

BEDRE SUNDHED MED AI?

– EN HVIDBOG FRA ATV



INDHOLD

3	Forord	24	Danmarks potentiale (SWOT)
4	Sundhedsteknologi – en dansk styrkeposition	25	Anbefalinger
8	Hvad er AI?	26	Invitation til fortsat dialog
10	AI i sundhedsløsninger	27	Sponsorer og ATV-partnere
14	Hvor står vi i dag?		
16	7 hovedobservationer		



FORORD

Udfordringerne for vores sundhedsvæsen står i kø. Der er flere trends, der er med til at skabe disse udfordringer. Her skal blot nævnes nogle helt overordnede. Den demografiske udvikling, hvor andelen af ældre, der er over 75 år vil blive fordoblet over de kommende 30 år. En vedvarende stigning i antallet af behandlingskrævende kronikere, og udviklingen af nye diagnosticerings- og behandlingsmetoder, der vil føre til langt bedre behandling af den enkelte patient, men som er meget dyre og ikke nødvendigvis virker for alle. Kombineres disse trends med manglen på læger og specialister, står det klart, at udfordringerne for sundhedsvæsenet er store og mange.

Kunstig intelligens (AI, Artificial Intelligence) og ny teknologi er fra mange sider udråbt som løsningen på de mange udfordringer, og der er store forventninger til, hvordan kunstig intelligens kommer til at transformere hele sundhedsområdet og levere nye sundhedsteknologiske løsninger. Samtidig er der en vis usikkerhed omkring, hvad kunstig intelligens egentlig er, hvor og hvordan det konkret kan bruges, og hvilke kompetencer og rammebetingelser, der skal til for at høste de muligheder, som teknologien lover. Vi oplever på den ene side træghed og forvirring blandt mange af de forskellige aktører omkring teknologiens muligheder og på den anden side, at nogle af de virksomheder, der er hurtigst ude med konkrete løsninger har svært ved at få dem på markedet i et sundhedssystem, der ikke er helt parat til at tage imod dem.

I Akademiet for de Tekniske Videnskaber gruppe for sundhedsteknologi har vi sat os for at se nærmere på, om og hvordan vi i Danmark kan skabe bedre løsninger med AI inden for sundhedsområdet. Med denne hvidbog ønsker vi at begrebsafklare, afmystificere og skabe opmærksomhed om de muligheder, nye digitale teknologier som kunstig intelligens har på sundhedsområdet. Med udgangspunkt i interviews med en række danske virksomheder, der på forskellig vis arbejder med udvikling af AI-baserede løsninger

HAR VI RÅD TIL GOD
SUNDHED TIL ALLE?

- **aldrende befolkning**
- **stigning i antal af kronikere**
- **mangel på sundhedspersonale, men også bedre diagnosticering og behandlingsmuligheder**
- **og øgede forventninger til behandling**

AI-baserede løsninger kan være en hjælp til at reducere omkostninger og sikre mere personligt tilpassede behandlinger.

Men hvordan sikres det, at vi får etisk forsvarlige løsninger, vi kan have tillid til?

til sundhedsvæsenet ser vi dels nærmere på potentialet og de konkrete løsninger, men også på nogle af de udfordringer, vi står over for.

Vores mål med hvidbogen er ikke at levere konkrete løsninger på udfordringerne, men at invitere til en dialog om, hvordan vi kan gøre Danmark til en udviklingshub inden for AI-baserede sundhedsløsninger og blive det sted i verden, der bidrager med løsninger baseret på data af høj kvalitet og udviklet i et miljø med høj sikkerhed og høje etiske standarder.

AI-løsninger som vi kan have tillid til som borgere, og AI-løsninger som sikrer, at vi fortsat kan levere en høj kvalitet på sundhedsydelser i Danmark, uden at vores sundhedsbudgetter eksploderer som følge af en aldrende befolkning, et stærkt stigende antal kronikere og ikke mindst et stadigt stigende udbud af behandlingsmuligheder.

Søren Riis

Formand for ATV's temagruppe for sundhedsteknologi

ATV

REDAKTIONSGRUPPE I ATV'S
STYREGRUPPE FOR SUNDHEDSTEKNOLOGI
Senior Director Søren Riis, Oticon Medical,
fmd for ATV's gruppe for sundhedsteknologi
Direktør, professor Jakob Bardram,
Copenhagen Center for Health Technology
Professor Jan Madsen, DTU Compute

Senior Director Uwe Hermann,
Eriksholms Research Centre
Senior Scientist Michael Kai Pedersen,
Eriksholms Research Centre

FRA ATV'S SEKRETARIAT
Chefkonsulent Vibeke Schrøder

DESIGN OG PRODUKTION
Westring kbh

Copyright: ATV, Akademiet for de Tekniske
Videnskaber, 2019
Maj 2019
ISBN: 978-7836-094-6

I denne hvidbog opfatter vi life science som dækkende virksomheder inden for medico-området samt lægemidler og bioteknologiske præparater. Vi anvender også udtrykket sundhedsteknologi i hvidbogen. Sundhedsteknologi er af Verdens Sundhedsorganisationen (WHO) beskrevet som anvendelse af apparater, medicin, vacciner, procedurer og systemer med henblik på at løse et sundhedsproblem eller forbedre livskvalitet. Sundhedsteknologi dækker på den måde over en række teknologier og områder, herunder eksempelvis medico-teknik (Medtech devices), farmakologi, bioteknologi.

SUNDHEDSTEKNOLOGI – EN DANSK STYRKEPOSITION

Life science og herunder sundhedsteknologiområdet udgør en af de helt store styrkepositioner for Danmark.

ATV's Science & Engineering projekt er netop biotek/ lægemidler og medikoteknologi udpeget som to ud af syv 'Science and Engineering fyrtårne' i Danmark. Fyrtårne som i dag har en afgørende betydning for dansk økonomi¹, hvor vi har stærke og meget produktive virksomheder med en høj og voksende eksportandel, og områder der er kendetegnede ved at have stærke forsknings- og innovationsmiljøer. I en analyse af hele life science-sektoren, som Damvad Analytics har lavet for Erhvervsministeriet i marts 2019, sættes der tal på, hvor stort et økonomisk aftryk life science-industrien sætter på dansk økonomi. Det er en sektor, som udgør et afgørende fundament for vores alle sammens velstand og velfærd.

STIGENDE UDGIFTER TIL SUNDHEDSSYSTEMET

Omkostninger til sundhedssystemet i Danmark vokser som i mange andre lande pga. en aldrende befolkning, flere der udvikler kroniske sygdomme, og udviklingen af nye og

bedre diagnosticeringsmuligheder og behandlingstilbud. Hertil kommer stigende forventninger i befolkningen om at modtage den optimalt tilgængelige behandling uanset pris. Tilsammen lægger det et enormt pres på udgifterne til sundhedssystemet, og det giver anledning til svære etiske og politiske dilemmaer omkring kvalitet og dækning versus kost-effektivitet af behandling.

– Sat på spidsen kan man spørge: Skal bedre afvikling af ventelister for kroniske sygdomme som høretab, diabetes, hjertekarsygdomme mv. prioriteres over dyre behandlinger som immunterapi med begrænset livsforlængende effekt for ældre terminalt kræftsyge patienter?

1. Danmark som Science & Engineering Region, ATV maj 2018.

LIFE SCIENCE-INDUSTRIEN I DANMARK

Life science-industrien har opnået en stærk position i Danmark. De direkte samfundsøkonomiske effekter af life science-industrien er:



Kilde: Damvad Analytics 2019 for Erhvervsministeriet

FRA APPARAT TIL APP – TEKNOLOGIBASERET PARADIGMESKIFT PÅ SUNDHEDSOMRÅDET

Sundhedsteknologi-området er i kraftig udvikling. Ikke alene som følge af udvikling af nye behandlingsmetoder, men også fordi nye disruptive teknologier som digitalisering, kunstig intelligens og IOT (Internet of Things) giver mulighed for ny indsigt, nye forretningsmuligheder og services og ikke mindst nye behandlingsmetoder optimeret til den enkelte patient.

Der foregår internationalt et stort skifte i fokus fra medico-tekniske apparater hen imod mere generelle sundhedsteknologiske services. Der er tale om services, som integrerer

data på tværs af borgere og forskellige sundhedssystemer. Om services som er målrettet individuelle behov og tilbyder ekspert anbefalinger baseret på kunstig intelligens og på store multi-modale datasæt. Om services med høj integration mellem forskellige formelle og uformelle behandlere, borgeren selv, borgerens pårørende osv. Det er en stor udfordring for danske medtech virksomheder, som i gennem mange år har opbygget en solid, global markedsposition indenfor en række (fysiske) diagnostiske og personlige sundhedsapparater – men også fantastiske muligheder for at skabe bedre behandlingsløsninger, ny forretning og vækst og et mere kost-effektivt sundhedssystem.

FRA APPARATUDVIKLING TIL PERSONALISEREDE LØSNINGER

Høreapparatvirksomheden Oticon har mere end 115 års erfaring i udvikling og salg af avancerede høreapparater. Indtil Oticon i 1996 lancerede verdens første digitale høreapparat, DigiFocus, var høreapparater baseret på analog hardware. Siden blev større og større andele af funktionaliteten implementeret i software i takt med, at hardwaren blev mindre og mere effektiv. I dag ser vi ind i en ny stor teknologibølge, kunstig intelligens, der gør det muligt at "træne" høreapparaterne med data og dermed at tilpasse dem endnu bedre til den enkelte brugers aktuelle behov.

Fremtidens løsninger bliver personaliserede løsninger eller "personal devices" baseret på massive mængder af data. Vores vision er, at høreapparaterne hele tiden tilpasser sig brugerens behov og dermed leverer præcist den lyd, som er optimal for hjernen i et givet øjeblik. Ikke trættende, men intuitiv, netop "brain optimisation" af lyden"

Uwe Hermann



DRIVERE FOR UDVIKLING

Teknologien er moden. Høreapparater i dag er små trådløse enheder, der er koblet på internettet, så man har mulighed for at samle data op og sende data videre, uden at brugeren skal gøre noget.

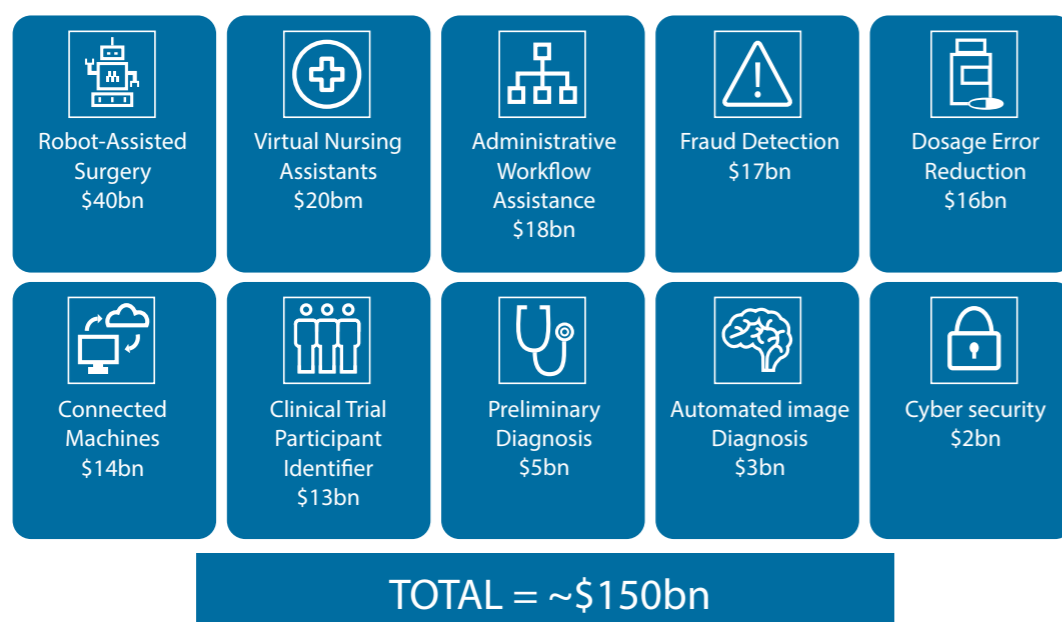
Brugerne har forventninger om individuelle løsninger, og de er parate til at anvende nye personaliserede løsninger. Den parathed opnås bl.a. gennem brug af smartphones, Google Maps og andre løsninger, der tilpasser sig ens behov.

Konkurrencen er stor – og den kommer fra en ny kant. Der er andre, der kan lave god lyd i dag. Apple, Bose og mange andre kan også lave simpelt, forstærket lyd tilpasset den enkeltes hørelse. Sådanne "augmented hearing devices" er over-the-counter produkter uden den professionelle rådgivning, som brugeren modtager ved behandling med høreapparater.

Samtidig er kunstig intelligens også en af de teknologier, som åbner mulighed for, at helt nye spillere, der ikke traditionelt har ageret inden for sundhedsområdet, melder sig på banen med ny innovation med potentielt store forandringer til følge. Google's DeepMind og IBM's Watson er eksempler herpå, men konkurrence og nye løsninger kommer også fra mindre datadrevne start-ups, der er født med indsigt i den nye teknologiske muligheder. Det betyder, at konkurrencen kan

Integrering og investering i sundhedsteknologier baseret på AI halter i Europa markant bagefter andre industrier³, men netop her kunne vores adgang til store mængder af offentlig sundhedsdata potentielt give Danmark en fordel. Mængden af kommercielle investeringer indenfor sundhedsområdet vokser eksponentielt. Således vurderer Accenture⁴, at det samlede årlige marked for top 10 AI-baserede sundheds-løsninger vil udgøre 150 milliarder USD i 2026.

TOP 10 INVESTERINGER I AI INDEN FOR SUNDHEDSOMRÅDET IFLG. ACCENTURE



komme fra uventet kant og antage helt ny form, og at sundhedsområdet står over for et paradigmeskift – fra et volumen-baseret til et værdibaseret og patientfokuseret system, som i højere grad bygger på data end i dag.

INTERNATIONALE INVESTERINGER

USA, Israel og Kina investerer store milliard-summer i forskning inden for AI. I forhold til digitalisering er Danmark langt fremme, men målt i forhold til GDP ligger vores værdiskabelse baseret på ICT løsninger ikke på niveau med førende EU lande som Finland, Sverige og Holland².

STYRKEPOSITION INDEN FOR SUNDHEDSTEKNOLOGI KAN UDBYGGES

Det er ATV's klare vurdering, at vi i Danmark kan fastholde og endda udbygge vores styrkeposition inden for sundhedsteknologi gennem en målrettet indsats på digitalisering og anvendelse af kunstig intelligens. Anvendelsen af disse teknologier åbner ikke blot mulighed for nye arbejdspladser og øget eksport, men bidrager i høj grad også til at sikre den størst mulige samfundsøkonomiske gevinst af individuelt tilpassede sundhedstilbud i Danmark samt et kosteffektivt, værdibaseret sundhedssystem.

STYRKEPOSITION KAN UDBYGGES

ATV mener, at vi kan fastholde og endda udbygge vores styrkeposition inden for sundhedsteknologi gennem en målrettet indsats på digitalisering og anvendelse af kunstig intelligens.



2. Directorate-General for Research and Innovation, European Commission 2018.

3. McKinsey Global Institute, 2018

4. Kilde: Accenture, 'Artificial Intelligence: Healthcare's New Nervous System' (2017)

HVAD ER AI?

AI dækker over en lang række funktioner og teknologier, som relaterer sig til menneskets kognitive egenskaber. I en rapport fra McKinsey, 2018⁵, defineres kunstig intelligens som:

Kunstig intelligens er typisk defineret som maskinernes evne til at udføre kognitive funktioner, som vi normalt associerer med mennesker såsom opfatte, ræsonnere, lære, interaktion med omverdenen, problemløsning og tilmed kreativitet”

Thomas Terney giver i sin bog ”Kampen om fremtiden – forstå hvordan kunstig intelligens påvirker mennesker, magt og markeder”⁶ en endnu skarpere definition:

Når maskiner gør ting, som ville kræve intelligens, hvis de blev udført af mennesker”

AI er ikke nyt, men specielt tre forhold og deres indbyrdes konvergens har medført nogle store landvindinger:

1. Den eksponentielle vækst i regnekraften og hukommelseskapaciteten for computere.
2. En eksplosion af data bl.a. frembragt af internettet og internet-of-things.
3. Udvikling af nye avancerede algoritmer.

Stort set al AI-udvikling falder i dag inden for det, der kaldes **Smal AI** (eng. Narrow AI), dvs. AI-algoritmer, der kan løse meget specifikke og specialiserede opgaver, ofte med resultater der er sammenlignelige eller bedre, end hvad selv eksperter inden for det specifikke område kan præstere.

MENNESKE VS. MASKINE

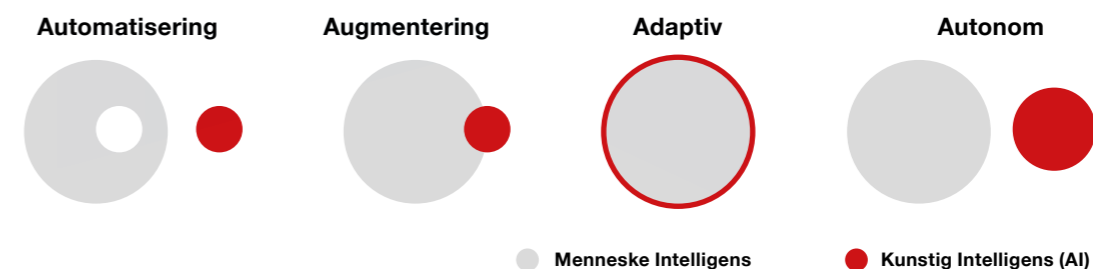
Når der skrives meget om AI, er det selvfølgelig, fordi der i de senere år er kommet nogle fantastiske resultater, som f.eks. når Google's DeepMind's AI slår verdens bedste Go-spiller, eller når AI diagnosticerer hudkræft ud fra billeder taget med en smartphone. Men der skrives også meget om

mulige konsekvenser af AI, ikke mindst når computerens eksponentielt voksende regnekraft kommer ind i billedet, og der spekuleres i, hvad denne eksponentielle vækst vil betyde for AI – får vi en dag AI, der kan måle sig med menneskelig intelligens, dvs. en bred, generaliseret intelligens **Generel AI** (eng. General AI). Og når AI først bliver lige så intelligente som os, hvad skulle forhindre den generelle AI i selv at videreudvikle sin intelligens til et niveau, der langt overstiger vores – til en **Super AI**? Det sidste er selvfølgelig ren spekulation baseret på en eksponentiel fremskrivning af teknologien. Det er absolut en mulighed, men i dag er vi meget langt fra noget, der bare ligner Generel AI. Når der så alligevel skrives så meget om denne side af AI, er det fordi, det skaber frygt for en konkurrence mellem mennesker og AI. At maskinerne er os overlegne i forhold til fysisk formåen, er noget, vi har lært at leve med. Tag f.eks. flyvemaskinen, som har reduceret lange rejser fra uger og dage til timer, eller robotter der løfte ekstremt tunge ting. Men når det kommer til menneskets kognitive evner, så er det langt sværere – for det er jo disse funktioner, som er med til at definere os som mennesker. Den hastige udbredelse af naturlig talestyring er et eksempel på et område, hvor vi så småt er ved at vænne os til, at AI kan overtage visse kognitive processer. Tag f.eks. naturlig talestyring af forskellige enheder i hjemmet med løsninger som Google Assistant, Apple Siri eller Amazon Alexa, eller det hurtigt voksende marked for intelligente AI-styrede chatbots til at varetage f.eks. kundeservice.

HVORDAN BRUGES AI?

AI finder anvendelse i mange områder og inden for mange jobfunktioner, men ikke nødvendigvis som en erstatning af mennesket – langt fra. Brugen af AI kan overordnet inddeles i fire kategorier illustreret ved relationen mellem den menneskelige intelligens (gråt) og den kunstige intelligens (rødt) som vist på figuren på næste side.

1. **Automatisering:** Her overtager AI et stykke arbejde, der ellers skulle varetages af et menneske. Der er ofte tale om veldefinerede, ensformige processer, der gentages mange gange, hvor AI kan udføre det hurtigere og med færre fejl. Det er i dag den mest udbredte anvendelse af AI og bruges bl.a. ved sortering af billeddiagnostisk materiale.



2. **Augmentering:** Her bruges AI til at udvide vores evner, således at vi er i stand til at varetage vores opgaver hurtigere og bedre. Der tale om at forøge kvaliteten og også gerne hastigheden. Eksempler herpå er f.eks. IBM Watson's diagnose af kræft eller den danske virksomhed Corti's identificering af et muligt hjertetilfælde ved at lytte med på 112 alarmopkald.

3. **Adaptiv:** Her tilpasses AI løbende til vores behov og ønsker, uden menneskelig indblanding. Der er typisk tale

om at skabe en bedre service og oplevelse. Det er f.eks. chatbots som den kinesiske Melody, der hjælper patienter hen til den rette behandler.

4. **Autonom:** Her er der tale om en fuldstændig selvstændig AI, der udfører sine opgaver uden menneskelig indblanding ved konstant at tolke input fra omgivelserne og handle på dem. De selvkørende biler fra Waymo (Google) er et eksempel på autonom AI.

3 BØLGER AF AI

1. Den første bølge er **klassisk symbolsk AI**, der baserer sig på logiske ræsonnementer over data, som repræsenterer abstrakte koncepter af den virkelige verden. De opgaver, som løses er typisk beslutningsstøtte i form af planlægning eller løsning af problemer ud fra viden om og regler for det givne domæne, udtrykt af mennesker ved brug af abstrakte koncepter. En fordel her er, at man altid kan forklare, hvordan en given beslutning er truffet. Men AI systemet forstår ikke fakta, lærer ikke nye regler og er dårlig til at håndtere det ukendte. Et meget simpelt eksempel på et AI system kunne være estimering af ens chance for at få en hjertesygdom.

2. Den anden bølge er **machine learning – ikke-symbolsk AI**, hvor AI systemet ud fra statistiske metoder uddrager mønstre fra data, som så omsættes til implicite modeller. Disse implicite modeller bruges som fundamentet til at træffe beslutninger. Det interessante er, at mennesker ikke er involveret i processen med at skabe modellerne. AI systemet **lærer selv** ud fra de data, det bliver præsenteret for. Dette har imidlertid den udfordring, at det ikke er muligt at forklare, hvordan beslutningen er truffet, og det kræver typisk enorme mængder data for at træne AI systemet. Data skal være af høj kvalitet og renset for biases. En væsentlig årsag til, at machine learning trækker overskrifter, er, at regnekraften er blevet så stor, at det nu er muligt at arbejde

med enorme mængder data indenfor relativ kort tid, og at det derved er blevet muligt at lave mange flere lag i de såkaldte neurale netværk (Deep Neural Networks), som en væsentlig del af AI og machine learning bygger på. Det der kaldes **Deep learning**. Et eksempel på denne type af AI systemer er diagnostik af brystkræft ud fra mammografi-data. De fleste AI løsninger i dag bygger på neurale netværk – en parameteriseret matematisk model som kan trænes til at lære sammenhænge i data. I de seneste år har adgang til store datamængder og til stor computerkraft gjort det muligt at træne deep neural networks – neurale netværk som ofte indeholder flere millioner parametre, som skal læres fra data⁷.

3. Den tredje bølge og den nuværende trend, er **integration mellem symbolsk og ikke-symbolsk AI**, således at man får det bedste fra de to verdener, systemer der både lærer og kan forklare. AI systemet bliver i stand til at tilpasse sig konteksten. Flere eksperimenter har vist imponerende resultater ved at kombinere repræsentationen af rå data og de abstrakte koncepter, som den rå data repræsenterer. I en analogi med mennesket, kan den ikke-symbolske del virke som øjnene og det visuelle cortex, mens den symbolske del virker som den logiske, problemløsende del af den menneskelige hjerne.

5. Michael Chui, Vishnu Kamalath, and Brian McCarthy. "An Executive's Guide to AI", McKinsey, 2018. <http://bit.ly/2ENok25>

6. Thomas Terney. "Kampen om fremtiden – forstå hvordan kunstig intelligens påvirker mennesker, magt og markeder", Gyldendal Business, 2018

7. For en introduktion til neurale netværk henvises til https://aktuelt.naturvidenskab.dk/fileadmin/Aktuel_Naturvidenskab/nr-2/AN2-2018deep-learning.pdf

AI I SUNDHEDSLØSNINGER

Der er utallige muligheder for AI-baserede løsninger indenfor sundhed – helt fra små personlige sundhedsapps med fokus på sund livsstil til avancerede systemer, som optimerer forretningsgange på hospitaler ifht. omkostning, patientflow og behandlingseffektivitet.

Vi har i dag adskillige danske spillere, der leverer løsninger som f.eks.

- Diagnostisk detektion af anomaliteter som kræft og beslutningsstøtte ud fra "medicinske billeder," f.eks. scanninger af patologiske prøver, CT, MRI eller røntgen scanninger.
- Diagnostisk beslutningsstøtte til f.eks. hjertekarsygdomme ud fra EKG-målinger
- Smartphone apps til individualiseret og løbende tilpasning af behandling baseret på input fra store patientgrupper, inden for kroniske lidelser som f.eks. høretab, psykiske lidelser, diabetes, psoriasis, hjertekarsygdomme og luftvejssygdomme som KOL
- Profiler og store mængder af multi-modal patientrelateret tidsserie data
- Beslutningsstøtte ifbm nødopkald til 112, hvor AI-systemer finder mønstre i talt dialog, som kræver hurtig handling, f.eks. hjertestop

AI-baserede løsninger åbner også mulighed for prædiktion af nye lægemidler, optimering af procedurer og patientflow i sundhedssystemet, kvalitetssikring af behandling baseret på data på tværs af behandlingssystemer, detektion af uregelmæssigheder og utilsigtede hændelser og meget andet. AI-baserede løsninger kan basalt set understøtte en lang række sundhedsfaglige opgaver, hvor mønstre i kliniske eller administrative datamængder er fundamentet for den sundhedsfaglige handling, som igangsættes.

STORE PERSPEKTIVER FOR UDVIKLINGSLANDE

I udviklingslande, hvor sundhedsinfrastruktur og sundhedsfaglige kompetencer ofte er en mangelvare, kan online AI-baserede løsninger være en reel mulighed for at tilbyde og udbrede visse behandlinger, nedbringe behovet for direkte kontakt med sundhedsfagligt personale og muliggøre en højere grad af "self-management". Med AI-baserede løsninger kan belastningen på specialiseret sundhedspersonale reduceres markant, idet mange af de "ukomplicerede" cases kan håndteres med AI beslutningssystemer, så specialister kan fokusere på de mere komplicerede cases.

Helt overordnet kan man inddele AI-sundhedsløsninger i løsninger til

- Forebyggelse og forudsigelse
- Detektion og diagnose
- Behandling og opfølgning



I Kina er manglen på læger et alvorligt problem. Kinesiske Baidu, som er firmaet bag Kinas største søgemaskine, har derfor for nyligt lanceret "Melody", en chatbot, som kan hjælpe patienter og læger med de første skridt i diagnosticering. Ud fra en dialog med patienten eller lægen, bruger Melody analyse af store mængder lægevidenskabelig litteratur og deep learning til at foreslå mulige diagnoser og behandlinger, for derved at hjælpe patienten hurtigere frem til den rette behandler i det kinesiske sundhedssystem.

FOREBYGGELSE OG FORUDSIGELSE:

Løsninger til forebyggelse bygger ofte på monitorering og analyse af sundhedsdata, f.eks. selvrapporeret eller opsamlet med bærbare medicotekniske løsninger (blodsukkermåler, EKG-måler m.fl.) eller forbrugerløsninger som smartwatches (puls) og smartphones (billeder, spørgeskemaer), evt. samkørt med diagnostisk data og andre typer af data, som beskriver patientens adfærd (f.eks. lokation, løbende interaktion med et medico-device osv.)



FJERNMONITORERING AF HJERTEPATIENTER

Rehfeld Medical har udviklet den datadrevne software platform, SCAUT, til fjernmonitorering af hjertepatienter med en pacemaker. Platformen består af en smartphone app til patienten, en webportal til det kliniske hospitalspersonale koblet med cloudbaseret dataanalyse.

Ved at kombinere aktiv patientinddragelse med klinisk viden forbedrer SCAUT platformen beslutningsgrundlaget for klinikerne og øger patienttilfredsheden.

Vi udvikler små alarmer, der støtter klinikerne i tidligt at opspore forværringer i patientens sygdomstilstand. Små alarmer der siger: "Den her patient synes vi [systemet], at I skal være særlig opmærksomme på"

Jonas Moll, Rehfeld Medical

Forudsigelse kan endvidere bygge på borgerens / patientens gen-profil data kombineret med tidsserie data omkring patientens sundhedsforløb, livsstil osv. Disse løsninger kan finde mønstre som f.eks. indikerer forhøjet sandsynlighed for visse genetiske sygdomme.

DETEKTION OG DIAGNOSE:

Detektion og diagnose, bygger i høj grad på analyse og

læring af mønstre i data på tværs af mange patientdiagnoser og tilhørende behandlinger og outcomes. Et godt eksempel på løsninger i denne kategori er f.eks. diagnostik af brystkræft, hvor AI systemer trænes på store datasæt af annoterede mammografi-billeder til at genkende kræftvæv i billeder. Lignende løsninger er i udvikling til diagnostik baseret på øje-scans, billeder af hudlæsioner, EKG samt MRI, CT og PET scan billeder.

AUTOMATISERING AF CANCERDIAGNOSTIK

Visiopharm's diagnostiske løsning, Oncotopix, er i dag i brug i hele Danmark, og i stigende grad i resten af Skandinavien, England, og Tyskland. Systemet bruges primært indenfor for brystcancer diagnostik, men vil over de nærmeste år blive udvidet til andre indikationer som prostatacancer og lungecancer. Gevinsterne indenfor brystcancer diagnostik er betydelige, og viser sig på et antal fronter: Først og fremmest har niveauet af diagnostisk fejlklassifikation indenfor visse typer af brystcancer vist sig at være helt oppe omkring 30%, når biopsierne aflæses manuelt. Dette tal kan reduceres betydeligt ved hjælp af Visiopharm's AI-baserede software. Samtidig betyder den forbedrede nøjagtighed, at antallet af inkonklusive testresultater falder med mindst 75%, hvilket igen betyder, at man kan spare opfølgende tests og reducere ventetiden på prøvesvaret. Niveauet af automatisering fører også til en betydelig tidsbesparelse på patologiafdelingerne, der i dag er presset af det store diagnostiske volumen, samt det faldende antal af erfarne patologer.

BEHANDLING OG OPFØLGNING:

I kategorien af løsninger til behandling findes f.eks. IBM Watson, som baseret på data fra elektroniske patientjournaler, diagnostisk data for den enkelte patient, sprogdata, sygdomsforløb og data fra tusindvis af videnskabelige journaler kan foreslå behandlingsstrategier indenfor f.eks. kræftbehandling.

Der er også en række App-baserede løsninger, som retter sig mod afhjælpning af mentale sundhedsproblemer som depression, angst mv. Eksempelvis har NHS i UK investeret i appen Leso, som benytter AI til at levere tilpasset online kognitiv adfærdsterapi. Med Leso har man fundet, at behandlingstider kan reduceres med 50%.

Det er også muligt at bruge AI til at komme med forslag til medikamenter (som f.eks. insulin eller epilepsimedicin), efter analyse af f.eks. EEG kombineret med data fra andre biometriske sensorer.

AI-baserede løsninger kan også anvendes til opfølgning på en behandling og derved medvirke til, at patienter i langt højere grad bliver selvhjulpne og ikke unødigt genindlægges på hospitalet eller visiteres til den forkerte specialist, hvis de kan klare sig selv.

Med google-søgninger på alverdens sygdomme er patienten allerede ved at bevæge sig væk fra at være et passivt objekt i sundhedssystemet til at være aktiv i at varetage egen sundhed. Og det er en udvikling, der vil fortsætte.

For os er det fuldstændig essentielt at inddrage patienten. Hvis vi kan udvikle værktøjer, der kan hjælpe patienter med at holde styr på, hvordan det går, kan de faktisk varetage deres egen sundhed”

John Zibert, LEO Innovation Lab

TAGER ROBOTTERNE OVER?

Fælles for mange af de værktøjer og løsninger, som virksomhederne udvikler er, at der er tale om beslutningsstøtte-værktøjer til læger og klinikere og ikke om, at en fuldautomatiseret "robotlæge" overtager hele

patientbehandlingen. I stedet handler det om at lave god beslutningsstøtte, hvor algoritmerne understøtter lægernes arbejde og vurdering. Det fører både til hurtigere og rigtigere læsning og tolkning af eksempelvis billedmateriale eller elektronisk patientjournal-data. Det letter presset på patologer og andre klinikere, det kan være en hjælp til at identificere de rigtige patienter i forhold til en bestemt behandling, hvor det er nødvendigt at holde mange informationskilder op mod hinanden og søge viden i store datamængder.

Jeg tror, det er meget svært at automatisere ressourcer helt væk. Jeg tror, det er meget bedre at lave rigtig god beslutningsstøtte, sådan at man tager meget af det ikke-værdiskabende arbejde og sætter teknologi til at løfte det, så vi mennesker kan løfte det komplicerede arbejde”

Jonas Moll, Rehfeld Medical

SMARTPHONE FOTO SIKRER RIGTIG BEHANDLING AF HUDSYGDOMME

LEO Innovation Lab er LEO Pharms selvstændige innovationscenter, der arbejder med at udvikle digitale løsninger og produkter til patienter med hudsygdomme.

LEO Innovation Lab arbejder bl.a. med AI-drevne modeller, der gør det muligt at identificere psoriasis med en nøjagtighed på over 90%, hvilket er betydeligt højere end praktiserende læger generelt er i stand til, da et studie viser, at her fejldiagnosticeres ca. 55% i hudsygdomme. På baggrund af billeder patienterne selv tager med deres smart-phone af deres hud over tid (via appen Imagine), er modellerne i stand til at identificere psoriasis og andre hudsygdomme. LEO's apps kan dels bruges til at hjælpe patienter med at forstå deres hudtilstand bedre og dels til at udvikle AI-assisterede værktøjer, som kan understøtte lægernes beslutningstagning ved diagnosticering og behandling af hudsygdomme.

En af de store udfordringer ifht, at udvikle værktøjet har været at gøre det så robust og dygtigt, at det kan vurdere billeder af blandet kvalitet. For at fungere i hverdagen, skal modellen kunne vurdere hudtilstanden på baggrund af billeder taget med en smartphone – og altså ikke kun høj kvalitetsbilleder.



VI HAR ET STÆRKT FUNDAMENT

ATV mener, at vi har et stærkt fundament for at indtage en førerposition inden for digitale sundhedsløsninger, der bygger på AI.



HVOR STÅR VI I DAG?

Sundhedsteknologi udgør utvivlsomt en af Danmarks vigtigste styrkepositioner med en række stærke danske virksomheder, der er globale spillere inden for deres områder. Der er dog kun få af de store danske sundhedsteknologi-virksomheder, som i dag har produkter på markedet, der bygger på en eller anden form for kunstig intelligens, og for mange af disse virksomheder gælder, at deres innovationskraft og evne til at udtænke nye forretningsmodeller og implementere nye teknologier er udfordret. Innovationskraften kommer i stedet i stadig højere grad fra datadrevne techvirksomheder. På globalt plan ser man især start-ups med AI-baserede sundhedsløsninger udspringe fra lande som USA, Kina og Israel, men som casevirksomhederne viser, fosterer vi også den slags virksomheder i Danmark.

ET STÆRKT UDGANGSPUNKT

Danmark udgør et af de mest digitaliserede lande i verden og ifølge DESI, The Digital Economy and Society Index, ligger vi nr. 1 i Europa⁸ med en gennemdigitaliseret offentlig sektor og en befolkning med stærke digitale brugerkompetencer og stor parathed i forhold til at anvende digitale løsninger.

Sundhedsområdet er kendetegnet ved en høj digitalisering af patientdata gennem elektroniske patientjournaler mv. Dertil kommer, at vi i har unikke offentlige sundhedsdata af høj kvalitet, der kan kobles til cpr-numrene, så det er muligt at følge en patient over tid og fra forskelligt perspektiv. Algoritmer lever af data, og med de offentlige danske sundhedsdata har vi en potentiel guldgrube, der kan bruges til at bygge nye

AI-baserede løsninger. Kombineret med vores styrkeposition inden for sundhedsteknologi har vi således et meget stærkt fundament for at indtage en førerposition indenfor digitale sundhedsløsninger, der bygger på AI. Det vil imidlertid kræve en aktiv indsats på tværs af sektorer at etablere et egentligt og komplekst økosystem, der kan støtte op herom, samt en indsats for at få disse disruptive teknologier tænkt ind som nye muligheder i eksisterende sundhedsløsninger, forretninger og systemer. Endelig vil det kræve en indsats at skabe en samfundsmæssig forståelse for disse løsninger med de muligheder og konsekvenser, de har.

Det er ikke givet, at vi i Danmark vil vedblive med at have en unik position ift. digitale sundhedsdata. Med de store investeringer i AI til sundhed i lande som Kina, samt en mindre hårdt reguleret adgang til opsamling af sundheds- og personlige data, vil der i løbet af ganske få år være et solidt data-fundament for kinesiske virksomheder til at levere nye innovative AI-baserede sundhedsløsninger. Løsninger som man let kan forestille sig kan kommerialiseres internationalt.

DATALOGI OG COMPUTER SCIENCE ER EN FORUDSÆTNING

Stærke datalogiske forskningsmiljøer er en forudsætning for uddannelse af folk med de rette kompetencer til at udvikle og implementere AI-baserede sundhedsteknologiske løsninger – både i de etablerede virksomheder, der gentænker og udvikler deres forretningsmodeller og produkter og som stiftere af nye virksomheder, der ser helt nye muligheder og løsninger. I Danmark har vi stærke datalogiske forskningsmiljøer, men der er behov for et meget større volumen.

ATV's Digitale Vismænd har opgjort, at der i Danmark i alt er 235 forskere og lektorer med en kernefaglighed inden for Computer Science, og heraf er det alene et fåtal, der arbejder med AI⁹. Selv om kvaliteten af den danske AI-forskning er i verdensklasse og ligger højt på de internationale rankinglister, så har vi en udfordring i forhold til volumen, og er ikke i stand til at møde efterspørgslen på kandidater med de mest efterspurgte softwarekompetencer.

Det er en udfordring at finde dygtige IT-folk. Sundheds-IT er noget vi burde gøre meget mere ud af. I dag, er det læger og klinisk personale, der lægger data ned i systemerne, og som er med til at definere systemerne. Det er jo ikke deres primære rolle. De skal se på patienter. De skal ikke være datamanagers og IT-arkitekter. IT Sundhedsdata som uddannelse burde udvides”

Jacob Høj Berthelsen, Enversion

KLINISK UDVIKLING OG AFPRØVNING

Den datalogiske forskning udgør kun den ene side af ligningen. Den kliniske og sundhedsfaglige viden udgør den anden. Også her er vi i Danmark godt stillet med stærke sundhedsfaglige miljøer og en interesse fra klinikere og praktikere i at indgå i samarbejder. Men igen udgør volumen og ressourcer barrierer, og ønskerne om forskningssamarbejde med klinikerne er større, end de fleste har mulighed for at imødekomme.

8. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>.

9. ATV's digitale vismænd, 25. marts 2019 <https://atv.dk/artikler/debat/atvs-digitale-vismandsrad-regeringens-nationale-strategi-kunstig-intelligens-er-godt>

Jeg synes, samarbejdsklimaet i Danmark er virkelig godt. Alle er villige til at bidrage, man kan let række ud og ringe for at få input eller vendt sine tanker. Der er en villighed til samarbejde og en meget tillidsbaseret samarbejdsform i Danmark”

Jonas Moll, Rehfeld Medical

Det danske sundhedsvæsen er i dag sat op som en meget effektiv ”produktionsenhed”, hvor succeskriterier som behandlingstid, tid i hospitalsseng, svartid, pris for behandling mv. er definerende for arbejdsgange på landets hospitaler. Der er knaphed på tid til at afprøve ny innovation – endsige til at udvikle ny innovation på landets klinikker. Ofte kræves direkte finansiering af kliniker-tid fra virksomheder i forbindelse med afprøvning af løsninger, som potentielt kan spare sundhedsvæsenet for penge, og det udelukker desværre ofte startups- og SMV'er fra at medvirke.

VEJEN FREM

I Danmark er vi godt i gang med at etablere en national strategi for AI og digitalisering, og afsatte midler til forskning i AI vil medvirke til at skabe ny innovation og jobs. Men som en lille nation er vi nødt til at tænke i EU sammenhæng. Vi er nødt til at spille på præ-kompetitive og platform-samarbejder på tværs af industri og universiteter i stedet for at konkurrere indbyrdes. Vi skal fokusere på meget konkrete tiltag – en model, som vi har set skabe store resultater tidligere f.eks. i den danske høreapparatusindustri, hvor grundlaget til verdens første digitale høreapparat blev udviklet i et samarbejde mellem danske høreapparat-virksomheder og danske universiteter.

7 HOVEDOBSERVATIONER

I forbindelse med udarbejdelse af denne hvidbog har vi i tillæg til drøftelser i redaktionsgruppen og i ATV's styregruppe for sundhedsteknologi været i dialog med en række danske virksomheder, der på forskellig vis arbejder med udvikling af AI-baserede løsninger. På tværs af disse samtaler har vi udledt syv centrale observationer, som nærmere behandles på de følgende sider.

De syv observationer er:

- **Data som fundament**
- **Forskningssamarbejde**
- **Talent og kompetencer**
- **Innovationskraft og forretningsmodeller**
- **Regulering**
- **Incitamenter i sundhedssystemet**
- **Danmark som testbench**

VI HAR TALT MED:

Adm. direktør Henrik Krogen, GE Healthcare Danmark
Medstifter og healthcare director Jacob Høj Berthelsen, Enversion

CMO John Zibert, LEO Innovation Lab

Medstifter og CEO Jonas Moll, Rehfeld Medical

Medstifter og CEO Michael Grunkin, Visiopharm

Senior director Søren Riis, Oticon Medical

Senior Director Uwe Hermann,
Eriksholms Research Centre, Oticon

DATA SOM FUNDAMENT:

Data er det brændstof, algoritmer og AI-baserede løsninger lever af, og i Danmark har vi nogle af verdens bedste sundhedsdata. Vi har mere end 160 forskellige sundhedsdataregistre af meget høj kvalitet¹⁰, og vi har en lang tradition for at indsamle sundhedsdata. Dertil kommer, at vi kan koble vores kliniske data til cpr-numre og dermed er i stand til at følge patienter over tid. Det er unikt, og disse sundhedsdata kan være helt afgørende input i skabelsen af fremtidens AI-baserede sundhedsløsninger.

10. Data Redder Liv, <http://www.danishhealthdata.dk/>

ER KVALITETEN SÅ GOD, SOM VI HELE TIDEN HØRER?

Set i international sammenhæng er der næppe tvivl om, at vi har unikke og høj kvalitets-datasæt i Danmark. Men langt fra al data ligger tilgængelig i en form eller struktur, der gør at de umiddelbart kan anvendes. Dertil kommer, at datasættene i varierende omfang er fyldestgørende annoterede – eller indeholder de nødvendige informationer, som forskere, eller virksomheder er interesserede i at få adgang til. Før data kan anvendes, udestår et større valideringsarbejde.

Vi er den mest digitaliserede nation i verden, men hvor er vi i forhold til digitalisering af sundhedsvæsenet?

Ja, vi har en platform, som rent faktisk opsamler data, men hvorfra ved vi, at de data, som bliver opsamlet, er korrekte? I et af vores studier fandt vi, at lægerne var rigtige i 45% af deres diagnoser for hudsygdomme, men de var kun korrekte i 18% af ICD10-koderne. Så hvor meget korrekt værdi er der i de data, vi genererer i sundhedssystemet? Reflekterer de reelt virkeligheden?"

John Zibert, LEO Innovation Lab

VÆRDIEN AF DATA

Spørgsmålene om, hvem der ejer de offentlige danske sundhedsdata, og hvilken værdi de har – for hvem og hvornår værdien kan indfries, er langt fra banale. Men det er helt sikkert, at data kun har værdi, hvis de bliver brugt. Og data kan kun bruges, hvis de er tilgængelige i valideret og velstruktureret form.

Usikkerheden om ejerskab og værdi af data ikke må forhindre løsninger i at blive udviklet. Der er brug for at prøve sig frem og se, hvad der virker i forskellige sammenhænge. Det kan være alt fra fælles risiko til fælles gevinst. Fra offentlig-private innovationssamarbejder med fælles oplevelse af endemål, fælles risiko og delt ejerskab, til royalty-skabende eller modeller med gratis adgang.

Der er i dag mange flere, der får kræft, fordi vi bliver ældre. Det betyder, at det diagnostiske volumen bliver ved med at vokse. Samtidigt bliver de diagnostiske tests, patologerne skal kigge på, stadig mere komplekse. Da der samtidigt bliver færre patologer, kommer der flaskehalse i diagnostikken. Patologerne har brug for nye våben dels til at effektivisere arbejdsgange, dels til at bekæmpe gamle fjender som reproducerbarhedsfejl. Med kunstig intelligens og deep learning i værktøjskassen, har det været muligt at opnå begge dele på et niveau, der ikke tidligere har været muligt”

Michael Grunkin, Visiopharm

DANSK SUNDHEDSDATA – GULD ELLER KLENODIE?

ATV mener, at vi skal skynde os at finde en forsvarlig måde at bringe dansk sundhedsdata i spil. Vi ligger inde med data af høj kvalitet, som kan danne grundlag for udvikling af gode AI-baserede løsninger. Kampen om at komme først med fremtidens sundhedsløsninger er i fuld gang. I ATV ser vi hellere, at fremtidens løsninger bygges på højkvalitetsdata fremfor data af mere tilfældig herkomst. Hvis vi ikke i en fart får bragt dansk data i spil, ender de med at blive irrelevante.

**FORSKNINGSSAMARBEJDE**

Virksomheder samarbejder med forskere og klinikere ved universiteter og hospitaler om udvikling af fremtidens løsninger. Samarbejdet finder sted i flere former og af flere årsager.

FORSKNINGSSAMARBEJDE

- giver adgang til **data**
- fører til udvikling af og adgang til **ny viden**
- skaber **evidens** for AI-løsningers effekt
 - fungerer som **rekrutteringskanal** for nye medarbejdere

Forsknings samarbejde er for mange vejen til data. I en fælles jagt på indsigt og udvikling af nye løsninger mødes forskellige kompetencer og viden, der er essentielle for at lykkes med at skabe nye løsninger, der er værdifulde for både klinikere, patienter og virksomheder.

Det er generelt ikke vanskeligt for os at få adgang til nødvendige data, fordi vi udspringer af et forskningsprojekt og derfor er vant til at håndtere sensitive data. Sammen med hjertecentret har vi konstrueret et forskningsbaseret laboratorium, hvor vi sammen udforsker sammenhænge i forskellige patientdata”

Jonas Moll, Rehfeld Medical

Forskning foregår for de fleste virksomheder i samarbejde med universiteter eller hospitaler, og nogle af de store danske virksomheder har også egne forskningscentre.

Ikke mindst når man arbejder inden for sundhedsområdet, er det afgørende at kunne dokumentere, at nye løsninger holder, hvad de lover, og her er videnskabelig evidens helt afgørende for kommerciel succes.

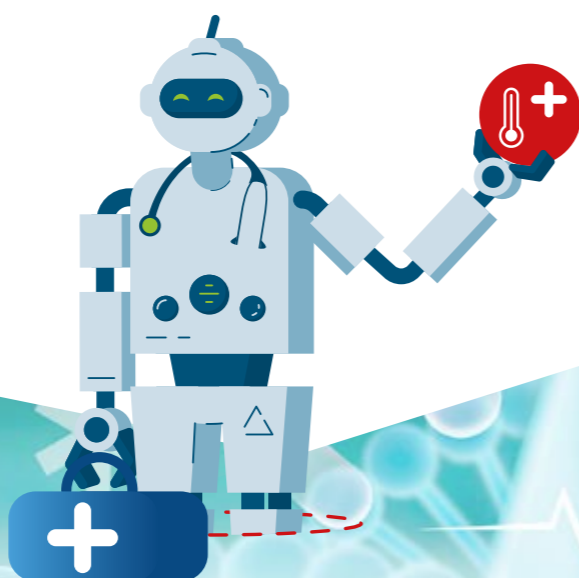
” Vi lever i et evidensbaseret sundhedssystem. Derfor er det vores ansvar at underbygge teknologien med videnskabelige studier, b.l.a. i samarbejde med videnskabelige key opinion leaders. Visiopharms software indgår i mere end 1.300 videnskabelige publikationer”

Michael Grunkin, Visiopharm

Forsknings samarbejde er også en mulighed for at knytte tæt kontakt til de stærke vidensmiljøer, der udklækker kandidater med den nyeste viden. Fælles for de interviewede virksomheder er, at de alle indgår i forskningssamarbejder, og at de i høj grad formår at tiltrække studerende som højt skattet arbejdskraft. Både i form af projektansættelse og til gennemførelse af studieprojekter i virksomheden. Og ofte fortsætter de studerende i virksomhederne efter endt uddannelse.

” Vi engagerer os jo helt vildt meget på universiteterne. I efteråret tror jeg, har vi haft 12 specialestuderende igennem”

Jacob Høy Berthelsen, Enversion

**TALENT OG KOMPETENCER**

Udvikling og anvendelse af nye teknologier kræver medarbejdere med de rette kompetencer – særligt softwareudvikling – og ledelser, der forstår teknologiens potentiale og transformationskraft. Innovation sker i dag så hurtigt og er så radikal og afgørende for forretningen, at det er nødt til at være i fokus hos topledelseerne i de danske virksomheder.

VIRKSOMHEDERNE HAR SÆRLIGT BRUG FOR DISSE KOMPETENCER:

- Softwareudviklere og datascientists (AI)
- Sundheds-IT
 - Kommercielle
 - Regulatoriske

Der er forskel på, hvor udfordrede, de danske virksomheder er i forhold til at tiltrække folk med rigtige kompetencer, og hvor dygtige de er til at identificere de kompetencer, de har brug for.

For de yngre start-ups gælder det, at de i meget høj grad bruger studerende og forholdsvis nyuddannede. Det er der flere grunde til, bl.a. at de unge er tiltrukket af startup-kulturen og gerne vil være med til at udvikle helt nye løsninger og produkter bygget op på den nyeste teknologi. Dertil kommer, at kampen om softwarefolk er benhård.

” De fleste hos os er unge mennesker, der ønsker at gøre en reel forskel. De søger en større grad af frihed og det øgede ansvar, som følger med det at arbejde i et startup. Og ikke mindst det større aftryk, man kan sætte”

Jonas Moll, Rehfeld Medical

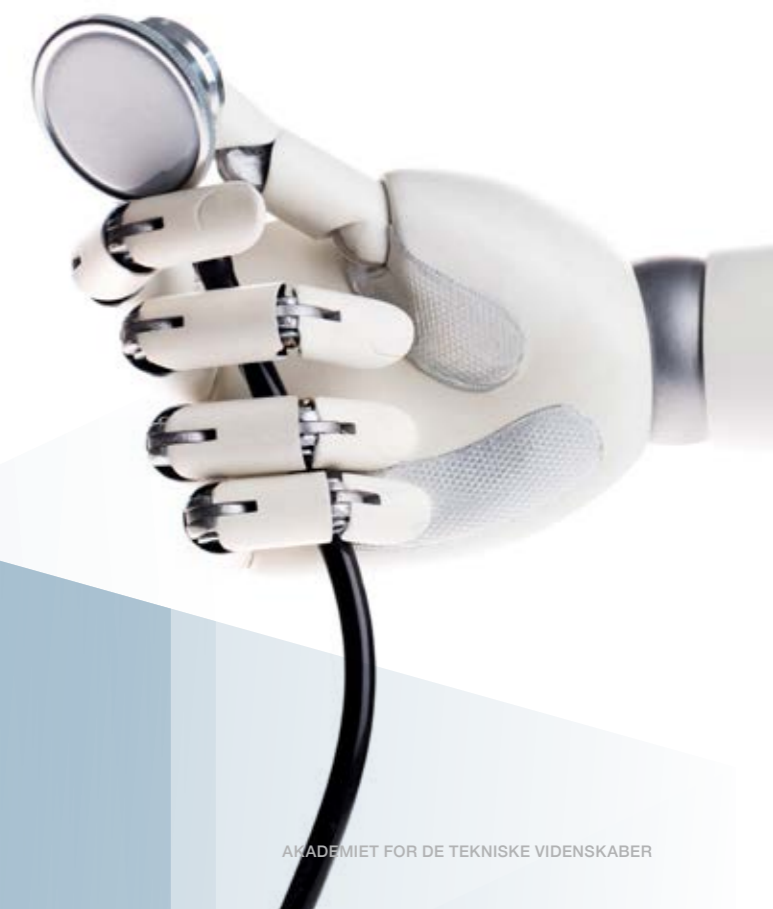
Det er ikke blot de tekniske kompetencer, der er i høj kurs i virksomhederne. Det er også helt afgørende med kommercielle kompetencer, hvis man vil lykkes med salg og eksport. Det kræver folk, der både har indsigt i de tekniske aspekter

af produktet og kendskab til virkeligheden på de hospitalsafdelinger, hvor teknologien skal spille sammen med klinikere og erstatte eller addere til eksisterende teknologi og arbejds gange.

” Det er svært at finde mennesker i Danmark, der har brancheerfaring og forstår samspillet mellem teknologi, marked, økosystem og hele det kompetitive landskab. På den tekniske side er vi gode til at dække vores behov af, dvs. udvikling, support, alle de forskellige aspekter. Den største udfordring er at finde de rigtige kommercielle kompetencer”

Michael Grunkin, Visiopharm

For en stærk, international teknologi koncern som Oticon er udfordringen lidt anderledes. Virksomhedens medarbejdere (for eksempel eksperterne i digital signalbehandling) har gode forudsætninger for at navigere i KI-teknologien. Parallelt kører interne videreuddannelses-programmer til at dygtiggøre medarbejderne i de nye teknologier. Udfordringen ligger lige så høj grad i at fortsætte med de aktuelle, succesrige forretningsmodeller, mens man samtidig forsker og udvikler på transformationen til fremtidens nye teknologier, muligheder og forretningsmodeller.





INNOVATIONSKRAFT OG FORRETNINGSMODELLER

AI-teknologien indeholder et enormt disruptions potentiale eller en stor transformationskraft, og derfor er det helt afgørende, at emnet AI,

og hvad det betyder for en virksomheds produkt eller kunder, er top of mind hos ledelser. Man skal turde tænke det utænkelige, arbejde med trusselsscenarier, forberede sig på at disrupte egen business og være åben over for, at den forretningsmodel, der hidtil har virket, ikke nødvendigvis gør det i morgen. Konkurrencen kan komme fra helt uventet kant.

Der er brug for et skarpt og løbende overblik over en meget hurtig, global udvikling med nye startups, der truer de etablerede virksomheder. Kravene til ledelsen til at navigere i dette høj-dynamiske miljø, at udnytte chance og håndtere risici er store og stadigt stigende.

Den største del af den globale AI udvikling sker i USA (48%) og Kina (38%) (2017 tal)¹¹. Samtidig udgør disse lande store globale markeder for fremtidige danske sundhedsløsninger. Det stiller krav om et globalt udsyn og en dyb teknologiforståelse og en vilje til at tænke i forskellige fremtidsscenarier og til at investere i forskning og videnssamarbejde med såvel universitets- og hospitalmiljøer samt med andre virksomheder.

Gør det muligt at nogle af R&D-ressourcerne bliver brugt til lidt mere langsigtet arbejde. Og forbered dig på at disrupte din egen business. Vær åben over for at den forretningsmodel, der har virket godt i går og i dag, ikke nødvendigvis gør det i morgen. Konkurrencen kan komme fra ukendt kant”

Uwe Hermann, Oticon

GROBUND FOR MERE SAMARBEJDE PÅ TVÆRS AF VIRKSOMHEDER

ATV mener, at vi i Danmark med fordel kan tænke i øget samarbejde mellem små og større virksomheder og på tværs af sektorer. Mange teknologiplatforme går ikke blot på tværs af bestemte industrier, men også på tværs af sundhedsleverandører. Det gælder eksempelvis opsamling af data fra brugere og udvikling af kunstig intelligens, der kan finde insights fra data. Der er et generelt behov for at digitalisere løsninger til kliniske forsøg (dataopsamling), og det behov er det samme, uanset om det handler om høreapparater eller lægemiddelafprøvninger.



REGULERING

For flere af virksomhederne er regulering en af de helt store udfordringer. Uklarhed omkring hvilke regulatoriske krav, der kommer til at

gælde for at opnå myndighedsgodkendelse på eksempelvis diagnostiske produkter i 2020, er stor. Og samtidig er der alvorlige flaskehalsproblemer med alt for få bemyndigede organer (notified bodies) der hverken har tilstrækkelig kompetence eller kapacitet til at møde efterspørgslen.

GDPR og særligt det nye EU MDR er en stor udfordring for medtech-industrien, og der er en reel risiko for, at EU taber terræn på innovation, og at mindre virksomheder og startup-virksomheder kommer til at knække halsen. Filosofien i lovgivningen er god nok, men man skal finde en måde at implementere det på i praksis, så det ikke spænder ben for innovation”

Søren Riis, Oticon Medical

En af de ting, der er særlig store udfordringer og uklarheder omkring er, hvordan man godkender produkter og løsninger, der bygger på en 'selv-lærende algoritme'. Indtil videre findes der ganske få retningslinjer for, hvordan man skal forholde sig og hvilke modeller, myndighederne vil acceptere. Virksomhederne oplever kun i meget lille grad at kunne få rådgivning herom fra myndigheder og bemyndigede organer, fordi de ikke har båndbredden eller kompetencen til at indgå i en kvalificeret dialog. Det betyder, at virksomhederne risikerer at møde modstand i godkendelsesprocessen, fordi de ikke har kunnet få den rette rådgivning på det rigtige tidspunkt af udviklingsforløbet.

Vi oplever, at når myndighederne skal forholde sig til helt nye teknologiområder, er der en betydelig risiko for, at de regler, der opstilles for godkendelse, bliver meget tunge at leve op til. Det bliver meget dyrt og tidskrævende for de virksomheder, der skal gå forrest og vise vejen, og det skaber en reel risiko for at nyttig teknologi ikke når frem til patienterne”

Michael Grunkin, Visiopharm

11. <https://www.cbinsights.com/research/china-artificial-intelligence-investment-startups-tech/>

I første omgang skal vi have apparatet, inklusiv en given algoritme rettet mod en specifik diagnose, godkendt. Algoritmen (AI) vil måske fra starten være baseret på f.eks. 5.000 velbeskrevne billeder. Hvis algoritmen er udviklet som avanceret "Deep Learning" vil den "lære" og blive "klogere", når den har læst de næste 10-20.000 billeder. Ud fra et regulatorisk synspunkt kan man så med rette spørge, om det så er det samme produkt, som det der blev godkendt? Kan man få en algoritme godkendt som medical device? Ja – men den regulatoriske erfaring er endnu ikke stor. Rent regulatorisk er det et meget spændende og udfordrende område”

Henrik Krogen, GEHC



INCITAMENTER I SUNDHEDSSYSTEMET

En af de udfordringer, case-virksomhederne peger på, er, at der savnes incitamenter i det danske sundhedssystem til implementering af

nogle af de løsninger, der udvikles i forskningssamarbejderne mellem virksomhederne og hospitalerne.

Vi har lavet hobevis af projekter, der viser, at teknologien holder. Vi kan fange sepsis, vi kan sige, hvilken øjensygdom du har bare ved en OCT-scanning. Vi kan sige, hvem der falder om med et akut myocardium infarkt inden for 100 dage. No problem – på projektbasis. Den store udfordring er at ramme ind i nogle ordentlige incitamentstrukturer i det danske sundhedsvæsen. Det er næsten umuligt at lave en god businesscase. Man kan sagtens lave den på overordnet plan – men hvor er pengene, når vi skal implementere i virkeligheden?”

Jacob Høj Berthelsen, Enversion

Det dominerende fokus på budget KPI'er for enkelte hospitalsafdelinger udgør et dårligt incitament for at indføre sundhedsteknologiske løsninger. Til trods for, at løsningerne samlet set ville kunne spare det danske sundhedssystem for mange udgifter, er incitamentet for den enkelte afdeling, der ser egne budgetter reduceret, ikke stort.

“Trusted AI made in Denmark” med høje sikkerhedsstandarder, høje etiske standarder og beskyttelse af kundernes data kan blive en stor vækstmulighed. Danmark kan blive for AI, hvad Schweiz er for Bankerne. – Et sted hvor brugere af AI-baserede løsninger kan vide sig sikre.

Det danske hjemmemarked er meget lille, og interview-virksomhederne har derfor også blikket rettet mod større, globale markeder, men efterspørger alligevel, at Danmark i højere grad implementerer nogle af de løsninger, der udvikles herhjemme på baggrund af danske sundhedsdata og i samarbejde med danske hospitaler.

En af vejene til ændrede incitamentstrukturer kunne tænkes at gå gennem en nytænkning af offentlig-private innovations-samarbejder gennem flere fælles projekter med delt vision om løsning, med delt ejerskab, delt investering, delt risiko, og delt succes.



DANMARK SOM TESTBENCH

Danmark udgør måske et lille hjemmemarked, men ikke desto mindre har vi potentiale til at indtage en førerposition som det sted, hvor fremtidens sunde, AI-baserede løsninger bygges.

Med udgangspunkt i de unikke danske sundhedsdata, høje dataetiske standarder, en stærk samarbejdskultur, stærke forskningsmiljøer – både klinisk og datalogiske har Danmark alle byggeklodserne til at kunne udvikle sig til at være stedet, hvor AI-baserede sundhedsteknologiske løsninger udvikles på etisk forsvarlig vis. Med en massiv og koordineret satsning på at gøre Danmark til testbench for udvikling af fremtidens sunde AI-løsninger kan vi både fremtidssikre og udbygge den styrkeposition, Danmark allerede indtager inden for life science området og samtidig bidrage til at kvalitetssikre fremtidens løsninger.

I Danmark er vi generelt optagede af den etiske dimension, og her adskiller vi os i nogen grad fra nogle af de lande, der er længst med at udvikle AI-baserede sundhedsløsninger. Kinesisk AI udvikling er underlagt statens totale kontrol krav over borgerne. Her kan borgerne kun stole på en ting: AI vil i fremtiden blive brugt til at kontrollere dem endnu mere.

I USA driver de store tech giganter løsninger, der giver dem adgang til endnu mere kundedata, som igen åbner for endnu flere forretningsmuligheder. Kundernes datasikkerhed og privacy er underlagt forretningsinteresserne. I den verden kan “Trusted AI made in Denmark” med høje sikkerhedsstandarder, høje etiske standarder og beskyttelse af kundernes data blive en stor vækstmulighed. Danmark kan blive for AI, hvad Schweiz er for Bankerne. – Et sted hvor brugere af AI-baserede løsninger kan vide sig sikre.

Danmark er kendt for en stærk struktur i vores patient-data – grundet vores 50 årige CPR-nr. struktur. To ting gør dog at dette ikke alene er nok til at gøre Danmark til et land, hvor lokale og internationale forskere og firmaer ønsker at udvikle algoritmer og kunstig intelligens indenfor sundhedsvæsenet.

For det første kræver det en stærk uddannelse, kvalitet og disciplin i "data-entry" hos personalet, der indlægger data. Det kræver, at de har tid og teknologi til at samle nok og de rette data punkter om den enkelte patient i en given situation – for at sådanne data kan udnyttes til at træne en algoritme senere. Det er ikke nok at føre til protokols at patienten, med et givet CPR-nr., har en mulig spredning af cancer i en lunge ved de første røntgenbilleder. Det er nødvendigt senere at tilføje data som: Blev der lavet opfølgende CT-scan, taget biopsier/blodprøver, hvad viste de, og hvad var patientens videre forløb?

Det andet punkt er at selv om sådanne høj-kvalitets data heldigvis ofte er til stede, kræver det, at der politisk og data-sikkerhedsmæssigt er udfærdiget regler og metoder til, at

sådanne primære patient-data kan udnyttes til sekundære formål. Finland har per 26.4.2019 vedtaget et sådant regelsæt. (Laki sosiaali- ja terveystietojen toissijaisesta käytöstä, HE 159/2017). En beskrivelse fra det finske regelsæt:

"Den primære brug af patient-data betyder, at data bruges til det formål, hvortil dataene oprindeligt blev gemt i kunde-og/eller patientregistret. Den sekundære brug af kundedata refererer til brugen af de samme oplysninger i andre sammenhænge end til primær brug. De sekundære anvendelser, der er skitseret i (den finske) lov, omfatter videnskabelig forskning, udarbejdelse af statistikker, udviklings- og innovationsaktiviteter, undervisning, viden-styring, styring og tilsyn med myndigheder samt myndighedernes planlægnings- og rapporteringsopgaver".

Noget sådant må vi snarest have på plads i Danmark.

Adm. direktør Henrik Krogen,
GE Healthcare Danmark



7 HOVEDOBSERVATIONER



1 DATA SOM FUNDAMENT

AI-baserede sundhedsteknologiske løsninger bygger på data, og dem har vi mange af i Danmark. De offentlige danske sundhedsdata skal bringes i spil. Datasæt skal valideres, og træningsæt skal på kontrolleret vis stilles til rådighed for udvikling af nye AI-baserede sundheds løsninger.



2 FORSKNINGSSAMARBEJDER

Forskningssamarbejde er afgørende for udvikling af gode AI-baserede løsninger, der kan implementeres i virkeligheden. Forskningssamarbejde fører til udvikling af ny viden, giver adgang til data, skaber evidens og fungerer som rekrutteringskanal.



3 TALENT OG KOMPETENCER

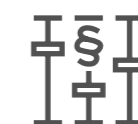
Udvikling og anvendelse af nye teknologier kræver medarbejdere med de rette kompetencer. Særligt softwareudviklere og datascientists er i høj kurs, men også kommercielle og regulatoriske kompetencer er stærkt efterspurgt.



4 INNOVATIONSKRAFT OG FORRETNINGSMODELLER

AI-teknologi indeholder en enorm transformationskraft og udfordrer velkendte forretningsmodeller. Det stiller krav om et globalt udsyn, en dyb teknologiforståelse, en vilje til at tænke i forskellige

fremtidsscenarier og til at investere i forskning og videnssamarbejde med såvel universitets- og hospitalmiljøer, samt med andre virksomheder.



5 REGULERING

Uklarhed omkring regulatoriske krav, manglende kvalificeret rådgivning og flaskehalsproblemer hos bemyndigede organer hører til nogle af de udfordringer, virksomhederne møder. Dertil kommer udfordringer med at kunne rekruttere personer med relevante regulatoriske kompetencer.



6 INCITAMENTER I SUNDHEDSSYSTEMET

Der er brug for incitamentsstrukturer, der understøtter, at der flyttes "budgetter" mellem forskellige dele af sundhedssystemet, så dansk udviklede sundhedsteknologiske løsninger kan implementeres og øge kost-effektiviteten på de danske hospitaler.



7 DANMARK SOM TESTBENCH

Med udgangspunkt i de unikke danske sundhedsdata, høje dataetiske standarder, en tillidsbaseret samarbejdskultur, stærke kliniske og datalogiske forskningsmiljøer har Danmark alle byggeklodserne til at kunne udvikle sig til at være stedet, hvor AI-baserede sundhedsteknologiske løsninger udvikles.

DANMARKS POTENTIALE I FORHOLD TIL AT OPNÅ EN STYRKEPOSITION INDEN FOR AI-BASERET SUNDHEDSTEKNOLOGI

Styrker

- Høj digitaliseringsgrad
- Unikke sundhedsdata med lange tidsserier og kobling til CPR
- Stærke forskningsmiljøer – både kliniske og datalogiske
- Stærk life science sektor – både farma og medico
- Stor tillid og godt samarbejds miljø
- Stærk tradition for etisk og ansvarlig håndtering af data

Muligheder

- Skab et dansk "fitnesscenter" for algoritmetræning baseret på danske sundhedsdata til udbygning og fremtidssikring af styrkeposition inden for life science
- Trusted AI som varemærke for sunde og etisk forsvarlige løsninger "Made in Denmark"
- Tættere samarbejde på tværs af sektorer og mellem etablerede sundhedsvirksomheder og start-ups til gensidig gavn

Udfordringer

- Kvalitet af danske sundhedsdata (struktur og annotering)
- Talent og kompetencer (ikke tilstrækkeligt volumen)
- For stor efterspørgsel på forskningssamarbejder til at klinikkerne kan følge med
- Manglende incitamentsstruktur for implementering af AI i det danske sundhedssystem
- Regulatoriske krav er svære at gennemskue, under forandring og med manglende kapacitet og kompetence hos bemyndigede organer
- Industrien mødes med mistro i offentlige-private samarbejder

Trusler

- Den danske styrkeposition inden for life science udhules, hvis vi ikke bliver dygtige nok til at tænke AI og services ind
- De store, stærke danske virksomheder taber terræn og dermed betydning for dansk økonomi
- Vi får ikke bragt de danske offentlige sundhedsdata i spil, mens kinesiske og amerikanske AI-baserede løsninger vinder indpas på det danske marked og i hele verden

ANBEFALINGER

ATV mener, at Danmark har alle muligheder for at udbygge og fremtidssikre sin styrkeposition inden for life science ved at gøre Danmark til en hub for udvikling af fremtidens AI-baserede sundhedsteknologiske løsninger.

ANBEFALING 1: BYG ET DANSK 'FITNESSCENTER' FOR ALGORITMETRÆNING

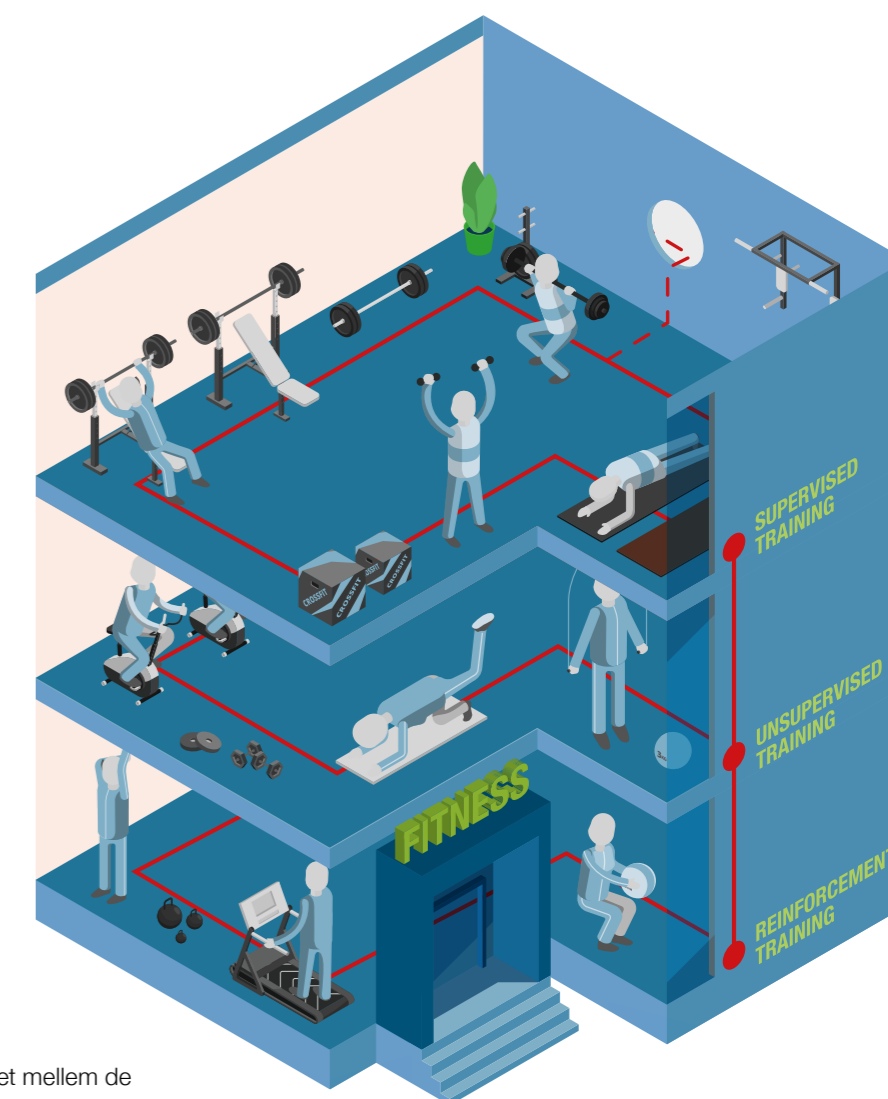
Lad os gøre Danmark til et verdensførende kompetencecenter, hvor fremtidens AI-baserede sundhedsteknologiske løsninger bygges med udgangspunkt i unikke danske sundhedsdata, høje dataetiske standarder, en stærk samarbejds kultur, fremragende forskningsmiljøer og visionære virksomheder. Danmark har alle byggeklodserne til at kunne udvikle sig til at være stedet, hvor gode AI-baserede sundhedsteknologiske løsninger udvikles.

Et dansk algoritme-træningscenter vil medvirke til at opbygge kompetencer og nye virksomheder i Danmark og samtidig være en magnet for tiltrækning af udenlandsk talent og virksomheder.

ANBEFALING 2: SKAB ET STÆRKERE OG MERE SAMMENHÆNGENDE ØKOLOGI

Life science udgør en af Danmarks vigtigste styrkepositioner, og bør også gøre det i fremtiden. Vi står i en situation, hvor nogle af de store og gamle virksomheders innovationskraft er presset. Hvor velkendte forretningsmodeller udfordres af de nye teknologiers transformationskraft, mens startups kæmper en kamp for at finde fodfæste.

Vi skal dyrke og styrke interessefællesskabet mellem de forskellige aktører og dermed danne grobund for et mere sammenhængende og understøttende økosystem med læring, videndeling og teknologiplatforms-samarbejder på tværs af store og små virksomheder og sektorer, og hvor myndigheder, virksomheder, hospitaler og universiteter mødes i en tættere dialog.



INVITATION TIL FORTSAT DIALOG

Udvikling og implementering af AI-baserede sundhedsløsninger står overfor en række udfordringer, som kræver en fokuseret indsats på tværs af myndigheder, virksomheder, hospitaler og forsknings- og udviklingsmiljøer for at løse. Fra ATV's side vil vi gerne lægge op til debat og vidensdeling gennem en

serie workshops i 2019-2020 omkring disse udfordringer med fokus på pragmatiske tiltag, som kan sikre større fremdrift i brugen af AI i sundhedsvæsenet og i sundhedsløsninger fra Danmark.

Følgende workshops er under planlægning for 2019-2020:

WS1

DANMARK SOM TRÆNINGSCENTER FOR AI ALGORITMER INDEN FOR LIFE SCIENCE

- Stille validerede datasæt til rådighed
- Optimere, træne algoritmer
- Samarbejde med universiteter
- Sammenhæng med Trial Nation og Danmark som land for kliniske afprøvninger

VISION: Udbygge og fremtidssikre life science styrkeposition

WS2

DATA ADGANG OG SIKKERHED – TRUSTED AI

- Erfarings- og videndeling
- Styr på GDPR, privacy
- Eksempler fra industri og forskning
- Udvikling af best practice paper til andre som skal i gang

VISION: Trusted AI – made in Denmark

WS3

MULIGHEDER I INDUSTRIELT SAMARBEJDE – DEN DANSKE MODEL

- Den danske model: Stærke præ-kompetitive samarbejder på tværs af industri og sektorer og mellem små og store virksomheder
- Motivere for deling af infrastruktur mellem store virksomheder
- Innovationskraft og nye forretningsmuligheder

VISION: Et stærkt sammenhængende dansk økosystem

WS4

TALENT OG KOMPETENCER

- Hvilke kompetencer har virksomhederne særligt behov for?
- Hvilke ændringer af kompetenceprofiler er der behov for i sundhedsvæsenet?
- Hvordan implementeres teknologi i det daglige kliniske arbejde?
- Hvad skal der til for, at Danmark kan udvikle og tiltrække talent indenfor AI og sundhed?

VISION: Danmark skal være en attraktiv hub for udvikling af AI-baserede løsninger og både uddanne og tiltrække ekspertise inden for dette område

WS5

INCITAMENTSSTRUKTURER FOR AI-BASEREDE LØSNINGER

- Hvordan kan vi sikre, at det danske sundhedsvæsen har incitament til at bruge disruptive løsninger – og løsninger, der er udviklede i Danmark?
- Hvordan undgås at effektivisering omsættes til (yderlige) pinefulde besparelser i et allerede udpint sundhedssystem?

VISION: Offentlig-private innovationssamarbejder skal gentænkes til fælles fordel og med implementering af løsninger til følge i et værdibaseret sundhedssystem.

SPONSORER OG ATV-PARTNERE

SPONSORER

Denne hvidbog er blevet til med støtte fra Otto Mønstedts Fond og ATV's Science & Engineering projekt, der støttes af: Aalborg Universitet, Aarhus Universitet, Copenhagen Business School, Danmarks Tekniske Universitet, Københavns Universitet, Roskilde Universitet, COWIfonden, Lundbeckfonden, Novo Nordisk Fonden, Rambøll Fonden og VILLUM FONDEN.



OTTO MØNSTEDS FOND

ATV-PARTNERE

Danmarks teknologiførende virksomheder, universiteter og fonde støtter ATV med et fast, årligt beløb. Deres støtte er uvurderlig for Akademiets arbejde, og for ATV-partnerne er det en adgangsbillet til Danmarks stærkeste netværk for teknologiledere.

AAU – Aalborg Universitet	DIP – Danske Civil- og Akademiingeniørers Pensionskasse	Industriens Fond	Oticon
Akademikerne	DTU – Danmarks Tekniske Universitet	Innovationsfonden	Otto Bruuns Fond
ASTRA	Ferring Pharmaceuticals	IT-Universitetet i København	Patent- og Varemærkestyrelsen
AU – Aarhus Universitet	FORCE Technology	KEA – Københavns Erhvervsakademi	Rambøll
BLOXHUB	FOSS	Københavns Universitet, Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet	Rockwool
Carlsberg	FRI – Foreningen af Rådgivende Ingeniører	Københavns Universitet, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet	RUC – Roskilde Universitet
CBS – Copenhagen Business School	GE – General Electric	Landbrug og Fødevarer	Scanventure
CLEAN	Grundfos	LEO Pharma	SDU – Syddansk Universitet
Coloplast	GTS-foreningen	Maersk Drilling	Siemens
COWI	H. Lundbeck	MAN Energy Solutions	Technicon
Danfoss	Haldor Topsøe	NIRAS	TI – Teknologisk Institut
Danish Crown	HMN Naturgas	Novo Nordisk	Vestas
Danish Power Systems	IAK – Industriens Arbejdsgivere i København	Novozymes	VIA University College
Dansk Metal	IDA – Ingeniørforeningen	Nykredit	Widex
Danske Bank			Ørsted
Danske Regioner			Aarsleff



ATV ER EN UAFHÆNGIG, MEDLEMSDREVET TÆNKETANK.

ATV ARBEJDER FOR, AT DANMARK SKAL VÆRE EN AF FEM FØRENDE
SCIENCE & ENGINEERING-REGIONER I VERDEN – TIL GAVN FOR
KOMMENDE GENERATIONER.

AKADEMIETS MEDLEMMER MEDVIRKER TIL AT IMPLEMENTERE
ANBEFALINGER FRA PROJEKTER I VIDENSMILJØER OG VIRKSOMHEDER.

LÆS MERE PÅ WWW.ATV.DK

