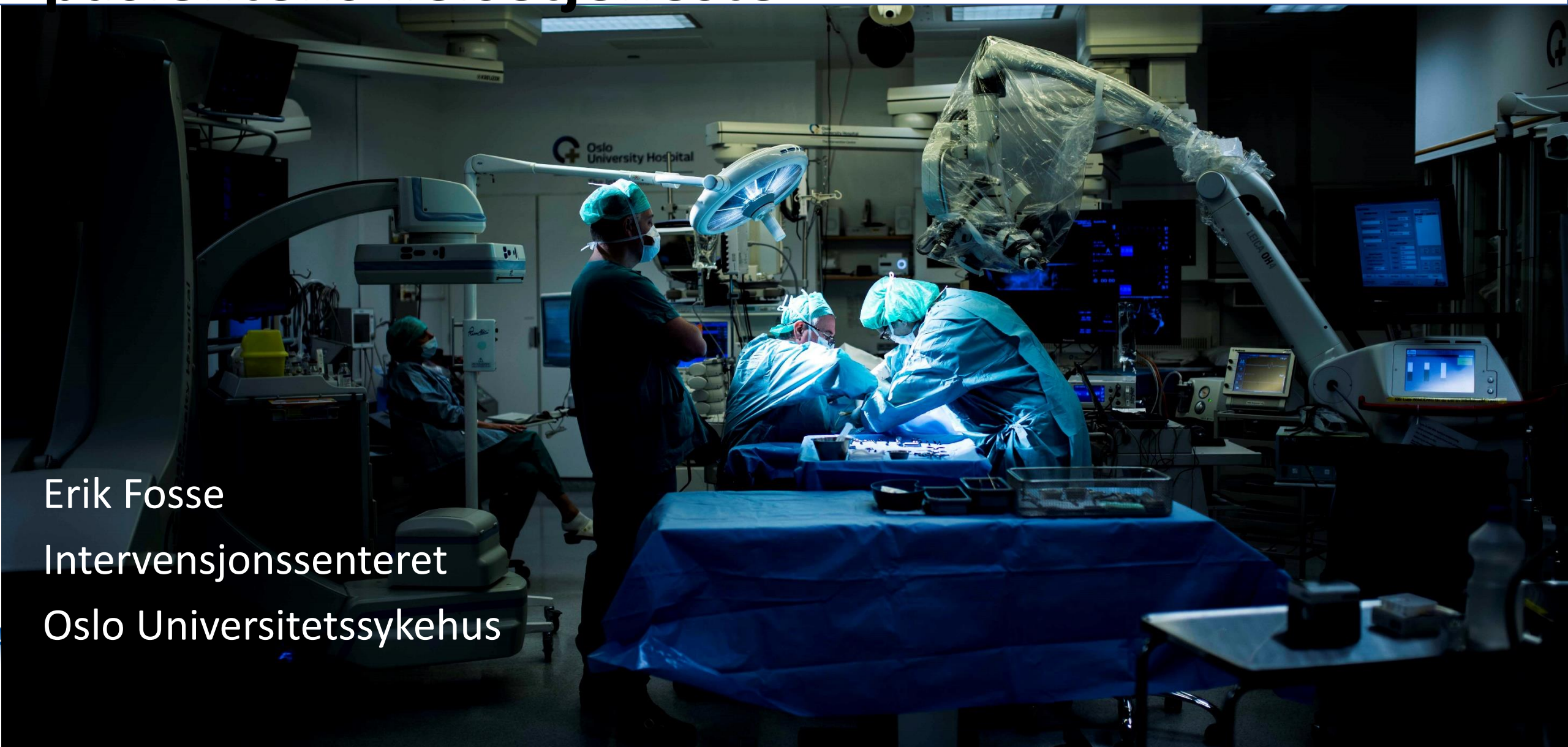
Digitalisering og kunstig intelligens muliggjør pasientens helsetjeneste



Erik Fosse

Intervensjonssenteret

Oslo Universitetssykehus

HELSEVESENET BLIR STADIG MER TEKNOLOGIAVHENGIG

I SYKEHUS..

erik.fosse@medisin.uio.no

Intervensjonssenteret, OUS
www.ivs.no

…OG HJEMME

Teknologien endrer medisinen

Avbildning

- Røntgengjennomlysning
- Ultralyd
- Kikkhullskirurgi

Digitalisering

- Automatiske prosedyrer
- Roboter

Kommunikasjon

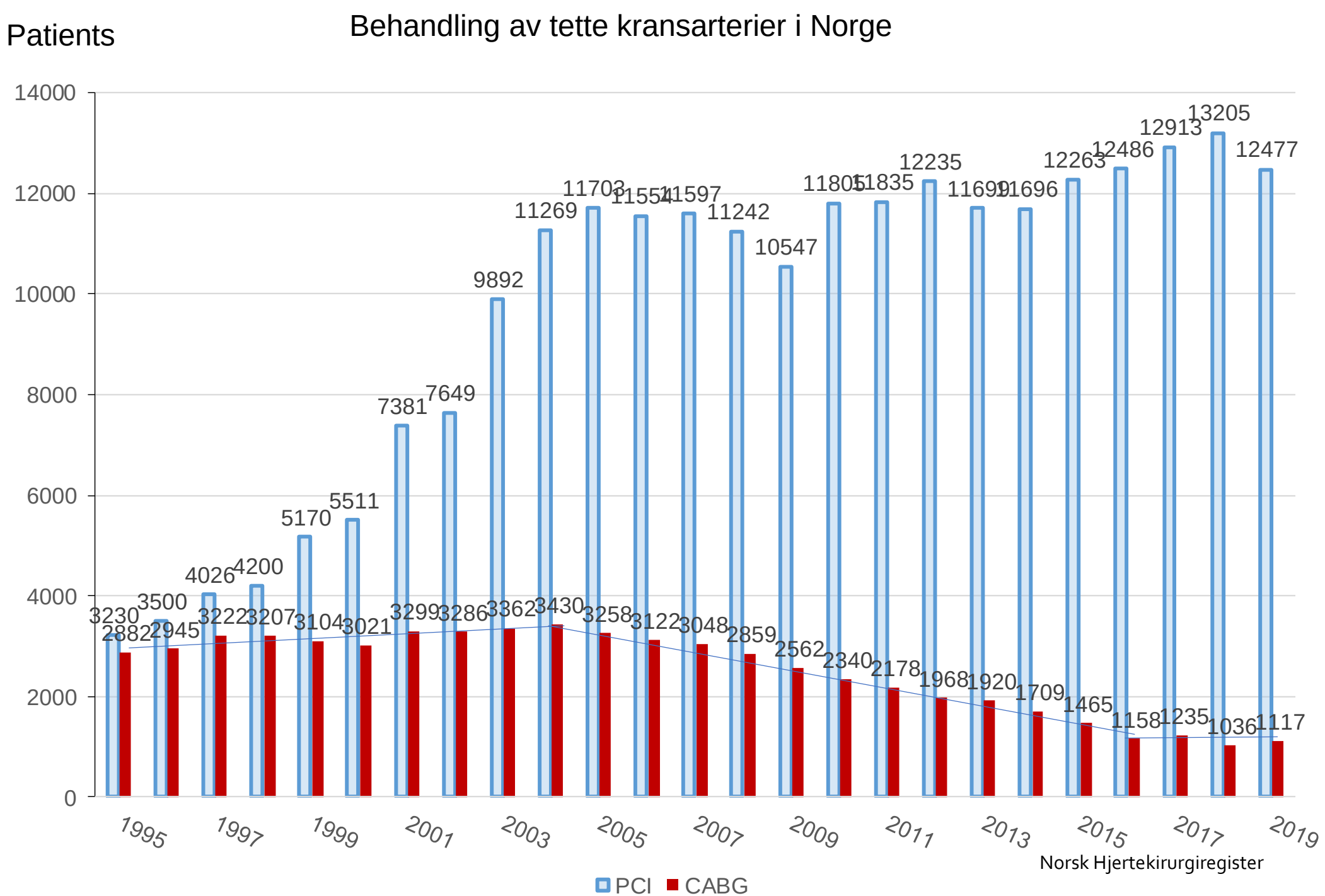
- Digital informasjon
- Telemedisin
- Pasientinformasjon

Miniatyrisering

- Avbilding: fMRI, PET, Optisk
- Mikroteknologi
- Nanotechnologi

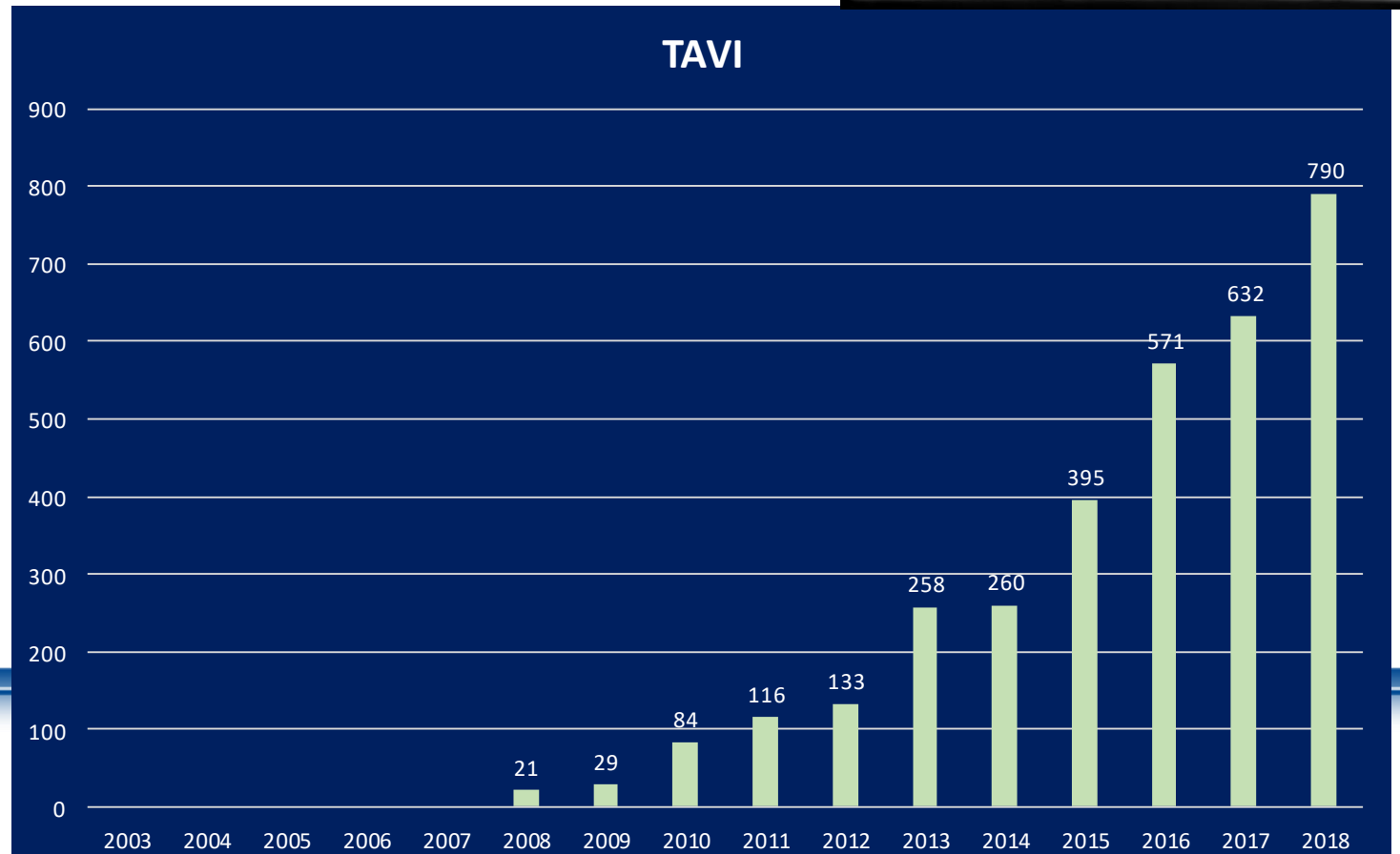
Molekulærbiologi

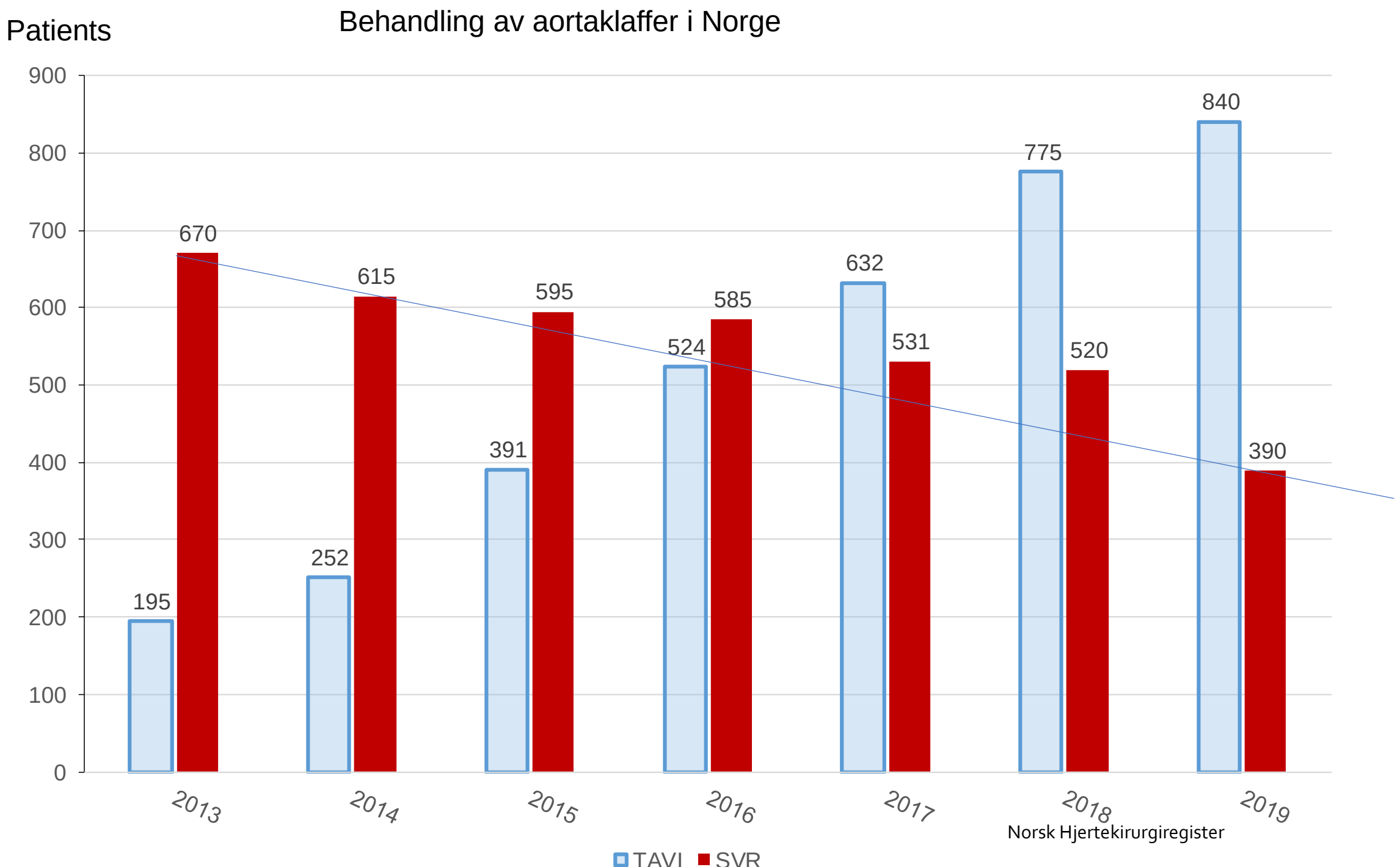
- Genomikk
- Vevsdyrking


Behandling av tette kransarterier i Norge
Patients
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
3230
2882
3500
2945
4026
3222
4200
3207
5170
3104
5511
3021
7381
3299
7649
3286
9892
3362
11269
3430
11703
3258
11554
3122
11597
3048
11242
2859
10547
2562
11805
2340
11835
2178
12235
1968
11699
1920
11696
1709
12263
1465
12486
1158
12913
1235
13205
1036
12477
1117
1995
1997
1999
2001
2003
2005
2007
2009
2011
2013
2015
2017
2019
Norsk Hjertekirurgiregister
PCI
CABG

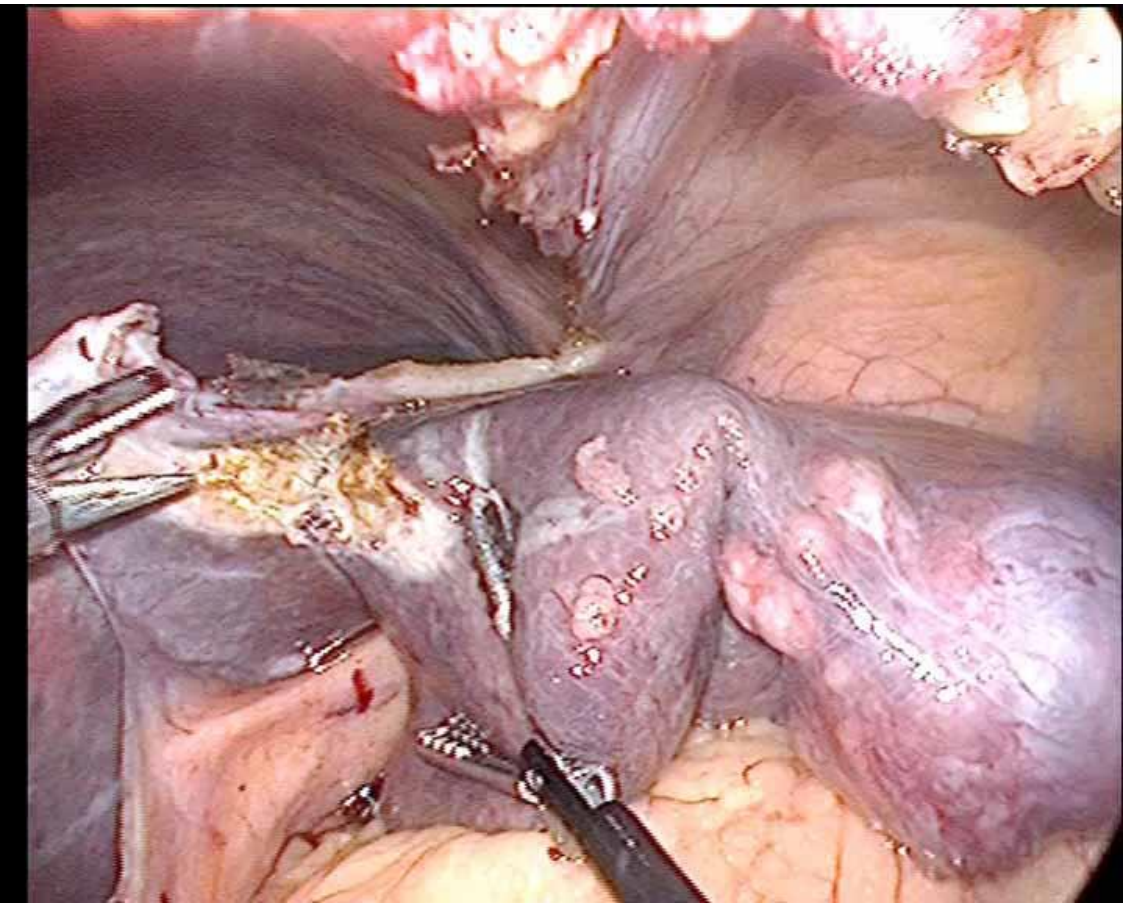
Hjerteventil gjennom lysken

Edwards Sapien THV




Behandling av aortaklaffer i Norge
Patients
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
195
670
252
615
391
595
524
585
632
531
775
520
840
390
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
Norsk Hjertekirurgiregister
TAVI
SVR

Utvikling av kikkhullskirurgi ved IVS



60% av leverreseksjoner i OUS blir gjort som kikkhullskirurgi

- **Operasjoner spiserør 1996**
- **Fjerne binyrer 1996**
- **Fundoplicatio redo 1996**
- **Tykktarm operasjon 1996**
- **Barnekirurgi 1997**
- **Bukspyttkjertel operasjon 1997**
- **Pediatrisk laparoskopi 1997**
- **Leveroperasjon 1998**
- **Nyrehøsting 1998**
- **Fjerne prostata 1999**
- **Robotisert hjertekirurgi2001**
- **Lap Whipple 2007**
- **Endobronkial ultralyd 2008**

Intervensjonssenteret etablert 1996

Være en felles FOU verktøykasse for:

- Utvikling av nye behandlingsmetoder
- Utvikling av nye behandlingsstrategier
- Sammenlikne nye og etablerte metoder
- Studere sosiale, økonomiske og organisasjonsmessige konsekvenser av nye metoder

Intervensjonssenteret 2019
Bildedannende utstyr inn på operasjonsstuene

Morgendagens operasjonsstuer er her nå

Intervensjonssenteret www.ivs.no

Digitalisering av pasientdata har revolusjonert mulighetene for behandling, oppfølging og forskning

- Data om pasienten tilgjengelig for behandlere
- Kvalitetsregistre
- Forskningsdata
- Pasientdata til undervisning
- Hente og lagre data fra sensorer og teknologisk utstyr
- Bruke data til maskinlæring – kunstig intelligens

IT-utvikling i helsetjenesten

Digitalisering → **Kommunikasjon** → **Automatisering**

Elektronisk pasientjournal
Bildelager -PACS
Laboratoriedata
Overvåkningsdata

En innbygger-
En pasientjournal
Sikkert helsenett

Datagjenkjenning
Analyse

Registre – ikke så enkelt som man tror

Stor forskjell om et registre skal brukes til å

- Registrere aktivitet
- Registrere kvalitet
- Overvåke behandling/utstyr
- Forske

Utfordringer når data blir digitale

- Samtykke - Hva samtykker pasienten til?
- Lagring, sikkerhet

Erik Fosse brukte persondata om 50 000 kvinner uten lov

Hvert år bryter norske forskere personvernreglene uten å vite det. Prosjekter blir stanset, doktorgradsstudenter får ikke fullført, og universitetene kan få gigantbøter.

*Av **Aksel Kjær Vidnes**, **Forskerforum,** Publisert 9. mars 2017*

Problemstilling: Hvor skal data lagres når forskningsinstitusjonen er i Norge og pasienter og forskere er i et annet land?

Erik Fosse brukte persondata om 50 000 kvinner uten lov

Hvert år bryter norske forskere personvernreglene uten å vite det. Prosjekter blir stanset, doktorgradsstudenter får ikke fullført, og universitetene kan få gigantbøter.

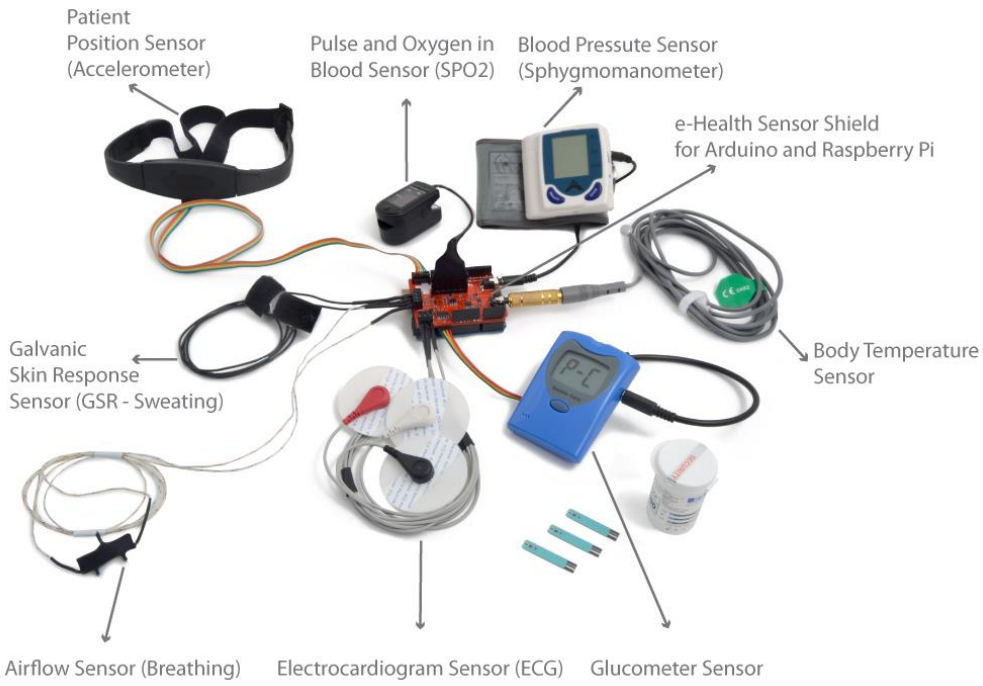
*Av **Aksel Kjær Vidnes**, **Forskerforum**, Publisert 9. mars 2017*

Problemstilling: Hvor skal data lagres når forskningsinstitusjonen er i Norge og pasienter og forskere er i et annet land?

Prosjektet ble godkjent av Datatilsynet i 2017, etter at vi lagret data i TSD (UIO). I 2018 disputerte 3 palestinske gynekologer med denne forskningen

Medisinske sensorer og apper

- Datasikkerhet
- Hvem skal eie data?
- Hvor skal de lagres?
- Hvem har ansvar for at de virker?
- Hvem skal reagere når sensoren varsler?



Når teknologileverandørene tilbyr kontinuerlig overvåkning

- Selskapene kan være online og varsle om feil og drive online vedlikehold
- Overvåkning direkte av leverandør sparer kostnader og sikrer drift men…
- Pasientdata kan komme på avveie…

Det tok fire år for Beslutningsforum å bestemme om systemet Freestyle skal være tilgjengelig for norske diabetes pasienter gjennom det offentlige helsetjenesten. Systemet kan lagre data hos leverandør. Uklart om det er sykehusene eller pasienten som er ansvarlig for dataavtale med leverandør.

Er reglene klare nok?
Er avveiningen og forståelsen av reglene klare nok?

Kunstig intelligens:
Et system som observerer sitt miljø og tar avgjørelser for å maksimere sin egen suksess

- Roboter
- Bildegjenkjenning
- Tekstanalyse
- Beslutningsstøtte

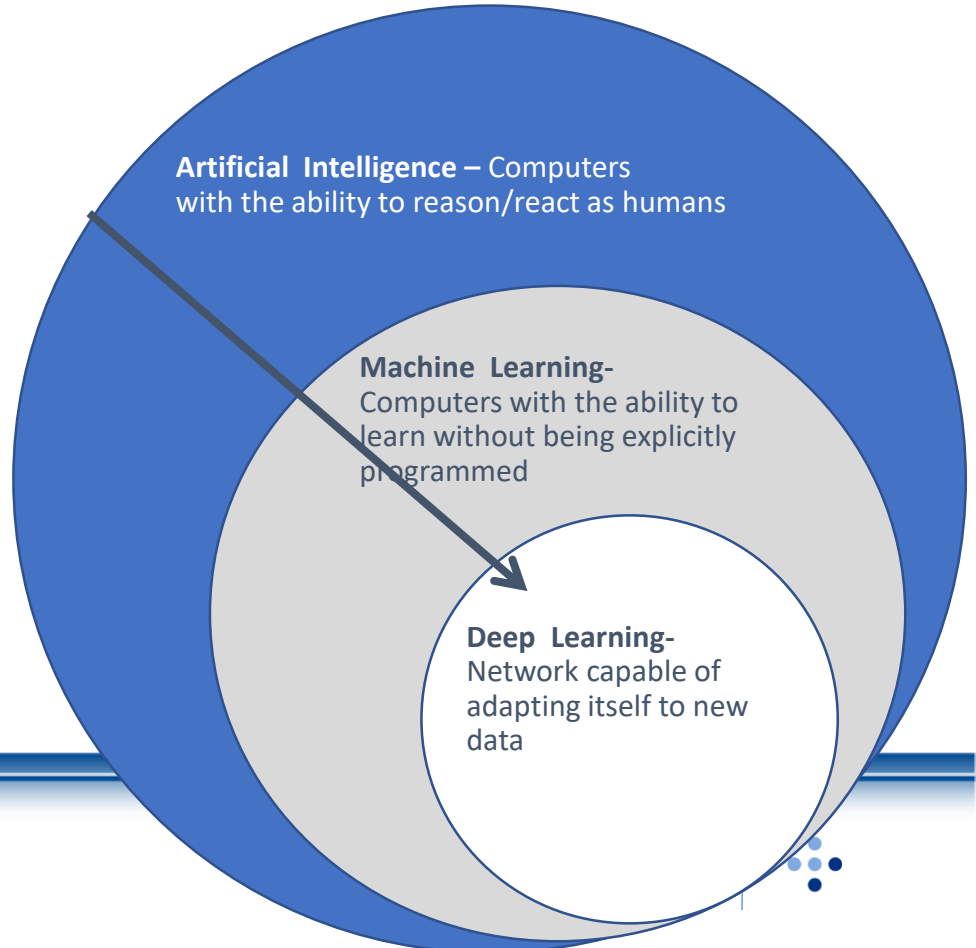
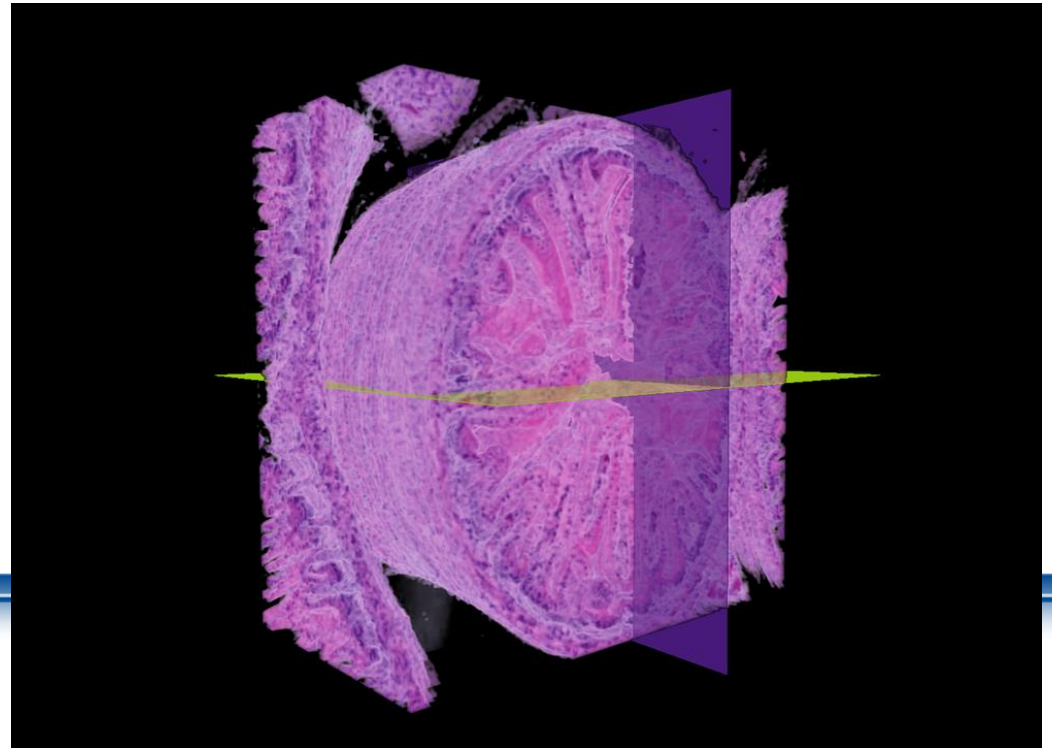


Fig.: Teknologirådet 2018

Bildegjenkjenning – automatisk analyse av patologisnitt og røntgenbilder

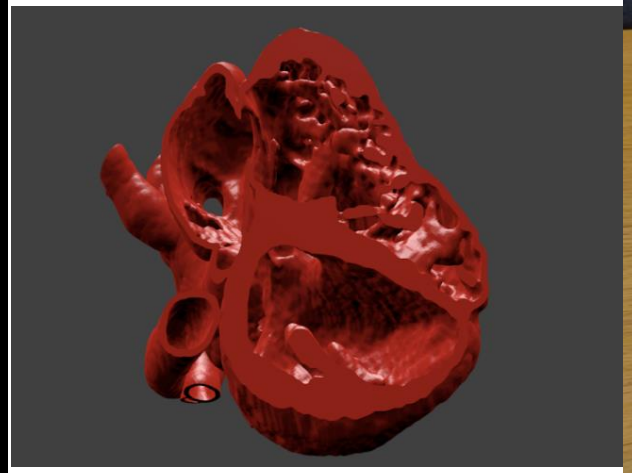
- Digital patologi – Mikroskopet koblet til et digitalt kamera som tar høyoppløselige bildet. Computeren setter bildene sammen.



Rapid prototyping for planning and training

3D printing av hjertet

Pre-operative MRI or CT



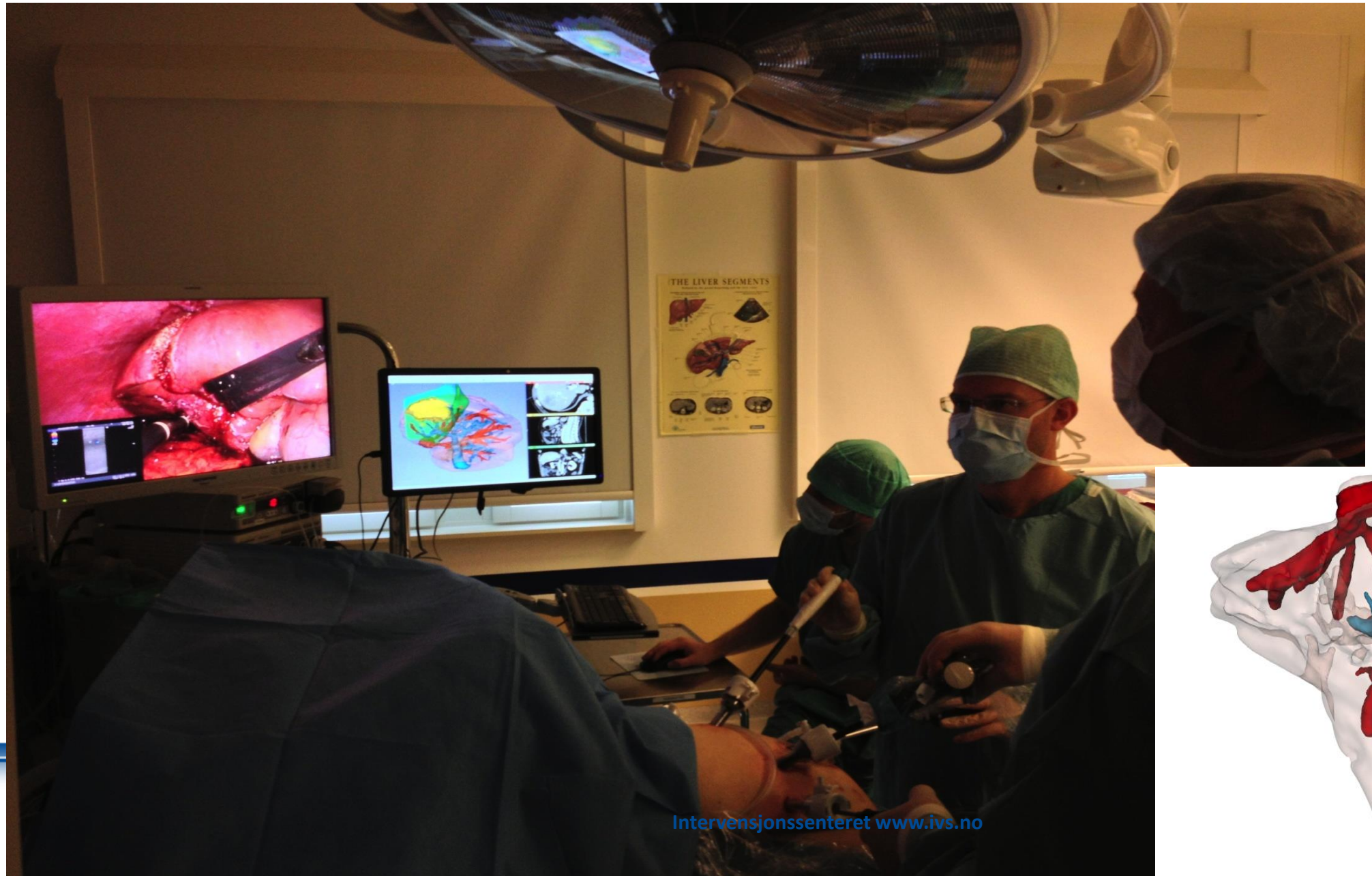
Segmentation and 3D-modelling

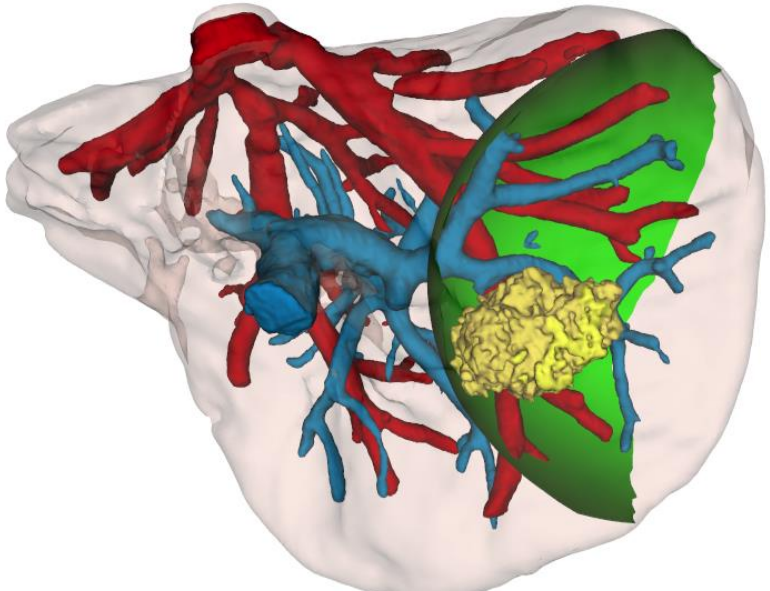
3D Printing of anatomical model in soft polymer

3D Visualisualisering og planlegging med HoloLens computerbriller

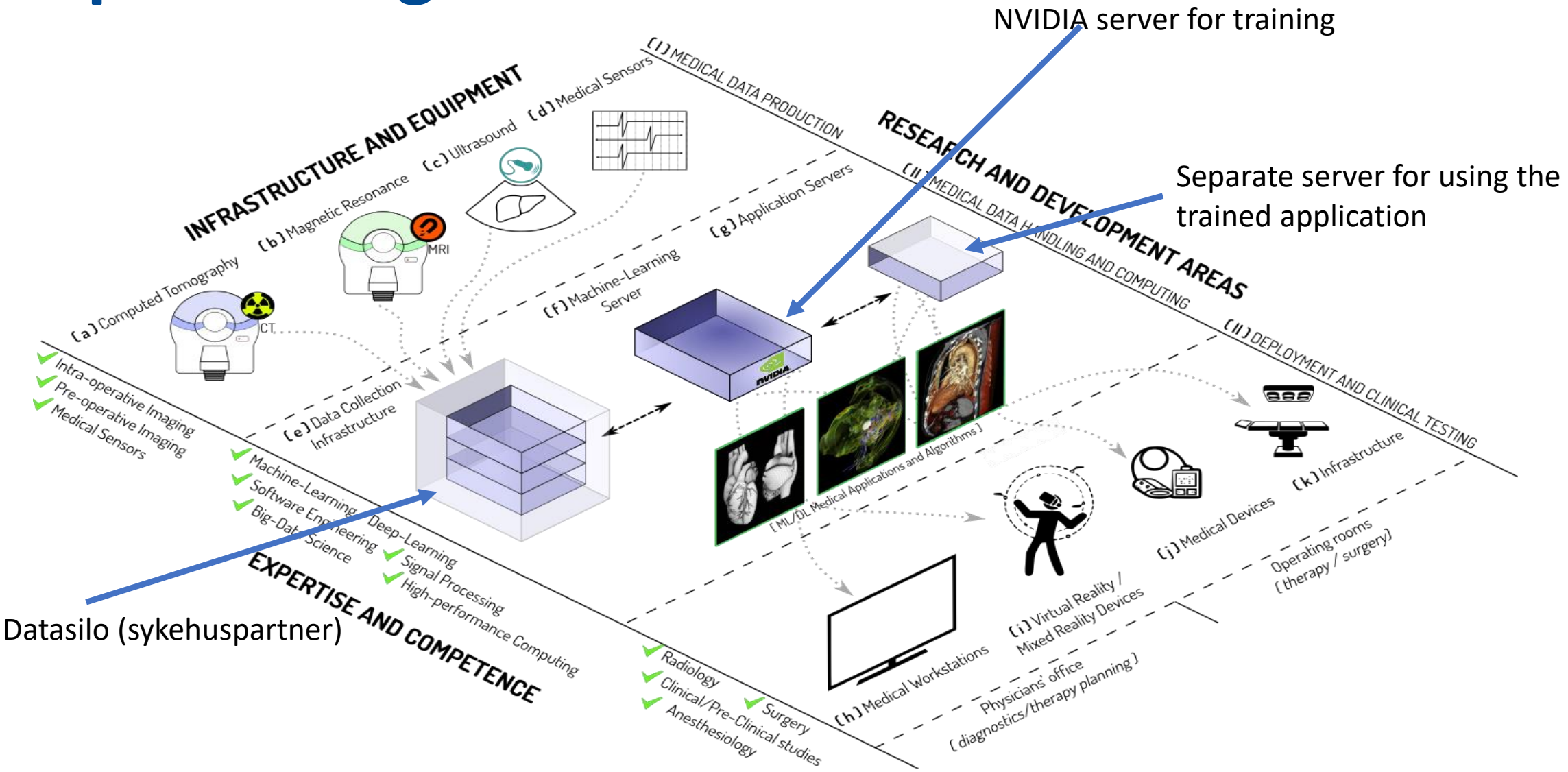
Intervensjonssenteret www.ivs.no

Augmented reality: Kombinere ekte og syntetiske bilder

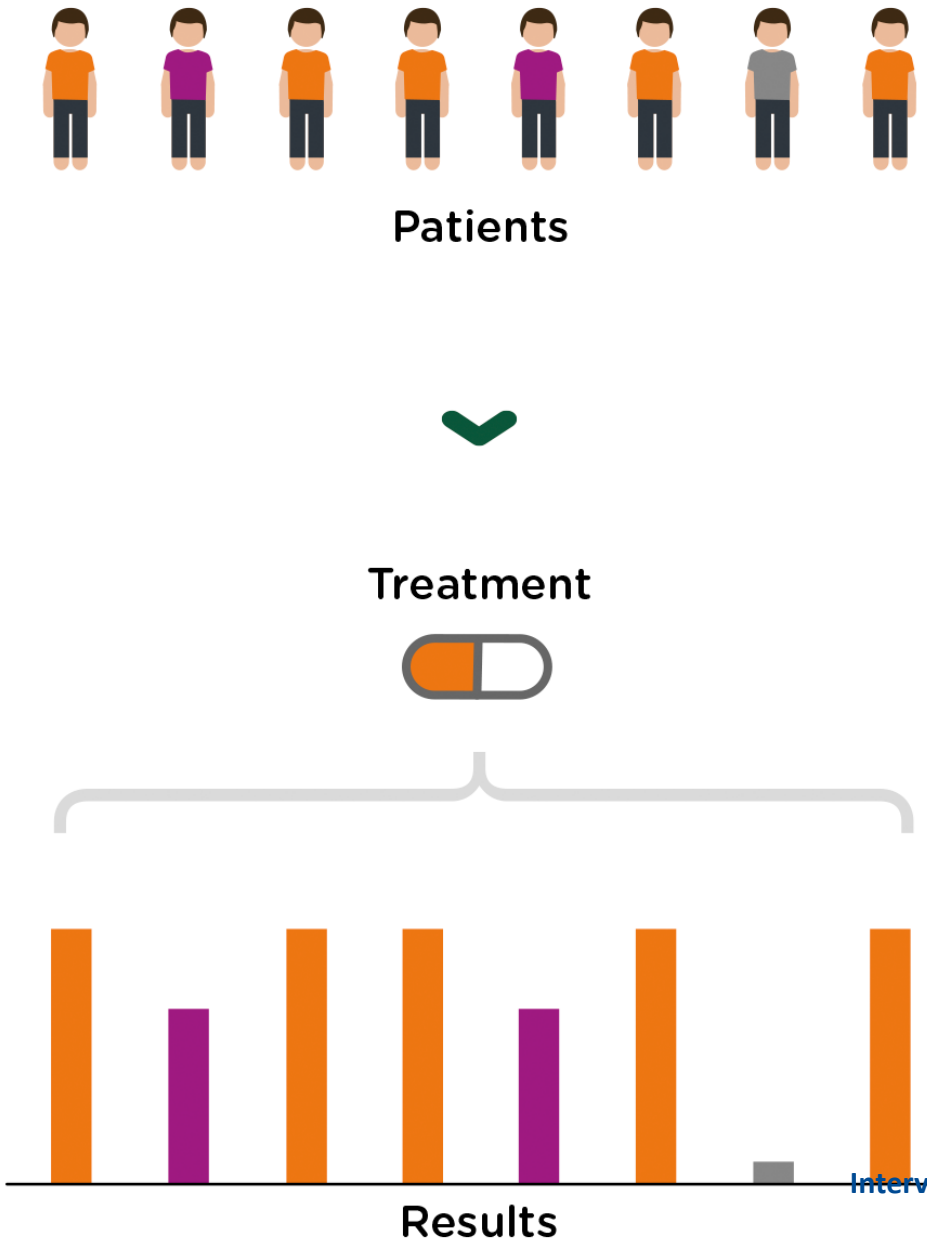




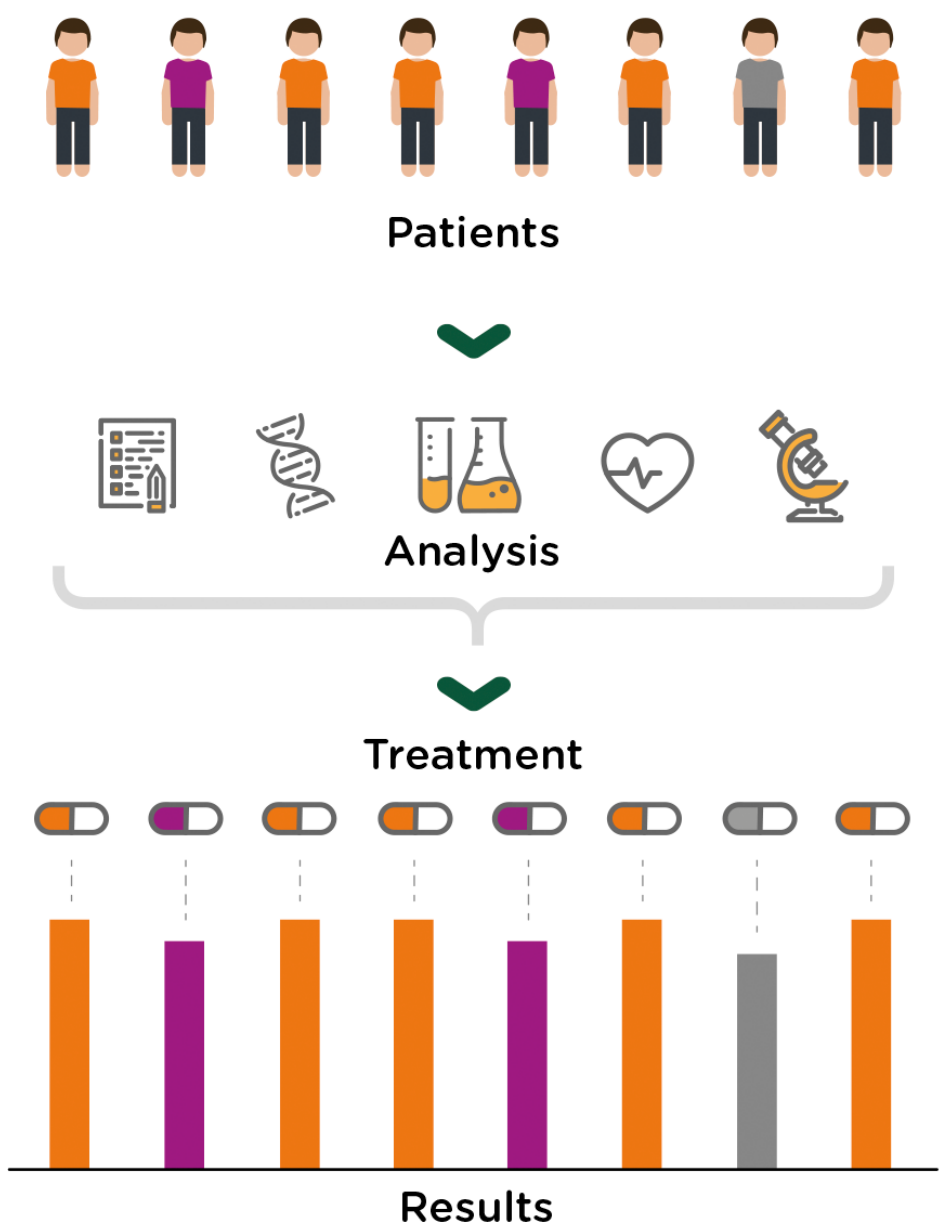
Deep Learning Infrastructure at OUS



Dagens praksis



Presisjonsmedisin



For mye informasjon- Det nye kliniske problemet

Moderne teknologi kan gi store mengder detaljert informasjon om den enkelte pasient og sykdommen

- **Genomikk**
- **Radiomikk**
- **Proteomikk**
- **Sensorinformasjon**
- **Pasientjournaler**

Hvordan skal vi bruke denne informasjonen til å gi skreddersydd behandling?

"...lay the foundation for an **ICT platform** that addresses the **bottlenecks for clinical implementation of precision medicine** and paves the way for novel **big data analytics**."

4 diseases

Initial focus on 3 disease groups: monogenic disorders, sudden cardiac death and colon cancer, then apply for frost bites.

4 years

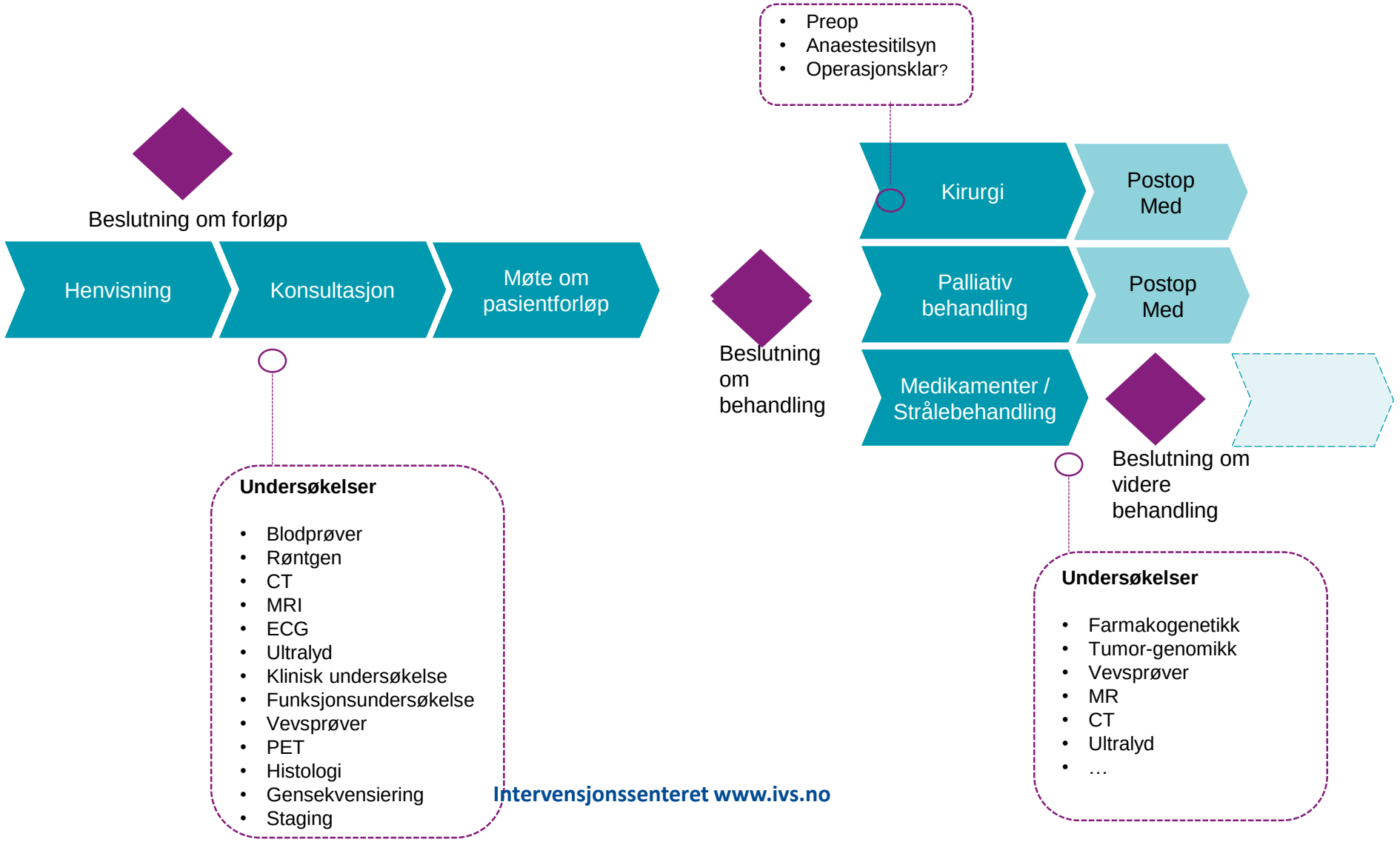
agile innovation project designed to develop prototype ICT solutions for Precision Medicine

140 MNOK

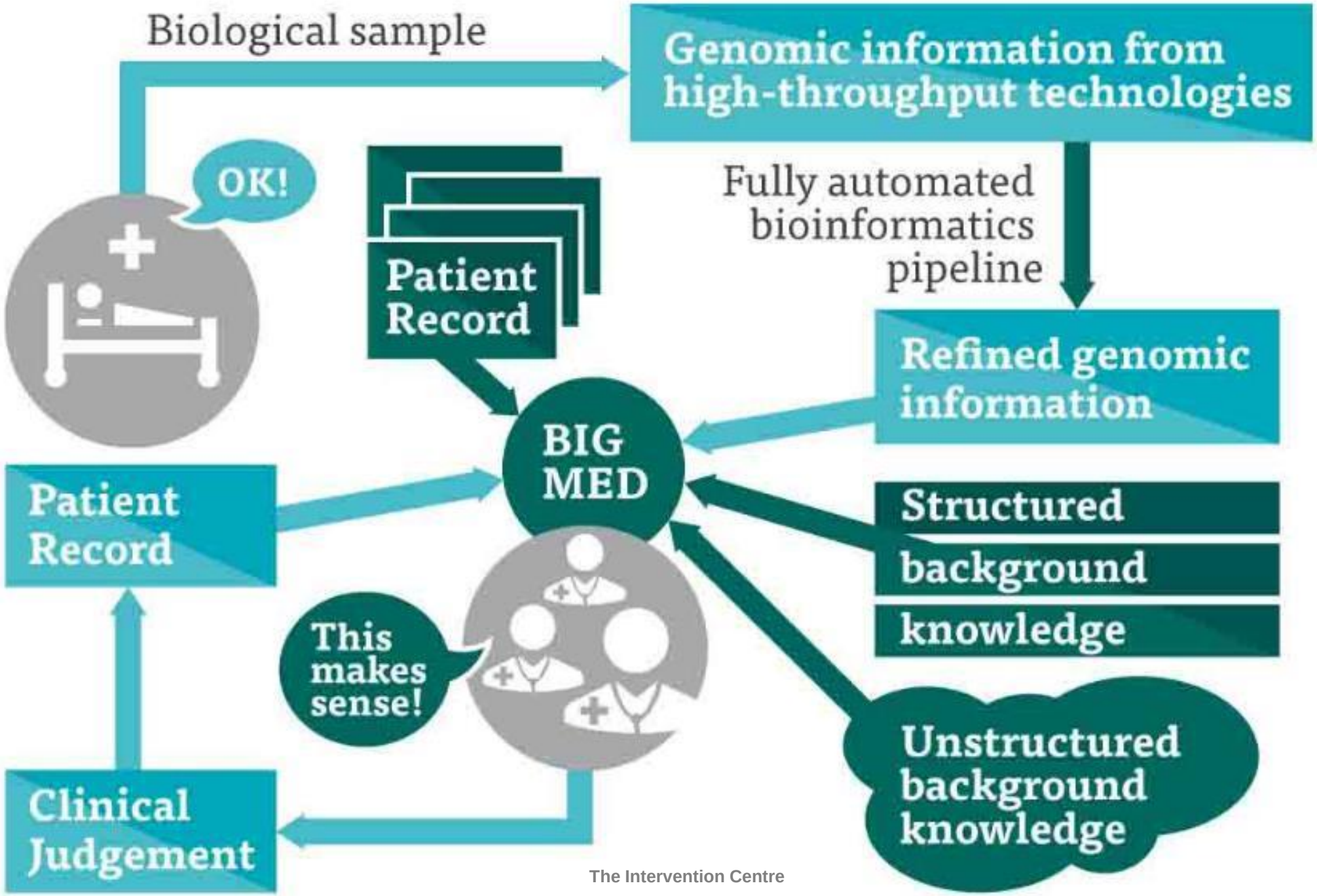
project budget with 60 Million NOK of funding from Norwegian Research Council

BIGMED

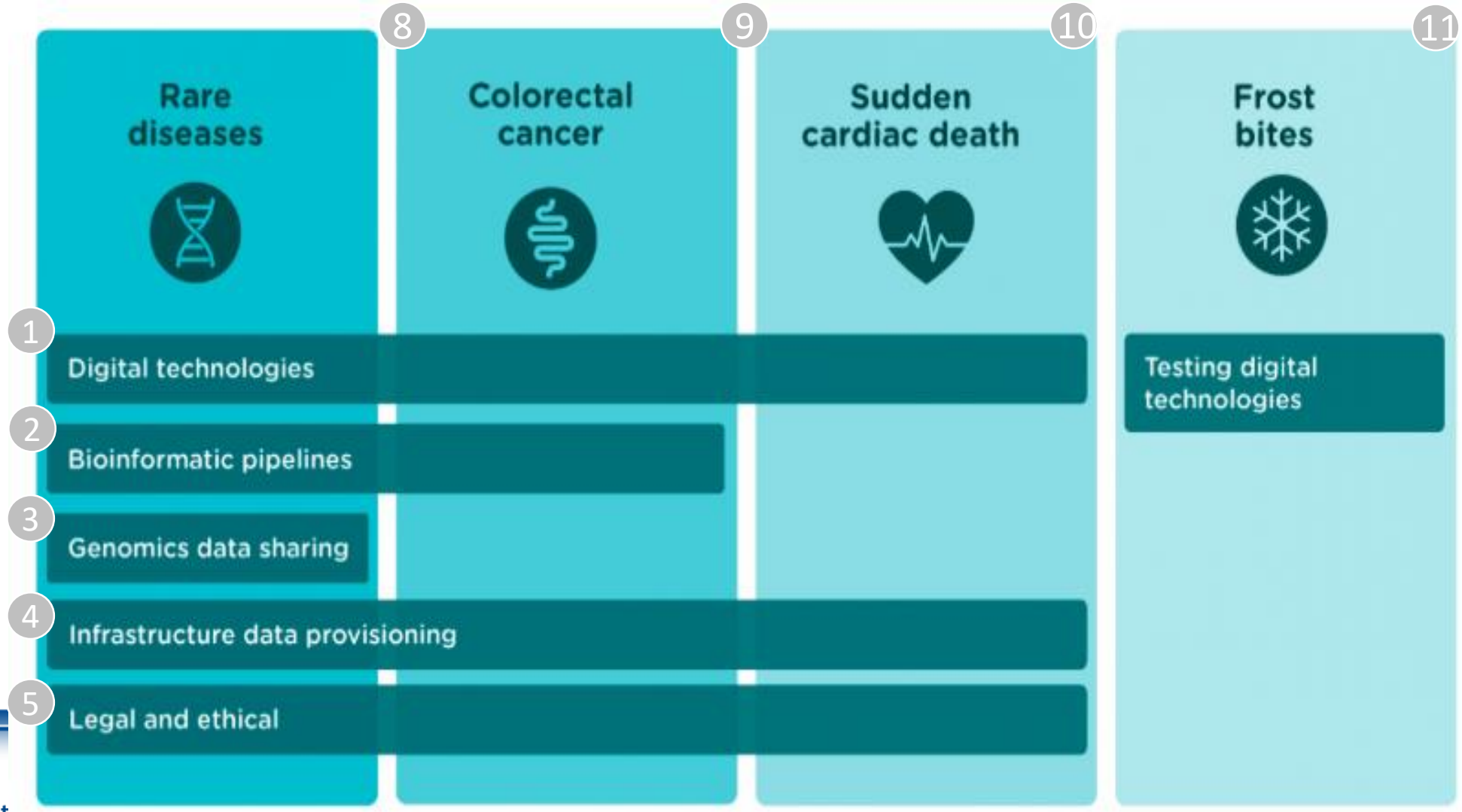
Beslutningsprosesser i pasientforløp



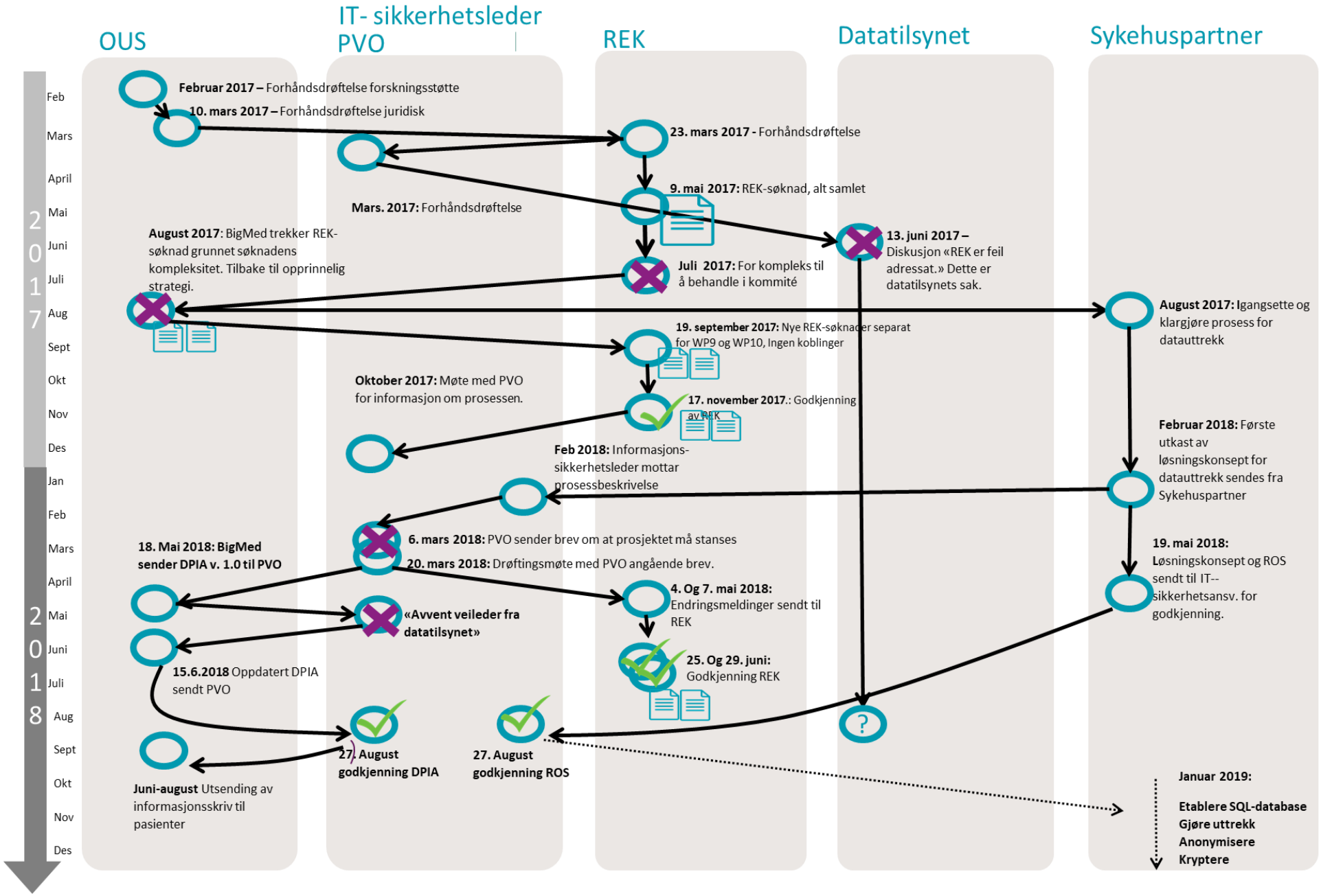
Intervensjonssenteret www.ivs.no


Biological sample
Genomic information from high-throughput technologies
Fully automated bioinformatics pipeline
OK!
Patient Record
Refined genomic information
BIG MED
Patient Record
Structured
background
knowledge
This makes sense!
Unstructured background knowledge
Clinical Judgement

Fire kliniske områder



Det tok 2 år å få tilgang til data i et treårig prosjekt



Partnere i BigMed

Legal

UiO : Universitetet i Oslo

Oslo University Hospital

Clinical

Oslo University Hospital

AKERSHUS UNIVERSITETSSYKEHUS

Cancer Registry of Norway

SciLifeLab

Karolinska Institutet

FORSVARET

Patient organisations

Kreftforeningen

LHL

FORENINGEN FOR HJERTESYKE BARN

ICT

DNV·GL

BIG insight™

IBM Watson

Optique

UiO : Universitetet i Oslo

NTNU

Industry

DNV·GL

SYKEHUSPARTNER

Kunnskapsforlaget Aschehoug og Gyldendal

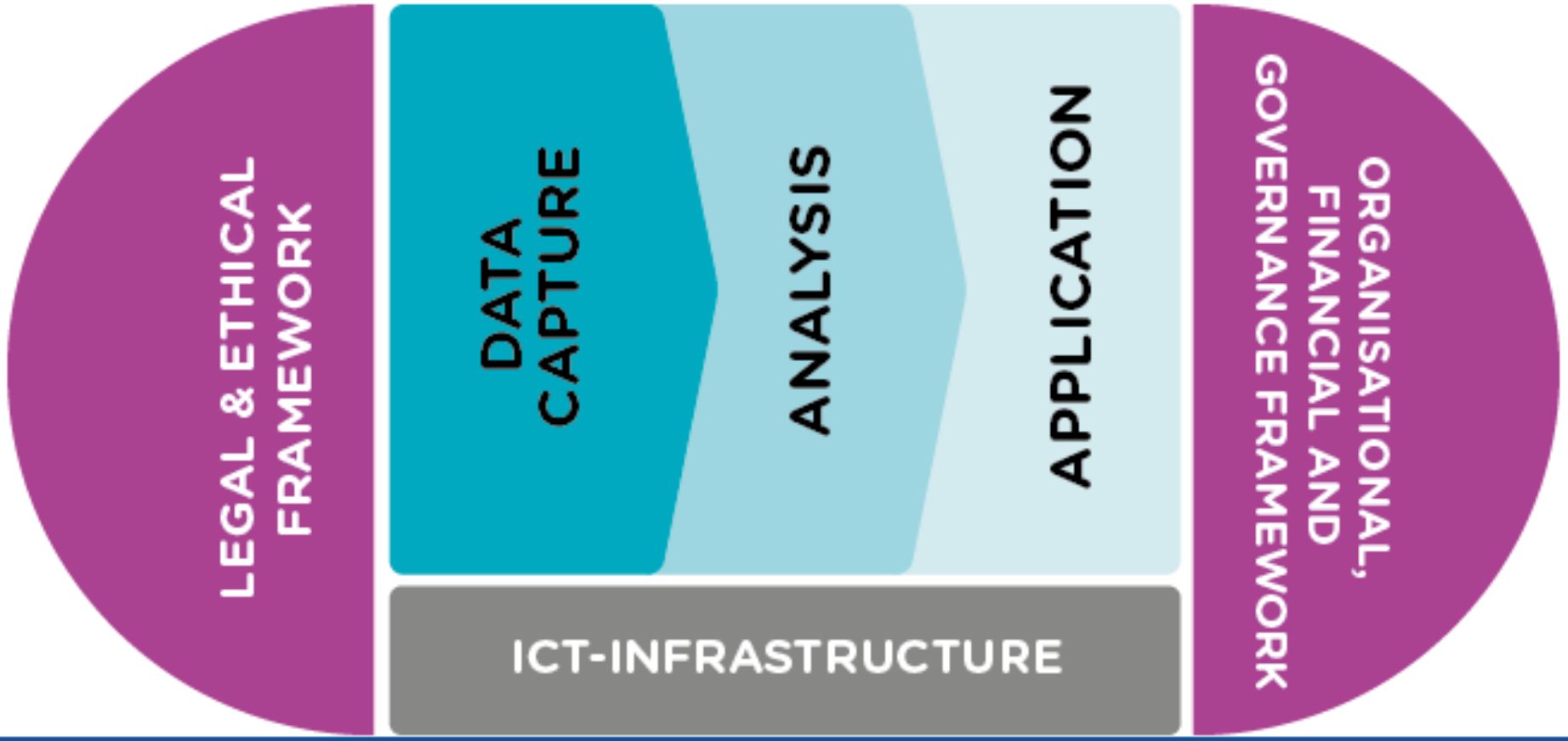
IBM

PubGene

Norway Health Tech

DIPS

Komponenter for stordataanalyse



AI utvisker grensen mellom behandling og forskning

- Data som samles inn i en behandlingssituasjon kan når de kobles med andre data gi ny kunnskap
- Ved å samle store datamengder i behandlingsøyemed vil derfor analyse av disse dataene kunne defineres som forskning
- Helseforskningslovgivningen krever samtykke
- Hvordan skaffer vi oss samtykke for forskning som springer ut av behandling?

Å skille diagnostikk og forskning

Genetiske undersøkelser er en stadig mer integrert del av helsetjenesten der genetisk utredning og medisinsk forskning ofte glir over i hverandre.

Ansgar Berg, Camilla Gjerstad, Knut W. Ruyter

Tidsskr Nor Legeforen 2016; 136: 302 doi: 10.4045/tidsskr.15.1352

Behov for presiseringer og lovendringer

- Tolkningen av anonymitet
- Sekundærbruk av data til behandling (maskinlæring for CDS)
- Dataminimering vs forsvarlig helsehjelp
- Samtykkets begrensning
- Personvern vs vern av personer

Presisionsmedisin – juridiske utfordringer

- Data tilgjengelighet for å lære opp maskinen
- Sensitive data til opplæring
- Konflikt mellom pasientrettigheter og personvern
- Rask teknologiutvikling – henger jussen med?

Digitaliseringer fører til en stor juridisk gråsone

Pasient- og brukerrettighetsloven
Spesialisthelsetjenesteloven
etc

Gråsonen

Helseforskningsloven

Nytt lovarbeid i kjølvannet av BIGMED

Helse- og omsorgsdepartementet
7. september 2020

Høring
Bruk av helseopplysninger for å lette samarbeid, læring og bruk av kunstig intelligens i helse- og omsorgstjenesten
Etablering av behandlingsrettet helseregister med tolkede genetiske varianter

Høringsfrist 8. desember 2020

Høring: Bruk av helseopplysninger for å lette samarbeid, læring og bruk av kunstig intelligens i helse- og omsorgstjenesten 2020

1.2.4 Bruk av helseopplysninger i beslutningsstøtteverktøy (kunstig intelligens) Som varslet i Meld. St. 7 (2019-2020) Nasjonal helse- og sykehusplan 2020-2023, har departementet vurdert om det bør gjøres endringer i lovverket knyttet til bruk av helseopplysninger i beslutningsstøtteverktøy. Ulike former for beslutningsstøtteverktøy brukes i helsetjenesten i dag, men det har vært noe tvil knyttet til bruken av helseopplysninger for å utvikle og ta i bruk maskinlærende beslutningsstøtteverktøy (ofte omtalt som kunstig intelligens).

Hensikten med lovforslaget – redusere gråsonen

Pasient- og brukerrettighetsloven
Spesialisthelsetjenesteloven
etc

Ingenmannsland

Helseforskningsloven

Hvordan skal presisjonsbehandling finansieres? Resultat eller stykkpris?

Value based health care – Verdibaserte helsetjenester

$$\text{Value} = \frac{\text{Health outcomes that matter to patients}}{\text{Costs of delivering the outcomes}}$$

Michael Porter 2009

Creating a Value-Based Health Care Delivery System
The Strategic Agenda

1. Organize Care into Integrated Practice Units (IPUs) around Patient Medical Conditions
   - For primary and preventive care, organize to serve distinct patient segments
2. Measure Outcomes and Costs for Every Patient
3. Move to Bundled Payments for Care Cycles
4. Integrate Care Delivery Systems
5. Expand Geographic Reach
6. Build an Enabling Information Technology Platform

Den digitale revolusjonen – fra hest til bil

Intervensjonssenteret www.ivs.no

Først prøvde man å få bilen til å oppføre seg som en hest…

Den digitale revolusjonen – fra hest til bil

Påvirket infrastruktur i hele landet:	Veier, bensinstasjoner, mobilitet, transport etc
Nytt lovverk:	Veitrafikkloven, Fartsgrenser, Promillegrenser
Nytt politi:	Trafikkpoliti