



VINNOVA



Artificiell intelligens i svenskt näringsliv och samhälle

Analys av utveckling och potential

.....

SAMMANFATTNING

Titel: Artificiell intelligens i svenskt näringsliv och samhälle – Analys av utveckling och potential

Författare: Vinnova – Sveriges innovationsmyndighet

April 2018

Diarienummer: 2017-05616

Produktion & layout: Vinnova kommunikation

Omslagsbild: Getty Images

Innehållsförteckning

Förord	4
Inledning	5
Sveriges AI-potential	6
Möjligheter och utmaningar	6
Viktiga områden	7
Sveriges AI-förmåga	10
Kraftsamling för Sveriges AI-utveckling	14
Strategiska områden	14
Prioriterade satsningar	15
Andra viktiga insatser	16
Exempel på AI-projekt	19

Förord

Vinnova fick den 22 december 2017 i uppdrag av regeringen (N2017/07836/FÖF) att genomföra en kartläggning och analys av hur väl artificiell intelligens (AI) och maskininlärning kommer till användning i svensk industri, offentlig sektor och det svenska samhället samt vilken potential som kan realiseras genom att stärka användningen. I uppdraget ligger att:

- kartlägga och analysera potentialen i att använda AI och angränsande tekniker i svensk industri i synnerhet och i svenskt näringsliv och offentlig verksamhet i allmänhet,
- kartlägga och beskriva hur Sverige ligger till i dag inom AI-området, särskilt vad gäller kompetenstillgång och kompetensförsörjning via utbildning och fortbildning, men också vad gäller forskning och offentliga insatser för att tillämpa AI i olika branscher och samhällssektorer,
- analysera hur långt Sverige har kommit för att ta vara på möjligheterna med AI och belysa flaskhalsar som kan utgöra begränsande faktorer för nyttiggörande.

Uppdraget ska redovisas till Regeringskansliet (Näringsdepartementet) senast den 30 april 2018. Vinnova lämnade en delrapport till Regeringskansliet (Näringsdepartementet) den 12 februari 2018.

Föreliggande rapport är en sammanfattning av Vinnovas slutrapport.

Vinnova 30 april 2018

Göran Marklund

Ställföreträdande generaldirektör
Direktör och avdelningschef, Verksamhetsutveckling

Inledning

Artificiell intelligens (AI) har ingen entydig definition eller allmänt vedertagen avgränsning. I denna analys definieras artificiell intelligens som 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.

Syftet med denna analys är att kartlägga och analysera Sveriges:

- Potential i användning av AI i näringsliv och offentlig verksamhet.
- Utveckling hittills i Sveriges AI-användning.
- AI-kompetens för näringsliv och offentlig verksamhet.

En central del i analysen är att skapa förståelse för drivkrafter, möjligheter, hinder och samband mellan viktiga faktorer för AI-baserat värdeskapande i näringsliv och offentlig verksamhet.

Frågeställningarna i uppdraget är breda och många olika aspekter av näringslivets och samhällets utveckling är av betydelse för dessa. Analysen kan därför inte göra anspråk på att vara heltäckande. I denna sammanfattning redovisas Vinnovas bedömningar och slutsatser av de studier, data och expertbedömningar som analysen baserats på.

Sveriges AI-potential

Tillämpningar av AI har redan haft stor betydelse för utveckling av internetplattformar, informationssökning, bildigenkänning och automatöversättning, men det praktiska genomslaget av AI har varit begränsat i stora delar av näringslivet och inom offentlig verksamhet i Sverige. Under det senaste decenniet har dock tillgång till data i elektronisk form och datorkraft ökat mycket snabbt, vilket avsevärt förbättrat förutsättningarna för AI-tillämpningar i olika verksamheter.

Möjligheter och utmaningar

För att kunna värdera AI-potentialen för värdeskapande och för att utnyttja denna potential är det viktigt att förstå vilka möjliga tillämpningsområden som finns i olika näringsgrenar, eftersom det är i dessa som den värdeskapande potentialen ligger. Det är också möjliga tillämpningar som ger drivkrafter för AI-utveckling i företag och offentliga verksamheter.

Potentialen ligger i att:

- Automatisera funktioner i etablerade värdekedjor, verksamheter och funktioner.
- Utveckla nya affärsmodeller, varor, tjänster och systemlösningar.
- Transformera värdekedjor och sektorer till helt nya utvecklingsspår.

Sveriges värdeskapande potential i användningen av AI i näringsliv och offentlig verksamhet är stor. De flesta bedömningar pekar på en tillväxtpotential som är dubbelt så snabb med stort AI-utnyttjande i ekonomin jämfört med ett lågt AI-utnyttjande.

Potentialen för ökad kvalitet och effektivitet i offentliga verksamheter är stor. Dessutom finns mycket stor potential att utveckla och implementera AI-lösningar för miljömässiga och sociala samhällsutmaningar. Artificiell intelligens kan därför bidra till Sveriges möjligheter att nå målen i Agenda 2030.

En kraftig ökning av AI-tillämpningar i näringsliv, offentlig verksamhet och samhälle har inte bara potential att ge ökad kvalitet och effektivitet i olika verksamheter, respektive ökad tillväxt och bättre välfärd. AI-utvecklingen kommer också att generera nya utmaningar genom de utvecklings- och omställningsprocesser som blir nödvändiga. Följande utmaningar kommer att bli viktiga som en konsekvens av ökad AI-användning:

- **Ledarskap och omställningsförmåga** i företag, offentliga verksamheter och policyssystem
- **Jobbdynamik och arbetslöshet** på grund av snabba förändringar av arbetsuppgifter
- **Äganderätt till data** och utmaningar med personlig integritet, etik och tillit
- **Data- och affärsmonopol** för ett fåtal teknikbaserade företag
- **Risk för tillämpning av omogna AI-lösningar** baserade på felaktiga data och algoritmer
- **Säkerhetsrisker** genom medvetet skadlig dataanvändning och datamanipulering

Innovationsledarskap i alla sektorer och på alla nivåer kommer att bli av stor betydelse för AI-utvecklingen i Sverige. Dynamiken på arbetsmarknaden kommer att öka avsevärt i takt med ökade AI-tillämpningar i näringsliv och offentlig verksamhet. **Förmåga till omställning** för individer och verksamheter kommer att bli viktigare. Detta kommer att ställa mycket stora krav på ledarskapsförmåga för verksamhetsutveckling och förmåga att stödja individer i omställning och kompetensuppgradering. Därför behöver drivkrafter, kompetens och andra förutsättningar för sådan omställningsförmåga stärkas väsentligt.

Nettoeffekterna av jobbdynamiken för ekonomin i stort är mycket osäkra. Baserat på historisk utveckling och nyare scenarier finns dock inte anledning att tro att skapandet av nya jobb totalt sett kommer att vara långsammare än takten i de arbetsuppgifter och jobb som försvinner.

Regulatorisk utveckling av spelregler för data och **datatillgång** kommer att vara av avgörande betydelse för AI-utvecklingen. Sådana spelregler måste balansera fundamentala behov av **integritetsskydd, etik, tillit och samhällsskydd** med sådan datatillgång som är nödvändig för utveckling av värdeskapande AI-tillämpningar. Det kräver att drivkrafter och kompetenser att medverka i innovationsprocesser stärks väsentligt hos myndigheter och expertis med ansvar för regleringar och regelövervakning. Ett viktigt led i detta är att dessa myndigheter och experter samverkar direkt med andra aktörer i FoU- och innovationsprocesser där nya AI-tillämpningar utvecklas.

Ledarskap och styrning för en säker och värdeskapande transformering av samhället i sin helhet behöver stärkas väsentligt. Kunskaperna om hur ökande AI-användning kan komma att påverka samhällsutvecklingen och vilka åtgärder som kan bidra till att minimera risker för negativa effekter av AI måste betraktas som mycket utvecklade. Kompetensutveckling kring samhällsaspekter av AI behöver därför förstärkas. Förmåga att göra **systemanalyser** som skapar förståelse för hur olika drivkrafter, faktorer och processer påverkar varandra blir i detta sammanhang av mycket stor betydelse. Analyser som ligger till grund för olika policyområden görs emellertid ofta med alltför snäva systemperspektiv kopplade till specifika politikområden och med alltför smala frågeställningar. De baseras oftast också på en alltför smal metodreper-toar för nödvändiga systemanalyser. Samtidigt som insatser görs för att främja användning av AI behöver därför forskning, analyskapacitet och processer för systemanalyser utvecklas väsentligt.

Viktiga områden

Artificiell intelligens kommer att bli viktig för Sveriges framtida konkurrenskraft och innovationskraft i alla sektorer och näringsgrenar, som alla kommer att påverkas av AI-utvecklingen. Det är därför svårt att värdera inom vilka tillämpningsområden för AI som Sverige har särskilt goda förutsättningar. Följande breda och ömsesidigt beroende tillämpningsområden för AI bör dock vara av stor betydelse för utvecklingen av både näringsliv och samhälle i Sverige:

- **Industriell utveckling** – produkt- och tjänsteutveckling samt tillverknings- och tjänsteprocesser
- **Resor och transporter** – autonoma fordon, logistik och transportinfrastruktur
- **Hållbara och smarta städer** – transportsystem, energi och avfall, utbildnings- och vårdssystem

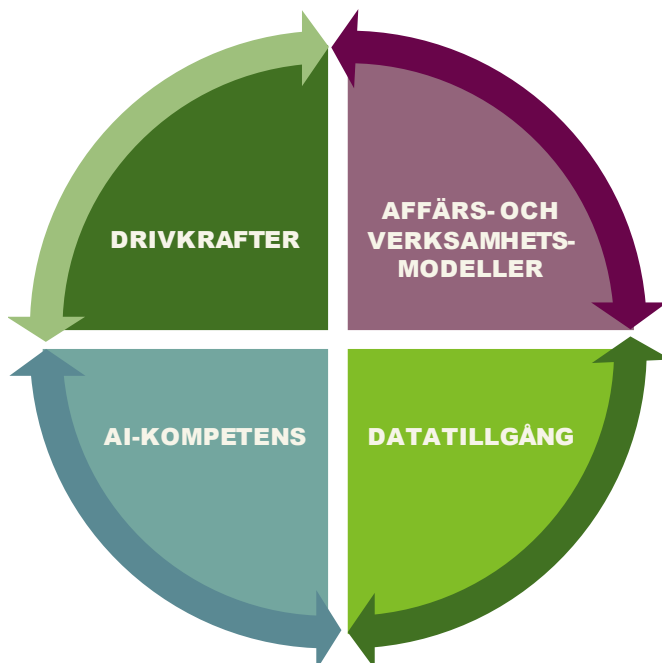
- **Hälsa** – produkter, tjänster och processer för diagnostik, läkemedel, vård och omsorg
- **Finansiella tjänster** – tjänsteutveckling inom finans-, försäkrings- och betalsystem
- **Säkerhet** – försvar, samhällsberedskap, polis och tull

Förutsättningarna för AI-tillämpningar är olika inom olika områden. Många olika faktorer kommer att vara viktiga i utvecklingen och dessa kommer att vara starkt ömsesidigt beroende av varandra. Följande faktorer och samspelet mellan dessa kommer att bli viktiga i alla verksamheter:

- **Affärs- och verksamhetsmodeller** – för vissa företag och offentliga verksamheter är den värdeskapande potentialen med AI tydlig, medan andra ännu inte ser nytta lika tydligt.
- **Drivkrafter** – för vissa företag är AI redan en viktig konkurrensfaktor, medan andra ännu saknar tydliga drivkrafter och drivkrafterna är generellt sett svaga i offentlig verksamhet.
- **Datatillgång** – inom de flesta områden är bristande datatillgång en avgörande begränsning för utveckling av affärsmodeller och verksamhetsmodeller baserade på AI-tillämpningar.
- **Kompetens** – företags och offentliga verksamheters begränsade AI-kompetens, hos både ledningar och medarbetare, hämmar AI-utvecklingen i de flesta verksamheter.

Affärs- och verksamhetsmodeller, datatillgång och kompetens är ömsesidigt beroende och påverkas därför starkt av varandra i företag och offentliga verksamheter. Utan tydliga perspektiv för verksamhetsnytta hämmas drivkrafterna för AI-baserade investeringar. Är verksamhetsnyttan inte tydlig uppfattas inte heller AI-kompetens som en viktig faktor för värdeskapande och effektivitet, vilket påverkar rekryteringsmönster och kompetensutveckling. Begränsad AI-kompetens, på ledningsnivå och hos medarbetare, gör det, i sin tur, svårt att utveckla AI-baserade affärs- och verksamhetsmodeller. Datatillgång och möjligheter att kombinera olika data kommer att vara av fundamental betydelse för vilka tillämpningar som är möjliga att utveckla. Databegränsningar som försvårar eller omöjliggör utveckling av AI-baserade produkter och processer försvagar drivkrafterna för AI-investeringar, figur 1.

Figur 1 Ömsesidiga beroenden mellan viktiga faktorer för utveckling av AI-tillämpningar



Viktiga förutsättningar för en positiv utveckling av samspelen mellan ovanstående faktorer kommer att vara:

- **Innovationsledning** för utveckling av AI-tillämpningar och förmåga att leda verksamhetsomställning och att stödja individer i omställning och kompetensuppgrädering.
- **Arbetsmarknadsmodeller** som ger individer drivkrafter och gynnsamma villkor för jobbdynamik och livslångt lärande lägger grunden för kontinuerlig omställning på arbetsmarknaden.
- **Dataregleringar** för många AI-tillämpningar begränsar utvecklingen påtagligt. Sådana regleringar är oftast starkt kopplade till frågor om integritet, etik, tillit och äganderätter.
- **Samhällslösningar** för digital säkerhet, integritet, etik, tillit och trygghet, som balanserar de fundamentala behoven av datatillgång för AI-utveckling, med sociala utvecklingsbehov.
- **Kritisk massa** och internationell attraktionskraft i miljöer för forskning, utbildning och innovation som präglas av effektiv samverkan mellan olika funktioner och aktörer.
- **Samverkan** mellan företag, offentliga verksamheter, forskningsinstitut, universitet och högskolor kommer att vara avgörande för att realisera Sveriges AI-potential.

Ledarskap för innovation och verksamhetsutveckling kommer att vara av avgörande betydelse och mycket talar för att kraven på denna förmåga i företag, offentlig verksamhet, universitet och högskolor samt i politiska organ kommer att öka väsentligt i takt med ökad AI-användning. Ökade AI-tillämpningar kommer att starkt påverka arbetsuppgifter, arbetsorganisation och arbetsmarknad. Det kommer att innebära betydande utmaningar i att leda omställning för AI-baserad verksamhetsutveckling och innovation i företag, offentliga verksamheter och i universitet och högskolor.

Ökad AI-användning kommer samtidigt att ställa betydligt större krav på individer att kontinuerligt byta arbetsuppgifter och kontinuerligt förnya sin kompetens. Det kommer i sin tur att kräva utveckling och anpassning av drivkrafter och trygghetssystem för omställning i arbetslivet, vilket ger nya utmaningar för arbetsmarknadspolitik och arbetsmarknadens parter. Framgångsrik AI-utveckling inom olika områden kommer att vara beroende av både specialistkompetens och breddkompetens inom AI samt av domänkompetens och organisationskompetens för olika AI-tillämpningar.

Tillgång till data hänger nära samman med regulatoriska förutsättningar för data och datahantering. Data om individer och individens beteenden är av avgörande betydelse för många AI-tillämpningar. Datatillgången avgörs dels av hur företag och offentliga verksamheter utvecklar och säkrar data i sina verksamheter och i sina samarbeten, dels av utvecklingen av regulatoriska förutsättningar för datagenerering och datatillgång. Därför kommer samhällets regulatoriska och etiska hantering av integritetsfrågor, datasäkerhet och äganderätter till data att ha stor betydelse för AI-utvecklingen.

Internationellt starka miljöer för forskning, utbildning och innovation kommer att vara viktiga för Sveriges innovationskraft och internationella attraktionskraft för ledande AI-kompetens och företags AI-utveckling. Samverkan för att nå kritisk massa i sådana miljöer kommer att vara av avgörande betydelse. Samverkan kommer också att vara viktig för att koppla ihop regulatorisk utveckling och arbetsmarknadsutveckling med innovationsprocesser för AI-tillämpningar. Det är svårt att se något område som är lika beroende av samverkan mellan olika

aktörer och över sektorsgränser som AI. En positiv AI-utveckling i Sverige förutsätter således en effektiv samverkan mellan många olika aktörer och funktioner i samhället.

Sveriges AI-förmåga

Det finns många olika faktorer som har betydelse för Sveriges förmåga att utveckla och använda AI. Olika faktorer spelar dessutom olika stor roll inom olika sektorer och i olika näringsgrenar. I tabell 1 görs en övergripande analys av Sveriges styrkor, svagheter, möjligheter och hot (SWOT).

Tabell 1 Övergripande SWOT-analys av Sveriges AI-förmåga

STYRKOR	SVAGHETER
Teknikvänlig befolkning Hög teknikkompetens Kvalificerade forskare och ingenjörer God domänkompetens om processer God datatillgång Utmärkta IT-nätverk Infrastruktur för datatrafik Många digitaliserade processer Hög automationsgrad Stora internationella teknikdrivande företag Effektiv offentlig verksamhet God innovationsförmåga Förmåga att lösa komplexa problem Lång erfarenhet av säkerhetskritiska lösningar Samverkanskultur Utvecklat innovationssystem Effektiva värdekedjor och ekosystem Förmåga till konsortiebyggande	AI-kompetens svårt att rekrytera Kompetensbrist för digitala affärsmodeller UoH har svaga drivkrafter för flexibla vidareutbildningar Många SMF har begränsade resurser och kompetens Slimmade organisationer försvårar kompetensutveckling IT-infrastrukturen inte alltid tillgänglig och stabil IT-mognad varierar inom värdekedjor Koordinerade säkerhetssatsningar saknas Automationssystem baseras ofta på gammal teknologi Otydlighet om äganderätter och regler för data Osäkerhet om framtida regler för datatillgång AI-standarder saknas Svårigheter att samköra data Bristar i datakvalitet och datastruktur Fragmenterad kommunal sektor Svag samverkan mellan landsting Brist på statlig styrning FoU-satsningar på AI är få och ofokuserade
MÖJLIGHETER	HOT
Ökad innovationstakt med hjälp av AI Utnyttja tillgången till stora mängder data Utnyttja våra kvalitetsregister för AI-analys Nya tekniska möjligheter via systemkopplingar Nya funktioner och förbättrad kvalitet i varor och tjänster Ökad effektivitet i produktion och processer Systempotential i nya värdekedjekopplingar Nya arbetssätt och nya sätt att organisera Nya intressanta och attraktiva jobb Förbättrad arbetsmiljö Sverige kan bli testbädd för AI-utveckling Sverige har hög internationell attraktionskraft Utveckla samverkan kring AI-utveckling Utveckla samverkan kring AI-implementering Utnyttja forskningsinstitutens samverkansförmåga Vidareutbilda befintlig kompetens i AI Utveckla regleringar som främjar datatillgång Utveckla policies som främjar systemutveckling	Regulatorisk utveckling samspelar inte med AI-behov Integritetsfrågor hanteras annorlunda i Sverige Immateriella tillgångar kan hotas Bristande AI-kompetens i ledningar Brist på AI-kompetens försvagar utvecklingskraft Regionala skillnader i AI-kompetens AI-kompetens flyttar från Sverige Rädslor och orealistiska förväntningar Långa implementeringstider hämmar investeringar Bristande AI-investeringar hämmar konkurrenskraft Omvärlden satsar mer och snabbare än Sverige Sverige blir inte testbädd för nya AI-lösningar Stort beroende av systemleverantörer Sårbarheten i systemen ökar Bristande IT-säkerhet ökar samhällsrisker Enklare jobb försvinner och arbetslösheten ökar Tillit och framtidstro hämmas av AI-utvecklingen Misstro då AI misslyckades på 80- och 90-talen

Det svenska samhället präglas av en hög grad av digitalisering jämfört med de flesta andra länder. IT-infrastrukturen är väl utbyggd och har hög kapacitet i större delen av landet.

Digitaliseringen i arbetslivet har i många sektorer kommit långt, samtidigt som en majoritet av befolkningen är uppkopplad mot internet och har stor IT-vana. Detta innebär en viktig grund för Sveriges AI-förmåga och för en stark utveckling av AI-kompetens och AI-tillämpningar.

AI-kompetens kommer att vara av avgörande betydelse för att realisera Sveriges AI-potential. Datavetenskaplig kompetens är viktig, men även tillgång till programvaruingenjörer kommer att vara av avgörande betydelse, eftersom framgångsrik AI-utveckling ofta kräver omfattande programutveckling. Tillgång till AI-kompetens kommer att vara en betydande utmaning, eftersom det råder global brist på sådan expertis. AI-tillämpningar bedöms öka kraftigt internationellt de närmaste decennierna. Global efterfrågan på AI-kompetens kommer därför att öka mycket starkt, vilket innebär att en redan betydande brist på AI-kompetens förväntas öka ytterligare.

Det är inte självklart hur digitaliseringskompetens i allmänhet och AI-kompetens i synnerhet ska jämföras mellan länder. Vad gäller teknik- och IT-kompetens har Sverige ett relativt bra utgångsläge, både vad gäller nyexaminerade och vad gäller IT-utbildade på arbetsmarknaden. Det bör innebära att möjligheterna att stärka AI-kompetensen i Sverige genom kompetensutveckling av redan välutbildad teknisk kompetens är goda. Digitaliseringen och AI-utvecklingen kommer dock att förändra kraven på och förutsättningarna för både forskning och kompetensutveckling. Teknikutvecklingen sker alltmer genom tvärvetenskap, det vill säga genom nya kopplingar mellan olika teknik- och kompetensområden. Etablerade processer och institutionella lösningar inom forskning och utbildning blir i det perspektivet allt sämre anpassade för denna utveckling.

Förmågan hos universitet och högskolor i Sverige att anpassa inriktningen av sin forskning och utbildning till de snabba och områdesövergripande förändringar som AI genererar är svag. Mycket talar för att vidareutbildning måste svara för huvuddelen av anpassningen av utbildningssystemet till kompetensbehov inom AI i näringsliv och samhälle. Universitet och högskolor har dock svårt att utveckla och driva korta fristående kurser i nära samspel med och direkt anpassade för arbetslivet, det vill säga för livslångt lärande i allmänhet och för AI i synnerhet. Formerna för universitets och högskolors samverkan med näringsliv och samhälle behöver således utvecklas, särskilt för att snabbare och bättre kunna anpassa utbildningsutbud till de behov som finns.

Digitaliseringen av själva utbildningsinstitutionerna på både grundläggande nivå och i universitet och högskolor behöver utvecklas. Det gäller både utnyttjande av digital teknik och AI i själva utbildningarna samt utnyttjandet av digitaliseringens möjligheter för ledning och administration. Mycket talar för att framtidens framgångsrika utbildnings- och forskningsinstitutioner kommer att präglas av hög digitaliseringsgrad i både kärnverksamheter och stödverksamheter. AI kommer i det sammanhanget att vara en väsentlig del.

Bibliometriska data visar att svensk AI-forskning totalt sett har begränsad internationell konkurrenskraft. Det är en allmän uppfattning att utvecklingen inom AI-området, såväl forskningsmässigt som kommersiellt, domineras av USA med Kina som den främsta utmanaren medan Europa har tenderat att relativt sett tappa mark. Analys av konferensbidragen till de 19 högst rankade AI-konferenserna sedan 2010 ger starkt stöd för denna

uppfattning. Amerikanska forskare medverkar i nästan hälften av alla konferensbidrag. Forskare från Kina uppvisar den starkaste ökningen och deras andel närmar sig en femtedel. Svenska forskares närvaro vid samma konferenser får betraktas som mycket modest med endast 0,6 procent av alla bidrag åren 2014 - 2017 och en nedåtgående tendens jämfört med tidigare. Räknat per capita är deltagandet vid konferenserna mångdubbelt större för Singapore, Schweiz och Israel än för Sverige och betydligt större även för Australien, Kanada, Finland och Danmark.

Om jämförelserna breddas till att gälla alla artiklar som publiceras i tidskrifter som klassificerats som tillhörande AI som delområde av datavetenskap ändras bilden påtagligt, framför allt stärks Kinas position. Den genomsnittliga citeringsgraden för artiklar med författare från Kina var visserligen för ett par år sedan endast drygt en tredjedel av citeringsgraden för artiklar med författare från USA. Trots det fanns nästan lika många artiklar med kinesiska författare bland de 10 procent högst citerade som med amerikanska författare. För Sveriges del är den bredare bilden något gynnsammare än den för högt rankade konferenser. Detta gäller i synnerhet den genomsnittliga citeringsgraden som ger en positiv bild av kvalitetsnivån på AI-forskningen i Sverige. Vid jämförelse av antalet publikationer bland de 10 procent mest citerade är dock avståndet stort till Singapore och Schweiz.

Den stora uppmärksamhet som globalt kommit att omge artificiell intelligens under de senaste åren har framför allt sin bakgrund i en ökad användning av maskininlärning i olika tillämpningar. Så kallad djupinlärning har uppvisat särskilt slående resultat. Den ökade användningen av AI återspeglas endast i liten utsträckning i konferenser och tidskrifter med AI-specialister som primär målgrupp. Analys baserad på nyckelord med nära koppling till djupinlärning ger intryck av att Sverige från ett relativt gynnsamt utgångsläge vid sekelskiftet, när teknologin fortfarande befann sig i sin linda, inte hakat på det växande experimenterande med djupinlärning som skett i en del andra länder och successivt tappat mark. Glädjande nog finns tecken på att ett positivt trendbrott skedde under 2017.

Patentdata är en annan indikator på teknisk utvecklingsförmåga. AI är sedan omkring 2010 ett snabbt växande patentområde och är idag ett av de största patentområdena globalt. AI-relaterad patentering domineras starkt av stora IT-företag som Samsung, Microsoft, IBM och Google, men i takt med att användningen av AI breddas till nya områden vidgas också gruppen av företag som söker AI-relaterade patent.

Baserat på data över patentansökningar till patentmyndigheterna i USA, Europa och Japan framstår Sveriges utvecklingskapacitet inom AI vare sig som svag eller anmärkningsvärt stark. Sverige ligger på 13:e plats internationellt inom AI-patentering och knappt 1 procent av alla världens AI-patent under senare år har innehållit uppfinnare från Sverige. I en närmare jämförelse med fem andra mindre länder ligger Sveriges AI-patentering, per capita, något före Kanada, jämsides med Schweiz och Danmark, något efter Finland och väsentligt efter Israel.

I Sverige, liksom i de övriga fem länderna ovan, har antalet AI-patenterade företag ökat betydligt under de senaste åren. Ericsson dominerar dock kraftigt den svenska AI-patenteringen med datornätverk och drift av mobilkommunikationsnät som särskilda styrkeområden, vilket också medfört att dessa områden framstår som styrkeområden för Sverige, en

position som dessutom har stärkts. Smarta transporter och fordon är ett av de snabbaste delområdena för patentering inom AI och av särskild betydelse för Sverige med flera stora fordonsföretag i landet. Sverige har dock inom detta område, vad gäller patentering, inte kunnat hålla takt med utvecklingen i omvärlden utan fått se sin andel av patenteringen halveras.

Artificiell intelligens är fortfarande ett relativt oetablerat forskningsområde i det svenska forskningssystemet. Inom oetablerade forskningsområden finns ofta ett behov av att med särskilda insatser investera i uppbyggnad av forskningskompetens och forskningsmiljöer innan en stark efterfrågan på sådan kompetens kommer från näringsliv eller samhälle. I Sverige har universitet och högskolor svårt att genom egna strategiska satsningar utveckla internationellt starka forskningsmiljöer inom AI.

Kraftsamling för Sveriges AI-utveckling

En framgångsrik realisering av Sveriges AI-potential förutsätter en målmedveten och kraftfull nationell strategi för AI-utveckling och AI-användning. Nationella AI-strategier finns redan i flera andra länder.

Målet med en svensk nationell AI-strategi bör vara att göra Sverige till ett internationellt ledande land för utveckling och tillämpning av AI för hållbar tillväxt och samhällsutveckling.

Eftersom sambanden och beroendeförhållandena är starka mellan olika faktorer som är viktiga för AI-utvecklingen är det viktigt att en nationell policy stimulerar samverkan mellan alla viktiga aktörer så att ömsesidigt förstärkande utvecklingskraftskraft genereras.

Sveriges största möjligheter till konkurrenskraft inom AI ligger i ömsesidigt samspel mellan innovativ AI-tillämpning i näringslivet och en innovativ samhällsorganisering.

Det förutsätter en väl utvecklad strategisk samverkan mellan aktörer i näringsliv, offentlig verksamhet, forskning och utbildning. Det är därför inte bara strategin i sig som är viktig utan genom själva strategiprocessen kan nödvändiga insikter, kompetenser, ledarskap och samverkansrelationer stärkas hos de olika aktörer som deltar i processen.

En nationell strategi som baseras på en bred och inkluderande process bör utformas och omfatta de flesta politikområden och myndigheter.

Strategiska områden

I en nationell kraftsamling för att nå Sveriges AI-potential är det viktigt att målmedvetet prioritera utveckling av vart och ett av följande områden så att ömsesidigt förstärkande samspel mellan dem genereras:

- **Drivkrafter** för företag och offentliga verksamheter för effektivisering och utveckling av nya värdeskapande lösningar baserade på artificiell intelligens.
- **Samverkan** i forskning, utveckling, datatillgång och kompetensutveckling för AI-innovation, som kopplar ihop behov inom olika värdekedjor och sektorer för samlad utvecklingskraft.
- **Vidareutbildning** och **grundutbildning** för kontinuerligt säkerställande av AI-kompetens i arbetskraften, vilket kräver förnyelse av utbildningssystemet.
- **Forskningsinvesteringar** inom AI för spetskompetens och internationellt ledande forsknings- och innovationsmiljöer för avancerad AI-forskning och FoU-samverkan.
- **Regulatorisk utveckling** för datatillgång, dataintegration och dataäggande som främjar AI-innovation och som säkerställer personlig integritet, etik och datasäkerhet.
- **Infrastrukturutveckling** som främjar forskning, utveckling och testning av AI-tillämpningar och AI-säkerhet, integritet och spelregler i kopplingar mellan olika data, värdekedjor och samhällsområden.

- **Arbetsmarknadsutveckling** som främjar den arbetskraftsrörlighet som AI förutsätter, vilket ställer stora krav på ledarskap i omställning i företag, offentlig verksamhet och politik.

Figur 2 Policyområden och ömsesidiga beroenden i en kraftsamling för Sveriges AI-potential



Prioriterade satsningar

Inom ramen för en nationell kraftsamling framstår några statliga satsningar som särskilt viktiga för en positiv utveckling. Dessa bör initieras innan en nationell strategi finns, samtidigt som de bör vara centrala delar i en sådan strategi.

Vidareutbildning inom AI som är väl anpassad för arbetsmarknaden bör stimuleras med särskilda insatser för en snabb utveckling av sådana utbildningar och processer för dessa.

Utan särskilda policyinitiativ kommer denna utveckling inte till stånd i den takt som krävs för att realisera Sveriges AI-potential. Utvecklingen av vidareutbildningar inom AI och dimensionering av dessa behöver ske i nära dialog mellan universitet, högskolor, företag och offentliga verksamheter.

Internationellt ledande samverkansmiljöer med kritisk massa i forskning, utbildning och innovation, med avancerade infrastrukturer för data och teknik, behöver utvecklas.

Utan särskilda policyinitiativ för detta kommer inte nödvändiga kraftsamlingar till stånd. Det hämmar i sin tur innovationsprocesser för AI-baserat värdeskapande. Stiftelsen för Strategisk Forskning (SSF) har sedan 2012 gjort stora satsningar på spetsforskning inom AI. Stiftelsen för kunskaps- och kompetensutveckling (KK-stiftelsen) har också under flera år gjort betydande

satsningar på forskning och utbildning inom AI vid Sveriges högskolor och nya universitet. Wallenberg AI, Autonomous Systems and Software Program (WASP), som startade 2015 är en kraftsamling för forskning och utbildning. Från och med 2017 görs en kraftigt förstärkt 10-årig satsning på AI inom ramen för denna satsning. I de samverkansprogram som finansieras av Vinnova i samverkan med Energimyndigheten och Formas har AI-projekt ökat kraftigt under senare år. AI har också ökat kraftigt i de innovationsprojekt för små och medelstora företag (SMF) som Vinnova finansierar. Denna utveckling är viktig eftersom en stor del av utmaningarna inom både forskning och utbildning rör användning av AI-metoder i verkliga tillämpningar.

En statlig kraftsamling för internationellt ledande samverkansmiljöer för forskning, utbildning och innovation bör utformas så att den kompletterar de satsningar som görs av WASP, SSF och KK-stiftelsen. Samtidigt bör den utformas så att den kompletterar och effektivt samspelar med investeringarna i de stora statliga satsningarna på 17 Strategiska Innovationsprogram (SIP), Programmet för Fordonsstrategisk forskning och innovation (FFI) samt Programmet Utmaningsdriven Innovation (UDI). Dessutom bör den relatera till de EU-satsningar inom AI som för närvarande planeras och som sannolikt kommer att vara en viktig del i nästa ramprogram för forskning och innovation inom EU.

Andra viktiga insatser

Utöver satsningarna ovan, som bör initieras med hög prioritet, bör ett antal andra insatser vara centrala delar i en nationell kraftsamling. Dessa kommer att kräva ett målmedvetet utvecklingsarbete, som kopplar ihop olika aktörers utvecklingsprocesser med regulatorisk utveckling respektive med utveckling av infrastrukturer och testmiljöer.

Tillgång till data för såväl utbildning och forskning som tillämpningsinriktade utvecklingsprojekt inom AI bör vara en viktig prioritering i en nationell kraftsamling.

Samhällets regulatoriska och etiska hantering av integritetsfrågor, datasäkerhet och äganderätter till data kommer att ha stor betydelse för AI-utvecklingen. För att möjliggöra att flera parter får tillgång till samma data kommer i många fall särskilda avtal som reglerar användningen av data att behövas.

Testbäddar för AI-utveckling baserade på tillgång till viktiga data bör vara ett viktigt fokus för kritisk massa och effektiv samverkan i forsknings- och innovationsmiljöer.

Offentliga organisationers roll när det gäller att göra data öppet tillgängliga är viktig både för AI-tillämpningar inom offentliga verksamheter, i näringslivet och för samhällsutvecklingen i stort. Även företag bör stimuleras att öppna sina data för att främja samverkan och attraktiva forsknings- och innovationsmiljöer i Sverige.

Utveckling av grundutbildning och forskarutbildning inom AI för bredd, spets och samverkan med näringsliv och offentlig verksamhet bör prioriteras.

Utöver vidareutbildning bör följande delar finnas med i en utveckling av högre utbildning för stärkt AI-kompetens:

- Satsningar på industridoktorander och industripostdoktorer för testning av AI-lösningar.
- Tillsättning av nya kombinerade lärar- och forskartjänster:
 - med rekrytering i Sverige och internationellt,
 - varav en del med delade tjänster mellan institut, lärosäten och företag.
- Engagemang i utbildning av företag, institut och offentlig verksamhet med praktisk AI-erfarenhet.
- Utbildningssystemet bör ge grundläggande datavetenskap för studenter inom många områden.

Drivkrafter och förutsättningar för universitet och högskolor att digitalisera utbildningar, forskarutbildning och stödverksamheter behöver stärkas.

En ökad digitalisering av universitet och högskolor är viktiga förutsättningar för att utbilda och forska effektivt inom AI. Detta behövs också för att kunna ha den flexibilitet och omställningsförmåga av utbildningar som kommer att krävas av framtidens universitet och högskolor. Drivkrafter och förutsättningar kan stärkas på olika sätt. Det kan ske via instruktioner, regleringsbrev och anslagsfördelning eller genom öronmärkta anslag kopplade till särskilda uppdrag.

Styr- och resursutredningens (Strut) förslag på hur styrning och resurser för universitet och högskolor bör utvecklas kommer att bli viktiga för utvecklingen av drivkrafter och förutsättningar för lärosätena. Utredningen ska slutrapporteras i december 2018.

Drivkrafter och förutsättningar för individer att ta större ansvar för sin egen kompetensutveckling behöver stärkas för att stimulera ett aktivt livslångt lärande och jobbbrörlighet.

Sådana drivkrafter och förutsättningar kommer att vara viktiga för att stimulera och möjliggöra individers omställningsförmåga och livslånga lärande, som kommer att bli allt viktigare för framtidens kompetensförsörjning. Det kommer, i sin tur, att ha stor betydelse för en god arbetsmarknadsdynamik och för människors tillit till den snabba tekniska förnyelsen och samhällsliga omvandlingen. I det sammanhanget bör nätbaserade kurser, som MOOCs, som inte är tids- eller platsberoende, omfattas av studiefinansieringssystemet. Dessutom bör skattelättnader, incitamentsprogram eller subventioner övervägas för att skapa förutsättningar för individer att ta större ansvar för sin egen kompetensutveckling.

Statlig styrning och drivkrafter för en innovativ offentlig förvaltning kommer att vara av stor betydelse för en värdeskapande AI-utveckling som balanserar verksamhetsnytta med integritet, etik och digital säkerhet.

För många offentliga verksamheter är drivkrafterna att utveckla och tillämpa AI svaga. I grunden ligger dessa drivkrafter i styrningen av statliga och kommunala verksamheter. Hur denna styrning stimulerar och förutsätter innovationsledning och omställningsförmåga kommer att vara av stor betydelse för AI-utvecklingen i Sverige. En tillitsbaserad styrning, som utreds av Tillitsdelegationen, är en viktig del i en sådan utvecklad styrning.

Utvecklad statlig styrning kommer att vara helt avgörande för att utnyttja AI:s transformativa potential i utveckling av systemlösningar för viktiga samhällsutmaningar och för målen i Agenda 2030.

Offentliga verksamheters drivkrafter för att utveckla nya systemlösningar som adresserar samhällsutmaningar, där AI kan spela en central roll, är ännu svagare än för en AI-baserad utveckling inom ramen för enskilda offentliga verksamheter. Kraftfull utveckling av systemlösningar som adresserar samhällsutmaningar förutsätter en utvecklad förvaltningsstyrning, som skapar tydliga drivkrafter för en innovativ och samverkande offentlig förvaltning. En sådan utvecklad förvaltningsstyrning behöver generera innovativa drivkrafter som går tvärs över politikområden, myndighetsgränser, förvaltningsgränser och geografiska gränser.

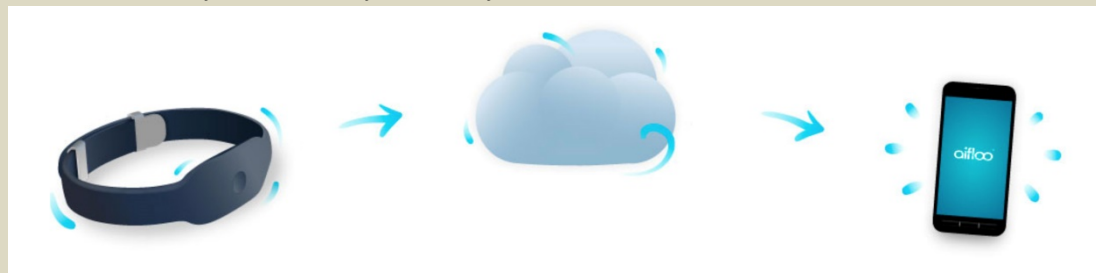
Exempel på AI-projekt

AI förbättrar livet för människor i behov av omsorg

Med ett armband som larmar om något händer kan äldre bevara sin självständighet samtidigt som vårdgivare och anhöriga inte behöver oroa sig.

Genom ett armband som vårdtagare inom hemtjänsten bär, så kan man se var bäraren befinner sig och hur de rör sig. Om något oförutsett händer, exempelvis ett fall, så sänder systemet ett alarm. Armbandet kombineras med en molnbaserad AI-motor som möjliggör smarta rörelseanalyser. Andra funktioner är att se om bäraren vaknat och klivit ur sängen, om personen äter eller tar sin medicin.

Aifloo SmartBand - ett självlärande e-hälsosystem för hemtjänsten" är utvecklat av Aifloo i samarbete med Skellefteå kommun.



Fjärrstyrda fordon i gruvor ger säkrare gruvdrift

Fjärrstyrda tunga lastfordon ska göra grubbrytning både säkrare och mer effektiv. Projektet "Wireless and Remote Operation of Mobile Machines, WROOM" bidrar till visionen om den självständiga gruvan.

Syftet med WROOM-projektet är att utveckla konceptlösningar för fjärrstyrd lastning i gruvor med stora hjullastare och fjärrövervakning av sådana maskiner. Maskinlärning nyttjas för att utveckla autonoma funktioner, såsom exempelvis automatisk lastning och proaktivt underhåll.

Det finns flera fördelar med att fjärrstyra fordon under jord. Med hjälp av fjärrstyrda hjullastare kan lastning påbörjas direkt efter sprängning. Då behöver man inte vänta på att gruvorterna ska ventileras för att personal ska kunna arbeta under jord. För medarbetarna ger det bättre arbetsmiljö.

Luleå tekniska universitet koordinerar projektet där bland andra Boliden, Volvo CE, ABB, Oryx och Rise Sics Västerås deltar.



Förbättra sjukvården med AI och bildanalys

AIDA är ett projekt som främjar forskning och innovation inom artificiell intelligens och medicinsk bildanalys, med målsättning att göra sjukvården bättre.

Det finns stora möjligheter att förbättra bildundersökningar med hjälp av AI. Bland annat kan analys av stora datamängder skapa en högre träffsäkerhet när man diagnosticerar.

Vi vet från forskningen att dagens AI-teknik är oerhört kraftfull, men eftersom den inte är anpassad till sjukvården har den ännu inte kommit till nämnvärd nytta där. Inom AIDA möts akademi, sjukvård och industri för att skapa AI-innovationer. Med hjälp av denna samverkan skapas beslutsstöd som skapar patientnytta i vården. Samarbete mellan människa och maskin är i fokus. Använder vi de respektive styrkorna på bästa sätt innebär det en stor förbättring av sjukvården.

Projektet leds av Linköpings universitet och i dagsläget ingår sju sjukhus, fem universitet och högskolor, ett stort företag och fyra småföretag.



Djuplärande förbättrar processindustrin

Svensk processindustri producerar enorma mängder data och det finns en outnyttjad potential i dessa data, som kan tas tillvara med nya verktyg. Projektet "Deep Process Learning" använder data från en kartongmaskin hos BillerudKorsnäs i Gävle för att undersöka hur analys av stora datamängder med hjälp av djupinlärningsalgoritmer kan förbättra kvalitet och effektivitet.

Genom analys av stora datamängder, så kallat djuplärande, finns potential att öka konkurrenskraften för den svenska processindustrin genom ökad produktivitet, kvalitet och flexibilitet.

Djuplärande har den mänskliga hjärnan som förebild och med hjälp av algoritmer låter man ett system bygga upp kunskap stegvis, precis som vi människor gör. När systemet har byggt upp kunskap så kan det se mönster och bättre styra våra processer. På sikt hoppas projektet kunna inspirera övrig industri att utnyttja sina stora datamängder till utveckling och processoptimering. Under 2018 startar parterna i projektet ett nytt initiativ för att utveckla webbaserade kurser för att sprida kunskap om hur teknikerna kan användas.

Projektet är ett samarbete mellan BillerudKorsnäs, PulpEye, Peltarion, FindIT och RISE SICS Västerås som leder projektet.



AI förbättrar bröstcancerscreening

Dagens bröstcancerscreening har sänkt dödligheten, men ändå dör cirka 1500 kvinnor årligen i Sverige av bröstcancer. Med hjälp av AI kan färre kvinnor dö i bröstcancer då deras tumör upptäcks tidigare.

Genom att träna djupinlärning på över en miljon mammografibilder kombinerat med kliniska data från bröstcancerregistret, så tas ett beslutsstöd fram i projektet "AI för bröstcancerscreening".

Målet med beslutsstödet är att identifiera lättbedömda mammografier samt hitta de kvinnor som har mest nytta av en kompletterande undersökning. Det digitala beslutsstödet kommer enkelt att kunna distribueras över hela landet och minska regionala skillnader i screeningsystemet. Förhoppningen är att detta kommer att ge ett samhällsekonomiskt värde med säkrare diagnostik och en effektivisering av mammografiprocessen inom svensk sjukvård.

Karolinska Universitetssjukhuset koordinerar projektet AI för bröstcancerscreening där bland andra Regionalt Cancercentrum Stockholm-Gotland och Sectra AB deltar.



Fredrik Strand Karolinska Universitetssjukhuset, fotograf: Robert Sundberg

Projektet har finansierats av Vinnova.



Vinnova bidrar till att stärka Sveriges innovationsförmåga för hållbar tillväxt

Post: Vinnova, SE-101 58 Stockholm, Sweden Besök/Office: Mäster Samuelsgatan 56
+46 8 473 30 00 vinnova@vinnova.se vinnova.se