

# **Kunstig intelligens i Mammografiprogrammet**

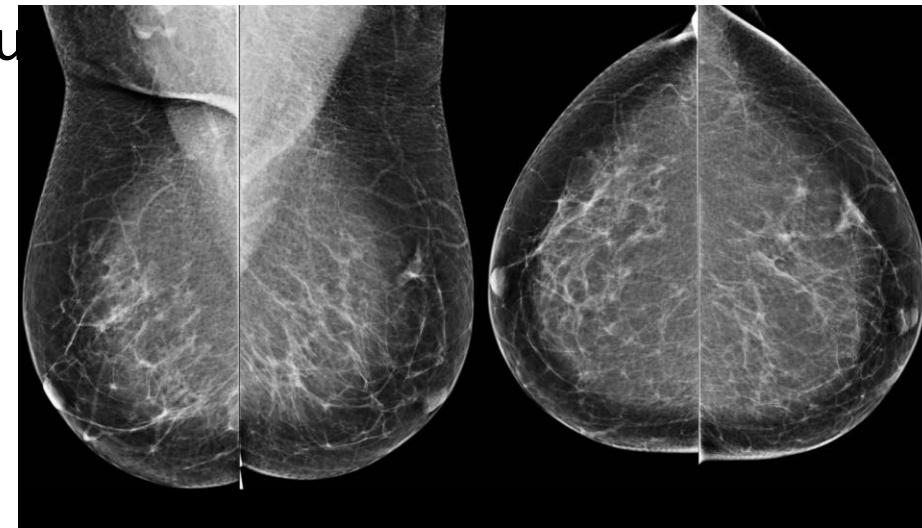
## **Praktiske og organisatoriske perspektiver**

**Solveig Hofvind**

**Leder Mammografiprogrammet**

Jan Nygård, Marthe Larsen og Camilla F Aglen, Kreftregisteret

- Offentlige screeningprogrammet for brystkreft Norge
- Kvinner, 50-69 år, tilbys screening med mammografi hvert annet år
- Om lag 650 000 kvinner i målgruppen – Oppmøte: 75%
- 30 screeningenheter – 17 brystsentre – 4 regionale helseforetak
- Sentralisert administrasjon: Kreftregisteret
  - Invitasjoner
  - Innhenter screeningdata og informasjon om etterundersøkelser
  - Kvalitetskontroll, - forbedring og forskning
  - Informasjon
  - IT systemer





## Uavhengig dobbeltskyding

- Begge radiologene gir hvert bryst en score:
  - 1: Normal/benign – ingen etterundersøkelse
  - 2: Sannsynlig benign
  - 3: Usikker benign/malign
  - 4: Sannsynlig malign
  - 5: Malign

## Uavhengig dobbeltyding

- Begge radiologene gir hvert bryst en score:
  - 1: Normal/benign – ingen etterundersøkelse
  - 2: Sannsynlig benign
  - 3: Usikker benign/malign
  - 4: Sannsynlig malign
  - 5: Malign
- Alle undersøkelser med score 2+ av en eller begge radiologene → konsensus
- Konsensus avgjør om kvinnen skal innkalles for tilleggsundersøkelser

### Fakta

Primærtyding:

Hver radiolog bruker 30-60 sek  
på å tyde en  
screeningundersøkelse

Konsensus:

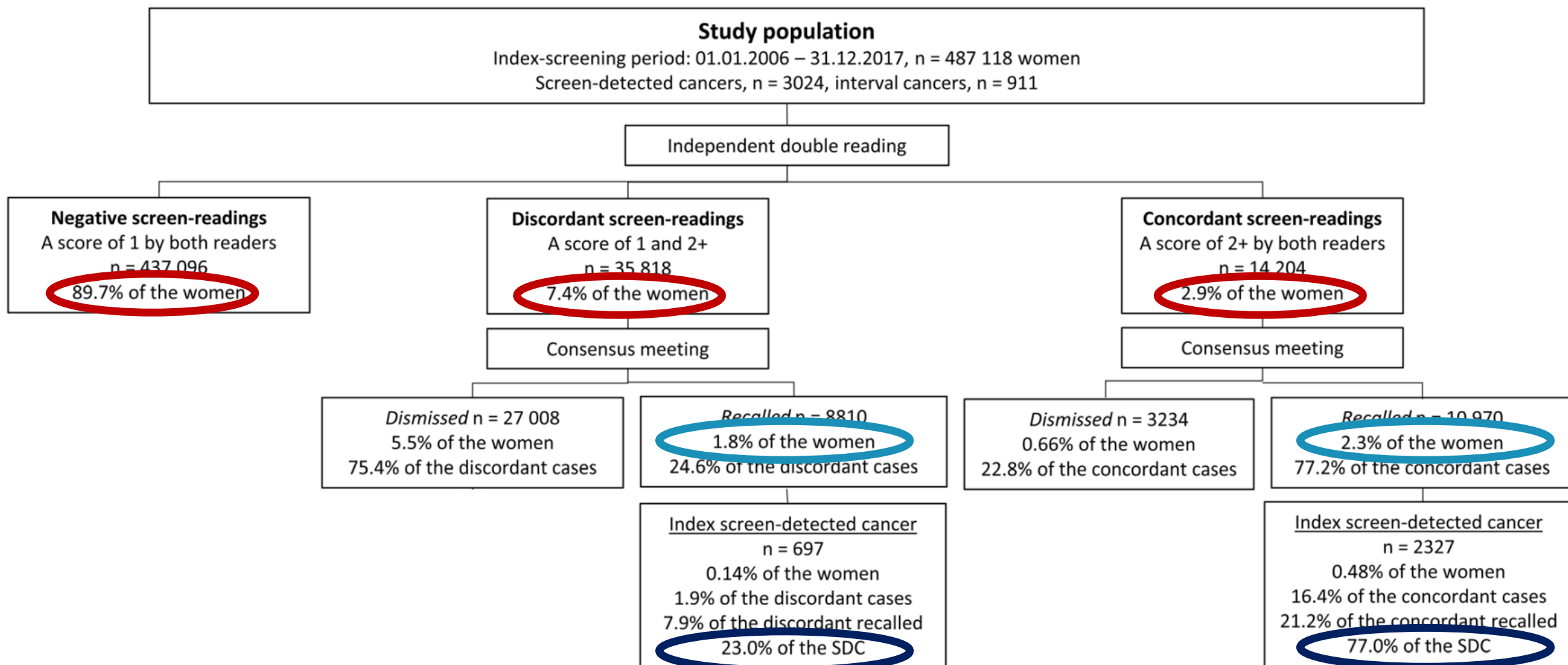
3-4 minutter med 2-3  
radiologer



# Screen-detected and interval breast cancer after concordant and discordant interpretations in a population based screening program using independent double reading

Marit A. Martiniussen<sup>1,2</sup> · Silje Sagstad<sup>3</sup> · Marthe Larsen<sup>3</sup> · Anne Sofie F. Larsen<sup>1</sup> · Tone Hovda<sup>4</sup> · Christoph I. Lee<sup>5,6</sup> · Solveig Hofvind<sup>3,7</sup>

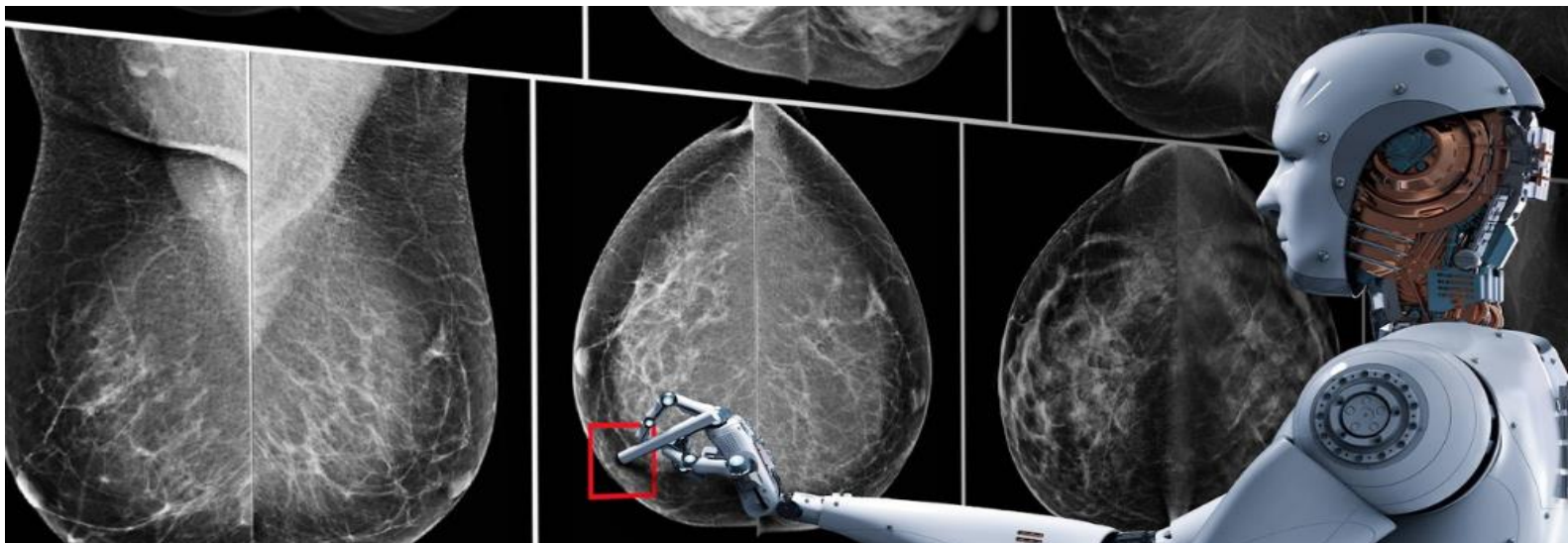
Received: 21 November 2021 / Revised: 2 March 2022 / Accepted: 4 March 2022 / Published online: 2 April 2022  
© The Author(s) 2022



# Hvorfor KI i Mammografiprogrammet?

- Mangel på brystradiologer
- Bedre bruk av brystradiologer
  - Spare tid, penger og andre ressurser
- Gir muligheter for persontilpasset screening
  - Utvidelse av aldersgrupper
  - Tillegg/annen screeningteknikk for kvinner med høy risiko

Bildekvalitet  
Mammografisk tetthet  
Mammografisk mønster  
Vurdering av henvisninger  
Sikre høy kompetanse blant radiologene



# Hvordan bruke KI i Mammografiprogrammet?

Utvikle algoritmer selv eller kjøpe «hyllevarer»?

KI for triagering?

KI som en av to lesere?

KI som støtte i tydingen?

KI som støtte i konsensus?

KI for å kunne persontilpasse?

Terskler?

Hvilke risikoer er vi villig til å ta?

Kost-nytte?

# Spørsmålene må besvares ved hjelp av forskningsbasert kunnskap før systemene kan implementeres....



Utfordringer:

- Å gjennomføre gode studier som kan svare på dette
  - Retrospektive og prospektive studier er nødvendige
  - Tar tid
  - Er kostbare
  - Krevende i forhold til personvern
  - Screening er ikke diagnostikk
    - Målsetting
    - Målgruppe
    - Volum
    - Lovverk



# Vi har startet arbeidet med å fylle kunnskapshullene...

Radiology

ORIGINAL RESEARCH • BREAST IMAGING

## Artificial Intelligence Evaluation of 122 969 Mammography Examinations from a Population-based Screening Program

Marthe Larsen, MSc • Camilla F. Aglen, MA • Christoph I. Lee, MD, MS • Solveig R. Hoff, PhD • Håkon Lund-Hanssen, MD • Kristina Lång, PhD • Jan F. Nygård, PhD • Giske Ursin, PhD • Solveig Hofvind, PhD

From the Section for Breast Cancer Screening (M.L., C.F.A., S.H.) and Department of Register Informatics (J.F.N.), Cancer Registry of Norway (G.U.), P.O. Box 5313, 0304 Oslo, Norway; Department of Health and Care Sciences, Faculty of Health Sciences, The Arctic University of Norway, Tromsø, Norway (S.H.); Department of Radiology, University of Washington School of Medicine, Seattle, Wash (C.I.L.); Department of Health Systems and Population Health, University of Washington School of Public Health, Seattle, Wash (C.I.L.); Department of Radiology, Ålesund Hospital, Møre og Romsdal Hospital Trust, Ålesund, Norway (S.R.H.); Department of Circulation and Medical Imaging, Faculty of Medicine and Health Sciences, National University for Science and Technology, Trondheim, Norway (S.R.H.); Department of Radiology and Nuclear Medicine, St Olavs University Hospital, Trondheim, Norway (H.L.H.); Department of Translational Medicine, Lund University, Lund, Sweden (K.L.); and Unilabs Mammography Unit, Skåne University Hospital, Malmö, Sweden (K.L.). Received September 23, 2021; revision requested November 12; revision received January 12, 2022; accepted January 20. **Address correspondence to S.H.** (e-mail: [sbh@krefiregisteret.no](mailto:sbh@krefiregisteret.no)).

Supported by the Pink Ribbon campaign. C.I.L. supported in part by the National Cancer Institute (grant R37 CA240403).

Conflicts of interest are listed at the end of this article.

Radiology 2022; 000:1–9 • <https://doi.org/10.1148/radiol.212381> • Content

Radiology

ORIGINAL RESEARCH • BREAST IMAGING



## Impact of Artificial Intelligence Decision Support Using Deep Learning on Breast Cancer Screening Interpretation with Single-View Wide-Angle Digital Breast Tomosynthesis


Marta C. Pinto, MSc • Alejandro Rodriguez-Ruiz, PhD • Kristin Pedersen, MSc • Solveig Hofvind, PhD • Julia Wicklein, PhD • Steffen Kappler, PhD • Ritse M. Mann, MD, PhD • Ioannis Sechopoulos, PhD

5 GA, Post 766, Nijmegen, the Netherlands (M.C.P., R.M.M., (K.P., S.H.); Siemens Healthcare, Forchheim, Germany (J.W., ); and the Dutch Expert Centre for Screening, Nijmegen, the 2, 2021; accepted April 27. **Address correspondence to I.S.**

### Original Article

## Assessment of breast positioning criteria in mammographic screening: Agreement between artificial intelligence software and radiographers

Gunvor G Waade<sup>1,2</sup>, Anders Skyrud Danielsen<sup>1,3</sup> , Åsne S Holen<sup>1</sup>, Marthe Larsen<sup>1</sup>, Berit Hanestad<sup>4</sup>, Nina-Merete Hopland<sup>4</sup>, Vanya Kalcheva<sup>4</sup> and Solveig Hofvind<sup>1,2</sup> 

J Med Screen  
0(0) 1–8  
© The Author(s) 2021  
Article reuse guidelines:  
[sagepub.com/journals-permissions](https://sagepub.com/journals-permissions)  
DOI: [10.1177/0969141321998718](https://doi.org/10.1177/0969141321998718)  
[journals.sagepub.com/home/msc](https://journals.sagepub.com/home/msc)  


AI

## Artificial Intelligence Evaluation of 122 969 Mammography Examinations from a Population-based Screening Program

Marthe Larsen, MSc • Camilla E. Aglen, MA • Christoph I. Lee, MD, MS • Solveig R. Hoff, PhD • Håkon Lund-Hanssen, MD • Kristina Lång, PhD • Jan F. Nygård, PhD • Giske Ursin, PhD • Solveig Høfvind, PhD

From the Section for Breast Cancer Screening (M.L., C.E.A., S.H.) and Department of Register Informatics (J.EN.), Cancer Registry of Norway (G.U.), PO. Box 5313, 0304 Oslo, Norway; Department of Health and Care Sciences, Faculty of Health Sciences, The Arctic University of Norway, Tromsø, Norway (S.H.); Department of Radiology, University of Washington School of Medicine, Seattle, Wash (C.I.L.); Department of Health Systems and Population Health, University of Washington School of Public Health, Seattle, Wash (C.I.L.); Department of Radiology, Alesund Hospital, Møre og Romsdal Hospital Trust, Alesund, Norway (S.R.H.); Department of Circulation and Medical Imaging, Faculty of Medicine and Health Sciences, National University for Science and Technology, Trondheim, Norway (S.R.H.); Department of Radiology and Nuclear Medicine, St Olavs University Hospital, Trondheim, Norway (H.L.H.); Department of Translational Medicine, Lund University, Lund, Sweden (K.L.); and Unilabs Mammography Unit, Skåne University Hospital, Malmö, Sweden (K.L.). Received September 23, 2021; revision requested November 12; revision received January 12, 2022; accepted January 20. Address correspondence to S.H. (e-mail: [shh@hfrregisteret.no](mailto:shh@hfrregisteret.no)).

Supported by the Pink Ribbon campaign. C.I.L. supported in part by the National Cancer Institute (grant R37 CA240403).

Conflicts of interest are listed at the end of this article.

Radiology 2022; 000:1-9 • <https://doi.org/10.1148/radiol.212381> • Content codes: **BR** **AI**

# Hva finner KI – sammenlignet med fasiten som er gitt av radiologer?

Terskel 1 (Hyllevare/Transpara score 10):	SBK: 86.8%	IK: 44.9%
Terskel 2 (Konsensus rate, 8.8%):	SBK: 85.1%	IK: 41.5%
Terskel 3 (Etterus-rate, Radiolog 1, 5.8%):	SBK: 80.1%	IK: 30.7%

## Forutsetninger:

Alle krefttilfellene diskutert i consensus er etterundersøkt  
Alle krefttilfellene i den etterinnkalte gruppa er oppdaget

European Radiology

<https://doi.org/10.1007/s00330-022-08909-x>

BREAST



# Possible strategies for use of artificial intelligence in screen-reading of mammograms, based on retrospective data from 122,969 screening examinations

Marthe Larsen<sup>1</sup> • Camilla F. Aglen<sup>1</sup> • Solveig R. Hoff<sup>2,3</sup> • Håkon Lund-Hanssen<sup>4</sup> • Solveig Hofvind<sup>1,5</sup> 

Received: 25 January 2022 / Revised: 23 May 2022 / Accepted: 25 May 2022

© The Author(s) 2022

Scenarios	Reduced screening volume, %
Standard independent double reading	0
1 AI as one of two readers	50
2 AI as one of two readers	50
3 AI selects cases to be double read	50
4 AI selects cases to be double read	70
5 AI selects cases to be double read	90
6 AI selects cases to be single read	75
7 AI selects cases to be single and double read	25
8 AI selects cases to be single and double read	35
9 AI selects cases to be single and double read	63
10 AI selects cases to be single and double read	63
11 AI selects cases to be recalled	100

## Hvilke tanker har radiologene om dette?

Alle brystradiologene i programmet fikk tilsendt lenke til et spørreskjema, våren 2022:

- ca 60% responderte
- Marit Almenning, brystradiolog på Kalnes “er på saken” og gjør en PhD på dataene

## Hvilke tanker har kvinnene i screeningprogrammet om dette?

Spørreskjema blant kvinner i målgruppen for programmet deles ut og samles inn nå – Status sist fredag: ca 5000 skjemaer er samlet inn

# Maskinlæring i Mammografiprogrammet

## MIM-studien (2018-2022)

Målsetting:

Å bruke KI (maskinlæring, ML) til å utvikle en algoritme som kan tyde screening-mammogrammer og selektere de negative



Mer enn 99% av screeningundersøkelsene er negative for brystkreft

# MIM-studien

## Involverte

- **Kreftregisteret**
- **Regnesentralen**
- **Delvis finansiert av Forskningsrådet (8 mill)**
- **8 helseforetak/brystsentre – samarbeidspartnere (Siemens utstyr)**
  - Møre og Romsdal - Sjukehuset i Aalesund
  - Trøndelag - St Olav
  - UNN
  - Sykehuset i Kristiansand
  - Kalnes
  - Vestre Viken
  - Hamar
  - Lillehammer
- **Universitet i Tromsø**

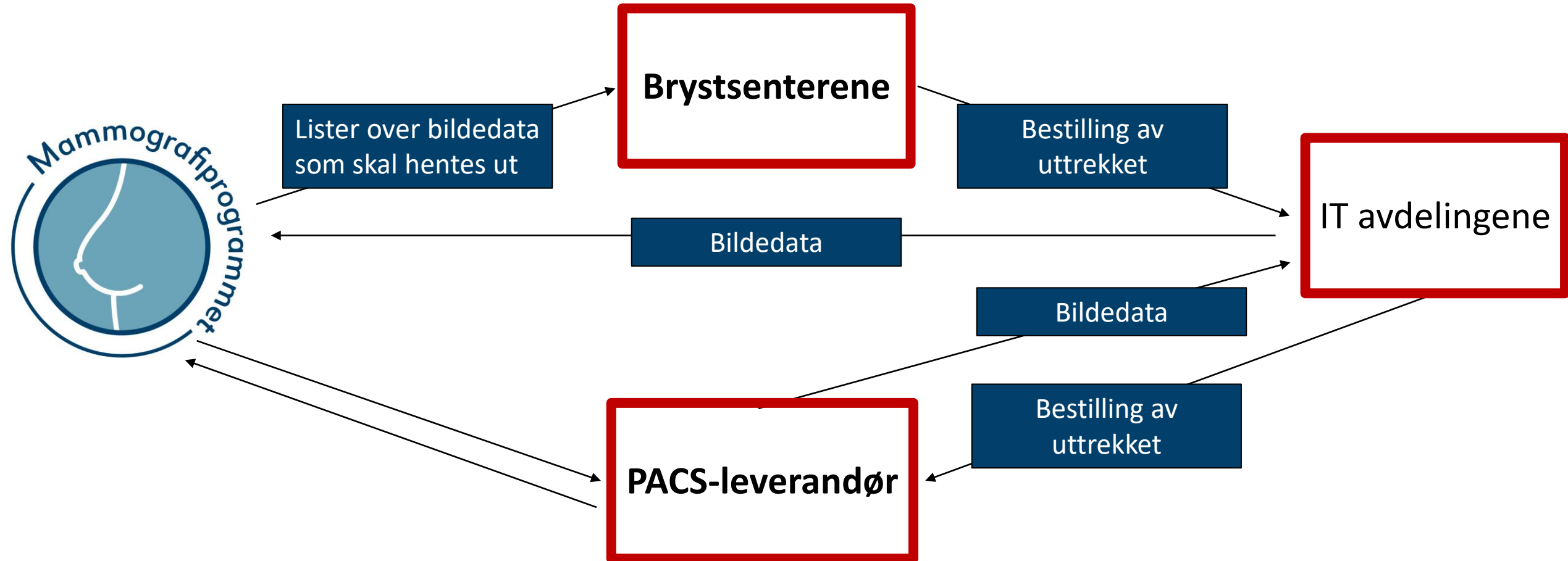
# MIM-studien

## Innsamling av 650 000 mammogrammer fra 7 brystsentre (Siemens)

- Krg: Tilrådning fra REK (Q1 2018)
- Krg: Avtaler med brystsentrene: Q3 2018
- Krg: Pilotdatasett fra UiT: Q4-2018
- Krg: Databehandleravtale med NR: Q3-2019
- Krg: DPIA (Q4-2019), ROS, løsningsdesign (Q1-2020)
- Lokale PVO: Q4-2019 og Q1-2020
- Data fra Helse Midt mottatt Q3-2020 → 11,000NOK; 2 sentre (2 HF), 130,000 us
- Data fra Helse Nord mottatt Q1-2021 → 34,000NOK; 1 senter (1 HF), 65,000 us
- Data fra Helse Sør-Øst mottatt Q4-2021 → 413,000NOK; 5 sentre (4 HF), 500,000 us, 2 PACS leverandører



# Innhenting og klargjøring av bildedata - etter at avtaler og dokumenter er skrevet, godkjent og signert





# Fortsettelse av MIM-studien → AlforScreening

- Involverte
  - Norsk Regnesentral
  - Kreftregisteret
  - **8 helseforetak/brystsentre – samarbeidpartnere**
    - Akershus Universitetssykehus HF (Philips)
    - Sykehuset i Vestfold HF (Hologic)
    - Oslo Universitetssykehus HF (GE)
  - Karolinska Universitetet (Fredrik Strand)
- Finansiert av NFR: 12 mill NOK
- Tidsramme: 01.07.2021 – 30.06.2025

Om lag 100 000 kvinner ≈ 6-700 000 undersøkelser  
→ ≈ 2,5-3 mill mammogrammer

Pris for uttrekk av bildedata fra HSØ: 120,000 NOK per senter: 360,000 NOK

# AlforScreening

## Målsetting:

- Utvikle robuste algoritmer for tyding av screeningmammogrammer
- Algoritmer som kan benyttes på utstyr fra ulike leverandører
- Bruk av tidligere mammogrammer
- Gjenbruk av data





**Gjenbruk av innsamlede data**



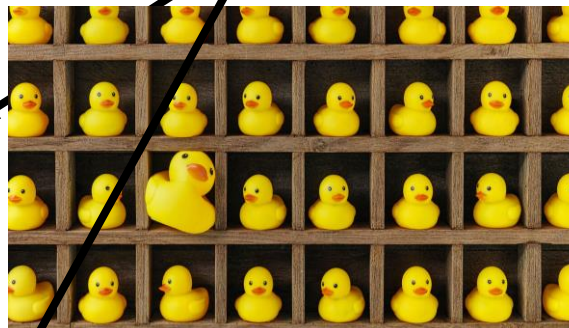
# Data fra MIM og fra Alfor Screening

Om lag 1,3 mill screeningundersøkelser: 5,5 millioner mammogrammer



## Utvikle algoritmer

- Risikoscore (kreft)
- Bildekvalitet
- Mammografisk tetthet
- «Trene» radiologer
- Risikoprediksjon



Randomisert kontrollert studie

Helse Midt

(Rosa sløyfe midler)

## Analyser med KI-hyllevarer

Møre & Romsdal

Trøndelag, UNN

Kalnes, Agder

Vestre Viken og Innlandet

HelseVest

Alfor Screening  
(Ahus, Vestfold, Oslo)

Helse Vest  
Helse Nord  
Helse Sørøst

# To-Be/BADDI

MMIV og Haukeland



Intern og ekstern regransking  
av mammogrammer fra  
ToBe1 og ToBe2  
(digital bryst-tomosyntese)  
Sammenligne med resultater  
fra KI

Midler fra «Open call» Kreftforeningen

# Stavanger

MMIV



Analyser på beriket datasett  
(2007-2021) med «hyllevare»

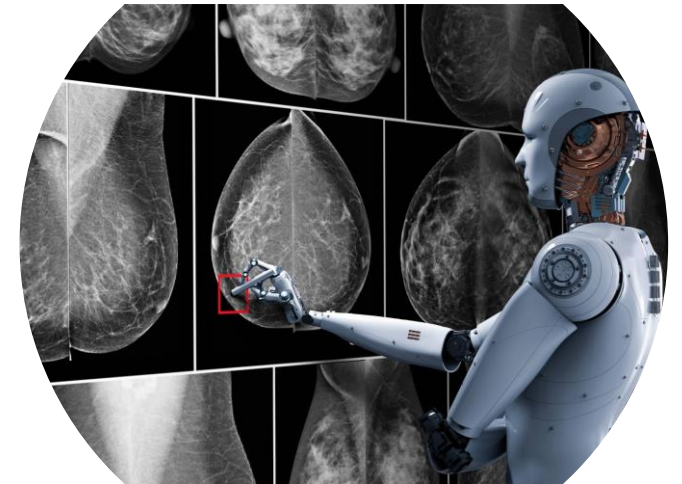


# Utfordringer og hindringer

- Tiden det tar å innhente tillatelser, godkjenninger, samarbeidsavtaler (REK, PVO, helseforetak, egen virksomhet)
- Gjennomføre og godkjenning av risiko og sikkerhetsanalyser, løsningsdesign etc (lokalt og på helseforetakene)
- Innhenting av data fra ulike helseforetak med ulik tolkning av regelverk
- Finansiering
- Gamle IT systemer (oppsett av studier, randomisering, blindet tyding av mammogrammer i studier med ulike design)
- Screening er ikke klinisk virksomhet og “lovverket” er ukjent med virksomheten
- Gjennomføring av studier – kvalitetsforbeding eller forskning?  
Mp ønsker å bidra til kunnskapsgrunnlaget som er nødvendig for å kunne ta beslutninger om implementering både i programmet og i annen klinisk virksomhet

# Hva skal til for å lykkes med implementering av KI i Mammografiprogrammet innen rimelig tid?

- Tilrettelegging for gode studier – retrospektive og prospektive
- Tverrfaglig samarbeid og ansvarliggjøring
  - Unngå misforståelser/merarbeid
- Tydelige ansvarslinjer
  - Gir økt effektivitet og er mindre kostbart
- Tydelige nasjonale retningslinjer
  - Felles strategi, mål og satsing
- Ressurser/tilstrekkelig med ressurser





# Tusen takk til alle som heier på oss!

Kolleger på Kreftregisteret; mammografiseksjonen, juridiske rådgivere og ansatte på avdeling for Registerinformatikk v/Jan Nygård

Norsk Regnestentral

Ansatte på brystsentrene

IKT personell på helseforetakene

PACS-leverandører

Transpara

Lunit

Vara



KREFTFORENINGEN



Forskningsrådet