svårare att ta sig in eftersom det krävs stora investeringar i anläggningar och utrustning.

OPTIMERING LÄNGS VÄRDEKEDJAN

Digitalisering och automation inom processindustrin sker huvudsakligen med målet att skapa högre resurseffektivitet avseende energi, miljö, transport och råvaruhantering.

Detta kan uppnås på ett antal sätt, till exempel genom effektivare planering, bättre modellering och övervakning, effektivare styrning av processer längs hela värdekedjan samt förbättrad koordinering av produktionen tack vare bättre transparens kring efterfrågan.

Reducerade driftskostnader och högre anläggningstillgänglighet kan uppnås genom mer avancerad underhållsplanering som baseras på omfattande process- och prestandamätningar samt självkalibrerande och -optimerande system. Avancerad planering är inte nytt inom processindustrin, men digitaliseringen gör det möjligt att ta ytterligare steg i utvecklingen mot mer optimerade värdekedjor. Digitaliseringen kan på så sätt stärka konkurrenskraften för svensk processindustri genom högre effektivitet i värdekedjan.

NISCHFOKUS

Processindustrin spänner över ett flertal olika delsegment, såsom läkemedels-, kemi-, pappers-, massa-, metall- och stålindustrin. 17 procent av tillverkningsindustrins anställda är verksamma inom processindustrin. Svensk processindustri har sedan länge fokuserat på specialiserade produkter med högt förädlingsvärde, ett exempel på detta är inom stålindustrin. Mängden stål som exporteras motsvarar ungefär mängden som importeras. Värdet av det exporterade stålet överstiger dock det importerade med omkring 50 procent. Trenden mot ett högre förädlingsvärde, högre specialisering och mot mer kundanpassade produkter kommer att fortsätta.

6

EXEMPEL PÅ DIGITALISERINGENS INVERKAN INOM PROCESSINDUSTRIN

Forskare

- Bättre produkter genom big data
- Kortare utvecklingstider, virtuella metoder

Råvaruleverantörer

- Högre leveranssäkerhet
- Automatiserad schemaläggning och planering
- Digitala inköpsplattformar

Producent, basprodukter

- Prognostisering, prediktiv analys
- Mer automatiserad produktion
- Förbättrat utnyttjande i produktionsnätverk
- Egna online-distributionsplattformar till slutkunder

Producent, specialprodukter

- Decentraliserad orderinriktad produktion i mikrosystem
- Egna online-distributionsplattformar

Distributör

- Informationsbaserade tilläggstjänster
- Online-plattform

Källa: Roland Berger

Att ständigt ligga före och utveckla industrins alla nischer har av svenska metallindustrins branschorganisationer beskrivits som en av de största utmaningarna inom industrin.⁽¹³⁾

Denna trend mot allt högre grad av specialisering och kundanpassning driver i sin tur behovet av högflexibla kontinuerliga processer. För att vara framgångsrik krävs därför introduktion av nya metoder som möjliggörs av digitaliseringen, till exempel självoptimerande, -konfigurerande och -diagnostiserande system samt mer adekvat stöd riktat mot operatörer i den allt mer komplexa tillverkningsmiljön.⁽¹⁴⁾

Effektivare modellering och simulering av processer krävs under processernas och utrustningarnas utvecklingsfas för att säkra mer korrekta och optimala processer innan pilotfasen.⁽¹⁴⁾ Utvärdering av olika tillämpningar och lösningar kan ske med nya verktyg inom digitaliseringen och genom simuleringar i virtuellt uppbyggda fabriker. Dessa modeller tjänar även som ett värdefullt verktyg för att öka processförståelsen.⁽¹⁵⁾

Processerna kommer dessutom att behöva köras i mycket kortare serier och med smalare toleransnivåer, vilket ställer nya krav på sensorer, verktyg för processanalys och regler-teknik.⁽¹⁴⁾

MIKROANLÄGGNINGAR

Digitaliseringen resulterar i att produktionen kan ske mer decentraliserat och närmare kunderna i småskaliga produktionsanläggningar. Inom ramen för det av EU stöttade projektet F3 Factory, i vilket AstraZeneca och KTH ingick som partners, har det visats att mikroproduktionsanläggningar i synnerhet kan ge effekter såsom:

- Förbättrad energi- och resurseffektivitet
- Förbättrad utnyttjandegrad
- Förbättrad flexibilitet avseende omlokalisering och uppgradering

För att lyckas med införandet av decentraliserade mikroanläggningar krävs en ökad digitalisering av värdekedjan för att kunna styra produktionen ut från transparenta behov.

DIGITALISERINGSTAKTEN

På grund av den redan höga digitaliseringsnivån i processindustrin, de höga trösklarna för nya aktörer att etablera sig och den evolutionära utvecklingen av produkter och processer förväntas digitaliseringen ha en relativt lägre betydelse för processindustrin jämfört med andra industrisektorer, som exempelvis fordonsindustrin och maskinindustrin.

I en europeisk studie bedöms digitaliseringens inverkan stå för cirka 5 procent av värdeskapandet i processindustrin fram till år 2025. I jämförelse med andra industrier är detta lågt. Det motsvarar endast hälften av det förväntade värdet inom maskinindustrin (10 procent) och knappt en tredjedel jämfört med fordons- och logistikindustrin (17 procent). Den svenska processindustrin förväntas påverkas i linje med den europeiska eftersom det råder liknande marknads- och teknikförhållanden i Sverige som för Europa i stort.⁽⁶⁾

4. DIGITALA TEKNIKOMRÅDEN

Digitaliseringen i tillverkningsindustrin har beskrivits på övergripande nivå i föregående kapitel och lite mer i detalj för några industrisektorer som är betydelsefulla för Sverige. Digitalisering skapas ofta genom att etablerade tekniker kombineras med nya på innovativa sätt. Utvecklingen av nya tekniker har de senaste åren huvudsakligen skett inom fyra grundläggande utvecklingsområden – data, automatisering, uppkoppling och digitala gränssnitt.

DATA. De datamängder som skapas av människor och maskiner ökar konstant genom att en allt större del av affärstransaktioner digitaliseras. Samtidigt utrustas produkter, industriella processer och maskiner med allt fler sensorer vilka kontinuerligt registrerar och mäter aktiviteter, utfall, prestanda och miljöfaktorer. Förmågan att hantera och utvärdera dessa omfattande dataströmmar utvecklas kontinuerligt genom mer avancerade analysmetoder. Tillsammans resulterar detta i möjligheten till ökad förståelse, bättre analyser och prognoser samt väl underbyggt beslutsfattande.

AUTOMATISERING. En högre grad av automatisering, baserad på både traditionell automation och nya produktionsteknologier såsom additiv tillverkning, möjliggör en högre flexibilitet i produktionsprocesser, förbättrad kvalitet och lägre produktionskostnader. Kombinationen av traditionella automationsteknologier och artificiell intelligens möjliggör i sin tur autonoma och lärande system som kan anpassas till ändrade förutsättningar och bättre interagera med människor i till exempel produktionsprocesser.

UPPKOPPLING. Utvecklingen av kommunikationsteknologier möjliggör integration av industriella värdekedjor och synkronisering av dessa i realtid för att förkorta såväl innovations- som produktionsledtider. Uppkoppling gör dessutom att information och lösningar kan flyttas ut från företagens egna domäner till molnbaserade lösningar och därmed öka tillgängligheten samt skapa nya skalfördelar inom till exempel utnyttjande av servrar och system samt drift.

DIGITALA GRÄNSSNITT. Internet (fast såväl som mobilt) ger företag nya sätt att interagera direkt med slutkund, vilket skapar transparens i värdekedjan och möjliggör nya tjänster. På så sätt kan kundkontakten förskjutas mellan aktörer i värdekedjan, speciellt om nya intuitiva gränssnitt utvecklas.

Inom respektive utvecklingsområde finns ett antal teknikområden (figur 7) som är grundläggande för den pågående och framtida utvecklingen. Teknikområdena inom digitala gränssnitt har inte varit i fokus inom ramen för denna kartläggning. Därför beskrivs teknikområdena Sociala nätverk, Maskin-människa interaktion och Visualisering inte i detalj.

LÖSNINGAR. När teknikområden kombineras på nya sätt kan industrin ta fram innovativa lösningar och konkurrenskraftiga erbjudanden i form av produkter, tjänster och affärsmodeller som har större värde för kunderna än de traditionella. Innovationerna kan på sikt resultera i att hela industrier omstruktureras. Digitaliseringen och nya lösningar påverkar delar av industrin i olika omfattning och takt. Andra industrier såsom media, musik samt handel och turism har redan förändrats radikalt och helt nya företag har genom innovativa digitala affärsmodeller lyckats ta över en stor del av värdeskapandet och utmanat de etablerade aktörerna.

Genom att utveckla och utnyttja dessa tekniker har svensk tillverkningsindustri möjlighet att ta fram innovativa lösningar. Vissa av dessa kommer att vara inkrementella förbättringar som blir tillägg till dagens kunderbjudande medan andra kommer att vara revolutionerande för hela branscher och fundamentalt påverka konkurrenslandskapet. Innovativa lösningar kommer att ha olika påverkan inom olika industrisektorer.

Autonoma system kan helt förändra dynamiken inom fordonsindustrin när själva produkten blir autonom. I många andra industrisektorer är det främst produktionsutrustningen som blir mer autonom vilket framförallt påverkar tillverkningen och inte själva produkterna.

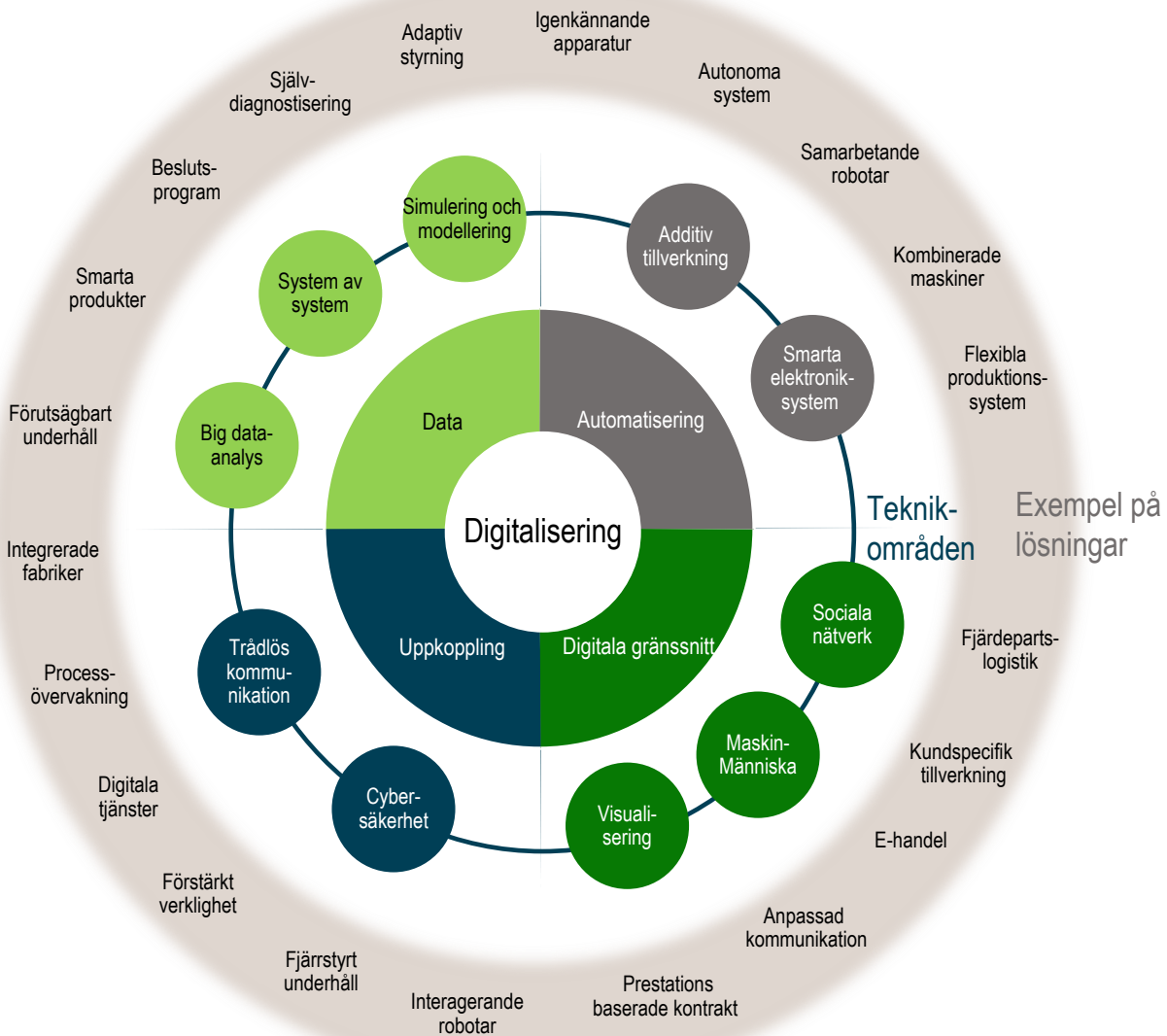
Företag kommer att utveckla unika lösningar och olika versioner av liknande lösningar med syfte att differentiera sig och skapa unikt kundvärde. De grundläggande digitala teknikerna som de använder kommer dock i de flesta fall att vara gemensamma och generiska även om vissa företag kommer att utveckla spjuspetskompetens inom utvalda teknikområden.

TEKNIKOMRÅDEN. På följande sidor beskrivs de digitala teknikområden som bedöms, antingen idag eller i framtiden, vara de mest centrala för digitaliseringen inom tillverkningsindustrin:

- Simulering och modellering
- System av system
- Big data-analys
- Trådlös kommunikation
- Cybersäkerhet
- Smarta elektroniksystem
- Additiv tillverkning

Inom respektive teknikområde beskrivs kort själva tekniken, huvudsakliga trender, exempel på användningsområden, Sveriges position, generella utmaningar och de främsta miljöaspekterna.

TEKNIKOMRÅDEN OCH LÖSNINGAR INOM DIGITALISERING AV INDUSTRIEN



Källa: Roland Berger

Additiv tillverkning, Siemens gasturbiner

- I augusti 2015 investerade Siemens i ett brittiskt bolag, aktiva inom additiv tillverkning, i syfte att inkorporera tekniken i den egna tillverkningen av gasturbiner
- Siemens i Finspång använder additiv tillverkning för underhåll och förbättring av komponenter i gasturbiner



4.1 SIMULERING OCH MODELLERING

Simulering används för att experimentera, utforska eller visa på rådande eller framtida samband i en virtuell miljö. Miljön byggs upp med hjälp av matematiska, fysikaliska och visuella modeller. Att utforska möjligheter i en virtuell miljö blir allt viktigare och utvecklingen går från fysiska till digitala prototyper vilket kan spara både tid och kostnader i produktutvecklingen. Utvärdering av funktion och prestanda i nya fabriker eller produktionslinjer sker också alltmer virtuellt. Virtuella modeller används även för kompetensutveckling och träning.

ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN

Nedan beskrivs några exempel på hur simulering och modellering används inom olika industrier.

FLYG. Simulering av hur svetsning påverkar efterföljande deformation gjorde GKN Aerospace, f.d. Volvo Aero, till världsledande. Med kunskap från simulering kunde företaget i början av 2000-talet konstruera sammansvetsade komponenter som gav 20 procent lättare flygmotorer än tidigare.

LÄKEMEDEL. Inom läkemedelsindustrin används simulering för att beräkna hur olika substanser tas upp, distribueras, reagerar och bryts ned i kroppen för att underlätta utvecklingsprocessen och öka förståelsen innan kostsamma kliniska prövningar inleds.

MASKIN. Simulering är även viktigt för maskinindustrin genom möjligheterna att reducera ledtider i produktframtagning vilket i regel är tidsödande och kostsamt. I processimulering utnyttjas information från analyser för att skapa modeller av processförlopp och på så sätt minimera antalet fysiska tester innan produktionsstart.⁽¹⁷⁾

FORDON. Ett av Sveriges största industriprojekt i modern tid genomfördes på rekordkort tid med hjälp av virtuella verktyg. I utvecklingen av Volvo Cars nya modell XC90 användes avancerade virtuella metoder och beräkningstekniker för att tidigt i processen värdera, analysera och få kunskap om konstruktionsförslagen innan fysiska prototyper togs fram.⁽¹⁵⁾ Volvo Cars har även investerat i en av världens mest avancerade chassissimulatorer (endast Porsche och Ferrari har likadana). I simulatorm kan provkörning göras i ett tidigt skede och egenskaper såsom stabilitet, balans och individuella körinställningar kan utvärderas.⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾

Gjutsimulering användes bland annat av Scania för att optimera tillverkningen av världens starkaste lastbilmotor år 2012. Genom att simulera placering och storlek av matare samt stelning och flöde av smälta i en virtuell miljö innan gjutningens start kunde svagheter identifieras i ett tidigt skede.⁽¹⁹⁾

UTVECKLING

Utvecklingen inom simulering går mot att konstant skapa mer verklighetstroga modeller. Detta görs bland annat genom att utveckla beräkningsmodellerna och implementera fler variabler. Modellerna blir därför mer komplexa och kräver större datorkraft.

En av trenderna inom simulering är att testa robustheten i nya produkter eller processer genom att simulera utfall under ett stort antal olika förutsättningar och scenarier. Även detta driver behovet av större datorkraft.

För att kunna tillgängliggöra resultaten av de alltmer komplexa simuleringarna utvecklas bättre visualiseringsmetoder.

SVERIGE

Generellt har svensk tillverkningsindustri kommit långt i användandet av simulering, speciellt de företag som tillverkar högförädlade och komplexa produkter. Många svenska företag utvecklar och tillverkar produkter som kräver avancerade virtuella modeller, exempelvis företag inom fordon, flyg, automation, telekom, dataspel och läkemedel.

För mer information, se *Virtual Nation*, Vinnova (Ref. 15)



Volvo Cars, Chassisimulator

- Volvo Cars har investerat i en av världens mest avancerade chassissimulatorer (oktober 2015)
- Utvecklingstiden för nya modeller kan förkortas avsevärt genom virtuell provkörning i ett tidigt skede



Miljöaspekter



Nästa generations produkter och tjänster kommer att värderas ur ett kretsloppsperspektiv. Allt komplexare samband som måste beaktas för att förstå resurseffektivitet, återvinningspotential och sociala effekter av innovationer driver även behovet av mer avancerade simuleringar och modeller.

Simulering kan ge kunskap som bidrar till nya innovationer som minskar miljöpåverkan, till exempel minskade utsläpp från flygtrafiken genom energisnålare motorer.



4.2 SYSTEM AV SYSTEM

System av system (SoS) är ett system som utgörs av ett antal oberoende delsystem. Dessa kombineras på ett sätt som skapar nya förmågor genom samverkan. SoS-området kommer att växa i betydelse i samband med digitaliseringen av industrin. I den digitaliserade värdekedjan kommer behovet av systemsamverkan att öka. Med SoS kan bland annat delsystem optimeras utifrån helheten och ge fördelar som exempelvis ökad effektivitet eller flexibilitet.

Typiskt för SoS är att:

- De olika oberoende delsystem inom ett SoS utvecklas och tillverkas av olika oberoende företag
- Delsystemen har olika livscykler och kommer därför kontinuerligt förändra SoS genom in- och utfasning eller uppgraderingar
- Delsystemen ägs och styrs av oberoende företag och organisationer

ANVÄNDNINGSMRÅDEN

SoS-området har historiskt sett dominerats av användning inom militära ledningssystem i vilka många olika resurser och system måste samverka för att realisera fastställda mål. Sverige har inom ramen för arbetet med innovationsagendan för System av system beskrivit sex områden där SoS är högst relevant.

MILITÄRA LEDNINGSSYSTEM samt civila katastrof- och krisledningssystem.

GRUV- OCH BYGGINDUSTRIEN. Dessa industrier har historiskt sett hanterat integrering av olika system och resurser manuellt. Det finns dock en trend mot mer avancerad styrning av byggplatser samt automatisering och fjärrstyrning av maskiner och utrustning som medför att SoS blir alltmer relevant.

TILLVERKNINGSINDUSTRIEN. Integrering av värdekedjan inom fabriker och mellan företag genom avancerad användning av informationsteknologi driver behovet för kunskap och kompetens inom SoS. Utvecklingen inom SoS blir därmed en viktig förutsättning för att visioner såsom industriella internet och Industri 4.0 ska kunna realiseras.

TRANSPORT- OCH FORDONSINDUSTRIEN. Framtida visioner om delvis och helt autonoma fordon som kommunicerar med omgivningen och andra fordon kommer att driva SoS inom transport- och fordonsindustrin. Komplexiteten kommer av det stora antalet olika fordonstillverkare, myndigheter och andra organisationer som måste vara delaktiga eller berörs. Utveckling mot signifikant mer digitala fordon sker snabbt (se avsnitt 3.1 Fordonsindustrin).

VÅRDSEKTORN. Stora effektivitetsvinster skulle kunna realiseras inom sjukvården genom bättre integrering av värdekedjorna. Antal vård dagar på sjukhus skulle kunna reduceras om patienterna kunde övervakas effektivt i exempelvis deras hemmiljö. Utmaningarna inom vården är höga krav på patientsäkerhet och sekretess avseende patientinformation. Dessutom behöver både system och utrustning från ett stort antal olika leverantörer och oberoende organisationer integreras.

TVÄRINDUSTRIELLA ANVÄNDNINGAR. Förutom SoS-möjligheterna inom specifika områden finns möjligheter att bygga SoS som spänner över olika områden. Till exempel integration av transportsektorn med tillverkningsindustrin för att synkronisera värdekedjor och integration av energisektorn med det smarta hemmet inom ramen av smarta elnät.

UTMANINGAR

Ett antal utmaningar finns för den fortsatta utvecklingen och införandet av avancerade SoS. En utmaning består i den grundläggande frågan om hur värdeskapandet kan fördelas mellan olika intressenter. Detta är en mindre fråga för militär- eller krisledningsapplikationer men avgörande för etablering av SoS inom värdekedjor som spänner över flera oberoende företag och organisationer.

Andra utmaningar berör mer tekniska aspekter avseende interoperabilitet mellan olika system. Interoperabilitet bygger bland annat på etablering av kommunikationsstandarder. Det komplexa arbetet med etablering av standarder tar lång tid vilket är ett hinder för att snabbt kunna utnyttja möjligheter och innovationer inom SoS.

Förutom dessa utmaningar finns ett stort antal system-, utvecklings-, säkerhets- och dataintegritetsrelaterade utmaningar men även affärsmässiga och juridiska. För att kunna stödja industrins och samhällets digitalisering är det viktigt att dessa hanteras.

Forskning avseende SoS domineras av USA följt av Kina eftersom försvars- och rymdområdena är bland de ledande industrierna inom området.

SVERIGE

Generellt har intresset kring SoS under lång tid varit lågt i Sverige men ökar nu. Svenska forskningsinsatser avseende SoS sker inom många olika typer av forskningsområden men är dåligt koordinerade och många forskare kommer endast i kontakt med SoS via andra angränsande forskningsområden. Sverige har dock hög kompetens inom mjukvaruutveckling och reglerteknik vilket är mycket viktigt för SoS-området.

Fokus inom svensk forskning har varit på tillämpningar inom exempelvis automation, fordon och vård. Detta avviker från de internationella forskningssatsningarna, men speglar betydelsen av dessa sektorer för svenskt näringsliv väl. Dessutom har IoT givits stort utrymme i den svenska forskningen till skillnad från den utländska, troligen på grund av Sveriges styrka inom telekom genom framförallt Ericsson.

Svensk forskning har historiskt sett inriktats mot tekniska områden som mjukvaruutveckling och reglerteknik på bekostnad av andra mjukare områden som exempelvis systemutveckling. Sveriges utgångspunkt inom området är därför mer teknisk än socioteknisk och organisatorisk. Det bedöms vara viktigt att forskningen fortsättningsvis breddar sig till att inkludera även mjukare områden.

För mer information, se *Systems of systems*, Vinnova (Ref. 20)





4.3 BIG DATA-ANALYS

Termen big data används ofta för att beskriva massiva dataflöden som är så pass stora att de inte kan hanteras med traditionella analysmetoder. Dessa dataflöden karakteriseras av extremt stora volymer och olika typer av data med varierande validitet. Det innebär att insamling, hantering och bearbetning med traditionella verktyg och infrastruktur är utmanande.

Värdet som skapas genom big data-analys ökar i takt med omfattningen av data. I likhet med data mining, handlar big data-analys om att utveckla matematiska algoritmer för att hitta användbara regelbundenheter.⁽²¹⁾

ANVÄNDNINGSMRÅDEN

Nedan beskrivs några exempel på områden där big data-analys används.

TELEKOM. Inom telekommunikationsindustrin är analys av dataflöden mycket användbart för att hitta mönster, trender och oväntade händelser i näten. Resultaten används för att effektivt övervaka, underhålla och uppgradera infrastrukturen. Analys av nätanvändarnas rörelsemönster kan dessutom användas för att öka energieffektiviteten i näten.

PROCESS OCH VERKSTAD. Inom process- och verkstadsindustrin är en stor del av produktionslinjerna utrustade med sensorer som löpande och i hög samplingstakt läser av och registrerar data som hanteras i övervaknings- och kontrollsystemen. Sammankoppling av tillverkningsenheter inom företag eller mellan företag i försörjningskedjan ger möjlighet att skapa en bättre översikt av produktionssituationen. Avvikelse kan på så sätt upptäckas tidigt vilket ger möjlighet att planera om och anpassa produktionen beroende på interna och externa faktorer.

MASKIN. Företag såsom SKF och Sandvik har identifierat en stor potential i att förbättra kunderbjudandet genom tjänster som ger kunderna möjlighet att utnyttja utrustningen på effektivare sätt. SKF har ett center för fjärrdiagnostik i vilket stora mängder kunddata analyseras för att sedan användas som beslutsunderlag. SKF utnyttjar detta exempelvis för att höja effektiviteten i sina kunders industriella kullager.⁽²²⁾

FORDON. Fordonsindustrin har kommit långt inom big data-analys.⁽²³⁾ Ett exempel på det är företaget Agnik som genom en patenterad metod för statistisk prediktiv simulering i realtid möjliggör analys av stora datamängder direkt i fordonen.⁽²¹⁾

Fordon utrustas med allt fler sensorer och elektroniska kontrollenheter som genererar stora mängder data. Genom analys av data som skapas i fordonen ges bland annat möjlighet till förbättrad produktutveckling av nya fordon, effektivare diagnostisering av fordonen och nya tjänster.

Generellt går utvecklingen inom transportsektorn mot ekosystem av samexisterande transportenheter där fordonen kommunicerar med varandra. Datahantering i sådana system är avgörande för styrningen och därmed hela systemets funktionalitet. Dessa system inom transportsektorn förväntas bidra till att minska vägtransporternas miljöpåverkan och förbättra trafiksäkerheten.

TRENDER

Utvecklingen inom teknikområdet big data-analys kan sammanfattas i fyra trender.

FRÅN UPPSÖKNING TILL MEDVETENHET. Traditionellt sparas data strukturerat och analysverktyg har främst besvarat specifika och väldefinierade frågor. Med big data-analys sker ett skifte mot beskrivande och förklarande analyser. Systemen kommer att få förmågan att identifiera samband mellan olika datapunkter, anomalier och avvikelser i data. Ny kunskap kan skapas ur data utan att användarna exakt behöver förstå sambanden eller vad som söks.

FRÅN RÅDATA TILL URVAL. På grund av den ökande datamängden lagras eller överförs inte längre hela mängden utan modeller används för att ta ut det relevanta och endast distribuera det nödvändiga. Genom att endast ta ut önskad information och inte hela datamängder kan dessutom känslig data anonymiseras vilket kan vara viktigt av säkerhets- och integritetsskäl.

FRÅN LAGRING TILL REALTID. Tidigare lagrades data centralt och processades i omgångar. Denna metod är mindre lämplig för big data och trenden går därför mot lokal bearbetning i realtid. Att få information i ett tidigt skede värderas dessutom allt högre vilket bidrar till utvecklingen.

FRÅN INTERNT TILL MARKNADER. Stora datamängder har tidigare samlats in för internt bruk, till exempel för att ge rekommendationer på företagets e-handelsbutik. En marknad av data- och datarelaterade tjänster håller nu på att byggas upp. Företag bygger sina affärsmodeller kring utbyte och behandling av data, till exempel Google Analytics.

Tidigare har företagens förutsättningar och förmåga att ta tillvara på data varit relativt lika företag emellan. På grund av utvecklingen av big data har detta förändrats och företag som utvecklar nya verktyg för att processa och analysera big data kommer att ha en fördel gentemot andra. Inom dataintensiva sektorer är det speciellt viktigt eftersom risken för ökad konkurrens är som störst där.

SVERIGE

Inom svensk tillverkningsindustri finns stor potential att använda big data-analys. Ett flertal sektorer såsom telekommunikation-, process- och verkstadsindustrin samt fordonsindustrin kan betecknas som dataintensiva.

Ett exempel på detta är Volvo som redan använder big data inom flera steg i värdekedjan. De har exempelvis utvecklat ett analysverktyg tillsammans med SAS (mjukvaruföretag) för att modellera sannolikheter för motorfel.⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾

ARTIFICIELL INTELLIGENS

Artificiell intelligens (AI) är inte ett homogent forskningsområde, utan en samling av flera discipliner som hanterar uppgifter som traditionellt betraktats som svåra att automatisera och kräver mänsklig intuition.

AI-metoder är högst relevanta inom big data-analys. Den massiva datamängden, de kontinuerliga förändringarna i datastruktur och den varierande validiteten i data ställer krav på att analysmetoderna är autonoma och självlärande. Intresset för disciplinen Natural language processing (NLP) har vuxit till följd av att text som genereras i bloggar och sociala medier är en av de snabbast växande dataformerna.

Vidare är igenkänning av tal (Speech recognition) och objekt (Computer Vision) av intresse för data insamlad genom optiska sensorer och ljudinspelningar. Artificial Neural Networks och Deep Learning (en form av maskininläring) kommer även att få ökad uppmärksamhet vid klassificering av ostrukturerad data.

Googles nya AI-sökmotor/bibliotek, Tensorflow, som använder Deep Learning har gjorts tillgänglig för alla. Sökmotorn utför till exempel analys av enorma mängder bilder och kan genom det identifiera objekt den aldrig sett förut.⁽²⁶⁾

Framsteg inom AI är viktiga för utvecklingen inom big data-analys. Omvänt har den stora mängd data som genereras på grund av digitaliseringen möjliggjort framsteg inom AI i och med att den har tjänat som bra testdata.⁽²⁷⁾

Förutom användningen inom big data-analys är AI fundamentalt för ett stort antal andra tillämpningar inom digitaliseringen, nämligen när avancerat beslutsfattande är nödvändigt. De autonoma system som är under utveckling behöver fatta avancerade beslut baserat på komplex och varierande information om systemens omvärld, till exempel system i maskiner, robotgräsklippare, dammsugare, industrirobotar och autonoma fordon.

Miljöaspekter



Big data-analys förväntas ge effektivitetsvinster i många olika industrisektorer. Storleksordningen kommer dock att variera mycket mellan olika lösningar. T.ex. telekomnäten kan med hjälp av big data-analys göras betydligt mer energieffektiva genom att anpassas till användarnas beteendemönster. Gruv- och stålindustrin kan göra signifikanta energibesparingar även vid små justeringar i processen. Fordonstillverkarna och transportnäringen kan optimera flödena av både frakt- och persontrafik och därmed reducera koldioxidutsläppen.

För mer information, se *Big Data Analytics*, Vinnova (Ref. 28)





4.4 TRÅDLÖS KOMMUNIKATION

Sverige är mycket starkt inom området trådlös kommunikation. Grunden till Sveriges ledande position skapades genom Ericssons och Televerkets tidiga satsningar på mobila nät som ledde till NMT-systemet. Ericsson blev genom detta samarbete världsledande inom mobil kommunikation. Sedan dess har Ericsson lyckats bevara sin position vid olika teknikskiften i de mobila näten (NMT, GSM, WCDMA, LTE) och många nya företag som fokuserar på trådlös kommunikation har uppstått i spåren av Ericssons framgång.

Många av dessa små och medelstora företag har bildats i klustren kring Ericssons verksamheter i Kista, Göteborg, Linköping och Lund vilket ytterligare stärker landets position inom området. Totalt sysselsätter dessa kluster idag långt fler personer än vad Ericsson gör med sina drygt 17 000 anställda i Sverige.

Industrin relaterad till mobil kommunikation utgör en betydande del av det svenska näringslivet. Exporten av elektronik- och telekommunikationskomponenter står för mer än 10 procent av Sveriges totala export. Sverige är en av de ledande nationerna inom forskningsområdet, mycket tack vare Ericsson. Sett till antal patentansökningar inom digital kommunikation har Huawei och Ericsson flest ansökningar till det europeiska patentverket år 2014, 940 respektive 937 stycken.⁽²⁹⁾

Utvecklingen inom mobil kommunikation genom utbyggda och kraftfulla nät samt smarta telefoner har varit en viktig förutsättning för digitaliseringen. Många nya affärsmodeller har möjliggjorts, exempelvis sociala medier, streamingtjänster, navigationstjänster och taxitjänster, för att nämna ett fåtal.

KRAV PÅ FRAMTIDENS NÄT

Trådlös kommunikation kommer att spela en viktig roll inom den fortsatta industriella digitaliseringen. Framtida användningsområden kommer att ställa nya krav jämfört med de som ställs på dagens trådlösa kommunikation. Dessa krav kan delas upp i uppdragskritiska och kritiska för massiv uppkoppling (figur 8).

Användning av mobila nät till uppgiftskritisk maskin-till-maskin-kommunikation, som till exempel fjärrstyrning av utrustning, kräver kommunikation med extremt kort fördröjning och mycket hög tillförlitlighet. Kortare fördröjningar är även kritiskt för att uppnå högre dataakt på grund av egenskaperna hos internetprotokollen.⁽³⁰⁾

För att driva utvecklingen mot IoT genom mobila nät är det viktigt att fokusera på låg enhetskostnad, låg energikonsumtion samt lång batteritid (där batterier används). Framtidens nät måste även utvecklas för att stödja den ökande datamängden och det ökade antalet uppkopplade enheter.

Med andra generationens Bluetooth kommer dubbelt så hög hastighet att vara möjlig utan förhöjd energiåtgång. En ny version lanseras under 2016 och förväntas ge nya möjligheter inom industriell automation och smarta hem.⁽³¹⁾

Nedan beskrivs två industriområden där uppdragskritisk kommunikation kommer att ha stor betydelse.

FORDONSINDUSTRI. Trådlös kommunikation är nödvändig för utvecklingen av aktiva säkerhetssystem samt autonoma och uppkopplade fordon. Fordonsindustrin och speciellt tunga fordon är av stor betydelse för svensk tillverkningsindustri med två av världens ledande företag – Scania och Volvo. Autonoma fordon kommer att ställa krav på hög tillförlitlighet, omfattande täckning, korta svarstider och stabil kommunikation även i höga hastigheter.

Miljöaspekter



Trådlös kommunikation kommer till exempel att möjliggöra smartare elnät genom att koppla ihop centraliserad produktion med lokal småskalig produktion för att optimera produktionen och distributionen av energi. Intelligent transportssystem kommer dessutom att möjliggöra energisnålare körning och smidigare flöden som reducerar utsläppen.

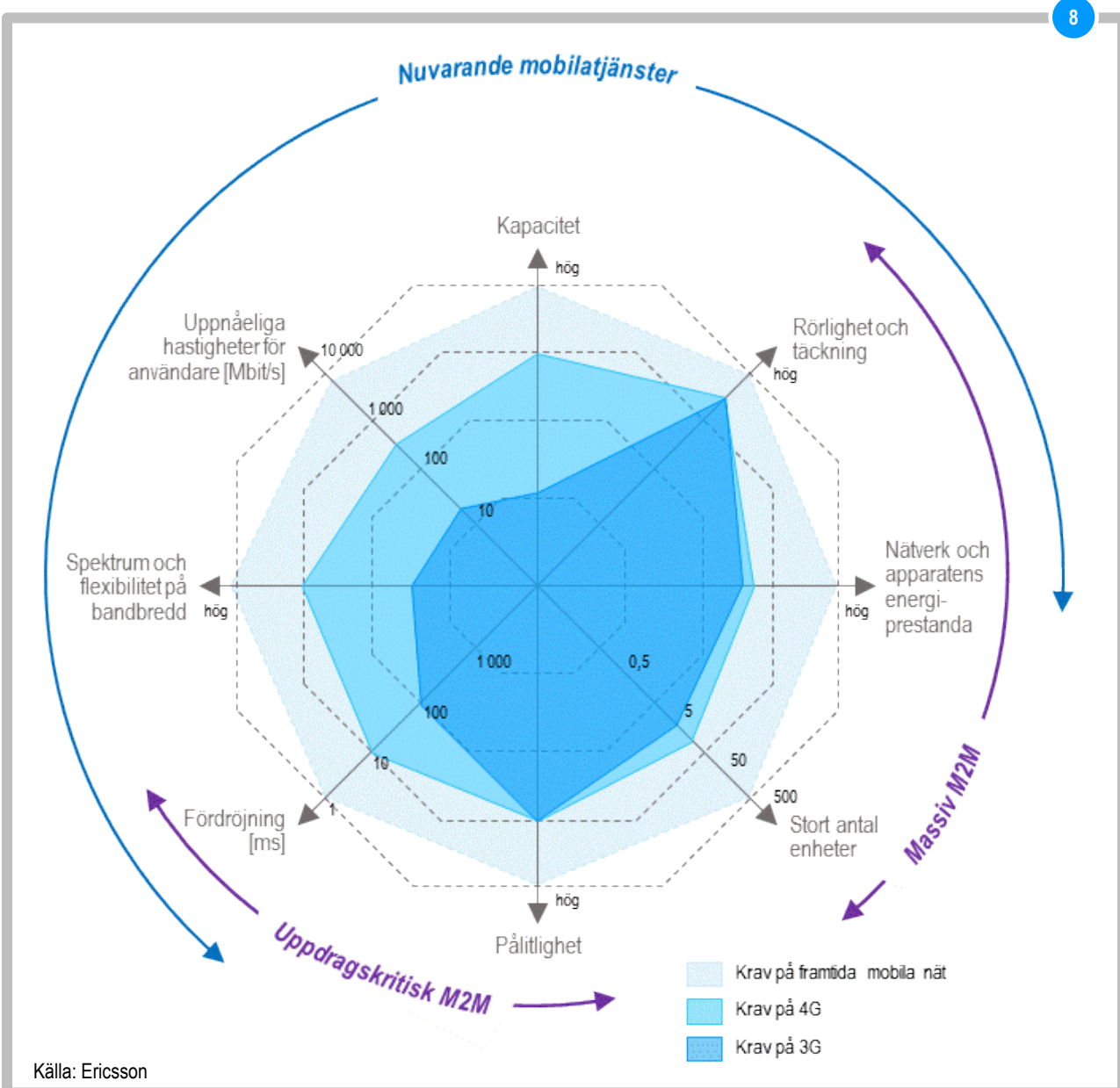
För mer information, se *Wireless Society*, Vinnova (Ref. 32)



AUTOMATION. Sverige tillhör de ledande nationerna inom utveckling, implementering och användning av industriell automation. ABB och Sandvik är framstående svenska företag inom området. Trådlösa sensorer och system kommer att stödja en kostnadseffektiv spridning av automation till fler applikationer och branscher. Inom automation ställs höga krav på både tillförlitlighet, korta svarstider och säkerhet. Utvecklingen av effektiv mobilkommunikation kan stödja spridningen av automation till nya miljöer, till exempel i gruvor under jord.

Utvecklingen av trådlösa sensornätverk har en avgörande roll eftersom det ofta är önskvärt att ersätta kablage på rörlig utrustning, till exempel robotar, med trådlös uppkoppling. Detta ställer åter igen höga krav på tillförlitlighet och sätter begränsningar för tidsfördröjningen i kommunikationen. Det framtida femte generationens nät (5G) ska möjliggöra detta och utgör därmed en viktig del i den fortsatta digitaliseringen.

8





4.5 CYBERSÄKERHET

Digitalisering av industrin leder till att behovet av cybersäkerhet ökar. Det beror såväl på ökningen av antalet uppkopplade enheter som på att IT-system och data i allt högre grad flyttas från företagens egna infrastruktur till externa leverantörer med hjälp av molnbaserade lösningar. Industrieföretag inom områden som till exempel svetsteknik, metallbearbetning och energiteknik förväntas utveckla allt mer avancerad digital funktionalitet vilket ökar det elektroniska innehållet i industrins produkter och tillverkningsprocesser.

Industriell cybersäkerhet har större omfattning än traditionell IT-säkerhet eftersom den ofta innefattar företagets produkter och produktionsprocesser (figur 9). Den ökande omfattningen leder till att flera grupper i företagen får en nyckelroll i säkerhetsarbetet. Arbetet med cybersäkerhet är högst relevant för tillverkningsföretag eftersom de dessvärre tillhör en av de branscher som utsätts för mest cyberkriminalitet (figur 10).

SVERIGE

Medvetenhet kring betydelsen av säkerhet är starkt förankrad i det svenska samhället och i svensk industri. I Sverige finns även betydande forskning och många företag inriktade mot olika typer av säkerhetsprodukter och tjänster.

Speciellt viktigt för konkurrenspositionen inom cybersäkerhet är Sveriges ledarskap inom ett antal teknologier som exempelvis interoperabilitet (se kap. 4.2 "System av system"), kommunikationsteknologi (se kap. 4.4 "Trådlös kommunikation") och sensorteknologi (se kap. 4.6 "Smarta elektroniksystem"). Sveriges starka position och förmåga att utveckla konkurrenskraftiga produkter och tjänster inom dessa områden gör dem intressanta för vidare satsningar. Följande tekniska områden bör, enligt den strategiska innovationsagendan, prioriteras:

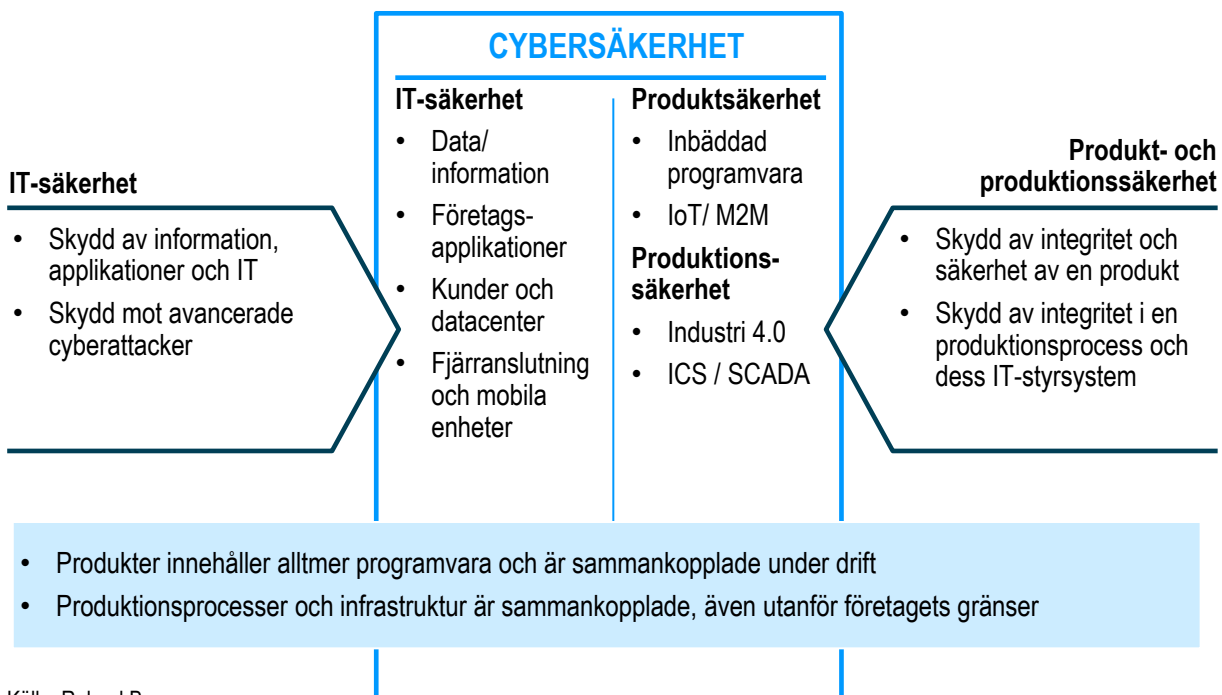
- Mjukvarusäkerhet
- Kontroll av datormoln
- Kryptologi
- Nätverkssäkerhet och -robusthet
- Sekretess och åtkomstkontroll
- Rättsliga aspekter såsom personlig integritet och legitimitet

Inom cybersäkerhetsområdet gynnas Sverige av landets stora internationella företag som utgör en attraktiv och relevant marknad för säkerhetslösningar. Världsledande IKT-miljöer och ledande forskning inom säkerhet utgör en solid bas för fortsatt innovation inom området trots att bristen på samordning mellan IKT och säkerhet samt bristen på mötesplatser anges som hinder.

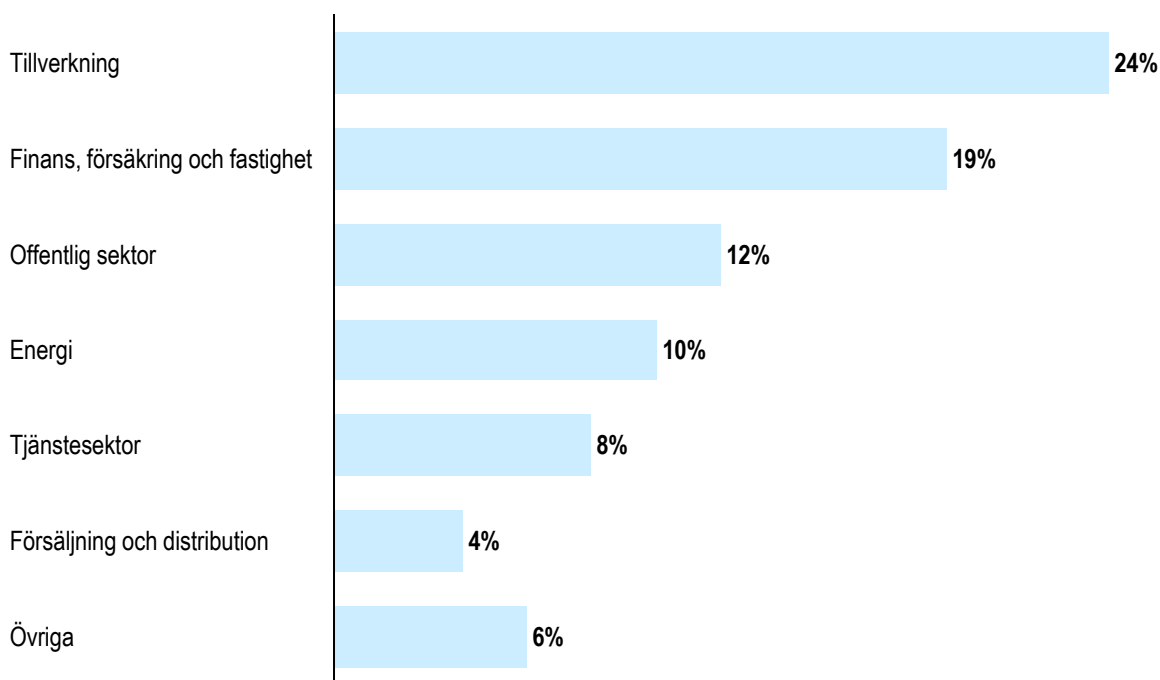
För mer information, se *Säkerhet, Vinnova* (Ref. 33)



CYBERSÄKERHET ÄR BREDARE ÄN VANLIG IT-SÄKERHET



FÖRDELNING AV CYBERATTACKER PER INDUSTRI, 2012 (%)



Källa: Roland Berger – Think Act: Cyber Security / Symantec



4.6 SMARTA ELEKTRONIKSYSTEM

Den industriella digitaliseringen driver ett ökat elektronik-innehåll i industrins produkter och tillverkningsprocesser. Industriföretag med spetskompetens inom specifika nischer, till exempel metallbearbetning eller energiteknik, kommer i allt högre utsträckning vara beroende av att utveckla avancerad elektronisk funktionalitet i produkterna. De industrier som berörs av denna utveckling kan delas in i tre grupper:

- Företag som tillverkar elektroniksystem (står för 11 procent av Sveriges export och utgörs av cirka 3 600 företag)
- Företag som använder elektroniksystem i sina produkter
- Företag som är beroende av elektroniksystem i sin tillverkning

Totalt står dessa tre grupper för knappt 28 procent av svenskt näringslivs totala förädlingsvärde.⁽³⁴⁾

SVENSKA FOKUSOMRÅDEN

Smarta elektroniksystem omfattar ett brett fält av olika teknologier. Ett antal teknologier lyfts fram (figur 11) som svenska fokusområden baserat på dess betydelse i viktiga industrisektorer. Fokusområdena som lyfts fram i den strategiska innovationsagendan Smarta elektroniksystem har valts med hänsyn till Sveriges förmåga att bli framstående inom området. Betydelsen inom industrierna baseras på en enkätundersökning omfattande omkring 1 000 industriföretag.

Sensorer och inbäddade system är högst prioriterade och är starkt kopplade till utvecklingen inom IoT och industriellt internet. Vidare framkommer även fotonik och kraftelektronik som mycket viktiga teknologier.

SENSORER. Svenska tillverkare av maskiner, utrustning och verktyg kommer att behöva förse sina produkter med allt fler sensorer. I och med att de flesta svenska leverantörerna främst tillverkar nischprodukter driver det behovet av specialiserade elektroniksystem, exempelvis specialanpassade sensorer till smala användningsområden. Det är därför viktigt att företagen på ett effektivt sätt kan kopplas samman med relevanta kompetenser och leverantörer, exempelvis genom etablerade ekosystem inom definierade teknikområden.

INBÄDDADE SYSTEM. Inbäddade system är i sig inget nytt och de första uppstod kring 1970 i samband med de första mikroprocessorerna. Utvecklingen gör däremot att antalet inbäddade system ökar eftersom alltmer utrustning och funktioner nu digitaliseras. Det ställs dessutom allt högre krav på de inbäddade systemen eftersom mer data ska hanteras, värderas, analyseras och användas i utrustningen. Autonoma maskiner kommer framöver att behöva avancerade inbäddade system med till exempel omfattande artificiell intelligens.

Företag inom industrin har identifierat geografisk närhet till underleverantörer, forskningsinstitutioner och utvecklingspartners som strategiskt viktigt för sin produktutveckling och produktion i Sverige. Av den anledningen är det centralt för stora delar av den svenska industrin att Sverige lyckas bevara den avancerade elektronikindustrin inklusive relevant akademi och forskning i landet. Detta är inte minst viktigt för de många små och mellanstora företagen som använder elektronik i sina produkter.

På grund av mångfalden av olika teknologier inom smarta elektroniksystem och begränsningen i finansiella medel är det viktigt för Sverige att investera i rätt områden eftersom Sverige endast kan vara ledande inom vissa nischer.

För mer information, se *Smarta elektroniksystem*, Vinnova (Ref. 34)



Fokusområden

- Sensorer
- Inbäddade system
- Fotonik
- Kraftelektronik
- Avancerade produktionsteknologier
- Mikro/Nano-elektronik
- Monteringsteknologi
- Antenn-, mikrovåg- och terahertzsystem
- Tryckt elektronik

Källa: Smarta elektronisksystem (Innovationsagenda)

Miljöaspekter



Smarta elektronisksystem möjliggör minskad energiförbrukning genom kontinuerlig övervakning, optimering och styrning inom processindustrin.

Miljöövervakning med hjälp av online-sensorer kan detektera bakterier och oljerester möjliggör ny funktionalitet såsom automatavstängning vid avvikelser för att undvika faror som bygger på mikrobiell smitta och olje-/petroleumprodukter.

Smarta elektronisksystem kommer att ha en avgörande roll för att spara energi och öka användandet av förnybara energikällor.



4.7 ADDITIV TILLVERKNING

Additiv tillverkning innebär att tillverkning av en fysisk komponent sker genom att succesivt addera mycket tunna lager av material utifrån en tredimensionell, digital modell. Additiv tillverkning ses ofta som en digital tillverkningsmetod och nämns frekvent i samband med digitalisering inom tillverkningsindustrin. Anledningen till att området tas upp i dessa sammanhang är att metoden gör det möjligt att gå direkt från en digital modell till en färdig produkt. Dessutom associeras exempelvis enstyckstillverkning och decentraliserad tillverkningsstruktur ofta med digitalisering.

Additiv tillverkning kan ske med olika material där tillverkning i polymerer är vanligast följt av metall och keramik. Användning av biomaterial i additiv tillverkning förekommer i mer begränsad omfattning men är under utveckling. Additiv tillverkning av metallkomponenter kan ske med olika metoder, exempelvis med laser ("selective laser sintering") eller elektronstråle ("electron beam melting").

MÖJLIGHETER

Tillverkningsmetoden ger ett antal nya möjligheter inom tillverkningsindustrin och nedan följer några centrala exempel.

KOMPLEXA PRODUKTER. Komponenter med mycket komplex utformning kan vara omöjliga att tillverka på traditionellt sätt eller medför orimligt höga tillverkningskostnader. Med additiv tillverkning har komponentens form mindre betydelse vilket medför att komplexa produkter inte behöver kosta mer än enkla. Tidigare separata komponenter kan därför slås ihop till en vilket bland annat ger lägre monteringskostnad.

EFFEKTIVARE MATERIALUTNYTTJANDE. Additiv tillverkning är oftast mer resurseffektiv än andra metoder och dessutom kan ny design göra att mindre material krävs för motsvarande traditionell komponent (figur 12).

KUNDANPASSNING. Additiv tillverkning är kostnadseffektivt för tillverkning av unika enstycksprodukter, till exempel individanpassade proteser.

NYA MATERIAL. Möjliggör nya materialval som inte var möjliga med traditionella metoder, till exempel turbinblad i flygmotorer kan nu tillverkas i titanbaserad legering.

LÄGRE BARRIÄRER. Tillverkning av nya produkter kommer

att ske till lägre kostnad, risk och ansträngning vilket reducerar barriärer för nya produkter att komma ut på marknaden och möjliggör decentraliserad tillverkning mot kundorder.

HISTORISK UTVECKLING

Additiv tillverkning har historiskt främst använts till prototyper på grund av strukturella och ytmässiga svagheter samt av kostnadmässiga skäl. Utvecklingen har gått framåt och additiv tillverkning kan idag användas vid produktion av fullt funktionella produkter i både plast och metall. Marknaden för produkter och tjänster inom additiv tillverkning växer snabbt och användningen är spridd till flertalet industrisektorer (figur 13). År 2013 var världsmarknaden drygt 3 miljarder dollar och den förväntas fyrdubblas till 2018.⁽³⁵⁾

År 2012 upphörde rättigheter för den metod som används vid enklare additiv tillverkning för hemmabruk vilket ökat tillgängligheten och sänkt priset. En liknande utveckling med fler aktörer och lägre priser förväntas även för additiv tillverkning inom industriellt bruk eftersom ett patent för "selective laser sintering" gick ut 2014. Många länder ser idag additiv tillverkning som en möjlighet till att ta tillbaka produktion som tidigare flyttats till lågkostnadsländer och därigenom öka den egna tillverkningen.

SVERIGE

Sverige har flera framgångsrika bolag som tillverkar och utvecklar system för additiv tillverkning för industriellt bruk i metallegering, exempelvis Arcam. Sverige är även en stor tillverkare av insatsmaterial till additiv tillverkning, främst metallpulver och biomaterial (trä/pappersmassa), genom företag som Carpenter, Erasteel, Höganäs och Sandvik.

Sveriges tillverkningsindustri präglas av nischprodukter med högt värde och teknologiskt innehåll. Utvecklingen går mot kortare produktcykler och serier, vilket gör additiv tillverkning intressant inom många industrisektorer (figur 14). Nya innovationer kommer att bli möjliga med additiv tillverkning och bidrar till att svensk tillverkningsindustri fortsättningsvis kan utveckla avancerade och innovativa produkter.

För mer information, se *Digital direkt-tillverkning*, Vinnova (Ref. 35)



TILLVERKAD KOMPONENT

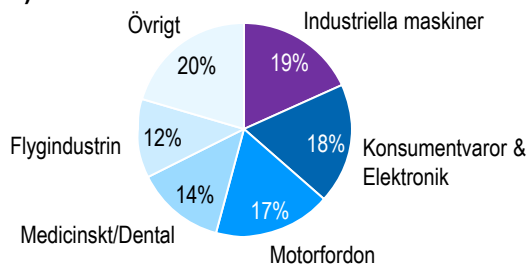


Traditionell tillverkning



Additiv tillverkning

Källa: Economist

INVESTERINGAR I ADDITIV TILLVERKNING, GLOBALT (2014)¹⁾

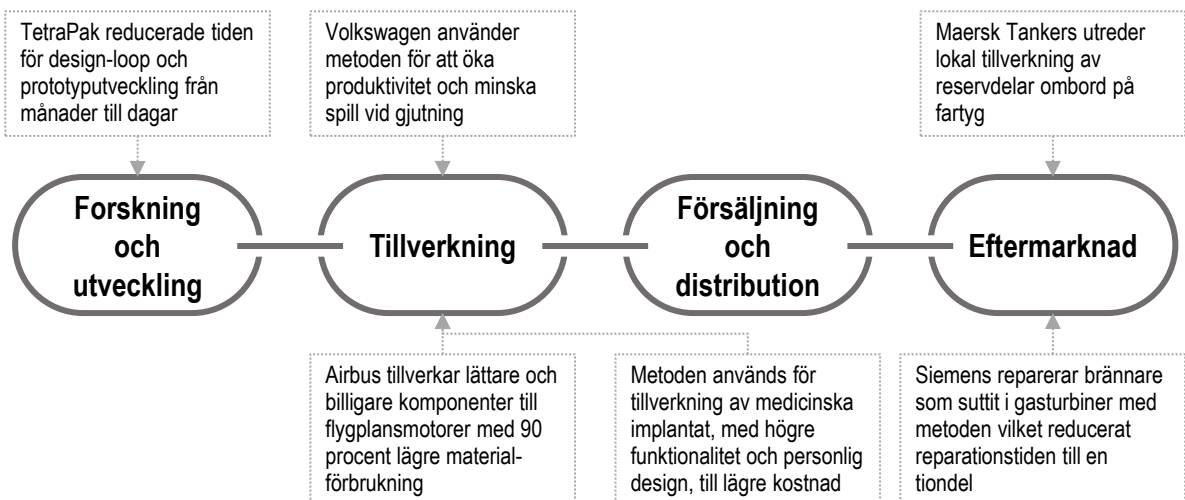
Källa: Coming together to lead the way (Strategisk innovationsagenda)

Miljöaspekter



Additiv tillverkning kommer till exempel att reducera materialåtgång genom optimerad design av komponenter (i vissa fall med över 75 procent). Användandet av lättviktskomponenter inom till exempel transportsektorn reducerar bränsleåtgång och utsläpp. Med metoden kan produktion lokaliseras närmare slutkund vilket förkortar transportererna.

EXEMPEL PÅ VÄRDESKAPANDE GENOM ADDITIV TILLVERKNING I FÖRSÖRJNINGSKEDJAN



Källa: Roland Berger

1) Statistiken baserar sig på intervjuer med 127 bolag verksamma inom produktion av additiva tillverkningssystem för industrin eller tjänster inom AT

5. SVERIGES STYRKOR OCH UTMANINGAR

Sverige har länge varit en mycket framgångsrik nation inom IT, telekom och digitalisering. På senare år har dock konkurrensen från omvärlden ökat vilket har reducerat Sveriges försprång i förhållande till konkurrerande nationer.

Det är en extremt bred och komplex uppgift att kartlägga och bedöma Sveriges styrkor och utmaningar inom digitalisering av tillverkande industri i relation till omvärlden. Dels måste de generella förutsättningarna bedömas men även de teknik- och/eller industrisegmentsspecifika.

Detta kapitel beskriver, på en övergripande nivå, Sveriges styrkor och utmaningar för en framgångsrik digitalisering av tillverkningsindustrin. Vidare beskrivs Sveriges starka IKT-sektor. Avslutningsvis presenteras en överblick av de styrkor och utmaningar som lyfts fram inom respektive teknikområde.

STYRKOR

Ett ramverk som bland annat används av World Economic Forum för att bedöma generella förutsättningar inom området bygger på fyra parametrar.⁽³⁶⁾

- (1) Regelverk och generell företagsmiljö
- (2) "ICT readiness" i form av tillgång till infrastruktur, kunskap och prisvärda IKT-lösningar
- (3) Individuella, företags och offentlig verksamhets användning av IKT
- (4) Ekonomiskt eller socialt mervärde skapat av IKT

Sammantaget rankas Sverige trea i världen enligt *Network Readiness Index (NRI)* (figur 15). Som framgår av ranking-parametrarna är både användningen privat och i affärsverksamheter mycket hög i Sverige.

15

NETWORK READINESS INDEX (NRI)

NRI ranking av utvalda nationer 2015

	Singapore	6,0
	Finland	6,0
	Sverige	5,8
	Norge	5,8
	USA	5,6
	Storbritannien	5,6
	Japan	5,6
	Tyskland	5,5
	Kina	5,5
	Frankrike	5,2

Sveriges ranking per parameter

REGELVERK OCH GENERELL FÖRETAGSMILJÖ

• Politisk och regulatorisk miljö	10
• Affärs och innovationsmiljö	19

READINESS

• Infrastruktur	3
• Kostnadsnivå för IT och telekom	18
• Kunskapsnivå	28

ANVÄNDARE

• Individuell IKT användning	2
• Användning av IKT inom affärsverksamhet	3
• Användning av IKT inom offentlig sektor	20

MERVÄRDE

• Ekonomisk påverkan	2
• Social påverkan	16

Källa: The global information technology report 2015

REGELVERK OCH GENERELL FÖRETAGSMILJÖ. Teknikmognaden i svensk industri generellt och hos det svenska folket är hög och användningen av datorer, surfplattor och annan digital utrustning blir alltmer en naturlig del av vardagen. Politiska initiativ har bidragit till denna utveckling, bland annat genom PC-reformen på 90-talet.

I Sverige är det förhållandevis enkelt och billigt att starta ett företag jämfört med i många andra länder. Intressant att notera är att inställningen till entreprenörskap i det svenska samhället och speciellt bland unga vuxna har förbättrats under senare år.⁽³⁶⁾

En annan styrka som ofta lyfts fram, även om den inte omfattas av Network Readiness Index, är svenskarnas förmåga att samarbeta och samverka kring olika frågor. Sverige har en lång tradition och vana av att samarbeta. Förmågan att samarbeta mellan offentlig sektor, industri och akademi är en betydande framgångsfaktor samt även inom och mellan olika industrisektorer. Ett av många exempel på den svenska samarbetskulturen är Ericssons program "5G for Sweden" som syftar till att stärka industrins konkurrenskraft genom branschöverskridande forskning, nya projekt på universitet och industriella pilotprojekt. Deltagande parter i programmet framgår av bild 16.⁽³⁷⁾



Svenska organisationer är generellt relativt platta vilket är gynnsamt ur ett digitaliseringsperspektiv. Detta eftersom hierarkiska strukturer gör det svårt att nyttja potentialen i nya och ofta tvärfunktionella lösningar.⁽¹⁾

Ur ett internationellt perspektiv är Sverige som nation en attraktiv samarbetspartner vilket är avgörande för globalt inflytande.⁽³⁸⁾

READINESS. Sverige har en hög utbildningsnivå och Stockholm är, sett till andelen med eftergymnasial utbildning, den näst mest välutbildade storstaden i världen. 42 procent av befolkningen har eftergymnasial utbildning och en tredjedel av de anställda med eftergymnasialutbildning är utbildade i naturvetenskap eller andra tekniska discipliner.⁽³⁹⁾ Sverige bedriver även framgångsrik forskning inom bland annat digitalisering och IoT.⁽¹⁾ NRI lyfter dock fram att Sveriges utbildningssystem generellt håller lägre kvalitet än många jämförbara länder samt att speciellt utbildningen inom matematik och naturvetenskapliga ämnen är en utmaning.

ANVÄNDANDE. Svenska marknaden används ofta som testmarknad för nya digitala produkter och tjänster tack vare den höga andelen välutbildade och teknikkunniga *early adopters* kombinerat med marknadens relativt begränsade storlek. Svenskar har ett stort förtroende för digitala lösningar och är duktiga på att ta till sig och använda ny teknik.

Även företagen i Sverige är avancerade användare av digitaliseringslösningar. I en undersökning av Business Sweden, omfattande 20 svenska och utländska företag som nyligen investerat i Sverige, framkommer att förutsättningarna som finns är goda inom till exempel automatiserad tillverkning. För länder som Sverige, med relativt hög lönenivå, är automatiseringen av stor betydelse för att bevara konkurrenskraften.

MERVÄRDE. IKTs samlade effekt på den svenska ekonomin genom teknologiska och icke-teknologiska innovationer bedöms av World Economic Forum vara näst högst i världen.

TEKNIKOMRÅDE. En djuplodande bedömning av styrkor och utmaningar per teknikområde, speciellt i förhållande till andra nationer, är för omfattande för denna kartläggning. Figur 18 ger dock en översikt.

Ytterligare en specifik styrka som Sverige har är IKT-sektorn som är betydligt större än i de flesta EU-länder och som har utgjort en betydande del av Sveriges produktivitetstillväxt det senaste decenniet. Se faktaruta 17 för mer detaljer.

Den starka IKT-sektorn i Sverige

IKT-sektorn utgör en betydande del av svensk ekonomi. År 2014 räknades 6 procent av arbetskraften i Sverige bestå av IKT-specialister¹⁾, vilket är mer än 60 procent högre än EU-genomsnittet.⁽⁴⁰⁾ Myndigheten för tillväxtpolitiska utvärderingar och analyser uppskattar att IKT-sektorn svarade för 42 procent av den totala produktivitetstillväxten i Sverige mellan 2006-2013. IKT-sektorn har vuxit till att bli en vital del av det svenska samhället och näringslivet, och är ett område med en fortsatt stor potential.⁽⁴¹⁾

I Sverige och även Finland har många trådlösa tekniker, såsom GSM, WCDMA, LTE och Bluetooth, uppkommit och utvecklats.⁽⁴¹⁾ Den dynamiska IKT-sektorn har lagt grunden för nystartade bolag såväl som för den mer traditionella industrin. Telekomnät tillverkade av Ericsson hanterar 40 procent av världens globala mobiltrafik. Bolaget omsätter nästan 300 miljarder kronor och har cirka 115 000 anställda världen över⁽⁴²⁾. Ericsson står för majoriteten av hårdvarutillverkningen inom IKT-sektorn i Sverige. Andra större företag inom tillverkning av kompletta produkter och system är bland annat avknoppade enheter ifrån svenska teknikindustrisektorer, till exempel flygindustrin (SAAB). Övriga företag inom tillverkning av hårdvarukomponenter är främst mindre företag medan de något större företagen ofta är kontraktstillverkare.

Sveriges position inom IKT-sektorn är erkänd och på senare tid har nya tech start-ups såsom Spotify, Klarna, King.com,

Kobalt och Mojang etablerats. Dessa företag har på bara några år etablerats och utvecklats till att idag ha marknadsvärden på över 1 miljard dollar.

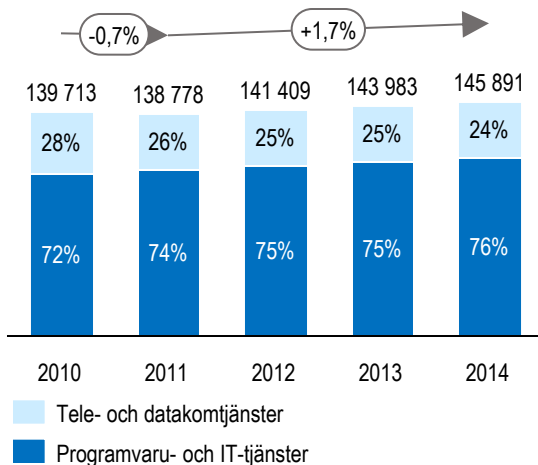
Förklaringarna till den starka IKT-sektorn i Sverige är många, men fyra specifika faktorer lyfts ofta fram som bidragande orsaker. Dessa är ⁽⁴¹⁾:

- Samarbetet mellan Ericsson och Telia (fd. Televerket) och dess investeringar under 70-,80- och 90-talet
- Nyetableringen av IT-företag under internet-hypen i slutet av 90-talet
- PC-reformen som subventionerade privatpersoners köp av PC
- Förbättrad IKT-infrastruktur genom den politiska visionen "Bredband till alla"

I diagrammen nedan beskrivs de två mest betydande delområdena av IKT-sektorn i termer av arbetstillfällen, företag och omsättning. Dessa två delområden är programvaru- och IT-tjänster samt tele- och datakomtjänster. Programvaru- och IT-tjänster är det delområde inom IKT-sektorn som skapar flest arbetstillfällen. Datakonsult och programvaru-producent tillhör de största yrkesgrupperna. Den sammanlagda omsättningen inom programvaru- och IT-tjänster samt tele- och datakomtjänster i Sverige uppgick till cirka 310 miljarder kronor under 2014.⁽⁴³⁾

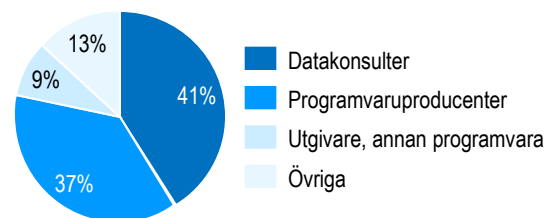
DE TVÅ STÖRSTA BRANSCHSEGMENTEN INOM IT- OCH TELEKOMSEKTORN I SVERIGE

Anställda i Sverige (2014)

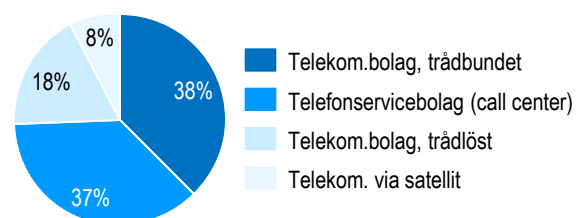


Källa: Statistiska Centralbyrån i Sverige, IT&Telekomföretagen (Almega)

Anställda inom programvaru- och IT-tjänster i Sverige (2014)



Anställda inom tele- och datakomtjänster i Sverige (2014)



1) Eurostat klassificerar IKT-specialister som arbetstagare med en förmåga att utveckla, driva och underhålla IT-system, samt sådana arbetstagare som har IKT-relaterade uppgifter som sitt huvudsakliga arbete. IKT-specialisterna från alla sektorer och bolag har räknats.

UTMANINGAR

NRI som tas fram av World Economic Forum visar tydligt att Sverige även har svagheter. Störst förbättringspotential, i förhållande till andra höginkomstländer, finns enligt NRI inom utbildning, företags- och innovationsklimat samt användning av IKT inom offentlig verksamhet. Dessa utmaningar stämmer även väl överens med de utmaningar som lyfts fram i innovationsagendorna, samt andra studier och undersökningar.

KOMPETENT ARBETSKRAFT. Välutbildad och kompetent arbetskraft är en kritisk faktor för ekonomisk tillväxt och förbättrad produktivitet. Det är människorna som har den kunskap, erfarenhet och kompetens som behövs. PISA 2012 visar att elever i svenska grundskolan ligger under OECD-ländernas medelnivån inom matematik, naturvetenskap och läsning vid 15 års ålder vilket förväntas försämra den framtida kompetensförsörjningen.⁽⁴⁴⁾ Industrin anser att den akademiska utbildningen kan förbättras, till exempel när det gäller samarbete mellan universitet och industri. Dagens system premierar djup inom specifika teknikområden på bekostnad av helhetsförståelse. Spetsforskning tillfredsställer ofta inte behovet från industrin, speciellt när det gäller digitala system, där en bred kompetens från en rad olika fält krävs.⁽⁴⁵⁾

Även demografin i Sverige är en utmaning. Fler människor är på väg att lämna arbetsmarknaden än de som tillkommer, vilket riskerar att leda till arbetskraftsbrist. Tillverkande företag bedömer att risken är stor för att inte lyckas rekrytera tillräckligt med personal med önskade kvalifikationer. Exempel på tre kompetenser som är svåra att rekrytera är operatörer inom programmering, automation och processtyrning.⁽³⁹⁾ På grund av framtida risker sett till arbetskraft är produktivitetsökningar som kan uppnås genom digitalisering ännu viktigare.⁽⁴⁶⁾

Sverige behöver därför tillskott av kompetent arbetskraft vilket bland annat kan uppnås genom lyckad integrering av immigranter på den svenska arbetsmarknaden.⁽³⁹⁾ Ett hinder för specifik internationell rekrytering som ofta nämns är Sveriges relativt höga marginalskatter.⁽²⁾

ENTREPRENÖRSKAP. Sverige tillhör de länder i världen som investerar mest i innovation, men när det gäller att omvandla investeringarna till entreprenörskap finns det andra länder som lyckats bättre. Andelen entreprenörer i Sverige är fortfarande låg jämfört med andra europeiska länder och dessutom är svenska entreprenörers tillväxtambitioner ofta låga.⁽⁴⁷⁾

Den svenska konsensuskulturen medför både fördelar och nackdelar. En av fördelarna är att viktiga aspekter sällan utelämnas eftersom många är involverade i beslutsprocesserna. En nackdel är dock att beslutsfattande kan dra ut på tiden. Utvecklingen inom nya digitala tjänster och produkter går i regel snabbt och experimentell utveckling är ofta av stor vikt vilket gör det viktigt att effektivisera steget från utredning till praktiska test.⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾⁽⁵⁰⁾⁽⁵¹⁾

Ofta lyfts skattesituationen fram som en av Sveriges utmaningar. Den relativt höga kapitalskatten kan leda till att ägare flyttar utomlands. Skattenivån på incitamentsprogram utformade av aktier och aktieoptioner är en av de högsta i världen och marginalskatten anses hämma den generella incitamentsstrukturen.⁽²⁾⁽⁴⁷⁾ Insatser har dock gjorts, bland annat har ett investeraravdrag införts för privatpersoner som investerar i små bolag i ett tidigt skede och dessutom har arbetsgivaravgiften sänkts för anställda inom forskning och utveckling.

INVESTERINGAR. Universitet, företag och svenska staten gör betydande investeringar i forskning och utveckling – sammanlagt 3,3 procent av BNP år 2013.⁽⁵²⁾ Många länder utöver Sverige investerar starkt i forskning och utveckling, inte minst länder utanför Europa som Sydkorea och Taiwan.

Europeiska Kommissionen investerar 80 miljarder Euro i det sjuåriga forskningsprogrammet Horisont 2020. IKT och avancerade tillverkningsmetoder ingår som viktiga möjliggörande teknologier som stödjer industriellt ledarskap i Europa. Svenska företag och forskningsinstitutioner är aktiva i de olika Europeiska programmen och i en sammanställning från oktober 2015 var Sverige rankad åtta av de 28 medlemsländerna sett till både budgetandel och deltagande. Sverige har hittills beviljats bidrag motsvarande cirka 260 miljoner Euro från programmet och är rankad nia sett till antalet ansökningar. Andelen svenska ansökningar som beviljats i Horisont 2020 är högre än genomsnittet.⁽⁵²⁾

I förhållande till jämförbara länder (Nordiska och Benelux-länderna) får Sverige dock lågt bidrag per invånare. I andra länder görs nationella satsningar för att stödja företag och organisationer att söka medel ur programmen,⁽⁵²⁾ till exempel Danmark som nyligen avsatt 11,5 miljoner danska kronor för att stödja samarbeten mellan företag och forskningsinstitutioner som ämnar söka bidrag.⁽⁵³⁾

Världen över görs stora investeringar inom digitaliserings-tekniker och under 2015 presenterades många betydande satsningar, speciellt inom områden relaterade till autonoma fordon.⁽¹⁰⁾ Även i Sverige görs stora satsningar inom området. Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse investerar till exempel 1,3 miljarder kronor under 11 år i WASP (Wallenberg Autonomus Systems Program).⁽⁵⁵⁾ Universitet och företag bidrar med ytterligare 500 miljoner kronor. Programmet ska förstärka den svenska forskningen inom intelligenta fordon, robotar och komplexa, mjukvaruintensiva system i syfte att ta fram system som självständigt kan interagera med människor. Inom programmet "generiska metoder och verktyg för framtida produktion" delar Stiftelsen för Strategisk Forskning ut bidrag motsvarande 250 miljoner kronor inom områdena additiv tillverkning, elektronik, material, robotik och data. Programmet ämnar stödja forskning inom tillverkning och tjänste-produktion.

Fortsatt höga investeringar i Sverige och aktivt arbete av svenska organisationer i de europiska programmen är viktigt för Sverige. En utmaning som tas upp av ett flertal av de agendor och innovationsprogram som ingår i kartläggningen är att Sverige medvetet måste fokusera sina insatser mot områden där Sverige kan inta ledande nischpositioner med utgångspunkt från befintliga styrkor.

FRAGMENTERING. Mycket av forskningen relaterad till digitalisering bedrivs på teknikområdesnivå vilket kan leda till att de olika områdena arbetar isolerat från varandra. I och med att många av digitaliseringens lösningar uppstår genom nya kombinationer av olika teknikområden eller genom att olika teknikområden används i nya sammanhang behövs nya koordineringsmekanismer, samarbetsstrukturer och mötes-platser.

Svenska företag och organisationer är, som tidigare nämnts, bra på att samarbeta över organisationsgränserna. En stor utmaning som digitaliseringen för med sig består därför i att lyckas etablera de ekosystem som behövs för en framgångsrik digitalisering.

SAMMANFATTNING

Sammantaget har Sverige en mycket stark position inom IKT generellt men även inom specifika teknikområden, se bild 18. Utvecklingen inom teknikområdena kommer att fortsätta i hög takt och nya digitala lösningar kommer frekvent att tillkomma. Tillverkningsindustrin utgör basen i svenskt näringsliv och industrins fortsatta konkurrenskraft är starkt beroende av att de fullt ut kan dra nytta av digitaliseringens möjligheter. För att värna om Sveriges intressen så finns det därför all anledning att aktivt stödja den tillverkande industrins digitalisering.

I nästa kapitel redovisas en del förslag på åtgärder för att ytterligare stärka Sveriges position och adressera en del av utmaningarna.

SVERIGES STYRKOR OCH UTMANINGAR PER TEKNIKOMRÅDE

Simulering & Modellering

- STYRKOR**
- Traditionellt framgångsrikt inom modellerings- och simuleringsteknik
 - Kompetens hos globala tillverkningsföretag med komplexa och högförädlade produkter
 - Växande sektor av mjukvaruleverantörer

UTMANINGAR

- Begränsad användning i mindre företag
- Användarvänligheten begränsar en bredare spridning
- Bygga upp samarbetsform och mer generiska simuleringsprogram

System av system

- Hög kompetens inom mjukvara och reglerteknik
- Starkare industriell betoning inom området, jämfört med andra ledande länder (USA och Kina)
- Ericsson och SAAB har stark kunskap om utveckling av komplexa system

- Fragmenterad forskning som främst drivs av forskare inom andra angränsande forskningsområden
- Relativt sett svagare kompetens inom systemutveckling och mjukare aspekter inom området SoS

Big data-analys

- Viktig forskning inom fält som big data-analys bygger på t.ex. data analys, statistik och artificiell intelligens
- Stor mängd data av hög kvalitet
- Offentlig sektor är medvetna om relevansen

- Avsaknad av nationell samverkan för att dela tekniker, verktyg, data och standarder
- Bristande kompetens och kunskap från internationella samarbeten
- Fokuserade forsknings- och utbildningsinsatser

Trådlös kommunikation

- Ledande forskning
- Kluster av universitet och företag
- Världsledande systemkunskap

- Aktörerna är fragmenterade och saknar gemensam strategi och vision
- Kompetensförsörjning
- Operatörerna inte längre drivande i telekomutvecklingen
- Relationen mellan små och medelstora företag

Cybersäkerhet

- Sverige har stark säkerhetskultur och relevant forskning för säkerhetsområdet
- Stora internationella företag utgör en bra lokal marknad för säkerhetslösningar
- Ledande inom angränsande teknikområden med hög relevans för cybersäkerhet, t.ex. sensortechnologi, kommunikationsteknologi och interoperabilitet

- Brist på mötesplatser
- Brist på testbäddar

Smarta elektronik-system

- Hög kompetens inom nischområden
- Tidiga satsningar från storföretag har gjort att starka forskningsmiljöer vuxit fram
- Konkurrenskraftiga företag inom fotonik
- Bra kunskapsnivå inom inbäddade system med höga krav på tillförlitlighet och robusthet
- Testbäddar samt pilot- och demoanläggningar

- Områden utan stora företag eller distinkt definition kan bli underprioriterade
- Svenska små och medelstora företag är underrepresenterade i projekt med offentlig finansiering
- Fragmentering och brist på koordinering mellan aktörer inom exempelvis mikro- och nano-elektronik

Additiv tillverkning

- Inhemska tillverkare av AT system
- Bland de främsta mjukvaruutvecklarna
- Bra tillgång på insatsvaror med ett antal ledande leverantörer

- Jämförelsevis begränsad forskning inom additiv tillverkning
- Begränsad användning utöver prototypstadiet inom svensk industri

Källa: Innovationsagendorna, SWOT-analyser

6. ÅTGÄRDER FÖR ATT FRÄMJA DIGITALISERING

De främsta styrkorna inom svensk tillverkningsindustri är innovationsförmågan och skickligheten att vidareutveckla produkter och tjänster för att förstärka kundvärdet. Förenklat kan kundvärde huvudsakligen skapas på två sätt – ett förbättrat erbjudande eller ett lägre pris.

För att maximalt öka attraktiviteten hos svensk tillverkande-industri måste digitaliseringen användas till att förstärka eller skapa nya kundvärden. Många produkter riskerar annars att bli obsoleta och utkonkurrerade av mer innovativa produkter eller tjänster och hela företag kan komma att bli ersatta av helt nya lösningar och/eller aktörer. Att utnyttja digitaliseringen till effektivisering och kostnadsreduktion, det vill säga att tillverka samma produkter på ett mer effektivt sätt, kommer också att vara nödvändigt. Det är dock inte lika avgörande som att förbättra erbjudandet eftersom tillverkning i Sverige sannolikt ändå kommer att ha en kostnadsnackdel jämfört med de flesta andra länder. Svenska företag tvingas därför huvudsakligen att konkurrera med mer innovativa och värdeskapande produkter och tjänster.

En stor digitaliseringsutmaning för företagen är att ny kunskap och kompetens krävs inom många teknikområden för att vara innovativ och framgångsrik inom utveckling av nya produkter, tjänster och affärsmodeller. Det är dessutom osäkert vilka teknikområden som kommer att få störst betydelse i de olika industrisektorerna och speciellt i de individuella företagens affärsmodeller.

Denna sammanställning av åtgärdsförslag är baserad på uppgifter från programgrupperna som driver de strategiska innovationsområdena och andra rapporter inom området. Industrins ståndpunkter har beaktats indirekt genom deras medverkan i de strategiska innovationsprogrammen och -agendorna.

De rekommenderade åtgärderna ska ses som ett inspel till strategiutvecklingen som kommer att följa denna kartläggning.

Ytterligare validering och detaljering torde dock vara värdefull för utvecklingen av strategin.

INNOVATIONSRAMVERK

Innovationsfrämjande åtgärder spänner över ett brett fält men brukar ofta klassificeras i ett antal olika kategorier. En lämplig uppdelning av de återkommande åtgärdsförslagen är:

ORGANISATION OCH KULTUR. Åtgärder för att gynna Sveriges samarbets- och innovationsmiljö.

KUNSKAP OCH UTBILDNING. Åtgärder som stödjer utvecklingen av ett starkt system för att generera ny kunskap i linje med digitaliseringens behov.

FINANSIERING. Åtgärder för att underlätta finansieringen av tillverkningsindustrins digitalisering.

POLICYS. Lagar, förordningar och andra åtaganden från riksdagen och myndigheter som verkar för att främja digitaliseringen.

Åtgärdsförslagen som presenteras i Vinnovas strategiska innovationsagendor har konsoliderats och sammanfattats. Övriga åtgärder som framkommit under kartläggningen har även adderats till dessa. Viktigt att poängtera är att förslagen behöver vägas mot varandra och prioriteras, vilket inte har gjorts i denna kartläggning.

ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Nedan presenteras en sammanställning av åtgärdsförslag utifrån de fyra kategorierna – organisation och kultur, kunskap och utbildning, finansiering samt policy.

ORGANISATION OCH KULTUR. Samarbetsforum lyfts fram som viktiga för att främja utvecklingen. Samarbeten mellan aktörer i samma och olika branscher, mellan akademi, industri och start-ups, mellan små och stora företag samt mellan användare och forskare är några konstellationer som anses centrala.

Trots olikheter mellan industrisektorerna finns det många gemensamma utmaningar inom digitaliseringen. Exempelvis teknikområdena Simulering och Big data-analys utvecklas ofta inom olika industrisektorer men trots detta är utmaningarna likartade. Genom att samverka och koordinera satsningar mellan olika industrisektorer kan således framsteg inom ett specifikt teknikområde uppnås snabbare. Inom simulering efterlyser man exempelvis mer generiska analysmodeller som kan användas för liknande frågeställningar inom flera industrisektorer.⁽¹⁵⁾⁽¹⁾

Det stora värdet inom tillverkningsindustrin skapas när ett erbjudande förbättras vilket kräver ett samarbete mellan näringsliv och akademi för att akademins kompetens ska komma till sin fulla rätt. För att skapa nya värdefulla applikationer behöver kunskap från universitet och högskolor kombineras med industriell förståelse från praktisk erfarenhet.⁽²⁸⁾ Inom till exempel additiv tillverkning kan denna typ av samarbeten användas för att introducera, utveckla och förstå nya affärsmodeller.⁽³⁵⁾ Mobilitet mellan akademi och näringsliv har lyfts fram som viktigt. Ökad mobilitet ger mer kompetent arbetskraft och ökar därmed Sveriges internationella attraktionskraft.⁽³²⁾

Kluster är viktiga nätverksmiljöer som gynnar innovation, kreativitet och utveckling. Sverige har många starka kluster inom olika IT-områden (figur 19). En strukturerad genomgång rekommenderas för att säkerställa att de viktigaste teknikområdena för digitalisering adresseras och att eventuella gap identifieras. Fortsatt aktivt stöd och utveckling av kluster förespråkas för att fylla dessa gap.⁽³²⁾

Upprättandet av digitala samarbetsplattformar för att underlätta delning av kunskap, erfarenhet, teknik och data är en potentiell åtgärd som kan stärka samarbetet inom många teknikområden och sektorer.⁽³⁵⁾⁽²⁸⁾

Tillgång till testmiljöer lyfts fram som en viktig faktor inom många industrisektorer och teknikområden. Framsteg inom digitaliseringen karakteriseras ofta av högfrekvent iteration mellan utveckling och testning vilket innebär en mer inkrementell utveckling. Därför är åtgärder för att utveckla Sveriges gemensamma testmiljöer för olika tekniker och lösningar inom digitalisering viktiga. Av kostnadsmässiga skäl är det värdefullt att ha tillgång till gemensamma testmiljöer eftersom digitala lösningar ofta kräver stora investeringar.⁽³⁵⁾

För att utveckla Sveriges testmiljöer behöver befintliga miljöer kartläggas och utvärderas varefter brister identifieras och nya miljöer prioriteras.⁽⁵⁷⁾

Vidare förespråkas gemensamma pilotprojekt för att, dels visa upp nya lösningar, men även för att utreda och testa nya tekniker och system i praktiken.⁽⁵⁶⁾ Nationella projekt gör att mindre leverantörer som i regel inte har resurser för större utvecklingsprojekt även får möjlighet att testa och verifiera sina produkter som underleverantörer till de större företagen som driver projekten. På detta sätt kan referenskunder och -projekt skapas även till svenska, mindre företag.⁽³²⁾

Oavsett hur väl Sverige lyckas med framtida kompetensförsörjning och samarbete kommer det inte räcka för att leda utvecklingen inom alla områden. Det är därför viktigt att även säkra internationella samarbeten för utbyte och försörjning av kunskap och kompetens, exempelvis genom vidareutveckling av befintligt samarbete inom EIT Digital (en europeisk organisation vars syfte är att främja digitaliseringen i Europa). Det europeiska samarbetet har en viktig funktion för Sverige.⁽²⁸⁾

EXEMPEL PÅ KLUSTER MED RELEVANS FÖR DIGITALISERING



ROBOTTEKNIK OCH AUTOMATION

Genom organisationen Robotdalen bedrivs samarbete inom robotteknik för industri, service och hälsa. Robotdalen är ett kluster med 2 internationella företagsetableringar, 28 nya företag, 32 nya produkter på marknaden och visionen om att bli en internationellt etablerad innovationsmiljö.

Region Automation är ett samarbetsprojekt för att stärka och synliggöra den redan starka svenska automationsindustrin. Projektet fungerar som mötesplats för olika aktörer inom automation.⁽⁵⁸⁾⁽⁵⁹⁾



DATACENTER

Stora IT-företag som Facebook, Hydro 66 och KNC Miner har etablerat datahallar i Luleå – utvecklingen kan tänkas fortsätta och växa till ett kluster. Tillgången till stabil och miljövänlig energiförsörjning, närheten till universitet, utbildad personal och det svala klimatet för att kyla anläggningarna är bidragande faktorer till utvecklingen. För att underlätta ytterligare tillväxt har kommuner och landsting i området skapat ett samarbetsorgan, Node Pole.⁽⁶⁰⁾



IT

Gemensam drivkraft från näringsliv (initialt Ericsson), Chalmers och Göteborgs stad har resulterat i ett IT-kluster i Lindholmen. I klustret finns tre fokusområden: IKT, transport och design. Från start var ambitionen ett kluster bestående av minst 10 000 personer – idag är antalet som bor, studerar eller arbetar i området över det dubbla. Det nya målet är 30 000 personer år 2020.⁽⁶¹⁾⁽⁶²⁾



IKT

År 1986 gick industri, akademi och offentlig sektor ihop för att göra Kista till en ledande region inom elektronikindustrin. Senare visade det sig att den sektor som varit framstående och idag dominerar samarbetet är radio- och telekommunikation. Idag har området smeknamn såsom Wireless Valley, Mobile Valley eller Nordens Silicon Valley.⁽⁶³⁾⁽⁶⁴⁾

Klustret växer snabbt. Sedan 2007 har antalet sysselsatta inom IKT-sektorn i Kista ökat med 76 procent och klustret utgörs av omkring 630 företag. Andra starka kluster inom trådlös kommunikation finns i Linköping, Göteborg och Lund.⁽³²⁾



INTERNET OF THINGS

I Karlskrona finns ett kluster inom området med fokus på IoT och molntjänster. I området finns TelecomCity Science Park som erbjuder en innovativ miljö och goda möjligheter till samverkan mellan aktörer. Organisationen TelecomCity är en viktig del i utvecklingen och utgör ett affärsnätverk för aktörerna i området.⁽⁶⁵⁾



SPEL

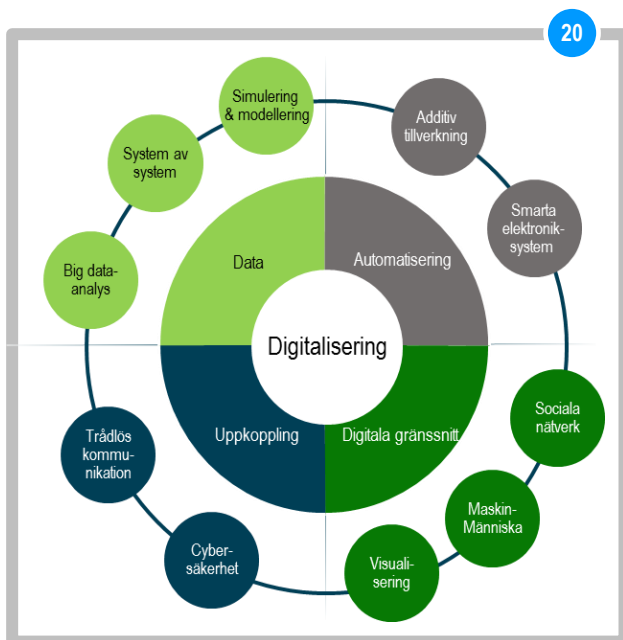
Sverige har potential att bygga upp ett världsledande spelkluster i Stockholm. Redan idag finns stora spelföretag som DICE, Mojang och King.com i området.⁽⁶⁶⁾

KUNSKAP OCH UTBILDNING. Generellt anses den svenska arbetskraften inom digitalisering vara kompetent och konkurrenskraftig. Digitaliseringen av Sveriges tillverkningsindustri kommer dock att kräva ytterligare kompetens och kontinuerlig kunskapsutveckling inom ett antal viktiga teknikområden (figur 20).

Det efterfrågas bättre akademiska strukturer för kunskaps-spridning så att kompetensen inom akademien ska gagna svensk tillverkningsindustri och konkurrenskraft, som exempelvis forskningsprogram kopplade till industrin, fokus på tillämpad forskning eller prioritering av industridoktorander.

Vidare är stöd för att bedriva tillämpad forskning en efterfrågad åtgärd för att snabbare nå framsteg inom digitaliseringen av tillverkningsindustrin.⁽⁵⁶⁾ Stöd för tillämpad forskning eftersöks exempelvis inom big data-analys för att genomföra forskning på fler nivåer, från datainsamling och lagring till ramverk för beräkningar och avancerade analyser och slutligen till forskning och implementering av affärsmodeller.⁽²⁸⁾

Ett orosmoment är det avtagande intresset och kunskaps-nivåerna inom de naturvetenskapliga ämnena i grundskolan. För att säkerställa den långsiktiga kompetensförsörjningen bör åtgärder som främjar intresset för naturvetenskapliga ämnen vidtas redan i tidig ålder.



Ett nationellt kunskapsprogram inom digitalisering anses kunna förbättra kompetensförsörjningen till den svenska arbetsmarknaden. Framtida tillgång och efterfrågan på arbetskraft behöver uppskattas för att utbildningssystemet ska kunna anpassas till att bättre motsvara det framtida behovet. Utöver det nationella programmet är det, ur kompetens- och kunskapssynpunkt, viktigt att Sverige utgör en attraktiv plats för både internationella och lokala talanger.⁽⁴⁷⁾

Inom exempelvis teknikområdena Big data-analys och System av system kommer kunskapen till stor del från experter inom angränsande områden. När teknikområdena ökar i betydelse kommer inte kunskapen från närliggande discipliner att räcka till utan ett mer riktat fokus krävs.⁽²⁸⁾⁽²⁰⁾

Utbildning måste anpassas allt eftersom tekniken utvecklas och förändras, exempelvis efterlyses mer utbildning inom additiv tillverkning och bredare utbildning i praktisk användning av additiva tillverkningssystem.

FINANSIERING. Extra stöd behövs för att lyckas ta tillvara på innovationskraften hos små och medelstora företag (SMF) som inte har möjlighet att göra stora investeringar i forskning och utvecklingsarbeten. Ett sådant stöd kan exempelvis vara att ge skattefördelar till SMF som är under uppbyggnad och bedriver forskning och utveckling eller införa skattelättnader för privatpersoner som agerar investerare. Alternativen för att stötta SMF är många och en utredning kan därför vara värdefull om hur skattelättnader för investeringar och investerare på bästa sätt kan utformas för att stötta användningen av ny teknik.⁽⁴⁵⁾⁽⁴⁷⁾⁽³⁵⁾

För att öka genomslaget av nationella finansieringar bör dessa genomföras så att synergier med EU-projekt uppnås. Inom elektronikk-system fokuserar EUs satsningar exempelvis på sex möjliggörande nyckelteknologier. För att dra nytta av detta föreslås att ett fåtal större satsningar ska lanseras i vilka minst två av de sex teknologierna samverkar.⁽⁴⁵⁾

POLICY. Relativt få förslag på förändringar i myndigheternas agerande lyfts fram. Ett område som har nämnts är i innovationsupphandlingar, speciellt för upphandling av komplexa system. Syftet med att underlätta för innovationsupphandlingar är att gynna utvecklingen av nya affärsmodeller, processer och tekniker.⁽⁵¹⁾⁽⁶⁷⁾ Ett annat område som kan gynna innovation är om myndigheterna var bättre på att tillgängliggöra myndighetsdata.⁽⁵¹⁾

Regelverket för datahantering behöver utvecklas, till exempel behöver reglerna kring tillgänglighet, äganderätt och nyttjanderätt av data som genereras i olika sammanhang utvecklas.⁽⁵¹⁾ Även frågor kring upphovsrätt och piratkopiering av design för additiv tillverkning behöver hanteras.⁽⁶⁸⁾

Det framförs inte så många synpunkter på det generella affärsklimatet i Sverige. Det allmänna intresset för entreprenörskap och hur lätt det är att starta och driva företag i Sverige är också viktigt. Få konkreta förbättringsområden har dock lyfts fram och de huvudsakliga utmaningarna måste därför undersökas närmare innan konkreta åtgärder kan rekommenderas.

AVSLUTNING. De rekommenderade åtgärderna är främst baserade på innovationsagendorna och material sammanställt av de strategiska innovationsprogrammen. Dessa är dock inte opartiska och deras önskemål måste vägas mot varandra och prioriteras vilket inte har gjorts i denna kartläggning. På följande sidor finns en sammanställning över de huvudsakliga åtgärder som presenterats (figur 21) samt några av de detaljerade åtgärdsförslag som innovationsagendorna Additiv tillverkning, Wireless Society och Big Data Analytics har presenterat (figur 22, 23 och 24).

ÖVERSIKT ÖVER REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER

Organisation och kultur



- Underlätta för mobilitet mellan akademi och näringsliv
- Skapa samarbetsforum
- Underlätta för tillväxten av kluster
- Skapa digitala samarbetsplattformar
- Skapa testmiljöer
- Stödja gemensamma pilotprojekt
- Säkra internationella samarbeten

Kunskap och utbildning



- Akademiska strukturer för kunskapsspridning
- Stödja tillämpad forskning
- Främja intresset för naturvetenskap i grundskolan
- Skapa ett nationellt kunskapsprogram

Polisy



- Främja innovationsupphandlingar
- Tillgängliggöra myndighetsdata
- Tydliggöra regelverk för datahantering
- Underlätta entreprenörskap

Finansiering



- Undersöka möjligheterna för skattereduktion
- Utnyttja EU-finansiering effektivare

Källa: Sammanställning av strategiska innovationsagendor och litteratur

FÖRSLAG PÅ SPECIFIKA ÅTGÄRDER INOM UTVALDA TEKNIKOMRÅDEN

ADDITIV TILLVERKNING (AT)

Kompetens och utbildning

- Utveckla och rekommendera AT-kurser på alla universitet och högskolor
- Erbjud alla lärare utbildning i AT
- Utveckla kurser i tillämpad AT för industrin
- Införa 3D-skrivare i skolor och bibliotek

Innovation och forskning

- Forskning om hur AT optimalt kan användas, t.ex. genom geometri, material eller densitet, samt bidra till innovativ design
- Utveckla designmetoder för AT
- Skapa forskningsprogram mellan industri och akademi för att utveckla nya affärsmodeller

Demonstratorer och testbäddar

- Utveckla nationella center för AT
- Genomföra pilotprojekt utöver framtagning av prototyper
- Utreda hur små och medelstora företag kan få finansiering för investeringar i AT-system

Samarbete och samverkan

- Samarbeta mellan de strategiska innovationsprogrammen
- Öka det internationella samarbetet, speciellt genom Horisont 2020
- Samarbeta i värdekedjan för att hitta nya lösningar sett till material och materialkombinationer

Några utvalda åtgärder presenterade i Coming together to lead the way

FÖRSLAG PÅ SPECIFIKA ÅTGÄRDER INOM UTVALDA TEKNIKOMRÅDEN

BIG DATA-ANALYS (BDA)

Stöd för tillämpad forskning som täcker in många nivåer. Inkluderande insamling och lagring, ramverk för beräkningar och analys samt utbyte av data men även forskning och implementering av nya affärsmodeller.

För att stärka konkurrenskraften och utveckla värdefull kompetens måste satsningarna vara riktade mot praktiska tillämpningar. Samarbete mellan industri och akademi är därför nödvändigt.

Potentialen inom respektive område kommer inte att uppnås utan samarbete mellan aktörer, intressen och utvecklingsområden



Kunskap och kompetens inom BDA kommer idag främst från angränsande discipliner. Allteftersom BDA ökar i betydelse kommer det att krävas ökat fokus i utbildningar på universitet och vidareutbildningar inom industrin. Ett nätverk för experter inom BDA kan vara värdefullt.

Ett ekosystem kring BDA-tjänster och -produkter i Sverige kräver gemensamma standarder för att dela data och information i bred utsträckning. En nationell infrastruktur för att dela tekniker, verktyg och dataset, men även erfarenheter och kunskap, är gynnsamt inom BDA.

Källa: Sammanfattning av utvecklingsområden från den strategiska innovations agendan Big Data Analytics

FÖRSLAG PÅ SPECIFIKA ÅTGÄRDER INOM UTVALDA TEKNIKOMRÅDEN

TRÅDLÖS KOMMUNIKATION

Utmaning	Insatser	Resultat	Påverkan
Fragmentering	<ul style="list-style-type: none"> Företagsforskarskolor Testbäddar Gemensamma projekt Samverkan mellan universitet och företag Årlig konferens 	<ul style="list-style-type: none"> Gemensam vision Nätverk och plattformar Ökad samverkan 	<ul style="list-style-type: none"> Ökad konkurrenskraft, speciellt för SMF Ökad attraktionskraft
Tekniska utmaningar	<ul style="list-style-type: none"> Forskarprogram Industriella FoU-program Testverksamhet Testbäddar 	<ul style="list-style-type: none"> Nya produkter och tjänster Specificerade krav Excellens i forskning Beställningar till SMF 	<ul style="list-style-type: none"> Innovativa och hållbara produkter och tjänster Ökad konkurrenskraft Fler patent Mer attraktivt för FoU
Kompetens	<ul style="list-style-type: none"> Högskoleutbildning Företagsforskarskola Stipendier Praktik och utbyte Ökad mobilitet mellan aktörer 	<ul style="list-style-type: none"> Bredare och djupare kompetens Motiverade studenter Kompetenta medarbetare 	<ul style="list-style-type: none"> Attraktiv utbildning och forskning Fler ingenjörer till sektorn Kompetens ger SMF förutsättningar att växa
Tid och resurser	<ul style="list-style-type: none"> Multilaterala projekt mellan industri och universitet SMF som underleverantörer 	<ul style="list-style-type: none"> Kunskapsutbyte och nätverk Ökad kreativitet Referenskunder till SMF 	<ul style="list-style-type: none"> Konkurrenskraftiga produkter och tjänster Konkurrenskraftiga SMF Fler patent
Synlighet	<ul style="list-style-type: none"> Årlig analys av området Årlig konferens Publiceringar 	<ul style="list-style-type: none"> Stärker identitet för området Attrahera internationella företag och studenter Del av varumärket för Sverige 	<ul style="list-style-type: none"> Allmänna medvetenheten om trådlös kommunikation ökar Ökad acceptans för ny teknik Attrahera investeringar

Källa: SIA, Wireless Society

ABB's YuMi robot

- YuMi, lanserad i april 2015, är en samarbetande robot för t.ex. montering av små komponenter i produktion
- Den unika samarbetsförmågan människa-till-robot möjliggör högre automatiseringsgrad



KARTLÄGGNINGENS BEGRÄNSNINGAR

Metoden som används i denna kartläggning ger upphov till ett antal begränsningar som bör beaktas inför planering av det fortsatta arbetet med uppdraget att främja digitaliseringen av svensk tillverkningsindustri.

Kartläggningen som genomförts är, som inledningsvis nämnts, en litteraturstudie. Arbetet har därför inte direkt involverat den svenska tillverkningsindustrin och inte heller har nyckelpersoner inom teknikområdena engagerats i arbetet. I det fortsatta arbetet kan det därför vara av vikt att använda andra datainsamlings- och analysmetoder för att fånga både bransch- och teknikområdesspecifika kunskaper, erfarenheter och behov.

Litteraturen som använts för att kartlägga Sveriges styrkor, utmaningar och förslag till åtgärder har huvudsakligen utgått ifrån material som skapats inom ramen av Vinnovas strategiska innovationsområden (SIO).

En begränsning med flera av agendorna och programmen som SIO omfattar är att de tagits fram i ett annat, oftast bredare syfte, och inte fokuserat på digitalisering. En annan utmaning är att en del av innehållet i dokumenten potentiellt återspeglar författarnas egna kunskaper, åsikter och intressen vilket kan ha påverkat tillförlitligheten och objektiviteten i kartläggning. Konsekvensen är att speciellt Sveriges styrkor, utmaningar och förslag på åtgärder inte når den precision och detaljnivå som alternativa källor hade kunnat bidra med. För att komplettera denna kartläggning skulle en inventering av tillverkande företags utmaningar och behov, genomlysning av det svenska forskningsläget per teknikområde samt översyn av de större pilotprojekten och befintliga testmiljöer vara gynnsamt.

Trots dessa begränsningar ger kartläggningen en bra övergripande bild av de teknikområden som är av betydelse för svensk tillverkningsindustri. Kartläggningen utgör vidare en solid grund för nästföljande steg i arbetet som kommer att omfatta framtagandet av en strategi och handlingsplan för att främja digitaliseringen av svensk industri.

Additiv tillverkning av implantat

- Arcam erbjuder system för additiv tillverkning av metallkomponenter och är en innovatör inom ortopediska implantat och komponenter till flygindustrin
- Bilden visar ett huvudanpassat Cranio-Maxillofacial-implantat tillverkat med Arcams EBM (Electron Beam Melting) teknologi



REFERENSER

- 1 Luleå Tekniska Universitet (LTU) (Vinnova SIA), "National Agenda for the Internet of Things", (2014)
- 2 Teknikföretagen, "Industri, Innovation och Välförstånd", (2014)
- 3 ECSIP Consortium, "Study on the relation between industry and services in terms of productivity and value creation", (2014)
- 4 Vinnova, "Förutsättningar för Innovationspolitik i Sverige - Analysbilaga", (2015)
- 5 Europeiska Kommissionen (Press Release Database), "Commission calls for immediate action for a European Industrial Renaissance", 22.1.2014
- 6 Roland Berger, "The Digital Transformation of Industry", (2015)
- 7 IHS, "Self-Driving Cars Moving into the Industry's Driver's Seat" (2014)
- 8 Vinnova, "Automated Transport Systems – a Strategic Research and Innovation Agenda", (2013)
- 9 Roland Berger och Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen "Studie Index Automatisierte Fahrzeuge 2. Quartal 2015" (2015)
- 10 Nokia.com (Releases), "Nokia completes next stage of transformation with agreement to sell HERE to automotive industry consortium at an enterprise value of EUR 2.8 billion", 3.8.2015
- 11 Wärtsilä.com, "Resources, Virtual Engineering for enhanced services", (2015)
- 12 ABB.com (Press releases), "ABB introduces YuMi", (2015)
- 13 Den svenska metallindustrins branschorganisationer (Jernkontoret, Svenskt Aluminium och Svenska Gjuteriföreningen), "Nationell samling kring metalliska material", (2013)
- 14 PI-Nordic (Vinnova SIA), "A Strategic research and innovation agenda for process intensification and innovation in process industries", (2014)
- 15 Virtual Nation (Vinnova SIA), Svensk kraftsamling kring numerisk simulering, (2013)
- 16 Vinnova SIA, "InnovAT - Strategic Agenda for Innovative Tooling Technology", (2013)
- 17 Automotorsport.se, "Volvos nya chassissimulator – används av Ferrari och Porsche", (2015)
- 18 Media.volvocars.com, "Volvo Cars uses the world's most advanced chassis simulator to develop the next generation of its cars", (2015)
- 19 Svensk Gjuteriindustri et al. (Vinnova SIA), "Gjutna Produkter", (2013)
- 20 Swedish ICT (Vinnova SIA), "Systems-of-systems for border-crossing innovation in the digitized society", (2015)
- 21 Fordonsstrategisk Forskning & Innovation (FFI), "Programbeskrivning för strategiskt initiativ Big Automotive Data Analytics", (2015)
- 22 SKF Årsredovisning (2014)
- 23 Roland Berger, "Automotive 4.0 – Threat or opportunity for incumbents?", (2015)
- 24 Volvo.com (Bigdata.teradata.com/Volvo), "Data driven companies want to win", (2015)
- 25 SAS.com, "Volvo – Big data and analytics use cases", (2015)
- 26 TensorFlow.org, "About us", (2015)
- 27 Europeiska kommissionen (European Commission), "Business innovation observatory – Big data", (2013)
- 28 SICS Swedish ICT (Vinnova SIA), "Big Data Analytics - A Research and Innovation Agenda for Sweden", (2013)
- 29 European Patent Office (Statistics), "European patent applications filed in 2014 – Leading fields of technology in 2014", (2015)
- 30 Ericsson (White Paper), "5G Radio Access", (2015)

- 31 Bluetooth.com (Press Releases), "Bluetooth Technology to Gain Longer Range Faster Speed Mesh Networking in 2016", (2015)
- 32 Wireless Society (Vinnova SIA), "Med svensk innovationsförmåga behåller vi ledningen inom trådlös kommunikation", (2014)
- 33 Säkerhet- och försvarsföretagen et al. (Vinnova SIA), "Säkerhet", (2013)
- 34 Acreo Swedish ICT et al., (Vinnova SIA), "Smarter electronic systems for Sweden", (2013)
- 35 Umeå Universitet (Vinnova SIA), A Swedish Agenda for Research and Innovation Within Additive Manufacturing and 3D Printing, (2013)
- 36 World Economic Forum, "The Global Information Technology Report 2015 – ICTs for Inclusive Growth", (2015)
- 37 Ericsson.com (News), "Ericsson launches '5G for Sweden' with industry and academic partners", (2015)
- 38 Teknikföretagen (Vinnova SIA), "Produktion i Sverige 2030 - Strategisk innovationsagenda för svensk produktion", (2013)
- 39 The Brookings Institution och Stockholms Handelskammare, "Global Stockholm – Profiling the Capital Region's International Competitiveness and connections", (2015)
- 40 Eurostat Statistics, "ICT Specialist per EU country", 2005-2014
- 41 Switzerland Global Enterprise: "Sweden's ICT market report", (2013)
- 42 Ericsson Årsredovisning 2014
- 43 IT&Telekomföretagen.se "Anställda inom IT och Telekombranschen", (2015)
- 44 OECD, "Pisa 2012 Results in Focus. What 15-year-olds know and what they can do with what they know", (2012)
- 45 Smartare Elektroniksystem (Vinnova SIP SWOT-analys), Electronic Components & Systems, (2015)
- 46 PwC, "The Smart Manufacturing Industry", (2015)
- 47 The Boston Consulting Group, "Launching a New Digital Agenda. How Sweden can become the global leader in digitization and technology", (2015)
- 48 Roland Berger, "Automotive Insights - The Future of Automotive", (2015)
- 49 Drive Sweden (Vinnova SIP SWOT-analys), "Automatiserade Transportsystem", (2015)
- 50 STRIM (Vinnova SIP SWOT-analys), "Strategic Innovation Programme for the Swedish Mining and Metal Producing Industry", (2015)
- 51 IQ Samhällsbyggnad (Vinnova SIP SWOT-analys) Smart Built Environment, Digitalisering i samhällsbyggandet, (2015)
- 52 Europeiska kommissionen, "Horizon 2020 - First Results", (2015)
- 53 Finans.dk, "Danske forskere skovler millioner af støttøkroner til sig", 6.12.2015
- 54 LA Times, "Toyota invests \$1 billion in artificial intelligence in U.S." 6.11.2015
- 55 Wallenbergstiftelserna (Pressmeddelanden), "1,8 miljarder kronor till forskning om autonoma system och mjukvaruutveckling" 28.5.2015
- 56 Teknikföretagen (Vinnova SIP SWOT-analys), "SWOT utifrån det strategiska innovationsprogrammet Produktion 2030, (2015)
- 57 Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA) (Vinnova SIP SWOT-analys), "Nationell Agenda Internet of Things", (2015)
- 58 Robotdalen.se (2015)
- 59 Automationregion.com (2015)
- 60 NyTeknik.se, "Flera datahallar i kyliga Norrbotten", 3.11.2014

- 61** Lindholmen.se (Lindholmen Science Park) (Nyheter), "Från världsledande varvsindustri till Science Park", 4.2.2014
- 62** Lindholmen.se (Lindholmen Science Park) (Verksamheten), (2015)
- 63** Kista.com (About) "How Kista Science City became one of the world's leading ICT clusters", (2015)
- 64** KTH.se (ICT/Om skolan), "Kista Science City", (2015)
- 65** Naringsliv.se, "Ett av världens främsta ICT-kluster får en nystart efter 20 år – TelecomCity utvecklar sin roll som Science Park", (2015)
- 66** Interactive Institute svenska ICT (Vinnova SIA), "AGENDA: GAME", (2013)
- 67** INNOVAIR (Vinnova SIP SWOT-analys), "Digitalisering ur ett Innovair perspektiv med SWOT-analys och förslag till åtgärder", (2015)
- 68** Den svenska metallindustrins branschorganisationer (Vinnova SIP SWOT-analys), "SWOT-analys Metalliska material och digitalisering", (2015)

LITTERATURLISTA

ABB.com (Press releases), "ABB introduces YuMi", (2015)

Arcam.com, "Technology - Electron Beam Melting", (2015)

Automationregion.com, (2015)

Bluetooth.com (Press Releases), "Bluetooth Technology to Gain Longer Range Faster Speed Mesh Networking in 2016", (2015)

Business Sweden, "Därför tillverkar vi i Sverige. Drivkrafter och förutsättningar för tillverkningsindustrin i Sverige 2015", (2015)

CSAIL, MIT, "Data Science Machine Crunches Numbers Faster and More Effectively Than Most Humans", (2015)

Den svenska metallindustrins branschorganisationer (Jernkontoret, Svenskt Aluminium och Svenska Gjuteriföreningen), "Nationell samling kring metalliska material", (2013)

Den svenska metallindustrins branschorganisationer (Vinnova SIP SWOT-analys), "SWOT-analys Metalliska material och digitalisering", (2015)

DN.se, "Nokia säljer HERE till bilindustrin", 3.8.2015

Drive Sweden (Vinnova SIP SWOT-analys), "Automatiserade Transportsystem", (2015)

ECSIP Consortium, "Study on the relation between industry and services in terms of productivity and value creation", (2014)

Energy.Siemens.com, Sustainable Energy, Siemens Gas Turbines, (2015)

Entreprenörskapsforum, "Sweden's Position in the Global Economy", (2012)

Ericsson.com, "About Us", (2015)

European Patent Office (Statistics), "European patent applications filed in 2014 – Leading fields of technology in 2014", (2015)

Europeiska kommissionen (European Commission), "Business innovation observatory – Big data", (2013)

Europeiska Kommissionen (Press Release Database), "Commission calls for immediate action for a European Industrial Renaissance", 22.1.2014

Europeiska kommissionen, "Horizon 2020 - First Results", (2015)

Eurostat (Statistics), "ICT Specialists in the EU", (2015)

Finans.dk, "Danske forskere skovler millioner af støttekroner til sig", 6.12.2015

Fordonsstrategisk Forskning & Innovation (FFI), "Programbeskrivning för strategiskt initiativ Big Automotive Data Analytics", (2015)

Goldman Sachs, "Global Investment Research", (2014)

IHS, "Self-Driving Cars Moving into the Industry's Driver's Seat" 2.1.2014

INNOVAIR (Vinnova SIP SWOT-analys), "Digitalisering ur ett Innovair perspektiv med SWOT-analys och förslag till åtgärder", (2015)

Interactive Institute Swedish ICT (Vinnova SIA), "AGENDA: GAME", (2013)

IQ Samhällsbyggnad (Vinnova SIP SWOT-analys) Smart Built Environment, Digitalisering i samhällsbyggandet, (2015)

IQ Samhällsbyggnad (Vinnova SIP SWOT-analys) Smart Built Environment, Digitalisering i samhällsbyggandet, (2015)

IT&Telekomföretagen.se "Anställda inom IT och Telekombranschen", (2015)

Kista.com (About) "How Kista Science City became one of the world's leading ICT clusters", (2015)

KTH.se (ICT/Om skolan), "Kista Science City", (2015)

Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA) (Vinnova SIP SWOT-analys), "Nationell Agenda Internet of Things", (2015)

Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), "Nationell Agenda Internet of Things", (2013)

LA Times, "Toyota invests \$1 billion in artificial intelligence in U.S." November 6, 2015

Lindholmen.se (Lindholmen Science Park) (Nyheter), "Från världsledande varvsindustri till Science Park", 4.2.2014

Lindholmen.se (Lindholmen Science Park) (Verksamheten), (2015)

Luleå Tekniska Universitet (LTU) (Vinnova SIA), "National Agenda for the Internet of Things", (2014)

Naringsliv.se, "Ett av världens främsta ICT-kuster får en nystart efter 20 år – TelecomCity utvecklar sin roll som Science Park", (2015)

Nokia.com (Releases), "Nokia completes next stage of transformation with agreement to sell HERE to automotive industry consortium at an enterprise value of EUR 2.8 billion", 3.8.2015

NyTeknik, "Huawei i täten men nya utmaningar väntar" 6 November 2015

NyTeknik.se, "Flera datahallar i kyliga Norrbotten", 3.11.2014

OECD, "Pisa 2012 Results in Focus. What 15-year-olds know and what they can do with what they know", (2012)

PI-Nordic (Vinnova SIA), "A Strategic research and innovation agenda for process intensification and innovation in process industries", (2014)

PwC, "The Smart Manufacturing Industry", (2015)

Robotdalen.se (2015)

Rock Tech Centre (RTC) (Vinnova SIA), Strategic Research and Innovation Agenda for the Swedish Mining and Metal Producing Industry (STRIM), (2015)

Roland Berger, "Automotive Insights - The Future of Automotive", (2015)

Roland Berger, "Autonomous Trucks - A realistic long-term opportunity?", (2015)

Roland Berger, "Automotive 4.0 – Threat or opportunity for incumbents?", (2015)

Roland Berger, "Can European Start-ups crack the code?", (2015)

Roland Berger, "COO Insights - Industry 4.0", (2014)

Roland Berger, "Next Generation Additive Manufacturing", (2015)

Roland Berger, "The Digital Transformation of Industry", (2015)

Rolls-Royce.com, (2015)

SAS, "Volvo - Big Data and Analytics Use Cases", (2015)

SICS Swedish ICT, "Big Data Analytics - A Research and Innovation Agenda for Sweden," (2013)

- SKF "Investors, Forskning och Utveckling Inom Tillverkning", (2015)
- SKF, Årsredovisning 2014
- SKF.com, "About us", (2015)
- Smartare Elektroniksystem (Vinnova SIP SWOT-analys), Electronic Components & Systems, (2015)
- Statistiska Centralbyrån i Sverige (SCB), (2015)
- STRIM (Vinnova SIP SWOT-analys), "Strategic Innovation Programme for the Swedish Mining and Metal Producing Industry", (2015)
- Styrgruppen för Hållbar Transport 2050 (Vinnova SIA), "Nationell kraftsamling - Transport 2050", (2013)
- Swedish ICT (Vinnova SIA), "Systems-of-systems for border-crossing innovation in the digitized society", (2015)
- Svensk Gjuteriindustri et al. (Vinnova SIA), "Gjutna Produkter", (2013)
- Switzerland Global Enterprise: "Sweden's ICT market report", (2013)
- Säkerhet- och försvarsföretagen et al. (Vinnova SIA), "Säkerhet", (2013)
- Teknikföretagen (Vinnova SIA), "Produktion i Sverige 2030 - Strategisk innovationsagenda för svensk produktion", (2013)
- Teknikföretagen (Vinnova SIP SWOT-analys), "Sveriges styrkor, utmaningar, möjligheter och hot utifrån det strategiska innovationsprogrammet Produktion2030", (2015)
- Teknikföretagen, "Industri, Innovation och Välförstånd", (2014)
- TensorFlow.org, "About us", (2015)
- The Boston Consulting Group, "Launching a New Digital Agenda. How Sweden can become the global leader in digitization and technology", (2015)
- The Brookings Institution, "Global Stockholm – Profiling the Capital Region's International Competitiveness and connections", (2015)
- Umeå Universitet (Vinnova SIA), A Swedish Agenda for Research and Innovation Within Additive Manufacturing and 3D Printing, (2013)
- Trådlös Kommunikation, Wireless Society (Vinnova SIA), "Med svensk innovationsförmåga behåller vi ledningen inom trådlös kommunikation", (2014)
- Wallenberg.com (Pressmeddelanden), "1,8 miljarder kronor till forskning om autonoma system och mjukvaruutveckling" 28.5.2015
- Vinnova SIA, "InnovAT - Strategic Agenda for Innovative Tooling Technology", (2013)
- Vinnova SIA, Automated Transport Systems – a Strategic Research and Innovation Agenda, (2013)
- Vinnova, "Företag inom informations- och kommunikationsteknik i Sverige 2007-2011" (2013)
- Vinnova, "Förutsättningar för Innovationspolitik i Sverige - Analysbilaga", (2015)
- Virtual Nation (Vinnova SIA), Svensk kraftsamling kring numerisk simulering, Strategisk forsknings- och innovationsagenda inom simulering för perioden 2014-2030, (2013)
- Volvo Cars, "Data Driven Companies Want To Win" (2015)
- Volvo Cars, "Volvo Concept 26", (2015)
- World Economic Forum, "The Global Information Technology Report 2015 – ICTs for Inclusive Growth", (2015)
- Wärtsilä.com, "Resources, Virtual Engineering for enhanced services", (2015)



12010111010100100101010100101
1101010111001010111101010020011011
1111101101101011101101011010101101
111111000101011111101101010110101111
10101110101101011010101100111110101
11111010101011010101011010111111111

10101101101010110 ✓

Vinnova är Sveriges innovationsmyndighet och stärker Sveriges innovationskraft för hållbar tillväxt och samhällsnytta. Vinnovas vision är att Sverige ska vara ett globalt ledande forsknings- och innovationsland som är attraktivt att investera och bedriva verksamhet i. Vinnova främjar samverkan mellan företag, universitet och högskolor, forskningsinstitut och offentlig verksamhet genom att stimulera ökat nyttiggörande av forskning, investera långsiktigt i starka forsknings- och innovationsmiljöer och genom att utveckla katalyserande mötesplatser. Läs mer på www.vinnova.se



Roland Berger, grundat 1967, är det enda globalt ledande konsultbolaget inom strategiområdet med Europeiskt ursprung. Med 2 400 anställda i 36 länder har vi framgångsrik verksamhet i alla stora internationella marknader. Roland Berger rådgiver stora internationella industri- och tjänstebolag samt publika organisationer. Våra tjänster omfattar samtliga managementkonsultområden, från strategisk rådgivning till implementation. I Sverige har Roland Berger kontor i Stockholm och Göteborg. Läs mer på www.rolandberger.se

