SAHLGRENSKA SCIENCE PARK

Artificiell Intelligens inom life science

En kartläggning av aktörerna inom Västra Götalandsregionen

REGION VÄSTRA GÖTALAND

BUSINESS REGION GÖTEBORG

EUROPEAN UNION European Regional Development Fund

GÖTEBORGS UNIVERSITET

CHALMERS

MÖLNDALS STAD

Rapportförfattare: Petra Apell, Aproficio AB
Ansvarig utgivare: Sahlgrenska Science Park
Datum: 10 juli 2018

› Ladda ner rapporten på sahlgrenskasciencepark.se

Förord

Artificiell intelligens (AI) är för närvarande ett omdebatterat område - både i Sverige och internationellt. Forskning och utveckling sker med blixtens hastighet och flera företag ställer sig frågan hur och var i organisationen AI kan implementeras. I takt med att nya tillämpningsområden utvecklas, diskuteras vilka tids-, kostnads- och effektiviseringsvinster verksamheter kan erhålla med hjälp av AI.

Den här rapporten är framtagen på uppdrag av Sahlgrenska Science Park. Syftet med denna första kartläggning är att belysa hur AI används inom life science-området för att på så sätt inspirera fler företag i regionen att utveckla sin verksamhet med hjälp av de oändliga möjligheter som finns med teknologin.

Rapporten avser inte att vara heltäckande, utan innehåller en kartläggning av en del av de aktörer inom life science-industrin i Västra Götalandsregionen som arbetar med AI i någon form. Det innebär att rapporten inkluderar såväl företag med strategier för hur man vill applicera AI i verksamheten till företag som redan idag har en produkt eller tillämpning på marknaden. Vi har även valt att belysa de potentiella hinder som föreligger för att artificiell intelligens skulle kunna växa och utvecklas ännu mer.

Sahlgrenska Science Park skapar verktyg och kontaktytor för att life science- företag verksamma inom Västsverige ska ges optimala förutsättningar att kontinuerligt utvecklas. Det gör vi bland annat genom att katalysera samverkan mellan akademi, sjukvården och företag. Även om den här rapporten inte kartlagt aktörer verksamma inom akademi och sjukvård har vi under resans gång intervjuat personer verksamma på Chalmers tekniska högskola, Göteborgs universitet, Högskolan i Skövde, Högskolan i Halmstad och Sahlgrenska Universitetssjukhuset. Baserat på detta så vet vi att det finns en enorm potential att vi genom att skapa bättre förutsättningar till ett fördjupat samarbete mellan företag, universitet och akademin kan öka konkurrenskraften för alla aktörer verksamma inom life science. Vi uppmuntrar till dialog och många aktiviteter pågår.

Min önskan är att vi med den här rapporten ger Dig som läsare en ökad kunskap om vilka västsvenska life science- företag som arbetar med AI och - kanske framför allt - inspirerar Dig som läsare att se nya möjligheter för Din verksamhet.

_____

Åsa Lindström, Projektledare
Sahlgrenska Science Park

Innehållsförteckning

1. Bakgrund 4
2. Introduktion och metod 5
2. Definitioner 5
2.1 Artificiell Intelligens 5
2.2 Maskininlärning 6
2.3 Deep learning 7
3. AI-metoder 7
3.1 Neurala nätverk 7
3.2 Bayesianska nätverk 8
3.3 Privacy-aware metod 8
4. Artificiell Intelligens kan användas inom hela värdekedjan 9
5. Regionala företags tillämpningar av AI 11
5.3 Varierande mognadsgrad 12
5.4 Mognadsgrad baserat på applikationsområde 13
6. Exempel på företag 16
6.1 Utvecklade applikationer inom läkemedel 16
6.2 Applikationer inom diagnostik 17
6.3 Medicintekniska produkter 17
6.4 Beslutsstöd 18
6.5 Patientstöd 19
6.6 Applikationer inom utbildning 20
7. Hur kan regionen stimulera tillväxt? 21
8. Slutsatser 23
9. Kommentarer och rapportförfattarens åsikter 23
10. Referenser 24

1. Bakgrund

Artificiell intelligens (AI) har funnits i ca 60 år, vilket är väldigt kort tid jämfört med andra forskningsområden. Området är således relativt outforskat och vi kan förvänta oss stora framsteg framöver. AI ses av många experter som en ännu större revolution än vad internet och mobiltelefonen medförde (Chen, 2016).

Redan idag används AI inom allt ifrån fiskindustri och bilindustri till sjukvården. AI byggs in i många sorters digitala produkter och tjänster och det förutspås att AI kommer kunna frigöra tid och effektivisera processer där stora mängder data måste bearbetas. AI kan exempelvis användas i applikationer som stöd för patienter, vårdgivare och företag inom områden såsom diagnostik, produktutveckling och utbildning. Gemensamt för området är att stora mängder data hanteras. Maskinerna lär sig att upptäcka, analysera och bearbeta mönster (lärande) och utifrån bearbetningen presentera ett resultat. Med rätt stöd och hjälp av AI kan t ex läkare spendera mer tid med patienter samt beslutsfattande och mindre tid till att analysera data eller söka samband. I förlängningen kan AI skapa samhällsnytta med kostnadsbesparingar och kortare vårdköer.

Tillgången till oändliga mängder digital data kombinerat med den snabba teknikutvecklingen har skapat nya möjligheter att strukturera och bearbeta information på ett intelligent sätt. Ett sätt som i många fall kan överträffa människans förmåga att bearbeta information. Om AI får utvecklas ohämmat och okontrollerat förutspår flertalet individer och forskare, så som Stephen Hawking och Elon Musk, att det kan leda till en allvarlig global katastrof för den mänskliga civilisationen som riskerar att dö ut (Gibbs, 2015). Science-fiction författaren Vernor Vinge gav fenomenet ett namn – singularitet (Vinge, 1993).

> ”Utveckling av fullständig artificiell intelligens kan innebära slutet för mänskligheten.”
>
> Stephen Hawking

Man kan välja att se AI som ett hot. Man kan också välja att se AI som en möjlighet. I den här rapporten har vi valt det senare.

2. Introduktion och metod

Notera att rapporten du nu håller i din hand inte ska ses som en heltäckande sammanställning över företag i Västra Götalandsregionen som är verksamma inom AI. Nya företag etableras i rasande takt och sammanställningen ska snarare ses som en inspirationskarta.

Huvudsyftet med kartläggningen var att identifiera företag som redan idag applicerar eller som står i startgroparna att applicera AI i befintlig eller framtida verksamhet. Datainsamling har begränsats till internet, innovationssystem, nätverk, nyhetskällor, virtuella miljöer och publika rapporter.

Det sekundära syftet med undersökningen var att skapa en förståelse kring företagens drivkrafter, möjligheter och utmaningar. För att få en djupare förståelse genomfördes semi-strukturerade intervjuer med tio seniora forskare, utvecklare och företagsledare på tre företag. Intervjuerna transkriberades och kodades för att finna mönster (Gioia, 2012).

Sahlgrenska Science Park och rapportskrivaren vill passa på att tacka de företag och personer som med stort engagemang och öppenhet har deltagit i kartläggningen.

2. Definitioner

När man pratar om människans intelligens brukar exempelvis begrepp som abstrakt tänkande, lärande, medvetenhet och logiskt tänkande ingå (NE, 2018). Experter är inte eniga om den exakta definitionen av varken intelligens eller artificiell intelligens, men låt oss för enkelhetens skull anta en av de mer vedertagna definitionerna av artificiell intelligens (AI) – en intelligens som uppvisas av maskiner (Russell, 2009). Det finns olika nivåer av artificiell intelligens:

- A*rtificiell superintelligens* är en intelligens som överträffar de mest begåvade människornas intelligens i praktiskt taget alla områden - vetenskap, kreativitet, visdom och socialt beteende (Boström, 2006).
- *Generell artificiell intelligens* är en intelligens som uppvisar människolik intelligens, som klarar av att utföra uppgifter som en människa kan utföra (Deutsch, 2015).
- *Svag artificiell intelligens* är en intelligens som inte uppvisar människolik intelligens inom alla områden. Det kan t.ex vara intelligent teknik som används inom strategidatorspel, språköversättning och bildigenkänning. Även om det inte finns inte så mycket lärande eller tänkande i algoritmen, har den svaga AI-teknologin redan uppvisat signifikanta besparingar för samhället (Purdy, 2016).

2.1 Artificiell Intelligens

Artificiell intelligens (AI) är ett brett begrepp för system som kan göra intelligenta saker, såsom att efterlikna mänskligt beteende och tänkande. I grunden bygger AI på att tekniken drar slutsatser baserade utifrån en stor mängd data som matats in i systemet, samt slutsatser utifrån tidigare erfarenheter och resultat. AI används redan idag i mängder av tillämpningar utan att de flesta av oss märker det.

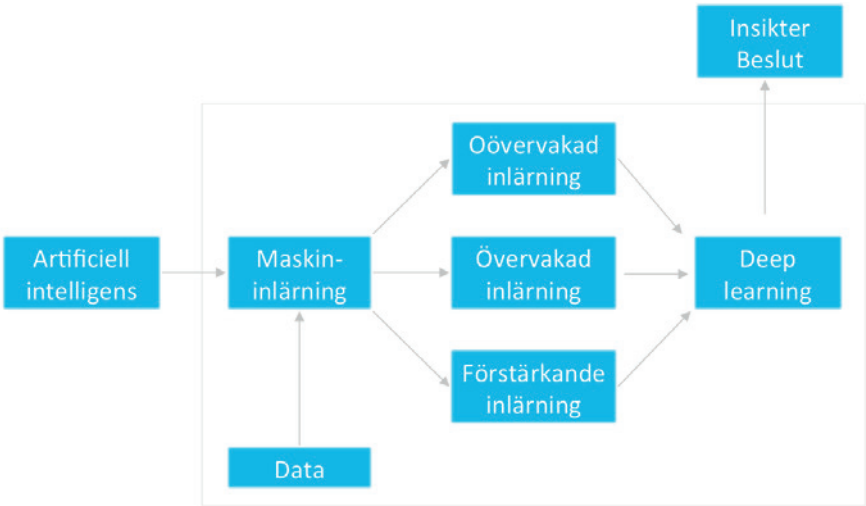
Exempel på användningsområden:

- **Rekommendationer** som ytterligare köp när vi handlar online.
- **Översättning av text och tal** mellan olika språk.
- **Identifiera foton** av vänner på t ex Facebook.
- **Automatisk analys** av patienters EKG.
- **Tolka röntgenbilder** för att identifiera tumörer.

I takt med att forskningen och tekniken utvecklats har nya forskningsområden vuxit fram. AI, maskininlärning och deep learning skulle kunna ses som tre generationer inom samma familj där AI är första, maskininlärning andra och deep learning tredje generationen. Nedan beskrivs begrepp som ofta förekommer när man pratar om AI.

2.2 Maskininlärning

Maskininlärning är ett forskningsområde inom AI som går ut på att man utvecklar maskiners förmåga att självständigt förstå och hantera stora mängder data. För att uppnå självständighet används självlärande algoritmer som appliceras på problem för att tolka dataset och predicera eller skapa en uppfattning (NSTC, 2016). Inom maskininlärning lär sig ett datorprogram dra slutsatser från ackumulerad erfarenhet, dvs vartefter programmet utför uppgifter och analyserar ny information lär det sig vad som kommer att ge det bästa utfallet. Med de nyvunna lärdomarna förbättrar programmet sin förmåga att utföra tilldelade uppgifter. Även om en del hävdar att maskininlärning inte rör sig om ren "intelligens", utan om datorkraft för att lösa uppgifterna, så kan algoritmerna bearbeta betydligt mer information och se fler mönster än oss människor.



Figur 1: Förhållandet mellan AI, maskininlärning och deep learning.

Maskininlärning kan delas in i tre huvudkategorier beroende på vilken situation de används till – övervakad, oövervakad och förstärkande. Övervakad inlärning (*supervised learning*) syftar till situationer då det neurala nätverket presenteras med in- och utdata varefter datorn lär sig att replikera exempel. Oövervakad inlärning (*unsupervised learning*) syftar till situationer då det inte finns förväntad utdata, varvid det neurala nätverket lär sig finna underliggande strukturer och samband på indata. Förstärkande inlärning (*reinforcement learning*) syftar till situationer då man ger algoritmen ett tydligt avgränsat mål och där systemets inlärning sker genom försök och misstag.

Exempel på användningsområden inom vård och hälsa:

- **Medicinska tester online**. En patient beskriver sina symptom i ett formulär på en hemsida och systemet ger råd om vilken typ av sjukdom det kan handla om och ger råd för egenvård.
- **För att upptäcka samband mellan symptom och sjukdomar.** Datorer försedda med AI kan exempelvis analysera mammografibilder för att detektera bröstcancertumörer i ett tidigt stadie, vilket skulle kunna leda till att behandling sätts in tidigare.
- **Behandlingsstrategier i sekventiella medicinska beslutsproblem.** I dessa problem bestämmer läkare behandlingsplan, vilken kan optimeras med ytterligare åtgärder, baserade på behandlingskostnad och patientens livskvalitet.

2.3 Deep learning

Inom maskininlärning använder man ett fåtal nivåer av lager - s.k. noder – som kan lösa en viss typ av problem. **Deep learning** kan ses som en vidareutvecklad form av maskininlärning där en uppsättning algoritmer använder flera lager av artificiella neurala nätverk för att modellera komplexa strukturer och därigenom lösa komplexa problem (NSTC, 2016). När ett neuralt nätverk använder tre eller fler lager anses nätverket vara ett ”deep neural network” och inlärningen kallas då ”deep learning”. Modeller baserade på deep learning hanterar en enorm mängd data för att finna komplicerade samband. Ju fler lager som används, desto större processorkraft krävs.

Exempel på användningsområden:

- AlphaGo, utvecklat av Google, besegrade år 2016 en av de bästa inom brädspelet Go, Lee Sedol. Händelsen fick stor uppmärksamhet och det ansågs vara betydligt mer avancerat än när IBM:s dator Deep Blue besegrade världsmästaren Garry Kasparov i schack år 1997 (Kasparov, 2010).
- Netflix använder deep learning för att ge förslag på nya böcker, filmer eller serier baserade på insamlad information om kundens tidigare val.
- Spotifys skräddarsydda spellistor använder deep learning för att analysera användarnas preferens för musikgenre.

3. AI-metoder

Även om AI har funnits i ca 60 år, var det först för ca 10 år sedan som utvecklingen tog rejäl fart. Det var främst tre faktorer som påverkade utvecklingen: tillgängligheten till big data; utvecklingen av maskininlärnings-teknologier samt utvecklingen av datorkraften (Stone, 2016).

3.1 Neurala nätverk

Neurala nätverk är ett av de mest kända verktygen inom AI och handlar om program som lär sig lösa problem genom att man tränar det. Neurala nätverk utvecklades med nervsystemet som förebild, därav namnet (neuron=nervcell). Förenklat kan man säga att den mänskliga hjärnan består av ett biologiskt neuralt nätverk med ett stort antal nervceller, eller neuroner, sammankopplade genom synapser. Nervcellerna summerar signalerna och när värdet når över en viss tröskel aktiveras kommunikationen mellan cellerna genom synapserna. Synapserna förstärks i takt med att vi människor lär oss nya saker. AI-programmens nervceller kallas för noder och är organiserade i

simplare system med färre noder och kopplingar jämfört med dess biologiska motsvarighet. För ca 60 år sedan lyckades matematikern Alan Turing bygga en dator som kunde ”tänka som en människa” genom att efterhärma den mänskliga hjärnans cellers sätt att kommunicera. Dvs att skapa ett artificiellt neuralt nätverk som efterliknar det biologiska neurala nätverket.

Neurala nätverk mäter antalet fel och modifierar sina inre inställningar tills programmet ger önskat resultat. Avvikelsen från det ”rätta” resultatet används sedan för att justera inställningarna. Beräkningarna görs om och om igen. Neurala nätverk kan ibland lösa problem som inte kan hanteras med någon känd algoritm, som att känna igen mönster. Under de senaste åren har de neurala nätverken blivit en vanlig metod inom AI. Dels beror det på att själva metoden har utvecklats och dels är beräkningskraften 100 000 ggr starkare idag jämfört med för 20 år sedan.

Exempel på användningsområden:

- System som tränas att **tolka handskriven text och att känna igen ansikten**.
- System för att **upptäcka misstänkta kontokortsbedrägerier**. Inom bank och finans används artificiella neuronnät för att känna igen inköpsmönster och att slå larm vid avvikelser.
- **Upptäcka mönster av hälsodata** från fysiska undersökningar och patienternas egenrapporterade besvär och hälsodata från sensorer och appar.
- **Upptäcka tendenser** och exempelvis förvarna patienten om skov så att man kan sätta in insatser redan innan skovet inträffar och därmed undvika att patienten hamnar på akutmottagningen.

3.2 Bayesianska nätverk

Maskininlärning kan även använda s.k. **Bayesianska nätverk**, som bygger på kopplingar mellan stokastiska variabler. Det innebär t.ex. att sannolikheten att patienten har en specifik sjukdom beräknas med hjälp av befintliga symptom även om all önskad data om patienten inte är tillgänglig (Gisslén, 2014).

3.3 Privacy-aware metod

Differential privacy är ett nytt begrepp inom data-integritet och baseras på s.k. Privacy-aware metoder för att analysera och upptäcka användningsmönster hos ett stort antal användare utan att avslöja individens integritet. Man kan även beskriva det som en statistisk vetenskap för att lära sig så mycket som möjligt om en grupp och samtidigt lära så lite som möjligt om varje individ i gruppen (Ahlén, 2017). Metoden förutspås få en viktig roll i takt med att nya applikationer inom hälso- och sjukvård utvecklas där patientens integritet inte får äventyras.

Exempel på användningsområden:

- **Hantering av patientdata i molntjänster**, exempelvis för våra journaler och personliga hälsodata.
- **Globala databaser med patientdata** som kan användas för både beslutsstöd och forskning.

4. Artificiell Intelligens kan användas inom hela värdekedjan

AI har på senare år exploderat i takt med dess kraft att påverka produkt, kvalitet och kostnad. Genom att anta en bred ansats till digitalisering kan företag leverera produkter och service mer effektivt, öka innovationstakten och reducera kostnaderna. AI har kapacitet att förändra forskning & utveckling, produkter & tjänster samt processer för diagnostik, vård och omsorg.

Även om AI har använts flitigt inom läkemedelsindustrin under tiotals år, är det kanske först de senaste två åren man ser en trend att AI ökar explosionsartat. Nya samarbeten mellan traditionella läkemedelsföretag och nya tekniska aktörer etableras i snabb takt. Ett exempel är samarbetet mellan Sanofi Aventis och Google som syftar till att transformera behandling av diabetes. Alphabet (moderbolaget för Google) har nyligen startat en hel division för Life Sciences som kallas Verily där man bygger avancerad digital hårdvara såsom en kontaktlins som kontinuerligt mäter och kommunicerar blodsockerhalten. Genom att mäta patientens blodsocker med hjälp av sensorer kopplade till patientens smartphone kan blodsockernivån monitoreras och patienten kan därmed varnas i tid.

I takt med att mängden patientdata samlas in och analyseras med AI, kommer kunskapen och förståelsen för olika typer av sjukdomar och patientgrupper att öka. Sannolikheten att man finner avvikande patientgrupper ger en ökad förståelse för individanpassade behandlingsstrategier som kan ge förbättrat resultat.

AI kan användas till kliniska prövningar. Traditionella läkemedelsstudier inkluderar tiotusentals patienter för att påvisa behandlingseffekt. Med AI skulle man istället kunna minska antalet patienter som inkluderas i studien, men ändå öka träffsäkerheten.

Prediktiv modellering för att simulera kemiska molekylers effekt är vanligt förekommande inom läkemedelsforskning. Däremot är det inte lika vanligt med prediktiv modellering i biologiska modeller. Den sistnämnda kan komma att öka i takt med att AI utvecklas, vilket kan skapa fantastiska möjligheter att identifiera nya läkemedel.

AI kan användas i medicintekniska produkter som intelligenta proteser eller robotkirurgi. Artificiella kroppsdelar där förlorade extremiteter ersätts av proteser har funnits i årtusenden. I takt med den tekniska utvecklingen kan man nu utveckla aktiva proteser som kan utföra komplicerade rörelser. En typ av protes förmedlar signaler mellan hjärnan och musklerna som på så sätt indirekt kan styras av hjärnan, se även avsnitt 6.3. Robotkirurgi innebär att robotar utför operationer på patienter med hjälp av fjärrstyrning av utbildade kirurger. Det mest kända exemplet är Da Vinci-roboten och används av flera universitetskliniker i Sverige.

Hälso- och sjukvården i Sverige har stora utmaningar med brist på resurser, vilket spås växa i takt med en växande och åldrande befolkning. Kliniska expertsystem som hjälper till att ta beslut om behandling, diagnos, medicinering och prioritering har funnits länge (Garg 2005). Den kraftiga teknologiutvecklingen har lett till att kliniska beslutsstöd vuxit explosionsartat de senaste åren. AI har skapat nya möjligheter att processa stora mängder patientdata, studier och artiklar under kort tid, vilket i sin tur kan vara stöd till läkaren som därmed kan förbättra diagnostisering och optimera behandlingsutfall (Elster, 2016). Ett exempel där sådana beslutsstöd används är det omskrivna Watson från IBM, som används framför allt inom terapiområdet onkologi.

”*Intelligenta beslutsstöd är en naturlig utveckling för att öka kvalitet och effektivitet inom sluten vård; särskilt akut vård*”, säger Prof Kent Lundholm, Sahlgrenska Universitetssjukhuset.

Medicin är dock inte bara logik och matematik. Att behandla patienter inkluderar så mycket mer. Det räcker inte att hantera stora mängder data och därigenom ta väl genomtänkta beslut om behandlingsstrategier och liknande. Program baserade på AI kan ses som en svart låda, som är inkapabla att förklara *varför* de kommit fram till ett visst resultat eller beslut. Det kanske räcker i vissa situationer, men det är osannolikt att exempelvis döende patienter skulle acceptera det svaret utan en mer ingående förklaring (NSTC, 2016). Att doktorer helt kommer att ersättas av robotar tror inte Awais Ashfaq, doktorand och forskare på Högskolan i Halmstad:

”*Läkare är mycket skickliga på att fatta beslut och genom vår forskning kan vi utrusta dem med intelligenta verktyg som ger relevant och patientspecifik information för att stärka deras beslutsunderlag*”.

Utvecklingen av viktiga beslutsstöd för akutsjukvård fortsätter. Företaget Aweria är exempelvis med i Vinnovas satsning på AI för bättre hälsa. I detta projekt utvecklar de ett nytt AI-beslutsstöd för identifiering av sepsis i den akuta vårdkedjan, tillsammans med PICTA, Västra Götalandsregionen, Karolinska Institutet, Chalmers och Högskolan i Borås med flera.

5. Regionala företags tillämpningar av AI

Antalet företag som identifierades var 23 stycken och de fördelade sig enligt diagram 1. Majoriteten av företagen representerades av medicintekniska bolag. Segmentets storlek baseras på antalet företag, små såväl som stora, och representerar således inte antalet anställda.

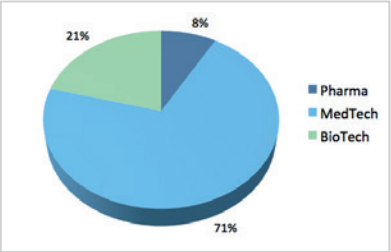


Diagram 1 – Fördelningen av företag inom Västra Götalands-regionen som står i startgroparna; utvecklar; eller redan idag arbetar med AI.

Nedanstående tabell är en överblick av life science företag som står i startgroparna; utvecklar; eller redan idag arbetar med AI i någon form.

Företag	Läkemedel	Diagnostik	Medicinteknik	Patientstöd	Beslutsstöd	Utbildning
1928 Diagnostics		X			X	
Antaros Medical	X					
Astrazeneca	X	X		X	X	
Aweria					X	
Biognos	X					
Captario					X	
Diasend/Glooko				X	X	
EduChem						X
Getinge				X	X	X
GoodLifeMe				X		
Hypocampus						X
Integrum			X			
Irlab	X					
Liv Diagnostics		X				
Medfield Diagnostics		X	X			
Mentice					X	X
Micropos Medical			X			
Mölnlycke Healthcare				X	X	X
Opatus		X		X	X	
Ortoma			X		X	
Predicare					X	
Smart healthcare					X	
Surgical Science					X	X
Tummy Lab				X		

Tabell 2 – Aktörer och tillämpningar av AI inom Västra Götalandsregionen. Företagens mognadsgrad varierar mellan: 1 = etablerad företagsstrategi för AI; 3 = AI under utveckling; samt 5 = implementerad AI-lösning. Vi har valt att inte beskriva företagens specifika mognadsgrad i rapporten utan hänvisar till respektive företag för mer information.

Utöver de företag som nämns i tabellen ovan har även ett antal konsultföretag som erbjuder tjänster och expertkunskaper inom AI relaterade till life science identifierats, exempel på dessa är Advectas och Domitor Consulting.

5.1 Mest förekommande applikationsområden

AI-teknologier kan kategoriseras på många olika sätt och dessa kan ibland beaktas som oberoende teknologier, ibland som delgrupper av teknologier och ibland som applikationer. I denna studie har vi valt att kategorisera AI-teknologierna som applikationer.

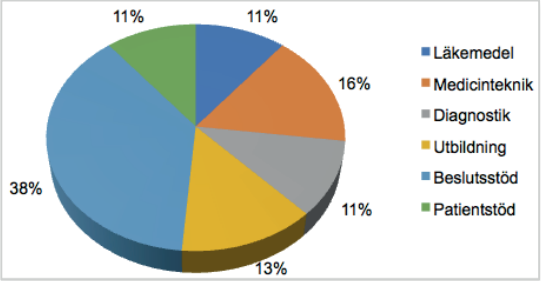


Diagram 2 – Fördelning av företagens tillämpningsområden inom AI. Notera att företagens mognadsgrad varierar, vilket betyder att en del företag redan har applicerat AI i lösningar som finns på marknaden medan andra står i startgroparna.

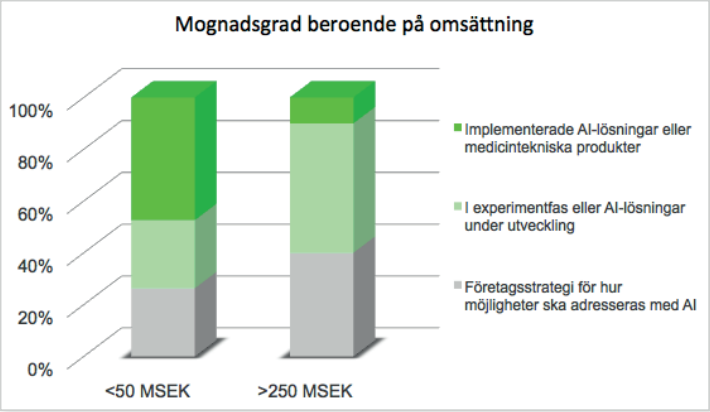
De applikationsområden som identifierades under kartläggningen var läkemedel, medicinteknik, diagnostik, utbildning, beslutsstöd och patientstöd. I Diagram 2 kan man utläsa att majoriteten av AI-applikationerna som utvecklats eller är inom utveckling tillhör kategorin beslutsstöd. Det inkluderar färdigutvecklade applikationer som används internt för logistikplanering såväl som färdiga AI-program som används externt. Många företag har presenterat konkreta projekt som ger dem möjlighet att fatta snabbare, effektivare och mer korrekta beslut med hjälp av AI-teknologin. Det leder i sin tur till nya affärsmöjligheter och kostnadsbesparingar. Övriga tillämpningsområden är relativt jämnt fördelade och här ser vi en potential för tillväxt när rätt förutsättningar finns.

5.3 Varierande mognadsgrad

De företag som applicerar eller ämnar att applicera AI, bads rangordna deras aktivitetsnivån på en skala från 1 till 5, där:

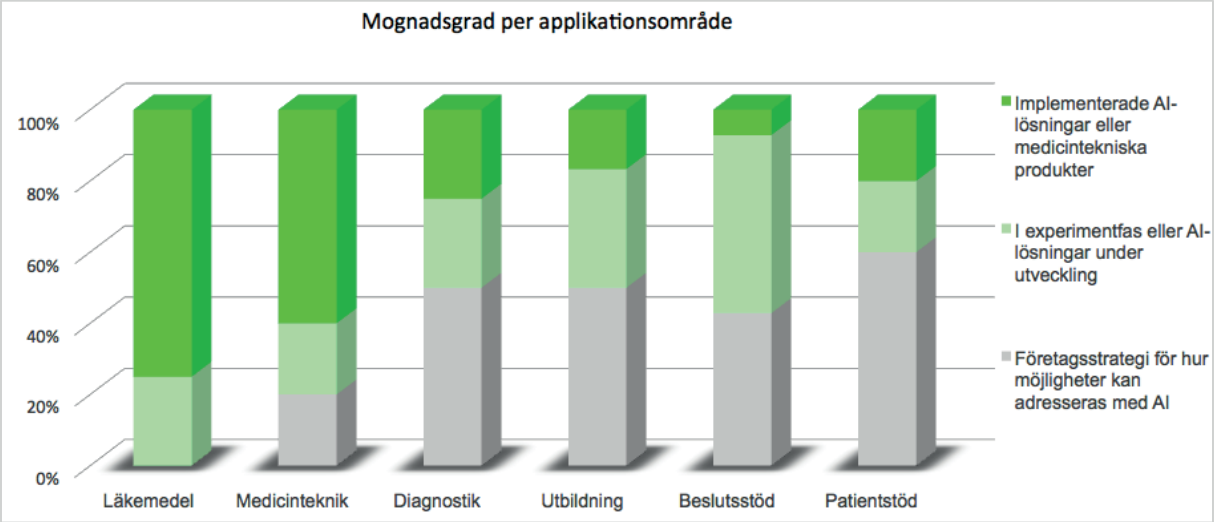
1 (grå)	=	Etablerad företagsstrategi för hur företaget ska addressera möjligheter med AI.
3 (ljusgrön)	=	Företag som experimenterar eller har AI-lösningar under utveckling.
5 (grön)	=	Implementerade AI-lösningar eller medicintekniska produkter.

Majoriteten av de företag som identifierats finner vi inom kategorin småbolag (<50 MSEK omsättning). Hälften av bolagen inom denna kategori har implementerade AI-lösningar eller medicintekniska produkter på marknaden. Det är inte heller ovanligt att mindre bolag har etablerats utifrån en viss applikation eller har en proaktiv strategi om hur företaget ska utvecklas med AI. Flera medelstora och stora företag (med omsättning > 250 MSEK) uppger att man inkluderar AI i företagets strategidiskussioner eller att man experimenterar och provar sig fram i mindre skala för att utvärdera hur man vill använda AI. Ett globalt företag sticker ut bland de företag som undersökts och det är AstraZeneca. AstraZeneca använder AI inom flera applikationsområden. Antalet forskare och utvecklare som arbetar med AI i någon form är svårt att estimera då det är en vanligt förekommande teknologi, men enligt företaget rör sig om ca 20-100 medarbetare. Många gånger har medelstora och stora företag tillgång till stora mängder kund- eller patientdata, vilket är en utmärkt plattform för att utveckla applikationer och tillämpningar baserade på AI.



5.4 Mognadsgrad baserat på applikationsområde

De företag som angivit att de använder AI för framtagning av nya läkemedel eller kliniska prövningar har en generellt hög mognadsgrad. En av anledningarna tros vara att företagen här har mer kontroll på data som krävs, även om just bristen på strukturella data-sets ofta upplevs vara en av de stora utmaningarna för de flesta utvecklare. AI har använts under flera år i den traditionella läkemedelsutvecklingen, ex design av nya molekyler.



När det gäller AI-system som är utvecklade för att stödja beslutsprocesser för sjukvården eller stödja patienter finns det flertalet mycket goda förslag och idéer. Osäkerheten kring hur dessa lösningar påverkas av datasäkerhetsfrågor samt regulatoriska krav verkar dock leda till att projekt tar längre tid än beräknat. Eller att projekten inte får resurser. Å andra sidan anser flera företagsrepresentanter att det är av stor vikt att äga kund- och patientdata för att på så sätt utveckla nya produkter och tjänster.

Flertalet seniora AI-utvecklare uttryckte sin frustration över att det ofta är svårt att få ledningen att investera i projekt som inte omedelbart ger ökade vinster. De upplever att det ibland krävs mer energi och tar längre tid att övertyga den interna organisationen jämfört med att övertyga kunder eller slutanvändare om möjligheterna med den nya tekniken. Den stora medie-bevakningen kring AI har dock gett en ökad förståelse och förhoppningen är nu att fler företag lägger mer resurser på nya teknologiska satsningar.

5.5 Upplevda svårigheter och utmaningar

Flertalet faktorer som påverkar företagens utvecklingstakt identifierades under intervjuer med forskare, utvecklare och företagsledare. Faktorerna bedöms påverka varandra och möjligheten att optimera dessa tros vara en av anledningarna till att man ska lyckas med AI-relaterade projekt. Här nedan beskrivs de utmaningar som identifierades i undersökningen:

- **Tillgång till data.** Start up-bolag har ofta kompetens och tillgång till teknologi, däremot inte alltid tillgång till data. Det kan leda till att utvecklingen och marknadsintroduktionen tar längre tid än beräknat. Motsatsen finner vi på de stora företagen som ofta har tillgång till data, kompetens och teknologi – och där den största utmaningen att få igenom nya innovationer inte alltför sällan handlar om långsamma beslutsprocesser där flera chefsnivåer behöver involveras. Det leder inte sällan till frustration bland de mer teknik-drivna individerna i organisationen. Undersökningen visade också att flertalet medelstora företag ännu inte har avsatt specifika resurser för att anlita personal med erfarenhet och kompetens inom AI och att de inte sällan väljer samarbete med teknikintensiva företag av mindre storlek.
- **Strukturera och tagga data.** Även om företagen har tillgång till data är det inte självklart vilken typ av data som är av störst vikt. Avgörande för om AI-projekt ska lyckas eller ej är hur man strukturer och taggar data. Här krävs bred domänkunskap och spetskompetens.
- **Regulatoriska frågor.** AI belyser konflikten mellan det dynamiska och traditionella tillvägagångssättet gällande godkännande av produkter och tjänster inom life science. Ett exempel är ovissheten kring ägarskap av data. Företag bör tidigt i projektet undersöka huruvida patienten, vårdgivare eller företaget äger den data som lagras. Ett exempel kan vara att man i en klinisk prövning samlar in godkännande från patienter att använda insamlad data inte bara till pågående studie, utan även framtida studier. Patientintegritet och datasäkerheten kring lagring av data lyftes upp som en osäkerhetsfaktor och som är starkt kopplat till de regulatoriska frågeställningarna.

- **Kompetens och innovationskraft.** Komplexiteten är en begränsande faktor för att AI-projekt ska genomföras. Det upplevs svårt att kommunicera fördelarna med AI på ett effektivt sätt eftersom det är ett nytt teknikområde och det ännu inte är många chefer på högre nivå som har kunskap eller ännu inser möjligheterna med den nya teknologin. Flera personer som deltog i undersökningen nämnde också att det ofta krävs gedigna ekonomiska analyser som visar på framtida vinster som införandet av AI kan ge innan beslut om investering. Resultatet blir då att personer inom organisationen som ser möjligheterna inte sällan ger upp innan de har nått hela vägen fram. Innovationsprocessen stannar då upp.
- **Konkurrens och marknadsdynamik.** Teknik- och innovationsdrivna företag är på väg in i den tidigare traditionella life science branschen. Stora aktörer som Google, Apple och IBM knackar på dörren och vill in. Även om domänkunskapen finns hos de traditionella företagen så ökar kunskapen och därmed också konkurrensen från andra branscher. Nya affärsmodeller leder till att konkurrensen hårdnar och det är hög tid för företagsledare att fundera på hur AI kan få verksamheten att växa och bli mer resurseffektiva, mer innovativa, snabbare och smartare än konkurrenterna.

6. Exempel på företag

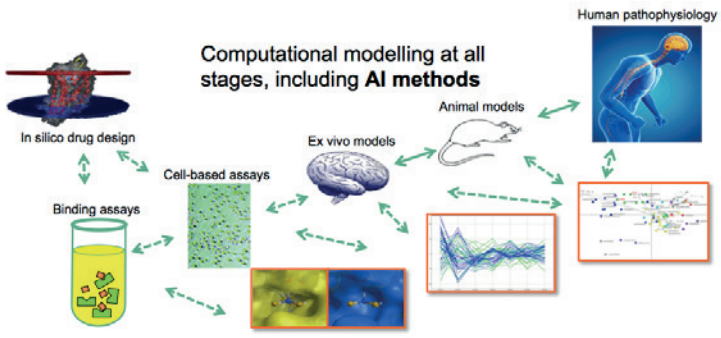
AI har på senare år exploderat i takt med dess enorma kraft att påverka kostnad, kvalitet och produkter. Här nedan beskrivs en del av de företag som har deltagit i kartläggningen.

6.1 Utvecklade applikationer inom läkemedel

AstraZeneca är ett globalt bioläkemedelsföretag som utvecklar innovativa mediciner som används av miljontals patienter runt om i världen. AstraZeneca har en portfölj av produkter inom de största sjukdomsområdena inklusive cancer, hjärta/kärl, mage/tarm, infektion, neuroscience, andningsvägar och inflammation. Företaget har en forsknings- och utvecklingssite i Göteborg, med uppskattningsvis 2 400 anställda.

AI används inom allt ifrån att upptäcka nya läkemedel, design av nya molekyler, prediktiv modellering, utveckling av sensorer, kliniska studier och för att förbättra patienternas upplevelse av AstraZenecas läkemedel. AstraZeneca är enligt kartläggningen ett av de företag som har arbetat längst med AI, applicerar AI inom flera områden samt är den arbetsgivare i regionen som har flest anställda som arbetar med AI relaterat till life science.

IRL har utvecklat en unik filosofi bakom uttrycket Integrative Screening Process (ISP), och en effektiv plattform baserad på AI metoder för generering av innovationer inom forskningen inom CNS-området. ISP baseras på fenotypisk screening och systemfarmakologi som är systematiskt implementerad och sömlöst integrerad genom hela forskningsprocessen när man upptäcker och vidareutvecklar ett nytt läkemedel. Företaget har fokus på behandling mot Parkinson.



6.2 Applikationer inom diagnostik

Antibiotika-resistens är ett av mänsklighetens största problem. 1928 Diagnostics har utvecklat ett digitalt analysverktyg som kan förbättra infektionsrelaterad diagnostik. Sättet på vilket de slåss mot antibiotikaresistenta bakterier är revolutionerande.

1928 Diagnostics använder sig av automatiserade bioinformatikanalyser av bakteriers genetiska kod. Sjukvårdspersonal laddar upp rådata, vilken analyseras och matchas mot en unik databas med resistensmönster. Kunden kan då erhålla en fullständig resistensprofil tillsammans med behandlingsförslag inom 24h. Vidare kan resistensprofilen användas och delas mellan sjukhus i större regioner i syfte att övervaka och förhindra spridning av bakterieutbrott.

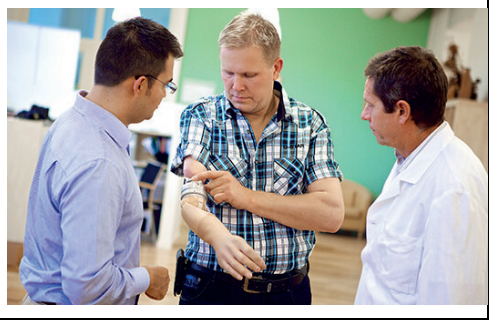
Bolaget grundades år 2014 av Dr Kristina Lagerstedt, Dr Susanne Staaf och Dr Erik Kristiansson.

6.3 Medicintekniska produkter

Artificiella kroppsdelar, där förlorade extremiteter ersätts av proteser, har funnits i årtusenden. I takt med den tekniska utvecklingen kan man nu utveckla aktiva proteser som kan utföra komplicerade rörelser. En typ av protes förmedlar signaler mellan hjärnan och musklerna som på så sätt indirekt kan styras av hjärnan. Det är få forskare och företag världen över som har lyckats ta fram tillräckligt intelligenta system som kan imitera mänskliga hjärnan. En av de ledande aktörerna, Integrum, finns inom Västra Götalandsregionen och grundades av Per-Ingvar och Richard Brånemark.

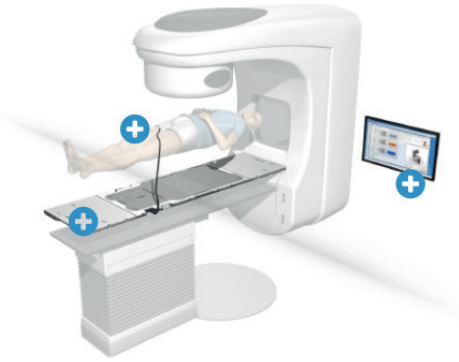
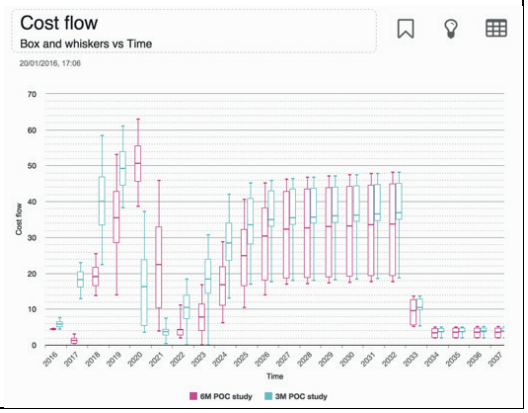
Integrum har sedan starten 1990 hjälpt hundratals amputerade att förbättra livskvaliteten. Integrums OPRA Implant System är ett benförankrat system baserat på osseointegration där protesen fästs direkt i benet vilket gör att man undviker att använda sig av en s k socket. Systemet är kliniskt testat och utvärderat och har sedan 1990 hjälpt mer än 400 personer att förenkla vardagen och förbättra livskvaliteten.

"We have used osseointegration to create a long-term stable fusion between man and machine", säger Max Ortiz Catalan, Chalmers Tekniska Högskola, till vänster i bild. Till höger i bild ses Prof. Richard Brånemark.

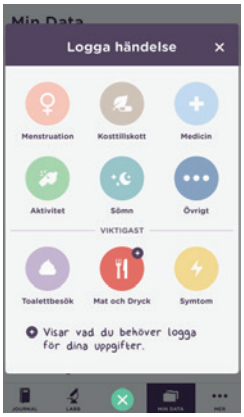


6.4 Beslutsstöd

Undersökningen visade att användning av beslutsstöd kan komma att ta längre tid dels på grund av frågetecknen kring tekniska svårigheter att integrera data från olika källor samt dels regulatoriska frågetecken. Det finns dock ett par exempel, här nedan beskrivs två företag som har skapat beslutsstöd som idag används inom vården och läkemedelsindustrin.

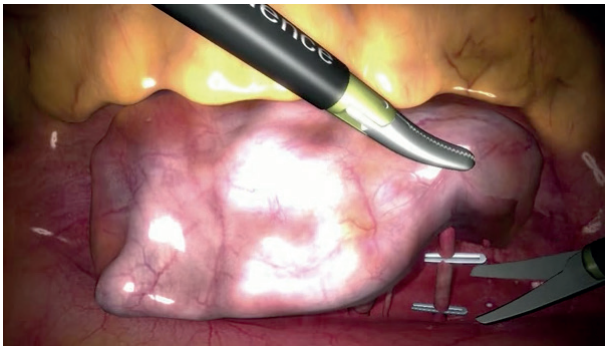
MICROPOS MEDICAL	Micropos Medical utvecklar och säljer mjuk- och hårdvara för positionering av tumörer. En enkel beskrivning av funktionen: • En sändare opereras in och placeras vid prostatan. • En koppling mellan patienten och sensorbordet (RayPilot®) möjliggör positionering av tumören. Kalibreringen av RayPilot som används vid strålning av patienter bygger på **neurala nätverk** och är ett lärande system. Teknikens främsta fördel är att strålningen vid behandling enbart träffar tumören och ej närliggande områden. Det medför att man kan höja strålstyrkan och behandla betydligt färre gånger på det drabbade området. Bolaget startade 2003 och redan 2006 startade man att utveckla mjukvara som byggde på neurala nätverk. 
captario	Captario erbjuder globala forsknings- och utvecklingsbolag ett verktyg (Captario SUM) som är ett **beslutsstöd** baserat på simulering och maskininlärning. Verktyget tillämpas framförallt på riskfyllda, komplexa och tidskrävande projekt och hjälper företagen att analysera, begränsa riskerna och optimera värdet av företagets produktportfölj. Bolaget bildades 2012 och fokuserar för närvarande på de 50 största läkemedelsbolagen och har nyligen skrivit på ett omfattande kontrakt med Novartis - världens största läkemedelsföretag. Novartis använder Captario SUM och ledningen anser att verktyget ligger i framkant och kommer förändra sättet man fattar strategiska beslut. 

6.5 Patientstöd

Tummy Lab	Över en miljon svenskar lider av IBS - en ofarlig men mycket belastande mag-/tarmsjukdom. Tummy Lab erbjuder en digital AI-baserad dagbok för kartläggning och analys av den egna livsstilen, med syfte att identifiera sambanden mellan användarens livsstil och dennes besvär från mage och tarm. Individens egna kartläggning ingår i en större digital patientutbildning som ger användaren kunskap och verktyg för att förstå och klara av att genomföra livsstilsförändring. Lösningen är framtagen i samarbete med ledande kliniker och forskare från Sahlgrenska Universitetssjukhuset. 

6.6 Applikationer inom utbildning

Tredimensionell modellering och virtual reality (VR) har sedan 1980-talet varit ett av Västra Götalands-regionens styrkeområden. Med VR-teknologin kan exempelvis kirurger ges möjlighet att träna psykomotoriska färdigheter och hantering av kirurgiska instrument, vilket har visat sig ha en stor påverkan på patientsäkerhet och kvalitet i vården. Många anser att man kan vidareutveckla VR-teknologin genom att kombinera det med AI och maskininlärning. Idag finns flertalet internationella aktörer representerade inom regionen och här nedan presenteras två av dem.

surgicalscience	Surgical Science utvecklar och distribuerar tränings-simulatorer för laparoskopisk och endoskopisk kirurgi baserade på virtual reality teknologi. Surgical Science simulatorer anses vara state-of-the-art och används för utbildning av specialistläkare. Träningen genomförs med riktiga verktyg och tillsammans med en s.k force feedback får läkaren en realistisk känsla av att hur det skulle kännas att genomföra ingreppet på en patient. Träningscenter och institutioner världen över använder Surgical Science simulatorer. Surgical Science har påbörjat utveckling av nya funktionaliteter baserade på AI och maskininlärning. 
mentice	Mentice utvecklar och distribuerar träningssimulatorer för endovaskulär kirurgi baserade på VR. Mentice simulatorer anses vara state-of-the-art och används av ledande kliniker och träningscenter runtom i världen. Kardiologer, kirurger och radiologer ges möjlighet att träna på avancerade ingrepp innan operationen genomförs på patient. Mentice har levererat över 1000 simulatorer till internationellt ledande kliniker och tillverkare av operationsutrustning. Mentice har påbörjat utveckling av nya funktionaliteter baserade på AI och maskininlärning.

7. Hur kan regionen stimulera tillväxt?

Länder och regioner som lyckas väl med att realisera nyttan med AI kommer att ha en stor konkurrensfördel. Det finns en stor förståelse och ett genuint engagemang från företagen i regionen att bidra till den här utvecklingen. Utifrån företagens perspektiv, kommer nedan förslag kunna stärka regionens innovationskraft ytterligare.

Det finns flertalet exempel på lyckade samarbeten, t.ex. Integrum, Chalmers tekniska högskola och Sahlgrenska Universitetssjukhuset. Det finns också flera fall där samarbetet av olika anledningar inte utvecklats så väl. **En större öppenhet för projekt som initieras utanför akademin efterfrågades** och flera företag har upplevt att det är svårt att etablera samarbete med sjukvården och akademin. Företagen upplever att det är svårt att komma in i systemet och att dörrarna är stängda. När många dörrar stängts så väljer de hellre andra samarbetspartner (nationella och internationella).

Flera personer lyfter fram att det är viktigt för regionen att föra fram dess styrkeområden. Business Region Göteborg (BRG) har nyligen genomfört en kartläggning över företag och kluster som är aktiva inom AI. Den här kartläggningen tillsammans med rapporten du nu håller i din hand visar att det finns ca 100 företag i Västsverige som arbetar med AI i någon form, där Stena och Volvo lyfts fram som några av pionjärerna. Regionala aktörer, som BRG och Sahlgrenska Science Park, kan skapa möjligheter för företagen att samarbeta över branschgränser genom att exempelvis **etablera mötesplatser för kunskapsutbyte och erfarenhetsmöten**. Under sammanställningen av den här rapporten beslutade den svenska regeringen, med digitaliseringsminister Peter Eriksson i spetsen, att accelerera tillämpningen av AI genom att etablera en samverkansmiljö för industri, universitet samt offentlig förvaltning och sjukvård på Chalmers Lindholmen. Målsättningen är att skapa en dynamisk miljö i världsklass där tillgång till data ska vara grunden för att utveckla nya lösningar som ger Sverige konkurrensfördelar.

Andra faktorer som påverkar möjligheten till samarbete är att det ofta tar lång tid att finna rätt kontaktperson. En **kartläggning av akademiska forskare** leder till att det blir enklare att etablera samarbeten och att chansen att projekten stannar inom regionen ökar därmed.

Vidare föreslogs att regionen bör ta en mer aktiv approach i att **katalysera interaktionen mellan bolag**, exempelvis genom att introducera företag och individer för varandra i de fall där regionen ser att ett specifikt samarbete kan vara till fördel för båda parter.

Företagen och den offentliga verksamheten behöver en gemensam plattform för att inhämta mer kunskap om AI. Möjlighet att komma in i vården och **testa innovationer i pre-kommersialiseringsfas** efterfrågades. Även om det idag finns strukturer som ska hantera introduktionen av nya produkter och lösningar upplever företagen att det är trögt.

Trots ett stort intresse att förbättra sjukvården, väljer många AI-forskare och utvecklare i regionen att satsa på bil-industrin eftersom det råder brist på konkreta projekt inom sjukvården. Det upplevs att möjligheterna med den nya teknologin diskuteras ofta och väl, men att innovationsprocessen tyvärr stannar upp när beslutet ska tas inom regionen. Notera att kommentarerna kommer inifrån likaväl som utifrån Sahlgrenska Universitetssjukhuset**.** Vidare föreslogs att **sjukvården borde avsätta finansiella resurser för att driva specifika projekt**. Det kan exempelvis innebära att mindre självstyrande team ges ansvar att genomföra innovativa projekt. Med s.k. Task force teams, skulle sjukvården kunna bli mer snabbrörliga och innovativa. Problemet idag upplevs vara att innovationsprocessen stannar upp när man inte vågar satsa på högrisk-projekt eller att man tvingas in i redan förutbestämda strukturer och processer.

Svårigheter att få ta del av data som genererats inom offentlig verksamhet och sjukvården begränsar möjligheten att utveckla nya AI-lösningar. Om **offentliga verksamheter och sjukvården ger tillgång till anonymiserade data** från exempelvis interna såväl som externa kvalitetsregister kommer också fler företag att kunna utveckla nya innovativa tjänster. En av stötestenarna är vem som äger data och vem som ska ha rätten att utveckla lösningarna.

För att kunna föra en konstruktiv dialog kring regulatoriska och etiska frågor finns det ett stort behov av **ökad kunskap om digitalisering hos etiska nämnder**. Likaväl finns ett behov av ökad kunskap hos företagsledare på olika nivåer inom organisationen behöver få en ökad insikt om möjligheterna med AI utan att vara experter på tekniken.

Ett av företagen i kartläggningen föreslog att regionen ska tillsätta **kompetenta AI-coacher** eller etablera ett AI-nätverk för företag och offentlig verksamhet inom life science. Affärsidéer finns, men bristen är ofta hur man kan implementera och var man ska starta.

Sist, men inte minst så påpekade flertalet företagsrepresentanter vikten av att gå från vision, strategi till konkreta åtgärder och projekt. En **tydligt uttalad vision med tillhörande actions** från sjukhusledning och landstingsledning för att göra vården till en tillväxtmotor i regionen är önskvärd.

8. Slutsatser

Intresset för AI är mycket stort. Vår kartläggning och analys visar att majoriteten av de företag som arbetar med AI representeras av start-ups och små och medelstora företag. Å andra sidan är det kanske inte så anmärkningsvärt eftersom antalet företag med fler än 250 anställda i regionen är få och nya företag har en tendens att etableras utifrån nya teknologier.

Start up-bolag har ofta kompetens och tillgång till teknologi, däremot inte alltid tillgång till data. De större företagen har samlat på sig stora datamängder om patienter och kunder genom åren och diskuterar flitigt hur AI-tekniken kan underlätta och effektivisera företagens processer. Man ser möjligheter att etablera strategiska samarbeten med mindre företag inom regionen. Fördelen anses vara att man då kan använda teknik som utvecklats på start-ups som komplement till befintlig kärnverksamhet.

Komplexiteten är en begränsande faktor och det upplevs svårt att kommunicera fördelarna med AI på ett effektivt sätt internt inom den egna organisationen. För att inte innovationsprocessen ska stanna av behövs en ökad kompetens och förståelse på ledningsnivå inom företagen.

Undersökningen visade att användning av beslutsstöd baserade på AI kan komma att ta längre tid, dels på grund av frågetecknen kring patienters acceptans, dels p.g.a. den tekniska svårigheten att integrera data från olika källor samt de regulatoriska hindren.

9. Kommentarer och rapportförfattarens åsikter

Utmaningar och hinder som beskrivs i rapporten är inte anledning till att utvecklingen inte kommer att fortskrida. Utvecklingen sker oavsett om vi vill det eller inte. Frågan är kanske snarare vilka parter som är redo att hoppa på tåget. En möjlig väg framåt är att först etablera lösningar inom ett smalt område för att sedan, när metoderna har utvärderats och patient-integritetsproblematiken är löst, utveckla applikationer med bredare tillämpningsområde och användning.

Alla aktörer vinner på att skapa en öppen dialog kring gemensamma utmaningar. AI kan leda till en stimulerad tillväxt och ökad konkurrenskraft. För forskare. För företagen. För vården. Ja, för samhället i stort.

10. Referenser

Henrik Ahlén. Artificiell intelligens och maskininlärning för sjukvård och life science. Stockholm Science City Foundation. February 2017.

Nick Bostrom. How long before superintelligence? Linguistic and Philosophical Investigations, 2006, Vol. 5, No. 1, pp. 11-30.

Frank Chen, “AI, Deep Learning, And Maskininlärning: A Primer,” Andreessen Horowitz , June 10, 2016
David Deutsch. How close are we to creating artificial intelligence?”. *Aeon*.

Eric Elster, “Surgical Critical Care Initiative: Bringing Precision Medicine to the Critically ill,” presentation at AI for Social Good workshop, Washington, DC, June 7, 2016.

Hager, Peter J. Pronovost and Suchi Saria, "A targeted real - time early warning score (TREWScore) for septic shock," Science Translational Medicine 7, no. 299 (2015): 299ra122 - 299ra122.

Gibbs, Samuel. ”Elon Musk: artificial intelligence is our biggest existential threat”. *the Guardian*.

Erik Gisslén, Artificiell intelligens – teknisk prognos. ISSN1650-1942. FOI, 2014.

Stephen Hawking. *Artificial Intelligence could end mankind.* BBC News, http://www.bbc.com/news/technology-30290540

Garry Kasparov, “The Chess Master and the Computer,” New York Review of Books, February 11, 2010.

Nationalencyklopedin*,* intelligens. http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/intelligens (hämtad 2018-04-09).

Mike Purdy and Paul Daugherty, “Why Artificial Intelligence is the Future Of Growth,” Accenture, 2016.

Stuart Russell and Peter Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd Edition) (Essex, England: Pearson, 2009).

Peter Stone et.al, "Artificial Intelligence and Life in 2030," One Hundred Year Study on Artificial Intelligence: Report of the 2015-2016 Study Panel, Stanford University, Stanford, CA, September 2016.

Vernor Vinge, The coming technological singularity: How to survive in the post-human era. Whole Earth Review, 1993.

National Science and Technology Council Committee on Technology (NSTC). *Preparing for the future of Artificial intelligence.* Executive Office of the President of the USA, October 2016.

SAHLGRENSKA
SCIENCE PARK

Sahlgrenska Science Park arbetar för ökad konkurrenskraft för life science-branschen genom att vara navet för life science-industrin i Västsverige. Vi erbjuder etablerade och nya bolag expertkunskap och erfarenhet på en affärsmässig grund tillsammans med ett stort nätverk inom näringslivet och med andra life science-aktörer. Med hållbar hälsa och människan i fokus ökar vi förutsättningarna för företag, akademi och sjukvård att samarbeta.

Sahlgrenska Science Park ägs gemensamt av Västra Götalandsregionen, Business Region Göteborg, Göteborgs universitet (via GU Ventures), Chalmers tekniska högskola och Mölndals stad.

Den här rapporten är framtagen inom ramen för initiativet Catalyser som Sahlgrenska Science Park driver tillsammans med Business Region Göteborg. I en aktiv samverkansgrupp ingår Västra Götalandsregionen med Gothia Forum och Innovationsplattformen samt MedTech West och AstraZeneca Bioventure Hub.

För mer information, v g kontakta:

Åsa Lindström
Projektledare
Telefon +46 707-34 99 76
e-post asa.lindstrom@sahlgrenskasciencepark.se

Charlotta Gummeson
VD
Telefon +46 705-76 52 21
e-post charlotta.gummeson@sahlgrenskasciencepark.se

sahlgrenskasciencepark.se