

Aarhus University School of Engineering  
BAC7 – Automatisk Ultralydsscanner  
Økonomisk og omkostningseffektiv analyse

## Indhold

Indledning.....	3
Metoder.....	3
Omkostninger ved udvidelse af screeningsprogrammet .....	3
Indhentning af priser til Automatisk Ultralydsscanner .....	3
Timepriser for mandetimer .....	4
Tidsforbrug .....	4
Totalomkostning for Automatisk Ultralydsscanner.....	4
Omkostning pr. ultralydsscanning.....	5
Breakeven analyse for antal scanninger.....	5
Diskussion af økonomiske findings.....	6
Konsekvenser af udvidelse af screeningsprogram .....	7

## Indledning

Formålet med denne analyse er at belyse det økonomiske perspektiv ved indførslen af automatiseret ultralydsscanning af mamma mhp. screening for brystkræft. Det ønskes undersøgt, hvilke udgifter og eventuelle gevinster der er ved indførslen af en automatisk ultralydsscanner.

## Metoder

For at kunne afdække hvilke typer økonomiske udgifter, der kan opstå ifm. indførslen af Automatisk Ultralydsscanner, er interviews med radiolog Lars Bolvig og afdelingsradiograf Tine Bisgaard benyttet. Der er på baggrund med interviewene lavet en økonomiske analyse over, hvad det vil koste at tilføje en ultralydsscanning til screeningsforløbet af kvinder mellem 50-69 år. Den økonomiske analyse er udført ved at lave et overslag over forskellen mellem udgifterne til at have en radiolog til at udføre scanninger og en indførsel og implementering af Automatisk Ultralydsscanner.

Der er foretaget litteratursøgning af både nationale og internationale forskningsstudier for at undersøge effekten af detektering af cancer på et tidligere tidspunkt, og hvorvidt dette kan have en økonomisk fordel. Litteratursøgningen har ikke været systematisk, men der er søgt på flere platforme for at afdække området.

## Omkostninger ved udvidelse af screeningsprogrammet

For at undersøge om Automatisk Ultralydsscanner vil være en god investering, hvis ultralydsscanning tilføjes til screeningsprogrammet, er tidsforbruget beskrevet, hvorefter omkostningen pr. ultralydsscanning er beregnet for begge scenarier.

### Indhentning af priser til Automatisk Ultralydsscanner

Prisen for at anskaffe udstyret til opsætning af Automatisk Ultralydsscanner er fundet ved at se på forskellige hjemmesider og et er et overslag på, hvor meget det cirka vil koste. Prisen for UR10 er fundet på Universal Robots distributørs, KJV, hjemmeside<sup>1</sup>. Serviceaftalen er baseret på prisen fra Dansk Robottekniks hjemmeside<sup>2</sup>. Kinect og pris for vægophæng er fundet på Amazon.com og omregnet til danske kroner, mens computeren er fundet på fcomputer.dk/. Access point er fundet som et gennemsnit ved at se på forskellige modeller på forskellige hjemmesider.

Priser	DKK
UR10	195.000,00
Kinect 2.0	849,00
Kinect Wall Mount	120,00
Computer	4.999,00
Access Point+ethernet kabel	700,00
Serviceaftale (årlig)	7.500,00

<sup>1</sup> <https://www.kjv.dk/nyheder/1329127748.html>

<sup>2</sup> <http://www.danskrobotteknik.dk/nyheder>

### Timepriser for mandetimer

Monteringsprisen er et overslag over, hvad en startpris og timepris vil være for en montør. Radiograf og radiologløn er fundet på hjemmesiden løn.info, som har statistik over forskellige fagfolk. Her er radiolog lønnen antaget at være en speciallæge<sup>3</sup>. Konsulenten er personen, som underviser nye radiografer.

Pris	DKK
Timepris speciallæge (radiolog)	369,00
Timeprise radiograf	173,00
Timepris tekniker	700,00
Timepris konsulent	1.000,00

### Tidsforbrug

Nedenstående tabel beskriver tidsforbruget med de to scenarier. Her er der en variabel transport, som kan variere alt efter, hvor langt radiologen skal køre eller gå fra sit kontor.

Automatisk Ultralydsscanner	min		Radiolog	min
Forberedelse og afslutning (snak mm)	10		Forberedelse og afslutning (snak mm)	10
3D billede og konvertering	2		Ultralydsscanning	4
Ultralydsscanning	5		Transport (radiolog)	12
Check af billeder (radiolog)	10			
Kursus dag (4 timers kursus)	240			

### Totalomkostning for Automatisk Ultralydsscanner

Engangsudgiften på anskaffelse af udstyret til den Automatiske Ultralydsscanner kommer op på 201.668 kroner, mens opsætningen er beregnet ud fra, at det tager 4 timer at klargøre systemet. Opsætning kommer derfor op og koste 10.759 kroner. Implementering, der inkluderer uddannelse af personale, løber op på 6.768 kroner. Man vil derfor se en samlet udgift på 219.195 kroner.

Engangsudgifter til afskrivning	DKK
UR10	195.000,00
Kinect 2.0	849,00
Wall Mount	120,00
Lenovo Yoga Pro 2	4.999,00
Access Point + ethernet kabel	700,00
I alt	201.668,00
Opsætningsudgift	DKK
Starttime	459,00
4 timers setup	2.800,00
Serviceaftale (1 gang årligt)	7.500,00
I alt	10.759,00

<sup>3</sup> <http://xn--ln-lka.info/>

Implementeringsudgifter	DKK
Uddannelse af 4 radiografer	2.768,00
Underviser (superbruger)	4.000,00
I alt	6.768,00

### Omkostning pr. ultralydsscanning

Prisen pr. ultralydsscanning for den Automatiske Ultralydsscanner er udregnet ved at antage, at det er en radiograf, der foretager det meste af scanningen med forberedelse, 3D billede og konvertering samt selve ultralydsscanningen. En radiolog vil derefter bruge omkring 10 minutter på at tjekke billedet igennem for at se om patienten skal til en yderligere scanning. Det ses, at prisen for en scanning er omkring 111 kroner.

Prisen pr. ultralydsscanning for scenariet med radiologen er udregnet ud fra, at det er en radiolog der foretager både forberedelse og ultralydsscanningen, samt den transporttid, der bruges. Det ses at ved en transporttid på 12 minutter vil prisen for en scanning være omkring 160 kroner, men det vil variere alt afhængigt af transporttid.

Automatisk Ultralydsscanner	DKK		Radiolog	DKK
Forberedelse (snak mm)	28,83		Forberedelse (snak mm)	61,5
3D billede og konvertering	5,77		Ultralydsscanning	24,6
Ultralydsscanning	14,42		Strømforbrug (Ultralydsscanner)	0,04
Check af billeder (radiolog)	61,50		Transport	73,8
Strømforbrug (UR10)	0,07			
Strømforbrug (Ultralydsscanner)	0,05			
I alt	110,64		I alt	159,94

### Breakeven analyse for antal scanninger

Antallet af scanninger før den Automatiske Ultralydsscanner er betalt af er beregnet ved at samle alle udgifter i forbindelse med indførslen af det nye system, som kan ses i tabellen nedenunder.

Samlet udgifter for faste omkostninger for Automatisk Ultralydsscanner	
Engangsudgifter til afskrivning	201.668,00
Opsætning	10.759,00
Oplæring	6.768,00
FO (i alt)	219.305,64

Derefter er breakeven beregnet for forskellige transporttider for radiologen. Det er gjort ved at bruge de faste omkostninger og ellers benytte udgifterne for enkelt scanning begge scenarier.

$$Breakeven = \frac{FO}{Radiolog\ scenario - Automatisk\ Ultralydsscanner\ scenario}$$

I tabellen nedenfor ses der antallet af scanninger, der skal til før systemet vil være en gevinst. Hvis transporttiden for radiologen er under 4 minutter, vil det ikke kunne betale sig, da udgifterne pr. scanning ved scenariet med radiologen er vil være mindre.

Transport (min)	Pris for én ultralydsscanning (DKK)	Antal scanninger
5	116,89	35.052,51
8	135,34	8.873,09
10	147,64	5.923,66
15	178,39	3.235,19
20	209,14	2.225,25
30	270,64	1.369,94
45	362,89	868,95
60	455,14	636,26

### Diskussion af økonomiske omkostninger

Der er flere ting, som kan diskuteres ved dette overslag, der ikke er en nøje udført business case. Det ville være en forbedring, hvis gruppen havde foretaget flere interviews af læger til at give deres vurdering af bl.a. tidsforbrug. Generelt er det forsøgt at sætte udgifterne forbundet med indførslen af den Automatiske Ultralydsscanner relativt højt for at undgå for mange uforudsete omkostninger. Derudover kan det diskuteres, om priserne for opsætning vil måske være lavere, hvis man laver/eller har en indkøbsaftale.

Det ses tydeligt, at det er ved transporttiden, at der kan spares, men det er ikke beregnet med, at radiologen sikkert vil scanne flere patienter efter at have kørt 60 minutter. Transporttid må derfor ses som et gennemsnit pr. patient. Transporttiden er valgt som en variabel efter at interview med overlæge Lars Boldvig, der selv tydeliggjorde, at der brugte han personligt lang tid.

Priser for vedligeholdelse af ultralydsscanneren er ikke beregnet med, da denne vil være ens for begge scenarier. Priser for generel vedligeholdelse er dog ikke beregnet med andet end serviceaftalen, da det vil være individuelt fra hospital/afdeling/praksis mm. om de vil have oplært en pedel eller lignende.

Der bliver i Danmark udført omkring 270.000 mammografiundersøgelser<sup>4</sup>, som er en del af screeningsprogrammet. Det betyder, at Automatisk Ultralydsscanner med en pris på 110,64 kroner pr. scanning vil øge udgifterne til screeningsprogrammet med omkring 30 mio. kroner.

---

<sup>4</sup> [http://www.esundhed.dk/sundhedsregistre/LPR/Sider/LPR04\\_Tabel.aspx](http://www.esundhed.dk/sundhedsregistre/LPR/Sider/LPR04_Tabel.aspx)

## Konsekvenser af udvidelse af screeningsprogram

Der er blevet lavet et lille litteraturstudie for at undersøge, hvilke samfundsmæssige konsekvenser en udvidelse af screeningsprogrammet for kvinder mellem 50-69 vil medføre. I dag benyttes der kun røntgen til at tage billeder af brystvævet, men efter interview med radiolog Lars Bolvig blev det foreslået at se på, om det kan gøre en forskel at udvide programmet.

Der er brugt både national og international litteratur, for at tjekke om tidlig detektering af brystkræft er rentabel og omkostningseffektiv, eller om screeningsforløbet er dyrere end de fordelene.

Generelt for studierne er, at de belyser, at der er fordele og ulemper ved at lave en screeningsproces. De fleste af de fundne studier benytter QALY som pejlemærke til, hvor rentabel screeningsforløbet er. I Danmark er der ikke en officiel grænse for, hvor meget én QALY bør koste, men Sundhedsstyrelsen har i en medicinsk teknologivurdering fra 2002 beskrevet: "det kan anføres, at man generelt anser behandlinger, der koster mindre end 160.000 kr. pr. QALY for omkostningseffektive, mens behandlinger der koster mere end 800.000 kr. pr. QALY anses for ikke at være omkostningseffektive."<sup>5</sup>

I det spanske studie "Cost-effectiveness of early detection of breast cancer in Catalonia (Spain) (2011)"<sup>6</sup> af Misericordia Carles et al, blev der lavet en økonomisk evaluering af screeningsmetoder for at undersøge den bedste screeningsstrategi. De sammenlignede strategier er ingen screening, årlige og hver anden årlige screeninger. Studiet viste bl.a. at to-årige strategier inden for intervallet 45-69 og årlige inden for intervallet 40-74 var omkostningseffektive for QALY. De inkrementielle omkostninger, når man gik fra ingen scanninger til en scanning hver andet år var 4,469 € per QALY, hvilket i danske kroner svarer til 33241,76 kroner per QALY. Studiet ser kun på direkte omkostninger, og det diskuteres, hvorvidt resultatet ville se ud, hvis indirekte omkostninger var inkluderet, hvorfor studiet har mangler.

I Cochrane reviewet "Screening for breast cancer with mammography (2013)"<sup>7</sup> af Peter Gøtzsche, og KJ. Jørgensen har lavet en randomized controlled trial (RCT), som sammenligner to grupper, hvoraf den ene udsættes for mammografi screeninger. Forfatterne konkluderer, at screening reducerer brystkræft med 15%, men der vil være 30%, der overdiagnosticeres og får overbehandling, hvilket betyder, at flere kvinder oplever at blive diagnosticeret, fordi de har gennemgået screeningen.

Overdiagnosticering og antallet af forebyggende dødsfald blev diskuteret af et uafhængigt panel med ekspertise i epidemiologi og medicinsk statistik i "The benefits and harms of breast cancer screening: an independent review (2012)"<sup>8</sup> af Sir Michael Marmot fra Department of Epidemiology and Public Health, UCL, London. Panelet bestræbte at lave en review/meta-analyse af 11 RCT's af screeninger for brystkræft, og deres relative risici. Panelet estimerede, at ud af 10.000 50-årige kvinder, vil 43 brystkræftsrelaterede dødsfald blive forhindret, mens 129 vil være overdiagnosticeret. Estimeringen er lavet ud fra specielt RCTs fra forskellige lande, bl.a. Sverige. Reviewet nævnes i studiet "Cost effectiveness of the NHS breast screening programme: life table model" af Paul D. P. Pharoah et al, hvor omkostningseffektiviteten af National Health Service (NHS), Englands sundhedsvæsen diskuteres. Heri konkluderes, bl.a. på baggrund af

---

<sup>5</sup> <https://www.sst.dk/~media/9D073C69B6B646E2A9412B9116064B0C.ashx>

<sup>6</sup> Cost-effectiveness of early detection of breast cancer in Catalonia (Spain) (2011), Misericordia Carles et al, BMC Cancer

<sup>7</sup> "Screening for breast cancer with mammography" (2013), Gøtzsche PC, Jørgensen KJ, CochraneLibrary.com

<sup>8</sup> "The benefits and harms of breast cancer screening: an independent review (2012)", Sir Michael Marmot, British Journal of Cancer

Michael Marmots review, at screening var forbundet med 2040 ekstra QALY med en ekstra omkostning på 45.5 mio. pund eller 20.800 per vunden QALY. Dette svarer i danske kroner til 183.335 per vunden QALY.

Et andet Cochrane review "Mammography in combination with breast ultrasonography versus mammography for breast cancer screening in women at average risk (2013)"<sup>9</sup> af Gerald Gartlehner et al, var formålet at vurdere effektiviteten og sikkerheden af mammografi i kombination med ultralyd versus røntgen alene. På daværende tidspunkt (2013) identificerede Gerald Gartlehner et al ingen studier, der mødte de kriterier, men fandt en igangværende RCT i Japan. Den japanske RCT "Sensitivity and specificity of mammography and adjunctive ultrasonography to screen for breast cancer in the Japan Strategic Anti-cancer Randomized Trial (J-START): a randomised controlled trial (2016)"<sup>10</sup> af Ohuchi N. et al undersøgte, hvorvidt man ved kombinationen af røntgen og ultralyd vil opdage flere kræfttilfælde. Studiet viste, at der ved kombinationen blev fundet flere typer 0 og I i interventionsgruppen, mens der ved stage II ikke var signifikant forskel. Studiet fandt også, at der var en højere rate af falsk-positive tilfælde ved at anvende ultralyd sammen med mammografi.

Et BC Cancer review "Early detection of breast cancer: benefits and risks of supplemental breast ultrasound in asymptomatic women with mammographically dense breast tissue. A systematic review (2009)" af Monika Nothacker et al, undersøgte andre studiers fund ved at tilføje ultralyd ved kvinder med fyldige bryster, hvor røntgen undersøgelsen var negativ. Reviewet kunne ikke konkludere, om ultralyd som supplement er brugbart ved disse kvinder, men der var tre gange så mange kvinder, der fik lavet en biopsi ved ultralydsscanninger.

Sundhedsstyrelsen har samlet argumenter for og imod mammografiscreeninger i "Mammografi – Screening for brystkræft (2013)"<sup>11</sup>, hvor argumenterne for undersøgelsen er, at det er et bedre at behandle brystkræft på et tidligere tidspunkt, og der reddes omkring 6 ud af 1.000 kvinder fra at dø. Ved argumenterne imod, skriver Sundhedsstyrelsen, at 13 ud af 1.000 kvinder vil blive udsat for overdiagnosticering, og screeninger kan give falsk tryghed eller svulsterne er godartede.

Tidlig detektering af brystkræft er vigtigt for overlevelseshalvdelen. Det amerikanske Cancer Society har estimeret overlevelseshalvdelen for en 5 årig plan, der er opdelt efter stadiet, kræften er i. Det er estimeret, at den relative overlevelseshalvdel ved stadie 0 og I er tæt på 100 %, mens stadie II har en relativ overlevelseshalvdel på 93%, stadie III har en på 72% og stadie IV har en overlevelseshalvdel på 22%<sup>12</sup>.

## Diskussion af litteraturen

Næsten alt den fundne litteratur drager konklusionen, at mere forskning er nødvendig på området. Det kan derfor være svært at lave en endelig konklusion på, hvorvidt en udvidelse af screeningsforløbet vil være en god idé. På den ene side, kan ekstra screeninger være med til at finde flere tilfælde af stadie 0 og I, hvor man efter Cancer Societys estimeringer<sup>12</sup> har en høj overlevelseshalvdel.

---

<sup>9</sup> "Mammography in combination with breast ultrasonography versus mammography for breast cancer screening in women at average risk (2013)"<sup>9</sup> Gerald Gartlehner et al, Cochrane

<sup>10</sup> "Sensitivity and specificity of mammography and adjunctive ultrasonography to screen for breast cancer in the Japan Strategic Anti-cancer Randomized Trial (J-START): a randomised controlled trial (2015)", Noriaki Ohuchi et al, the Lancet

<sup>11</sup> "Mammografi – Screening for brystkræft" (2013), Komiteen for Sundhedsoplysning, Sundhedsstyrelsen

<sup>12</sup> <http://www.cancer.org/cancer/breastcancer/detailedguide/breast-cancer-survival-by-stage>



Man kan forestille sig, at man ikke vil tilføje ultralydsscanninger til mammografiscreeningerne, da det øger chancen for overdiagnosticering, og det vil øge omkostningerne for både selve scanningen, men også for behandlingen og de yderligere undersøgelser.