



AI

& Digitala Plattformer

EN SYSTEMANALYS FRÅN
PIIA OCH BLUE INSTITUTE

Swedish IndTech

Hur Artificiell Intelligens & Digitala Plattformer förändrar industrin

Om PiiA

PiiA (Processindustriell IT & Automation) är ett strategiskt innovationsprogram för svensk råvaru- och processindustri och svenska teknikleverantörer. PiiAs mål är att industri-, akademi- och teknikleverantörer tillsammans ska utveckla världsledande teknik, processer och affärer som skapar hållbar tillväxt och tar nya andelar på världsmarknaden – såväl när det gäller förädlade svenska naturresurser som inom industriell digitalisering. PiiA genomför sitt uppdrag baserat på ledande kännedom om industriell digitalisering, goda nätverk inom industrin och akademien och genom projektfinansiering från VINNOVA.

De områden som PiiA adresserar är IndTech (teknologi anpassad för industriell användning), skogsindustrin, gruvindustrin, stål och metall, kemisk industri, livsmedel och läkemedel samt vatten och avlopp och även energiproduktion och användning inom nämnda områden.

Om Blue Institute

Blue Institute hjälper individer och organisationer att förstå och forma sin framtid. Vi tror att lärande och kunskap växer genom dialog, där man både är förankrad i sin unika situation och öppen för att ta till sig av andra perspektiv. Därför skapar vi kontexter att mötas i, leder processer och tillhandahåller olika typer av analysarbete som leder till bättre beslut.

Blue Institute grundades 2007 med syftet att främja forskning och kunskapsutveckling inom marknad, företagande och organisation. Vi verkar för en ökad förståelse om ledarskapets roll i förändringar och för samhällsekonomisk tillväxt.

TITEL	[AI] & DIGITALA PLATTFORMAR
HUVUDFÖRFATTARE	ÖRJAN LARSSON
SERIE	PiiA INSIGHT, SWEDISH INDTECH
UTGIVEN	OKTOBER 2019
UTGIVARE	BLUE INSTITUTE OCH PIIA INSIGHT

Innehåll

Förord	6
Sammanfattning	8
Del 1. Marknaden	14
Del 2. Tekniken	70
Industriexempel	30, 54, 66, 88
Fortsättningen	94
Svenska insatser för utveckling inom AI-området (i juli 2019)	96
Begrepp	98
Källförteckning	99





2018 beslutades om en utveckling och förstärkning av Vinnovas insatser i satsningarna på artificiell intelligens och säker datatillgång. Under de kommande tio åren ska 200 miljoner kronor satsas årligen, varav minst 50 miljoner utgörs av riktade AI-satsningar. Målet är att stärka utvecklingen av samverkansmiljöer som arbetar med forskning, innovation och utbildning, samt att stärka avancerade infrastrukturer för data, testning och teknik.

De strategiska innovationsprogrammen (SIP) är en långsiktig satsning på strategisk innovation som Vinnova gör tillsammans med Energimyndigheten och Formas. I dagsläget pågår sjutton program. Inget av programmen är i sig inriktade mot artificiell intelligens, men de kan ha en projektverksamhet som till delar kan syfta till utveckling av artificiell intelligens eller relaterade tekniker och tillämpningar.

Under 2019 ska programmen arbeta fram strategier för hur artificiell intelligens ska integreras i utlysningar och projekt och därmed bidra till att öka innovationspotentialen på det egna området. Programmen ska jobba med omvärldsanalyser (för att förstå det egna områdets behov) och nulägesanalyser (av den egna portföljen av projekt) för att identifiera glapp och behov. Fokus ska ligga på såväl behov och möjliga tillämpningar som på potentiella tillämpningsområden.

Den föreliggande rapporten är resultatet av PiiA programmets studie av AI-området och slutsatser för industrin och för programmets fortsatta inriktning.

Förord

Syftet med denna studie är tvåfaldigt: att ge industrin en bedömning av AI-utvecklingens relevans som förändringskraft, samt att skapa ett internt underlag för PiiAs framtida utvecklingssatsningar där AI kan beskrivas som nästa fas av industrins digitalisering. De båda syftena är förstuds förenliga med rapportens ambition: att nå målgruppen industriledare som ett kunskapsunderlag för vidare aktiviteter i respektive företag.

Den tekniska industriutvecklingen är full av ambitioner som till sist endast blev "en fluga" och till kostsamma återvändsgränder. Vi har under arbetet med studien därför lagt möda på att bedöma AI-utvecklingen genom att betrakta olika förändringsvektors magnitud och riktning.

Dels försöker vi förstå kraften i efterfrågan på AI genom att bedöma de ekonomiska effekterna på makronivå. Det handlar om produktivitet och kvalitativa värden i olika led av värdesystemen. Dels försöker vi bedöma teknikutbudet genom att analysera satsningar som pågår globalt och genom den akademiska forskningens inriktning. Vi har också lagt väsentlig möda på att förstå de stora kommersiella, tillämpade, krafterna som nu är avgörande för utvecklingen i kort och medellångt perspektiv.

Vi har också strävat efter att sätta AI-utvecklingen i perspektivet av den systemiska utveckling som pågår och kännetecknas av att företagens IT-resurser *plattformiseras*, det vill säga att automations- och IT-stöd flyttas till molnet vilket skapar en ny konkurrensdynamik.

Vi har till sist försökt omsätta den stora bilden till effekter på fabriksgolven och återkommer till välkända begrepp som VU eller verksamhetsutveckling som med hjälp av AI som råstark teknik faktiskt i vissa fall kan göra det tidigare omöjliga möjligt.

Rapporten har disponerats i två huvudavsnitt: **Marknaden** där vi bedömer utvecklingen och konsekvenser på fabriksgolven. **Tekniken** som ger en fördjupning i strukturerna för industriell IT och i maskininlärningstekniken. Rapporten avslutas med några praktiska exempel från industrin.

Projektet har skett i samverkan mellan PiiA och Blue Institute med värdefulla inspel från Blue Institutes nätverk av koncernchefer och industriledare på alla nivåer. Ett stort tack framförs härmed till alla som bidragit till tillkomsten av denna studie!

Västerås i september 2019

Peter Wallin
Programchef, PiiA

Benjamin Ståhl
VD, Blue Institute

Örjan Larsson
Programchef, Blue Institute
Senior Rådgivare, PiiA Insight

" Syftet med denna studie är tvåfaldigt: att ge industrin en bedömning av AI-utvecklingens relevans som förändringskraft, samt att skapa ett internt underlag för PiiAs framtida utvecklingssatsningar där AI kan beskrivas som nästa fas av industrins digitalisering.

Sammanfattning

Den här studien beskriver AI-områdets dynamik: en stor potential som driver efterfrågan; en snabb teknikutveckling och ökande grad av användning inom industrin; samtidigt som det är den praktiska tillämpningen, inte teknikutvecklingen i sig, som skapar värden.

Syftet med studien är framförallt att sprida kunskap till industrin. Den kommer också utgöra en grund för PiiAs fortsatta arbete i öppna utlysningar och riktade strategiska projekt. Studiens grundläggande ansats innebär att undersöka industrins efterfrågan på AI och hur teknikutbudet utvecklas.

Men även om AI är ett brett och dynamiskt samlingsbegrepp så bör det betraktas i ett ännu bredare sammanhang av industriell digitalisering. Det är inte enbart en fråga om teknikutveckling, utan lika mycket om tillämpning och applikationskunskap. För att realisera potentialen i AI krävs

förmåga till förändring i det enskilda företaget, men också förmågan att hantera utbyten och interaktion i föränderliga ekosystem.

Här följer nu en genomgång över de huvudsakliga mönster vi urskiljer i marknadssystemet och studiens övergripande slutsatser. Vi avslutar avsnittet med konkreta rekommendationer för programverksamheten i PiiA och för det vidare innovationssystemet, som i korthet innebär en kraftsamling där de strategiska innovationsprogrammets kompetenser koordinerat kommer industrin till fördel.



Figur 1: I studien bedöms AI-utvecklingen dels utifrån industrins efterfrågan som underliggande drivs på av möjligheterna till värdeskapande. Dels utifrån teknikutbudet med forskning, utveckling och omställning av leverantörssystemet.

II Om potentialen realiseras kommer effekterna av AI på produktivitetens utvecklingen övertrumpas tidigare teknologiskiften från ångan, till robotisering och IT med minst den dubbla takten.

1 Drivkrafterna från ökat industriellt värdeskapande är avsevärda

Efterfrågan på industriell AI ökar i takt med insikterna om de värden som tekniken kan frigöra. Teknikutvecklingen, som för gemene man pågått under ytan det senaste decenniet, blommar ut och kan matchas mot analyser om möjliga ekonomiska effekter och alltmer av praktisk tillämpning och investeringar. Globalt kan utvecklingen leda till stora ekonomiska effekter, och är inte minst betydelsefull om man ser till samhällsutmaningar kopplade till befolkningstillväxt, klimat och miljö.

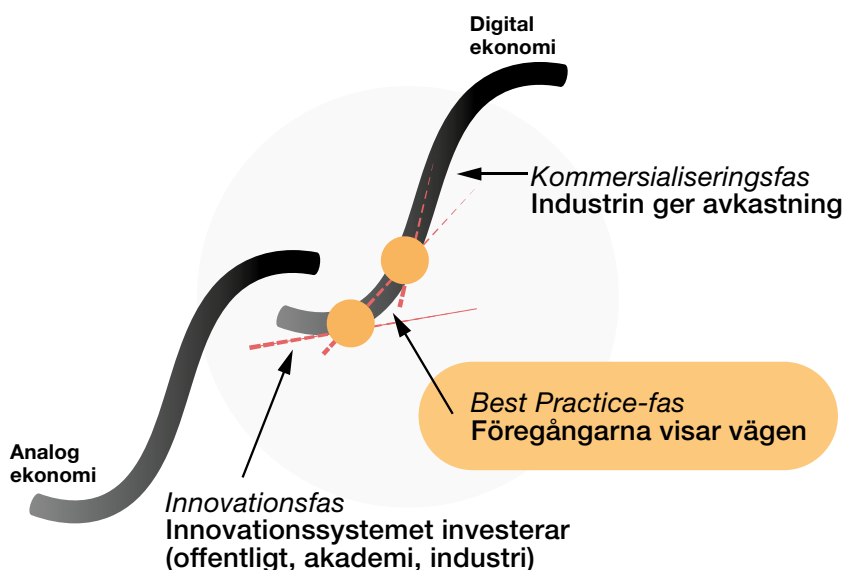
Flera analyser av effekterna av AI på produktivitet och tillväxt på global nivå beskriver en enorm potential. Även fast analysernas tidshorisonter och branschmässiga inriktningar skiljer sig åt, är den samlade bedömningen att effekterna är avsevärda. Det handlar om effekter på arbetsproduktivitet och effekter i köparled som anpassning, kvalitet och tidsbesparingar.

Om potentialen realiseras kommer effekterna av AI på produktivitetens utvecklingen övertrumpas tidigare teknologiskiften från ångan, till robotisering och IT med minst den dubbla takten.

Baserat på samma antaganden som används i globala analyser men översatt till svenska förhållanden, beräknar vi att värden på mellan 22 och 45 miljarder kronor per år kan frigöras enbart i PiiAs målindustrier.

Den här studiens slutsats är därför att drivkrafterna är så starka att AI är här för att stanna, att AI verkligen har potential att förändra världen och industrin, och att AI retrospektivt kommer att betraktas som en revolution för produktionsekonomin.

Frågan är om vi kommer att se en explosion och omvälvande etablering av AI inom industrin i närtid, eller om tekniken kortsiktigt snarare leder till mindre, utspridda förändringar. Det beror i sin tur på hur långt teknikutvecklingen kommit och i vilken utsträckning industrin tar till sig den.



2 Det är skördetid för teknikutvecklingen

Inom PiiA har vi under en serie av år följt utvecklingen av industriell digitalisering och genom att bedöma de globala FoU-insatserna sökt förstå styrkan i utvecklingen. Beaktat vissa gränsdragningsproblem är bedömningen att insatserna de senaste åren legat i en takt av 1 500 miljarder kronor fördelat på tre aktörsnav: *privat-publika nationella satsningar* (exempelvis PiiA, P2030 och Industrie 4.0), *techföretagens investeringar* i moln och AI, samt *IKT + automationsindustrin*.

Utvecklingsprojekten lämnar nu laboratorierna och söker sig ut på marknaden först i innovationsprojekt, sedan som best practice för att så småningom med kommersiell kraft penetrera marknaden.

Vår analys ger att händelsecentrum nu rör sig in i *best-practice-fasen*. Bedömningen baseras dels på att FoU-investeringarna börjar ge avkastning;

dels att standardiseringsarbetet är på god väg att visa resultat; och dels att världens industriledare har insett digitaliseringens transformerande effekt på industrin och börjar agera. Till det kan läggas dynamiken som uppstår när de tre utvecklingsnaven börjar "kugga i varandra" i takt med att utvecklingsresultaten når marknaden, det gör att momentet för hela systemet ökar ytterligare.

Slutsatsen är dels att det finns en god tajming: teknikutbudet börjar nå industrin synkront med att efterfrågan ökar. Dels att vi kan förvänta oss strukturförändringar i leverantörssystemet när helt nya koncept kommer ut på marknaden och tidigare bransch- och leverantörsgränser inte längre är funktionella. I många delar kommer det att finnas motiv för både konsolidering och ompositionering. För den användande industrin återstår att pröva beställarkompetensen av ny teknik.

II Svensk industri kan enligt vår bedömning fortsätta hålla världsklass när digitaliseringen går in i AI-fasen.

3 Det är tillämpningen av AI som ger resultaten ...

Med ovanstående slutsatser finns makroförutsättningarna på plats som kan leda till hållbar industriell tillväxt. Men pusslet blir inte komplett utan förmågan att få ner koncept och värdeanalyser på fabriksgolven. De senaste årens diskurs har mest handlat om Sveriges position inom AI-relaterad forskning, mindre om tillämpningen. Vi menar att det nu behövs ett ökat fokus på tillämpad AI som kan leda till snabba effekter i industrisystemet.

Under arbetet med studien och dialogen med industrin och leverantörerna återkommer hela tiden vikten av att sätta samman team av relevanta kompetenser. Det är nödvändigt med god domänkunskap för att inte säga djupt processkunnande om den aktuella processen. Kan man inte precis uttrycka vad man vill åstadkomma, kommer AI-projekten inte att lyckas. Det behövs (fortfarande) goda kunskaper i matematik och analys, och det krävs kunskap om verktygen som ska användas. Sist men inte minst behövs skickliga förändringsledare.

Vi har tilldels en diskussion i Sverige om låg förmåga inom digitalisering och AI-området. När man tar del av olika objektiva mätningar är det svårt att förstå grunden till sådana resonemang. Sverige kan visserligen inte mäta sig med de amerikanska universiteten eller kinesiska breddsatsningarna på AI och inte heller visa upp företag som Microsoft, IBM eller Google, men det

finns många områden där vi har spets. Det rör inte minst *business to business*, tillämpad teknik för industriell it och automation och vår förmåga inom råvaru-, process- och tillverkningsindustrin. Men också vårt infrastrukturella- och allmänna kunskapskapital.

Inom PiiA vet vi att dessa förmågor finns hos industrin, hos konsulter, systemintegratörer och leverantörer. Sverige tillhör de världsledande nationerna inom många av de stora industribranscherna och IndTech är en svensk paradgren.

Som med all annan digital teknik blir nya kommersiella AI-produkter oftast tillgängliga samtidigt för hela världsmarknaden. Därför är det industrins vilja och förmåga att använda tekniken mer än tekniken i sig själv som skiljer ut de framgångsrika. Det som behövs är motiv och incitament för att få igång en förändringsrörelse.

Det innebär att tillämpningen av AI fundamentalt är en bottom-up-rörelse som drivs av företagets vilja att bli bättre genom verksamhets- och processutveckling. Vi tror att det finns utrymme och ett stort initialt värde med en riktad insats ägnad åt att inspirera, motivera och stödja utvecklingen på företags- och fabriksnivå.

Sammantaget är slutsatsen därför att Sverige har utomordentliga möjligheter att skala upp en av världens mest avancerade industriella teknikbaser till en uppkopplad intelligent struktur som tar hem värden genom integration, analys och ökad automation. Svensk industri kan enligt vår bedömning fortsätta hålla världsklass när digitaliseringen går in i AI-fasen.

II Slutsatsen är dels att det finns en god tajming: teknikutbudet börjar nå industrin synkront med att efterfrågan ökar. Dels att vi kan förvänta oss strukturförändringar i leverantörssystemet när helt nya koncept kommer ut på marknaden och tidigare bransch- och leverantörsgränser förändras.

Rekommendationer: Genväg till AI Best Practice

En slutsats av vår studie är att AI behöver betraktas i sammanhanget av digitalisering, och plattformisering i allmänhet och ur ett process- och verksamhetsutvecklingsperspektiv i synnerhet. Det är företagets förmågor och ambitioner som är avgörande för att potentialen ska nås. Aktiviteter ägande åt att skynda på och stödja etableringen av AI i svensk industri blir därför också mest effektiva i professionella etablerade miljöer, där praktiska tillämpning och verklig förändring kan ske.

Ett lämpligt verktyg är därför de etablerade strategiska innovationsprogrammen (SIP) där det för viktiga branscher finns både domänkunskap, relationer och förtroenden i systemet. SIP-systemet i allmänhet omfattar djupt processkunnande inom exempelvis skogsnäringen (Bioinnovation), gruvnäringen (STRIM), stål- och metallindustrin (Metalliska material), tillverkningsindustrin

(P2030) och så vidare. SIP PiiAs expertis är data- och systemvetenskap, reglerteknik och automation med industriell inriktning speciellt mot råvaru- och processindustrin.

En konstruktion där kunskaper om industrivertikalerna (bransch-SIP) och digitalisering/AI (PiiA) kombineras i ett program för att skapa *Genväg till Best Practice* skulle kunna vara ett framgångsrikt koncept och en kraftfull motor för förändring. Det skulle också kunna stödja andra aktiviteter, som av Tillväxtverket finansierade Robotlyftet, DigiLean och DigiFuture etcetera.

PiiA föreslår därför att Vinnova finansierar utredningen av ett sådant koncept i samverkan mellan PiiA och övriga intresserade SIP.

PiiA föreslår även att möjligheterna för en bred fortutbildning av ingenjörer inom industrin med maskininläring och matematik som huvudinriktning utreds. Vi tror att ett sådant program skulle kunna bli framgångsrikt genom samarbeten mellan branschorganisationer som ITF Automation och programmet AI Competence for Sweden. Vi föreslår att även detta uppslag utreds vidare.



De viktigaste slutsatserna för PiiAs programarbete är:

- **En grundläggande uppfattning** är att AI inte kan betraktas som en enskild företeelse utan har starka ömsesidiga beroenden med digitalisering i allmänhet och med "plattformiseringen" av industrin. PiiA adresserar således området med en sådan systemisk ansats.

- **De strukturella konsekvenserna av digitaliseringen**, som vi i rapporten beskriver som att den *traditionella industrin förutom att excellera i produktionsekonomi också blir en informations-industri* som följer en annan logik, är ett avgörande strategiskt område vi kommer att adressera.

- **Begreppen kollektiv- och kollaborativ intelligens är centrala.** Modeller där människors intelligenta kapacitet kan ökas genom smarta samverkansmetoder, människor emellan, men lika gärna mellan människa och maskin kommer att få stor betydelse för den industriella utvecklingen. Här finns behov av både mer tillämpad forskning och utveckling, och uppmärksamhetsaktiviteter som engagerar industrin. Därför kommer PiiA att engagera sig i dessa frågor.

- **Vi ser också en möjlighet i att systematisera kunskapsinnehållet** i PiiAs projektbas om närmare tvåhundra projekt där många av dem har innehåll av avancerad analys och AI, som en tillgång för vidare forskning.

- **Andra aktiviteter** för att stödja industrin i kommande transformationsprocesser omfattar kunskapsspridning på olika sätt – till att börja med genom distribution av denna rapport.





Del 1. Marknaden

Datoriseringen av industrin tog fart på allvar under åttiotalet. Mikroprocessorn gjorde det möjligt att automatisera på nya effektiva sätt och process-, bil- och elektronikindustrin gjorde signifikanta produktivitetssprång. Världen är nu på väg in i ett nytt tekniskt och ekonomiskt paradigms där digitaliseringen i en första våg redan träffat medie- och kommunikationsindustrin. I en andra våg ställs finanssektorn och handeln om och den tredje vågen transformerar industrin. Samtidigt växer artificiell intelligens fram som digitaliseringens nästa – och troligen mest betydelsefulla – skede.



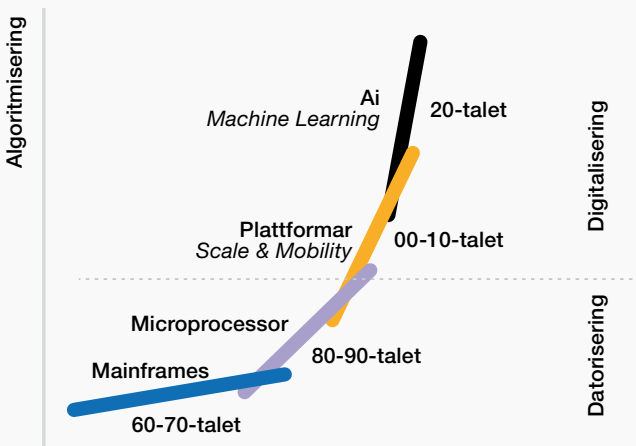
I nom tillverkningsindustrin innebär det att många företag i underleverantörsstrukturerna får tillgång till kostnadseffektiv teknik för ytterligare automatisering och produktivitetshöjningar. För processindustrin kommer AI inte att tömma fabriksgolven en gång till men väl tillåta processutveckling som tidigare varit onåbar. AI förväntas också integrera hela värdesystemet till nya nivåer på väg mot visionen om självorganisering. Och den kan förändra strukturen i industrilandskapet; begrepp som ekosystem och plattformar blir tillämpliga beskrivningar även inom den traditionella industrin.

Det som pågår kan kallas ökande algoritmisering. Satt i ett utvecklingssammanhang är det en megatrend som både stödjer oss människor och ersätter oss med datorer. Det börjar med sextiotalets stordatorer och åttio- och nittiotalets mikroprocessorrevolution. Den följdes på 00-talet av de digitala plattformarnas skalbarhet, mobilitet och kostnadseffektivitet, och med AI och maskininläring som nästa fas kommer utvecklingstempot att öka ytterligare.

II... begrepp som ekosystem och plattformar blir tillämpliga beskrivningar även inom den traditionella industrin.

Efterfrågan på industriell AI ökar nu i takt med insikterna om de värden som tekniken kan frigöra. Teknikutvecklingen, som för gemene man pågått under ytan det senaste decenniet, blommar ut och kan matchas mot analyser om möjliga ekonomiska effekter och alltmer av reella business case och investeringar.

För den globala industrin kan utvecklingen leda till stora ekonomiska effekter, och är inte minst betydelsefull om man ser till samhällsutmaningar kopplade till befolkningstillväxt, klimat och miljö.



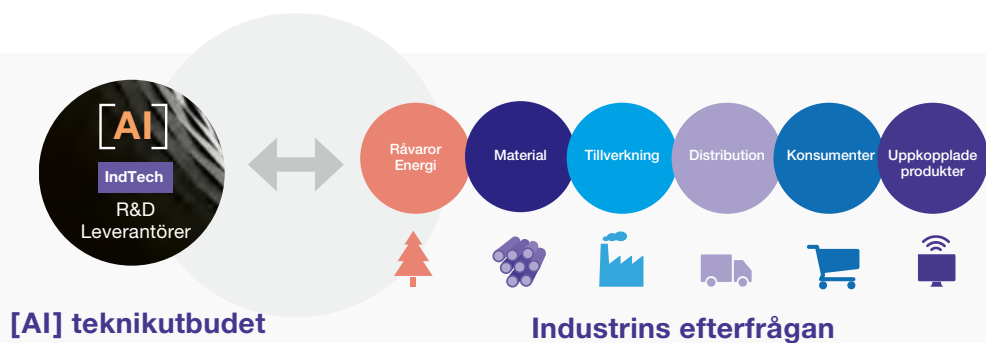
Figur 2: AI och maskininläring innebär att ytterligare en "växel" läggs in som bidrar till att fler och mer avancerade algoritmer kommer att öka effektiviteten och skapa nya kundvärden inom industrin. Källa: Blue Institute 2019.

Tiotusenkronorsfrågan är om vi kommer att se en explosion och disruptiv etablering av AI inom industrin. Eller om den fortfarande aningen omständliga tekniken kortsiktigt mer leder till förändringar här och där? Oavhängigt är vår kvalificerade bedömning att AI är här för att stanna, att AI verkligen har potential att förändra världen och industrin, och att AI retrospektivt kommer att betraktas som en revolution för produktionsekonomin.

I detta avsnitt kommer vi att undersöka hur krafterna ser ut som ligger bakom utbuds- och efterfrågeutvecklingen på AI inom industrin. En fungerande marknadsdynamik är förutsättningen för ett beständigt industriellt omvandlingstryck, vilket vi ämnar belysa i studien genom att möta tre frågeställningar:

- 1 Vilka är de förväntade värdeskapande effekter av AI?
- 2 Kan AI-utvecklingen och leverantörs-systemet kan svara upp emot den efterfrågan på teknik som är motiverat utifrån potentiellt värdeskapande?
- 3 Är utvecklingen beständig eller ser vi en hajpeffekt som klingar av och det egentliga marknadsgenombrottet i själva verket ligger långt fram i tiden?

Utöver dessa frågor illustrerar rapporten från olika perspektiv hur AI-effekterna kommer industrin till nytta på system/plattforms- och verksamhetsutvecklingsnivå. I skriftens andra del ges en fördjupning av AI-teknikens möjligheter och utmaningar.



Figur 3: Marknaden för tekniska lösningar för AI och maskininlärning bedöms växa med 40% per år medan efterfrågan inom industrin förväntas drivas av de mycket stora potentiella värden som kan skapas med hjälp av tekniken.



Efterfrågan

Vi börjar med *efterfrågesidan* tillsammans med en diskussion om hur företagen kan förhålla sig till utvecklingen också i det större perspektivet när industrin i en framtida digital ekonomi baseras på affärsekosystem och digitala plattformar. Vi introducerar begreppet *Best Practice* och en orienteringsmodell för enskilda företag att bedöma sin position och förändringsberedskap.



Efterfrågan på AI kommer att drivas av stora värdeeffekter i produktionssystemen

Grundhypotesen är att efterfrågan på AI inom industrin förväntas stå i relation till de värden som kan tas fram ur produktionen med bättre analysverktyg. Antagandet är sedan att förväntade tillväxteffekter i industrin leder till aktiviteter på företagsnivå som i sin tur driver efterfrågan på AI-teknik.

Enligt VINNOVAs studie, *Artificiell intelligens i svenskt näringsliv och samhälle*, pekar mycket på att tillväxtpotential i värdeskapande generellt kan utverkas dubbelt så snabbt med ett stort AI-utnyttjande i en ekonomi jämfört med ett lågt.

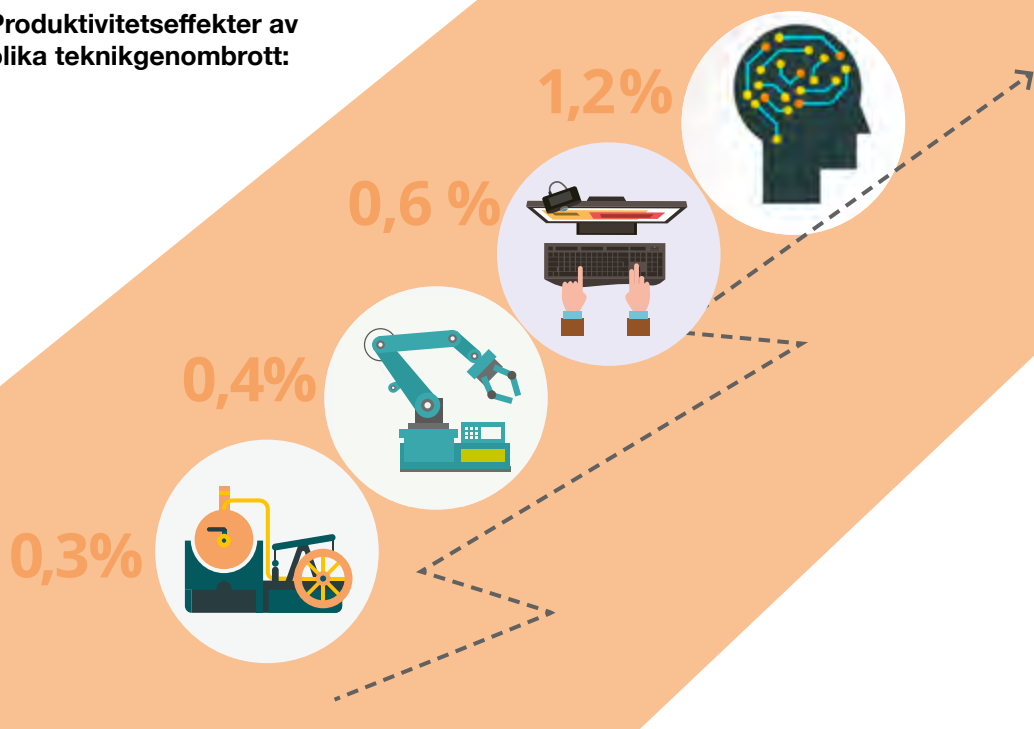
Även de många dynamiska effekterna och förändrade regelverk som AI-utvecklingen leder

till, spelar in och förväntas ge tillväxteffekter på världsekonomin. AI bidrar också till systemiska effekter när affärsekosystem och digitala plattformar utvecklas som förändrar den tillverkande industrin i riktning mot en informationsindustri. De virtuella värdesystemen frikopplas från de fysiska och gör nya organisationsmodeller möjliga som påminner om den omvandling som media, finans och handeln redan går igenom.

Flera studier har försökt uppskatta de ekonomiska effekterna av AI på makronivå och vi har i detta arbete tagit del av tre rapporter från Accenture, McKinsey Global Institute samt PwC. Enligt konsultbolaget PwC¹ uppskattas att AI-bidraget till den globala ekonomin år 2030 kommer att uppgå till 15 700 miljarder dollar. Det motsvarar att global BNP med AI-effekten kan bli 14 procent högre än utan år 2030, eller att motsvara Kina och Indiens sammanlagda BNP.

¹) PwC, Sizing the Prize, 2017

Produktivitetseffekter av olika teknikgenombrott:



Produktivitetseffekten motsvarar 6 600 miljarder dollar medan 9 100 miljarder kommer från effekter på konsumtionssidan. PwC:s analys innefattar även områden som handel, transporter, finans och hälsovård.

Konsultbolaget Accenture² menar att de globala ekonomiska effekterna motsvarar 4 800 miljarder dollar i ökad lönsamhet under perioden fram till 2022, vilket inte motsäger McKinseys eller PwCs analyser som har andra tidsperspektiv.

Konsultbolaget McKinsey Global Institute (MGI) har i rapporten *Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy* beräknat att effekterna av AI i rapportens samtliga branscher ger en effekt på mellan 3 500 och 5 800 miljarder dollar eller utökat med samtliga typer av avancerade analysmetoder, utöver maskininlärning; 9 500–15 400 miljarder dollar.

Begränsat till råvaru- process- och den tillverkande industrins värdesystem motsvarar det enligt estimat i denna studie i storleksordningen 1 700–2 300 miljarder dollar³ eller 3–6 procent per år av industribranschernas globala omslutning.

Produktivitetsförbättringarna estimeras motsvara 1,2 procent per år fram till 2030 eller i storleksordningen 1 000 miljarder dollar för industrin. Det går också att jämföra med andra generiska tekniksiffror. Ångmaskinen under 1800-talet ökade arbetsproduktiviteten med uppskattat 0,3 procent per år (men den disruptiva effekten blev så småningom avsevärd). Robotiseringen under 1990-talet gav 0,4 procent och IT-utvecklingens effekter under 2000-talet bedöms till 0,6 procent⁴. AI har i dessa jämförelser minst den dubbla inneboende potentialen.

²⁾ Accenture, Reworking the Revolution, 2018. ³⁾ Blue Institute estimat baserat på ett urval av branscher från studien: McKinsey Global Institute, Notes from the AI frontier: Applications and value of deep learning, 2018. ⁴⁾ WSJ, The Impact of Artificial Intelligence on the World Economy, 2018.

// För PiiAs branscher kan värden på mellan 22 och 45 miljarder kronor per år frigöras.

Översatt till svenska omständigheter, och relaterat till PiiAs målindustrier⁵, beräknar vi att värden på mellan 22 och 45 miljarder kronor per år kan frigöras. För PiiAs branscher i snitt i storleksordningen mellan 3 och 7 miljarder per bransch varav uppskattningsvis hälften är produktivtetsrelaterat och andra delar är värden i konsumentled som kvalitet, tidsbesparingar eller bättre anpassade erbjudanden.

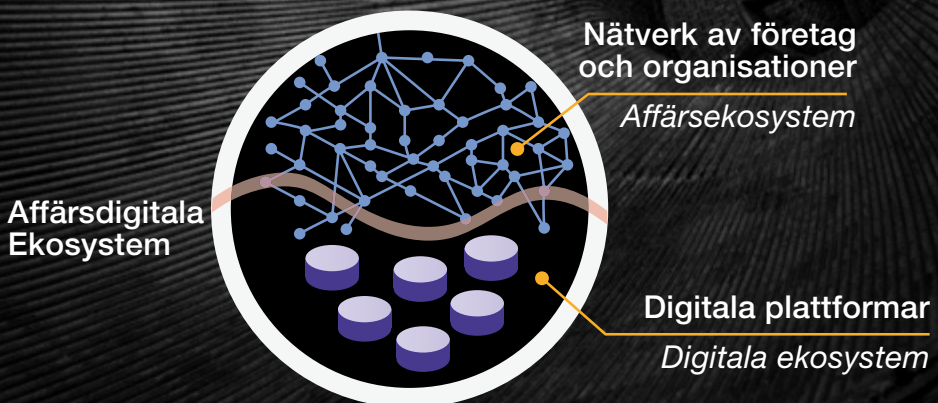
Syftet med jämförelserna ovan är mer att illustrera storleksordningen än i bevisad reliabilitet. Även om de refererade studierna skulle vara kraftigt överdrivna blir effekterna stora. Slutsatsen är att den rörelse som nu sätts igång har få motstycken i historien när det kommer till förändringspotential. På företagsnivå blir konsekvensen att knappast någon har råd att vara utan de konkurrensförbättringar som AI till sist kokar ned till.

Och det finns god anledning att tidigt laga efter läge. I det större perspektivet är en sned fördelning av AI-utvecklingen trolig med ökade avstånd mellan länder, företag och arbetstagare. Sett ur landperspektiv är Kina och USA bäst positionerade, de två länder som idag står för majoriteten av alla AI-relaterade aktiviteter. Utvecklade industriekonomier såsom Tyskland, Japan och Kanada och mindre handelsekonomier som Sverige och Finland är väl positionerade och borde dessutom vara motiverade på grund av låg produktivitetssutveckling under senare år.

Ekonomier med måttliga fundament som Indien, Italien och länder i Sydostasien har generellt sämre förutsättningar men med styrkor inom specifika områden kan de bygga sina speciella AI-kapaciteter. Medan utvecklingsekonomierna med låg investeringskapacitet, svag kompetens och svaga digitala infrastrukturer riskerar att hamna på efterkälken.

⁵⁾ De branscher som PiiA adresserar är IndTech (automation, IT, digitalisering), skogsindustrin, gruvindustrin, stål och metall, kemisk industri, livsmedel och läkemedel samt VA och även energiproduktion och användning inom nämnda områden.

Vi ska i detta avsnitt reda ut hur de hänger ihop, begreppen AI, ekosystemen, nätverk och plattformar. Och på vilket sätt de bidrar till värdeskapande marknadsdynamik.



De systemiska effekterna kommer från Digitala Plattformar och Affärsekosystem

De stora värdeskapande effekterna kan förväntas komma från förändringar som sker på systemnivå. Som vi har berört ser vi en utveckling som beskrivits som *förändringar av den tillverkande industrin i riktning mot en informationsindustri*. Vilket inte ska tolkas som produktionsekonomin sorti – snarare att företagsledare har att hantera två logiker.

Utvecklingen har även kallats för *plattformsekonomi*. Vi ska i detta avsnitt reda ut skillnaden och hur de hänger ihop, begreppen AI, ekosystemen, nätverk och plattformar. Och på vilket sätt de bidrar till värdeskapande och därmed till efterfrågan på AI och marknadsdynamik.

Sambanden mellan begreppen nätverk och plattformar låter sig bland annat beskrivas med metaforer från de biologiska ekosystemen. Eko-

systemen kan betraktas som robusta, skalbara arkitekturer som automatiskt kan lösa komplexa dynamiska problem inklusive självorganisering, självstyre, hållbarhet och skalbarhet.

I *affärsekosystemet* råder en nätverkslogik mellan involverade företag som i sin tur stöds av ett *digitalt ekosystem* kännetecknat av en distribuerad *peer-to-peer* nätverksmodell. Den senare går även att beskriva som den digitala plattformen som gör relationer mellan företag och andra organisationer i affärsnätverket möjliga genom transaktioner och teknisk support. Ett kurant ekosystem avspeglar balansen mellan konkurrens och samverkan i en öppen, dynamisk och fri marknad.

Begreppet *affärsekosystem* omnämns dokumenterat första gången 1993 i en artikel i Harvard Business Review⁶. I artikeln presenteras idén om att företag inte bara tillhör branscher utan är delar av affärsekosystem som sträcker över olika industri- och kunskapsgränar. Termen *Digitalt Affärsekosystem*⁷ uppstod när ordet "digitalt" lades till affärsekosystem-begreppet som referens till den socioekonomiska utveckling som blev möjlig genom informations och kommunikationstekniken.

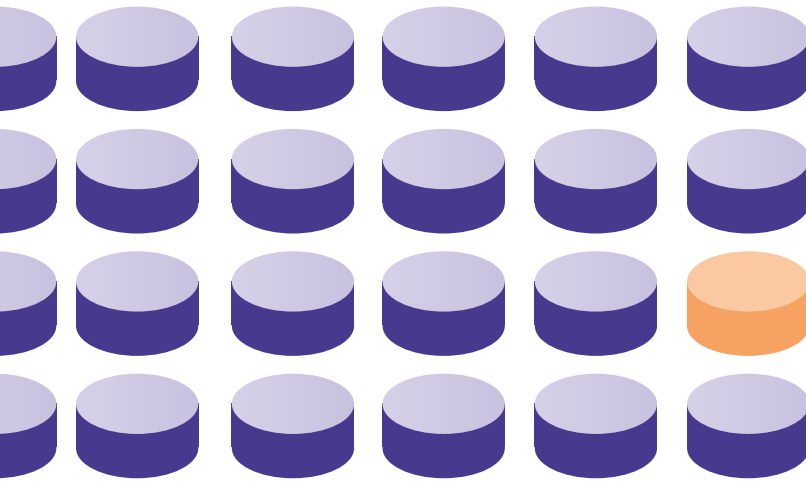
Klassiska effekter av nätverkslogiken berör hur antalet användare i nätverket påverkar värdeutvecklingen för varje användare. Den så kallade positiva nätverkseffekten, medan å andra sidan negativa nätverkseffekter uppstår i dåligt skötta nätverk som minskar värdeutvecklingen för varje användare. Den positiva nätverkseffekten är naturligtvis den främsta och mest eftersträvade konkurrensfördelen med nätverkslogiken. Följaktligen är förutsättningen för effektiva nätverk förmågan att genom de digitala plattformarna och andra egenskaper öka i storlek och därmed de värden som kommer ur nätverkseffekterna.

Figur 4: Modell av Affärsekosystemet som består av två delar: (1) ett affärsekosystem i form av ett nätverk av företag och organisationer. (2) ett digitalt ekosystem eller som det oftare uttrycks en digital plattform.

Källa: Blue Institute 2019

⁶ Moore J.F. Predators and Prey: a new ecology of competition, HBR, 1993

⁷ Nachira, F. Towards a Network of Digital Business Ecosystems, 2002



Plattform: ett transformativt koncept

Plattformsbegreppet är på så sätt ett transformativt koncept som förändrar affärslogik, ekonomi och samhället i stort. Varje företag där *information* om utbud och efterfrågan, kundernas behov, trender, betalningsvilja etcetera är en väsentlig tillgång kommer med stor sannolikhet att delta i plattformsrevolutionen.

Begreppet *plattformisering* används följaktligen som en strategi för att operera multisidiga plattformar och koppla samman köpare, säljare och andra intressenter utan att nödvändigtvis äga produkterna eller tjänsterna som säljs.

De traditionella linjära värdesystemen liknas i litteraturen vid värdetillräddningskedjor eller rör, *pipes*⁸. Plattformarna står för transformationen från linjära strukturer till ett matriskomplex av relationer mellan uppkopplade producenter

och kunder som samverkar genom de resurser, egenskaper och tjänster som plattformens teknik tillhandahåller.

Utvecklingen har i en första våg berört branscher där själva produkten är information, som inom media, underhållning och finans. Uttrycket *scale without mass*⁹ är centralt. Till skillnad från fysiska produkter som har höga fasta kostnader och även substantiella marginalkostnader som minskar per enhet om produktionen skapas upp, har digitala produkter i huvudsak fasta kostnader och marginalkostnader nära noll. Tillsammans med internet som distributionsnät är det därför möjligt för företag med små fasta tillgångar och liten personal att snabbt skala upp en internationell affär.

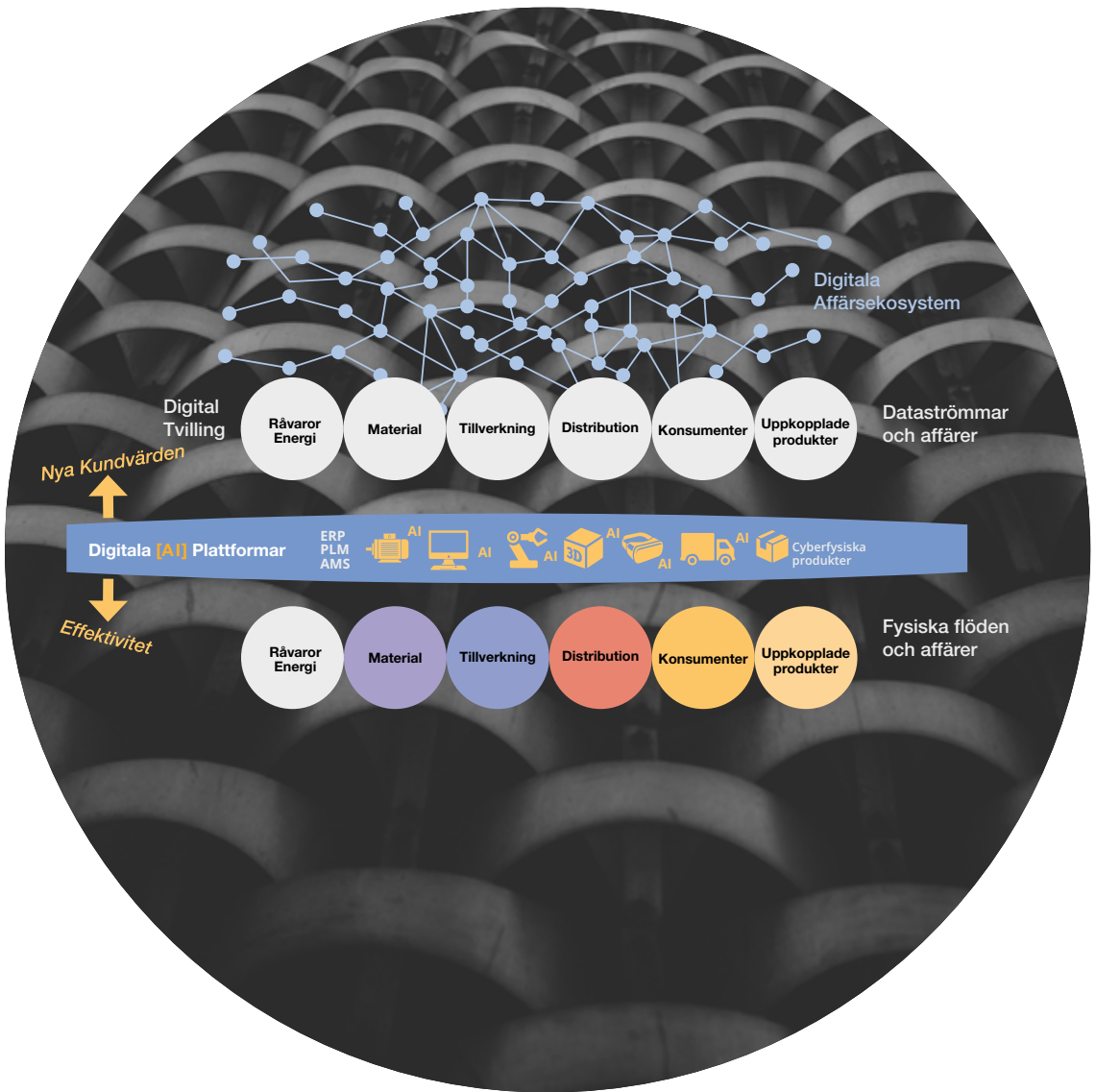
Empirin tyder på att plattformsmodellen för det mesta utkonkurrerar det linjära värdesystemet när rätt förutsättningar finns. Exempel på sådana framgångar finns bland de stora tech-företagen som Google, Amazon, Microsoft och Apple som även kallas *megaplattformar*¹⁰.

⁸) Parker, G. et.al., Platform Revolution, 2016

⁹) Brynjolfsson et al., Scale without Mass: Business Process Replication and Industry Dynamics, 2008

¹⁰) Andersson Schwarz, Larsson, Plattformssamhället, 2018





Figur 5: De fysiska värdekedjorna och flödet av råvaror, material och produkter kompletteras med lika viktiga dataströmmar som möjliggör digitala tvillingar på olika nivåer inklusive hela processer och värdesystem. Tekniken och uppkopplingen som gör den fysiska produktionen likvärdig som den digitala tvillingen beskriver den digitala plattformen (eller ekosystemet). Dataströmmarna och tvillingarna gör det möjligt att skapa Digitala Affärsekosystem, dvs. mötesplatser där marknader skapas på nya sätt. *Källa: Blue Institute 2019.*

¹¹⁾ Microsoft, The Future Computed, 2019

Digitala Plattformar förändrar den traditionella industrin

Det som förenar i nätverks- och plattformologiker är behovet av att matcha och underlätta kopplingar mellan producenter och köpare oavsett vilken typ av varor som utväxlas. Som en konsekvens av de konkurrensfördelar som plattformarna kan ge i mötesplatserna kommer industrins organisationer att förändras.

Plattformarna gör det möjligt att lägga till nya kundvärden med låga marginalkostnader – scale without mass – till existerande fysiska produkter och vi ser redan konturerna av hur industrin kopplar isär den fysiska produktionslogiken och den virtuella datadrivna. Bilindustrin ser krympande marginaler i fordonstillverkningen och utvecklar affärsmodeller som handlar med mobilitet baserad på AI-plattformar.

Industrins teknikleverantörer säljer i framtiden inte bara hårdvara utan blir uppkopplade leverantörer av effektivitet och kvalitet i produktionssystemen baserad på analys med maskininlärning levererad i samverkan mellan mänsklig och artificiell intelligens. Processindustrin säljer inte bara material utan isärkopplat även data om materialet baserat på AI-analyser som höjer tillverkningsindustrins kvalitet och effektivitet.

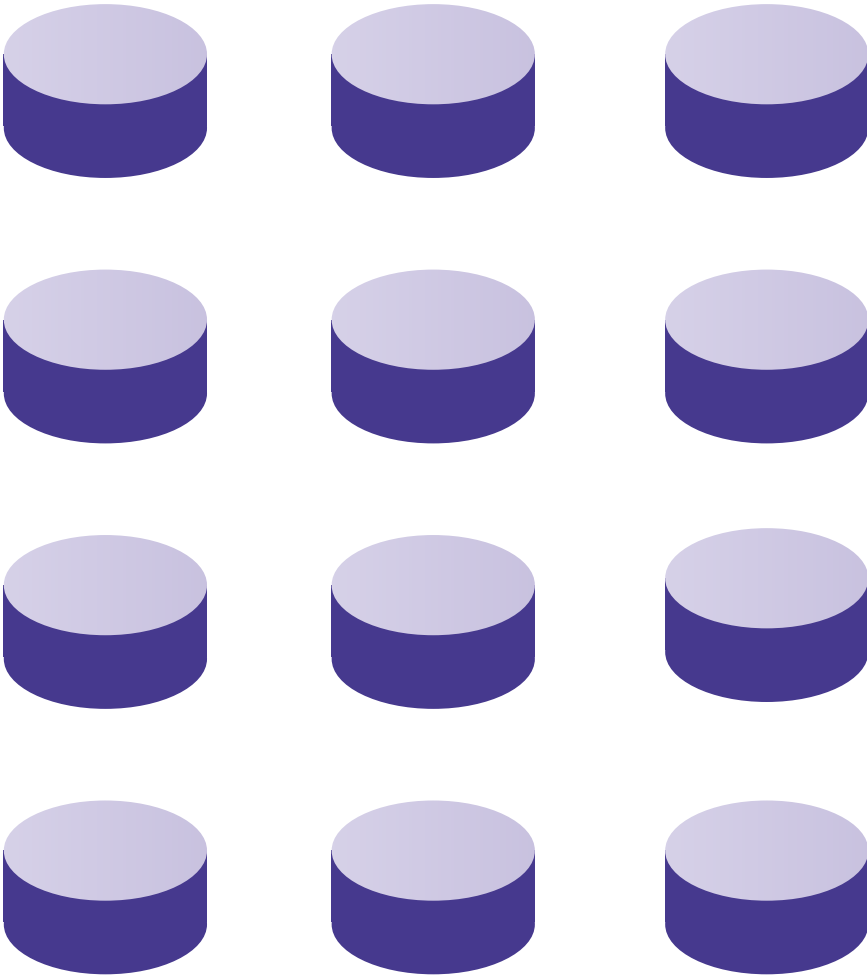
Isärkoppling av fysiska tillgångar från det värde de skapar innebär också att vissa produkter kan omsättas som tjänster på en marknad för bästa möjliga användning genom största värdeskapande istället för att vara kopplad till en specifik ägare. Resultatet blir att såväl effektivitet som värdet kan öka, i vissa fall dramatiskt.

Plattformarna har även potential att förändra kostnadsstrukturer och prisbilder i den fysiska produktionen. Den dag någon sjösätter en digital AI-plattform – och den dagen är förmodligen inte

// I den nya AI-världen kommer visserligen den företagsekonomiska doktrinen att bestå men utöver det, det mesta förändras ..."

långt borta – som effektivt tillåter handel med fri marginell produktionskapacitet i större skala sjunker inköpspriser på halvfabrikat teoretiskt i samma takt som den lediga kapaciteten fylls upp. Men det finns också uppskattningar om att digitala plattformar som matchar arbetskraft mot behov (än en gång med hjälp av AI) kan öka världens BNP med 2 procent år 2025 och skapa 72 miljoner fulltidsarbeten¹¹. Det är inte utan anledning ett nytt ord gör karriär: algoritmekonomin – som apparna har förändrat människors kommunikation med maskinen, kommer AI-algoritmerna att revolutionera utvecklingen maskinerna emellan.

Slutsatsen är att den företagsekonomiska doktrinen visserligen kommer att bestå när råvaru-, process- och tillverkningsindustrin (också) blir en informationsindustri, men sätten på hur den uppfylls kommer att revolutioneras.



|| Vi är på väg att lämna en industriell epok där storskalighet i utbudsekonomi varit den enskilt största drivkraften.

Vi är på väg att lämna en industriell epok där storskalighet i *utbudsekonomi* varit den enskilt största drivkraften. Kostnaden per enhet blir mindre ju fler som tillverkas effektivt. Det har drivit fram företagsfusioner, globaliserade försörjningskedjor, oligopol och monopol. De största företagen har de största volymerna och kostnadsfördelarna som det är svårt för mindre konkurrenter att mäta sig emot. I transformeringen mot en digital och AI-driven plattformsekonomi där fysiska produkter paras med digitala skalbara tjänster skapas motsvarande konstellationer även genom storskalighet i *efterfrågeekonomin*.

Efterfrågeekonomin drivs av aggregerad och synliggjord efterfrågan, sociala nätverk, app-utveckling och andra fenomen som gör nätverken större och mer värdefulla för alla användare. Effekterna blir lika svårintagliga som inom den storskaliga produktionsekonomin. Storskalighet i efterfrågeekonomin är fundamentet för positiva nätverkseffekter och därför en framtida drivkraft i världsekonomin.

Plattformarnas fördelar över de linjära värdesystemen leder till disruption och upplösning av många verksamheter inom industrin. En utveckling som innebär att det ständiga förbättrandet av de fysiska värdekedjorna kompletteras med en utveckling där dataströmmarna blir lika viktiga

för konkurrensförmågan. Dataströmmarna gör att objekt, maskiner, processer och till slut hela värdesystem blir till digitala tvillingar av den fysiska produktionen och logistiken; steg tas emot visionerna om självorganiserande värdesystem som bland annat återfinns i idén om Industri 4.0. Den fysiska världen och datavärlden blir två sidor på myntet.

Ett problem som behöver lösas i det här sammanhanget är ägarskapet av data. Vem äger den data, som företagen genererar? Det finns idag inget riktigt regelverk och industrierna är osäkra på hur mycket och vilken data de är beredda att dela med sig av till andra företag. Därför genomförs nu också olika satsningar på datalabb och det finns redan exempel på offentliga öppna labb för exempelvis skogs- och trafikdata. Det är ett sätt att systematisera datainsamlingen. Men det behövs noggrannare strukturer och bra standarder för att tryggt sätt definiera, beskriva och dela data.

Till slut handlar transformeringen för klassiska industriföretag om att hantera två logiker; storskaligheten i utbudsekonomin försvinner inte samtidigt som förmågan att skapa efterfrågan med skaleffekter blir en betydelsefull differentierande konkurrensfaktor. Skickligheten består i att kunna hantera båda.

Plattform i meningen digital plattform går att spåra till datoriseringens barndom och begreppet *Computing Platforms*. Från de tidiga main frame-datorerna, via client-servermodellen med persondatorerna och nätverken, och in i digitaliseringens tidevarv har ordet använt för att definiera hårdvaruplattformar och mjukvaruplattformar dvs. allmänt operativsystemen. Dessa tre utvecklingsparadigm kallas i tur och ordning för den första, andra och tredje plattformen. Vi befinner oss nu i den tredje plattformens era, mer komplex och mer sammanflätad än någonsin tidigare och kännetecknande av att datorkraft återfinns nästan överallt. För människor och för saker genom Internet of Things.

Optimering av fjärrvärmenätet.



I projektet Smarta Flöden ska Mälarenergi genom AI baserat på strömmande data optimera produktionen av fjärrvärme. Målet är att undvika överproduktion men fortsätta ge en tillförlitlig fjärrvärmeleverans till kunderna. Projektet får finansieringsstöd från PiiA och är ett samarbete mellan Mälarenergi, RISE Västerås, Mälardalens högskola, ABB, Sigholm och Evothings Labs. Projektet Smarta Flöden kombinerar lärande system med industriell IoT och molntjänster för att möjliggöra helautomatisk optimering av industriella processflöden. Projektet är också en del i det större arbetet med att skapa ett Stadens kontrollrum.

Mälarenergi AB är ett affärsdrivande företag som levererar el, fjärrvärme, vatten, fjärrkyla och snabba kommunikationslösningar, framför allt i Mälardalsregionen. Dessutom säljer företaget el till privat- och företagskunder i hela Sverige. Koncernen ägs av Västerås stad och omsätter cirka 3 miljarder kronor.

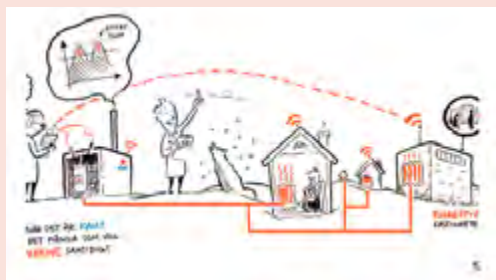
Problemställning

Att mäta, förstå och förutspå flöden av material, gaser och vätskor är centralt i många processindustrier och dessa flöden är ofta föremål för kontinuerlig optimering. Luftflöden i gruvventilering och

distributionsflöden av avloppsvatten är bra exempel på processflöden. Att optimera och automatisera dessa flöden kan leda till stora besparingar inom energi och totala kostnader vilket i sin tur leder till positiva effekter på miljön.

Eftersom processflöden sällan är i ett konstant läge utan ständigt utvecklas när efterfrågan förändras, ny infrastruktur byggs ut eller när kunder kommer och går, finns ett tydligt behov av att göra de industriella systemen anpassningsbara och lärande. Fjärrvärmesystemet är ett exempel på system där förändringar tar tid.

II Förhoppningen är att på sikt kunna skapa en hybrid-lösning mellan det lärande systemet och den fysikaliska modellen.



Från att man ökar produktionen i värmeverket kan det ta många timmar innan konsumenter någon mil bort märker av detta. Genom att använda sig av realtidsdata och ett uppkopplat distributionsnät kommer man kunna arbeta förutseende och snabbt kunna ta beslut om ökad eller minskad produktion. Projektet Smarta Flöden använder IoT (Internet of Things) och molntjänster från Microsoft Azure för att dynamiskt hantera historisk och närarealtids data.

Projektet har även en affärsutvecklingsdimension där målet är att kunderna ska kunna köpa tjänster i form av behagliga inomhustemperaturer som kan vara individuell.

Erfarenheter

Systemet omfattar fler än 15 000 fastigheter, allt från egna hem till kommersiella fastigheter och industrier. Under projektets första år har mycket tid lagts på att samlas in data. Mätdata från samtliga Mälarenergis fjärrvärmeanläggningar tre år bakåt i tiden har samlats in. Merparten är timvärden, men där det varit möjligt har även 15-minuters värden

samlats. För att analysera all data, över 1 miljard mätvärden, tillsatte Mälarenergi en intern analysgrupp.

Parallellt har projektet utfört flera användarstudier där profiler skapats för olika användarkategorier för att förstå vilka visualiserings- och analysbehov verksamheten har.

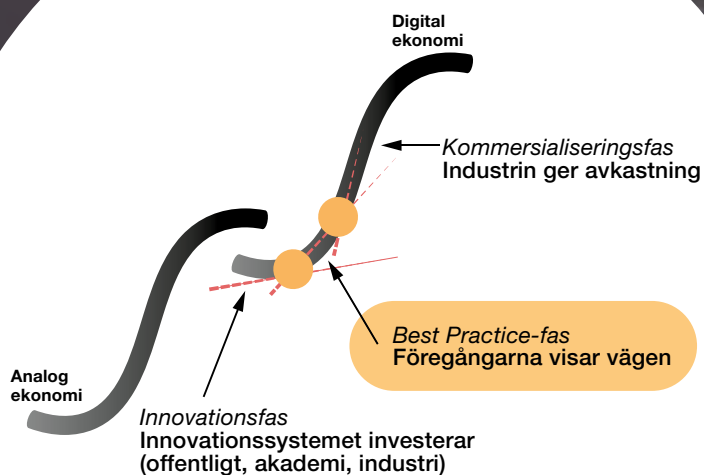
De första prediktionerna som gjordes med AI-systemet baserades på faktorerna; distributionstid, väder och socialt beteende. När det gäller huskroppens värmebehov har man lyckats bäst med att skapa prediktioner så här långt. Här är vädret en starkt bidragande faktor och så länge det finns goda väderprognoser så lyckas man skapa prognoser som faller väl ut med verkligheten. Kundernas sociala beteende är den minst tillförlitliga faktorn. Om en kund duschar eller spolar mycket varmvatten under en specifik tidpunkt så får det en väldigt stor påverkan på uttaget av fjärrvärme. För att få bättre träffsäkerhet på det sociala beteendet testas en rad olika metoder.

Projektet har dessutom testat fysikaliska modeller över fjärrvärmenätet. Resultaten visar att modellen kan förutsäga det dynamiska/rörliga beteendet hos fjärrvärmesystemet med avseende på värmeutbredning. Förhoppningen är att på sikt kunna skapa en hybridlösning mellan det lärande systemet och den fysikaliska modellen. En modell med valideringsmöjlighet för det lärande systemet i realtid.

Ett exempel är om det lärande systemet vill skicka ut en viss mängd värme/vatten. Den fysikaliska modellen kan då säga om det är fysikaliskt möjligt eller inte, samt räkna ut om det leder till att vattnet kommer till kunderna i tid. Är det möjligt enligt fysikens lagar så är det bara att köra, men om det inte är fysikaliskt möjligt så blir det värdefull input till det lärande systemet. Algoritmen lär sig då till nästa gång att det inte är möjligt.

Under perioden 2019 – 2021 är målet att ha ett färdigt lärande system över samtliga Mälarenergis fjärrvärmekunder som ska hålla industriell standard.

Källor: PiiA, Mälarenergi, RISE



Med AI som transformationsverktyg finns anledning att lyssna på gamla sanningar om att följa pengarna. För branscher där mervärden skapas genom marknad och försäljning finns säkert de största vinsterna med AI också där. Om operationell excellens är avgörande – som inom process- och tillverkningsindustrin – finns det anledning att lägga krutet på försörjningskedjan och produktionsprocesserna. Men också att utveckla nya produkter och lägga till nya kundvärden. Även för basala råvaror och material finns potential att öka värdet för kunderna som kan bidra till top-line-till-växt.

Figur 6: Den digitala utvecklingen med AI som en väsentlig del lämnar den rena innovationsfasen. Efter den följer "best practice-fasen" när föregångarna vågar prova och inspirera andra. Källa: Blue Institute, 2019.

På jakt efter Best Practice

Tillbaka till företagsnivån kan det nu vara dags att ställa frågan om AI-business caset då är i hamn och om det är dags att investera på bred front? Det kan vara sant sett till den stora bilden, men det är som bekant i detaljerna djävulen finns. Allmänt är maskininlärning en råstark teknik som ännu så länge kräver specialiserad kunskap och stor omsorg om förberedelser, tester och valideringar innan den kan leverera.

Med den bakgrunden är den främsta avsikten med denna skrift att engagera och bidra till svensk industris praktik och handlingsberedskap, och sökande efter best practice. Väl medveten om teknikens nuvarande för- och nackdelar kan utvecklingen framöver gå mycket fort.

En modell som används flitigt inom Blue Institute och PiiA är S-kurvan¹². I det digitaliseringsdrivna industriskifte vi befinner oss är vi på väg att lämna S-kurvans initiala innovationsfas med tester i labben och piloter i industrin, för att i nästa steg se hur föregångarna visar vägen i sökandet efter bästa praktik som levererar resultat; vi kallar den best practice-fasen.

Best practice lägger i sin tur grunden för en accelererad transformation av industrin. Erfarenheterna från tidigare teknikskiften visar de goda exemplens kraft: svensk massa och pappersindustri blev på några få år under åttiotalet världsledande inom datoriserad automation. En viktig förklaringsmodell är att företagsledarna lät sig inspireras av sina svenska branschkollegor och delade med sig av sina erfarenheter. När industriledare vågar gå före väntar belöningen i form av konkurrensfördelar. Kan man få följare skapas industriell nytta i stor skala.

¹² Här används S-kurvan i meningen: Diffusion of innovation som är en teori som kan förklara hur, varför och i vilken takt nya idéer sprids. Teorin blev populär 1962 då professor Everett Rogers skrev boken Diffusion of innovations.

I utvecklingen av tillämpad industriell AI och den empiri vi har genom bland annat PiiAs projektbas kan vi identifiera tre typföretag i olika mognadsstadier på kurvan:

- **Insiktsaspiranten** tillhör fortfarande majoriteten av företagen, uppskattningsvis 70 procent, som inser att en förändring kommer men fortfarande saknar beredskap och förmåga, som därför måste byggas upp.
- **Innovationspiloten** tillhör den begynnande grupp, uppskattningsvis 20 procent, som intresserat sig och har vågat att själv eller med hjälp tagit de första stegen och förberedelserna mot tillämpning i större skala.
- **Acceleratorn** tillhör den mindre grupp av pionjärer, uppskattningsvis mindre än 10 procent, som har funnit sin egen best practice och är redo att skala upp och transformera verksamheter med hjälp av AI som verktyg.

I denna rapport återkommer vi ur olika perspektiv till tre förutsättningar för att lyckas med tillämpad AI i industrin:

Det är **ledarskapet** och omställningsförmågan som bland annat kan innebära att skapa lämpliga förändringsteam med nödvändiga kompetenser, men också att beakta den jobbomställning som AI leder till. Dit hör förmågan till samarbete mellan människor och maskiner – *kollaborativ intelligens* – och de konsekvenser det för med sig på organisation och arbetsmodeller. För att sätta jobbfrågan i perspektiv beräknas att 14 procent av den globala arbetsstyrkan kommer att behöva ändra sina arbetsuppgifter som en konsekvens av AI¹³.

Det är **data** ur både ägarperspektiv och kvalitetsperspektiv. Data är AI-teknikens råvara som med hjälp av algoritmer omvandlas till pengar. Och det handlar om **säkerhet** och riskhantering. Dessa utmaningar återkommer även i VINNOVAs studie från 2018¹⁴ och vi går närmare in på flera av dessa aspekter i rapportens andra del: Teknik.

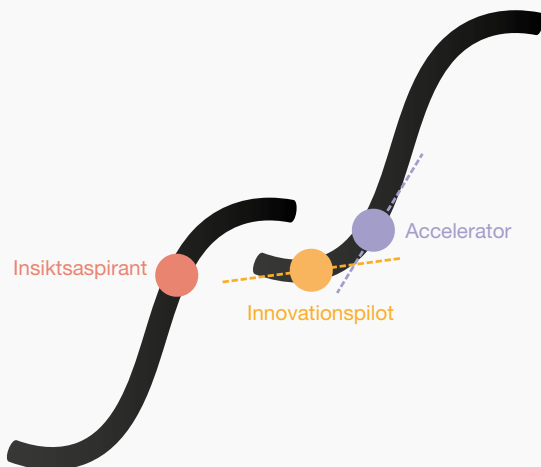
I racet på S-kurvan gäller det att hantera utmaningarna och det börjar hos Insiktsaspiranten med att på ledningsnivå sätta sig in i möjligheterna med AI och förutsättningarna i det egna företaget. Även företagets datahantering, vilken ordning och vilket värde data kan ha behöver analyseras. Det är även lämpligt att lägga grunden till regler och policy för säkerhetsantering inom företaget. Det kan gälla minimering av risken för dataintrång såväl som säkerhet för person och egendom. Det blir också vanligare med policys för hantering av data i samband med AI-tillämpningar som berör etik och risken för skeva, partiska datamängder vid inläring av specifika analysmodeller.

Innovationspiloten har skaffat sig insikter och troligen tagit hjälp för att få ordning på sitt data och testat maskininläring på en eller flera lämpliga processer. I PiiAs empiri ser vi företag som på det här stadiet provar både olika metoder och leverantörer för att skaffa sig kunskap och beslutsunderlag inför nästa steg som vi i denna modell kallat Acceleratorn.

Acceleratorn behöver nu öka tempot i implementeringen och därför överföra transformationsansvaret till linjeorganisationerna med lämpligt expertstöd. Med utvecklingsstegen följer även ökande krav på förmågan att hantera jobbomställningen och även data som strategisk tillgång liksom säkerhets- och etikfrågor runt dataanvändningen.

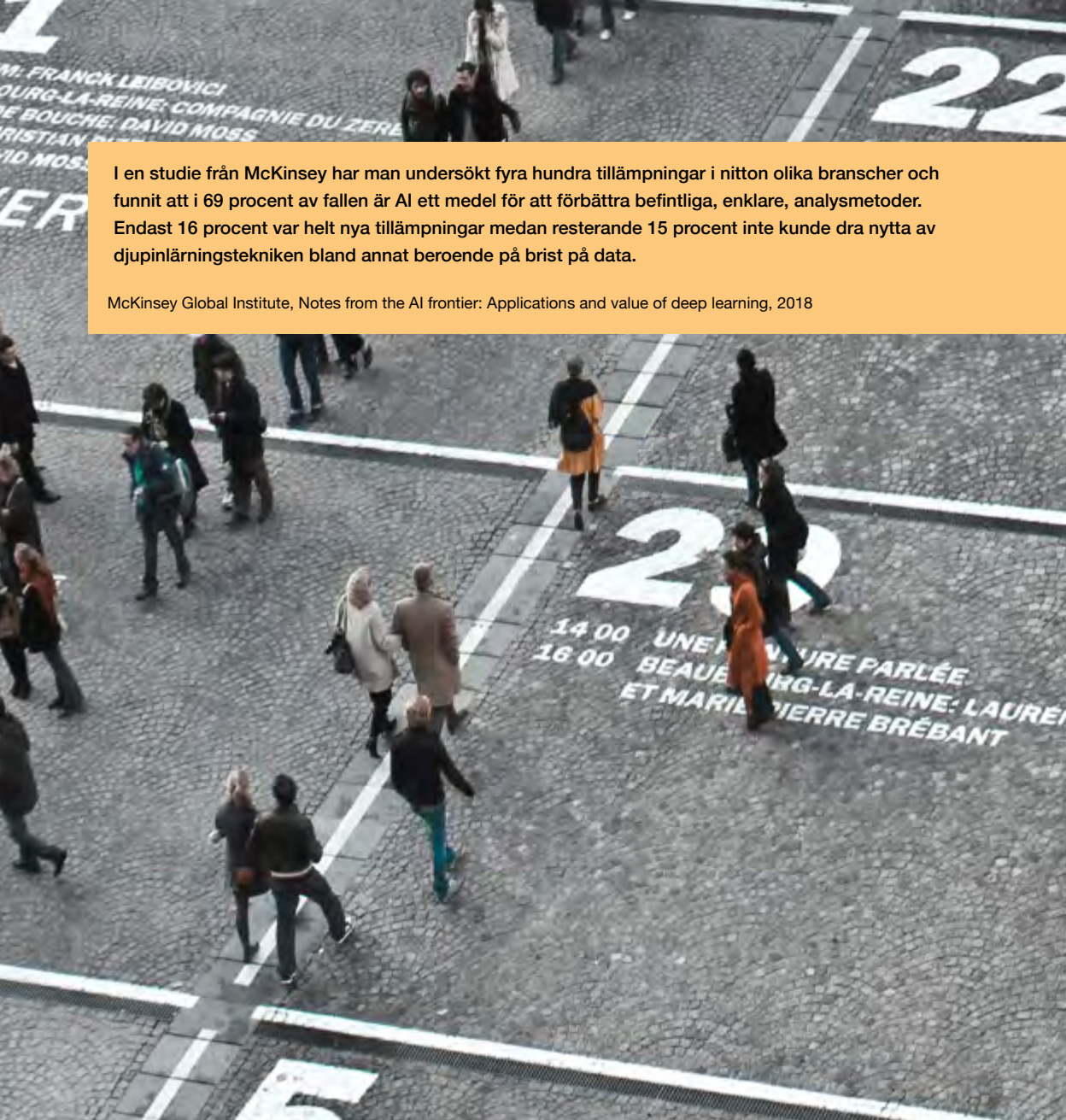
¹³) MGI, Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy,

¹⁴) VINNOVA, Artificiell intelligens i svenskt näringsliv och samhälle, 2018



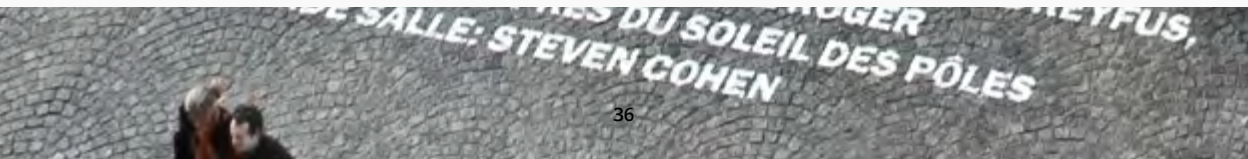
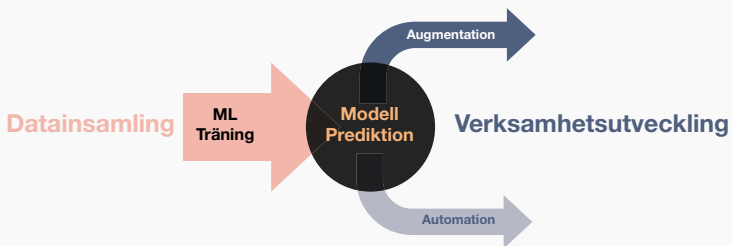
	Insiktsaspirant	Innovationspilot	Accelerator
Ledarskap Omställningsförmåga Jobbdynamik	Insikt om möjligheter och utmaningar	Pilotteam driver utvecklingen	Transformations-ansvar i linjen
Data Struktur Ägande Etik	Inventera data-tillgångar och förbered för strukturer	Regler och strukturer för datahantering finns	Data hanteras som en väsentlig tillgång i företaget
Säkerhet Riskhantering	Insikt om utmaningar	Policy finns	Delegerat ansvar i linjefunktionerna

Figur 7: Tre typiska utvecklingssteg för implementering av AI i industrisammanhang. Från att skapa insikt om möjligheter och utmaningar till mer fullskalig transformation av företagets processer. Källa: Blue Institute 2019.



I en studie från McKinsey har man undersökt fyra hundra tillämpningar i nitton olika branscher och funnit att i 69 procent av fallen är AI ett medel för att förbättra befintliga, enklare, analysmetoder. Endast 16 procent var helt nya tillämpningar medan resterande 15 procent inte kunde dra nytta av djupinlärningstekniken bland annat beroende på brist på data.

McKinsey Global Institute, Notes from the AI frontier: Applications and value of deep learning, 2018



II Automatiserade maskiner använder data, AI förstår data, det gör att de kompletterar varandra.

Figur 8: Effektivisering av industrins försörjningskedjor sker med hjälp av maskininläring (ML) som gör prediktioner av processkedjen baserat på insamlat data. Prediktionen kan sedan användas för att förstärka människors förmågor eller att helt automatisera.

Källa: Blue Institute 2019.

Verksamhetsutveckling

Att tillämpa AI blir en fråga om verksamhetsutveckling, VU. Något som varje industriledare kan vara mer eller mindre bra på. Den drivne ser säkert AI som det kraftfulla verktyg det kan bli och har också förmågan att skapa team där kreativitet, processkunnande, kunskap om verktyg, metoder och gott ledarskap göra skillnad.

De flesta ingående processer i försörjningskedjorna kan dra fördelar av artificiell intelligens och maskininläring. Förenklat kan metodiken delas upp i fyra delar:

AI och *automation* används ofta som utbytbara begrepp men den bakomliggande tekniken skiljer sig åt. Med automation avses system som är programmerade att utföra specifika repetitiva uppgifter, exempelvis en industrirobot som upprepar samma moment om igen eller ett ordbehandlingsprogram som repetitivt kan utföra tidigare manuella uppgifter. AI-sytem är å andra sidan konstruerade för att finna mönster, lära av erfarenheter och fatta följdriktiga beslut. AI behöver inte specifikt programmerade banor för att bestämma hur den ska bete sig i olika situationer. Tillsammans kan AI och automation ta nästa steg för att effektivisera olika processer inom industrin, vare sig de finns i produktionen eller administrationen. Automatiserade maskiner använder data, AI förstår data, det gör att de kompletterar varandra.

Förstärkt eller augmenterad verklighet (AR) har exempelvis fördelar när människor kommer till korta med att uthålligt bevaka ett processförlopp. AR kan ge stöd när monotona arbetsuppgifter övergår i verksamhetskritiska situationer. AI-stödd AR hjälper också lagerarbetare och truckförare att hålla ordning på gods och produkter. AR kan hjälpa processoperatörer att genomföra rutinkontroller av maskiner och processerlikvärl som att ge stöd till servicepersonal och snabba upp akut felavhjälpning. Tekniken gör det möjligt att ge förstärkt experthjälp på distans till produktionsanläggningar långt från teknikleverantörens närmaste expertiscenter.

1

Datainsamling, beredning, och att lära upp modellen.

2

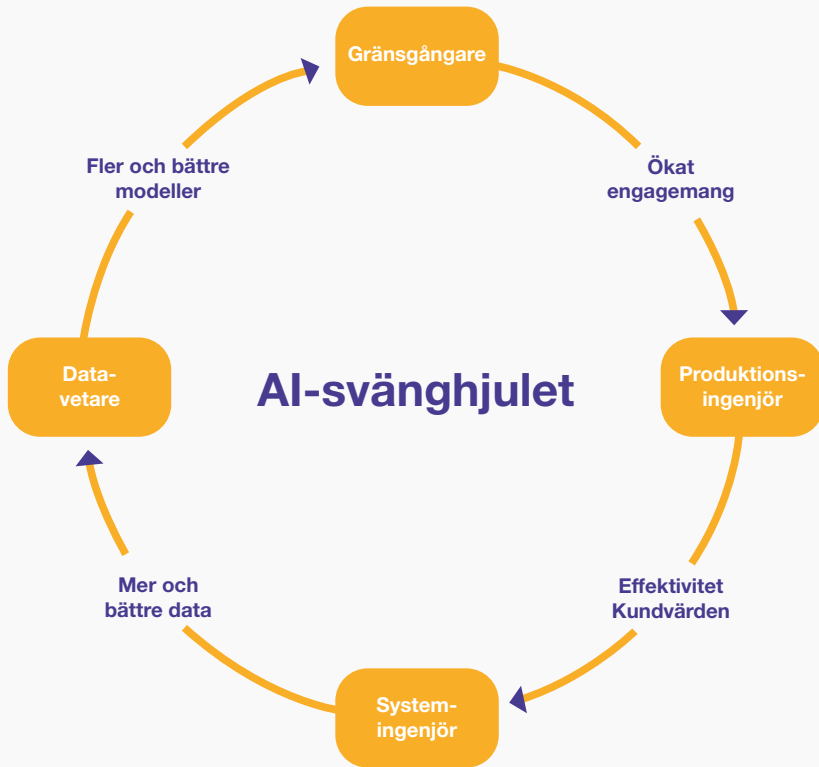
Att använda den tränade modellen för analys och prediktion.

3

Att använda analysen till det som på engelska kallas *augmentation* som närmast kan översättas till att förstärka eller att öka de mänskliga förmågorna.

4

Att använda analysen till automation som nu kan utvecklas till nya nivåer, och dessutom blir möjligt att införa där det tidigare varit för komplext och dyrt att automatisera.



AI-svänghjulet

Vi avslutar avsnittet med en framgångsmetafor för tillämpningen av AI – svänghjulet. På engelska talar man om *Data Flywheel* eller *AI Flywheel*. Det är ett begrepp som anspelar på hur AI i ett verksamhetssammanhang har behov av en "svängmassa" – en kombination av data, kunskap och energi som påverkar varandra för att projekten ska bli lyckosamma.

I företagsperspektivet gäller det att skapa kraftfulla svängmassor, där maskininlärningsinnovationer som en del av företaget blir bränsle till andra verksamheter, som i sin tur kan utgöras av produkter eller tjänster, som i sin tur kan ge hävstångseffekter med mer AI och så vidare. Företag först ut att lyckas med detta är föga förvånande plattformsföretagen som kan växa med information – *scale without mass* (se även avsnittet *Digitala Plattformer förändrar den traditionella industrin*)

AI Flywheel förknippas inte sällan med Amazon Web Services (AWS). Amazon använder gärna ordet svänghjul för att beskriva hur olika delar av verksamhet fungerar som en evighetsmaskin där mer data ger bättre produkter, fler kunder och ännu mer data och så vidare. Företagets maskininlärningsplattformar skapar moment i hela organisationen. Att erbjuda maskininläring till utomstående som betald tjänst är i sig själv lönsam. Att sådana projekt dessutom genererar data ger ännu mer hävstång.

AWS växte med fyrtio procent första kvartalet 2019 med en operativ marginal på 29 procent. På något sätt har Amazon knäckt en av affärsvärldens gåtor; hur man skapar små innovativa team inom en mycket större (byråkratisk) verksamhet. Agila team som lär sig fort, utvecklar kompetens inom många AI-relaterade områden och sedan sprider kunskapen till resten av organisationen. På användbara, sammanhängande och samverkande sätt som skapar värden i hela

II Amazon använder gärna ordet svänghjul för att beskriva hur olika delar av verksamhet fungerar som en evighetsmaskin där mer data ger bättre produkter, fler kunder och ännu mer data och så vidare.

organisationen. Det är imponerande. Men hur kan traditionell industri ta till sig av logiken med AI-svänghjulet? Vi nöjer oss här med att utveckla tanken om den grundläggande organisationen, teamet, som gör större strategier möjliga.

Det vanligaste misstaget när företag tar sig an AI är att man börjar med tekniken och inte med affärsbehoven. Att anställa datavetare och ge dem tillgång till data för att bygga "något intressant" är en högst plausibel återvändsgränd.

Som vi diskuterat krävs team med olika kompetenser, varav de fyra grundläggande är: **produkt- eller produktansvariga** (som i detalj kan beskriva vilket problem som ska lösas), **systemingenjörer** (som vet vilka data som kan användas), **datavetare** (som vet hur man bygger bra modeller) och så behöver man **gränsgångare**. De kan kallas DevOps-ingenjörer eller "Translators" (*Development-Operations är ett begrepp inlånat från IT-branschen och agil utveckling medan Translators är ett begrepp lånat från McKinsey*). Det vill säga i det här sammanhanget den ovärderliga kategori människor, oftast ingenjörer, som kan skapa engagemang och kunskapsmässigt och praktiskt rör sig relativt obehindrat mellan produktion, process och verksamhetsutveckling och kundernas behov och preferenser.

Tidskriften Mining Magazine ställde frågan till 115 gruvföretag om var de såg de största möjligheterna med AI. Svaren är både intressanta och ger en provkarta som principiellt stämmer in på många fler branscher än gruvindustrin.

1. Bättre beslutshandling och felminimering.
2. Att förstå marknadstrender och kundbeteenden.
3. Upptäcka mineralfyndigheter.
4. Autonoma fordon och borrhagregat.
5. Automatiserad övervakning av hälso-och säkerhetsrisker.
6. Ökad produktivitet.
7. Produktionsplanering.
8. Underhållsplanering.
9. Automatisering och stöd för regel-och laguppfyllnad.
10. Omplanering efter oförutsedda händelser.

Dessa personer använder olika verktyg och arbetar tillsammans för att lösa gruppens utmaning. Men var och en är idealt personer med förmågan att skala upp sina verksamheter och fylla svänghjulsmetaforen med kraft och moment.

Nu har nog liknande kompetenskombinationer mer eller mindre alltid använts för att utveckla produkter och verksamheter. Det som är nytt är maskininlärningstekniken som kräver sin expertis, åtminstone för närvarande. För företag som anträder sitt avancemang i AI-världen är det nödvändigt att ta allvarligt på att skapa ett sådant pilotteam. För företag som skalar upp, acceleratorerna, är teamen fortfarande nödvändiga men måste ut i linjen och den ordinarie verksamheten. Då finns förutsättningarna att uppnå svänghjulseffekter på företagsnivå.





Utbudet

Vi går vidare med att analysera utbudssidan genom att bedöma teknikutvecklingen och leverantörssystemet. Först genom en överblick över utvecklingsområdet AI med en kort begreppsöversikt och sedan leverantörsindustrins struktur och strategiska utmaningar. Kapitlet avslutas med våra slutsatser kring effekterna på marknadssystemet.

Utvecklingsområdet AI

Bakom den tillämpade utvecklingen av digital teknik för industrin ligger betydande satsningar. Förenklat kan de beskrivas som tre utvecklingsnav där vart och ett, enligt Blue Institutes estimat, står för ca en tredjedel av respektive 1 500 miljarder kronor som investeras globalt i FoU varje år:

- **Drivkrafterna för det första navet**

– privat-publika innovationssamarbeten – består av nationella ambitioner tillsammans med industrins insikt om de värden som står på spel i den fjärde industrirevolutionen. Det har renderat i omfattande satsningar där privat och offentligt nationellt kapital enas i olika program världen över. *Industrie 4.0* i Tyskland tillhör de mest namnkunniga. I Sverige har de Strategiska Innovationsprogrammen etablerats med fokus på utvalda tillväxtområden. Överslagsmässigt uppgår dessa privatpublika satsningar till 500 miljarder årligen.

- **Det andra** utvecklingsnavet utgörs av de stora tech-företagens årliga FoU-satsningar på uppbyggnaden av molntjänster och satsningar på AI. *The Big Five* – Apple, Alphabet, Microsoft, Facebook, Amazon samt IBM – beräknas tillsammans investera närmare 500 miljarder per år.

- **Det tredje** navet utgörs av den *traditionella ITK-industrin plus automationsleverantörerna*. En betydligt mer fragmenterad bransch men där överslagsmässigt ytterligare ca 500 miljarder sätts in i forskning och utveckling.

Utvecklingsprojekten börjar nu på alla fronter lämnat laboratorier och söker sig ut på marknaden först i innovationsprojekt, sedan som best practice och så småningom med full kommersiell kraft.

Drivkrafterna är väsentliga: de stora investeringsringarna måste få sin avkastning; standardiseringsarbetet är på väg att visa resultat; världens industriledare börjar komma till insikt om att enorma värden står på spel i transformationen av industrin som väntar. Och sist men inte minst uppstår en dynamik när de tre utvecklingsnaven börjar "kugga i varandra" i takt med att utvecklingsresultaten släpps ut på marknaden, det gör att momentet för hela systemet ökar ytterligare.

**Privat-Publika
Innovationssamarbeten**
~ 500 mdr FoU per år

- Tyskland - Industrie 4.0
- Frankrike - Industrie du Futur
- USA - Manufacturing USA
- Kina - Made in China 2025
- Sverige - PiiA, P2030 etc.

The Big Five
~ 500 mdr FoU per år

Automation, IT, Tele
~ 500 mdr FoU per år



Figur 9: Den tillämpade utvecklingen av digital teknik för industrin drivs fram av historiska satsningar som schematiskt kan beskrivas som tre kraftfält, utvecklingsnav, där vart och ett står för ca en tredjedel av respektive 1 500 miljarder som investeras i teknikutvecklingen varje år. Källa: Blue Institute.

Signifikanta genombrott inom AI-tekniken.

Genombrotten för AI annonseras allt tätare. Det sker inom alla tillämpningsområden. Insatserna i grundforskning och produktutveckling ger synliga resultat och utvecklingskurvan blir allt brantare.

1 Det mest vardagliga men revolutionerande exemplet är de personliga assistenterna **Alexa, Siri och Google Assistant** som sedan en tid frekvent gör sig påmind i telefoner och almanackor ju mer de lär sig.

2 I **Estland** har man ambitionen att göra myndigheterna så effektiva som möjligt och utvecklar en AI-modell som ska agera domare i smärre rättsfall där dispyten värderas till mindre än 7 000 EUR.

Grundläggande AI-begrepp

Begreppet artificiell intelligens (AI) saknar vedertagna entydiga definitioner och avgränsningar. Ämnets karaktär öppnar tvärtom för breda filosofiska, samhällsvetenskapliga och matematiska utvidgningar. AI-forskningen i sig själv är både specialiserad och spridd över delområden som ofta saknar kontakt med varandra. Det här gör området i dess hela vidd svårfångat men vi väljer inför den föreliggande analysen samma definition som VINNOVA använt i studien *Artificiell intelligens i svenskt näringsliv och samhälle, 2018*, nämligen:

"Förmågan hos en maskin att efterlikna intelligent mänskligt beteende. Artificiell intelligens är även beteckningen på det vetenskaps- och teknikområde som syftar till att studera, förstå och utveckla datorer och programvara med intelligent beteende."

AI kan alltså definieras som maskiners förmåga att utföra kognitiva funktioner som vi associerar med mänskliga sinnen, som uppfattning, resonemang, lärande, att interagera med omgivningen, problemlösning och ytterst även kreativitet.



II En forskargrupp på Columbia University annonserade i januari 2019 att man gjort ett stort framsteg genom att skapa en robot som lär sig vad den är.

3 Utvecklingsinstitutet **OpenAI** presenterade nyligen en färdig-utvecklad språkmodell (GPT-2) som kan generera realistiska texter i skilda arter av stil och prosa. Textroboten är så kraftfull att man avstår från att släppa den fulltränade modellen med hänsyn till risken att bidra till spridning av "fake text".

4 Googleföretaget **DeepMind** presenterade i mars 2019 en modell som kan diagnostisera komplexa ögonsjukdomar i realtid. På trettio sekunder kan algoritmerna i Googles moln lämna en detaljerad prognos med samma precision som världsledande ögonspecialister.

5 En forskargrupp på **Columbia University** annonserade i januari 2019 att man gjort ett stort framsteg genom att skapa en robot som lär sig vad den är. Efter en dag med intensiv träning kan den anpassa sig till olika situationer, hantera nya uppgifter och upptäcka och reparera skador i sin egen kropp.



En fortfarande dominerande hypotes om egenskaper hos ett AI-system är det så kallade *Turing-tester*¹⁵: en dator klarar provet om en människa efter att ha ställt ett antal skriftliga frågor inte kan urskilja om svaren kommer från en människa eller en maskin.

Den uppsättning av förmågor¹⁶ som anses göra det möjligt för en artificiell intelligens att upplevas som mänskligt intelligent innefattar:

- *Naturlig språkhantering (NPL).*
- *Förmåga att lagra kunskap.*
- *Automatiserad resonemangsförmåga.*
- *Maskininlärning för att göra upptäckter anpassat till givna förutsättningar.*
- *Visionsteknik för att se.*
- *Robotik för att förflytta sig eller manipulera objekt.*

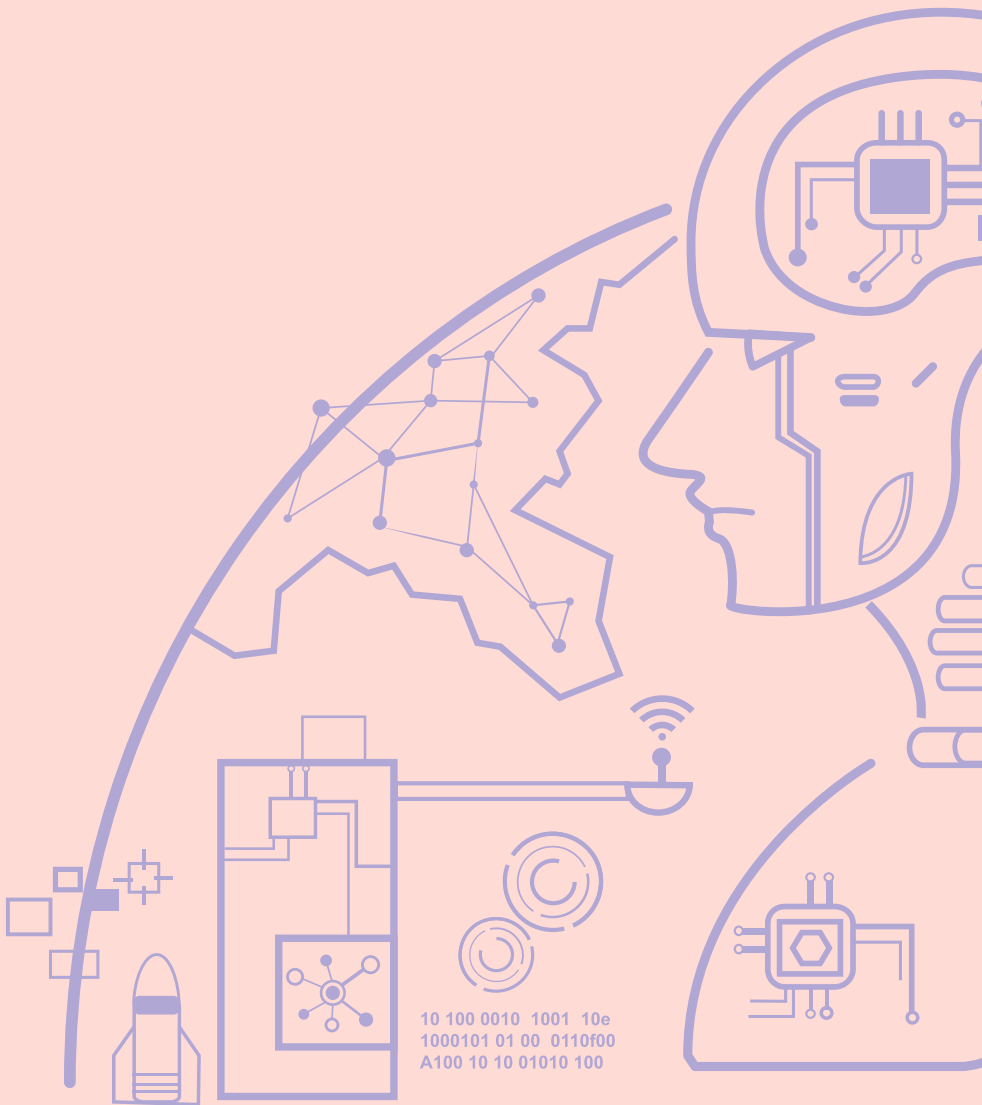
En annan central tankefigur är den rationella, intelligenta, agenten. Agenten är en programvara, en algoritm, som förväntas operera autonomt och känna av sin omgivning, bestå över lång tid och anpassa sig till förändrade förutsättningar, dessutom sätta upp och nå mål. Alla egenskaperna i Turing-testet är också giltiga för att den rationella agenten ska kunna fungera.

¹⁵) Turing Alan m, Computing Machinery and Intelligence, 1950

¹⁶) Russel, Norvig, artificial Intelligence, A modern approach, 2016

Smal och Bred AI

AI kan klassificeras på många olika sätt men ofta talar man om smal och bred eller generell AI. De facto är all AI som finns idag smal eller om man så vill; specialiserad. Vår egen intelligens däremot är generell. Om AI någon gång i framtiden blir generell kommer det förmodligen att förändra samhället i grunden. När och om detta inträffar debatteras och spänner från tio till flera hundra år eller aldrig. En marginell del av AI och maskininlärningsutvecklingen idag berör generell artificiell intelligens. Majoriteten av utvecklingsresurserna är inriktade på att göra smal/specialiserad AI mer effektiv.



Maskininlärning

Maskininlärning är ett område inom datavetenskapen som berör metoder för att få datorer att lära sig genom data utan att ha programmerats för uppgiften. Området angränsar till statistik och igenkänning av mönster.

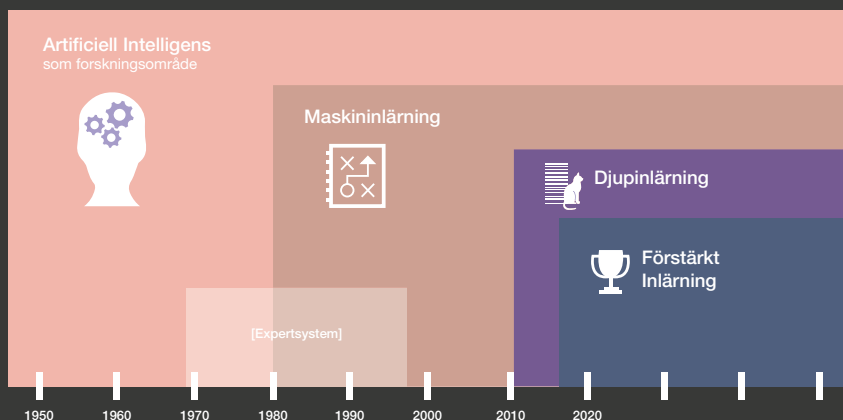
För praktisk tillämpning av AI är maskininlärning sedan ett par decennier det förhärskande utvecklingsspåret. Framstegen har uppnåtts genom att tillämpa maskininlärning på allt större uppsättningar av data. På relativt kort tid har det utvecklats olika varianter av maskininlärning där algoritmerna hela tiden blir bättre och anpassade för olika tillämpningar.

I nomenklaturen talas om **övervakad inlärning**¹⁷ som innebär att en AI-algoritm använder uppsättningar av data för att "träna på" och får återkoppling från människor för att lära sig när förhållandet mellan givna indata och utdata är det som efterfrågas. **Oövervakad inlärning**¹⁸ innebär att nätverket får arbeta utan förkunskaper. Datorn får själv lära sig underliggande strukturer endast via det indata som ges och inte genom något i förväg givet svar.

Djupinlärning¹⁹ är en typ av maskininlärning som kan bearbeta ett brett spektrum av data och kan innebära enklare databeredning och ge mer exakta resultat än traditionella maskinlärande tillvägagångssätt, även om det krävs en större mängd data för att göra det.

Vid djupt lärande kopplas mjukvarubaserade "neuroner" samman i ett neuralt nätverk. Nätverket kan ta in stora mängder indata och bearbeta dem genom flera lager som lär sig mer komplexa funktioner för varje lager. När en gång nätverket lärt sig till exempel hur ett föremål ser ut kan det känna igen samma föremål i en ny bild.

Förstärkt inlärning²⁰ fungerar så att algoritmen belönas när den gör framgångar. Till exempel att samla poäng i ett spel genom att steg för steg närma sig maxpoängen. Algoritmen kommer ihåg de lyckade dragen och utfallen och korregerar sig själv för allt bättre resultat. Den lär genom att upptäcka. Metoden som är inspirerad av hjärnans dopaminsystem används när det inte finns mycket träningsdata att tillgå. När det ideala slutmålet inte går att definiera explicit eller när det enda sättet att lära sig om miljön är att sätta igång och interagera med den.



Figur 10: AI och olika inlärningsmetoder satt i ett utvecklingsperspektiv.

¹⁷⁾ Eng. *Supervised Learning*. ¹⁸⁾ Eng. *Unsupervised Learning*. ¹⁹⁾ Eng. *Deep Learning*. ²⁰⁾ Eng. *Reinforcement Learning*, LR

Förstärkt inlärning är det senaste stora genombrttet inom maskininlärning som fick omfattande publicitet när datorprogrammet AlphaGo från Googleägda DeepMind, 2015 besegrade en av de kinesiska mästarna i brädspellet Go. Sedan dess har tekniken fått flera kommersiella genombrtt och används bland annat för att effektivisera driften av gasturbiner, vindkraftverk och energianvändningen i datorhallar. Metoden har god potential för framtida industritillämpningar.

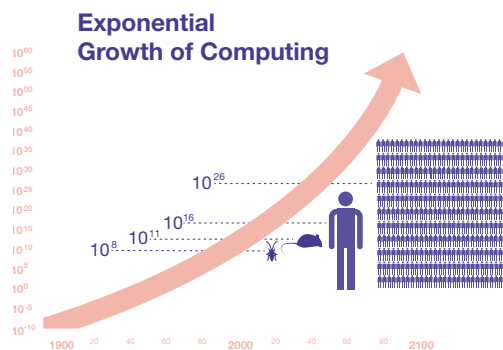
För en fördjupning av området maskininlärning hänvisar vi till del 2 av rapporten. Här fortsätter vi med en analys av leverantörssystemet.

AI-Utbudet domineras av de stora plattformsleverantörerna

Utbudet för tillämpad AI-teknik ökar i snabb takt: infrastrukturer, verktyg, algoritmer, data och även färdigtränade AI-modeller för olika ändamål, allt erbjuds redan som standardprodukter hos alla större plattformsleverantörer. Utvecklingen hos automationsleverantörerna innebär att de industriella styrsystemen också får inbyggd maskininlärningskapacitet. Telekommunikationsindustrin börjar erbjuda distribuerad och molnintegrerad *edgeteknik* som delar i IoT-koncept. Och det växer upp en mängd mer eller mindre specialiserade AI-leverantörer för olika tillämpningar.

Teknikleverantörer av alla kategorier bidrar till maskininlärningstekniken snabba kommersiella spridning och olika marknadsstudier visar på kraftigt förväntad tillväxt de närmaste åren. Enligt analysföretaget Markets & Markets²¹ räknar man med att marknaden för maskininlärning, språkhantering och visionssystem kommer att växa från ca 22 mdr USD 2018 till dryga 190 mdr år 2025.

Det motsvarar en tillväxttakt på närmare 40 procent. IT-konsulter och systemintegratörer ser



Figur 11: Datorernas beräkningskraft är en förutsättning för utvecklingen av artificiell intelligens. Det tog nittio år att uppnå den första MIPS per 1 000 dollar (Million Instructions Per Second) – nu adderas 1,2 MIPS/1 000 dollar varje timme.

Källa: Ray Kurzweil och KurzweilAI.net.

dessutom affärsmöjligheter och bygger kunskap runt de nya verktygen. Enligt olika undersökningar bedöms AI-utvecklingen inom IT-konsultbranschen tillhöra de mest markanta teknikenombrtten någonsin²².

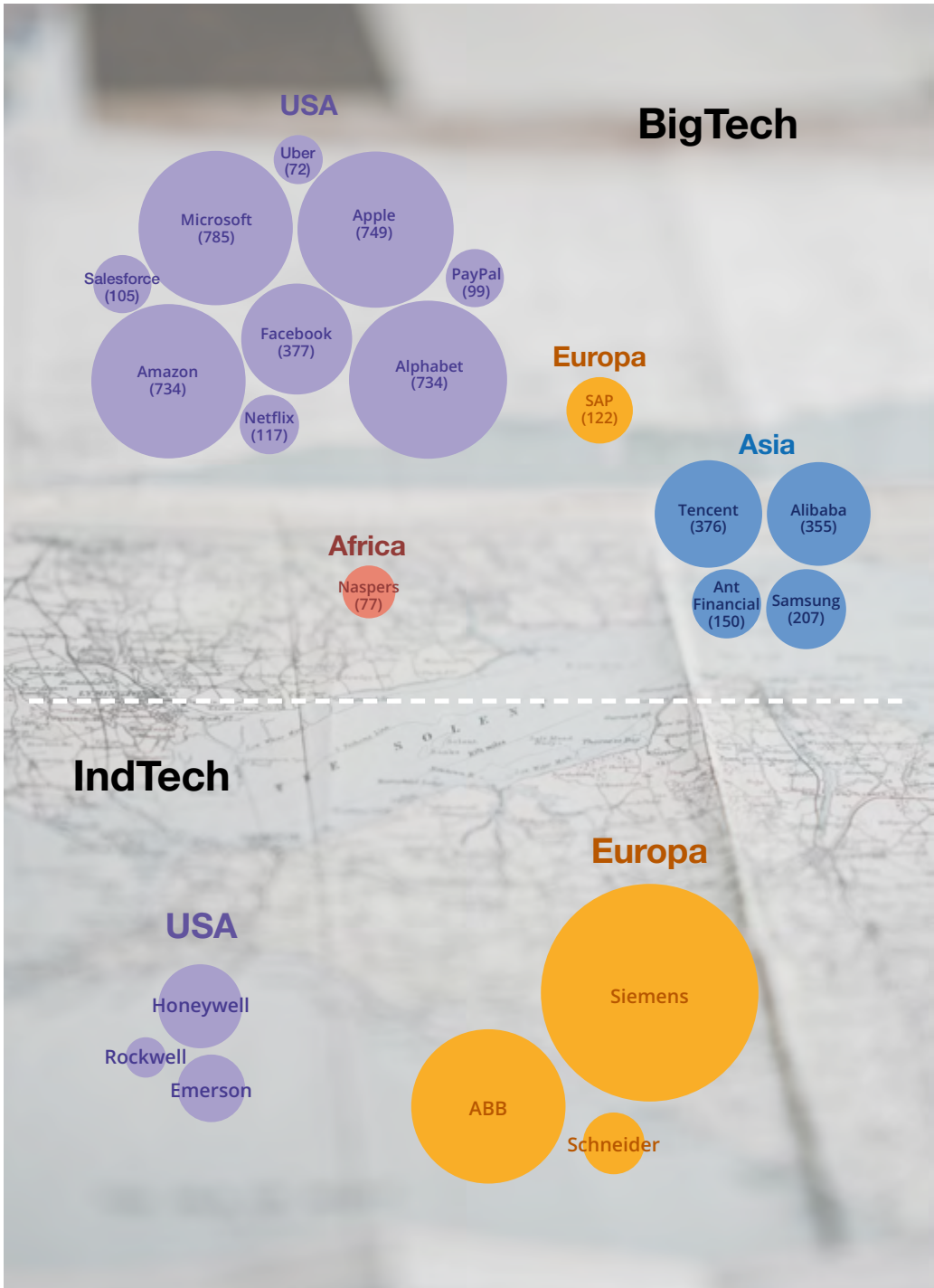
Men det är de stora techföretagen som driver lejonparten av den kommersiella AI-utvecklingen. Plattformsföretagen Apple, Alphabet, Microsoft, Facebook, Amazon och IBM har tillsammans en värdering på över 4 000 mdr USD och står för 55 procent av värdet på Nasdaqs 100 index.

Det är dessa företag som står bakom västvärldens kommersialisering av AI. I Asien dominerar Tencent, Alibaba och Samsung medan Europa i den här bemärkelsen saknar motsvarande styrkor. Som jämförelse har dock Europa fördelar bland industriteknikföretagen (IndTech). Sett som europeiska företag är ABB och Siemens väsentligt större än sina amerikanska motsvarigheter.

Plattformsföretagens långsiktiga AI-strategi har ett stort FoU-innehåll som förstärks genom förvärv. Här återfinns exempelvis Googles köp av

²¹) Markets & Markets, Artificial Intelligence Market, 2017

²²) Konsultkompaniet, Så blir it-branschen 2019, 2019



Figur 12: Plattformföretagen i USA har en definitiv ledning även när det gäller utvecklingen av AI-plattformar. Marknadsvärden december 2018. Nedan: jämförelse mellan de tre största IndTech-företagen i Europa vs. USA. Källa: EC, EU Industrial Policy after Siemens-Alstom, Blue Institute.

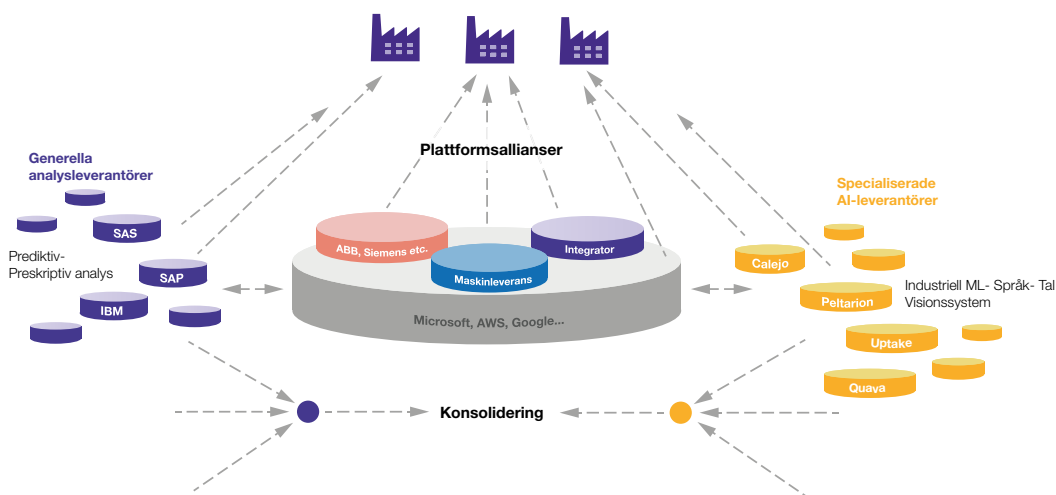
DeepMind för 400 MUSD och Twitter som förvärvade Magic Pony för 150 MUSD eller Microsofts köp av Github för 7 500 MUSD. För att försäkra sig om tillgång på akademiska toppkrafter från universiteten lockar man med höga löner²³, obegränsade data- och datorresurser och minimal byråkrati.

I tangentens riktning ligger därför ännu mer av koncentration av resurser, expertis och tillgång på data, runt ett fåtal globala kommersiella aktörer. Det är en del av *plattformskriget*, den kamp om marknadsherravälde över molntjänsterna där toppstriden står mellan Microsoft, Amazon Web Services och IBM.

I det marknadslandskap som växer fram finns plattformsföretagens marknadsdominans hela tiden i bakgrunden. De generiska molnprodukterna når slutanvändarna direkt eller via vidareförädlade domänleverantörer. Inom industrin är det automations-, process- och maskinleverantörerna som kan addera branschspecifika värden.

Automationsleverantörerna fungerar på det sättet som riktade marknadskanaler som ökar värdet på plattformsföretagens storskaliga produktion av datorkraft och maskininläring. Dessa plattformssallianser och centrumbildningar flankeras av två grupper med mer fristående initiativ. Den ena utgörs av företag som säljer prediktiv analys och bygger upp enskilda plattformar. Enligt en kvalitativ utvärdering av analysföretaget Forrester²⁴ leds detta segment av SAS, IBM och SAP med en lång svans av mindre aktörer.

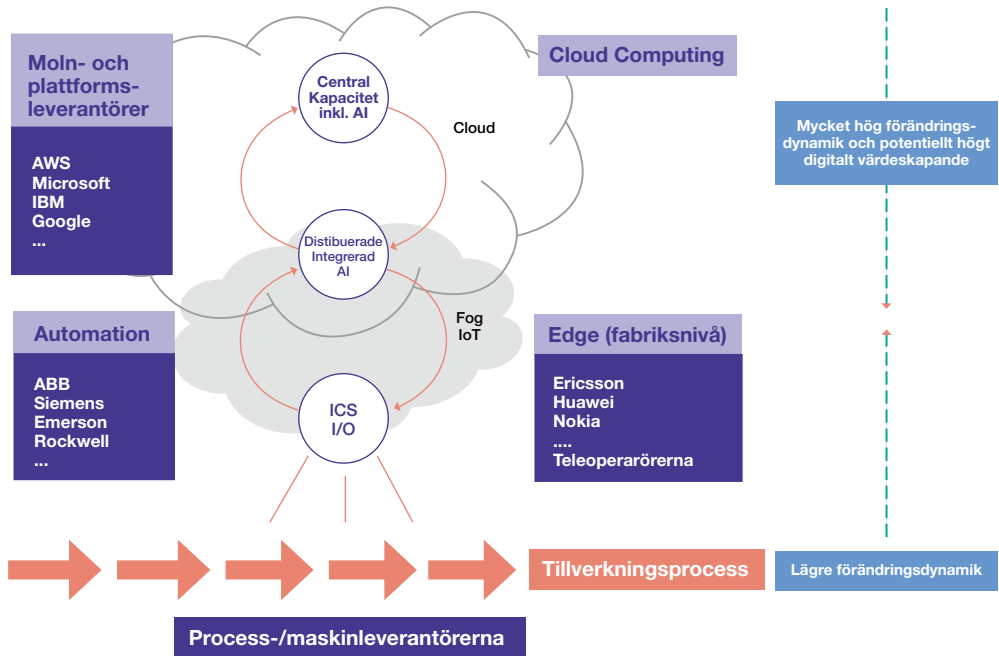
Den andra flanken består av specialiserade företag som levererar system för tal, språk, vision och generellt tillämpbara maskininlärningsplattformar för bland annat industrin. Även här är svansen med små och medelstora aktörer lång i en fortfarande omogen och utvecklingsintensiv bransch som kommer att genomgå vidare konsolidering.



Figur 13: För industriellt tillämpad AI går det att skilja ur tre grupperingar av leverantörer. I mitten de stora generella plattformsföretagerna som skapar allt fler allianser med företag som kan fungera som värdeadderande specialiserade kanaler av plattformsföretagernas storskaliga AI-erbjudande. Flankerade av generella analysaktörer där det finns flera stora företag, samt specialiserade industrileverantörer av olika storlekar. Dynamiken inom branschen förväntas innehålla stora inslag av konsolidering. Källa: Blue Institute 2019.

²³ Financial Times AI academics under pressure to do commercial research, 2019

²⁴ The Forrester Wave™: Predictive Analytics and Machine Learning Solutions, Q1 2017



Figur 14: Det förändrade IT/automationslandskapet. Traditionella automationsaktörer möter nya förutsättningar när molntjänsterna sveper in även över industrin. Detta förstärks när telekommunikationsbranschen söker avsättning för 5G-investeringarna och process- och maskinleverantörerna med teknikutvecklingen får större möjlighet att lösa fler av problemen själva. Källa: Blue Institute 2018.

Automation, industriell IT och digitalisering blir IndTech²⁵

När efterfrågan på digitala plattformar ökar och gränserna mellan industriell it och automation och andra domäner luckras upp innebär det att fler aktörer intresserar sig för det industritek-niska området. Som leverantörer av molntjänster bygger Microsoft, IBM och Amazon i praktiken både allianser och utmanar de traditionella automationsleverantörerna som ABB, Siemens, Emerson och Rockwell.

Den andra utmaningen för automationsleveran-törerna kommer från IKT-företagen. Ericsson, Cisco, Huawei, Nokia, Samsung och branschens operatörer söker tillämpningar för 5G-tekniken

och ser Industrins Internet of Things som en möj-lighet. Syftet med 5G är att göra trådlös teknik tillgänglig för tillämpningar med betydligt högre krav på bandbredd, hastighet och tillförlitlig-het än applikationer för personligt bruk. Enligt Ericsson skulle operatörerna kunna öka sina intäkter med 34 procent om processindustrin och elbranschen ökade användningen av trådlös kommunikation²⁶. Ericsson stöder den utveck-lingen genom satsningen IoT Accelerator Platform. En *one-stop-shop* som ska göra det enkelt och säkert att ansluta IoT-moduler och dessutom bistår med att omsätta tekniken till affärer.

Leverantörerna av industriell it och automation behöver nu strategier för att förhålla sig till såväl plattformsföretagen som IoT-infrastrukturen.

²⁵ IndTech innebär digital teknik och automation för industrin

²⁶ ISVD, Ericsson ikapp och förbi Huawei i 5G-racet, 8 sep 2017



Plattformsleverantörernas dominans gör att det inte går att vara utan deras resurser och utmaningen för automationsföretagen blir att skapa relationer som utvecklar branschens styrkor (industri-, processkunnande och kundrelationer) och skapar kundvärden utan att själva bli marginaliserade i plattformskriget. Plattforms- och IKT-bolagen kan i förlängningen förväntas bidra till att förenkla och göra automationslösningarna mer kostnadseffektiva och dessutom tillföra nya värden: intelligenta appar i intelligenta ekosystem är en utvecklingstrend som tack vare att plattformsföretagen öppnar upp sina API:er kan få stort genomslag.

För process- och maskinleverantörerna innebär plattformarna möjlighet att utföra mer av automation och avancerad analys i egen regi. Maskin-

leverantörerna delar dessutom ambitionen med automationsindustrin om att bygga uppkopplade kompetenscenter för optimering och felavhjälpning i kundernas anläggningar. I förlängningen handlar den strategin också om konkurrensen om värdefullt data från industrins tillverkningar.

Fram tonar en ny bild för branschens leverantörer där det blir förmågan att skapa riktiga kundvärden som skiljer vinnare och förlorare åt. Om IndTech-leverantörerna lyckas med det får de i framtidens industriella värdesystem en mycket mer utvecklad roll som högt specialiserade vertikala leverantörer av effektivitet och kvalitet. Medan processflödena hålls samman med hjälp av kollaborativa logistiska system.

Industriexempel : Gruvbolag i världen

Energi och Säkerhetsdiagnostik, projektet ENSAF.



Det finns ett stort intresse för att tidigt diagnosticera problem i gruvors underjordsanläggningar. Trenden är utveckling mot helt automatiserad gruvdrift som innebär att få eller kanske ingen personal finns tillgänglig som kan agera om en fara uppstår. Speciellt är det angeläget att tidigt upptäcka risker för brand från överhettning i fordon, utrustningar, kablar och dylikt. Genom att placera ut givare i anläggningarna och på gruvfordonen och kontinuerligt sända information från dessa till ett centralt diagnostiksystem är det möjligt att tidigt spåra risker för överhettning. Det finns även ett behov av att kontinuerligt träna personalen i olika brandscenarier och hur man skall agera i olika situationer.

Projektet ENSAF (ett PiiA finansierat projekt) är ett samarbete mellan ABB, RISE, Mälardalens Högskola samt Epiroc som äger 1/3 av Mobilaris. Tillsammans med de svenska gruvbolagen, som är engagerade i kravställningen och agerar bollplank i arbetet, försöker man hitta en lösning på den stora utmaningar som bränder utgör i gruvor. Koncepttestet som innebär montering av lämpliga sensorer på ett av Epiroc´s fordon i en av Bolidens gruvor planeras att starta i slutet av år 2019. Insamling av data kommer att pågå under år 2020.

Boliden är ett högteknologiskt metallföretag med egna gruvor och smältverk som arbetar långsiktigt med att garantera samhällets tillgång till bas- och ädelmetaller; från brytning av malm (mineraler) till produktion och leverans av högkvalitativ metall till Industrin. Produktionskapacitet är hög och bygger på erfarenhet, innovation och avancerad teknik, utvecklad i samarbete med nordiska teknik- och ingenjörsföretag. Cirka 5 800 personer arbetar på Boliden och verksamheten bedrivs i Sverige, Finland, Norge och Irland.

|| Vid bränder utgör speciellt röken ett allvarligt hot mot både människor och apparater. Det är därför viktigt att kunna detektera om en brandhärd är på väg att starta.

Industriexempel: Gruvbolag i världen

Problemställning

Konsekvenserna av gruvbränder kan bli omfattande räknat i såväl mänskligt lidande som i kostnader och uteblivna intäkter. Omkring en brand i veckan inträffar per år i svenska gruvor där större delen startas av fordon som rör sig i gruvor. Sverige har varit förskonade från stora gruvbränder i modern tid men inom den globala branschen förekommer det alltför ofta. I det omtalade fallet med Pike River Mine i Nya Zeeland 2010, förolyckades tjugonio personer efter flera gasexplosioner i kolgruvan. Förutom allt mänskligt lidande renderade olyckan i att anläggningen var ställd ur drift under fyrtiofem dagar för brandsläckning och saneringsarbete. Produktionsbortfallet motsvarade en halv miljard kronor förutom alla återställningskostnader och förhöjda försäkringspremier. Dessutom kan stora straffavgifter utgå om de grundläggande orsakerna för en gruvolycka kan härledas till brister i säkerheten.

Vid bränder utgör speciellt röken ett allvarligt hot mot både människor och apparater. Det är därför viktigt att kunna detektera om en brandhärd

är på väg att starta. Andra typer av risker som identifieras är exempelvis läckage på hydraulikledningar, som kan innebära att olja under högt tryck ger intensiva strålar eller dimbildningar.

Erfarenheter

I projektet ENSAF skapas ett system som utnyttjar alla befintliga fasta mätgivare i gruvan såväl som på fordonen, och kopplar olika mätningar (som temperatur, kolväten, CO₂-koncentration, CO-koncentration, relativ luftfuktighet och flöde) till varandra genom simuleringsmodeller. Dels för att tidigt identifiera problem, dels för att lokalisera problemen så nära källan som möjligt. Informationen används sedan som indata till en beslutsträdsmodell för att bedöma brandriskerna men också för att bestämma halten av giftiga gaser som kan vara farliga för människor och maskiner genom korrosion. Det blir möjligt att följa den reala utvecklingen i gruvan och jämföra mätdata med simuleringarna.

Utveckling av systemet görs primärt av Epiroc och Mobilis, ABB och MDH, där Boliden är bollplank och bidrar med erfarenheter om gruvförutsätt-



II Systemet bygger på att sensorer dels kan kommunicera med varandra för att öka kommunikationssäkerheten lokalt, dels med centrala system som kan ge en helhetsbild av situationen.

ningarna. RISE bidrar bland annat med kunskap runt brandförlopp och skydd samt brandtester i deras lokaler i Borås. ABB ser möjlighet med en helhetslösning med deras automation system till konceptualisering av utvecklingen så att den kan erbjudas kommersiellt. Epiroc tillför mätningar på gruvfordon där all data samlas in i deras system Certiq som kommunicerar säkerhetsinformationen vidare till Mobilaris.

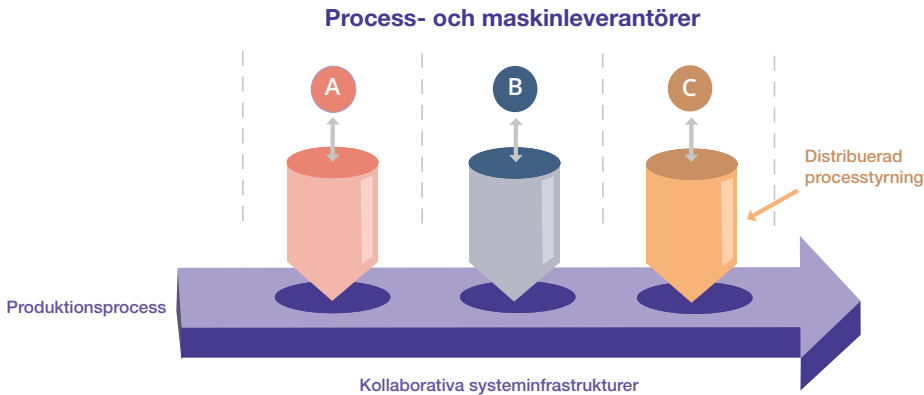
På sensornivå har projektet bland annat kunnat bestämma gasbildningar från kablar som belastats med strömmar högre än nominella värden. Genom rökdetektorer inte bara upptäcka rök-bildning utan även oljedimor som kan uppstå genom läckage. Termokameror kan användas för att på längre avstånd bestämma temperaturökningar på exempelvis kablar.

Certiq samlar idag in objektdata (t.ex. hydraulikoljenivå, motor effekt osv...) 24/7 ifrån flera tusen gruvfordon i världen. Systemet har under ENSAF-tiden gått ifrån att kommunicera och samla in data ifrån några hundra fordon till dagens tretusen. De testade sensorerna i ENSAF implanteras nu i Certiq som kommunicerar sensordata till Mobilaris där t.ex. gasvärdena ifrån fordonen

i gruvschakten kommer att kunna följas och utlösa alarm. Vid en brandsituation som orsakats av ett gruvfordon kommer man att kunna utföra korrelation av all data och utföra "root cause analyses" och med hjälp av deep learning ge svar på orsaken till branden. Framgent skulle man med artificiella applikationer kunna förutse en möjlig brandsituation och föreslå lämpliga underhålls-aktiviteter för att undvika bränder.

Från mätningarna och analyserna kan ventilationen anpassas till verkliga behov, vilket kan spara energi utan att riskera funktionaliteten med ett bra klimat för människor och maskiner. Nära femtio procent av energiförbrukningen i en underjordsgruva är relaterad till ventilationen. Vid brandrisk ställs systemet om för att minimera risken för underjordspersonalen. Systemet bygger på att sensorer dels kan kommunicera med varandra för att öka kommunikationssäkerheten lokalt, dels med centrala system som kan ge en helhetsbild av situationen.

Källor: ABB, PiiA, MDH



Figur 15: IndTech-leverantörerna kan i framtidens industriella värdesystem få en mycket mer utvecklad roll som högt specialiserade vertikala leverantörer av effektivitet och kvalitet. Medan processflödena hålls samman med hjälp av kollaborativa logistiska system. Källa: Blue Institute 2019.

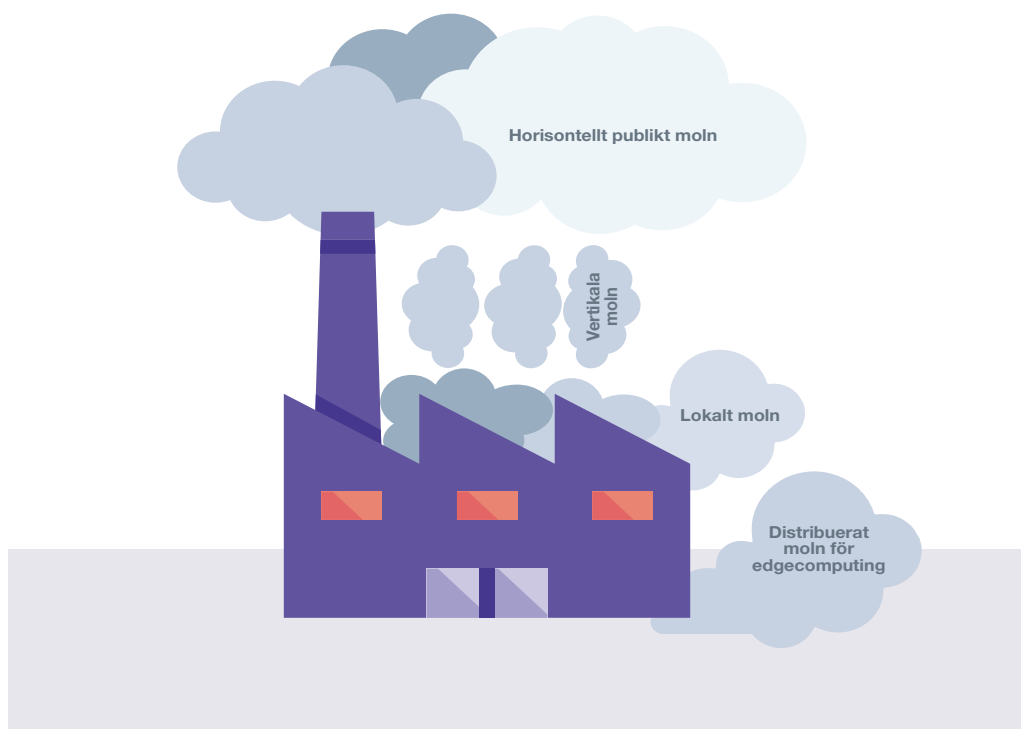
One Platform to rule them all ...

One Ring to rule them all var temat i Tolkiens Sagan om Ringen. Parallellt med algoritmernas makt och därmed plattformarnas betydelse är inte helt fjärran. Det som pågår i plattformskriget är en strid om herraväldet på marknaden där resurskoncentrationen fortsätter.

Samtidigt har de flesta företag unika behov där de generella tjänster som de stora tech-företagen erbjuder i sina publika moln inte räcker till. De flesta företag har därför någon form av egen plattform (private cloud) och en trend på marknaden är *hybridisering* mellan ett eller flera publika moln och den egna miljön.

Frågan om molnkomplexiteten blir ännu mer aktuell när allt fler specialiserade domänspecifika moln/plattformar erbjuds på marknaden. Begreppet *vertikala moln* har tagit fäste som komplement till de ursprungliga generella molnen som nu även kallas *horisontella moln*. De vertikala molnen representerar industrivertikaler och delprocesser inom varje vertikal. Typiskt sett ett PLM-moln, ett MES-moln ett automationsmoln etcetera. Här ser vi som beskrivs ovan hur automationsleverantörerna nu lägger till vertikala domänspecifika moln eller plattformar till sina utbud.

Ytterligare en samtida trend är de lokalt distribuerade molnen som benämns *edge-computing* eller ibland *fog*, som vi berört tidigare i rapporten.



Figur 16: Molnstrukturerna blir alltmer komplexa. Publika, vertikala, lokala och distribuerade moln är fyra typer av moln med vidhängande tjänster och infrastrukturer, plattformar som är aktuella för koordinering genom hybridisering och på längre sikt gemensamma standards.

Källa: Blue Institute 2019.

Edge-computing förväntas få ökande betydelse inte minst därför att AI-tekniken kommer att kräva lokal kapacitet som komplement till serverhalarnas centrala resurser.

Den praktiska kortsiktiga lösningen för att få alla dessa moln att samsas handlar om hybridiseringslösningar. Hoppet till långsiktiga lösningen för industrin i de operativa tillämpningarna står till standardisering som gör det möjligt att olika miljöer kan samsas i samma fysiska anläggningar. Det är ett standardiseringsarbete som pågår bland annat inom ISO. Att vi likt Windows skulle få en de-facto-standard är knappast troligt, även om Microsoft verkar vara den leverantör som just nu lyckas bäst inom de produktionsnära tillämpningarna.

Automationsleverantörerna

Vi noterar utvecklingstrenden som innebär att den väl konsoliderade automationsindustrin med ledande företag som ABB, Siemens, Emerson och Rockwell alla rör sig åt samma håll.

Ambitionen är att ge marknaden plattformar anpassade för industrin som tekniskt kan liknas vid operativsystem för IoT men även uppfylla definitionen på plattform genom att matcha olika typer av användare mot varandra. Se även vertikala moln på föregående sida.

I dessa plattformar är AI ett verktyg för styrning och administration men även produkter – smart apps – som kan levereras anpassad till olika tillämpningar och går att köpa med ett klick i företagens appbutiker.

Typiskt är också att det skapas specialistcentrum för olika produkt- eller branschtillämpningar dit produktionsanläggningar kopplas för att online optimeras eller felsökas av experter.

Schneider Electric IoT platform kallas EcoStruxure Platform och använder Microsoft Azure.

Emerson förvärvade 2018 GE:s omtalade Predixplattform som använder tjänster från bland annat Microsoft Azure och Oracle.

Rockwell talar om Connected Enterprise och Factory Talk som också använder sig av Microsoft Azure.

Siemens satsning på det här området kallas MindSphere och vilar på resurser från Microsoft Azure, IBM Watson, SAP och även Amazon Web Services.

Microsoft har utan tvekan har tagit greppet om den produktionsnära IoT-marknaden genom sina partners. Microsoft Azure är deras plattform som innehåller tjänster, verktyg och infrastrukturer som bland annat kan förenkla AI-utvecklingen.

Tjänsteutbudet inkluderar Microsoft Cognitive Services som är en uppsättning förbyggda AI-funktioner inklusive vision, tal, språk och sökning. Alla finns i molnet och kan integreras i applikationer. Vissa funktioner är anpassningsbara så att de kan optimeras för att omvandla och förbättra organisations- eller branschspecifika processer.

ABB:s satsning kallas Ability och bygger på lösningar från Microsoft Azure och IBM Watson.



II Världsmarknaden för IndTech är värd 340 miljarder dollar

Världsmarknaden för IndTech – produkter och system för industriell digitalisering och automation – är värd 340 miljarder dollar och har en tillväxttakt på sex till sju procent. Området kan delas in i IT och OT (Operationell Teknik). Andelen IT är 100–110 miljarder USD medan 230–240 mdr är Operationell Teknik för produktion och logistik. I sin tur fördelar den sig på 45 procent automation för tillverkningsindustrin och 55 procent processautomation.

Till OT räknas olika typer av industriella styrsystem och fältutrustning som instrumentering, drivsystem och robotar. Ett speciellt tillväxtområde är industrins Internet of Things som kompletterar traditionella systemmiljöer. Flera av plattformsleverantörerna lanserar nu också dedicerade och distribuerade system för maskinläring på lokal nivå. Edgekapacitet på fabrikgolvet kan på så sätt effektivt integreras molnet. Som exempel släppte Google under 2018 den tredje generationen av TPU-chipet; Tensor Processing Unit.

En parallell utveckling innebär att flera av automationsföretagen redan tagit fram fristående AI-moduler med neurala nät som kan pluggas in i kontrollsystemens rackar. Med följer föranpassade typlösningar för olika processer eller processobjekt.

Är AI dyrt?

Åttio- och nittioalets datorisering av industrin kostade mycket pengar. Maskiner byttes ut, det investerades i stora processtysystem, i specialiserade datorer, det drogs hundratals mil med kabel. Det byggdes luftkonditionerade datorhallar, kontrollrum och korskopplingsutrymmen. Kort sagt: det var dyrt men ändå en god investering när produktivitetens och kvalitetsnyckeltalen sköt i höjden. Den typen av grundinvesteringar kommer alltid att behövas vid ombyggnader och nyinvestering, men digitaliseringen innebär också något annat. Vi har kallat det de små bäckarnas logik när många mindre insatser här och där och överallt tillsammans bygger upp stora effekter.

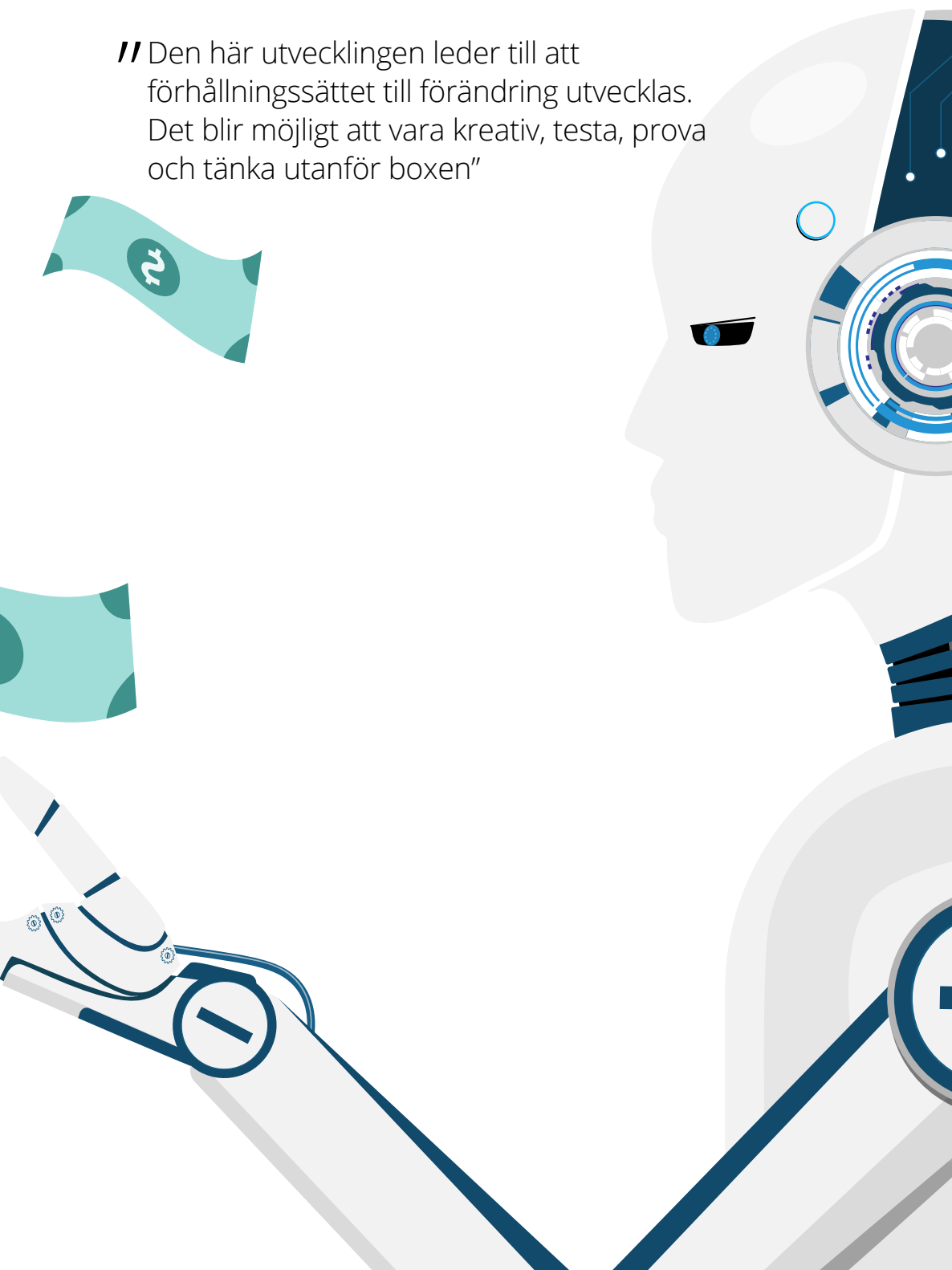
Idag behöver man inte bygga luftkonditionerade datorhallar och köpa servrar för att realisera goda idéer. Det går bra att ropa av så mycket datorkraft och funktionalitet, inklusive AI-verktyg, som behövs från molnet till jämförelsevis låga priser. Större delen av infrastrukturerna för mätning och insamling av data finns redan på plats. Behövs sensorer och hårdvara så finns det eller kommer snart att finnas kostnadseffektiva IoT-moduler som uppfyller även de strängaste precisions- och miljökrav. Även kommunikationslösningarna förväntas i framtiden bli trådlösa, tillförlitliga och billiga.

Den här utvecklingen leder till att förhållnings-sättet till förändring utvecklas. Det blir möjligt att vara kreativ, att testa, prova och tänka utanför boxen. Det kommer inte att behövas jätteinvesteringar för att ta fram stora delar av de dolda värden som finns i anläggningar och produktionsprocesser och överträffa både konkurrenterna och kundernas förväntan.

Utmaningen med att lyckas med AI handlar mindre om dyra investeringar i datorteknik och mer om att kosta på sig rätt kompetens i rätt konstellationer. All erfarenhet visar att bra AI-projekt kännetecknas av framgångsrika team där domän- och processkunskap, kunskap om analys och verktygen spelar huvudrollen.



// Den här utvecklingen leder till att förhållningssättet till förändring utvecklas. Det blir möjligt att vara kreativ, testa, prova och tänka utanför boxen”



Slutsatser

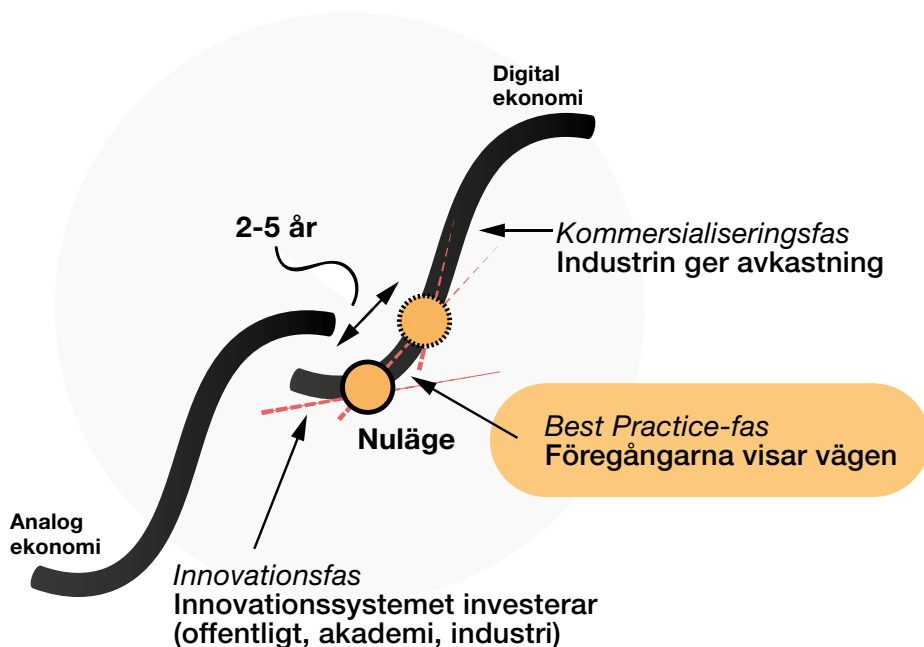
Vi ville för det första undersöka förväntade värdeskapande effekter av AI och kan med de underlag vi studerat konstatera att enbart effekten av AI på produktivitetsutvecklingen förväntas övertrumpfa tidigare generiska teknologiskiften från ångan, till robotisering och IT med minst den dubbla takten. Enligt PwC kan global BNP år 2030 vara så mycket som 14 procent högre med AI-effekten än utan. Global påverkan på industrisektorerna fram till 2030 kan uppgå till så mycket som 2 300 miljarder dollar.

Vi ville för det andra undersöka om AI-utvecklingen och leverantörssystemet kan svara upp emot den efterfrågan på teknik som är motiverat utifrån potentiellt värdeskapande. Vår uppfattning är att utvecklingens händelsecentrum nu är på väg att lämna den initiala innovationsfasen och på väg in i *best-practice-fasen*. Bedömningen baseras dels på att de stora FoU-investeringarna måste få avkastning; dels att standardiseringsarbetet är på god väg att visa resultat; och dels att världens industriledare har kommit till insikt om att enorma värden står på spel i transformationen av industrin som kommer. Till det kan läggas dynamiken som uppstår när de tre utvecklingsnaven börjar "kugga i varandra" i takt med att utvecklingsresultaten släpps ut på marknaden, det gör att momentet för hela systemet ökar ytterligare.

Vi ville för det tredje förstå om utvecklingen är beständig eller om vi ser en hajpeffekt som klingar av och det egentliga marknadsgenombrottet i själva verket ligger långt fram i tiden. Enligt Gartners (ofta ifrågasatta) modell med *Gartner's Hype Cycle for Emerging Technologies* finns olika tekniska aspekter av AI utspridda över modellens olika faser. Som en indikation finns djupinlärning med neurala nät – som kan anses vara en representativ aspekt av AI för industriellt bruk – i maximum av inflaterad förväntan (aug 2018) men kan förflytta sig till *plateau of productivity* inom två till fem år.

I vår bedömning och vår S-kurvmodell menar vi att digitalisering i bred bemärkelse nu har nått början av motsvarigheten till plateau of productivity: *Best Practice*. Vi ser att introduktionen av AI inom industrin är svår att generalisera tidsmässigt. Vi har dels spridning över olika vertikaler med olika förutsättningar och vi har dels olika verksamheter från förvaltning och administration till prognos och framsyn, till operativa funktioner i produktion och logistik. Inom vissa områden är AI redan en etablerad teknik medan andra befinner sig i utveckling.

Men vi finner också i vår empiri att maskininlärning provas i skymundan på många fler ställen än man kan tro. I den tyngre industrin är inkubationstiden, av rena försiktighetsskäl, för ny teknik



dessutom mycket längre än i annan kommersiell verksamhet och definitivt jämfört med konsumentledet. Två till fem år är i det sammanhanget ingen lång tid utan snarare ett rimligt aktionsperspektiv för att omsätta idéer till operativ nytta. Två- till femårsperspektivet för en mer beständig etablering av tekniken ligger i linje med våra egna analyser för att fokuspunkten ska röra sig från det Best Practice-läge vi nu närmar oss till det kommersiella produktionsgenombrottet på S-kurvan.

Slutsatsen är dels att de massiva underliggande krafterna som driver på såväl efterfrågan som teknikutbudet i sig själva garanterar en solid utveckling för AI för industriell tillämpning.

Dels att det i ovanstående tidsperspektiv finns en god tajming i matchning av teknikutbudet, som nu börjar nå industrin, och att insikterna om teknikens möjligheter sprider sig, skapar en industriell rörelse och därmed ger kommersiellt ökad efterfrågan på företagsnivå som kan ta fram tidigare onåbara värden i produktionssystemen.

Vi kan också förvänta oss strukturförändringar i leverantörssystemet när helt nya koncept kommer ut på marknaden och tidigare bransch- och leverantörsgränser inte längre är funktionella. I många delar kommer det att finnas motiv för både omfattande konsolidering och ompositionering.

Förebyggande prediktivt underhåll



Tvåhundrasexton århundraden är en lång tid att vänta på en hiss. Den siffran är en uppskattning av den kumulativa årliga stopptiden för de tolv miljoner hissar som finns i världen, och som flyttar omkring en miljard människor varje dag. För att förbättra underhållet av hissar, rulltrappor och rullband har de två leverantörerna Kone och ThyssenKrupp börjat använda maskininläring. Enligt företagen är det bara en försmak av det som ska komma.

Tanken är att förutse fel innan de händer och erfarenheterna från dessa storskaliga applikationer med global spridning förväntas bli en värdefull kunskapsbas inför den breda utveckling av AI i det förebyggande underhållet som förutses i de flesta branscher.

Problemställning

Prediktivt underhåll är inget nytt. Industrier som kräver hög tillgänglighet som massa och papper, kemi, olja, gas och stålverk, för att nämna några, har sedan länge använt statistiska analysverktyg för att prognostisera avbrott och förbättra underhållsarbetet. Men maskininläring ger en ny nivå av noggrannhet och effektivitet och gör förutsägbart underhåll möjligt i stor skala på en stor installerad bas.

Det är möjligt att se gemensamma felmönster över hundratusentals hissar och samtidigt genom algoritmer som detekterar anomalier, upptäcka specifika beteenden för varje enskild anläggning. Även om två hissar är av exakt samma modell kommer den praktiska användningen att skilja sig åt liksom infrastrukturen runt hissarna.

Det är inte möjligt att tillämpa enkla uppsättningar av regler i en sådan stor och heterogen miljö – det är därför maskininläring blir så banbrytande. Tills nu har prediktivt underhåll inneburet att identifiera tröskelvärden på kombinationer av sensordata som statistiskt sett kan indikera att

något är fel i en anläggning. Med maskininläring används historiskt data där feltillfällena är utmärkta och gör det möjligt för systemet att lära sig finna nya fel, snarare än att försöka presentera för datorn exakt hur felmönstret ser ut.

Erfarenheter

År 2015 lanserade ThyssenKrupp en tjänst, som kallas Max, baserad på data från IoT-sensorer, styrsystemdata och data från företagets ERP-miljö och CRM-system från SAP och Oracle. I samarbete med Microsoft har ett molnbaserat datalager skapats baserat på Azure Cloud Platform. ThyssenKrupp tillhandahåller för närvarande tjänsten till cirka 120 000 hissar och andra system, eller tio procent av den installerade basen.

För att bygga klassificerings- och regressionsmodeller används öppen källkod. En kombination av modeller över olika dataströmmar och typer av objekt sammanställs för att få resultat med hög relevans och reliabilitet. De prediktiva modellerna blir också inaktuella, bland annat därför att hissar och rulltrappor slits, byggs om och underhålls, därför sker en kontinuerlig ominläring.

Målet är att skicka ut fälttekniker till en anläggning innan den havererar. Även om underhållssystem misslyckas med det målet, är



ofta teknikern på väg när samtalet från kunden kommer. Väl på plats har systemet redan gjort mycket av felsökningsarbetet som annars skulle påbörjats först när servicepersonalen är på plats.

Införandet av AI-tekniken hos ThyssenKrupp har inneburit att en del organisationsgränser mellan företagets serviceavdelningar, IT och andra funktioner har behövt ses över. Enligt ThyssenKrupps egna uppgifter har systemet (som används av tjugo tusen servicetekniker världen över) så här långt minskat stopptiderna för över fyrtio tusen av kunderna. Men det har inte bara varit utvecklingen av maskininlärning som gjort det möjligt. Lägre mobila datakostnader och utvecklingen av molntechniken har också varit möjliggörande faktorer.

Ur ett verksamhetsutvecklingsperspektiv är projektet i första hand inte teknikdrivet. Från

första början har en bred grupp av olika yrkeskategorier varit involverade. Fältteknikerna har varit i centrum och ett IT-team med moln och maskininlärningskompetens, samt kompetens för att sammanföra och förbereda data har kompletterat dem. Men även HR, juridik, konstruktion, produktion och så vidare har över tiden blivit involverade.

Kone – en av ThyssenKrupps konkurrenter – har utvecklat sitt eget serviceerbjudande tillsammans med IBM och Watson IoT-system. Partnerskapet lanserades i februari 2017 och Kone har sedan dess utrustat anläggningarna som använder tjänsten med IoT-sensorer för att mäta runt tvåhundra olika parametrar, som rörelse, temperaturer, lufttryck och krafter inom maskinen.

Data överförs till IoT-molnplattformen liksom data och felstatus från styrsystemen. IBM Wat-



II Kone och Thyssen-Krupp visar att tekniska branscher med stora spridda installationsbaser kan använda AI och maskin inlärningsteknik i molnet för att bygga prediktiva modeller som planerar och gör underhållet mer effektivt.

sons naturliga språkinlärning och maskininlärningsprocesser har dessutom kunnat analyserat information i underhållsloggar och manualer tiotals år tillbaka. Watson kan även tillämpas på bilder, ljud och vibrationsmönster. Vissa generiska komponenter som roterande maskiner har kunnat modelleras med generella data från den installerade basen, modellerna har sedan kunnat förfinas med mer data som är specifikt för varje maskin.

Resultatet är att kunderna ser väsentligt färre stopp och fel, och upplever en högre servicenivå. Framtidsplanerna innehåller mer data och utbyggda infrastrukturer som kommer att utveckla kunderbudandet vidare. Att låta människor interagera med hissarna så att de till exempel känner av när någon lämnar ett hotellrum och ser till att

hissen står framkörd finns i planerna. Kone ser stora kvantifierbara fördelar från applikationer som dessa, vilket kommer att driva AI att integreras i andra tillämpningar allteftersom tekniken förbättras.

Kone och ThyssenKrupp visar att tekniska branscher med stora spridda installationsbaser kan använda AI och maskininlärningsteknik i molnet för att bygga prediktiva modeller som planerar och gör underhållet mer effektivt. Men precis som vi konstaterat tidigare finns det utmaningar när det gäller att utveckla och tillämpa datormodellerna, inte minst det som har med datahanteringen att göra. Det innebär att dessa tekniker sannolikt främst kommer att tillämpas där avkastningen är som störst.

Källor: ThyssenKrupp, Kone, Computer Weekly

Del 2. Tekniken

Sommaren 1956 möttes en utvald grupp forskare till seminarium vid Dartmouth College i USA. Ämnet var artificiell intelligens och det optimistiska målet var att under sommarmötet "nå signifikanta framsteg inom AI-området".

Sammanställande till mötet The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence var en ung assisterande matematikprofessor som senare skulle komma att bli legendarisk. Hans namn var John McCarthy och i sin inbjudan skrev han:

// We propose that a two-month, tenman study of artificial intelligence be carried out during the summer of 1956 at Dartmouth College in Hanover, New Hampshire. The study is to proceed on the basis of the conjecture that every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it. We think that a significant advance can be made in one or more of these problems if a carefully selected group of scientists work on it together for a summer."



Seminariet blev början på en medvindsperiod för amerikansk AI-forskning. Understödd av ansevärda anslag från försvarsmyndigheterna under det kalla kriget erbjöds stor akademisk frihet och ett kreativt forskningsklimat. Men med sjuttioalet kom också motgångarna. AI-forskningen hade underskattat utmaningarna och med det följde en serie bakslag. Såväl amerikansk som brittisk oriktad AI-grundforskning berövades sina anslag. Forskningen kritiserades för bristande realism och avsaknad av resultat.

Åren under 1970-talet kom att kallas den första AI-vintern. Flera motgångar skulle senare komma som faser i hajpcykler. Åttiotalets så kallade LISP-maskiner och expertsystem var marknadsmisslyckanden som återigen minskade utvecklingsanslagen och ledde till nya nedfrysningsperioder.

Men under sent nittital och början av tjugohundratalet började AI-utvecklingen i skymundan göra framsteg. Tekniken med expertsystem kunde användas kommersiellt för logistik och medicinsk diagnos. Framgångarna kom sig nu av bättre metoder och mer och billigare datorkraft. Tjugohundratalet och speciellt perioden efter 2010 har visat att AI nu är ett etablerat kommersiellt område som växer snabbt.

Konsumenttillämpningar från Amazon, Google, Microsoft och Apple rullas ut på bred front samtidigt som AI-stöd byggs in i finans-, media-, handels- och industriapplikationer. AI för språkhantering förväntas utgöra största delen av marknaden under kommande år, medan tillämpningar för hälsovård tillskrivs den högsta tillväxttakten. Men även industritillämpningarna förväntas växa

II AI i skepnaden av maskininlärning är ett etablerat kommersiellt teknikområde som gör landvinningar inom alla vertikaler på alla marknader.

snabbt, något som byggs under av vår analys i rapportens första del.

Att AI-teknikens kommersiella genombrott sker nu kan härledas till flera underliggande områdens samtida mognad. Internets genomslag under nittioalet gör att stora mängder data finns lättillgängliga. Data är AI-teknikens råvara som med hjälp av algoritmer omvandlas till pengar och tillväxt.

Parallellt har följt en utveckling där kostnaden för datorkapacitet alltmer sällan är en restriktion. Algoritmtekniken har genomgått motsvarande framsteg. Lägg till det tech-företagens exempelvisa tillväxt och förmåga att investera tusentals miljarder i AI-utvecklingen och i allmänna

förutsättningar för spridningen av AI, så blir bilden klar: AI i skepnaden av maskininlärning är ett etablerat kommersiellt teknikområde som gör landvinningar inom alla vertikaler på alla marknader.

Syftet med det här avslutande avsnittet av rapporten är att ge ett något fördjupad tekniskt perspektiv som komplement till rapportens marknadslogik i första delen.

Vi börjar med en helhetsbild över *IndTech* det vill säga tillämpningsområdet industriell IT, automation och digitalisering i allmänhet. Sedan följer en beskrivning av maskininlärningstekniken som avslutas med en diskussion runt datautmaningen, begreppet kollaborativ intelligens och framtiden för AI.

IndTech – en överblick över tillämpningsområdet industri

IndTech är ett begrepp som förenar IT med operationell teknik på fabriksgolvet och den digitala utvecklingen. IndTech har därför också en innebörande betydelse i att teknik från olika områden och tider möts. Förutom att förändra industrin skapar det en världsmarknad för industriteknik värd 3 500 miljarder kronor per år²⁷. IndTech är en dold jätteindustri och dessutom en paradgren för Sverige med många namnkunniga företag som arbetar över hela världen.

Den installerade basen av automation och industriell IT i världen bedöms vara femtio tusen miljarder kronor. Där finns teknologi med rötterna i åttiotalet som nu möter digitala innovationer som från början sällan är utvecklade för industrin; andra branscher har mött digitaliseringen tidigare.

Fram växer en bild som lovar stora möjligheter men också med en mängd utmaningar.

Traditionellt beskrivs systemstödet inom industrin som en pyramidformad hierarki där operationell teknik finns närmast produktionen och IT för de administrativa processerna placeras ovanför. Att hierarkin som kallas automationspyramiden ska lösas upp till förmån för flexibla strukturer har varit föremål för diskussion under lång tid. Hur det ska ske är mindre klart.

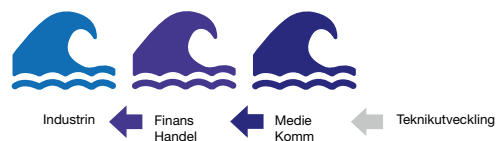
En installationsbas av nittitalsteknik med lång livstid kvar och behovet av omfattande standardiseringsarbeten gör scenarier med stegvisa förändringar mest troliga. På kort sikt handlar det om att ta bort silos genom bättre praktisk integration mellan datorer och organisationer, inom företagen och i försörjningskedjorna. På längre sikt interoperabilitet i meningen fullständig utbytbarehet av information, utan handpåläggning, som bygger på accepterade industristandarder.

För att förstå digitaliseringens generella påverkan på industrin behöver man utgå från befintliga strukturer som endera helt enkel (mer sällan) kan ersättas med ny teknik, men i de flesta fall kommer att gå igenom stegvisa förändringar under lång tid. Utmaningen blir att samtidigt möta förändringstrycken från marknaden, med nya sätt att organisera och göra affärer som bygger på digitala plattformar och informationstransparens.

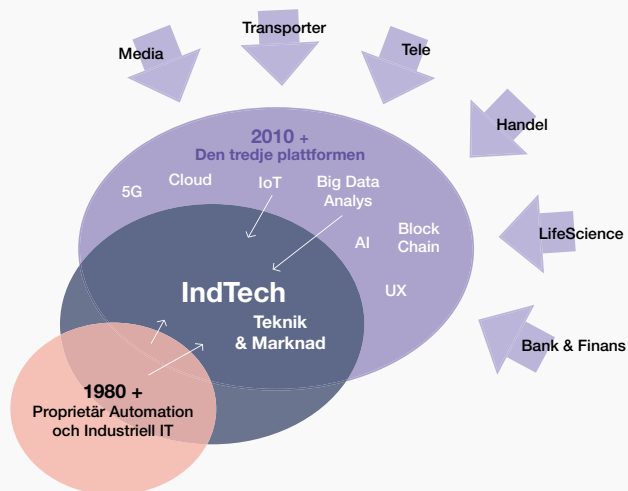
Erfarenheter från tidigare teknikskiften visar på vikten av att från början skapa en konceptuell helhetsbild och målbeskrivning och sedan steg för steg arbeta sig dit. En sådan målbild bör i beräkningen åtminstone ta med: den digitala infrastrukturen som levereras genom en eller flera mer eller mindre specialiserade molntjänster från olika leverantörer. AI-analys, för automation, augmentation och kollaborativa förhållningssätt mellan människor och maskiner. Internet of Things som symbolen för en generell tillämpningsplattform som sänker priser och förenklar både hård- och mjukvara.

Tillsammans beskriver dessa tre vertikaler, om man så vill, en digital plattform som över tiden löser upp informationshierarkierna. En av de tre vertikaler handlar om avancerad analys där maskininläring i rätt tillämpning kan vara ett mycket kraftfullt verktyg som vi nu ska titta vidare på.

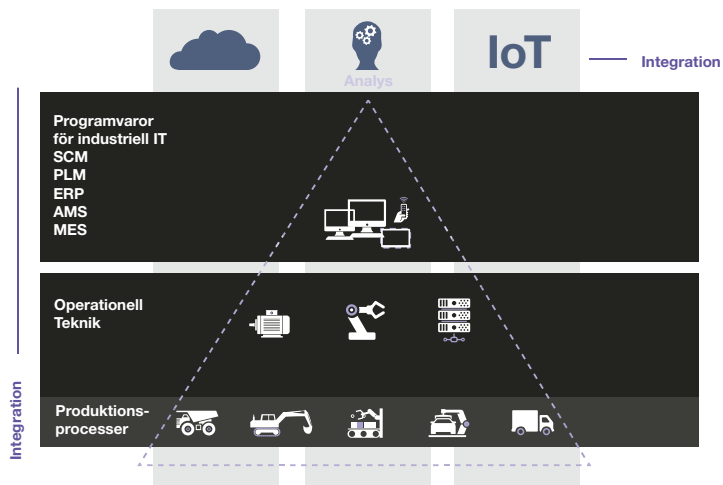
Digitaliseringens tre vågor



²⁷ Blue Institute, PiiA Insight, Swedish IndTech, 2018



Figur 17: Modellen för IndTech: traditionell och ny teknik möts och gör den smarta industrin möjlig. Klassisk automation och industriell it möter digitaliseringen och skapar nya digitala plattformar och affärsekosystem.
Källa: Blue Institut 2019.



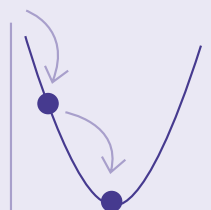
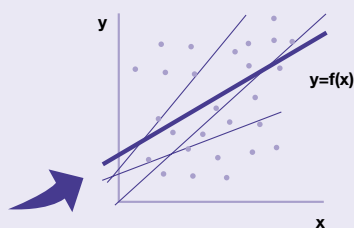
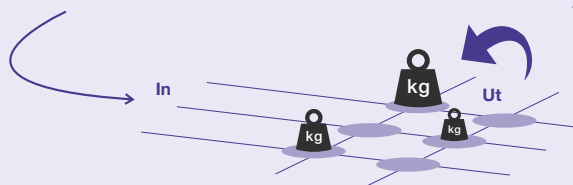
Figur 18: Utvecklingen kan sammanfattas med integration i vertikal och horisontell ledd, och med nya teknikfält som både kompletterar, förbättrar och utmanar de traditionella miljöerna och hierarkierna.
Källa: Blue Institute 2019.



Data

Hur förhåller
sig x och y till
varandra?

Svar



Minimering av
funktionens fel (kostnad)

AI-analys med maskininlärning

Artificiell Intelligens ger gärna associationer till något översinnligt och media är sällan sena med att lyfta de mer rafflande aspekterna. Men som vi ska se kan maskininlärning lika gärna kallas för dataanalys eller tillämpad matematisk statistik. Principerna är mycket logiska även om beräkningsprocesserna blir omfattande och komplicerade.

Framstegen inom AI-utveckling bygger på att maskininlärning tillämpas på allt större uppsättningar av data och på att inlärningsalgoritmerna utvecklas och blir effektivare. Maskininlärning är därför den teknik som idag ligger bakom de flesta typer av AI vi möter.

Medan traditionella datorprogram följer förutbestämda explicita programinstruktioner söker maskininlärningsalgoritmerna igenom data för att upptäcka mönster och lär sig att göra förutsägelser. Algoritmerna anpassar sig efter hand och gjorda erfarenheter tas tillvara och förbättrar effektiviteten över tiden.

De mekanismer som ligger bakom maskininlärning handlar om hur en uppgift presenteras som indata till en matrislikande struktur, ett neuralt nätverk inspirerat av hjärnans funktionssätt.

Maskininlärningsalgoritmen uttrycker en funktion mellan det data den matas med och det data som kommer ut från modellen: $y=f(x)$. Funktionen är alltid okänd eftersom den inte går att exakt bestämmas matematiskt och här kommer finessen med maskininlärning: att approximera målfunktionen så nära som det är möjligt. Slutsatsen blir också att om vi kan bestämma funktionen på något annat sätt behövs inte maskininlärning.

Utdata från nätverket, det vill säga förutsägelsen, beror av hur knutpunkterna (motsvarigheten till hjärnans neuroner) i nätverket där data möts under processen ges olika värden som kallas vikter. Det är dessa vikter som är hemligheten med systemets inlärning.

Problemet består i hur man beräknar vikterna. Det vanligaste sättet är att börja med att ge dem slumpmässiga värden och se hur stort felet som kommer ut från modellen blir. Felet mäts och används sedan för att successivt ändra vikterna och till slut närma sig en lösning där felet blir så litet som möjligt. Man talar om att minimera funktionens kostnad. En central del i inlärningsprocessen är därför en mekanism som kallas backpropagation som talar om för nätverket vilka misstag det gör.

För att träna och validera en modell krävs mängder med data. En del modeller kan automatiskt separera data i olika kluster och själva se sammanhang och mönster, men många former av neuronnät kräver data med vägledning. Både exempel på vad som ska matas in och med det förväntade resultatet beskrivet. För detta ändamål skapats samlingar med öppet tränings- och testdata av olika slag, exempelvis på trafikbilder med en *etikett (label)* som talar om att de föreställer ett trafikljus, en fotgängare etcetera för klassificering.

Som vi återkommit till i denna studie, tillhör mängden, strukturen och kvaliteten på data de mest utmanande delarna med maskininläring som tar mycket mänsklig arbetstid och kostar mycket pengar.

Resultatet av maskininläring, det som kommer ut från modellen, kan sammanfattas i fyra vanliga varianter av utdata, nämligen *klassificering*, *regression*, *klusterbildning* och *association* (se fördjupning i textrutan till höger).

För industrin är tekniken användbar för att optimera inköp och försörjning av material, för att optimera intern och extern logistik. För att planera produktionen och prognostisera efterfrågan och kapacitetsutnyttjande. För processstyrning och energioptimering, för att skapa underhållsplaner och arbeta med förebyggande underhåll, för att förstå kundbeteenden, för att simulera kassaflöden: sammanfattningsvis för verksamhetsutveckling.

Nycklarna till att lyckas med analys som metod för verksamhetsutveckling ligger i goda domänskunskaper, det vill säga kunskande om företagets verksamhet och processer, och i förmågan att skapa en analyskultur med bra kunskaper i matematik och statistik. Verktygen som behövs kommersialiseras snabbt och blir allt billigare och enklare att använda.

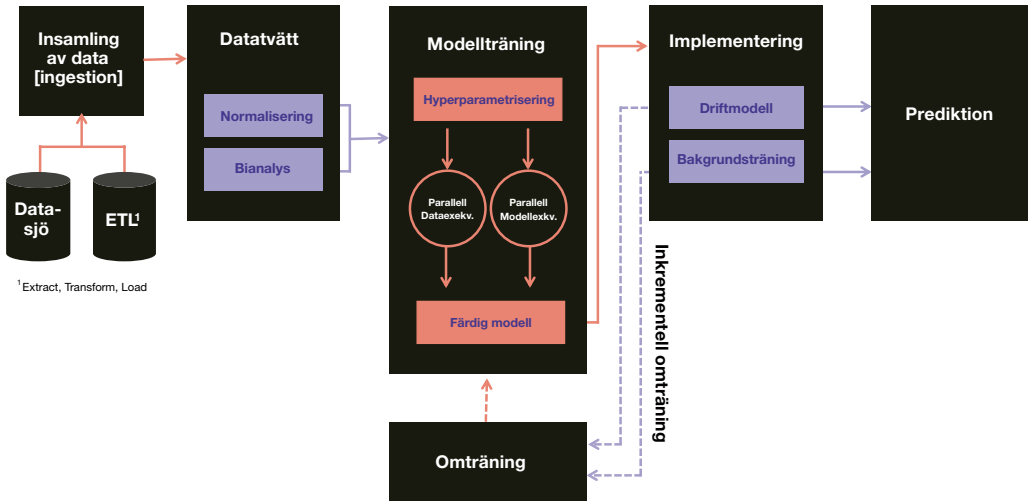
II Resultatet av maskininlärning, det som kommer ut från modellen, kan sammanfattas i fyra vanliga varianter av utdata, nämligen *klassificering, regression, klusterbildning och association*.

En av de enklaste metoderna för att klassificera objekt genom övervakad maskininlärning, som även är en av de noggrannaste, kallas **närmsta-granne-metoden**. Metoden går ut på att mäta skillnaden mellan två objekt, eller avståndet mellan objekten. En stor mängd exempel på objekt samlas in där varje objekt märks med en klasstillhörighet. Denna kallas referensmängden. Då ett nytt okänt objekt hittas jämförs det med referensmängden tills det objekt som skiljer sig minst från det nya hittas. Det okända objektet anses sedan att vara av samma klass som dess närmsta granne ur referensmängden.

Regressionsanalys, regression, är en gren inom statistik där målet är att skapa en funktion som bäst passar observerade data. Linjär regression är en vanlig metod som används i maskininlärningssammanhang och som har sina begränsningar men kompenseras av enkelhet, tolkningsbarhet och effektivitet. Vid enkel linjär regression utgår man från att en rät linje kan anpassas till data och regressionsekvationen är då $y = a + b x$. Interceptet med y-axeln a och lutningen b beräknas så att felet jämfört med observerade data blir så litet som möjligt. Felet kan beräknas med exempelvis minstakvadratmetoden eller maximum likelihood.

Logistisk regression är en lämplig analysmetod när den beroende variabeln är binär. Liksom alla regressionsanalyser är logistisk regression en prediktiv analys. Logistisk regression används för att förklara förhållandet mellan en beroende binär variabel och en eller flera oberoende variabler.

Med **klusterbildning** är syftet att indata skall delas upp i flera grupper. En skillnad mot klassificering är att det inte är klart vilka grupper som finns i förväg. Detta är typiskt för oövervakat lärande.



Hur data blir pengar – Maskininlärningsprocessen

En grundläggande skillnad mellan neurala nätverk och konventionella datorprogram är att de förstnämnda utvecklas i två steg. I det första steget, som delvis kan bestå av vanlig programmering, bestäms nätverkets bredd och djup, hur det ska förses med data och hur det kopplas samman med övriga delar av tillämpningen och den process som ska automatiseras eller optimeras. Nästa steg innebär att nätverket börjar tränas.

Maskininlärningsprocessen – som kallas *pipe* på engelska – börjar med datainsamling i en procedur som kallas för ingesting och omfattar tvättning och normalisering av data så att exempelvis numeriska värdeskalor blir anpassade till varandra. Det här är en tidskrävande del av maskininläring och kan ta så mycket som åttio procent av projekttiden i anspråk.

Uppsättningarna av data, dataseten, behöver vara representativa och det är viktigt att analysera hur partiskhet kan påverka modellen. Det handlar

om hur data väljs ut och hur det normaliseras. Skevheter och fördomar som byggs in av algoritmer är en av de största riskerna med maskininläring eftersom det faktiskt motverkar hela syftet med tekniken. Den gamla sanningen om "skräp in ger skräp ut" gäller i högsta, förstärkt, grad maskininläring.

I många fall arbetar man med strömmande data. Då kan man välja mellan att först spara ner i en databas eller att fånga data löpande för att fintrimma befintliga modeller. Alternativet är att emellanåt bygga nya modeller och träna dem med nya data. Besluten påverkar valet av algoritmer då vissa algoritmer är lämpliga för fintrimning och andra inte.

I nästa fas sker träningen av modellen eller uttryckt på annat sätt: att bestämma vikterna i funktionssambandet så att modellen levererar så bra resultat som möjligt. Proceduren för att ställa in vikterna kallas för *hyperparameterization* på engelska. En hyperparameter är en inställning som styr hur en modell skapas utifrån en algoritm.

I verkligheten kan processen med att lära upp en modell genom att söka "rätt" vikter omfatta

Figur 19: Maskininlärningsprocessen, den så kallade pipen som börjar med insamling av data och fortsätter med beredning av data och träning av modellen innan den kan implementeras och köras för att göra skarpa prediktioner.

Källa: InfoWorld

miljoner, kanske miljarder iterationer. För att öka prestandan under modelleringen behöver den köras som flera samtidiga parallella arbetsprocesser. Det vill säga kopior av ett program som körs samtidigt på olika ställen. Parallelliseringsberäkningarna tar hjälp av speciell hårdvara. Processorer som ursprungligen använts för grafiska drivrutiner (GPU) har visat sig passa utmärkt i dessa sammanhang.

Den (sommaren 2019) begynnande diskussionen om maskininlärningsteknikens påverkan på miljön och klimatet grundar sig i att inlärningsprocesserna som körs med GPU:er är energikrävande. I en ny artikel från University of Massachusetts²⁸ har man funnit att det speciellt är fininställningen av modellerna på marginalen som kostar energi och därmed klimatavtryck om datorerna försörjs med exempelvis kolkraft. Här finns också ett av motiven varför Sverige är ett intressant land för lokalisering av datacenter.

Den sista fasen i processen är att använda den färdigtränade modellen. Nu kör man modellen med nya skarpa data för att göra förutsägelser som sedan kan omsättas till intermediära värden som kvalitet, tid och effektivitet som i sin tur kan prissättas. Data har transformerats till pengar.

²⁸⁾ Strubell, Emma et.al, University of Massachusetts, Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP, 2019

Typiska problemtyper och analysmetoder

1 Klassificering som innebär att baserat på en uppsättning träningsdata kategorisera nya indata till en av flera olika kategorier. Ett exempel på klassificering är att identifiera om en bild innehåller en viss typ av objekt eller produkter av acceptabel kvalitet från en tillverkningslinje.

2 Kontinuerliga estimat beräknar nästa numeriska värde i en sekvens baserat på en uppsättning träningsdata. Denna typ av problem beskrivs ibland som "förutsägelser", särskilt när den tillämpas på tidsseriedata. Ett exempel på kontinuerliga estimat kan vara att prognostisera försäljningsbehovet för en produkt baserat på indata såsom tidigare försäljning, konsumenternas preferenser och vädersituationen.

3 Klusterjämförelser kräver system som skapar uppsättningar av kategorier där datainstanserna har gemensamma eller liknande egenskaper. Ett exempel på klusterbildning är olika konsumentsegment baserat på data om enskilda konsumenter, inklusive demografi, allmänna preferenser och köarbeteende.

4 Anomalidetektion som med en uppsättning av träningsdata bestämmer om specifika ingångsdata faller utanför en norm. Till exempel kan ett system som tränats med historiska vibrationsdata från en maskin bestämma om en ny datainläsning antyder ett fel på maskinen. Anomalidetektering kan betraktas som en underkategori av klassificeringsproblemet.

5 Ranking innebär att algoritmer används för informationshämtningsproblem där resultaten av en förfrågan behöver ställas mot kriterium. Rekommendationssystem som till exempel föreslår prioriterade inköp av produkter använder dessa typer av algoritmer för att sortera förslagen efter relevans innan de presenteras.

6 Rekommendationer innebär system som ger rekommendationer baserat på en uppsättning träningsdata. Ett vanligt exempel är system som föreslår "nästa inköp" för en specifik kund baserat på köpmönstren hos liknande personer och det observerade beteendet hos den specifika personen.

7 Datagenerering kräver ett system som kan generera lämpliga nya data baserat på träningsdata. Ett musikkompositionssystem kan till exempel användas för att skapa musikstycken i en viss stil efter att ha utbildats på musikstycken i den stilen.

Naturlig språkgenerering (NLG)

Produktion av berättande text från data. Används i kundtjänster, rapportgenerering och automatiska sammanfattningar av data.

Exempel på leverantörer

*Attivio • Automated Insights • Cambridge Semantics
Digital Reasoning • Lucidworks
Narrative Science • SAS • Yseop*

Textanalys och NLP

Använder och stöder textanalys genom att underlätta förståelsen av meningsstrukturer och meningar, känsla och avsikt genom statistiska och maskininlärningsmetoder. Tekniken används för att upptäcka bedrägerier, datasäkerhet och applikationer för att söka i ostrukturerade data.

Exempel på leverantörer

*Coveo • Expert System • Indico • Knime
Lexalytics • Lingamatics • Mindbreeze
Sinequa • Stratifyd • Synapsify*

AI-optimerad maskinvara

Grafiska bearbetningssystem (GPU) och maskiner som är speciellt konstruerade för att effektivt utföra AI-orienterade beräkningsarbeten.

Exempel på leverantörer

*Alluviate • Cray • Google • IBM
Intel • Nvidia*

Virtuella agenter

Från enkla chatbots till avancerade system som kan ingå i nätverk med människor. Används för närvarande för kundtjänst, support och i smarta-hem-applikationer (typ Alexa, Siri osv).

Exempel på leverantörer

*Amazon • Apple • Artificial Solutions
Assist AI • Creative Virtual
Google • IBM • IPsoft • Microsoft • Satisfi*

Robotik

Teknik, skript och andra metoder för att automatisera uppgifter och för att stödja effektiva affärsprocesser. Används där det är för dyrt eller ineffektivt för människor att utföra en uppgift eller en process.

Exempel på leverantörer

ABB • KUKA • UiPath • WorkFusion

Deep Learning Platforms

En speciell typ av maskininlärning bestående av artificiella neurala nätverk med flera lager. Tekniken används för mönsterigenkänning och klassificering som stöds av mycket stora datauppsättningar.

Exempel på leverantörer

*Deep Instinct • Ersatz Labs
Fluid AI • MathWorks • Peltarion
Saffron Technology
Sentient Technologies*

Biometrics

För naturliga interaktioner mellan människor och maskiner, inklusive bild- och beröringsigenkänning, tal och kroppsspråk.

Exempel på leverantörer

*3VR • Affectiva • Agnitio
FaceFirst • Sensory
Synqera • Tahzoo*

Beslutshantering

Regel/logik-motorer för AI-system som används t.ex. för installation, utbildning och underhåll. En mogen teknik som används i olika applikationer för automatiserad beslutsfattande.

Exempel på leverantörer

*Advanced Systems Concepts
Informatica • Maana • Pegasystems
• UiPath*

Taligenkänning (ASR)

Omvandling av mänskligt tal till format som är användbart för datorbearbetning. Taligenkänning används i dialogsystem och mobila applikationer.

Exempel på leverantörer

*NICEN • Nuance Communications
OpenText • Verint Systems*

Maskininlärningsplattformar, oftast i molnet

För att tillhandahålla algoritmer, API:er, utvecklings- och utbildningsverktyg, data och datorkraft för att konstruera, öva in och distribuera modeller till applikationer, processer och maskiner. Används för tillämpningar som inbegriper förutsägelser eller klassificering.

Exempel på leverantörer

*Amazon • Fractal Analytics • Google • H2O.ai
IBM • Microsoft • SAS • Skytree
Sentient Technologies*

- **Bad** betyder att kvaliteten på tillgängliga data kan vara undermålig samtidigt som det har en tydlig fysikalisk betydelse. Det gör det svårt att kompensera brister i kvalitet med att mata på med mer data av ungefär samma slag. Det senare är en metod som kan fungera när det gäller tillämpningar i djupinlärning som bildigenkänning.

- **Broken** innebär att data som samlas in för att träna en maskininlärningsmodell ofta saknar angelägna egenskaper om validitet/relevans och feltillstånd som sedan leder till falska positiva eller negativa utsagor vid online-implementeringen av modellen. Det är ett allvarigt problem eftersom även få eller enstaka felaktiga utsagor kan äventyra tilliten till systemet, och industriella AI-tillämpningar oftast har stor påverkan på materiell egendom och personsäkerhet.

- **Background** till sist handlar om att datamönstren i industriella sammanhang kan vara transienta – det vill säga ha flyktiga, svängiga och snabba förlopp. Att tolka sådant data kräver ofta djup domänkunskap och det räcker inte med att bara gräva efter mer av numeriska data. Så förutom precision i förutsägelserna och kvalitet på prestanda behövs förmåga att hitta rötterna till eventuella anomalier.

Datautmaningen

En av de största utmaningarna med AI berör kvaliteten på det data som används för att göra förutsägelser, skapa prognoser och känna igen mönster. Det är ett allmänt problem och bakom den i ibland förenklade framställningen av AI ligger oftast mängder av rutinartat arbete.

BBC News skapade hösten 2018²⁹ viss uppmärksamhet kring ett nytt begrepp: *Labelling Farms*. Det är en snabbt växande global bransch med datacenter som av kostnadsskäl lokaliseras till låg-kostnadsländer. *Labelling Farms* sysselsätter idag tusentals personer vars enda uppgift är att hjälpa AI-algoritmerna att tolka data.

Pixel för pixel klassificeras innehållet i miljontals bilder; en bil är en bil, en hund är en hund, en vägskylt en vägskylt etcetera – så att självkörande bilar kan känna igen objekten i den verkliga världen.

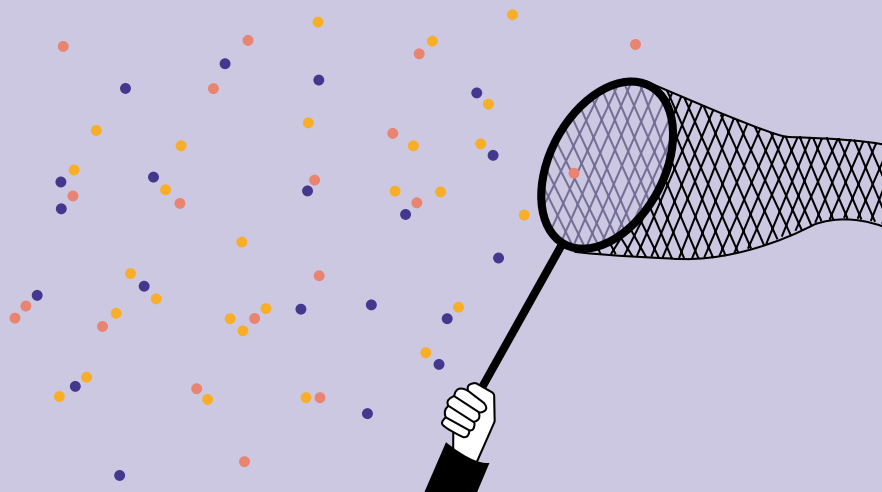
Liknande datautmaningar finns överallt där AI ska tillämpas. De höga kostnaderna för dataförberedelser gör att det finns ekonomiska incitament för att lösa dataproblemet och det pågår således många projekt som med hjälp av mera AI försöker finna nya vägar och bättre metoder.

II Industriell AI handlar om att omvandla rådata till "intelligenta" förutsägelser för att fatta beslut.

Industriell AI handlar om att omvandla rådata till "intelligenta" förutsägelser för att fatta beslut. I industriprocesser – i ett stålverk eller pappersbruk – snabba beslut i realtid på millisekundnivå i modeller av den fysiska verkligheten. I sådana processer uppstår många utmaningar. Realtidskraven gör att de kostnadseffektiva och närmast outtömliga resurserna i "molnet" måste kompletteras med lokalt distribuerad beräknings- och lagringskapacitet, det som också kallas edge. Men den mest grundläggande utmaningen berör även här tillgången och kvaliteten på data.

Industriella styrsystem har sedan åttiotalet producerat stora mängder information. *Industrial Big Data* finns i varje fabrik, men även om industridata är hyggligt strukturerat brister ofta kvaliteten. Man talar ibland om industrins Big Datas 3B: *Bad, Broken & Background*.

²⁹ BBC, Why Big Tech pays poor Kenyans to teach self-driving cars, 2018



Under utvecklingen av bra adaptiva modeller krävs team av folk som besitter både processkunskap och datavetenskap. Även här behövs metodutveckling då det i praktiken ofta visat sig att beredningen av data medför oproportionellt mycket arbete. Det är en allvarlig notering som fortsatt behöver adresseras och prioriteras eftersom det kan bli ett hinder för att frigöra industriella värden.

Lösningar på datatörst och handpåläggning

Framgångarna med moderna AI-tillämpningar bygger på *bottom-up-strategier* där modellerna tränas med stora och väl strukturerade datamängder som oftast samlats in genom internet. Exempelvis har textroboten GPT-2 som omnämns i texttrutan på sidan 45 tränats med en dataupp-sättning på åtta miljoner websidor. Webassistenter som Apples Siri eller Amazons Alexa använder tusentals Terabyte av data för att utföra sina uppgifter och en självkörande bil konsumerar runt fyrtio Terabyte per åtta timmars körning enligt INTEL³⁰.

För operativa industritillämpningar har det visat sig att det visserligen samlas in stora mängder information men just runt kritiska förlopp saknas de volymer som behövs för att lära upp bra modeller. Man talar om att det i marginal- eller kantfallen saknas data och att medvetet komplettera (genom att framkalla felsituationer i fysiska processer) såna brister låter sig inte enkelt göras. De fel de representerar motsvarar mycket stora kostnader i verklig störd produktion. Det är ett problem som även gäller andra normalt sett datarika tillämpningar. En utmaning vid utvecklingen av autonoma fordon är i själva verket att klara de ovanligaste driftsfallen. En annan aspekt på dagens AI-teknik är att den lätt blir "förvirrad" om sakers tillstånd avviker från det uppkörda spåret.

För att komma tillrätta med dessa svagheter pågår utvecklingen av metoder som likt mänsklig intelligens arbetar mer flexibelt top-down, som behöver mindre mängder data och är snabbare. Det finns ett antal trender att hålla ögonen på den närmsta tiden i utvecklingen mot mer naturliga system.

³⁰ IDG, Just one autonomous car will use 4,000 GB of data/day, 2016

8 trender

1 Den första handlar om att ge robotar (både fysiska och artificiella) konceptuella egenskaper som gör att de

får en större förmåga att uppfatta sig själv och sin omgivning. Se även textrutan på sidan 45 där forskare på University of Columbia lyckats ge en robot sådana egenskaper.

2 Ett annat utvecklingsspår innebär något av renässans för idén med expertsystem

där datorerna blir bättre på att göra som en mänsklig processoperatör skulle göra genom att i realtid vrida på rattar för att optimera processen. Siemens har utvecklat sådana datasnåla metoder baserat på *förstärkt maskininläring* (Reinforcement Learning) för att styra företagets gasturbiner där inläring av de komplexa förbränningsprocesserna i traditionella neurala nät skulle tagit upp till hundra år³¹. Metoden har senare även utvecklats för att öka effektiviteten i företagets vindkraftverk. Google använder också tekniken för att framgångsrikt minska energiåtgången i företagets datorhallar.

5 Ytterligare en metod på frammarsch är *Probabilistic Programming* när det gäller tillämpningar som beskrivits ovan. Metoden gifter samman de bästa metoderna för att efterlikna mänsklig intelligens som sannolikhetssteori för modellering, statistiska metoder för att dra slutsatser, neurala nätverk för mönsterigenkänning och symboliska programspråk som håller samman systemet.

3 Ett tredje sätt att komma till rätta med svagheterna i dagens AI-algoritmer

är att ge datorerna mer av sunt förnuft – *common Sense*³². Enligt en artikel i Harvard Business Review³³ arbetar Allen Institute for Artificial Intelligence med att utveckla testuppgifter som kan användas för att verifiera vad förnuft innebär för en maskin.

DARPA investerar två miljarder dollar i AI-forskning bland annat genom att skapa modeller som efterliknar mänsklig kognition. Microsoft och McGill University har tillsammans utvecklat ett system för att urskilja tvetydigheter i naturligt språk, ett problem som kräver sin lösning bland annat för att datorerna på ett mänskligt sätt ska kunna kommunicera med människor.

4 Ett fjärde spår är möjligheten att låta datorerna göra liknande avvägningar av sannolikhet som människor intuitivt gör. Genom stokastiska *Gaussiska processer* som kan fungera och känna igen mönster med begränsade datamängder och lära av erfarenheter är det möjligt. Ytterligare en egenskap med den metoden är att processerna blir spårbara om något går snett, till skillnad från de neurala nätverkens svarta lådor.

³¹⁾ Siemens.com/presse/inno2017

³²⁾ Common sense-filosofi är en inriktning inom filosofi, grundad av Thomas Reid på 1700-talet. Begreppet utgår från Aristoteles idéer om att sinnena bygger upp en enhetlig och för alla människor gemensam uppfattning om ett föremål.

³³⁾ H. James Wilson et.al., The Future of AI Will Be About Less Data, Not More, 2019

6 **Explainable AI är ett angränsande utvecklingsspår.** Blackbox-fenomenet kring maskininläring kan bli problematiskt. Därför är det viktigt att systemen kan motivera hur det kommit fram till sina utsagor och att skapa förtroende hos oss människor för hur systemen kommer fram till sina resultat och beslut när exempelvis trafiksituationer, juridiskt stöd eller medicinsk diagnos automatiseras.

7 **Federerad maskininläring är en annan metod på frammarsch.**

Idén lanserades av Google 2017 som ett koncept där förmågan att träna en modell frikopplas från hittills nödvändig central lagring av data i molnet. Metoden kan träna en enskild maskininlärningsalgoritm över flera decentraliserade servrar som lagrar data utan att utbyte det med andra servrar. Det gör det möjligt för flera aktörer att bygga en gemensam, robust maskininlärningsmodell utan att dela data och därigenom adressera kritiska problem som datasekretess, datasäkerhet, dataåtkomsträttigheter och tillgång till heterogena data. Men också kapacitet i distribuerade applikationer.

Funktionssättet bygger på att en distribuerad enhet, exempelvis en telefon, laddar ner en existerande delad modell, förbättrar den genom att lära av data som finns lokalt på telefonen/enheten och sammanfattar sedan ändringarna som en liten koncentrerad uppdatering. Det är endast uppdateringen som skickas till molnet, över krypterad kommunikation, där den omedelbart beräknas och integreras med andra användaruppdateringar så att den delade modellen förbättras. Alla träningsdata finns kvar på den lokala enheten, och inga individuella uppdateringar lagras i molnet.

Tekniken kan bidra till genombrott för industriella operativa tillämpningar baserad på konventionell automation eller IoT, där distribuerad kapacitet både är en förutsättning och naturlig i nuvarande koncept för styrning och övervakning.

8 **Slutligen AutoML eller Automatisk maskininläring** hägrar som en helig gral för att lösa de många och långa rutinartade

momenten som finns i dagens *state of the art*. I automatiserad maskininläring är processen automatisera *end-to-end*. Som vi konstaterat innefattar typiska maskininlärningsprojekt omfattande förbearbetning innan datasetet kan göras tillgängligt för maskininläring.

Förbehandlingen följs av algoritmval, hyperparametrisering och fintrimning för att maximera prediktiva prestanda i den slutgiltiga modellen. Många av dessa steg kräver dessutom både erfarenhet och specialistkunskaper. Vad vore då mer logiskt än att föreslå AutoML som en artificiell intelligensbaserad lösning på de växande utmaningarna. Att automatisera processen skulle vara en effektiv produktivitetshöjande metod, som dessutom sannolikt kan ge lösningar och modeller som överträffar de manuellt designade.

AutoML-lösningar med användargränssnitt som bygger på dra-och-släpp och inte kräver någon kodning i vanlig bemärkelse kommer nu ut på marknaden och erbjuds av alla större plattformsleverantörer som Google, MS Azure och IBM och många specialiserade mindre företag. Tekniken utvecklas snabbt och kommer alltmer att sänka tröskeln för användarna.

Industriexempel: BillerudKorsnäs i Gävle

Deep Process Learning.



DEEP är ett projekt som ska visa hur metoden djupinlärning – Deep Learning – kan användas för nästa steg inom processautomationen. Projektet drar nytta av de data som redan finns i processstyrssystemen och använder dem för att föreslå nödvändiga åtgärder för att förbättra utvalda nyckeltal. Projektet som är ett samarbete med PiiA består av ett konsortium mellan BillerudKorsnäs, Peltarion, PulpEye och FindIT.

|| Skogsindustrin har en avancerad försörjningskedja med många nivåer av komplexitet och svåra och resurskrävande processer ...

Processindustrin står för nästan hälften av industriproduktionen i Sverige. Förbättringar i effektivitet och produktivitet ger därför stor inverkan på svensk ekonomi. Skogsindustrin har en avancerad försörjningskedja med många nivåer av komplexitet och svåra och resurskrävande processer; från avverkning till barkning och flisning av träet till kokning, tvätt och blekning av massan innan den når pappersmaskinen för förädling till papper och kartong av olika kvaliteter.

Processindustrier producerar också enorma mängder data och har en hög automationsgrad, men många utmaningar kvarstår. Utmaningar som inte alltid går att hantera med traditionella analysmetoder. Data kan då bli en värdefull tillgång som kan förädlas med AI till insikter, förutsägelser och automationsalgoritmer – vilket leder till nästa steg av produktivitet, kvalitet och automatisering.

BillerudKorsnäs är ett skogsindustriföretag som levererar förpackningsmaterial och förpackningslösningar. Företaget har tre divisioner: Division Board som tillverkar och säljer vätskekartong och förpackningskartong samt fluting och liner. Division Paper som tillverkar och säljer kraft- och säckpapper av premiumkvalitet. Och division Solutions som möter varumärkesägarnas krav på effektiva förpackningslösningar och system.

Under en förstudie till DEEP genomförde BillerudKorsnäs tillsammans med Peltarion ett maskininlärningsprojekt för att prediktera massans kappatal efter kokeriet. Kappatalet är ett mått på kvarvarande lignin i pappersmassa och som bestämmer kokningsprocessen för olika massakvaliteter. Det projektet var framgångsrikt och ledde till att en användbar prediktion av kappatalet i processen togs fram. Framgångarna uppmuntrade till en fortsatt utveckling av fler processteg.

Industriexempel: BillerudKorsnäs i Gävle

- II Framgångsrik användning av maskininläring som verktyg bygger på en djup förståelse kring de processer som skall optimeras.

Problemställning

Pappersmaskin 4 i Gävle är en kartongmaskin som tillverkar vätskekartong för bland annat juice- och mjölkförpackningar. Syftet med projektet DEEP har varit att realisera den effektivitetspotential som identifieras i tillverkningsprocessen genom att föreslå optimala körparametrar på maskinen. En väsentlig egenskap för den färdiga vätskeförpackningen är kartongens böjstyvhet. En egenskap som bestäms av komplexa samband mellan olika steg i tillverkningsprocessen, inte minst av massans fiberegenskaper. Målet är att tillverka stark förpackning med mindre råvara.

För att uppfylla kvalitetsmålen vid optimal produktionshastighet måste processinställningarna ständigt utvärderas och justeras. I projektet DEEP samlas data in för att stödja optimeringen av sådana beslut online. Det data som används i projektet består av högupplösta mikroskopbilder från PulpEyes analysator som ger upplysningar om massans fiberegenskaper och kamerabilder från virapartiet som ger upplysningar om avvattningen av massan, i kombination med mätvärden från olika givare som finns i systemet. I nästa steg används data för att träna fram en lämplig modell för att förutsäga kvalitetsegenskaper. Under projektet DEEP gjordes många olika försök med olika metoder inklusive djupinlärning med Peltarions egenutvecklade plattform.

Erfarenheter

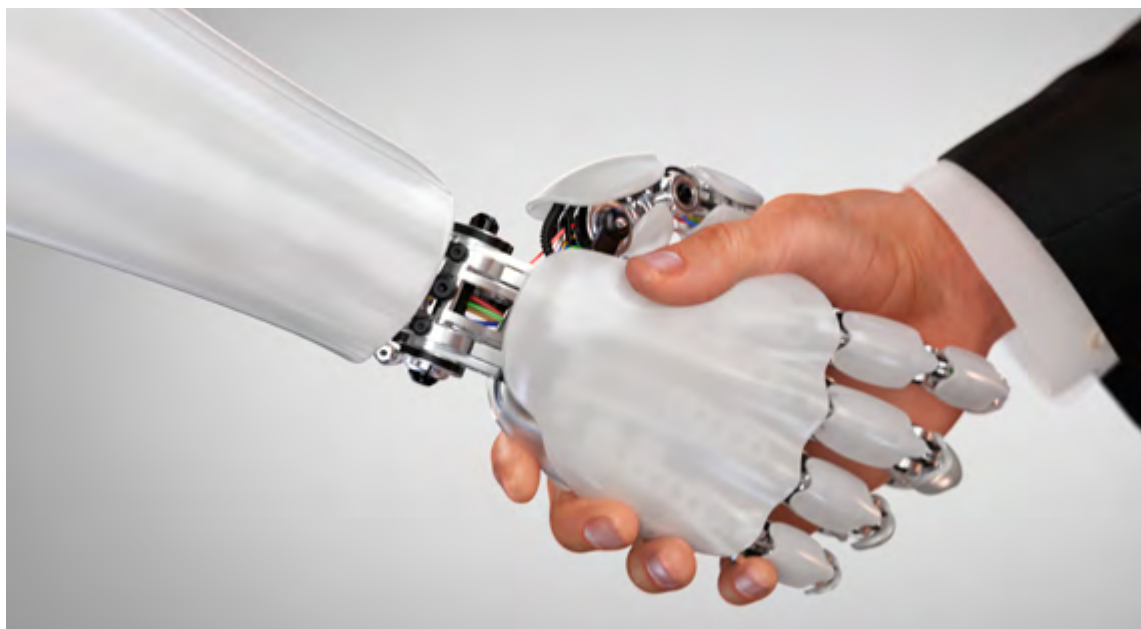
BillerudKorsnäs har bildat ett digitaliseringsteam med olika kompetenser från olika delar av organisationen som initierar och driver förändringsprojekt. Företagets olika AI-satsningar är en del i den förändringsprocessen.

BillerudKorsnäs erfarenheter visar att djupinlärningstekniken är mogen för att användas vid olika typer av klassificeringsproblem och för att ytterligare öka automationsgraden av processerna. Processindustrin präglas av en kombination av stora datamängder och hög grad av automation, vilket delvis utgör andra förutsättningar än i andra tillämpningar där djupinlärning och maskininlärning används. Över tid kommer tekniken att hitta sin plats i analys och styrning av processer och allt fler frågeställningar inom effektivitet, kvalitet och logistik kommer att lösas.

En av de viktigaste erfarenheterna från BillerudKorsnäs AI-projekt är behovet av domänkunskap och förmågan att kunna formulera rätt problemställningar. Framgångsrik användning av maskininlärning som verktyg bygger på en djup förståelse kring de processer som skall optimeras.

Billerud Korsnäs fortsätter arbetet med att utveckla processerna med hjälp av AI och våren 2019 startar ytterligare ett projekt i samarbete med PiiA. Denna gång tillsammans med finska Quva OY som leverantör av dataanalysen.

Källor: PiiA, BillerudKorsnäs, Peltarion



Människan och Maskinen: Kollaborativ Intelligens

"Låt maskinen ta hand om detaljerna och låt människan tänka och drömma" har någon sagt. Och "för varje AI-system vi har och lägger på den mänskliga aspekten så får vi ett mycket bättre system", konstaterar Anders Ynnerman, professor vid LiU³⁴.

Samtidigt pyr oron om att AI till slut knuffar bort människorna från arbetsmarknaden. Det senare är knappast oundvikligt eller ens den mest rimliga analysen. Aldrig tidigare har digitala verktyg varit så lämpade för samverkan med människor. Och medan AI helt säkert kommer att förändra hur arbetsuppgifterna utförs, och vem som gör dem, blir maskinernas roll snarare att förstärka och komplettera mänskliga förmågor än att ersätta dem.

Begreppen kollektiv- och kollaborativ intelligens är värda att lägga på minnet. Modeller där människors intelligenta kapacitet kan ökas genom smarta samverkansmetoder (människor

emellan) men också lika troligt mellan människa och maskin, kommer att få stor betydelse för den industriella utvecklingen. Människans förmåga till ledarskap, teamwork, kreativitet och socialt umgänge kompletterar AI:s snabbhet, skalbarhet och kvantitativa förmåga att hålla reda på stora komplexa datamängder. Industriell verksamhet kräver bådaddera.

Men resonemangen ovan pekar också på behovet av förändrade processer, i många fall genomgripande transformering av företagens verksamheter och inte minst hur människor och maskiner i det praktiska ska umgås. På ett generellt plan konstateras i en artikel i Harvard Business Review³⁵ att de företagsekonomiska effekterna av artificiell intelligens tydligt beror av förmågan att "tänka om" verksamheterna så att de både inkorporerar AI och kultiverar relaterade förmågor hos mänskliga medarbetare, dessutom av att tillåta kreativt experimenterande och att ha klara AI-strategier. Sist men inte minst genom att hantera data både relevant och ansvarsfullt.

AI kommer att leda till mer automation och mer avancerad automation. En av de större fördelarna

³⁴) Linköpings Universitet, Sätt människan i centrum för AI-forskningen, 2018

³⁵) Harvard Business Review, Collaborative Intelligence: Humans and AI Are Joining Forces, 2018



// Låt maskinen ta hand om detaljerna och låt människan tänka och drömma” har någon sagt. Och ”för varje AI-system vi har och lägger på den mänskliga aspekten så får vi ett mycket bättre system”

Anders Ynnerman, professor vid LiU

med automation är att undvika fel som beror på att människor är dåliga på att upprepa uppgifter. En robot som blir ombett att göra exakt samma rörelse tusen gånger gör samma rörelse tusen gånger – så länge sensorer och mekanik fungerar. En människa kanske klarar det tre gånger men är samtidigt mästare på att fånga essensen av sina sinnen och hantera nya oväntade situationer.

Hur det går till är höljt i dunkel och att få maskiner att i den bemärkelsen agera mänskligt är således en komplex sak. De senaste olyckorna med ett av världens mest moderna flygplan från Boeing har på skrämmande sätt också visat att för varje mänskligt misstag som maskinen eliminerar finns risk för att nya introduceras och att det finns alla möjligheter att missförstånd uppstår mellan mänsklig intelligens och maskiner. I den industriella praktiken kokar utmaningen med den kollaborativa intelligensen därför också ner till hur gränssnittet mellan människa och maskin fungerar. Det är ett utvecklingsområde som kallas UX – *user experience*, eller i AI-sammanhanget det kanske mer relevanta, MMC – *man machine communications*.

Problem med missförstånd och misstag kan bli större när automationsgraden ökar ytterligare. Människan har inte längre den fullständiga kontrollen över maskinen. Övergripande leder det till att en del av domänkunskapen inom industrin, som bland annat består av hantverksmässig processkunskap, minskar. På operationell nivå blir utmaningen för maskinoperatören att under väsentlig tid övervaka en process och samtidigt ta över i det ögonblick något går snett. Det problemet kan vara kostsamt i en processindustri och fullständigt katastrofalt i ett flygplan.

En slutsats är att maskiner som ger människor för litet utrymme att hänga med i processerna knappast är optimala vid händelser då människan tvingas ta över. En annan att den bästa automationen inte nödvändigtvis innebär att datorn jobbar mest, utan att söka efter den optimala fördelningen och inse att människor och maskiner förmodligen aldrig kommer att förstå varandra perfekt. Vi har två piloter i cockpit och två operatörer i kontrollrummen och båda gör tyvärr ibland oförväntade saker.

Fortsättningen

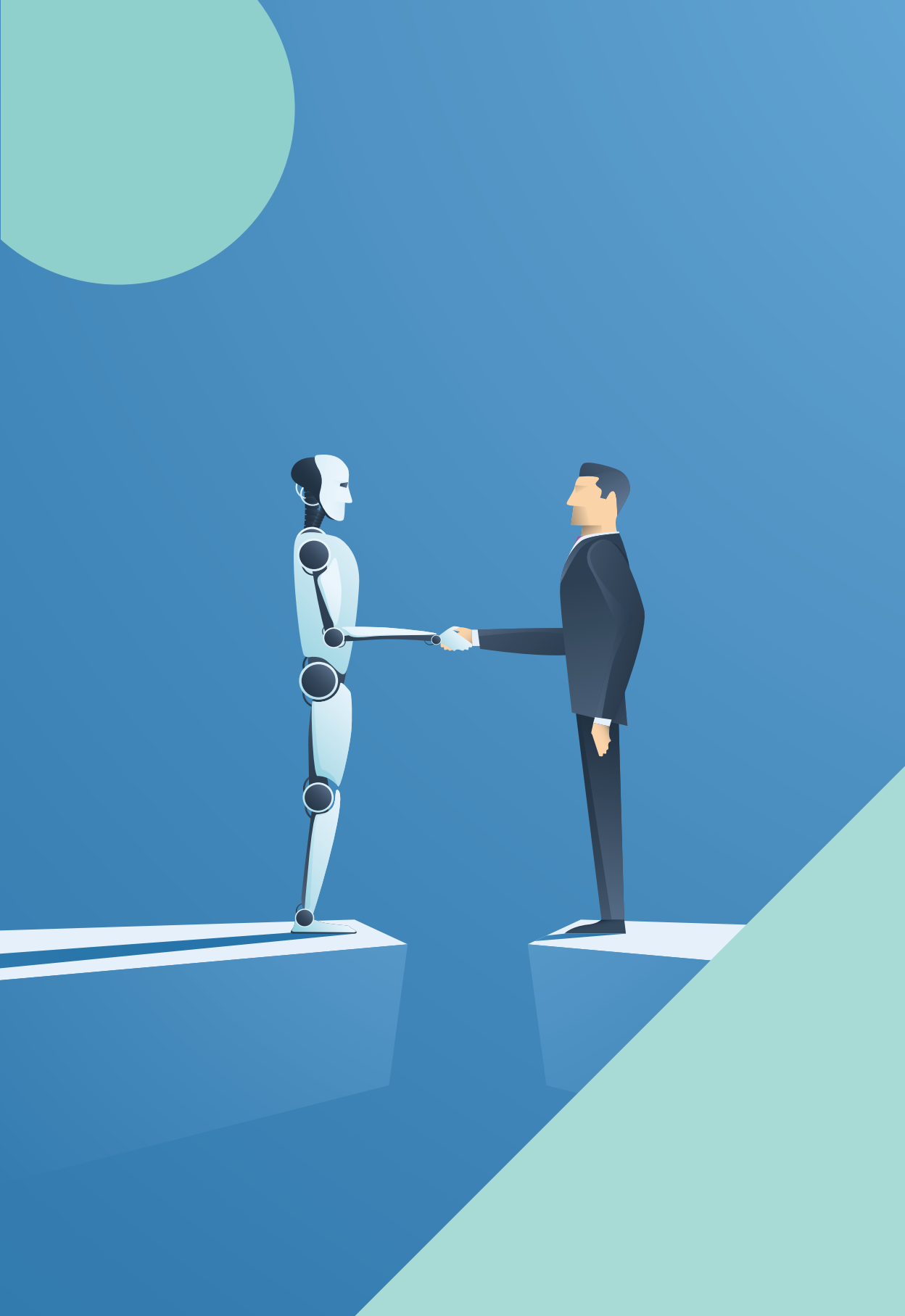
Vi har i det här avsnittet gjort en överflygning över begrepp och koncept som är bra att känna till ur ett tillämpat industriperspektiv. Naturligtvis finns andra aspekter att överväga för en teknik som gör anspråk på att vara intelligent. Många av dem handlar om moral och etik. Vi kommer att stöta på maskiner med tveksamma intentioner, snedvriden utveckling som syftar till enskilda intressenters fördelar, AI kommer att påverka människors inställning, falsk korrelation och självförstärkande återkoppling kommer att förekomma – när en algoritm påverkar verkligheten för att påverka ännu mer, fast grundantagandet var falskt. Ursprung och kvaliteten på data kommer att fortsätta vara ett problemområde och inte minst den stora frågan om vad som verkligen är sant: kan man i framtiden lita på vad man ser och hör, kan man lita på bilder, filmer och ljud?

II Kan man i framtiden lita på vad man ser och hör, kan man lita på bilder, filmer och ljud?

När vi betraktar AI och maskininlärning som verktyg för att utveckla industrin kan vi framförallt önska oss större flexibilitet än de i grunden enfaldiga neurala näten som endast klarar av att göra en sak i taget och är dyra och mödosamma att omskola. Och produktiviteten när det gäller systemutveckling och driftsättning av modellerna måste bli mycket bättre.

Men vi kan samtidigt vara förvissade om att det är områden som adresseras i forskningen. Liksom de enorma databehoven, nödvändigheten av handpåläggning och problemen med *edge data*. Själva inlärningsprocessen med dess hyperparametrisering behöver automatiseras ytterligare. Ett annat potentiellt växande problem är bristen på transparens i de neurala nätverken som för det mesta liknar svarta lådor.

Hur och när dessa frågor får sina svar är omöjligt att veta. Det kan ta årtal och det kan ske plötsliga genombrott som när AlphaGo med hjälp av *reinforcement learning* besegrade en av världens bästa Go-spelare. Men det förändrar inte det faktum att AI och maskininlärning redan nu är så kraftfulla verktyg att de kommer att förändra industrin, och den som skapar sig kunskap, erfarenhet och försprång när det gäller att tillämpa tekniken har allt att vinna.



Svenska insatser för utveckling inom AI-området (i juli 2019)

Som vi beskrivit i denna rapport är AI-utvecklingen på väg in i ett mer kommersiellt skeden med stora bakomliggande ekonomiska intressen. Det fråntar inte behovet av dels långsiktig grundforskning inom discipliner som matematik, data- och systemvetenskap, dels av industrinära aktiviteter av mer tillämpad karaktär som bland annat syftar till kunskapsspridning och att bidra till en hög kvalitativ nivå på operativa aktiviteter. Nedan följer en sammanställning av nu pågående program och projekt. Källan är i de flesta fall Vinnovas sammanställning: AI-Miljöer i Sverige, 2019.

Vinnova (AI Innovation of Sweden)

Vinnova har från 2011 och fram till juni 2019 beviljat ungefär 580 projekt som fått finansiering med ungefär 900 miljoner kronor. 2018 beslutades om en utveckling och förstärkning av satsningarna på artificiell intelligens och säker datatillgång. Under de kommande tio åren ska 200 miljoner kronor satsas årligen, varav minst 50 miljoner utgörs av riktade AI-satsningar. Målet är att stärka utvecklingen av samverkansmiljöer som arbetar med forskning, innovation och utbildning, samt att stärka avancerade infrastrukturer för data, testning och teknik

För att mobilisera, öka synlighet och aktivitet inom tillämpad artificiell intelligens stöttar Vinnova utvecklingen och etableringen av ett antal noder – *AI Innovation Sweden*. Dessa ska säkerställa samordning och synergier. Därför är det viktigt att noderna blir öppna och tillgängliga för alla parter som vill ansluta.

AI Innovation of Sweden är en nationell och neutral satsning med ambition att fungera som en motor i det svenska AI-ekosystemet. Fokus ligger på att accelerera tillämpning av AI genom delning av kunskap och data, samlokalisering och samarbetsprojekt, allt med ett starkt fokus på etik, transparens och säkerhet. AI Innovation of Sweden etablerar gemensamma resurser, till exempel den "Data Factory", som ska tillgängliggöra data på ett nytt och unikt sätt, och "Co-Location sites" där

målet är att öka samarbete, kunskapsdelning och förmågan att attrahera talang. Över 40 organisationer och företag – inom näringsliv, akademi och offentlig verksamhet – har anslutit sig och fler är väntade.

Elements of AI är en kostnadsfri onlinekurs som beskriver grunderna i artificiell intelligens. Teori kombineras med praktik och exempel. Den ställer inga krav på kunskaper i programmering eller i matematik. Målet är att artificiell intelligens ska bli begripligt för alla.

Kursen erbjuds av AI Innovation of Sweden, AI Competence for Sweden, Linköpings universitet och Vinnova tillsammans med University of Helsinki och Reaktor. Målet är att 100 000 svenskar ska gå kursen.

Vinnova har också i en studie³⁶ kartlagd AI-miljöer i Sverige. Översikten innehåller 39 AI-miljöer som arbetar för utveckling av artificiell intelligens. De flesta har sin hemvist på universitet, högskolor eller institut medan några är internationella.

Vetenskapsrådet

Vetenskapsrådet har 2013–2017 finansierat ett 30-tal projekt med upp till ungefär 95 miljoner kronor. KTH och Uppsala universitet var de största mottagarna av finansiering. Det vanligaste temat var datorseende och robotik (autonoma system) följt av datavetenskap (datalogi), därefter signalbehandling och reglerteknik.

³⁶ VINNOVA, AI-Miljöer i Sverige, 2019

SFF

Stiftelsen för strategisk forskning (SSF) har 2012–2017 satsat ca en miljard kronor på AI-projekt. De har genomfört tematiska satsningar på Informationsintensiva system och på Smarta System. Inom dessa har flera AI-projekt satts igång.

KK-stiftelsen

KK-stiftelsen har uppskattningsvis finansierat AI-relaterad forskning och kompetensutveckling med omkring en miljard kronor de senaste 10 åren. Bland projekten finns semantiska robotar och forskning om big data.

Knut och Alice Wallenbergs stiftelse (KAW) (WASP)

WASP Knut och Alice Wallenbergs Stiftelses AI-satsning sker inom Wallenberg AI, Autonomous Systems and Software Program, WASP, som lanse- rades 2015 och pågår till 2025. Det är den största svenska satsningen genom 3,5 miljarder kronor till forskning och utbildning på AI-området. AI-satsningen har en tonvikt på datadriven AI och den nya matematik som är nödvändig inom området men berör även andra delar som robotik, datorse- ende eller visuell igenkänning som redan forskas på inom WASP. Tyngdpunkten inom både kvant- och AI satsningen ligger på långsiktigt kompetens- byggande genom att skapa stora forskarskolor och rekrytera unga forskare från resten av världen till Sverige. Tillsammans bidrar satsningarna till ut- bildning av cirka 200 nya doktorer och rekrytering av upp till 40 nya forskargrupper.

AI Competence for Sweden

Behovet av fördjupade kunskaper inom artificiell intelligens (AI) är stort på arbetsmarknaden och i samhället. Regeringen satsar nu ytterligare 20 mil- joner på högskoleutbildning inom AI. Satsningen ska också främja det livslånga lärandet. Sju läro- säten medverkar i initiativet: Chalmers tekniska

högskola, Göteborgs universitet, Kungliga tekniska högskolan, Linköpings universitet, Lunds universi- tet, Umeå universitet och Örebro universitet. Fler lärosäten kan komma att ansluta till initiativet.

Tillväxtverket

Regeringen har gett Tillväxtverket i uppdrag att kartlägga och främja små och medelstora företags förmåga att använda data som strategisk resurs.

Många små och medelstora företag behöver bli bättre på att använda data strategiskt. Tillväxtver- ket får nu i uppdrag att hjälpa dem att tillvarata den potential som finns i datadriven innovation och data som resurs. Inledningsvis ska Tillväxtver- ket i sitt uppdrag identifiera sektorer och bran- scher där det finns störst potential för datadriven innovation och strategisk användning av data.

Tillväxtverket ska även genomföra kunskapshöjan- de insatser som till exempel seminarier och pilot- projekt i labbmiljö. I arbetet ska nationell säkerhet, skydd av personlig integritet och frågor kring delning, utbyte, tillgång, ägarskap, datainsamling och lagring tas i beaktande.

Tillväxtverket ska slutredovisa uppdraget till Reger- ingskansliet senast den 1 februari 2021.

SCB

Regeringen har givit Statistiska Centralbyrån i uppdrag att kartlägga användningen av artificiell intelligens i företag och offentlig förvaltning, inklu- sive universitets- och högskolesektorn.

Genom ett brett statistikunderlag ska SCB belysa variation i användningen av AI och analys av stora datamängder inom och mellan sektorer och bran- scher samt faktorer som påverkar användningen. SCB ska använda AI, i form av textanalys och maskininlärning, i syfte att göra uppskattningar av användningen av AI bland svenska företag.

SCB ska i uppdraget, som ska slutredovisas till Regeringskansliet senast den 30 november 2020, ha nära dialog med Vinnova, DIGG, Tillväxtanalys och SKL.

Begrepp

I rapporten förekommer ett antal begrepp som kan behöva klargöras. Det är i första hand:

Artificiell Intelligens (AI)

Begreppet *Artificiell Intelligens (AI)* saknar faktiskt vedertagna entydiga definitioner och avgränsningar. AI-forskningen i sig själv är både specialiserad och spridd över många delområden. Vi väljer inför den föreliggande analysen samma beskrivning som VINNOVA använt i studien *Artificiell intelligens i svenskt näringsliv och samhälle, 2018*, nämligen:

”Förmågan hos en maskin att efterlikna intelligent mänskligt beteende. Artificiell intelligens är även beteckningen på det vetenskaps- och teknikområde som syftar till att studera, förstå och utveckla datorer och programvara med intelligent beteende.”

När vi i industriella sammanhang talar om AI för att effektivisera och automatisera är det i första hand maskininlärningstekniken med neurala nätverk som avses.

Algoritmisering (eng. *algorithmization*)

Algoritmisering är den megatrend som innebär att allt mer av värdeskapande aktiviteter hanteras och styrs av algoritmer i stället för människor.

IndTech

IndTech används för att beskriva den utveckling, de företag och den marknad som uppstår när traditionell automation och industriell it möter digitaliseringen. Till IndTech-företagen räknas:

- Leverantörer av industriautomation som ABB eller Siemens.
- Leverantörer av programvaror för industriell IT som SAP eller IBM.
- Leverantörer av digitala plattformar som Microsoft eller Amazon Web Services.
- IoT-leverantörer som Ericsson eller Nokia och operatörer som Telia eller Telenor.
- Systemintegratörer och maskinleverantörer som baserar sina erbjudanden av process- eller maskinteknik på digital teknik. Hit kan man alltså räkna företag som Sandvik, Epiroc, Valmet och många fler.

Plattformisering (eng. *platformization*)

Plattformisering kan dels syfta på den allmänna förflyttningen av verksamheters automations- och IT-stöd till det så kallade molnet, dels på rörelsen från de plattformar som skapas av öppna standarder till plattformar som ägs och kontrolleras av en viss aktör. Eftersom värdet av plattformar, för alla inblandade, brukar öka ju fler som använder plattformen så finns en tendens att redan stora plattformar blir allt större.

Verksamhetsutveckling – VU (Operational Development – OD)

Vi har valt att använda ordet *verksamhetsutveckling* för att sammanfatta sådana operativa förändringar av processer eller i organisationer som leder till ökad effektivitet eller högre kundvärden, och där AI kan vara ett mycket kraftfullt verktyg.

Källförteckning

- Accenture, *Reworking the Revolution*, 2018
- Alan M Turing, *Computing Machinery and Intelligence*, 1950
- Andersson Schwarz, Larsson, *Plattformssamhället*, 2018
- BBC, *Why Big Tech pays poor Kenyans to teach selfdriving cars*, 2018
- Blue Institute, PiiA Insight, Swedish IndTech, 2018
- Brynjolfsson et al., *Scale without Mass: Business Process Replication and Industry Dynamics*, 2008
- EU, Digital Single Market, The Digital Economy and Society Index
- Financial Times AI academics under pressure to do commercial research, 2019
- H. James Wilson et.al., *The Future of AI Will Be About Less Data*, Not More, 2019
- Harvard Business Review, *Collaborative Intelligence: Humans and AI Are Joining Forces*, 2018
- IDG, *Just one autonomous car will use 4,000 GB of data/day*, 2016
- Konsultkompaniet, *Så blir it-branschen 2019*, 2019
- Linköpings Universitet, *Sätt människan i centrum för AI-forskningen*, 2018
- Markets & Markets, *Artificial Intelligence Market*, 2017
- McKinsey Global Institute, *Tackling Europe's Gap In Digital And Ai*, 2019
- MGI, *Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy*, 2018 samt
- Microsoft, *Artificial Intelligence in Europe*, 2019
- Microsoft, *The Future Computed*, 2019
- Moore J.F. *Predators and Prey: a new ecology of competition*, HBR, 1993
- Nachira, F. *Towards a Network of Digital Business Ecosystems*, 2002
- Parker, G. et.al., *Platform Revolution*, 2016
- PWC, *Sizing the Prize*, 2017
- Russel, Norvig, *Artificial Intelligence, A modern approach*, 2016
- Siemens.com/presse/inno2017
- SvD, *Ericsson ikapp och förbi Huawei i 5G-racet*, 8 sep 2017
- The Forrester Wave™: *Predictive Analytics and Machine Learning Solutions*, Q1 2017
- VINNOVA, *Artificiell intelligens i svenskt näringsliv och samhälle*, 2018
- WSJ, *The Impact of Artificial Intelligence on the World Economy*, 2018

Den här rapporten handlar om Artificiell Intelligens

Artificiell Intelligens har på ganska kort tid seglat upp och tagit plats som ett högaktuellt debattämne. Diskussionen handlar om integritet, säkerhet, etik, frågan om jobben, autonoma fordon, militära system och science fictionliknande undergångsscenarier. Anledningen är att teknikutvecklingen, som med all kraft pågår i bakgrunden, nu blir alltmer synlig. Mest varje dag sjösätts nya AI-tillämpningar som märks i våra vardagsliv.

Ambitionen med den här studien är specifikt industriell. Att med industriledare och andra beslutsfattare som målgrupp erbjuda en översikt och bedömning av områdets drivkrafter och dynamik i ett industriellt marknadsperspektiv.

En väsentlig insikt från studien är att industriell AI inte är något som kommer längre fram i tiden utan idag är en realitet som varje industriledare behöver ta ställning till.

Vår uppfattning är att AI innebär en kraftfull förstärkning av metodarsenalen för analys att användas för optimering och automation inom industrin. Men AI behöver betraktas i rätt kontext. De stora effekterna uppstår i gränslandet mellan domän- och analyskunskap, förmågan till kreativ verksamhetsutveckling och integrationen i de digitala plattformarna. Det vill säga i ett transformativt sammanhang. Med de förutsättningarna är vår bedömning att svenska företag i internationell jämförelse har mycket goda förutsättningar att ta till sig den nya tekniken och omsätta den till effektivitetsfördelar och affärsframgångar.

AI-utvecklingen rör sig nu med hög hastighet. Kompetens och resurser byggs upp i rask takt hos leverantörer, konsulter och systemintegratörer. Vi tror att det är en god idé att kombinera den kunskapen med industrins processkunskande och sätta igång att prova och förändra; att skapa best practice. Vi tror också att ett bra sätt att få fart på AI i svensk industri är att vara öppen och dela med sig av erfarenheterna. Det är inte första gången nyfikenhet, inspiration och tävlingsnista leder svensk industri till vinnarposition.



Med stöd från:

VINNOVA
Sveriges Innovationsmyndighet



blue institute

PiiA program sponsorer

ABB

BOLIDEN

byBrick interface

KANTHAL

inhe tec
FOR INDUSTRIAL 3D

mobilaris

Modelon

Optimization

ORCA
SIMULATIONS



SIEMENS

SSAB

VOLVO
Volvo Construction Equipment