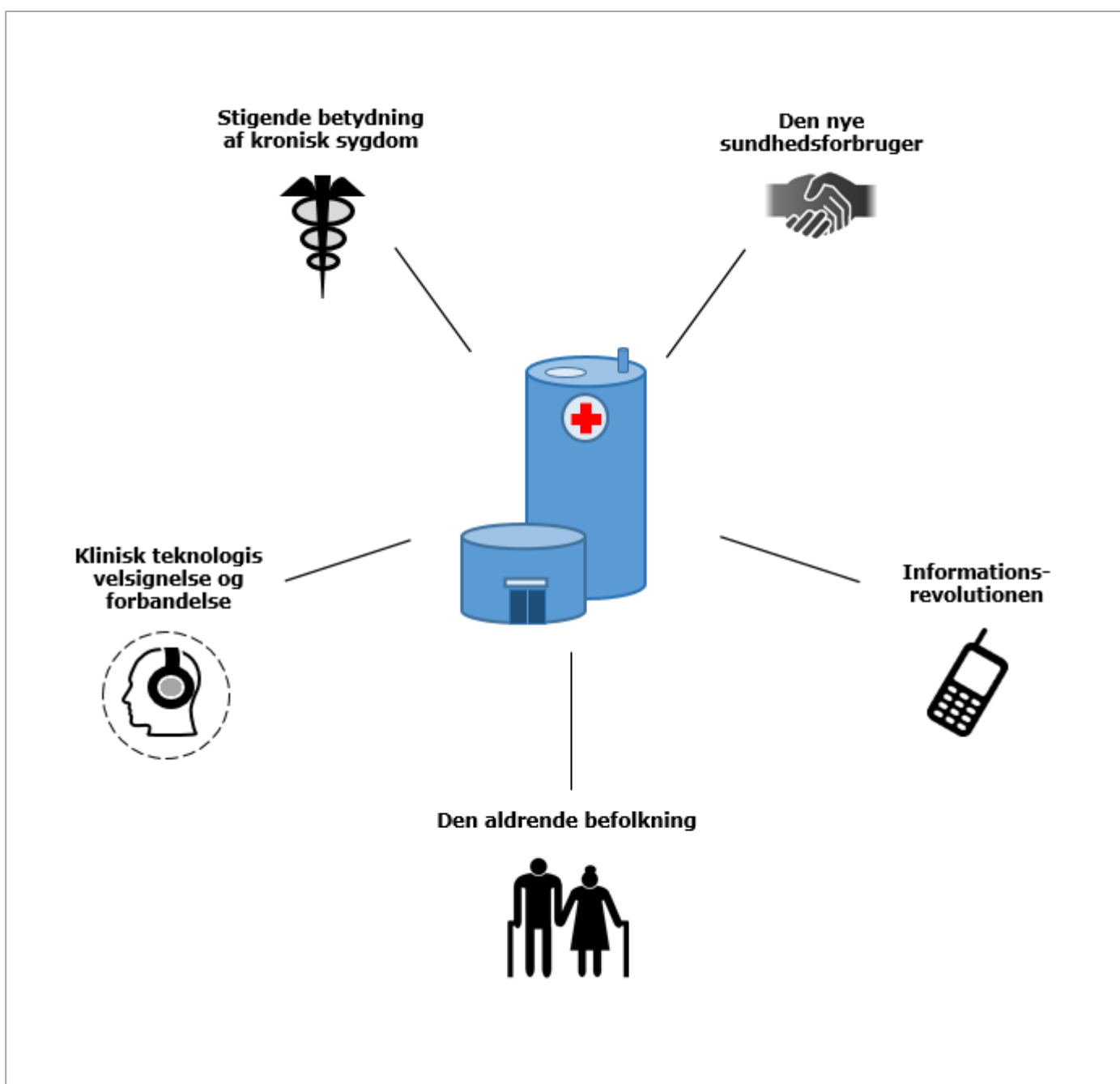


Betina Højgaard og Jakob Kjellberg

Fem megatrends der udfordrer fremtidens sundhedsvæsen



Fem megatrends der udfordrer fremtidens sundhedsvæsen

Publikationen kan hentes på www.kora.dk

© KORA og forfatterne, 2017

Mindre uddrag, herunder figurer, tabeller og citater, er tilladt med tydelig kildeangivelse. Skrifter, der omtaler, anmelder, citerer eller henviser til nærværende, bedes sendt til KORA.

© Omslag: Mega Design og Monokrom

Forsideillustration: Lise Beining

Udgiver: KORA

ISBN: 978-87-7488-978-6

Projekt: 11325

KORA
Det Nationale Institut for
Kommuners og Regioners Analyse og Forskning

KORA er en uafhængig statslig institution, hvis formål er at fremme kvalitetsudvikling samt bedre ressourceanvendelse og styring i den offentlige sektor.



Det Nationale Institut
for Kommuners og Regioners
Analyse og Forskning

Købmagergade 22
1150 København K
E-mail: kora@kora.dk
Telefon: 444 555 00

Forord

Danske Regioner har bedt KORA om at udarbejde en analyse af fem megatrends, der udfordrer det danske sundhedsvæsen i fremtiden.

De fem megatrends er udpeget af The Advisory Board Company og omfatter:

- Den aldrende befolkning
- Den stigende betydning af kronisk sygdom
- Informationsrevolutionen
- Klinisk teknologisk velsignelse og forbandelse
- Den nye sundhedsforbruger.

KORAs analyse er gennemført i perioden januar-februar 2017 og baseret på foreliggende skriftligt materiale (rapporter og artikler) samt interview med nøglepersoner. Denne rapport beskriver resultaterne af analysen.

Vi vil gerne takke interviewpersonerne, som beredvilligt har stillet op med kort varsel og stillet deres faglige viden til rådighed. Vi vil samtidig gerne understrege, at interviewpersonerne ikke har noget ansvar for den færdige rapport, som de ikke har fået forevist.

Forfatterne

April 2017

Indhold

Resumé	5
1 Formål og metode	10
1.1 Metode	10
1.2 Afgrænsning	11
1.3 Læsevejledning	11
2 Den aldrende befolkning	12
2.1 Flere ældre	12
2.2 Stigende sundhedsudgifter med alderen	13
2.3 Reduktion i arbejdsstyrken	17
2.4 Opsamling	19
3 Den stigende betydning af kronisk sygdom	20
3.1 Stigende forekomst af kroniske sygdomme	21
3.2 Kroniske sygdomme og ikke mindst multisygdom er stigende med alderen	25
3.3 Konsekvenser for organiseringen af sundhedsvæsenet	27
4 Informationsrevolutionen	28
4.1 Øget anvendelse af digitale løsninger	28
4.2 Øget anvendelse af kunstig intelligens og big data	32
4.3 Behov for opbygning af en datainfrastruktur	38
4.4 Fare for skabelse af to parallelle systemer	39
4.5 Vil computere og robotter udmanøvrere sundhedspersonalet?	40
5 Klinisk teknologis velsignelse og forbandelse	42
5.1 Personlig medicin og individualiseret behandling	43
5.2 Taksonmien for sygdom skal gentænkes	46
5.3 Ethiske udfordringer	47
5.4 Fokus på sundhed frem for sygdom	47
5.5 Behov for nye kompetencer og øget specialisering	48
6 Den nye sundhedsforbruger	49
6.1 Fremtidens borger har øgede forventninger til sundhedsvæsenet	49
6.2 Borgere og patienter er aktive medspillere i sundhedsvæsenet	50
7 Tværgående opsamling	52
Litteratur	55

Resumé

The Advisory Board Company, som er en global forsknings-, teknologi- og konsulentvirksomhed, der hjælper ledere inden for hospitalsvæsenet og sundhedssystemet med at forbedre kvaliteten og effektiviteten af patientpleje, har i 2012 udpeget fem megatrends, der udfordrer sundhedsområdet. De fem megatrends er:

- Den aldrende befolkning
- Den stigende betydning af kronisk sygdom
- Informationsrevolutionen
- Klinisk teknologis velsignelse og forbandelse
- Den nye sundhedsforbruger.

Danske Regioner har på baggrund heraf bedt KORA om at udarbejde en rapport, der med afsæt i en dansk kontekst kvalificerer og om muligt kvantificerer de megatrends for sundhedsvæsenet, som er udpeget af The Advisory Board Company, og som nødvendiggør udvikling af det danske sundhedsvæsen.

Centrale udviklingstendenser for de fem megatrends

Den aldrende befolkning

I løbet af de næste 20 år vil der ske en kraftig ændring i befolkningssammensætningen i Danmark. Det absolutte antal af ældre vil stige markant, især antallet af de allerældste borgere. Således forventes antallet af borgere, der er 80+ år, at være fordoblet i 2036. Den demografiske udvikling vil medføre en tosidet udfordring for sundhedsvæsenet i form af stigende efterspørgsel af sundhedsydelser og en aldrende arbejdsstyrke.

Alene stigningen i det absolutte antal ældre vil øge presset på sundhedsvæsenet, da sundhedsudgifterne stiger med alderen. De stigende sundhedsudgifter kan i stor udstrækning tilskrives høje udgifter i de sidste leveår. Endvidere vil den stigende levetid medføre flere behandlingskrævende leveår. Hvor mange flere ressourcer det vil kræve, afhænger af faktorer som "sund aldring", den teknologiske udvikling i diagnostik og behandling samt de kommende ældres forventninger til sundhedsvæsenet og livet som ældre. Nye behandlinger tenderer til at være mere skånsomme, hvilket alene vil føre til øgede behandlingsmuligheder for ældre og dermed et øget pres på sundhedsvæsenet.

Store årgange står over for pension, mens mindre årgange træder ind på arbejdsmarkedet. I 2000 var der 4,3 borgere mellem 18-64 år for hver borger, der var 65+ år. Dette antal er blevet reduceret med 1,1 borgere fra 2000 til 2016 og forventes yderligere reduceret i de kommende år. Over en ca. 40-årig periode fra 2000 og frem forventes der således at ske en halvering i forholdet mellem antallet af borgere mellem 18-64 år og de, der er 65+ år, så forholdet i 2042 vil være 2,2. Denne ændring er en udfordring for finansieringen af velfærdsstaten i almindelighed og for arbejdsstyrken på sundhedsområdet specifikt. Det betyder, enten at den enkelte sundhedsperson skal varetage flere sundhedsopgaver, eller at en større andel af borgerne i den erhvervsaktive alder vil skulle beskæftiges i sundhedsvæsenet, eller at patienter og pårørende vil skulle gøre mere selv.

Den stigende betydning af kronisk sygdom

Cirka en tredjedel af befolkningen lever i dag med én eller flere kroniske sygdomme. Andelen forventes dog at stige i de kommende år (1).

Den demografiske udvikling vil medføre flere kronikere (ved uændret prævalens/incidens), da forekomsten af kronisk sygdom er stigende med alderen. Endvidere er multisygdom (flere samtidige kroniske sygdomme) stigende med alderen. Udviklingen i diagnostiske metoder gør, at vi i fremtiden vil kunne diagnosticere sygdomme tidligere end i dag, og dermed vil kriterierne for, hvornår man er rask og syg, blive ændret. Fremtidige forbedrede diagnostik- og behandlingsmuligheder vil dels føre til bedre behandling af sygdomme, dels bedre mulighed for overlevelse. Det vil betyde, at tidligere dødelige sygdomme i fremtiden kan få karakter af kroniske sygdomme, mens den bedre mulighed for overlevelse vil bevirke stigning i den gennemsnitlige levetid og dermed stigning i kronisk sygdom qua den aldersbetingede stigende forekomst.

Bedre og tidligere diagnosticering og behandling som følge af den teknologiske udvikling vil ikke kun have en negativ effekt på forekomsten af kroniske sygdomme, men vil også kunne reducere forekomsten af nogle kroniske sygdomme. Samlet set forventes de demografiske og sygdomsmæssige komponenter, og eventuelt kombinerede effekter heraf, dog i de kommende 10-15 år at have en større påvirkning på forekomsten af kroniske sygdomme end den teknologiske udviklings reducerende effekt.

Kronisk sygdom – ikke mindst det at have flere samtidige kroniske lidelser – er forbundet med store årlige merudgifter i det regionale sundhedsvæsen. Sundhedsudgifterne er 11 gange større for en patient med tre eller flere kroniske lidelser sammenlignet med en patient uden kronisk sygdom (2). Genindlæggelsesraten er ligeledes 5 og 12 gange større for patienter med henholdsvis 2 og 3+ kroniske sygdomme sammenlignet med patienter uden kronisk sygdom. Kronisk sygdom har ikke kun en negativ økonomisk effekt, men har også store menneskelige omkostninger i form af reduceret livskvalitet.

Alene de forventede fremtidige demografiske ændringer vil medføre 21 % stigning i multisygdom fra 2014 til 2024 (en stigning fra ca. 128.000 til ca. 154.000 multisyge). Foruden de direkte økonomiske konsekvenser af, at den enkelte borger får flere kroniske sygdomme, vil stigningen i multisygdom også betyde, at der skabes øget behov for at sikre sammenhæng mellem sundhedsvæsenets indsatser.

Informationsrevolutionen

Mængden af information og data forventes at eksplodere i de kommende år. Udviklingen vil være drevet af, at vi vil få mange flere data på den enkelte borger, dels i form af øgede registerdata, herunder gendata, dels i form af data indsamlet via sensorer, wearables, sociale medier, GPS-sporing og overvågning. Samkøring af de store mængder af data og brug af kunstig intelligens vil skabe en unik mulighed for at finde sammenhænge i data ud fra ikke-præopstillede hypoteser.

Inden for blot de næste ti år forventes den øgede datamængde, digitalisering og brug af kunstig intelligens at medføre en markant transformering af sundhedsvæsenet, idet udviklingen vil skabe grundlag for nye måder at tilgå sundhedsvæsenet på, nye arbejdsgange og automatisering af en række arbejdsopgaver. Der vil således ske en kraftig stigning i brugen af sundhedsapps og virtuelle konsultationer til vidensdeling, overvågning af den fysiske tilstand samt til monitorering af sygdom og symptomer. Endvidere vil patienter og læger i fremtiden få adgang til avancerede beslutningsstøtteinstrumenter i form af løsninger som eksempelvis IBM's supercomputer Watson, som er en computer baseret på kunstig intelligens.

Udviklingen vil bombardere patienter og klinikere med data, men skal det blive en gevinst for borgeren og samfundet, er det altafgørende, at data bliver struktureret og kondenseret. Dette kræver, at der skabes en ny datainfrastruktur, som gør det muligt at sammenkøre data på tværs af datakilder. Datasikkerhedsmæssige spørgsmål udfordrer imidlertid opbygningen af en

sådan struktur. I tråd hermed efterlyses der en stærkere politisk regulering af sundheds-apps og beslutningsstøtteværktøjer med henblik på at beskytte borgerne.

Flere af de interviewede frygter, at digitaliseringen og den teknologiske udvikling er i gang med at overhale det offentlige sundhedsvæsen, og at der vil blive etableret to parallelle systemer, hvor de mere ressourcestærke borgere vil tilkøbe sig smarte, private løsninger. Andre informanter vurderer ikke dette som en reel trussel – men pointerer i stedet, at det kan være en nødvendig hjælp for et sundhedsvæsen, der udfordres af den stigende efterspørgsel i fremtiden. Uagtet synspunktet er der enighed om, at det private marked vil komme til at få langt større betydning end hidtil i sundhedsvæsenet, og at den primære udvikling af de teknologiske løsninger vil foregå her. En vigtig opgave for det offentlige sundhedsvæsen bliver i den forbindelse at få de private aktører som aktive medspillere og hermed bl.a. få gavn af alle de data, som borgerne selv indsamler.

Klinisk teknologisk velsignelse og forbandelse

Sundhedsvæsenet befinder sig på overgangen fra den mekaniske til den biologiske æra. Genteknologi og anden molekylær biologi forventes således at revolutionere sundhedsvæsenet i de kommende 10-15 år, fordi den bioteknologiske udvikling har skabt mulighed for at udvikle individuelle behandlinger på baggrund af den enkeltes genetiske profil. Yderligere er der skabt grundlag for, at vi kan udvikle nye behandlinger, der er målrettet fejl i genmassen – i modsætning til mere traditionelle lægemidler, der kompenserer for kroppens ubalancer. Den bioteknologiske udvikling forventes således i de kommende 10-15 år at medvirke til et paradigmeskifte i det danske sundhedsvæsen, der vil medføre, at:

- Behandlinger bliver langt mere individualiserede
- Sundhedsvæsenet vil have fokus på forebyggelse og sundhed frem for på sygdom.

På den ene side kan personlig medicin forventes at medføre et reduceret ressourceforbrug. Målrettet behandling vil betyde, at patienten alt andet lige hurtigere får effekt af behandlingen og dermed en reduktion i behandlingsomkostningerne. På den anden side er der også flere faktorer, der taler for, at personlig medicin eller den viden, som gør udviklingen mulig, vil generere et øget ressourceforbrug. Den øgede indsigt i sammenhængen mellem vores gener og sygdom vil således åbne op for nye behandlingsmetoder for sygdomme, der i dag ikke findes behandling til, samt erkendelse af helt nye sygdomme. Endvidere kan der forventes at opstå et øget behov for løbende DNA-sekventeringer hos den enkelte borger. Sidst, men ikke mindst, bliver hele lægemiddelpriissætningen en spændende udfordring.

Identifikation af biomarkører for den enkelte sygdom og ikke mindst udvikling af valide biomarkørtests er helt afgørende for, at personlig medicins potentiale vil blive indfriet. Endvidere bliver der behov for, at genetiske data kan kobles som minimum med andre sundhedsdata, men også gerne socio- og miljødata. Dette stiller krav til datasikkerhed og etik, som bliver to vigtige emner på dagsordenen i fremtidens sundhedsvæsen.

Den øgede indsigt i det genetiske grundlag for sygdomme og i molekylærbiologi udfordrer den nuværende anvendte sygdomstaksonomi. For at kunne udnytte det fulde potentiale af den løbende og voksende forståelse af sammenhængen mellem molekylærbiologi og sygdom vil der være behov for, at taksonomien gentænkes. Personlig medicin udfordrer endvidere den traditionelle måde at godkende medicin på. I takt med, at vores viden om genomet og sammenhængen mellem forskellige biomarkører og sygdomme øges, vil der rejse sig en række etiske dilemmaer, der vil være behov for, at samfundet forholder sig til som helhed.

I fremtidens sundhedsvæsen vil der være fokus på sundhed frem for sygdom. Ifølge de interviewede vil denne udvikling bl.a. være en naturlig følge af, at vi inden for de næste 10-15 år forventes at kunne opspore langt flere sygdomme, inden de opstår.

Den nye sundhedsforbruger

I forhold til fremtidens borger er der to centrale tendenser. Den første tendens er, at fremtidens borgere har øgede forventninger til sundhedsvæsenet, dels i forhold til hvad de kan forvente af behandling, dels i forhold til at blive informeret og inddraget. Dette vil stille nye krav til sundhedspersonalet – ikke mindst i forhold til kommunikative færdigheder.

Den anden tendens er, at borgere og patienter i fremtidens sundhedsvæsen vil blive aktive medspillere. Samfundet vil fremover have behov for, at borgerne i langt højere grad tager ansvar for egen sundhed. Den generelle digitalisering af samfundet understøtter denne udvikling, og borgerne vurderes generelt også at være interesserede i at tage ansvar. De vil dog have behov for ny viden og kompetencer for at kunne påtage sig opgaven, og ikke alle borgere vil kunne forventes at gøre dette. Hvorvidt den øgede teknologisering, digitalisering og medinddragelse vil skabe mindre eller øget ulighed i sundhed, er uklart. På den ene side kan teknologien forventes at gøre sundhedssystemet lettere tilgængeligt for borgere, som sundhedsvæsenet i dag har svært ved at nå. Idealbilledet er, at ved at lade de borgere, der selv kan, gøre det, bliver der flere ressourcer til de borgere, der af forskellige årsager ikke magter det. På den anden side er der en frygt for, at nogle borgere ikke vil kunne gribe de teknologiske løsninger og dermed ikke bliver inkluderet i sundhedsvæsenet. For at fange denne gruppe borgere vurderes det at være helt centralt, at der tilbydes differentierede løsninger, hvor kommunikationen tilpasses og målrettes den enkelte – og tilsvarende behandlingstilbuddet.

Opsamling

På baggrund af gennemgangen af de fem megatrends vurderes der at være følgende centrale tendenser for sundhedsvæsenet de næste 10-20 år (nævnt i tilfældig rækkefølge):

- Der vil blive flere ældre borgere, og antallet af multisygge vil stige.
- Indsamling og brug af data vil vokse markant, især brugen af data indsamlet af borgerne selv.
- Borgerne vil få en meget mere central rolle i deres egen behandling, og især vil der være store forventninger til de ressourcestærke borgere om at tage aktiv del i egen sundhed.
- Borgerne vil stille højere krav til sundhedsvæsenet.
- Der vil ske en demokratisering af teknologi og viden. Borgerne vil have adgang til mere information end i dag – og nogle af dem vil på denne baggrund kunne indgå i et mere ligeværdigt samarbejde med lægen i beslutningen om, hvad der er den rette behandling. For andre vil det imidlertid være en udfordring at skabe overblik over den omfattende informationsmængde og herunder finde vej til den rigtige viden. Sidstnævnte gruppe vil komme til at udfordre de sundhedsprofessionelle, der vil stå med borgere med megen information og lille viden, som de sundhedsprofessionelle skal afbalancere.
- Der vil ske en markant udbredelse i anvendelsen af digitale løsninger, både som supplement til eksisterende behandling og som erstatning for den.
- Der vil være en stigende anvendelse af robotteknologi i sundhedsvæsenet.
- Sundhedsvæsenet vil blive proaktivt frem for reaktivt; der vil være fokus på sundhed frem for behandling, og borgerne skal holdes sunde og raske.
- Borgere såvel som klinikere vil i stigende grad benytte sig af forskellige beslutningsstøtteværktøjer i tråd med IBM's computer Watson.

- Der vil være mere individuelle forebyggelses- og behandlingsforløb som følge af, at der bliver bedre muligheder for at gøre brug af viden om patienternes genetiske arvemasse.
- En del arbejdsopgaver – både lægelige opgaver og serviceopgaver – vil blive automatiseret. Samtidig vil teknologien skabe nye arbejdsopgaver, da ny teknologi vil resultere i nye undersøgelser og behandlinger.

Metode

Afdækning af The Advisory Board Company fem udpegede megatrends for sundhedsvæsenet, og hvordan de vil udfordre det danske sundhedsvæsen i fremtiden, er baseret på:

- Desk research
- Analyse af den historiske udvikling
- Interview med nøglepersoner.

1 Formål og metode

Hvordan ser sundhedsvæsenet ud om 10 år, i år 2040 eller 2050? Det ved vi selvsagt ikke. Generelt er der dog enighed om, at sundhedsvæsenet står over for væsentlige udfordringer i de kommende år. Et stigende antal ældre og det, at vi bliver i stand til at behandle stadig flere sygdomme, fremhæves ofte som væsentligste udfordringer for sundhedsvæsenet (3).

The Advisory Board Company, som er en global forsknings-, teknologi- og konsulentvirksomhed, der hjælper ledere inden for hospitalsvæsenet og sundhedssystemet med at forbedre kvaliteten og effektiviteten af patientpleje, har i 2012 udpeget fem megatrends, der udfordrer sundhedsområdet (4). De fem megatrends er:

- Den aldrende befolkning
- Den stigende betydning af kronisk sygdom
- Informationsrevolutionen
- Klinisk teknologisk velsignelse og forbandelse
- Den nye sundhedsforbruger.

Danske Regioner har på baggrund heraf bedt KORA om at udarbejde en rapport, der med afsæt i en dansk kontekst kvalificerer og om muligt kvantificerer de udpegede megatrends for sundhedsvæsenet, som nødvendiggør udvikling af det danske sundhedsvæsen. De fem megatrends, som rapporten fokuserer på, var således givet i opdraget fra Danske Regioner.

1.1 Metode

Med udgangspunkt i de af The Advisory Board Company fem udpegede megatrends for sundhedsvæsenet har vi foretaget en afdækning af, hvordan disse megatrends vil udfordre det danske sundhedsvæsen i fremtiden. Afdækningen er baseret på:

- Desk research
- Analyse af den historiske udvikling
- Interview med nøglepersoner.

Desk research er benyttet til at skabe indsigt i udviklingstendenserne for de fem udpegede megatrends, samt hvordan de forventes at udfordre sundhedsvæsenet i fremtiden. Desk researchen er baseret på nyere relevante publikationer, artikler, rapporter, oplæg mv.

Analyser af den historiske udvikling er benyttet til at beskrive udviklingen i fx den demografiske udvikling over tid.

Interview med nøglepersoner er foretaget i de tilfælde, hvor resultaterne af desk research vurderes ikke at give et fyldestgørende billede af, hvilke tendenser der synes at være for de enkelte megatrends i fremtiden. Der er gennemført i alt ni telefoninterview. Udvælgelsen af interviewpersoner er foretaget på baggrund af desk research, og ved at informanter har peget på relevante videnspersoner. Endvidere er der foretaget interview af medarbejdere i KORA med særlig indsigt i innovation, teknologi og brugerinddragelse. Interviewpersonerne fremgår af Boks 1.1.

Boks 1.1. Informanter, der har medvirket ved interview

- Anders Kofod-Petersen, vicedirektør, Alexandra Instituttet, samt professor i kunstig intelligens ved Norges Teknisk-Naturvidenskabelige Universitet (NTNU) i Trondheim
- Grete Brorholt, seniorprojektleder, KORA
- Helle Sofie Wentzer, seniorprojektleder, KORA
- Jørgen Løkkegaard, centerchef, Velfærds- og Interaktionsteknologi, Teknologisk Institut
- Karen Andersen-Ranberg, overlæge, Geriatrik afdeling, OUH, og lektor, epidemiologi, Institut for Sundhedstjenesteforskning, SDU
- Marianne Levinsen, forskningschef, Fremforsk, Center for Fremtidsforskning
- Morten Kyng, professor i pervasive computing, Institut for Datalogi, Aarhus Universitet, samt leder af sundheds it, Alexandra Instituttet
- Peder Jest, direktør, Odense Universitetshospital
- Stinne Aaløkke Ballegaard, seniorprojektleder, KORA
- Søren Brunak, bioinformatiker, professor, Københavns Universitet
- Tariq Osman Andersen, adjunkt, Datalogisk Institut, Københavns Universitet
- Thomas Trolle, bioinformatiker, Evaxion Biotech

Der er stor variation mellem de fem megatrends i forhold til omfanget og karakteren af viden, hvilket afspejler sig i beskrivelserne i rapportens fem kapitler, og hvorvidt beskrivelserne primært er baseret på litteratur eller interview. Eksempelvis foreligger der mere kvantificerbar viden om den fremtidige demografiske udvikling end om informationsrevolutionen og den nye sundhedsforbruger. Ligeledes er der for nogle af områderne større tradition for at kvantificere problemstillingen, og der er forskellig tradition for, hvorvidt de fem megatrends hovedsagelig ses som økonomiske eller organisatoriske udfordringer. Samlet vil de fem megatrends få konsekvenser for organiseringen af det fremtidige sundhedsvæsen, da de vil nødvendiggøre en udvikling af sundhedsvæsenet. Det ligger imidlertid uden for rammerne af denne rapport at give mere konkrete anvisninger på, hvordan udviklingen hensigtsmæssigt kan ske, og således hvilke organisatoriske konsekvenser der mere præcist vil være af udviklingen.

1.2 Afgrænsning

Denne rapport har primært fokus på det regionale sundhedsvæsen, herunder praksissektoren.

Det er ikke rapportens formål at redegøre for, hvilke tiltag sundhedsvæsenet i fremtiden vil skulle iværksætte for at imødekomme de udfordringer, som udpeges i rapporten.

1.3 Læsevejledning

Kapitel 2-6 består af en gennemgang af hver af de fem udpegede megatrends. Hvert kapitel indledes med en sammenfatning af de centrale tendenser for udfordringerne i forhold til den konkrete megatrend efterfulgt af en mere detaljeret beskrivelse af udfordringerne. I kapitel 7 foretages en opsamling på tværs af de fem megatrends, og de centrale tendenser for, hvordan de vil udfordre sundhedsvæsenet i fremtiden, bliver beskrevet.

2 Den aldrende befolkning

Det fremgår af prognoser fra Danmarks Statistik, at der i løbet af de næste 20 år vil ske en kraftig ændring i befolkningssammensætningen i Danmark, således at der bliver flere ældre (5). Stigningen i antallet af ældre skyldes dels stigende middellevetid, dels en generationseffekt med en stor efterkrigsgeneration. Den demografiske udvikling udfordrer sundhedsvæsenet, da:

- Den aldrende befolkning sætter sundhedsvæsenet under pres, fordi sundhedsudgifter er aldersafhængige, dvs. de er relativt højere for ældre (6)
 - Stigningen i det absolutte antal af ældre vil i sig selv øge presset på sundhedsvæsenet
 - Den stigende levetid vil endvidere medføre flere behandlingskrævende leveår, og den højere alder vil også i sig selv bidrage til udgiftspreset. Omfanget heraf vil imidlertid afhænge af faktorer såsom "sund aldring", den teknologiske udvikling i diagnostik og behandling samt de kommende ældres forventninger til sundhedsvæsenet og livet som ældre. Nye behandlinger tenderer til at være mere skånsomme, hvilket alene vil føre til øgede behandlingsmuligheder for de ældre og dermed øge presset på sundhedsvæsenet.
- Der bliver færre personer til at varetage det øgede sundhedspres. Store årgange står over for pension, mens mindre årgange træder ind på arbejdsmarkedet.

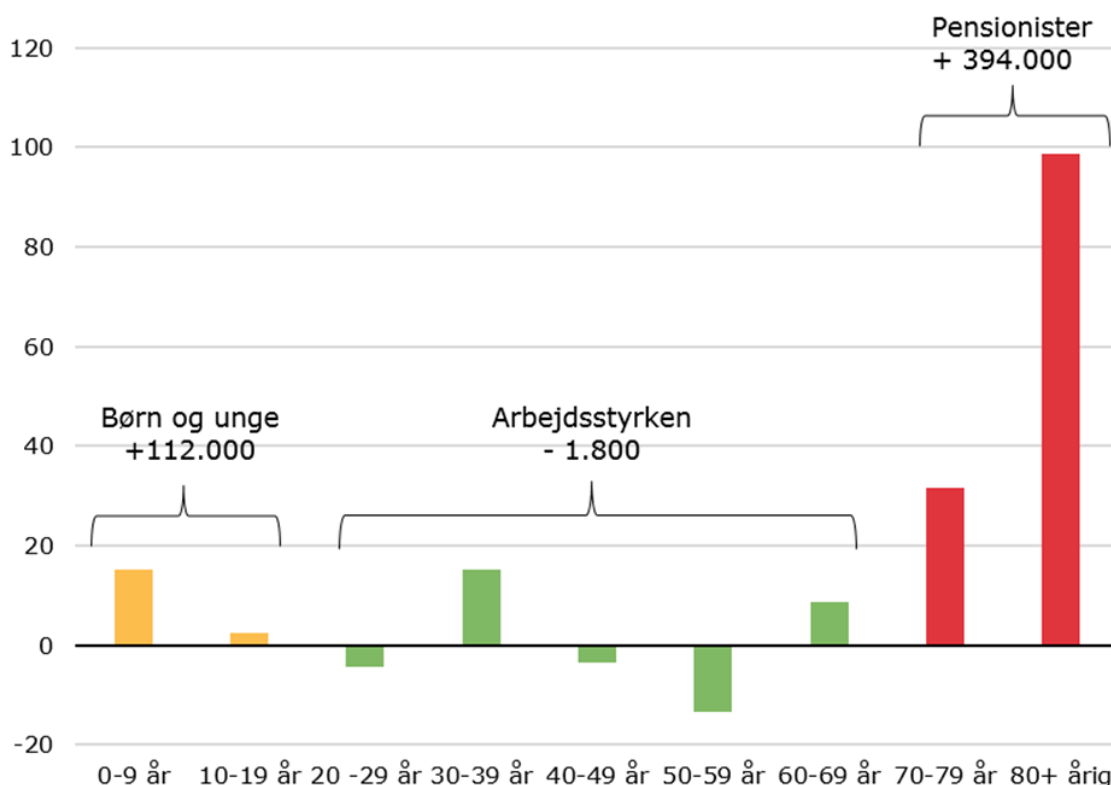
I de følgende afsnit gives en beskrivelse af, hvordan den fremtidige demografiske udvikling forventes at udfordre sundhedsvæsenet.

2.1 Flere ældre

Figur 2.1 viser den markante ændring i befolkningens alderssammensætning, som Danmarks Statistik forventer, der vil ske i løbet af de næste 20 år. I 2036 forventes der at være markant flere ældre og lidt færre erhvervsaktive, end der er i dag.

Årsagen til den forventede markante ændring i befolkningssammensætningen i de kommende årtier er, at fødselstallet efter 2. Verdenskrigs afslutning var meget højt (det såkaldte baby-boom). Efterkrigsgenerationerne er nu nået pensionsalderen, mens de generationer, der træder ind på arbejdsmarkedet, er noget mindre. Endvidere er årsagen stigende middellevetid.

Figur 2.1 Den procentvise ændring i antallet af borgere i Danmark fra 2016 til 2036 fordelt på aldersgrupper



Kilde: (5).

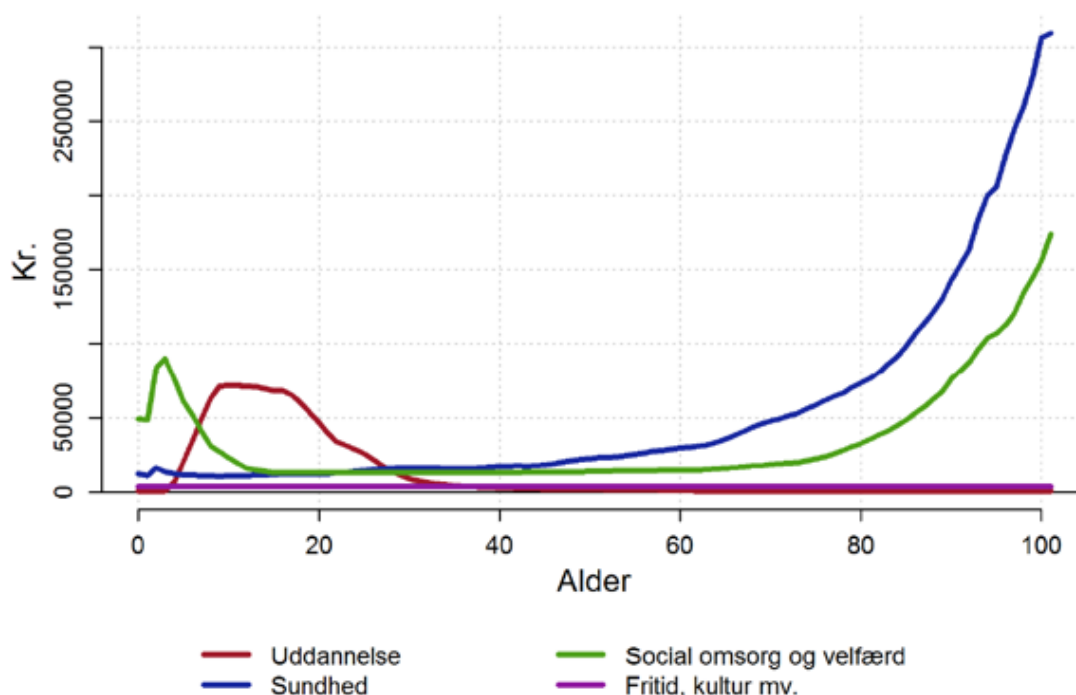
Danmarks Statistik forventer, at antallet af borgere, der er 80+ år i 2036, vil være næsten fordoblet i forhold til 2016 (5). De 80+-årige udgør en særlig udfordring for sundhedsvæsenet, fordi de typisk er mere syge, og deres sygdomsbillede typisk er mere komplekst med flere samtidige sygdomme (multisygdom). Det stiller krav om særlig ekspertise. Samtidig er de 80+-årige ofte i kontakt med mange forskellige dele af sundhedsvæsenet på én gang, hvilket stiller øget krav til samordning og koordination.

2.2 Stigende sundhedsudgifter med alderen

Beregninger fra DREAM¹ baseret på registerudtræk og nationalregnskab viser, jf. Figur 2.2, at udgifterne til sundhedsområdet stiger med alderen (6). Beregningerne fra DREAM er baseret på de offentlige udgifter til fx medicin, hospitaler, sygesikring og udgifter til plejehjem. Ifølge beregningerne er de gennemsnitlige sundhedsudgifter frem til 20-års alderen 12.000 kr., hvorefter de "stiger monotont", for at stige kraftigt ved 72-års alderen.

¹ DREAM: Danish Rational Economic Agents Model. DREAM er en uafhængig institution, som foretager langsigtede analyser af dansk økonomi.

Figur 2.2 Gennemsnitlige aldersfordelte udgifter til individuel offentlig service, 2011



Note: Grafen er baseret på DREAM's egne beregninger på registerdata 2012 og Nationalregnskabet 2011.

Kilde: (6).

Bag de væsentligt højere sundhedsudgifter for ældre ligger imidlertid, at en stor andel er terminale udgifter. Med terminale udgifter forstås udgifter, som afholdes i det/de sidste leveår. Det vil sige, at sundhedsudgifterne ikke alene afhænger af alder, men også af afstand til død. En simpel, "naiv" fremskrivning, hvor de nuværende aldersafhængige omkostninger ganges med det forventede antal borgere i de forskellige aldersgrupper, vil således overestimere effekten af den demografiske udvikling med stigende levealder. Det skyldes, at der i hver aldersgruppe vil være en højere overlevelse, end det er tilfældet for aldersgruppen i dag, og dermed færre terminale sundhedsudgifter inden for en given aldersgruppe.

Konsekvensen af den forventede demografiske ændring (Figur 2.1) på sundhedsudgifterne vil ved en alt andet lige-betragtning² afhænge af, hvordan de gennemsnitlige aldersafhængige sundhedsudgifter ændres som følge af stigende levealder. Kernen i problemstillingen i forhold til fremskrivning af sundhedsudgifterne består i:

- Hvordan og hvor meget de terminale omkostninger udskydes som følge af stigende levealder?
- Om de aldersafhængige sundhedsudgifter påvirkes og i så fald hvor meget?

Sammenhængen mellem alder og sundhedsudgifter, herunder hvordan øget forventet levetid påvirker fremskrivningen af sundhedsudgifterne, har været omdrejningspunkt for stor sundhedsøkonomisk debat gennem mere end 20 år (fx (7-16)), og debatten pågår stadig. Ansporet af Zweifel et al. (8) er der flere studier (fx (9-13,17)), der peger på, at det snare er afstanden til død end aldringen af befolkningen, der forklarer stigningen i sundhedsudgifterne. Zweifel et al. (8) finder således, at aldersvariablen i sig selv bliver insignifikant, når afstanden til død

² Ved en alt andet lige betragtning, ses der isoleret på den demografiske effekt på sundhedsudgifterne. Dvs. at der ikke tages højde for at andre faktorer så som teknologisk udvikling, effektivisering, rationalisering, den nationale økonomi og institutelle karakteristika også har betydning for sundhedsudgifterne.

inkluderes i deres estimation af de individuelle sundhedsomkostninger. Det vil sige, at alder i sig selv ikke har betydning for sundhedsudgifterne. Andre studier har vist, at ikke kun afstanden til død, men alder i sig selv også har betydning for sundhedsudgifterne (fx et tidligere dansk studie af (18)). Samlet synes der således at være en kombinationseffekt, hvilket vil sige, at stigende omkostninger med alderen både kan tilskrives terminale udgifter og stigende forbrug af sundhedsydelser med alderen.

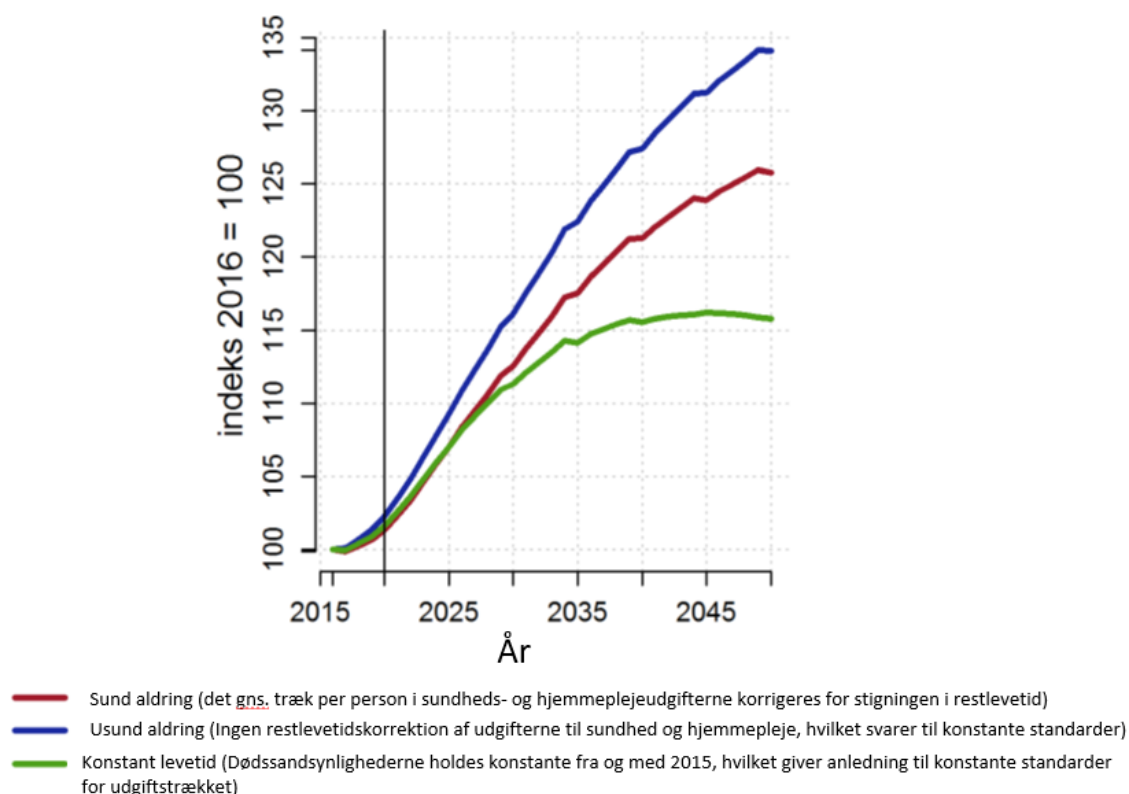
Som nævnt ovenfor er der tale om en igangværende debat, og der er dermed ikke enighed om, hvordan og hvor meget aldring af befolkningen påvirker sundhedsudgifterne. En undersøgelse (19) af sammenhængen mellem aldring og udviklingen i sundhedsudgifter pr. borger baseret på data fra EU15-landene³ finder, at aldring kun har kortvarig effekt på sundhedsudgifterne, mens den forventede levetid har langsigtet effekt (stigende levealder fører til en stigning i sundhedsudgifterne). I et nyere dansk og norsk studie (15) af påvirkningen af levetidsforøgelsen på hospitalsudgifterne findes et skift i udgiftskurven svarende til ændringen i levetid. Det vil sige, at en ændring i den forventede levetid i befolkningen på to år vil betyde, at fremtidige 70-årige har sundhedsudgifter, som 68-årige har i dag. Dette vil gælde for både de, der dør, og de, der overlever som 70-årige. Den fundne sammenhæng kan tilskrives "sund aldring".

Sund aldring – og ikke mindst omfanget heraf – er et centralt begreb i forhold til betydningen af en stigning i befolkningens levetid på sundhedsudgifterne. Teorien om sund aldring bygger på, at når gennemsnitsalderen stiger, vil der være færre i en given alder, der dør, og som følge heraf færre terminale udgifter, hvilket vil resultere i lavere gennemsnitsudgifter for den givne aldersgruppe. Endvidere antages det, at når folk i gennemsnit lever længere, vil de også være sundere i en given alder. Sidstnævnte underbygges af epidemiologisk forskning, som viser, at aldringsprocesser er modificerbare, og at folk lever længere uden svære funktionstab (20). Dokumentationen heraf er imidlertid baseret på funktionstab og ikke sygelighed. Både et engelsk (21) og et amerikansk studie (22) af efterkrigstidsgenerationen, som er den generation, der i høj grad driver den demografiske udvikling i de kommende år, viser imidlertid, at deres sundhedstilstand og selvvaluerede sundhed ikke er bedre – snarere dårligere – end den foregående generations. Efterkrigstidsgenerationen er netop vokset op i en tid med store velfstandsforbedringer, kraftig vækst i livsstilrelaterede sygdomme samt bedre behandlingsmuligheder. Endvidere har de en øget forventning til alderdommen og deres sundhedstilstand. Alt sammen noget, der kan forventes at påvirke deres efterspørgsel efter sundhedsydelser, og som potentielt vil kunne reducere omfanget af sund aldring. Uagtet omfanget af sund aldring vil den demografiske udvikling, alt andet lige, medføre øgede sundhedsudgifter som følge af, at der bliver flere ældre og dermed flere terminale udgifter samt flere potentielle behandlingskrævende leveår.

Betydningen af de fremtidige demografiske ændringer på sundhedsudgifterne afhænger af, hvor meget gennemsnitsalderen stiger, samt om det "aldersafhængige" forbrug af sundhedsydelser ændres. I forhold til sidstnævnte vil sund aldring kunne reducere omfanget af stigningen, mens nye behandlingsmuligheder vil trække i den anden retning. Den præcise betydning af de fremtidige demografiske ændringer på sundhedsudgifterne er dermed svær at spå om. DREAM-gruppen har i 2016 foretaget eksperimenter på DREAM-modellen i forhold til konsekvenserne af forskellige demografiske sundhedsudgiftstræk på de samlede sundhedsudgifter (23). Resultatet af eksperimenterne fremgår af Figur 2.3.

³ EU15-landene er Østrig, Belgien, Danmark, Finland, Frankrig, Tyskland, Grækenland, Irland, Italien, Luxembourg, Holland, Portugal, Spanien, Sverige og Storbritannien.

Figur 2.3 Demografiske effekters betydning for sundhedsudgifterne ved tre forskellige eksperimenter på DREAM data i forhold til antagelse om konstant levetid, sund- og usund aldring



Kilde: Figur 6 i (23).

Figur 2.3 viser, at hvis det antages, at levetiden er uændret efter 2014 (*konstant levetid*-scenariet), vil sundhedsudgifterne stige med ca. 15 % i 2050 i forhold til i 2016. Denne udvikling i udgifterne er alene bestemt af årgangseffekterne, dvs. at det er størrelsen af de enkelte generationer, der fastlægger udgiftstrækket. I de to andre scenarier (*sund aldring* og *usund aldring*) er levetiden antaget forlænget. Konsekvensen af den længere levetid er, at sundhedsudgifterne i 2050 øges med yderligere 20 procentpoint (*usund aldring* sammenlignet med *konstant levetid*), da der samlet vil være flere ældre. Betydningen af de flere ældre er dog reduceret i *sund aldring*-scenariet, da der her er foretaget korrektion for stigningen i restlevetiden i det gennemsnitlige udgiftstræk pr. person, mens der ikke er foretaget korrektion i *usund aldring*-scenariet. Det betyder, at ved antagelse om *sund aldring* stiger sundhedsudgifterne med 25 % i 2050 i forhold til udgifterne i 2016, mens sundhedsudgifterne stiger med næsten 35 %, hvis der antages *usund aldring*. *Sund aldring* mindsker således udgifterne med 8 procentpoint i forhold til *usund aldring*.

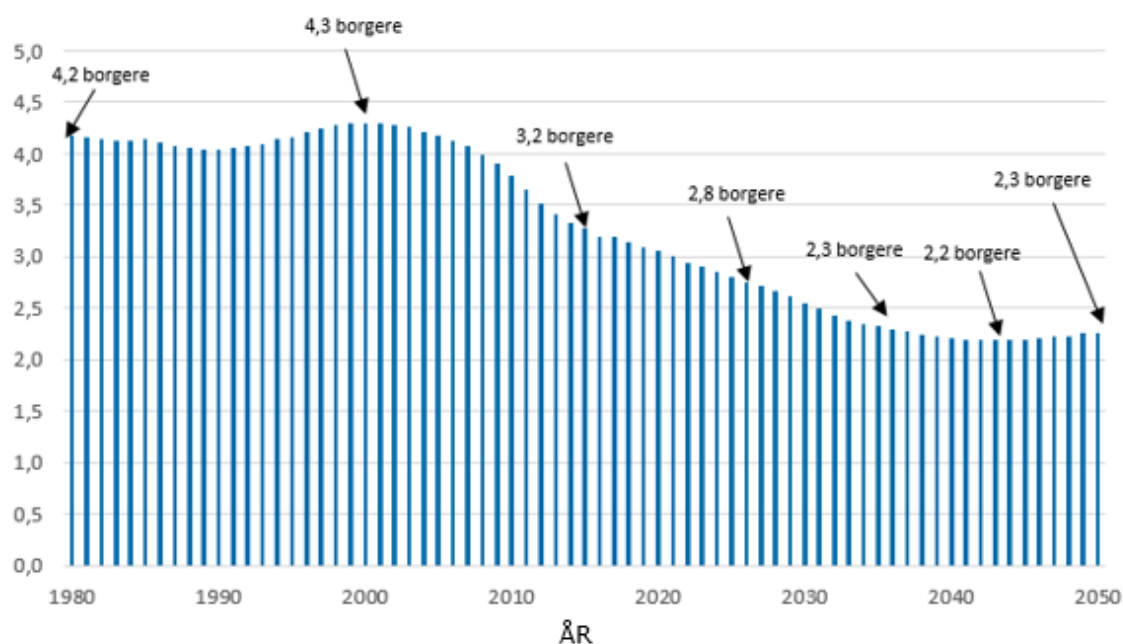
Det kan hermed konkluderes, at stigende levealder kombineret med store fødselsårgange, der ældes, vil trække sundhedsudgifterne i en opadgående retning, mens en forbedret generel sundhedstilstand blandt de ældre vil kunne trække lidt i den anden retning og afbøde noget af stigningen. Uagtet hvilket rationale, der opstilles i forhold til levetidsændring – sund versus usund aldring – er der imidlertid ingen tvivl om, at de kommende årtiers forventede demografiske udvikling vil udfordre sundhedsvæsenet.

2.3 Reduktion i arbejdsstyrken

Ændringer i den samlede arbejdsstyrke er den anden store udfordring i fremtidens sundhedsvæsen i forhold til megatrenden *den aldrende befolkning*. I dette afsnit ser vi på, hvor stor udfordringen er, og om der (også) er tale om en udfordring i dansk kontekst.

Der vil i de kommende år blive færre personer til at forsøge de ældre og til at varetage det stigende omfang af sundhedsopgaver, jf. Figur 2.1. Figur 2.4 viser, at der i 2000 var 4,3 borgere mellem 18-64 år for hver borger, der var 65+ år. Fra 2000 til 2016 er antallet blevet reduceret med 1,1 borgere. Hvis befolkningsudviklingen bliver, som Danmarks Statistiks befolkningsprognose foreskriver, vil der i 2042 være 2,2 borgere mellem 18-64 år for hver borger, der er 65+ år. Det vil sige, at der over en ca. 40-årig periode kan forventes at ske en halvering i forholdet mellem antallet af borgere mellem 18-64 år og de, der er 65+ år. Denne ændring er en udfordring for finansieringen af velfærdsstaten i almindelighed og for arbejdsstyrken på sundhedsområdet specifikt. Det betyder, at der i fremtiden enten vil blive færre hænder til at varetage de samme sundhedsopgaver, eller at en større andel af borgere i den erhvervsaktive alder vil skulle beskæftiges i sundhedsvæsenet, eller at patienter og pårørende vil skulle gøre mere selv.

Figur 2.4 Antallet af borgere mellem 18-64 år for hver borger, der er 65+ år



Kilde: Udarbejdet på baggrund af data fra (5,24).

Hvis vi specifikt ser på antallet af ansatte i det regionale sundhedsvæsen, var der 116.516 fuldtidsstillinger⁴ i 2015. Under antagelse af, at det er de 75+-årige, der alene driver behovet for sundhedspersonale, vil der ved en direkte fremskrivning – alt andet lige – være behov for 173.259 fuldtidsstillinger i 2025 som følge af væksten i antallet af 75+-årige. Hvis antallet af fuldtidsstillinger i sundhedsvæsenet sammenholdes med antallet af borgere, der er 18-64 år, vil sundhedspersonalet udgøre 4,9 % i 2025, mod at de udgjorde 3,4 % i 2015. Konsekvensen af

⁴ Baseret på udtræk fra E-sundhed af antal kapaciteter i praksissektoren samt antal fuldtidsbeskæftigede på offentlige sygehuse.

en stigende andel af personer, som vil skulle beskæftiges i sundhedsvæsenet, vil være, at sundhedsvæsenet i endnu højere grad vil skulle konkurrere med andre sektorer om arbejdskraft.

Andelen af 75+-årige er kun én af mange faktorer, der har betydning for den fremtidige efterspørgsel efter personale i det regionale sundhedsvæsen. Faktorer som de økonomiske rammebetingelser, stigningen i antallet af kronikere og multisyge (diskuteres yderligere i kapitel 3), den klinisk-teknologiske udvikling, eksempelvis nye mere skånsomme behandlinger, hvilket alene vil føre til øget behandlingsmuligheder for de ældre (diskuteres yderligere i kapitel 5), ændring og omlægning af behandlingstilbud (fx ændring fra indlæggelse til ambulant behandling, øget fokus på sammenhængende patientforløb m.m.), effektivisering, øgede krav fra patienter og pårørende samt opgaveglidninger vil ligeledes have stor betydning på efterspørgslen efter personale. Andre antagelser i ovenstående scenarieberegning vil dermed give andre resultater. Når det er sagt, er der imidlertid ingen tvivl om, at den demografiske udvikling er en af de mere afgørende faktorer for efterspørgslen efter sundhedsydelser – og herunder personale.

Den demografiske ændring og deraf følgende stagnation i den samlede nationale arbejdsstyrke synes i forhold til sundhedssektoren mere at være en finansieringsudfordring end en rekrutteringsudfordring. Igennem de senere år er der således blevet uddannet flere læger og sygeplejersker, hvorfor afgangene af "de store årgange" fra arbejdsmarkedet ikke umiddelbart forventes at reducere udbuddet af læger og sygeplejersker. Alt andet lige må der dog i fremtiden forventes at opstå en øget konkurrence om de kommende generationer fra det private arbejdsmarked samt med ældresektoren i kommunerne om sundhedspersonalet.

Regeringens lægedækningsudvalg konkluderede i en rapport fra januar 2017, at der frem mod 2040 ikke er et generelt, landsdækkende lægedækningsproblem (25). Konklusionen er baseret på Sundhedsstyrelsens lægeprognose for 2015-2040 (26). Af lægeprognosen fremgår det, at antallet af læger og speciallæger i Danmark har været stigende de seneste godt 10 år, fordi der bliver uddannet flere og flere læger. Prognosen peger på en relativt stor stigning i antallet af speciallæger, som overstiger den samlede befolkningstilvækst. Frem mod 2040 ventes antallet af speciallæger pr. 1.000 indbyggere således at stige med 35 %. Vurderingen af, at der ikke er et lægedækningsproblem i fremtiden, er i prognosen alene baseret på, at efterspørgslen efter læger følger den historiske udvikling, dvs. den samme vækst i antallet af beskæftigede læger og speciallæger som i perioden 2006-2012. Der tages således ikke højde for de udfordringer, der kan være med at tiltrække tilstrækkeligt med læger i visse dele af landet.

Der forelægger ingen nyere officielle prognoser for andre personalegrupper såsom sygeplejersker, social- og sundhedsassistenter, portører mv. Der har imidlertid været en vækst i antallet af beskæftigede sygeplejersker i sundhedsrelaterede brancher igennem de senere år. Fra 2002 til 2015 er antallet af sygeplejersker steget med lidt over 7.000 fra 52.648 til 60.710 (27). Endvidere er dimensioneringen til uddannelsen øget i de senere år. Dette sammenholdt med virkningen af tilbagetrækningsreformen⁵ må forventes at betyde, at antallet af sygeplejersker også vil stige fremover. Spørgsmålet er imidlertid, hvorvidt denne stigning matcher den øgede efterspørgsel genereret af den demografiske udvikling. Modsat uddannelsen til sygeplejerske og især læge tager det forholdsvis kort tid at uddanne social- og sundhedsassistenter, hvorfor en eventuel fremtidig mangel herpå hurtigt kan afværiges ved at øge dimensioneringen til uddannelsen.

⁵ Tilbagetrækningsreformen blev vedtaget af Folketinget den 21. december 2011. Reformen betyder bl.a., at efterlønsalderen fra og med 2017 løbende hæves frem til 2023, så den i 2023 er 64 år, mens folkepensionsalderen fra 2019 frem til 2022 hæves til 67 år.

2.4 Opsamling

Samlet kan det konkluderes, at den demografiske udvikling, som vil medføre flere ældre, bliver en tosidet udfordring i form af stigende efterspørgsel på sundhedsydelser og en aldrende arbejdsstyrke. Stigningen i efterspørgsel på sundhedsydelser er et resultat af, at det absolutte antal ældre vil stige, og at den stigende levetid vil medføre flere behandlingskrævende leveår. Den aldrende arbejdsstyrke vil betyde, at der er færre til at finansiere den øgede efterspørgsel, og at en større andel af arbejdsstyrken vil være beskæftiget i sundhedssektoren. Omfanget af sidstnævnte afhænger af faktorer som eksempelvis de økonomiske rammebetingelser, stigningen i antallet af kronikere og multisyge, den klinisk-teknologiske udvikling, effektivisering og konkurrencen fra andre sektorer om arbejdskraften.

3 Den stigende betydning af kronisk sygdom

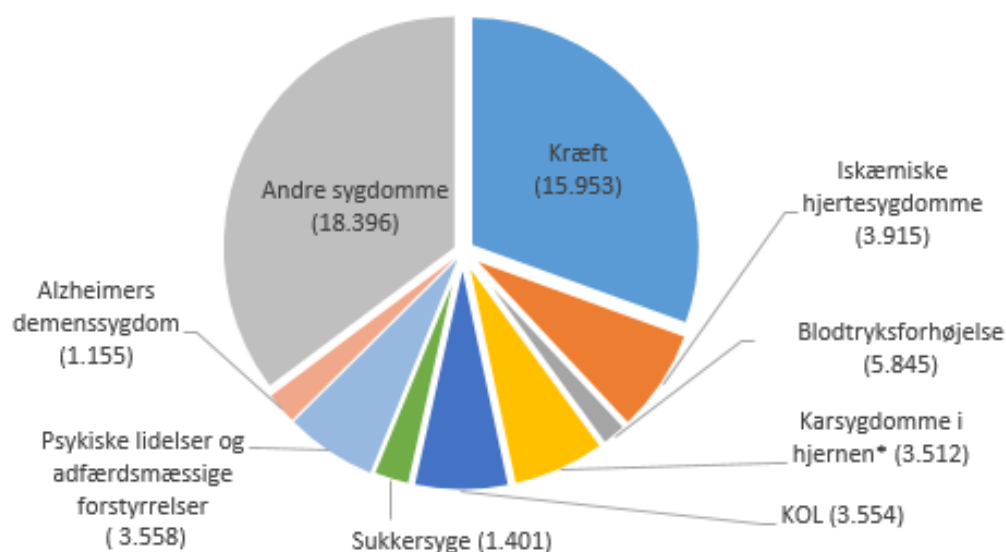
Forekomsten af kroniske sygdomme er steget i de senere år, bl.a. som følge af bedre levevilkår og muligheder for behandling af sygdomme, som tidligere var livstruende. Cirka en tredjedel af befolkningen lever med én eller flere kroniske sygdomme (1). Kroniske sygdomme omfatter: leddegigt, slidgigt, rygsygdom, knogleskørhed, iskæmisk hjertesygdom⁶, hjertesvigt, apopleksi, astma, KOL, kronisk lungefunktion, diabetes, psykisk sygdom, kræft og allergi.

Definition af kronisk sygdom

Jævnfør Sundhedsdatastyrelsens Begrebsbase har kroniske sygdomme "... en eller flere af følgende karakteristika: De er varige, efterlader blivende følger, skyldes ikke-reversible patologiske forandringer, de kræver en særlig rehabiliteringsindsats eller må forventes at kræve langvarig overvågning, observation eller behandling". (29)

Ud over at have store konsekvenser for livskvaliteten forårsager kroniske sygdomme mange tabte leveår som følge af for tidlig død, herunder tab af potentielle produktive leveår (30). Kroniske sygdomme er, jf. Figur 3.1, årligt årsag til flest dødsfald i Danmark.

Figur 3.1 Dødsårsager 2015. Totalt antal døde: 52.225



Note: * Karsygdomme i hjerne (haemorrhagia et apoplexia cerebialis).

Kilde: Baseret på tabel 5a i (31).

Følgende udviklingstendenser indikerer, at forekomsten af kronisk sygdom samlet vil stige i de kommende år og dermed udfordre sundhedsvæsenet:

⁶ Iskæmisk hjertesygdom er en fælles betegnelse for sygdomme i hjertet, der skyldes forsnævring af de årer, der forsyner hjertet med blod (28).

- Den demografiske udvikling vil medføre flere kronikere (ved uændret prævalens/incidens), da forekomsten af kronisk sygdom er stigende med alderen. Endvidere er multisygdom (flere kroniske sygdomme samtidig) stigende med alderen (demografisk komponent).
- Udvikling i diagnostiske metoder gør, at vi i fremtiden vil kunne diagnosticere sygdomme tidligere end i dag, og dermed vil kriterierne for, hvornår man er rask og syg, blive ændret (sygdomsmæssig komponent).
- Forbedrede diagnostik- og behandlingsmuligheder vil føre til bedre behandling af sygdomme. Som følge heraf må det forventes, at tidligere dødelige sygdomme i fremtiden kan få karakter af kroniske sygdomme (sygdomsmæssig komponent).
- Forbedret diagnostik og behandling vil medføre bedre mulighed for overlevelse. Dette vil bevirke en stigning i den gennemsnitlige levetid og dermed en stigning af kroniske sygdomme qua den stigende sygdomsforekomst med alderen (sygdomsmæssig komponent).

Bedre og tidligere diagnosticering og behandling som følge af den teknologiske udvikling (beskrives yderligere i kapitel 5) vil ikke kun øge forekomsten af kroniske sygdomme, men også kunne reducere forekomsten af nogle kroniske sygdomme. Samlet set forventes den demografiske og de sygdomsmæssige komponenter og eventuelt kombinerede effekter heraf dog i de kommende 10-15 år have en større påvirkning på forekomsten af kroniske sygdomme end den teknologiske udviklings reducerende effekt. Forekomsten af kronisk sygdom må som følge heraf forventes at være stigende i fremtiden.

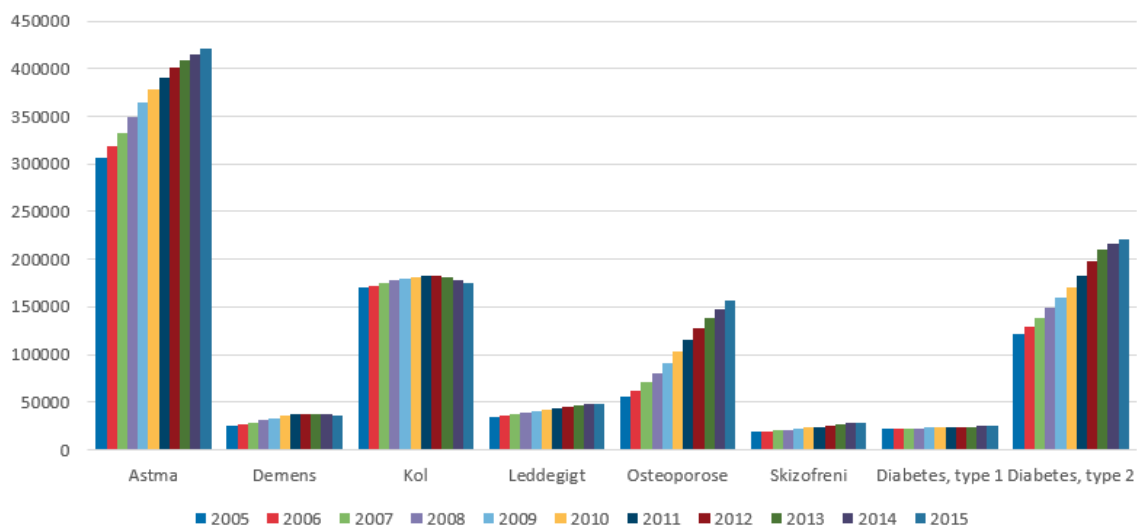
I de følgende afsnit vil ovenstående beskrevne forventede tendenser i forhold til kroniske sygdomme blive kvalificeret.

3.1 Stigende forekomst af kroniske sygdomme

Det er vanskeligt at spå om fremtiden, især i forhold til udviklingen i sygdomme. En metode til at få et kvalificeret skøn herpå er imidlertid at se på de historiske udviklingstendenser for kroniske sygdomme og med afsæt heri at foretage en vurdering af, hvilke fremtidige udviklingstendenser der kan forventes.

Forekomsten i kroniske sygdomme er stigende – med undtagelse af demens og kronisk obstruktiv lungesygdom (KOL) (jf. Figur 3.2 og Figur 3.3). Forekomsten af demens forventes dog at stige i de kommende år som følge af den demografiske udvikling, idet hyppigheden af demens er markant stigende med alderen (side 12 i (32)). Endvidere har den nationale demenshandleplan 2025 (33), som blev vedtaget i slutningen af 2016, som ét af sine i alt tre erklærede nationale mål, at flere mennesker skal udredes for, om de har demens. Underdiagnosticering er et kendt problem i forhold til demenssygdom (side 13 i (32)).

Figur 3.2 Udviklingen i udvalgte sygdomme 2005-2015. Antal personer med sygdomme i Danmark



Note: KOL: kronisk obstruktiv lungesygdom. Osteoporose: knogleskørhed.

Kilde: Baseret på data fra (34).

Figur 3.3 Udviklingen i antallet af personer (prævalensen) med kræft og nye kræfttilfælde



Kilde: Baseret på data fra tabel 8, 17 og 18 i (35).

Mange kroniske sygdomme er livsstilsrelaterede (side 55 i (36)). For nogle af de kroniske sygdomme kan dele af den observerede stigning i forekomst således formentlig tilskrives ændret livsstil. Eksempelvis øger overvægt risikoen for at få type 2-diabetes og hjerte-kar-sygdomme (side 262 i (37)), mens fysisk inaktivitet øger risikoen for at få fx iskæmisk hjertesygdom, forhøjet blodtryk, diabetes, knogleskørhed og nogle former for kræft (side 147 i (36)).

Den observerede reduktion i forekomsten af KOL i Figur 3.2 kan formentlig i nogen grad tilskrives det faldende antal rygere i Danmark over tid⁷. Andelen af rygere har dog været uændret siden 2011 (38). Ligeledes har andelen, der er moderat eller hårdt fysisk aktive i fritiden, været uændret i perioden 2010-2013 (39). Omvendt viser en ny rapport, at andelen af svært overvægtige voksne i Danmark blot fra 2011-2014 er steget fra 13 til 15 % (40). Der tegner sig således ikke et entydigt billede i forhold til udviklingen i danskernes livsstil, hvorfor det også er svært at gisne om, hvorvidt vi kan forvente en forværring eller forbedring af danskernes livsstil samt andre risikofaktorer i de kommende år – og som følge heraf stigning eller reduktion i antallet af kronikere.

Stigningen i forekomsten af kroniske sygdomme afspejler ikke blot øget sygelighed, men også at kriterierne for de kroniske sygdomme løbende ændres, i takt med at de diagnostiske metoder forbedres, og vi herved bliver i stand til at diagnosticere sygdomme i et tidligt stadie. Eksempelvis er der løbende gennem de sidste 20 år sket ændringer af kriterierne for type 2-diabetes (41). Spørgsmålet er ligeledes, om den i Figur 3.2 observerede kraftige stigning i knogleskørhed over de sidste 10 år skyldes øget sygelighed eller i stedet er udtryk for øget behandlingsfokus. Også i fremtiden må det forventes, at den teknologiske udvikling (se kapitel 5) vil føre til tidligere og bedre diagnosticering som følge af screening, fokus på diagnosticering og ændring af diagnostiske kriterier. Resultatet af denne udvikling vil være, at flere borgere vil blive diagnosticeret med en kronisk lidelse, medmindre stigningen kan bremses som følge af bedre forebyggelse og behandling.

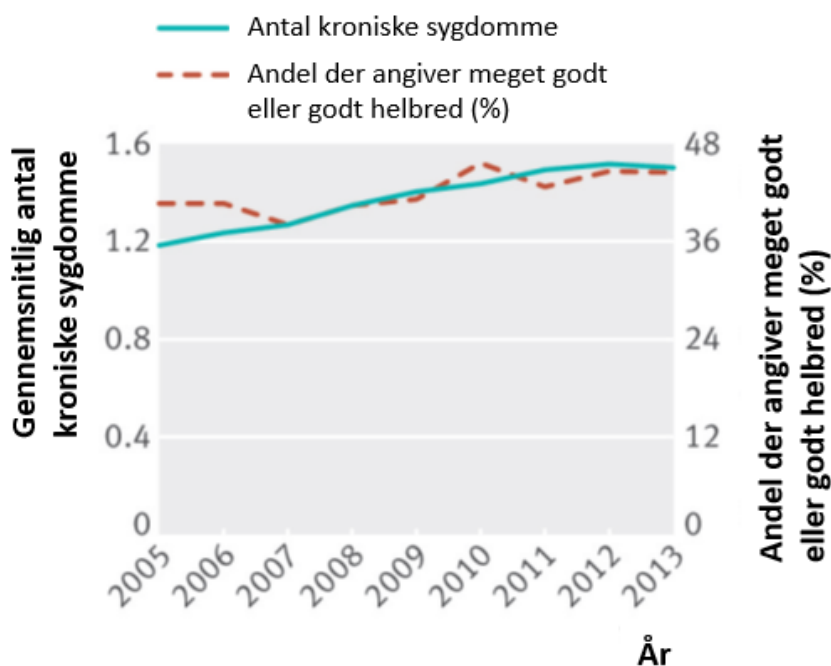
Bedre behandlingsmuligheder af sygdomme, som i dag er dødelige, vil i fremtiden endvidere kunne medvirke til øget forekomst af kroniske sygdomme, dels som følge af, at nogle sygdomme herved vil gå fra at være dødelige til at være kroniske, dels fordi den længere gennemsnitlige levetid vil øge forekomsten af kroniske sygdomme (som er stigende med alderen, se afsnit 3.2). Dette er også en udvikling, vi har set historisk. Eksempelvis har den forbedrede behandling af hjerte-kar-sygdomme medført bedre overlevelse, og HIV (Human Immundefekt Virus) er fra 1980'erne til midt 1990'erne – som resultat af udviklingen af effektiv medicinsk behandling – gået fra at være en dødelig sygdom til i dag at være en kronisk lidelse. På lignende vis er der forventninger om, at dødelige sygdomme som eksempelvis kræft – i endnu større grad, end vi kender det i dag – vil være en sygdom, vi overlever. Blandt andet Microsoft arbejder således på at "løse problemet med kræft" inden for det næste årti ved at udvikle et intelligent molekylært system, som kan opdage syge celler og derefter omprogrammere dem tilbage til en sund tilstand (42). På samme vis må det forventes, at nogle af de sygdomme, der i dag er kategoriseret som kroniske, som følge af ny forebyggelse- og behandlingsmetoder ikke vil være kroniske i fremtiden – en udvikling, vi historisk har set for fx hepatitis C. Indtil 2014 krævede hepatitis C langvarig behandling, og kun 50-60 % blev helbredt, mens der i dag findes behandling, som kan kurere over 90 % på tre måneder (43).

At den observerede stigende forekomst af kroniske sygdomme ikke kun er et resultat af øget sygelighed, bakkes op af en nyere artikel fra BMJ (44). I artiklen stiller forfatterne spørgsmål til, om den generelt observerede stigning i kroniske sygdomme afspejler dårligere helbred, eller om den hastigt stigende forekomst af diagnosticeret kronisk sygdom snarere skal findes i ændringer i datafangst eller praksis i sundhedssektoren. Med datafangst refereres der til, at den øgede fokus på registrering i sundhedsvæsenet og henvisning til specialister samlet øger antallet af lægebesøg og dermed sandsynligheden for at få en diagnose. Med ændret praksis i sundhedssektoren menes der fx ændrede diagnostiske kriterier. Artiklen refererer eksempelvis til, at test af knogledensitet ved diagnosticering af knogleskørhed har medført en kraftig stigning i forekomsten heraf. Forfatterne argumenterer for, at den stigende forekomst af kroniske sygdomme er uforenelig med udviklingen i selvrapporteret helbred. Trods en stigning i det

⁷ I 2015 oplyste 22 % af den voksne befolkning (> 16 år) i Danmark, at de ryger, hvoraf de 17 % af dem ryger dagligt. I 2007 var der henholdsvis 28 %, der var rygere og 24 % dagligrygere (38).

gennemsnitlige antal kroniske sygdomme pr. borger er den selvrapporterede helbred ikke blevet reduceret – tværtimod, jf. Figur 3.4. Endvidere finder forfatterne det usandsynligt, at der inden for et årti er fundet så store ændringer i den underliggende sundhedstilstand, at det alene kan forklare stigningen i kronisk sygdom. Forfatterne advarer som følge heraf om, at diagnoser ikke skal sammenblandes med sygdom og sygelighed – forstået som, at antallet af personer med en given diagnose godt kan stige, uden at befolkningen er blevet mere syg. Dette vil eksempelvis være resultatet af indførelse af en ny og bedre diagnostisk metode, der kan opspore sygdom tidligere – eller at flere mennesker lever (godt) med en kronisk sygdom.

Figur 3.4 Gennemsnitligt antal kroniske sygdomme og selvrapporteret helbred blandt ≥ 65-årige, British Columbia, 2004-2013



Kilde: Bearbejdet gengivelse fra (44).

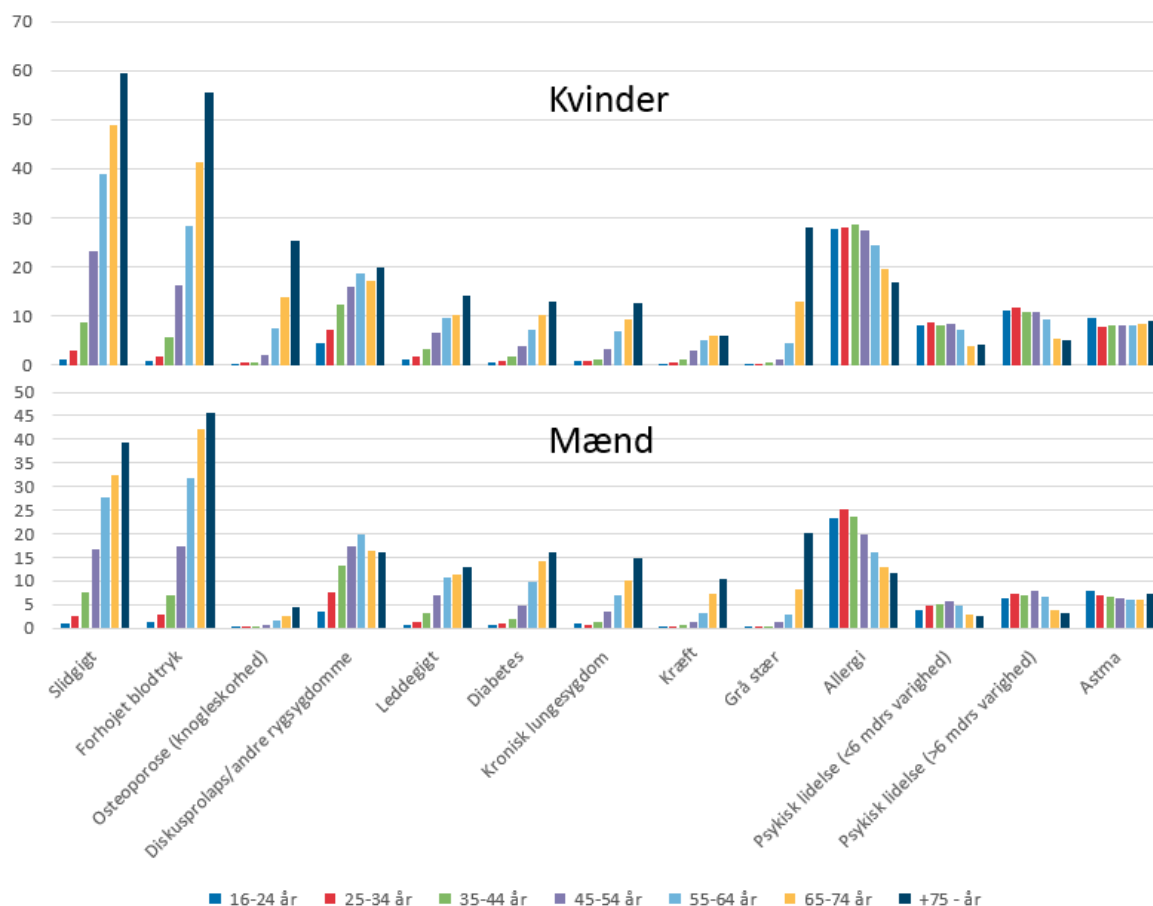
Uagtet at den observerede stigende forekomst i kronisk sygdom ikke alene er udtryk for øget sygdom, ændrer det ikke ved, at stigningen har bidraget til øget behandling i sundhedsvæsenet, da der med diagnosticering typisk følger en behandling.

Hvordan og hvorvidt udviklingen i kroniske sygdomme vil fortsætte i de kommende år, er et godt spørgsmål. Tilbage i 2007 foretog SIF en fremskrivning af kroniske sygdomme på baggrund af, hvordan udviklingen havde været frem til 2005 (37). Siden denne er der ikke foretaget nogen samlede fremskrivninger for kroniske sygdomme. Det sygdomsbillede, vi har i dag, må dog under alle omstændigheder forventes at se anderledes ud om 10-20 år som følge af nye diagnosticerings- og behandlingsmuligheder. Der er imidlertid ikke nogle trends, der taler for, at omfanget af kroniske sygdomme vil falde i fremtiden – snarere tværtimod. En nylig fremskrivning foretaget af Kræftens Bekæmpelse viser da også, at det årlige antal nye kræfttilfælde i Danmark forventes at stige fra 35.100 i 2009-2013 til mere end 47.000 i 2029-2033, dvs. en stigning på 34 % (45). Størsteparten af den forventede stigning (ca. 90 %) kan imidlertid tilskrives stigende befolkningsantal og gennemsnitsalder.

3.2 Kroniske sygdomme og ikke mindst multisygdom er stigende med alderen

En del af de kroniske sygdomme er stærkt afhængige af alder, jf. Figur 3.5. Forekomsten af slidgigt, forhøjet blodtryk, osteoporose, leddegigt, diabetes, kronisk lungesygdom, kræft og grå stær er således højere blandt ældre borgere, mens forekomsten af allergi, psykisk lidelse og astma er lavere blandt ældre borgere.

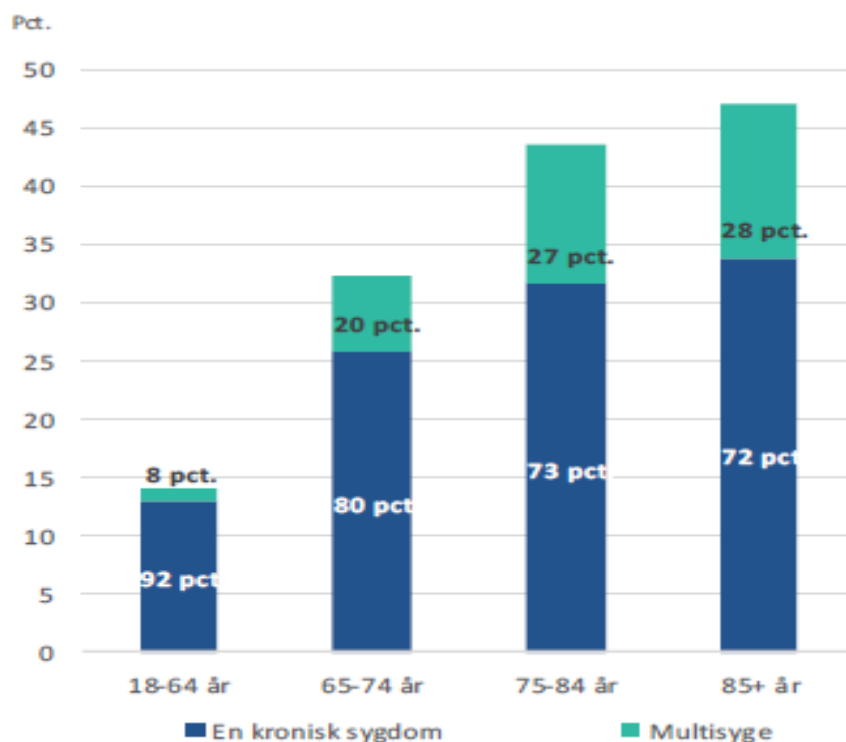
Figur 3.5 Tabellen viser andelen af kvinder og mænd med specifikke kroniske sygdomme i forskellige aldersgrupper (procent)



Kilde: Baseret på tabel 3.2.2 i (39).

Forekomsten af kroniske sygdomme er stigende med alderen, og særligt ældre har mere end en kronisk sygdom – også kaldet multisygdom (39,46). Af Figur 3.6 fremgår, at over 45 % af alle 85+-årige danskere har mindst én af i alt syv udvalgte kroniske sygdomme, og at over 25 % af de 75+-årige er multisyge, dvs. har flere kroniske sygdomme.

Figur 3.6 Andelen af voksne med udvalgte kroniske sygdomme pr. 1. januar 2014, fordelt efter alder



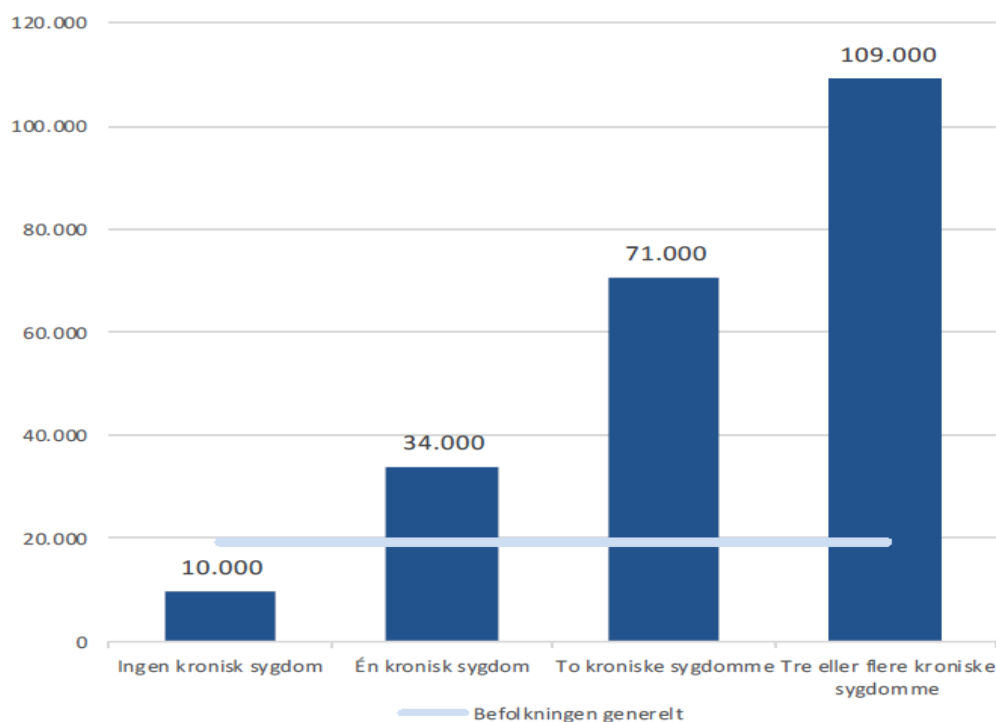
Note: Kroniske sygdomme omfatter her alene KOL, leddegigt, knogleskørhed, type 1- og 2-diabetes, hjertesvigt og astma.

Kilde: Figur 3 i (46).

Opgørelsen af, hvor mange der har en eller flere kroniske sygdomme, påvirkes af, hvilke og hvor mange sygdomme der inkluderes i opgørelsen, samt hvordan afgrænsningen af, om en person har en sygdom, bliver foretaget, fx om kun aktuelt syge eller også personer med eftervirkninger medregnes. Grafen i Figur 3.6 er baseret på følgende syv udvalgte kroniske lidelser: KOL, leddegigt, knogleskørhed, type 1- og 2-diabetes, hjertesvigt og astma. Kroniske lidelser som forhøjet blodtryk, slidgigt, kræft og grå stær, som er stærkt aldersafhængige, jf. figur 3.5, indgår således ikke i opgørelsen. Inklusion af flere kroniske lidelser i opgørelsen vil naturligt øge forekomsten af multisygdom.

Simpel fremskrivning af forekomsten af multisygdom baseret på data fra Figur 3.6, hvor der antages uændret incidens og prævalens, viser, at de forventede fremtidige demografiske ændringer vil resultere i en 21 % stigning i multisygdom fra 2014 til 2024 (antallet af multisyge vil stige fra ca. 128.000 til ca. 154.000). Kronisk sygdom, og ikke mindst det at have flere samtidige kroniske lidelser, er forbundet med en årlig merudgift i det regionale sundhedsvæsen, jf. Figur 3.7. Af figuren fremgår, at forskellen i sundhedsudgifter mellem borgere, der har henholdsvis én eller to af de nævnte kroniske sygdomme, er større end forskellen i sundhedsudgifter mellem borgere, der ikke har en kronisk sygdom, og har én kronisk sygdom (henholdsvis en gennemsnitlig forskel på 37.000 og 24.000 kr.). Endvidere er sundhedsudgifterne 11 gange større for patienter med tre eller flere af de nævnte kroniske lidelser sammenlignet med en patient uden kronisk sygdom (2). Genindlæggelsesraten er ligeledes 5 og 12 gange større for patienter med henholdsvis 2 og 3+ kroniske sygdomme sammenlignet med patienter uden kronisk sygdom (tabel 4.4 i (47)).

Figur 3.7 Gennemsnitlige regionale sundhedsudgifter pr. borger med udvalgte kroniske sygdomme fordelt efter antallet af sygdomme, som borgeren lever med, 2014 (kr.)



Note: Kroniske sygdomme omfatter her alene KOL, leddegigt, knogleskørhed, type 1- og 2-diabetes, hjertesvigt og astma. Beregningerne er foretaget på baggrund i udtræk fra Statens Serum Institut, borgere med kronisk sygdom ifølge reviderede udtræksalgoritmer (marts 2015) til brug for dannelsen af Register for udvalgte kroniske sygdomme og svære psykiske lidelser (RUKS), Det grupperede Landspatientregister, Lægemiddelstatistikregisteret samt cpr-registeret.

Kilde: Figur 1 i (2).

3.3 Konsekvenser for organiseringen af sundhedsvæsenet

Ud over de direkte økonomiske konsekvenser af, at den enkelte borgere får flere kroniske sygdomme og udfordringerne herved for den enkelte borger, vil stigningen i multisygdom også have organisatoriske konsekvenser for sundhedsvæsenet. Af en netop offentliggjort hvidbog om multisygdom fremgår det, at multisygdom udfordrer sundhedsvæsenet ved, at der stilles større krav til helhedsblik og sammenhæng i indsatsen (side 18 i (48)). Denne udvikling fremhæves i bogen at stå i kontrast til den stigende centralisering, specialisering og subspecialisering, der især er sket i sygehusvæsenet igennem de senere år (ibid.). Decentralisering eller subspecialisering er imidlertid ifølge bogen ikke en løsning på udfordringen, idet specialiseringen er et resultat af den stigende kompleksitet af sundhedsfaglig viden, kompetencer og teknologi (ibid.). I stedet skal udfordringen løses ved, at der skabes sammenhæng mellem sygehus og primær sektor samt mellem de meget specialiserede fagligheder og indsatser. Dette kan dels skabes ved at sikre mere sammenhæng i den enkelte multisyges forløb ved at styrke ledelses- og samarbejdskompetencer på tværs af specialiserede fagligheder og sektorer, dels ved oprettelse af klinikker for multisygdom (side 19 og 60 (48)).

4 Informationsrevolutionen

Mængden af information og data er steget markant igennem de seneste to årtier – en udvikling skabt af en ekspotentiel vækst i computeres kapacitet og evne til at bearbejde store datamængder samt internettets udvikling og udbredelse. Der er bred enighed blandt informanterne om, at væksten i data vil fortsætte i årene frem.

Informationsrevolutionen er således kun i sin spæde begyndelse, og den forventes inden for blot de næste 10 år at medføre en markant transformering af sundhedsvæsenet. Udviklingen vil være drevet af, at vi vil få mange flere data på borgere og patienter, dels i form af øgede registerdata, dels i form af data indsamlet via sensorer, wearables⁸, sociale medier, GPS-sporing og overvågning.

Den forventede øgede datamængde og digitalisering vil skabe grundlag for nye måder at tilgå sundhedsvæsenet på, nye arbejdsgange og automatisering af en række arbejdsopgaver. Udviklingen vil i særdeleshed være drevet af den øgede:

- Indsamling af personlige data via wearables (teknologier, som man kan tage på, eksempelvis skridttællere, se yderligere beskrivelse i fodnoten nedenfor)
- Brug af sundheds-apps og virtuelle konsultationer til vidensdeling, overvågning af sin fysiske tilstand samt til monitorering af sygdom og symptomer
- Anvendelse af kunstig intelligens i forbindelse med diagnosticering og behandling, herunder anvendelse af big data og maskinlæring
- It-understøttelse af logistik og arbejdsgange
- Automatisering af trivielle arbejdsopgaver, fx ved brug af robotter og billedgenkendelse.

Udviklingen vil bombardere patienter og klinikere med data, men for at det bliver en gevinst for borgeren og samfundet, er det altafgørende, at data bliver struktureret og kondenseret. Dette kræver, at der skabes en ny datainfrastruktur, som gør det muligt at sammenkøre data på tværs af datakilder. Datasikkerhedsmæssige spørgsmål udfordrer imidlertid opbygningen af en sådan struktur. Endvidere skal borgerens egne genererede sundhedsdata kunne integreres i sundhedssystemerne efter behov.

I de følgende afsnit beskrives de muligheder, som den øgede digitalisering, big data og kunstig intelligens forventes at skabe, herunder de udfordringer det vil give sundhedsvæsenet – og, ikke mindst, hvad der skal til for, at potentialerne bliver indfriet.

4.1 Øget anvendelse af digitale løsninger

Ifølge de interviewede kan vi forvente en stigende digitalisering af sundhedsvæsenet i de kommende år, bl.a. i form af øget anvendelse af apps og software som beslutningsstøtte samt i form af integreret brug af telemedicinske løsninger.

⁸ Wearables er teknologier, som man kan tage på og er udstyret med elektronik i form af mincomputere og sensorer, der kan benyttes til at registrere og måle med. Skridttællere, intelligente smykker og smartwatches er eksempler på wearables.

4.1.1 Apps og software som beslutningsstøtte for patienter, borgere og klinikere

Online netværk, apps og software anvendes allerede i dag til at opsamle sundhedsdata med samt hjælpe med eksempelvis monitorering, patientovervågning, beslutningsstøtte for patient, borger og behandler samt til sundhedsforskning. Boks 4.1 giver eksempler på sundheds-apps og -netværk.

Boks 4.1 Eksempler på sundheds-apps og -netværk

PatientsLikeMe: Er et socialt netværk for personer med livsforandrende sygdomme, hvor der er mulighed for at udveksle erfaringer i forhold til sin sygdom. Platformen stiller forskellige redskaber til rådighed, således at brugerne ved at indtaste data kan få en bedre indsigt i deres sygdom. Platformen har over 500.000 brugere, og deres anonymiserede data anvendes tillige til forskning. (www.patientslikeme.com)

Smart Patients: Smart Patients er et online netværk for patienter og familier ramt af en række sygdomme. Patienten kan via netværket få information om den videnskabelige udvikling i forhold til personens tilstand samt dele spørgsmål og bekymringer med andre medlemmer. (www.smartpatients.com)

ResearchKit: Er en open source-platform til udvikling af apps, som gør det lettere at registrere forsøgsparticipanter og gennemføre studier, idet forskerne kan foretage målinger via forsøgspersonernes iPhones. Eksempelvis er der foretaget et Parkinson-studie via denne metode ($n > 10.000$). Ved brug af gyroskopet og andre funktioner i deltagernes iPhone måler appen Parkinson-patienternes finmotorik, balance, gang og hukommelse – en viden, der kan hjælpe forskerne til en bedre forståelse af sygdommen. (<http://www.apple.com/dk/researchkit/>)

Mit Forløb: Er en app udviklet til patienter i Region Syddanmark. Mere end 20 patientforløb er på nuværende tidspunkt inkluderet. Formålet med Mit forløb er at give patienterne relevant information om deres forløb samt sætte dem i stand til at kommunikere elektronisk med sygehuset. I nogle forløb registreres endvidere målinger som eksempelvis vægt, temperatur eller blodtryk.

Der findes mere end 165.000 sundheds-apps, som ud over at omhandle fitness, sundere levevis og diæter også omfatter apps, der kan anvendes til diagnosticering og monitorering af kronisk sygdom (49). Informanterne er enige om, at brugen af apps og software til opsamling af data samt til beslutningsstøtte vil stige i fremtiden, og at mængden af data og information som følge heraf vil eksplodere.

Udviklingen i datamængden forventes understøttet af en voksende brug af diverse sensorer, både i form af wearables, sensorer i hjemmet og indopererede elektroniske chips under huden. De forskellige typer af sensorer vil kunne anvendes til at måle alt lige fra puls, døgnrytme og bevægelsesmønster til sporstoffer i blodet. Brugen af sensorer vil kunne medvirke til tidligere opsporing af sygdom; fx kan registrering af hyppigere wc-besøg være tegn på en blærebetændelse, og det ændrede adfærdsmønster vil kunne hjælpe til tidligere igangsættelse af behandling.

En af de interviewede vurderer, at 25 % af alle danskere vil have indopereret en chip i huden mellem tommel- og pegefingern i 2025. Hjerterpatienter kan i dag få indopereret en såkaldt

Loop-recorder, der er en form for båndoptager, som overvåger hjerterytmen i længere tid (3-4 år) for at afgøre, om der er hjerterytmeforstyrrelser. Blodprop i hjernen er ofte forårsaget af atrieflimren (en form for hjerterytmeforstyrrelse). Mange patienter med atrieflimren har imidlertid ingen symptomer herpå. I dag overføres den indsamlede data fra Loop-recorderen til hospitalet med telemedicin, men i fremtiden vil det ikke være urealistisk, at patienten i stedet selv vil kunne se sine data via en app og dermed kunne blive advaret, hvis der fx er atrieflimren. Lignende løsninger forventes at dukke op inden for andre sygdomsgrupper.

De interviewede forventer, at der i fremtiden vil ske en voksende inddragelse af patienternes egne data og devices (apparatur, fx smartphones), samt sideløbende hermed bliver udviklet flere deciderede telemedicinske løsninger.

4.1.2 Telemedicin som en integreret del af behandlingen

Telemedicinske løsninger har været anvendt i det danske sundhedsvæsen i mere end 10 år. Der er således ikke tale om en nyudviklet teknologi. Til trods for dette forventer informanterne, at der vil ske en kraftig vækst i anvendelsen af telemedicinske løsninger, dels som følge af et krav fra borgerne, dels som følge af en forventning om, at fremtidige telemedicinske løsninger vil kunne reducere det samlede ressourceforbrug i sundhedsvæsenet.

Hvad er telemedicin?

"Telemedicin defineres som en sundhedsydelse, der udføres ved anvendelse af informations- og kommunikationsteknologi, hvorved patienten og sundhedspersonalet, der leverer ydelsen, gøres uafhængige af et fysisk møde" (side 6 i (50)).

Telemedicin dækker over en lang række forskellige ydelser, lige fra når borgeren benytter guidede selvhjælpsprogrammer fra hospitalet til fx behandling af angst, til når hjemmesygeplejersken får sparring fra specialister på sygehuset, til sårhåndtering af en borger i hjemmet.

Danmark er i dag et gennemdigitaliseret land, og borgerne har derfor forventning til, at kontakten med sundhedsvæsenet i størst mulig omfang også kan ske digitalt (side 47 i (51)). De hidtidige økonomiske evalueringer af telemedicinske løsninger er præget af manglende dokumentation for, at telemedicin reducerer sundhedsvæsenets ressourceforbrug (52-54). Ifølge en af de interviewede kan en forklaring på den manglende ressourcebesparelse være, at de hidtidige erfaringer med telemedicin er foretaget i forbindelse med projekter. I forbindelse med projekter vil man sjældent foretage store organisatoriske ændringer, hvorfor den interviewede vurderer, at det inden for disse rammer er umuligt at høste det fulde potentiale af den teknologiske løsning. Aftalen i forbindelse med økonomiaftalerne for 2016 om national udbredelse af telemedicin for borgere med KOL frem mod 2019 vurderes af den interviewede at være af stor betydning, da overgangen fra projekt til drift vil skabe helt nye betingelser for den telemedicinske løsning, herunder bedre mulighed for at sikre optimering af den teknologiske løsning via eksempelvis organisatoriske ændringer. Omvendt kan overgangen fra projekt til drift ikke alene forventes at medføre, at der skabes ændringer af arbejdsgange m.m. Eksempelvis vil økonomiske spørgsmål i forhold til eventuelle ændringer i opgavevaretagelsen let blive en barriere for organisatoriske ændringer. Flere af de interviewede fremhæver i tråd hermed, at den teknologiske løsning ikke i sig selv er løsningen, men at det er måden, hvorpå den bliver anvendt og indarbejdet i organisationen, der er afgørende for at få et tilfredsstillende udbytte.

Faldende priser på teknologiske løsninger samt stigende mulighed for at anvende borgernes eget udstyr nævnes endvidere som faktorer, der i fremtiden dels vil kunne reducere omkostningerne ved telemedicin, dels øge brugen af de telemedicinske løsninger. Udstyret og teknologierne findes i mange tilfælde allerede, og det handler i stedet langt hen ad vejen om at få integreret løsningerne i behandlingsforløbene samt tilpasse organiseringen i forhold her til. Den generelle tele-teknologisering af vores hjem forventes ligeledes at være med til at nedbryde de barrierer, der tidligere er set i forhold til at integrere de telemedicinske teknologier i borgernes hjem (55), da de blot vil indgå i tråd med alle de andre teknologier, der vil være i vores hjem. En analyse af danskernes holdning til digitale løsninger, herunder telemedicinske løsninger, fra 2013 (56) viser, at danskerne i stor stil er parate til at anvende velfærdsteknologier og digitale løsninger inden for sundhed og pleje. Dette gør sig også gældende blandt de ældste borgere. Analysen viser således, at 73 % af de 65-74-årige og 62 % af de 75-89-årige ønsker at anvende digitale og teknologiske løsninger til at kunne klare sig selv i hverdagen, mens kun henholdsvis 11 % og 13 % er afvisende. Danskernes parathed til at anvende digitale løsninger må yderligere forventes at stige i takt med den øget digitalisering af samfundet, hvilket er en udvikling, der går stærkt. En opgørelse fra Danmarks Statistik viser, at over 80 % af alle familier i maj 2016 havde mindst én smartphone, og at der på blot tre år har været en stigning på 20 procentpoint (57).

Boks 4.2 GERI-kufferten

GERI-kufferten er et nyt telemedicinsk koncept, som har til formål at styrke det tværsektorielle samarbejde imellem kommuner, praktiserende læger og sygehuse med henblik på at understøtte tidlig opsporing af sygdom og forebygge indlæggelser blandt ældre. Konceptet består af to dele: 1) En GERI-kuffert med udstyr til objektive kliniske helbredsmaalinger (fx EKG), som kan anvendes af hjemmesygeplejen, samt et interface til digital overførsel af data til 2) en fælles kommunikativ it-plattform med tværsektoriel tilgang.

Hjemmesygeplejerskerne kan via indholdet i GERI-kufferten foretage forskellige objektive kliniske maalinger af borgeren i eget hjem. Det kan fx ske, når det faste plejepersonale finder tegn på forværret helbred hos borgeren. De kliniske helbredsmaalinger skal kvalificere hjemmesygeplejens og behandlende læges beslutningsgrundlag for borgerens videre forløb. Den fælles it-plattform kan på en enkel måde tilgås af almen praksis. Hvis almen praksis har brug for en 'second opinion', kan praksislægen involvere geriatrisk speciallæge på sygehuset, enten telefonisk eller ved anmodning om en subakut geriatrisk ambulant vurdering på sygehuset – i begge tilfælde med henvisning til de uploadede kliniske informationer på den fælles it-plattform. Subakut geriatrisk vurdering på sygehuset giver mulighed for fast-track afklaring om, hvorvidt borgeren kan udredes ambulant eller bør indlægges akut. Hvis man ved den subakutte vurdering finder, at fortsat udredning og eventuel behandling samt monitorering af behandlingen kan foregå ambulant, giver GERI-kuffert-konceptet mulighed for at udveksle kliniske informationer mellem hjemmesygeplejen og sygehuset.

GERI-kufferten er et satspuljeprojekt med deltagelse af Faaborg-Midtfyn Kommune, Keremunde Kommune, Nordfyn Kommune og Svendborg Kommune samt OUH Odense og OUH Svendborg. GERI-kuffert-konceptet er tidligere afprøvet i PAATH (Prevention of Acute Admission by TeleHealth)-projektet i Svendborg Kommune og OUH Svendborg med støtte fra Digitaliseringsstyrelsen (58).

Mange borgere er allerede i dag i besiddelse af udstyr, der i langt større grad kan integreres i deres behandlingsforløb. Eksempelvis er der en fotolinse i iPhones, som vil kunne anvendes til at tjekke, om linsen sidder rigtigt efter operation for grå stær. I dag bliver patienter, der er opereret for grå stær, bedt om at møde op dagen efter og en uge efter operationen for at få tjekket, om linsen sidder rigtigt. I stedet vil patienten kunne få foretaget denne vurdering af lægen via sin iPhone. Der er ligeledes forventning til, at de telemedicinske løsninger i stigende grad vil blive inddraget til måling og monitorering af borgere med henblik på forebyggelse af indlæggelser samt behandling af borgeren i eget hjem. GERI-kufferten, der er beskrevet i Boks 4.2, er et eksempel på, hvordan hjemmesygeplejerskerne også i stigende grad begynder at anvende telemedicinske løsninger med henblik på tidlig opsporing af sygdom og forebyggelse af indlæggelser.

Telemedicin kan ifølge en af de interviewede være historie om 20 år – forstået sådan, at det, vi i dag kalder telemedicin, typisk er et helt behandlingsregime, som er domineret af tele-teknologiske løsninger, mens vi i fremtiden i stedet vil se, at teleelementer vil være en naturlig komponent i de fleste behandlingsforløb.

4.1.3 Behov for sikring af kvaliteten af sundheds-apps

Flere af de interviewede efterlyser en stærkere regulering af sundheds-apps og beslutnings-støtteværktøjer med henblik på at beskytte borgerne. Det vurderes generelt svært for borgerne at navigere rundt i den store jungle af sundheds-apps og herunder vurdere kvaliteten af disse. Endvidere kan borgeren have svært ved at forstå betingelserne bag og dermed potentielt, hvem man giver adgang til sine data. Hvis borgerne og sundhedsvæsenet fremover skal have glæde af de muligheder, der ligger i sundheds-apps, er det nødvendigt, at borgerne bliver hjulpet – dels i forhold til sikring af kvaliteten forstået som dokumenteret sundhedsmæssig effekt, dels i forhold til sikring af muligheden for at data bliver opsamlet. Region Syddanmark har for nylig lanceret en hjemmeside, der skal hjælpe brugere og behandlere i psykiatrien med at vælge sikre apps af høj kvalitet (<http://mindapps.dk/apps/>).

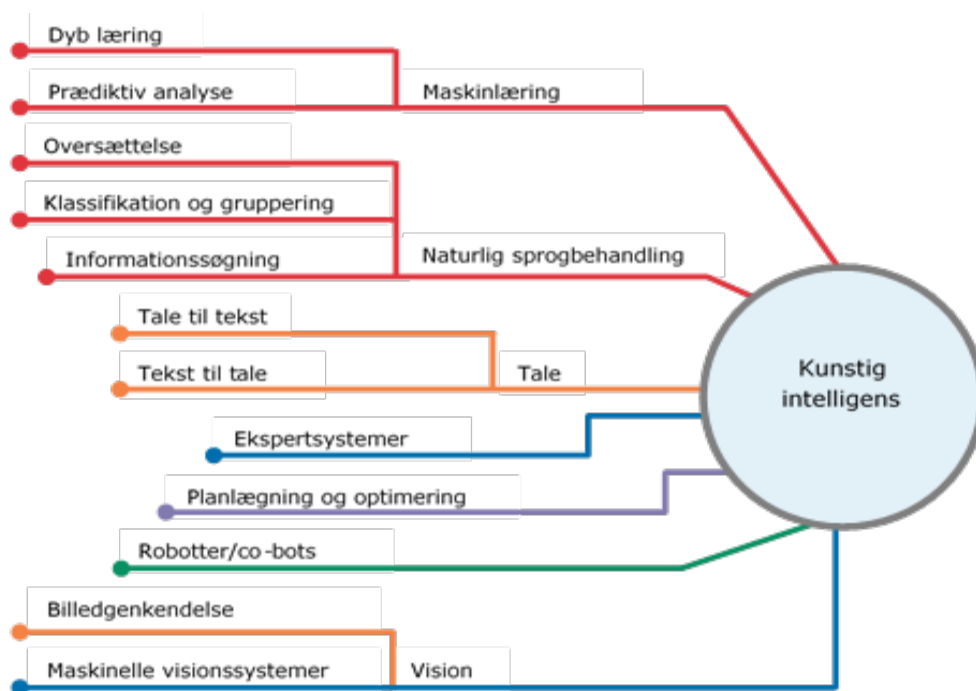
En af de interviewede nævner, at da det er et stort forretningsområde og en international udfordring, bør det være en opgave for eksempelvis EU at se på, hvordan borgerne sikres i dette system. Yderligere peges der på, at mange af de store firmaer på området har udviklet nogle rigtig gode apps, hvorfor det ikke giver mening, at det offentlige sundhedsvæsen selv investerer i at udvikle disse. I stedet vurderes det hensigtsmæssigt, at sundhedsvæsenet mere aktivt indgår en aftale med de store firmaer, men hvor der samtidig stilles krav til kvaliteten i forhold til de produkter, som anvendes til indsamling af borgers data.

4.2 Øget anvendelse af kunstig intelligens og big data

Den stigende mængde af sundhedsdata, bl.a. opsamlet via apps og anden software og koblet med markante forbedringer i computers regnekraft, har bevirket, at der inden for kunstig intelligens er blevet udviklet en lang række nye teknologier. Det har bevirket, at interessen for kunstig intelligens er steget markant, ikke mindst inden for sundhedssektoren.

Kunstig intelligens refererer overordnet til en maskine, som kan nogle af de ting, vi normalt forbinder med den menneskelige hjerne. Der findes imidlertid ikke en fælles anerkendt definition af kunstig intelligens, hvilket kan skyldes, at kunstig intelligens omfatter mange potentielle anvendelsesområder (59). I Figur 4.1 er der givet et overblik over de teknologier, som begrebet kunstig intelligens dækker over.

Figur 4.1 Overblik over kunstig intelligens teknologier



Kilde: Bearbejdet gengivelse af figur 5 i (60).

Tidligere var de kunstigt intelligente løsninger karakteriseret ved, at teknikkerne var opbygget omkring programmering af regler og kriterier. Det vil sige, at computeren fik læring via løsninger. For eksempelvis at lære en computer at genkende en cykel på et billede, så krævede det opstilling af en lang række regler, såsom at en cykel har et styr, et stel, to hjul, en sadel mv. Ud fra de opstillede kriterier ville computeren så kunne vurdere, om der var en cykel på et billede eller ej. Dette er selvsagt en meget omfattende proces. Nye metoder inden for maskinlæring i form af eksempelvis dyb læring og prædiktionsanalyser har imidlertid gjort det muligt at få computere til at lære uden at blive programmeret ud fra eksplicite regler, men i stedet lære fra sammenhænge i store mængder af data. Boks 4.3 giver en kort beskrivelse af nogle af de centrale teknologier og begreber inden for kunstig intelligens.

Boks 4.3 Beskrivelse af centrale teknologier og begreber inden for kunstig intelligens

Maskinlæring: Læring fra eksempler uden forprogrammerede eksplicite regler. Det vil sige, at computeren på baggrund af store mængder af data (hvor input og output er kendt) konstruerer algoritmer, der kan finde sammenhænge og udarbejde forudsigelser (prædiktionsanalyser) – eksempelvis billedgenkendelsesfunktionen på Facebook.

Dyb læring: Computeren lærer selv at forstå mønstre og sammenhænge uden præopstillede hypoteser og sammenhænge. Dette gøres via et kunstigt neuralt netværk, dvs. man lidt karikeret beskrevet stakker lag af processer ovenpå hinanden på samme måde, som nerveceller er forbundet i den menneskelige hjerne.

Big data: Dækker over de enorme mængder af data, der skabes af mennesker, systemer og maskiner i dag. Big data er ikke kun kendetegnende ved deres størrelse, men også den hastighed, hvormed de genereres og deres mangel på struktur.

Kunstig intelligens, herunder anvendelsen af big data, vurderes at have et enormt udviklingspotentiale i forhold til sundhedsvæsenet. De forventes særligt at få stor betydning i forhold til følgende områder:

- Klinisk beslutningsstøtte
- Automatisering af kliniske opgaver
- Automatisering af servicelogistikken.

4.2.1 Klinisk beslutningsstøtte

I fremtiden giver big data og kunstig intelligens øget mulighed for at identificere sammenhænge mellem eksempelvis patientkarakteristika og sygdomme/behandlingsresultater og dermed mulighed for at prædiktere et givent udfald. Ligeledes er mulighederne for brugen af kunstig intelligens til diagnosticering og udvælgelse af behandlingsregime markante. Toppen af isbjerget er således allerede begyndt at titte frem i form af det første forsøg med diagnosticering ved brug af IBM's supercomputer Watson på Rigshospitalet (Watson og forsøget er beskrevet i Boks 4.4). Et andet eksempel er det schweizisk-baserede Sophia Genetics⁹, der bruger kunstig intelligens til at analysere DNA-prøver og på baggrund heraf udskrive medicin, der er tilpasset den enkelte kræftpatient.

⁹ www.sophagenetics.com.

Boks 4.4 IBM-supercomputeren Watson

IBM-supercomputeren Watson er baseret på kunstig intelligens. Computeren er i stand til at forstå og fortolke ustrukturerede data samt løbende lære af tidligere handlinger. Watson-teknikken anvendes i dag inden for flere forskellige brancher, herunder sundhedsvæsenet, hvor der er blevet udviklet en speciel Watson til kræftdiagnosticering og -behandling. Sidstnævnte kan via indrapporterede patientoplysninger give Watson anbefaling til behandling (61).

Watsons anbefalinger er baserede på gennemgang af millioner af forskningsartikler, retningslinjer og anden klinisk viden. Watson er således i stand til på 10 minutter at læse op mod 20 millioner sider. Den information (millioner af forskningsartikler mv.), som Watson trækker på, er ikke tilfældig, men er udvalgt og vægtet af førende specialister. Watson er et amerikansk produkt, hvorfor det indtil videre udelukkende er baseret på amerikansk forskning og amerikanske guidelines (ibid.).

På baggrund af patientoplysningerne giver Watson anbefaling til behandling i prioriteret rækkefølge, dvs. førstevalget af behandling anbefales fx med 80 % styrke, anden valget med 75 % styrke osv. Watson kan yderligere redegøre for, hvad den baserer sin anbefaling på i form af, at den ved forespørgsel præsenterer de vigtigste artikler på området.

Finsencentret på Rigshospitalet afprøvede Watson i oktober 2016. Der var tale om en afprøvning af en lille udgave af IBM Watson. Computerens formåen blev vurderet ved at udtage et antal typiske forløb inden for områderne lungekræft, brystkræft og mave-tarmkræft, og på baggrund af 10-15 oplysninger om hver patient blev Watson bedt om at give anbefalinger til behandlingen. Resultatet af afprøvningen på Rigshospitalet var, at der i hver tredje tilfælde var fuld overensstemmelse mellem Watsons anbefalinger og den evidensbaserede behandlingsplan i Danmark. I en tredjedel var anbefalingen ikke helt skæv, mens den blev vurderet at skyde helt ved siden af i den sidste tredjedel af tilfældene. En forklaring på de fundne afvigelser er den manglende inklusion af danske guidelines og europæisk forskning i systemet. Det vurderes, at en tilpasning til danske forhold og inklusion af europæisk forskning vil kunne gøres forholdsvis hurtigt, dvs. på måneder (ibid.).

Lederen af Rigshospitalets Finsenscenter vurderer på baggrund af deres erfaringer, at Watson på nuværende tidspunkt i bedste fald er på niveau med en ny 1. reservelæge. Men på sigt, og i takt med at computeren kommer op på et godt specialistniveau, ser han bestemt teknologiens berettigelse som støtte til behandlingsvalg, ikke mindst hos yngre læger (ibid.)

Blandt de interviewede er der bred enighed om, at patienter og læger i fremtiden vil få adgang til avancerede beslutningsstøtteinstrumenter i form af løsninger som eksempelvis IBM's supercomputer Watson og "doktor apps". Af et netop offentliggjort engelsk studie (62) fremgår det, at en computer ved brug af maskinlæring langt bedre end lægerne kan forudsige, hvornår visse hjertepatienter vil dø og dermed skabe bedre forudsætning for at give den rette behandling til rette tid. Der er tale om et forskningsprojekt, der af danske hjerteeksperter beskrives som lovende, men samtidig peger på, at kunstig intelligens ikke her og nu vil ændre hjertebehandlingen, men at der er forventning til, at dette vil ske inden for de næste 10-15 år (63). Det svarer til de interviewedes vurdering af tidshorizonten for den store udbredelse af kunstig intelligens til diagnosticering i sundhedsvæsenet.

Flere af de interviewede fremhæver, at der er enorme potentialer i anvendelsen af kunstig intelligens, ikke mindst hvis det i fremtiden bliver muligt at samkøre data fra flere forskellige sektorer og kilder. Samkøring af fx kliniske og socioøkonomiske data vil give mulighed for at kortlægge helt nye sammenhænge, da der ofte er et stort samspil mellem medicinske problemer og socioøkonomisk status, livsstil m.m. – ikke mindst i forhold til resultatet af en given behandling. Denne viden vil fremadrettet kunne benyttes til at foretage en meget mere differentieret behandling med henblik på opnåelse af større behandlingseffektivitet. Ifølge en af de interviewede er der i dag stor berøringsangst over for at identificere risikogrupper på baggrund af socioøkonomi og etnicitet og inddrage denne viden i kliniske beslutninger. Det vurderes dog at blive ændret inden for de næste 20 år, fordi sundhedssystemet bliver tvunget til at inkludere denne viden for at kunne få bedre succes med behandling og for at gøre behandlingen billigere.

I forskningsprojektet TVÆRSPOR, der udgår fra Horsens Hospital, gør man i disse år erfaringer med at foretage prædiktioner på baggrund af data fra flere forskellige sektorer. Projektet er et stort dataprojekt, hvor der for alle voksne borgere (≥ 18 år) i hospitalets optageområde sammenkøres data fra hospital, kommune og praksis (recept- og ydelsesdata fra praksis) over en længere årrække. Projektet forventer at inkludere borgere (≥ 18 år) til kohorten i perioden 2012-2022 og at indsamle data på de inkluderede borgere fra fem år før inklusion til minimum fem år efter inklusion (dvs. i perioden 2007-2027) (personlig kommunikation). Formålet med projektet er bl.a. at undersøge, om det ved brug af maskinlæring er muligt at forudsige, hvem der vil blive indlagt akut næste år, og hvem der vil blive indlagt akut af en årsag, der kan forebygges (64,65). Samkøring af de mange forskellige datakilder i projektet er alene muligt af den årsag, at der er tale om et forskningsprojekt.¹⁰

4.2.2 Automatisering af kliniske opgaver

Det forventes, at maskinlæring i fremtiden vil automatisere en del af de kliniske arbejdsopgaver ved, at det bliver muligt at udvikle algoritmer for fx sammenhænge mellem billedmateriale og relevante kliniske fund, som kan anvendes i diagnosticeringen af fremtidige fund. Især mange af de mere trivielle opgaver inden for radio- og patologien, eksempelvis gennemgangen af røntgen- og screeningsbilleder, forudsiges at blive automatiseret.

I litteraturen ses allerede de første lovende forsøg med brug af kunstig intelligens-systemer til billeddiagnosticering af kræft (66,67). I et studie af Wang et al. (66) ses, at fejlprocenten i forhold til diagnosticering af brystkræft er lavere for det kunstigt intelligente system end for patologen. Kombineret anvendelse, dvs. både anvendelse af det kunstigt intelligente system og patologen, reducerer imidlertid fejlprocenten.

Der er ligeledes forventning om, at programmeret dataopsamling af screeningsbilleder og analyse heraf i stigende grad vil substituere opgaver, der traditionelt varetages af det kliniske personale. Kamerapillen er et eksempel herpå, se Boks 4.5.

¹⁰ Med hensyn til samkøring af journaldata har projektet ind til videre fået tilladelse fra Styrelsen for Patient-sikkerhed til indhentning af disse for perioden 2007-2015. Det betyder, som det ser ud for nuværende, at projektet skal indsende en årlig tillægsansøgning for at kunne fortsætte indsamlingen af journaldata (personlig kommunikation).

Boks 4.5 Kamerapillen

Kamerapillen er en kapsel på størrelse med en fiskeoliekapsel og indeholder to små kameraer. Kamerapillen bliver aktuelt testet i et forskningsprojekt på SDU, hvor det undersøges, om "pillen" er lige så effektiv som en normal kikkertundersøgelse til at opdage polypper i tarmen.

Polypperne kan være forstadier til kræft. Undersøgelsen med kamerapillen foregår ved, at patienten sluger pillen, som herefter bevæger sig gennem tarmen. På vej gennem tarmen tager kamerapillen mere end 400.000 billeder, som via et bælte om patienten bliver sendt til en server, der analyserer billederne.

De foreløbige resultater af undersøgelsen tyder på, at metoden er mindst lige så effektiv som normal kikkertundersøgelse (68). Fordelen er, ifølge en af de interviewede, at kamerapillen bedre kan finde ud af, om det er små eller store polypper (>2 cm), hvilket nævnes at være vigtigt, da det er de store polypper, der er de farlige. Endvidere er der et udviklingsarbejde i gang med henblik på at gøre kamerapillen i stand til at kunne operere og tage biopsier under vejs.

Operationsrobotter har været anvendt i det danske sundhedsvæsen i mange år. Der er imidlertid forventninger om, at brugen af operationsrobotter vil udbredes yderligere i de kommende år. Ikke mindst er der forventning om, at robotter i fremtiden selv vil kunne varetage de mest trivielle dele af en operation som eksempelvis at sy et sår sammen (69). De i dag anvendte operationsrobotter foretager ikke selv operationerne, men bliver styret af det kliniske personale. Der er således et kæmpe effektiviseringspotentiale, hvis operationsrobotterne fremover vil kunne overtage dele af operationen for kirurgen, og teknologien vel at mærke ikke bliver alt for dyr. Ny teknologi er generelt dyr, hvorfor der ikke nødvendigvis – især ikke på den korte bane – er et effektiviseringspotentiale ved anvendelse af ny teknologi.

Den forbedrede robotteknologi forventes ligeledes at få betydning i forhold til øget anvendelse af robotskeletter (såkaldte exoskeletter), robot-proteser og robotter til brug ved genoptræning. Det skal i denne sammenhæng nævnes, at der i mange år har været store forventninger til robotteknologien, uden at vi for alvor har set, at den har flyttet nævneværdigt på anvendelsen af arbejdskraft i sundhedsvæsenet.

4.2.3 Automatisering af servicelogistikken

It-understøttelse og anvendelsen af kunstigt intelligente løsninger vil i fremtiden kunne automatisere og optimere meget af servicelogistikken inden for sundhedsvæsenet. It-understøttelse af servicelogistikken, autoriserede varelagre, sensorer og målere på døde artefakter har allerede gjort deres indtog rundt om på landets hospitaler, men udbredelsen forventes at stige markant i de kommende år. Se eksempler på tiltag i Boks 4.6.

Boks 4.6 Eksempler på it-understøttelses- og automatiseringstiltag

It-understøttelse af servicelogistikken på Bispebjerg Hospital

Via den eksisterende infrastruktur på Bispebjerg Hospital samles oplysninger om, hvor portører og opgaver befinder sig. Portørerne kan dermed på smartphones se, hvor nærmeste kollega befinder sig, og hvilke opgaver der er tættest på. Opgavesystemet gør det lettere at koordinere og planlægge driftsopgaver, hvorved der kan opnås en mere hensigtsmæssig ressourceudnyttelse (70).

Automatiseret varemodtagelsessystem på Herlev Hospital

Hele flowet af forbrugsstoffer og affald ind og ud af Herlev Hospital bliver fra efteråret 2017 computerstyret, og små selvkørende robotter vil stå for at transportere hospitalets rullevoogne rundt. Robotterne sørger for, at afdelingernes lagre der bliver fyldt op efter behov, hvilket bevirker, at lagrene kan reduceres, og dermed spares kvadratmeter på hospitalet (71).

4.3 Behov for opbygning af en datainfrastruktur

Data er det afgørende råstof for, at vi i fremtiden kan få det optimale ud af de muligheder, der ligger i kunstig intelligens, og herigennem opnå bedre sundhed og behandling i Danmark.

Mængden af data er allerede i dag stor, men forventes at blive gigantisk i de kommende år, i takt med at der indsamles og oplagres data fra et utal af nye kilder. Udfordringen i de kommende år bliver således ikke dataindsamlingen, men at få konverteret den viden, der ligger i data, til forbedringer i sundhedsvæsenet. Det kræver, at der bliver opbygget en struktur for data, og at vi forstår at sortere i dem og bruge dem på den rigtige måde.

Fælles for de interviewede er, at de vurderer, at den nuværende it-infrastruktur ikke gør det muligt at udnytte potentialet i big data og kunstig intelligens, og at der er behov for en væsentlig investering i området. Der efterlyses opbygning af en datainfrastruktur, som sikrer adgang til alle nødvendige data, herunder mulighed for at sammenkøre data fra flere kilder, fx borgerens egne data, data fra forskellige registre samt socio- og miljødata. De interviewede efterlyser, at de strukturenbrydninger, som digitalisering skaber, bliver udnyttet i datainfrastrukturen.

En sådan ændring i datainfrastrukturen udfordrer imidlertid beskyttelsen af personfølsomme oplysninger. Nogle af de interviewede ser ikke, at udfordringen i forhold til dette er så stor, da de mener, at teknologien netop kan hjælpe til udvikling af et sikkert og brugbart system. En af de interviewede peger eksempelvis på banksektoren som en sektor, der har formået at have en høj datasikkerhed. Banksektoren har ganske rigtig udviklet en høj datasikkerhed udadtil, men hvor alle medarbejdere har adgang til alle data i systemet. Og det er netop adgangen for de mange personer internt, der er udfordringen ved samkøring af data på tværs af fx sektorer. Udfordring består således i at få udviklet en brugerflade i forhold til big data, hvor forskellige kilder af data indgår, men hvor den enkeltes brugers adgang kan begrænses.

Investering i en it-infrastruktur, der kan sikre en mere glidende overgang af data mellem systemerne, vurderes helt central for, at sundhedsvæsenet kan udnytte de muligheder, der ligger i big data og kunstig intelligens. Flere af respondenterne peger her på, at Danmark har en hel unik mulighed for at blive et innovationsland på sundhedsdata i fremtiden, hvis der sættes

ressourcer ind på området. Ligeledes vurderes der at være et stort potentiale i at foretage koblingen af de eksisterende sundhedsregistre med en maskine i tråd med IBM's Watson, fx med henblik på at teste effekten af medicin i "real life" – og her især muligheden for at teste effekten af kombinationen af forskellig medicin.

En datainfrastruktur, hvor data i lang højere grad følger personen, stiller krav om, at de forskellige systemer kan integreres, dvs. giver mulighed for, at de forskellige datasystemer kan "tale sammen". Der er blandt de interviewede ikke entydighed i forhold til, hvordan dette sikres. På den ene side er der argumenter for, at løsningerne udvikles med afsæt i ét system, mens andre argumenterer for vigtigheden af en mulighed for, at systemer lokalt kan tilpasses til de lokale behov.

Interviewpersonerne er generelt af den holdning, at borgerne er åbne over for muligheden for samkøring af data, da de godt kan se, at det er i deres egen interesse, at data er tilgængelig de rette steder. De interviewede peger dog samtidig på vigtigheden af, at der indbygges nogle sikkerhedssystemer i forhold til, hvem og hvornår der kan trækkes data på tværs, for at opretholde borgernes tillid til systemerne. Vi har ikke kunnet finde undersøgelser af, hvad borgerne mener i forhold til samkøring af data.

Inddragelse af borgernes egne indsamlede data vurderes at være en selvstændig udfordring, idet borgernes egne data vil komme fra tusindvis af forskellige systemer og produkter. Endvidere rejser der sig et centralt spørgsmål i forhold til håndteringen af ejerskab af data. Der er imidlertid bred enighed blandt de interviewede om vigtigheden af, at sundhedsvæsenet formår at anvende disse data. Endvidere peges der på nødvendigheden af, at sundhedssystemet hurtigt finder en løsning på denne udfordring, da befolkningen allerede er begyndt at indsamle data selv. Og hvis ikke sundhedsvæsenet vil anvende dem, vil borgerne søge andre muligheder, da data er grænseløse.

Alle er enige om, at den øgede mængde data vil skabe en masse muligheder, men samtidig er der også bred enighed om, at data ikke i sig selv skaber nogen revolution. Muligheden for en revolution vil først opstå, når data bliver samlet, struktureret og behandlet. Hertil er der behov for opbygning af en datainfrastruktur, der giver mulighed for hurtigt at kondensere viden fra mange forskellige kilder og finde sammenhænge i data ud fra ikke-præopstillede hypoteser. Opbygningen af datainfrastruktur er ikke blot et teknisk spørgsmål, men kræver også løsning af en lang række juridiske og etiske spørgsmål i forhold til den eksisterende datalovgivning.

4.4 Fare for skabelse af to parallelle systemer

Flere af de interviewede frygter, at digitaliseringen og den teknologiske udvikling er i gang med at overhale det offentlige sundhedsvæsen, og at der bliver etableret to parallelle systemer, hvor de mere ressourcestærke borgere vil kunne tilkøbe sig private og smarte teknologiske løsninger.

Der er bred erkendelse af, at det private sundhedsområde vil komme til at få meget mere betydning inden for de næste 10 år. Den teknologiske udvikling og ikke mindst de øgede datamængder og analysemuligheder betyder, at kæmpestore aktører, som eksempelvis Apple, IBM og Google, vil drøne derudaf og tilbyde smarte, interessante og spændende løsninger, som borgerne i større og større omfang vil benytte sig af. Frygten fra en del af de interviewede er, at en stor del af befolkningen i massivt omfang vil bruge de private aktører til at levere sundhedsfremmende ydelser og som følge heraf miste interesse for et velfungerende offentligt sundhedsvæsen. Netop det, at data er grænseløse, vurderes som en stærk drivkraft af privatiseringen, da det giver mulighed for, at borgerne kan give private aktører adgang til deres

sundhedsdata. Borgerne vil samtidig få mulighed for at tilkøbe ydelser på baggrund af resultaterne af deres sundhedsdata. Denne gruppe af respondenter ser ikke, at spørgsmålet omkring big data og teknologifremskridt så meget handler om, hvad der er muligt. I deres optik er der rigtig mange muligheder, men det vigtige spørgsmål bliver, hvordan mulighederne bliver fordelt mellem private og offentlige aktører, og om det offentlige formår at sikre sig adgang til data.

Andre informanter vurderer ikke risikoen for, at der bliver to parallelle systemer, som realistisk ud fra en vurdering af, at det offentlige sundhedsvæsen er så veletableret del af vores velfærdssystem, men pointerer i stedet, at det kan være en nødvendig hjælp for et sundhedsvæsen, der i fremtiden udfordres af den stigende efterspørgsel. Endvidere fremhæves de muligheder, der ligger i, at sundhedsvæsenet i større omfang etablerer udviklingssamarbejde sammen med de private aktører for at udvikle smarte digitale løsninger.

Meget af udstyret i sundhedsvæsenet er allerede i dag kommercielt. Der er imidlertid en forventning om, at de forskellige produkter i sundhedsvæsenet vil blive mere kommercielle i fremtiden, i takt med at brugen af teknologiske produkter vil stige. Det vil sige, at udviklingen og håndteringen kommer til at ligge i de teknologiske virksomheder og ikke i det offentlige. Det offentlige sundhedsvæsen såvel som privatpersoner vil i stedet købe sig til brugsretten af de private løsninger. På den ene side kan dette sikre skabelse af national ensretning, og på den anden side kan det skabe øget fragmentering. Open source¹¹ fremhæves af en af respondenterne som en metode til fremadrettet at få moderne it-løsninger hurtigt ind i sundhedsvæsenet.

Samlet kan det konkluderes, at der i de kommende år ligger et vigtigt arbejde for det offentlige sundhedsvæsen i at få de private aktører som aktive medspillere – og hermed bl.a. få gavn af alle de data, som borgerne selv indsamler.

4.5 Vil computere og robotter udmanøvrere sundhedspersonalet?

Der er ingen tvivl om, at kunstig intelligens og mulighederne i big data vil påvirke sundhedssektoren og stille nye krav til både medarbejdere, ledelse og organisation. Det er dog mere usikkert, hvordan og hvor stor den konkrete påvirkning vil blive for de enkelte faggrupper i sundhedssektoren.

I november 2016 udgav Teknologisk Institut en stor kortlægning (60) af, hvordan kunstig intelligens og digital disruption kan medvirke til at fremme vækst og jobskabelse. Rapporten peger på, at alle job i et eller andet omfang vil blive påvirket af udviklingen i kunstig intelligens, også arbejdsmarkedet for højtuddannede, men at den især kan få negative konsekvenser for de ufaglærtes arbejdsmarked (ibid., side 86). Blandt respondenterne er der også bred enighed om, at der vil ske ændringer i de sundhedsfaglige arbejdsopgaver som følge af den teknologiske udvikling. Flere og flere traditionelle syge- og lægefaglige opgaver vil blive omlagt til automatisering, eksempelvis brug af kunstigt intelligente systemer til diagnosticering, operationsrobotter og teknologiske løsninger til medicindosering. Ligeledes vil en lang række af service- og laboratoriepersonalets arbejde blive overtaget af maskiner. Alle er dog enige om, at computere, robotter og andre maskiner ikke vil kunne erstatte lægerne, men at de i stedet primært vil blive komplementære, jf. tidligere eksempler om operationsrobotter og brug af kunstigt intelligente systemer til billediagnosticering. Det skal forstås sådan, at teknologien vil kunne understøtte lægens arbejde ved at kvalificere arbejdet og gøre nogle arbejdsprocesser hurtigere,

¹¹ Open source betyder åben kildekode. Det betyder, at hvis du køber en Open source-løsning, har du efterfølgende adgang til programmets koder, ret til at ændre i disse koder og lave en ny version, samt ikke mindst at videregive programmets kildekode og/eller ens egen tilpassede version af programmet (<https://opensource.org/docs/osd>).

men samtidig vil teknologien også potentielt udvide omfanget af lægefaglige arbejdsopgaver, da ny teknologi vil resultere i nye undersøgelser og dermed behov for arbejdskraft til at håndtere disse. Endvidere kan udviklingen øge efterspørgslen efter nogle faggrupper, eksempelvis bioinformatikere, og faggrupper der reparerer, tester og udvikler robotter og kunstigt intelligente systemer.

Udviklingen i kunstig intelligens og digitale løsninger vil skabe behov for kompetenceudvikling hos alle faggrupper i sundhedssektoren. Begrebet livslang læring vil for alvor få betydning. Det sundhedsfaglige personale vil skulle opkvalificeres i forhold til den øgede brug af ny teknologi og digitale løsninger. For eksempel vil øget anvendelse af telemedicinske løsninger stille nye krav til læger og sygeplejerskers kommunikationskompetencer i forbindelse med at kommunikere på distance og kunne instruere borgerne i brugen af de nye it-løsninger – og ikke mindst gøre borgerne i stand til i højere grad at tage vare på egne patientforløb.

5 Klinisk teknologis velsignelse og forbandelse

Sundhedsvæsenet befinder sig på overgangen fra den mekaniske til den biologiske æra. Den mekaniske æra refererer til, at den teknologiske udvikling i sundhedsvæsenet i de sidste 50-60 år har været drevet af markante forbedringer – især inden for områderne kirurgi, radiologi og strålebehandling (4). Genteknologi og anden molekylær biologi forventes imidlertid at revolutionere sundhedsvæsenet i de kommende 10-15 år.

Den bioteknologiske udvikling har igennem de senere år medført stor vækst i udviklingen af biologiske lægemidler¹², skabt grundlag for introduktion af immunterapi¹³ og vil i fremtiden måske også bane vej for, at tarmbakterier kan anvendes som lægemidler. Biologiske lægemidler udgjorde i 2011 omkring en tredjedel af alle nye lægemidler i kliniske forsøg. Eftersom udviklingsprocessen for et lægemiddel typisk tager op til 10-20 år, må vi forvente at se en vækst i antallet af biologiske lægemidler i fremtiden. Omkostningerne til biologiske lægemidler er allerede i dag stor. I 2016 udgjorde omkostningerne til ATC-gruppe L¹⁴, som bl.a. omfatter biologiske lægemidler og immunterapi, over 50 % af Amgros'¹⁵ omsætning (74). Opgørelsen fra Amgros viser endvidere, at omkostningen til lægemidler i ATG-gruppe L fra 2015 til 2016 steg med godt 6 % – en vækst, som må forventes at stige i takt med introduktion af nye produkter på området. Flere og flere forskningsresultater peger på, at bakterier, som lever i og på mennesker (mikrobiomer), rummer store medicinske muligheder, og de forventes i fremtiden at kunne bidrage til at kurere kroniske sygdomme som tarminfektioner fx som Crohns sygdom og tyktarmsbetændelse samt hjælpe kroppen til selv at bekæmpe kræft (75).

Teknologien til sekventering af menneskets arvmasse (genom¹⁶), har undergået en industriel optimering igennem de sidste 20 år, hvilket har skabt et kæmpe anvendelsespotentiale for genomanalyser (side 3 i (76)). Teknologiuudviklingen har betydet hurtigere og bedre sekventeringsmaskiner samt ikke mindst et markant fald i priser for DNA-sekventering. Prisen for sekventering af det menneskelige genom er faldet fra ca. \$ 100 mio. i 2001 til under \$ 1.500 i slutningen af 2015, jf. Figur 5.1 (77). Denne kraftige prisudvikling har åbnet for langt større udbredelse i anvendelsen af DNA-sekventering og som følge heraf for muligheden for at få øget forståelse af sammenhængen mellem gener og sygdom. I de fleste tilfælde skyldes sygdom ikke kun fejl på et enkelt gen, men på flere forskellige gener samtidig.

¹² Biologiske lægemidler er baseret på naturligt forekommende stoffer (typisk proteiner), som produceres via biologiske processer. Det vil sige, at medicinen fremstilles af levende celler i modsætning til langt de fleste lægemidler, som består af syntetiske stoffer. Da de biologiske lægemidler minder om kroppens egne stoffer, giver de ofte færre bivirkninger end syntetiske stoffer (side 4 og 5 i (72)). Fremstillingen af proteiner i kroppen styres af vores arvemateriale. Kortlægningen af det menneskelige genom gør det muligt at vise, at bestemte sygdomme skyldes forhøjet eller nedsat produktion af bestemte proteiner. Netop denne viden kan anvendes i udviklingen af biologiske lægemidler (side 23 i (72)).

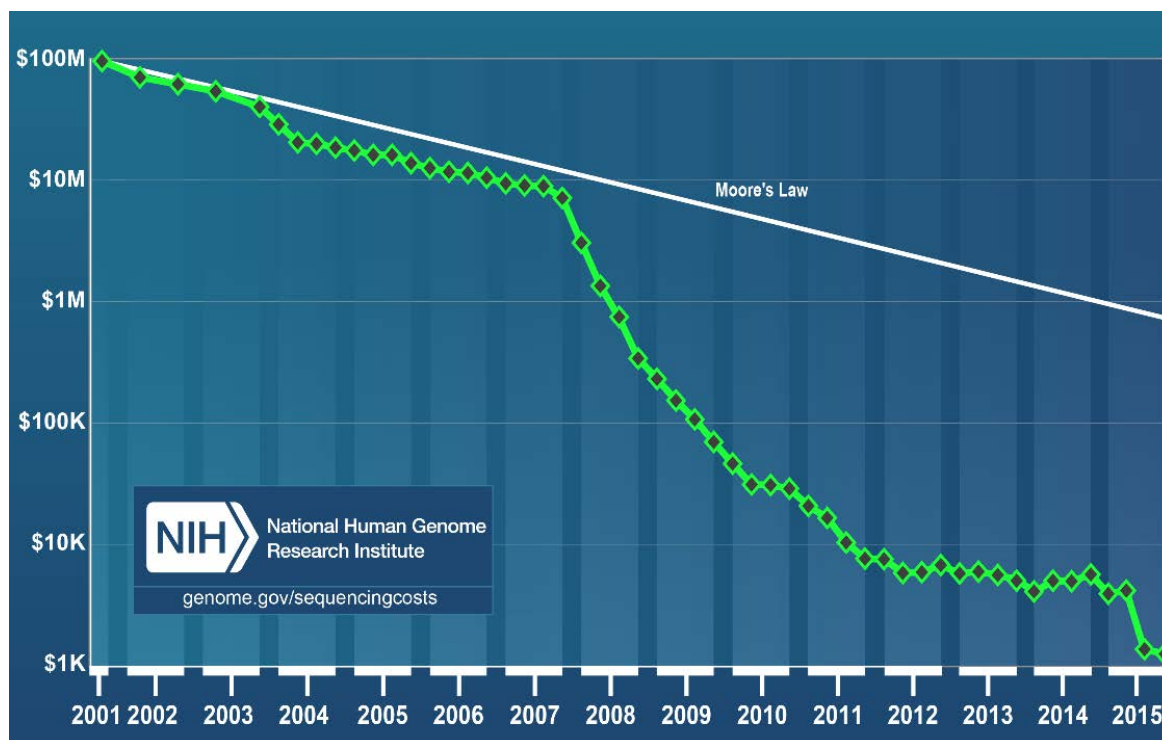
¹³ Immunterapi er en ny type kræftbehandling, der aktiverer immunsystemet til at bekæmpe kræftcellerne og svækker kræftcellernes evne til at forsvare sig (73).

¹⁴ ATC-systemet er et system til klassifikation af lægemidler efter deres indholdsstof og virkeområde. ATC står for Anatomisk terapeutisk kemisk.

¹⁵ Amgros er Regionernes lægemiddelorganisation, og de står for indkøb af regionernes sygehusmedicin.

¹⁶ Et genom er den fulde DNA-sekvens i en organisme, dvs. alle gener.

Figur 5.1 Udviklingen i prisen for genomsekventering



Note: Genomsekventering vil sige, at hele en persons arvemasse (genom) bliver sekventeret.
Moore's lov siger, at computeres regnekraft fordobles hvert andet år (78).
K: tusind, M: millioner.

Kilde: (77).

Den bioteknologiske udvikling har skabt mulighed for at udvikle individuelle behandlinger på baggrund af den enkeltes genetiske profil. Yderligere er der skabt grundlag for, at vi kan udvikle nye behandlinger, der er målrettet fejl i genmassen – i modsætning til de mere traditionelle lægemidler, der kompenserer for kroppens ubalancer. Den bioteknologiske udvikling forventes således i de kommende 10–15 år at medvirke til et paradigmeskifte i det danske sundhedsvæsen, der vil medføre, at:

- Behandlinger bliver langt mere individualiserede
- Sundhedsvæsenet vil have fokus på forebyggelse og sundhed frem for på sygdom.

På den lidt længere bane, dvs. 30-50 år ud i fremtiden, kan 3D-print af organer ligeledes forventes at revolutionere sundhedsvæsenet.

I de følgende afsnit gives en uddybende beskrivelse af, hvordan den biologiske æra forventes at komme til udtryk, samt hvilke gevinster og udfordringer den forventes at bringe med sig.

5.1 Personlig medicin og individualiseret behandling

Det er generelt kendetegnende for interviewene, at der bliver udtrykt stor forventning til, at behandlingen inden for de næste 10-15 år vil blive langt mere individualiseret. Det forventes således, at den bioteknologiske udvikling fremover vil gøre det muligt at stille langt mere præcise diagnoser, og som følge heraf tilbyde behandling til patienter udvalgt på baggrund af information om den enkeltes genom, mikrobiom og andre molekylærbiologiske parametre, livsstil, miljøpåvirkning m.m. (også betegnet personlig medicin).

Hvad er personlig medicin?

Personlig medicin – eller skræddersyet medicin, som det også populært betegnes – dækker over behandling, hvor der i udvælgelsen af lægemiddelbehandlingen tages udgangspunkt i den enkelte patients sygdomssituation og biologiske karakteristika.

Målet med personlig medicin er at ramme mere præcist med behandlingen ved at vælge doser og medicin, der passer til den enkelte patients genetiske profil m.m., og dermed opnå den bedste effekt af behandlingen med færrest mulige bivirkninger.

Personlig medicin kræver, at der findes en diagnostisk test, som kan forudsige, om et lægemiddel vil have den ønskede virkning på den enkelte patient. Dette stiller dels krav om kendskab til, hvilke lægemidler der er særligt virksomme over for specifikke genetiske profiler, dels kræver det en diagnostisk test, der kan afgøre, om en patient har en genetisk profil, som matcher brugen af det givne lægemiddel. Biomarkører¹⁷ kan eksempelvis benyttes til at inddеле patienter med samme sygdom i forskellige biologiske undergrupper, der vil skulle behandles med forskellige lægemidler.

5.1.1 Genetiske analyser og personlig medicin anvendes allerede i dag

Allerede i dag foretages der på danske hospitaler – på daglig basis – genetiske analyser som led i udredningen og behandlingen af forskellige genetisk betingede sygdomme (79). Endvidere kan 13 % af al medicin i dag, ifølge lægemiddelindustrien, klassificeres som personlig medicin, og når det kommer til nye lægemidler, der er under udvikling, har over 70 % af de nye lægemiddelstoffer på kræftområdet potentiale til at blive anvendt som personlig medicin (80). Udviklingen med personlig medicin er således i gang, men er også klart længst inden for specifikke sygdomsgrupper som fx kræft.

En kortlægning fra 2016 (79) blandt universiteter og regioner viser, at anvendelsen af genetisk testning i sammenhæng med personlig medicin er udbredt, men at der er forventning om, at anvendelsen af personlig medicin vil stige meget fremover – en udvikling, som *National strategi for personlig medicin* har til hensigt at understøtte (81). Regeringen og Danske Regioner lancerede National strategi for personlig medicin i december 2016 og har bl.a. fokus på at skabe grundlag for udvikling af bedre og mere målrettet behandling til patienterne (81). Strategien har fokus på personlig medicin gennem anvendelsen af især genetiske analyser, men anden molekylærbiologisk viden og kortlægning, som eksempelvis analyser af proteiner, vil også på sigt kunne inddrages.

Det kan konkluderes, at personlig medicin og målrettet behandling allerede anvendes i dag, men at omfanget fremover forventes at blive langt større og præcisionen i de anvendte lægemidler langt højere.

5.1.2 Forventningerne til personlig medicin

Ikke alle patienter oplever i dag at have effekt af den behandling, de modtager. I oplægget til en samlet dansk indsats for personlig medicin og individualiseret behandling refereres der eksempelvis til, at 30 % af de godt 3.000 gigtpatienter, der årligt begynder i behandling med

¹⁷ En biomarkører er en indikation på en sygdom. Forhøjet blodtryk eller feber er eksempelvis biomarkører; de er imidlertid ikke en særligt præcise biomarkører, da de ikke siger noget om, hvilken sygdom person fejler. Igennem de senere år er kendskabet til mere præcise biomarkører vokset kraftigt i form af kendskab til fx specifikke proteinstoffer eller enzymer. Biomarkører kan anvendes til at sige noget om vores helbredsstand, samt hvordan vi sandsynligvis vil reagere på eksempelvis et givent lægemiddel.

biologisk medicin, oplever utilstrækkelig effekt eller ikke kan tåle lægemidlet (76). En ældre opgørelse af andelen af patienter, som har effekt af deres medicin, viser, at mange lægemidler har effekt for 50-70 % af patienterne (82). Det skal understreges, at dele af den manglende effekt i sidstnævnte studie kan skyldes faktorer som manglende compliance, forkert dosering m.m. Endvidere er der tale om et ældre studie, hvorfor det ikke kan udelukkes, at udviklingen på lægemiddelområdet har ændret det observerede billede i undersøgelsen. Trods mangelfuldt opdaterede, eksakte data på omfanget af patienter, der modtager medicinsk behandling, og ikke har effekt heraf, vurderes der at være et stort potentiale for personlig medicin i forhold hertil. Hvorvidt personlig medicin vil reducere omkostningerne til behandling, er snarere mere usikkert.

Et nyere systematisk review (83) af omkostningseffektiviteten af personlig medicin i form af stratificering af behandling på baggrund af patientens genetiske egenskaber viser overordnet, at personlig medicin hverken er mere eller mindre omkostningseffektiv end konventionel medicin. Bag resultatet gemmer sig dog stor variation i de fundne resultater i forhold til teksttyper. Det vil sige, om der testes med henblik på screening, sygdomsprognose eller for stratificering af patienter i forhold til, om de vil opnå effekt eller har stor risiko for bivirkninger. Artiklen peger yderligere på, at det er måden, hvorpå personlig medicin anvendes, der er afgørende for den økonomiske effektivitet. De inkluderede studier afrapporterer således ofte flere forskellige strategier for anvendelsen af personlig medicin med dertilhørende forskellige resultater.

Såvel nationalt som internationalt er der høje forventninger til personlig medicins potentiale for at øge kvaliteten og reducere omkostningerne ved lægemiddelbehandling (84). Det er således forhåbningen, at mere individuelt tilpasset medicin vil give bedre behandlingseffekt. I denne sammenhæng kan det nævnes, at nye tal fra Danske Multidisciplinære Cancer Grupper (DMCG) peger på, at der er en sammenhæng mellem ibrugtagning af personlig medicin og den observerede forbedrede overlevelse fra 2000 til 2014 for en række af de hyppigst forekommende kræftsygdomme (85).

Personlig medicin kan på den ene side fremadrettet medføre et reduceret ressourceforbrug. Måltrettet behandling vil betyde, at patienterne alt andet lige får hurtigere effekt af behandlingen og dermed en reduktion i behandlingsomkostningerne. På den anden side er der også flere faktorer, der taler for, at personlig medicin eller den viden, som gør udviklingen mulig, vil generere et øget ressourceforbrug. Den øgede indsigt i sammenhængen mellem vores gener og sygdom vil således åbne op for nye behandlingsmetoder til sygdomme, der i dag ikke findes en behandling til, samt erkendelse af helt nye sygdomme. Endvidere kan der forventes at opstå et øget behov for løbende sekventeringer hos den enkelte borgere. Sidst, men ikke mindst, bliver hele lægemiddelpriissetningen en spændende udfordring. Den teknologiske udvikling vil på den ene side kunne reducere udviklingsomkostningerne til medicin ved, at en lang større del af arbejdet kan gøres via computere end i laboratorier. På den anden side vil den enkelte patientgruppe for det enkelte lægemiddel blive reduceret, i takt med at der bliver udviklet flere forskellige produkter. Det vil betyde, at der vil være færre patienter til at dække udviklingsomkostningerne for det enkelte produkt.

5.1.3 Biomarkører og biomarkørtest – centrale elementer i udvikling af personlig medicin

Identifikation af biomarkører for den enkelte sygdom – og ikke mindst udvikling af valide biomarkørtest – er helt afgørende for, at personlig medicins potentiale vil blive indfriet (side S1-S2 i (86)). Udviklingen af biomarkørtest har været igennem en rivende udvikling igennem de senere år, men der foreligger stadig et stort forsknings- og udviklingsarbejde for at sikre en succesfuld udvikling og implementering af personlig medicin i Danmark. Brugen af sekventering

i forbindelse med diagnostik eller behandlingsvalg har således hidtil primært været koncentreret omkring en mindre del af vores genom, den såkaldte proteinkodende del (udgør 3 % af vores genom) eller nogle få udvalgte gener (side 6 i (76)). Udviklingen i hastighed og pris vil imidlertid gøre det muligt at sekventere hele genomet i fremtiden og hermed skabe basis for en dybere forståelse af det genetiske grundlag for sygdom, herunder øge muligheden for at finde nye biomarkører og få indblik i kompenserende regulering af gener¹⁸. Et centralt element i at skabe denne forståelse vil blive anvendelsen af big data og maskinlæring (nærmere beskrevet i kapitel 4). I den sammenhæng bliver udfordringen at få opbygget en datainfrastruktur.

5.1.4 Behov for data

Fundamentet for udviklingen af mere personlig medicin er data. Der er behov for at koble genetiske data med minimum andre sundhedsdata, men også gerne socio- og miljødata. Det er ikke kun den arvelige komponent, der har betydning for udvikling og behandling af sygdom, hvorfor det er vigtigt at kunne sammenkøre genomdata med andre datatyper. Udfordringerne i forhold til datasikkerhed og samkøring af data vil her være de samme som beskrevet i afsnit 4.3.

Endvidere er der behov for tilføjelse af nye typer data i vores registre, der samtidig er lette at trække ud. *The Committee on Policy Issues in the clinical development and use of biomarkers for molecularly targeted therapies* fremhæver i forbindelse med arbejdet med den nationale strategi for personlig medicin i USA eksempelvis behovet for, at der let kan trækkes data ud af de elektroniske patientjournaler om molekylærbiologisk aktiviteter og resultater heraf – eksempelvis registrering af udført biomarkørtest, herunder oplysninger om, hvilken test der er anvendt, samt fund og eventuel handling (fx ordineringen af medicin) afstedkommet af testresultatet (side 4-23 i (86)). Denne type data vil kunne anvendes til på sigt at vurdere effekten af personlig medicin og ikke mindst videreudviklingen af denne. I Danmark vil der i løbet af 2017, som del af National strategi for personlig medicin, blive etableret et Nationalt Genom Center. Centeret vil bl.a. have ansvar for opbygningen af en it-infrastruktur til lagring og deling af genomdata (81).

5.2 Taksonomien for sygdom skal gentænkes

Den igennem de seneste årtier forbedrede forståelse af det genetiske grundlag for sygdomme og indsigten i molekylærbiologi har skabt behov for ændring af taksonomien for sygdom. Dette fremgår tydeligt af en stor forskningsrådsundersøgelse foretaget på vegne af det amerikanske National Institute of Health (NIH¹⁹) (87).

I Danmark anvendes WHO's internationale sygdomsklassifikation (ICD-10²⁰) (88) som diagnosesystem, hvilket også er det mest udbredte diagnosesystem i verden. Sygdomstaksonomien i ICD-10 er primært baseret på symptomer, på mikroskopisk undersøgelse af sygt væv og syge celler og andre former for laboratorie- og billeddiagnostiske undersøgelser. Systemet er således ikke designet til at inkorporere eller udnytte den hurtigt voksende viden om molekylære data, patientkarakteristika, socioøkonomiske forhold og miljøets påvirkning på sygdom (side 14 i (87)). Den manglende mulighed for inkorporere nye oplysninger og begreber fra den biomedicinske forskning i den nuværende sygdomstaksonomi bevirker, at undergrupper af sygdomme, som skyldes forskellige molekylære årsager, i dag bliver klassificeret som en sygdom.

¹⁸ Kompenserende regulering refererer til, at ikke alle personer med mutationer, der burde afstedkomme en given sygdom, får den, hvilket formodes at kunne tilskrives, at personen har beskyttende molekyler/mutationer andre steder i genomet.

¹⁹ NIH er en styrelse under U.S. Department of Health and Human Services.

²⁰ ICD-10: International Classification of Diseases, udgave 10.

Og omvendt deler flere sygdomme, som i dag klassificeres som forskellige, en fælles molekylær årsag (side 3 i (87)).

For i fremtiden at kunne udnytte det fulde potentiale af den løbende og voksende forståelse af sammenhængen mellem molekylærbiologi og sygdom – og derigennem opnåelse af bedre behandlingseffekt – vil det være nødvendigt at gentænke taksonomien for sygdom.

5.3 Etiske udfordringer

I takt med, at vores viden om genomet og sammenhængen mellem forskellige biomarkører og sygdomme øges, vil der rejse sig en række etiske dilemmaer. Det Etiske Råd har i tilknytning til den nationale satsning på personlig medicin således også udarbejdet en oversigt over en lang række etiske opmærksomhedspunkter (89).

Resultatet af de genetiske undersøgelser vil i mange tilfælde efterlade patienten med oplysning om den enkelte risikofaktor for i fremtiden at få en given sygdom. Der vil ikke være tale om klare "nej"- og "ja"-svar. I stedet vil der være tale om en procentsats for, at en observeret genvariant på et tidspunkt i livet vil føre til den pågældende sygdom. Det rejser et spørgsmål om, hvornår størrelsen af en risikofaktor er af så væsentlig betydning, at patienten skal have svar herom. Endvidere vil vores kendskab til risikofaktorer for sygdomme naturligt altid være mere udviklet end vores behandlingsmuligheder. Det rejser det dilemma, at vi ved genomtest kan få kendskab til vores risiko for at udvikle sygdomme, hvor der endnu ikke findes behandling. En foranalyse i forbindelse med udviklingen af den nationale strategi for personlig medicin viser, at ca. 30 % kun vil have svar, hvis der findes en forebyggelses- eller behandlingsmulighed, mens ca. 45 % gerne vil kende til risikoen, uagtet om der findes behandling. De resterende ca. 25 % svarede "nej" eller "ved ikke" til spørgsmålet (90).

Andre forhold som tilfældighedsfund²¹ og genresultaters påvirkning på andre familiemedlemmer er blot få af nogle af de generelle udfordringer, der er ved at foretage gentest, og som i stigende grad vil opstå i takt med udbredelsen af personlig medicin.

5.4 Fokus på sundhed frem for sygdom

I fremtidens sundhedsvæsen vil der være fokus på sundhed frem for sygdom. Ifølge de interviewede vil denne udvikling bl.a. være en naturlig følge af, at vi inden for de næste 10-20 år forventes at kunne opspore langt flere sygdomme, inden de opstår. Via fx vaccinationer og tidlig indsættelse over for genmutationer, der med tiden vil kunne føre til sygdom, forventes det, at en lang række sygdomme vil kunne forebygges. Ændringen fra at have fokus på sygdom til fokus på sundhed vil ikke kun være drevet af den medicinske teknologis udvikling, men også af fx den demografiske udvikling samt den generelle teknologiske og digitale udvikling, som dels bevirker, at det bliver nødvendigt at ændre fokus, dels gør det muligt for borgerne selv i langt større grad at have fokus på sundhed.

Det, at borgerne i langt større grad selv vil kunne tage handling på egen sundhed og eksempelvis sikre, at de er velmonitorede og foretage hjemmetest, vil på den ene side betyde mere sundhed for pengene. På den anden side består udfordringen i at styre og sikre en rationel anvendelse af eksempelvis gentest og -sekventering m.m. Modsat behandling, der hyppigst foretages på baggrund af symptomer, vil det forebyggende perspektiv udfordre, hvordan forbruget af sundhedsydelser styres, da der ikke vil være nogle "naturlige" indikationer for, hvornår det er relevant at foretage diverse test. En særlig udfordring knytter sig i den forbindelse

²¹ Et tilfældighedsfund er et fund af et formodet sygdomsfremkaldende gen, som er et andet end det gen/den sygdom, som var årsag til undersøgelsen.

til upræcise diagnostiske hjemmetests, som potentielt vil kunne generere en større mængde af unødige henvendelser til sundhedsvæsenet. Det vides ikke, om antallet af unødige henvendelser vil overstige antallet af sparede besøg og således erodere fordele ved hjemmetest. Sikring mod, at dette sker, er imidlertid et vigtigt fokus i fremtidens sundhedsvæsen.

På den lange bane (dvs. om 30 år) vurderer flere af de interviewede det realistisk, at vi hver især vil have vores egen sekventeringsmaskine til at kunne tjekke os for diverse sygdomme.

5.5 Behov for nye kompetencer og øget specialisering

De interviewede forventer generelt, at der vil ske en øget specialisering og arbejdsdeling i sundhedsvæsenet. Allerede i dag er sygehusvæsenet i gang med en planlagt strukturudvikling i retning af øget specialisering, samtidig med at sygehusene i højere grad understøtter andre aktører i sundhedsvæsenet, så de kan varetage behandlingen uden for sygehusene. Eksempelvis faldt antallet af sengedage pr. patient på danske sygehuse i perioden 2004 til 2014 fra 7,1 til 5,5 dage (91).

Udfordringen vil blive at sikre koordinering af overgange og samarbejde. Denne udfordring er ikke ny, men forventes at blive større i takt med specialiseringen af hospitalerne. Flere af de interviewede peger på, at en mere specialiseret sygehusstruktur vil skabe behov for nye eller udbygning af mere lokale funktioner. Som nævnt ovenfor er der imidlertid intet til hinder for, at nogle af de lokale funktioner understøttes eller drives af hospitalerne.

Den forventede "eksplosion" i ny genomisk og mikrobiologisk viden vil kræve opkvalificering og videreuddannelse af de sundhedsprofessionelle, hvis implementeringen af ny diagnostik og behandling skal sikres. Blandt de interviewede er der ingen forventning om, at den biologiske æra vil overflødiggøre lægerne – tværtimod. Individualiseret behandling vil kræve større analytiske ressourcer af den enkelte læge end ved en mere "one size fits all"-behandlingstilgang. Computere vil kunne indgå som beslutningsstøtteværktøj, men da mange sygdomme er et kontinuum, hvor mange faktorer spiller ind, vurderes den individuelle lægelige vurdering stadig at være af stor betydning.

6 Den nye sundhedsforbruger

I forhold til fremtidens borger er der to centrale tendenser, som bliver fremhævet af de interviewede, og som vil blive uddybet i de følgende afsnit. Den første tendens er, at fremtidens borger har øgede forventninger til sundhedsvæsenet, dels i forhold til hvad de kan forvente af behandling, dels i forhold til at blive informeret og inddraget. Den anden tendens er, at borgere og patienter vil blive aktiv medspillere i sundhedsvæsenet. Samfundet vil fremover have behov for, at de borgere, der kan, i langt højere grad tager vare på sig selv. Den generelle digitalisering af samfundet understøtter denne udvikling, og borgerne vurderes generelt også interesseret i at tage ansvar. Endvidere er det forhåbningen, at inddragelse i egen behandling kan medvirke til at skabe bedre resultater for patienterne.

6.1 Fremtidens borger har øgede forventninger til sundhedsvæsenet

Det forventes, at fremtidens borgere vil stille højere krav til det offentlige sundhedsvæsen end nutidens borgere. De vil endvidere have klare forventninger om at blive involveret og hørt. Det igennem de senere år øgede fokus på brugerinddragelse kan ses som startskuddet til denne udvikling. Udviklingen skyldes ikke mindst den stigende digitalisering, der har givet borgerne langt større muligheder for at søge information om behandlingsmetoder og -muligheder via fx internettet. Borgernes personlige data indsamlet via diverse personlige devices forventes ligeledes inddraget i mødet med sundhedsvæsenet.

Tendensen til, at patienter er velinformerede og stiller krav om begrundelser og forklaringer, findes allerede i sundhedsvæsenet i dag. Hvor det imidlertid ifølge informanterne i dag fortrinsvis er de højtuddannede, der formulerer kravene, vil tendensen i fremtiden sprede sig til andre grupper af befolkningen. Udviklingen vil bl.a. være drevet af internettets demokratisering af sundhedsviden, som skaber mulighed for, at borgere med kortere uddannelse også sikres adgang til relevant information. Den øgede adgang til information vil for nogle borgere betyde, at de vil kunne indgå i et mere ligeværdigt samarbejde med lægen i beslutningen af, hvad der er den rette behandling. For andre vil det imidlertid være en udfordring af skabe overblik over den omfattende informationsmængde og herunder finde vej til den rigtige viden. Sidstnævnte gruppe af borgere vil komme til at udfordre de sundhedsprofessionelle, som vil stå med borgere med megen information – og lille viden – som de skal afbalancere. For at minimere omfanget af problemet er det vigtigt, at sundhedsvæsenet hjælper borgerne med at finde frem til relevant og troværdig information, eksempelvis ved guides til borgerne om, hvor de kan finde væsentlig viden, samt oprettelse af vidensportaler.

Borgernes højere krav til sundhedsvæsenet vil yderligere være drevet af nutidens jagt efter det sunde og aktive liv. Fremtidens borgere vil kræve, at de fungerer og føler sig normale og sunde uanset diagnose, sygdom og alder. Ikke mindst blandt ældre borgere vil der være høje forventninger til sundhedsvæsenets ydelser.

Fremtidens borgere forventes at stille øgede krav til sundhedsvæsenets serviceniveau – både i det fysiske møde og ikke mindst i den digitale kontakt med sundhedsvæsenet. En undersøgelse foretaget i 2016, som omhandlede over 5.000 danskeres oplevelser med og forventninger til sundhedsvæsenet, viser, at danskerne gerne ser øget fleksibilitet i kontakten med sundhedsvæsenet – både i forhold til kontaktformer og tidsrum for denne (figur 36 i (51)). Tiltag som den tidligere beskrevne app *Mit forløb* i Region Syddanmark nævnes som en metode til at lette patienternes adgang til information samt forkorte afstanden mellem patienterne og det relevante personale.

Borgerne vurderes ligeledes at blive stærkere aktører på sundhedsområdet. Fremadrettet forventes borgernes stemme at få større vægt i styringen af sundhedsvæsenet, herunder større indflydelse på, hvilke effekt- og kvalitetsmål der styres efter. Dette er en tendens, som allerede er til stede i dag, stærkt drevet af det øgede fokus på værdibaseret styring og anvendelsen af PRO-data (Patient Reported Outcome-data). Tendensen forventes imidlertid at blive forstærket i fremtiden – godt hjulpet på vej af den øgede adgang til egne mål og data.

6.2 Borgere og patienter er aktive medspillere i sundhedsvæsenet

Borgere og patienter forventes at få en langt mere aktiv rolle i fremtidens sundhedsvæsen. En udvikling, der dels vil være drevet af et ønske fra borgerne selv, dels af nødvendighed. De interviewede er således enige om, at det er nødvendigt, at især de ressourcerstærke borgere i stadig større grad aktivt tager del i eget helbred og behandling. Det fremhæves, at den øgede digitalisering og teknologisering af sundhedsvæsenet vil kunne understøtte denne udvikling, da patienterne vil få helt nye muligheder for at administrere deres sygdom. Samtidig giver flere af de interviewede udtryk for en frygt for, at det offentlige sundhedsvæsen ikke vil formå at følge med digitaliseringen i resten af samfundet, og at det vil skabe grobund for opbygning af et parallelt privat sundhedsvæsen, jf. også diskussionen i afsnit 4.4. Konkret forventes det, at den kommende generation ikke vil "nøjes med", og de forventes således at "tage skeen i egen hånd", hvis de ikke synes, at de ydelser, de får i det offentlige sundhedsvæsen, er gode nok. Danmark har ikke tradition for et stort privat sundhedsmarked. Den øgede digitalisering af sundhedsvæsenet vurderes imidlertid at kunne skubbe til privatiseringen af sundhedsvæsenet, dels som følge af at data og information er grænseløs, dels fordi teknologier og systemer forventes at blive billigere i fremtiden. Flere vurderer således, at der er reel risiko for, at der opstår en ond spiral, hvor de borgere, der er bedst til at klare sig selv, bliver større og større forbrugere af private sundhedstilbud, hvorved det offentlige sundhedssystem vil miste opbakning. Det skal dog understreges, at ikke alle de interviewede ser en fare i, at der opstår et omfangsrigt parallelt privat sundhedsvæsen.

Det vurderes, at fremtidens borgere gerne tager aktivt del i deres helbred, hvilket undersøgelsen af danskernes oplevelser med og forventninger til sundhedsvæsenet bekræfter (figur 48 i (51)). Undersøgelsen viser endvidere, at borgerne ikke kun som patienter, men også som pårørende, gerne tager aktivt del i behandling, overvågning og genoptræning (ibid.). Rent ressourcemæssigt vil patienterne også have egen interesse i at varetage flere opgaver selv. For hvorfor bruge tid og ressourcer på at bevæge sig hen til hospitalet for nogle aktiviteter, de lige så godt kan foretage hjemmefra? Endvidere er der forhåbning om, at inddragelse i egen behandling kan medvirke til at skabe bedre resultater for patienterne.

Relationen mellem det sundhedsfaglige personale og patienten forventes at ændre sig, så det mere får karakter af et samarbejde. Relationerne har allerede bevæget sig, så patienterne i dag i lang højere grad inddrages, men også udfordrer lægen og dennes beslutninger. I takt med, at patienten fremover kommer til varetage en langt større del af sygdomsmonitoreringen, forventes der at opstå et mere ligeværdigt samarbejde.

Det vurderes, at borgerne har behov for ny viden og kompetencer for i langt større grad at kunne tage vare på egen sundhed i fremtiden. En af respondenterne peger på behovet for "uddannelse af borgerne", så de bliver i stand til at påtage sig en mere aktiv rolle i forhold til deres sundhedstilstand. Respondenten vurderer det således sandsynligt, at der vil rejse sig et behov for sundhedsuddannelse/sundhedshåndtering i folkeskolen, ligesom når man har idræt i dag. Ligeledes vil der opstå sundhedskursustilbud og kurser i tråd med "koordinér din egen

sygdom" til den raske borger, så borgeren er klædt på til at tage vare på egen sygdom, når den opstår.

6.2.1 Borgerne er med på de teknologiske og digitale løsninger

Skal borgerne i fremtiden blive en aktiv del af sundhedsvæsenet, kræver det, at de er i stand til at anvende de teknologiske og digitale løsninger, som sundhedsvæsenet tilbyder som supplement til eller som erstatning for eksisterende behandlingstilbud. De interviewede vurderer, at hovedparten af den danske befolkning vil være interesseret og i stand til dette. Erfaringen er således, at de fleste borgere gerne vil klare sig selv, og at befolkningen generelt ikke er forskrækket over ny teknologi, hvis den ellers kan gøre det, den skal. Erfaringen er således, at også ældre borgere er positivt stemt over for nye teknologier, især hvis de gør borgerne mere uafhængige og selvhjulpne.

Kommunikationen og den måde, hvorpå den foretages med borgerne, vurderes imidlertid som helt central for, at borgerne i fremtiden formår at løse deres opgave med at være aktive medspillere i sundhedsvæsenet. Ikke overraskende nævnes det, at det er vigtigt, at der opbygges systemer og løsninger, hvor det er let at være borger. Løsningerne skal således bygges op med afsæt i borgeren og ikke systemet. Endvidere fremhæves det, at det for at favne flest mulig målgrupper er vigtigt, at informationen målrettes de forskellige målgrupper.

6.2.2 Mindre eller øget ulighed i sundhed?

Idealbilledet er, at ved at lade de borgere, der kan tage sig af sig selv, gøre det, bliver der flere ressourcer til de borgere, der af forskellige årsager ikke magter dette. Historisk har de ressourcestærke borgere dog haft lettere adgang til sundhedsvæsenet (92,93). Flere af de interviewede forventer, at dette billede ikke vil ændre sig som følge af en øgede digitalisering og teknologisering af sundhedsvæsenet. Andre vurderer, at teknologiseringen og digitaliseringen netop vil kunne gøre sundhedsvæsenet mere tilgængeligt end i dag, hvorefter det vil blive muligt at inkludere nogle af de borgere, som sundhedsvæsenet i dag har svært ved at nå. Eksempelvis vil brugen af sensorer og minirobotter (fx i form af en indopereret chip eller en pille, der indtages) give mulighed for opsamling af personlige data fra personer, det ikke er muligt at få data på i dag.

Alle interviewede er enige om, at nogle borgere ikke vil være i stand til at gribe de teknologiske løsninger og indgå som aktive medspillere i sundhedsvæsenet. Flere af de interviewede fremhæver i den forbindelse en frygt for, at der vil blive skabt en øget polarisering, hvor en undergruppe af borgere med høj sygelighed ikke vil blive inkluderet i sundhedsvæsenet. For at fange denne gruppe borgere vurderes det helt centralt at tilbyde differentierede løsninger, hvor kommunikationen tilpasses og målrettes den enkelte – og tilsvarende behandlingstilbuddet. De differentierede løsninger vil potentielt kunne skabe mere sundhed til alle.

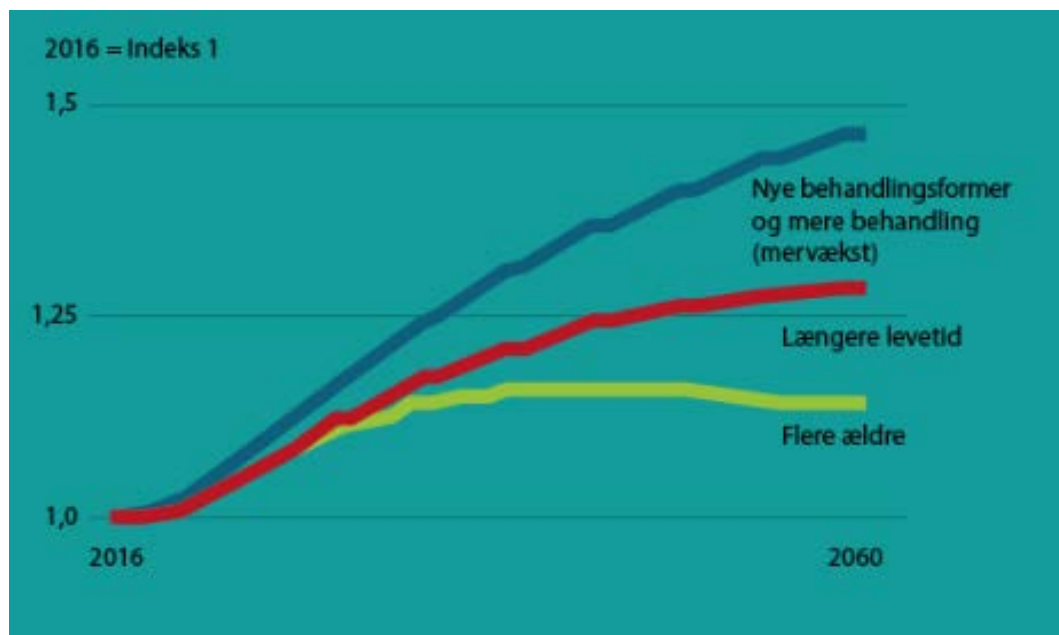
7 Tværgående opsamling

Der er ingen tvivl om, at den aldrende befolkning, den stigende forekomst af kronisk sygdom, informationsrevolutionen, den klinisk-teknologiske udvikling og fremtidens borger i form af den nye sundhedsborger vil udfordre det danske sundhedsvæsen de næste årtier og nødvendiggøre udvikling af vores sundhedsvæsen.

Fremtidens sundhedsvæsen vil blive udfordret af, at en stigende efterspørgsel efter sundhedsydelser som følge af, at befolkningen bliver ældre og lever længere; antallet af borgere med kronisk sygdom stiger, ikke mindst antallet af borgere med multisygdom; befolkningens øgede krav og forventninger til sundhedsvæsenet; øgede data og databehandlingsmuligheder vil give stigende indsigt i sammenhængen mellem sygdomme og dens opståen, hvilket vil gøre os i stand til at behandle stadig flere sygdomme. Dette skal sammenholdes med, at der på grund af den demografiske ændring bliver færre borgere i den arbejdsduelige alder og dermed samlet færre til at finansiere sundhedsvæsenet. Nogle af parametrene vil imidlertid ikke kun være aktivitetsgenererende, men vil også potentielt indeholde et ressourcereducerende element. Eksempelvis vil ny medicinsk teknologi kunne gøre behandlingen af kronisk sygdom mere effektiv, ligesom nye digitale løsninger vil gøre det muligt at overlade flere sundhedsopgaver til borgerne.

En central konsekvens af de fem megatrends er, at patienterne i langt større grad end i dag kommer til at skulle tage ansvar for egen sundhed og behandling, da det offentlige sundhedsvæsen ikke vil have ressourcer til at løfte opgaverne alene. En anden central konsekvens er, at mængden af tilgængelig valid og ikke mindst ikke-valid viden vil stige kraftigt. Nogle borgere vil være i stand til at manøvrere i den store mængde information, mens andre ikke vil være i stand til det.

Figur 7.1 Betydningen af demografi og mervækst for sundhedsudgifterne



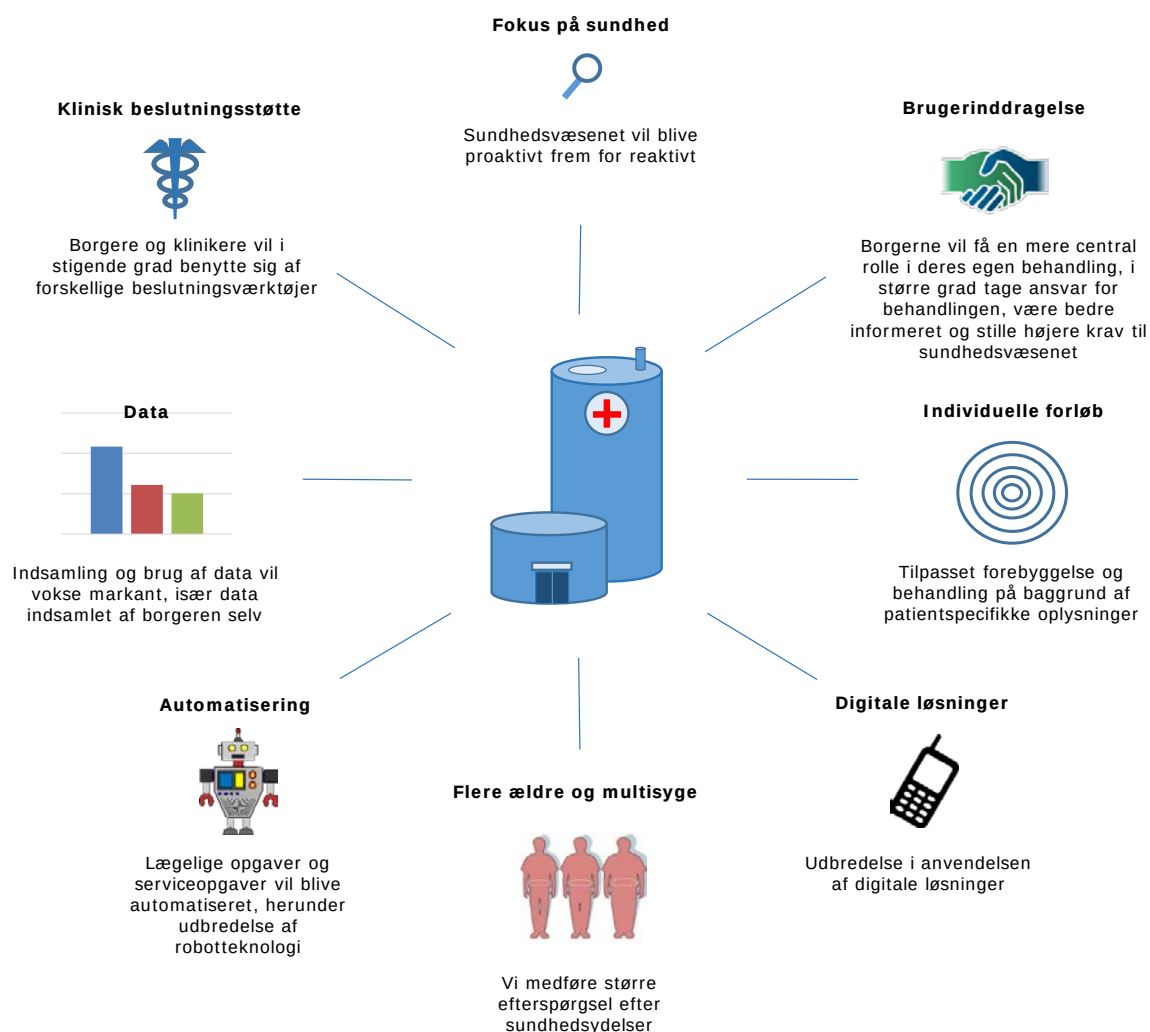
Note: Beregninger er foretaget af DREAM-gruppen for Danske Regioner. I beregningerne er det antaget, at udviklingen fortsætter som i 2016.

Kilde: (94).

De fem megatrends forventes enkeltvis og i samspil at presse sundhedsudgifterne. Hvor meget og hvilke af de fem megatrends, der vil have størst indflydelse, er ikke muligt at vurdere ud fra nærværende analyse. Beregninger foretaget af DREAM-gruppen for Danske regioner i 2016 viser, at hvis udviklingen fortsætter som nu, vil sundhedsudgifterne stige med 47 % frem mod 2060, hvor den største del af væksten (19 %) vil ske som følge af nye behandlingsformer og mere behandling (94). Længere levetid og flere ældre borgere vil hver være årsag til 14 % stigning i sundhedsudgifterne.

Forventningerne til det fremtidige potentiale for bioteknologien, big data og brugen af kunstig intelligens er enormt store. Helt afgørende for efterlevelsen af dette potentiale bliver imidlertid, at der bliver opbygget en datainfrastruktur, og at vi forstår at få kondenseret data. Generelt er der en tendens til at overvurdere konsekvenserne af megatrends på kort sigt, men undervurdere dem på længere sigt. Det vil sige, der er ofte forventninger om, at megatrenden slår hurtigere igennem, end den gør, men til gengæld undervurderes omfanget af dens betydning på lang sigt. Med dette in mente er det ikke utænkeligt, at vi inden for de næste 10 år vil have vores egen læge i lommen i form af en sundheds-app på mobiltelefonen, som kender vores DNA-sekvens, gøren og laden, og som vil kunne bruges til diagnosticering og monitorering.

Figur 7.2 Centrale tendenser for sundhedsvæsenet de næste 10-20 år



På baggrund af gennemgangen af de fem megatrends vurderes der at være følgende centrale tendenser for sundhedsvæsenet de næste 10-20 år (nævnt i tilfældig rækkefølge):

- Der vil blive flere ældre borgere, og antallet af multisyge vil stige.
- Indsamling og brug af data vil vokse markant, især brugen af data indsamlet af borgerne selv.
- Borgerne vil få en meget mere central rolle i deres egen behandling, og især vil der være store forventninger til, at de ressourcestærke borgere tager aktivt del i egen sundhed.
- Borgerne vil stille højere krav til sundhedsvæsenet.
- Der vil ske en demokratisering af teknologi og viden. Borgerne vil have adgang til mere information end i dag – og nogle vil på denne baggrund kunne indgå et mere ligeværdigt samarbejde med deres læge i beslutningen om, hvad der er den rette behandling. For andre vil det imidlertid være en udfordring at skabe overblik over den omfattende informationsmængde og herunder finde vej til den rigtige viden. Sidstnævnte gruppe af borgere vil komme til at udfordre de sundhedsprofessionelle, da de vil stå med borgere med megen information – og lille viden – som de skal afbalancere.
- Der vil ske en markant udbredelse i anvendelsen af digitale løsninger, både som supplement til eksisterende behandling og som erstatning for denne.
- Der vil være stigende anvendelse af robotteknologi i sundhedsvæsenet.
- Sundhedsvæsenet vil blive proaktivt frem for reaktivt; der vil være fokus på sundhed frem for behandling, og borgerne skal holdes sunde og raske.
- Borgere såvel som klinikere vil i stigende grad benytte sig af forskellige beslutningsstøtteværktøjer i tråd med IBM's computer Watson.
- Der vil være mere individuelle forebyggelses- og behandlingsforløb som følge af, at der bliver bedre muligheder for at gøre brug af viden om patienternes genetiske arvemasse.
- En del arbejdsopgaver – både lægelige opgaver og serviceopgaver - vil blive automatiseret. Samtidig vil teknologien skabe nye arbejdsopgaver, da den nye teknologi vil resultere i nye undersøgelser og behandlinger.

Litteratur

- (1) Sundhedsstyrelsen. Kronisk sygdom. 26. januar 2017; Available at: <https://www.sst.dk/da/sygdom-og-behandling/kronisk-sygdom>. Accessed 6. februar, 2017.
- (2) Afdeling for Sundhedsanalyser. Store udgifter forbundet med multisygdom. København: Statens Serum Institut & National Sundhedsdokumentation og - IT; 2015.
- (3) Pedersen KM, Bech M, Vrangbæk K. The Danish Health Care System: An analysis of Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats. The Consensus Report. København: Copenhagen Consensus Center.
- (4) The Advisory Board Company. Critical Disruptions. The Five Forces Shaping Health Care's Future. Washington, London, Guindy: The Advisory Board Company. International Global Forum for Health Care Innovators; 2014.
- (5) Danmarks Statistik. FRDK116: Befolkningsfremskrivning 2016 for hele landet efter herkomst, køn og alder. Available at: <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1680>. Accessed 4. januar, 2017.
- (6) DREAM. Langsigtet økonomisk fremskrivning 2016. Dec. 2016; Available at: http://www.dreammodel.dk/pdf/Langsigtet_fremskrivning_2016.pdf. Accessed 27. marts, 2017.
- (7) Spijker J, MacInnes J. Population ageing: the timebomb that isn't. BMJ 2013;347(nov121):f6598-f6598.
- (8) Zweifel P, Felder S, Meiers M. Ageing of population and health care expenditure: a red herring? Health Econ 1999;8(6):485-496.
- (9) Felder S, Meier M, Schmitt H. Health care expenditure in the last months of life. J Health Econ 2000;19(5):679-695.
- (10) Seshamani M, Gray AM. A longitudinal study of the effects of age and time to death on hospital costs. J Health Econ 2004;23(2):217-235.
- (11) Seshamani M, Gray A. Ageing and health- care expenditure: the red herring argument revisited. Health Econ 2004;13(4):303-314.
- (12) Stearns SC, Norton EC. Time to include time to death? The future of health care expenditure predictions. Health Econ 2004;13(4):315-327.
- (13) Breyer F, Felder S. Life expectancy and health care expenditures: a new calculation for Germany using the costs of dying. Health Policy 2006;75(2):178-186.
- (14) Arnberg S, Bjørner TB. Sundhedsudgifter og levetid. Nationaløkonomisk Tidsskrift 2010;148:43-66.
- (15) Melberg HO, Sørensen J. How does end of life costs and increases in life expectancy affect projections of future hospital spending? (Working paper 2013: 9). Oslo: University of Oslo. Health Economics Research Network; 2013.
- (16) Serup-Hansen N, Wickstrøm J, Kristiansen IS. Future health care costs - do health care costs during the last year of life matter? Health Policy 2002;62(2):161-172.

- (17) Werblow A, Felder S, Zweifel P. Population ageing and health care expenditure: a school of 'red herrings'? Health Econ 2007;16(10):1109-1126.
- (18) Arnberg S, Bjørner TB. Sundhedsudgifter og levetid. Nationaløkonomisk Tidsskrift 2010;148:43-66.
- (19) Bech M, Christiansen T, Khoman E, Lauridsen J, Weale M. Ageing and health care expenditure in EU-15. The European Journal of Health Economics 2011;12(5):469-478.
- (20) Christensen K, Doblhammer G, Rau R, Vaupel JW. Ageing populations: the challenges ahead. The lancet 2009;374(9696):1196-1208.
- (21) Rice NE, Lang IA, Henley W, Melzer D. Baby boomers nearing retirement: the healthiest generation? Rejuvenation research 2010;13(1):105-114.
- (22) King DE, Matheson E, Chirina S, Shankar A, Broman-Fulks J. The status of baby boomers' health in the United States: the healthiest generation? JAMA internal medicine 2013;173(5):385-386.
- (23) DREAM. Følsomhedsanalyse af udviklingen i sundheds- og hjemmeplejeudgifter. Jan. 2016; Available at: http://www.dreammodel.dk/pdf/T2016_01.pdf. Accessed 27. marts, 2017.
- (24) Danmarks Statistik. FOLK2: Folketal 1. januar efter køn, alder, herkomst, oprindelsesland og statsborgerskab. Available at: <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1680>. Accessed 5. januar, 2017.
- (25) Regeringens lægedækningsudvalg. Lægedækning i hele Danmark. Rapport. København: Regeringen; 2017.
- (26) Sundhedsdatastyrelsen. Lægeprognose 2015-2040. Udbuddet af læger og speciallæger. København: Sundhedsstyrelsen; 2016.
- (27) Sørensen LK, Wang DY. NOTAT. Sygeplejersker beskæftiget i og uden for sygeplejefaget 2002-2015. [København]: DSR Analyse; 2016.
- (28) Sundhedsstyrelsen. Hjertesygdom. Fakta og forebyggelse. København: Sundhedsstyrelsen; 2005.
- (29) Sundhedsdatastyrelsen. Begrebsbase. Available at: <http://sundhedsdata.item.dk/>. Accessed 6. februar, 2017.
- (30) OECD/EU. Health at a Glance: Europe 2016 - State of Health in the EU Cycle. Paris: OECD Publishing; 2016.
- (31) Sundhedsdatastyrelsen. Dødsårsagsregisteret. Tal og analyse. København: Sundhedsdatastyrelsen; 2016.
- (32) Sundheds- og Ældreministeriet. Statusrapport på demensområdet i Danmark. København: Sundheds- og Ældreministeriet; 2016.
- (33) Regeringen. Aftale om den nationale demenshandlingsplan 2025. Regeringen (V, LA, K), Socialdemokratiet, Dansk Folkeparti, Alternativet, Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti. 15. december 2016. København: Regeringen; 2016.
- (34) Sundhedsdatastyrelsen. Sygdomsforekomst - Tabel. Available at: <http://esundhed.dk/sundhedsregistre/uks/uks01/Sider/Tabel.aspx#>. Accessed 6. februar, 2017.

- (35) Sundhedsdatastyrelsen. Nye kræfttilfælde i Danmark. Cancerregisteret. København: Sundhedsdatastyrelsen; 2015.
- (36) Juel K, Sørensen J, Brønnum-Hansen H. Risikofaktorer og folkesundhed i Danmark. København: Statens Institut for Folkesundhed. SDU; 2006.
- (37) Kjølner M, Juel K, Kamper-Jørgensen F. Folkesundhedsrapporten Danmark 2007. København: Statens Institut for Folkesundhed. SDU; 2007.
- (38) Sundhedsstyrelsen. Danskernes rygevaner: Udvalgte resultater 2015 og historisk udvikling. Available at: https://www.sst.dk/da/nyheder/2016/~/_media/8CEB6CBBE22B4488817EE6259A681F67.ashx. Accessed 6. februar, 2017.
- (39) Christensen AI, Davidsen M, Ekholm O, Pedersen PV, Juel K. Danskernes Sundhed. Den Nationale Sundhedsprofil 2013 (The Health of the Danes. The National Health Profile 2013). Copenhagen: Sundhedsstyrelsen (The Danish Health Authority); 2014.
- (40) Matthiessen J, Andersen LF, Barbieri HE, Borodulin K, Knudsen VK, Kørup K, et al. The Nordic Monitoring System 2011-2014. Status and development of diet, physical activity, smoking, alcohol and overweight (TemaNord 2016:561). Copenhagen: Nordic Council of Ministers; 2016.
- (41) Dansk Selskab for Almen Medicin. Type 2-diabetes: Diagnosen. Available at: <http://vejledninger.dsam.dk/type2/?mode=visKapitel&cid=532>. Accessed 6. februar, 2017.
- (42) Knapton S. Microsoft will 'solve' cancer within 10 years by 'reprogramming' diseased cells. The Telegraph 20. september 2016.
- (43) Øvrehus A. Behandling af hepatitis C. 2015; Available at: <http://www.net-doktor.dk/sygdomme/fakta/behandling-hepatitis-c.htm>. Accessed 6. februar, 2017.
- (44) McGrail K, Lavergne R, Lewis S. The chronic disease explosion: artificial bang or empirical whimper? BMJ: British Medical Journal (Online) 2016;352.
- (45) Kræftens Bekæmpelse. Nye kræfttilfælde de næste 20 år. 2016; Available at: <https://www.cancer.dk/hjaelp-viden/fakta-om-kræft/kræft-i-tal/nye-kræfttilfaelde-de-naeste-20-ar/>. Accessed 6. februar, 2017.
- (46) Afdeling for Sundhedsanalyser. Borgere med multisygdom. København: Statens Serum Institut & National Sundhedsdokumentation og - IT; 2015.
- (47) Lau CJ, Lykke M, Andreasen AH, Bekker-Jeppesen M, Buhelt LP, Robinson KM, et al. Sundhedsprofil 2013 - Kronisk Sygdom. Glostrup: Forskningscenter for Forebyggelse og Sundhed, Region Hovedstaden; 2015.
- (48) Frølich A, Olesen F, Kristensen I editors. Hvidbog om multisygdom. Dokumentation af multisygdom i det danske samfund - fra silotænkning til sammenhæng. [U.st.]: Forskningsenheden for Kroniske Sygdomme, Dansk Selskab for Patientsikkerhed og Forskningsenheden for Almen Praksis, Aarhus Universitet; 2017.
- (49) Madsen JJ. Vi er klar til at diagnosticere os selv. Mandag Morgen, Velfærdens 2025-plan 23. januar 2017.
- (50) Sundhedsstyrelsen. Telemedicinsk understøttelse af behandlingstilbud til mennesker med KOL. Anbefalinger for målgruppe, sundhedsfagligt indhold samt ansvar og samarbejde (version 1.0). København: Sundhedsstyrelsen; 2016.

- (51) Mandag Morgen, TrygFonden. Sundhedsvæsenet - ifølge danskerne. København: Mandag Morgen og TrygFonden; 2016.
- (52) Mortensen KU. Forskningsleder skimter lys for enden af den velfærdsteknologiske tunnel. Altinget: Digital velfærd 3. november 2016.
- (53) Pedersen KM. Professor: Telemedicinforsøg uden klare konklusioner. Altinget: Digital velfærd 26. november 2015.
- (54) Rasmussen SR, Wentzer HS, Fredslund EK. Psykologstøttet internetpsykiatrisk behandling af let til moderat depression. Evaluering af demonstrationsprojekt i Region Syddanmark. København: KORA. Det Nationale Institut for Kommuner og Regioners Analyse og forskning; 2016.
- (55) Ballegaard SA. Telemedicin skal passe til hjem og rutiner. Altinget: Digital velfærd 10. december 2013.
- (56) Digitaliseringsstyrelsen. Danskernes holdning til digital velfærd. København: Digitaliseringsstyrelsen; 2013.
- (57) Danmarks Statistik. Smartphone erstatter familiens kamera. Nyt fra Danmarks Statistik 2016;nr. 202.
- (58) Sundhedsstyrelsen. Styrket sammenhæng for de svageste ældre. 1. november 2016; Available at: <https://www.sst.dk/da/puljer-og-projekter/2016/styrket-sammenhaeng-for-de-svageste-aeldre>. Accessed 10. februar, 2017.
- (59) The 2015 study panel. Artificial intelligence and life in 2030. One hundred year study on artificial intelligence. : Stanford University; 2016.
- (60) Shapiro H, Rytz BK, Hansen JH. Kunstig Intelligens - Morgendagens Job og Samfund. Aarhus C: Teknologisk Institut; 2016.
- (61) Larsen K. Kunstig intelligens i klinikken. Ugeskrif For Læger 2017;3:210-211.
- (62) Dawes TJ, de Marvao A, Shi W, Fletcher T, Watson GM, Wharton J, et al. Machine Learning of Three-dimensional Right Ventricular Motion Enables Outcome Prediction in Pulmonary Hypertension: A Cardiac MR Imaging Study. Radiology 2017:161315.
- (63) Torpegaard H. Kunstig intelligens forudser hjertedød bedre end læger. Dagens Medicin 14. februar 2017.
- (64) Enversion, Ingeniørforeningen IDA. Slides fra arrangement omhandlende "Sundhed og Kunstig Intelligens '17" afholdt d. 9. februar 2017 Storcenter Nord, Aarhus.
- (65) Region Midtjylland. Resume fra informationsmødet den 25. oktober 2016. PKOrientering nr. 2, november 2016. Available at: <https://www.sundhed.dk/sundhedsfaglig/information-til-praksis/midtjylland/nyheder/meddelelser-fra-pko/meddelelser-oest/pkorientering-nr2-november-2016-horsens/>.
- (66) Wang D, Khosla A, Gargeya R, Irshad H, Beck AH. Deep learning for identifying metastatic breast cancer. arXiv preprint arXiv:1606.05718 2016.
- (67) Litjens G, Sanchez CI, Timofeeva N, Hermesen M, Nagtegaal I, Kovacs I, et al. Deep learning as a tool for increased accuracy and efficiency of histopathological diagnosis. Sci Rep 2016 May 23;6:26286.
- (68) Bertelsen AD. Forsøg med kamerapille tegner lovende. Nyviden Oktober 2015;nr. 8.

- (69) Boye M. Robotter i alle størrelser og former har indtaget læger og sygeplejeres arbejde. IDA Universe har fundet fem trends for robotternes indtog. 6. april 2016; Available at: <https://universe.ida.dk/artikel/fem-trends-for-robotter-i-sundhedssek-31507/>.
- (70) Bispebjerg Hospital optimerer arbejdsgange. Hospital Drift & Arkitektur 2016;5(6):12-13.
- (71) Danske Regioner. Fuld fart på automatiseringen af Herlev Hospital. 2. februar 2017; Available at: <http://www.godtsygehusbyggeri.dk/Aktuelt/2012/Automatisering%20paa%20Herlev.aspx>. Accessed 12. februar, 2017.
- (72) DAMVAD. Fra små til store molekyler. En udviklingshistorie om biologiske lægemidler. København Ø: Lægemiddelindustriforeningen; 2011.
- (73) Kræftens Bekæmpelse. Immunterapi. 17. april 2015; Available at: <https://www.cancer.dk/hjaelp-viden/kræftbehandling/behandlingsformer/immunterapi/>. Accessed 10. februar, 2017.
- (74) AMGROS. Markedsovervågning 4. København: AMGROS; 2016.
- (75) Sjøgren K. Her vil tarmbakterier revolutionere behandling. Videnskab.dk 3. januar 2017.
- (76) Skøtt O, Rasmussen LR, Kruse T, Brunak S, Nielsen FC, Kristiansen K, et al. Personlig Medicin og Individualiseret Behandling. Oplæg til en samlet dansk indsats. : Region Sjælland, Syddansk Universitet, Aalborg Universitet, Danske Patienter, Aarhus universitet; Københavns Universitet, Danske Regioner, Region Hovedstaden, Region Nordjylland, Region Syddanmark, Region Midtjylland; 2015.
- (77) National Human Genome Research Institute. The Cost of Sequencing a Human Genome. 6. juli 2016; Available at: <https://www.genome.gov/sequencingcosts/>. Accessed 12. februar, 2017.
- (78) Moore GE. Cramming more components onto integrated circuits. Electronics 1965;38(8):114-117.
- (79) Sundheds- og Ældreministeriet, Danske Regioner. Afrapportering fra referencegruppen vedr. foranalysen for personlig medicin (Version 1.0). København: Sundheds- og Ældreministeriet & Danske Regioner; oktober, 2016.
- (80) Jensen IS. Personlig medicin er i patientens interesse. Information 9. januar 2017.
- (81) Sundheds- og Ældreministeriet, Danske Regioner. Personlig medicin til gavn for patienterne. Klar diagnose - målrettet behandling - styrket forskning. National strategi for Personlig Medicin 2017-2020. København: Sundheds- og Ældreministeriet & Danske Regioner; 2016.
- (82) Spear BB, Heath-Chiozzi M, Huff J. Clinical application of pharmacogenetics. Trends Mol Med 2001;7(5):201-204.
- (83) Hatz MH, Schremser K, Rogowski WH. Is individualized medicine more cost-effective? A systematic review. Pharmacoeconomics 2014;32(5):443-455.
- (84) PA Consulting Group. Kortlægning af internationale erfaringer med personlig medicin. version 1.0 ed. København: PA Consulting Group; 2016.
- (85) Albinus NB. Eksplosion i udgifter til kræftbehandling er udeblevet. Dagens Pharma 16. februar 2017.

(86) National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Biomarker tests for molecularly targeted therapies: key to unlocking precision medicine. Washington, DC: National Academies Press; 2016.

(87) Committee on a Framework for Development a New Taxonomy of Disease, National Research Council. Toward precision medicine: building a knowledge network for biomedical research and a new taxonomy of disease. Washington: National Academies Press; 2011.

(88) WHO. ICD-10 Version:2016. Available at: <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2016/en>. Accessed 15. februar, 2017.

(89) Det Etske Råd. Personlig medicin: Etske opmærksomhedspunkter. København: Det Etske Råd; 2016.

(90) Thøgersen SH, Kruse K, Secher-Nielsen S. Danskernes tanker om og holdninger til Personlig Medicin og gentest. København: Sundheds- og Ældreministeriet og Danske Regioner; 2016.

(91) Egedal A. Danskere ryger hurtigere hjem fra sygehuset end andre europæere. Momen- tum 2017;9(3):1-3.

(92) Geckler S, Hansen H. Afdækning af uligheder i behandling. København V: CASA, Center for Alternativ Samfundsanalyse; 2014.

(93) Dalton SO, Schüz J, Engholm G, Kjaer SK, Steding-Jessen M, Storm HH, et al. Social ulighed i incidens og overlevelse efter kræft i Danmark - sekundærpublikation. Ugeskr Laeger 2010;172(9):691-696.

(94) Danske Regioner. Prioritering. Available at: <http://www.regioner.dk/sundhed/medicin/prioritering>. Accessed 15. januar, 2017.



**Det Nationale Institut
for Kommuner og Regioners
Analyse og Forskning**

Købmagergade 22
1150 København K
E-mail: kora@kora.dk
Telefon: 444 555 00