

# Indholdsfortegnelse

---

<b>Kapitel 1</b>	<b>Indledning</b>	<b>1</b>
1.1	Baggrund . . . . .	1
1.1.1	Eftervisning af volumenbestemmelse af objekt ud fra Helmholtz resonansteori . . . . .	2
1.2	Problemformulering . . . . .	4
1.3	Systembeskrivelse . . . . .	4
1.4	Afgrænsning . . . . .	4
<b>Kapitel 2</b>	<b>Metoder</b>	<b>5</b>
	<b>Litteratur</b>	<b>6</b>

# Indledning 1

---

Indenfor det plastikkirurgiske fagområde, efterspørges en standardiseret metode til måling af et brystvolumen (Ikander & et al, 2014). Der foretages i Danmark, et stigende antal operationer inden for de to klassifikationer; KHAD (*Korrigerende operationer på bryst*) og KHAE (*Rekonstruktioner af bryst*) (Larsen & Schiøler, 2005; Sundhedsdatastyrelsen, 2014). På nuværende tidspunkt findes der ingen klinisk accepteret teknik til brystvolumenmåling, da der mangler evidens for nøjagtigheden af målet (Choppin & al et, 2016). De mest pålidelige målemetoder er i dag 3D-modellering og MRI-scanning (Wenjing & al et, 2014). Disse metoder er omkostningsfulde at anvende i praksis, og den mest benyttede metode er derfor anvendelse af en gennemsigtig, plastikskål, hvor plastikkirurgen subjektivt vurderer udfyldningen af skålen (Ikander & et al, 2014). Dette er en hurtig og enkel metode, som læner sig op ad Grossman-Roudner-metoden. Ulempen ved denne metode er, at forskelle på volumenmålinger ikke kan undgås mellem afdelinger samt kirurger da der er tale om en subjektiv vurdering. En standardiseret målemetode vil etablere mere præcise nationale retningslinjer samt udjævne disse forskelle. Endvidere opnås tilfredsstillelse hos patienter, sundhedsmyndigheder samt forsikringsselskaber, da alle patienter for fair og lige behandling (Ikander & et al, 2014).

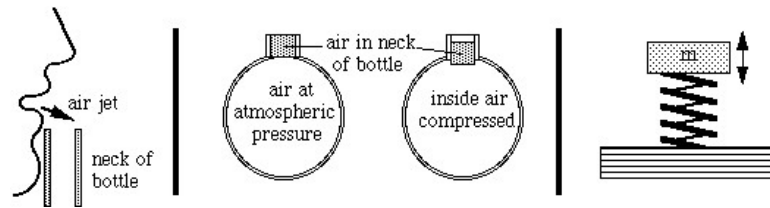
Tabel 1.1: Antallet af registrerede operationer på bryst defineret ud fra grupperinger

REGISTREREDE OPERATINOER PÅ BRYST				
GRUPPERING	REGION/SYGEHUS	2012	2013	2014
KHAD Korrigerende operationer på bryst	Hele landet	5.206	5.504	5.507
	Privat	1.803	2.403	2.414
KHAE Rekonstruktioner af bryst	Hele landet	1.568	1.864	2.066
	Privat	42	39	56

## 1.1 Baggrund

Pavia Lumholt, speciallæge i plastikkirurgi, er i gang med at udvikle en metode til at give et objektivi mål for brystvolumen. Lumholts metode fungerer efter Helmholtz' princip om resonans. Dette princip beskriver, at når luft presses ind i et hulrum, øges

trykket, således luften presses ud og suges tilbage ind, hvilket sætter svingninger igang. Lumholts metode består af en skal med en mindre hals, som omslutter brystet. Ved at indsende en lyd gennem halsen og opfange den reflekterede lyd, kan der bestemmes et volumen for brystet. Skallen fungerer som en resonator, hvori luften bevæger sig, når der indsendes en lyd gennem resonatorens hals (herefter omtalt som *port*). Lyden bevæger luften, som opfører sig som en akustisk fjeder i resonatoren. Dette illustreres i figur 1.1



Figur 1.1: <https://newt.phys.unsw.edu.au/jw/Helmholtz.html>

Det har længe været kendt, at man ved brug af Helmholtz' resonansteori, kan bestemme et volumen ud fra resonansfrekvenser (Artikel fra 1987). Fremgangsmåden er at måle resonansfrekvensen i den tomme resonator ( $f_0$ ) og efterfølgende resonansfrekvensen i resonatoren, med et objekt placeret deri ( $f_b$ ). Ved at kombinere disse to resonansfrekvenser, kan volumen af objektet ( $W$ ) udledes, hvilket eftervises i afnit 1.1.1.1.

### 1.1.1 Eftervisning af volumenbestemmelse af objekt ud fra Helmholtz resonansteori

Helmholtz resonansfrekvens i en resonator er givet ved dette udtryk

$$f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S_p}{V(l_p + \Delta l)}} \quad (1.1)$$

hvor

$f_0$ : resonansfrekvens i en tom resonator [ $Hz$ ],

$c$ : lydens hastighed i luft [ $m/s$ ],

$S_p$ : tværsnitsareal af port [ $m^2$ ],

$V$ : statisk volumen af resonator [ $m^3$ ],

$l_p$ : længde af port [ $m$ ],

$\Delta l$ : endekorrektion [ $m$ ]

Lydens hastighed i luft varierer afhængigt af den omgivende temperatur, og derfor gives  $c$  ved udtrykket

$$c = 331,5 \text{ m/s} \cdot \sqrt{\frac{T_K}{273,15 \text{ K}}} \quad (1.2)$$

hvor  $T_K$  er givet ved

$$T_K = t_C + 273,15 \text{ K} \quad (1.3)$$

Tværsnitsarealet  $S_p$  af porten bestemmes ved

$$S_p = r^2 \pi \quad (1.4)$$

hvor  $r$  er radius af porten.

Grundet luftens massefylde, transmitteres lyden gennem portens længde samt en yderligere merværdi. Denne merværdi udtrykkes ved en endekorrektion  $\Delta l$ , som gives ved

$$\Delta l = 0,6 \cdot r + \frac{8}{3\pi} \cdot r \quad (1.5)$$

.

Når et objekt placeres i en resonator ændres resonansfrekvensen. Dette forhold udtrykkes ved

$$f_b = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S_p}{(V - W)(l_p + \Delta l)}} \quad (1.6)$$

hvor

$f_b$ : resonansfrekvens i en resonator, indeholdende et objekt [ $Hz$ ],

$W$ : volumen af objekt [ $m^3$ ],

Ved at kombinere  $f_0$  og  $f_b$ , kan volumen af objektet  $W$  udledes:

$$\left(\frac{f_0}{f_b}\right)^2 = \frac{V - W}{V} = 1 - \frac{W}{V} \quad (1.7)$$

↓

$$\frac{W}{V} = 1 - \left(\frac{f_0}{f_b}\right)^2 \quad (1.8)$$

↓

$$W = V \left(1 - \left(\frac{f_0}{f_b}\right)^2\right) \quad (1.9)$$

## 1.2 Problemformulering

Målet med dette projekt er at udvikle et *minimum viable product* (MVP) til volumenmåling af et bryst, i samarbejde med Pavia Lumholt, speciallæge i plastikkirurgi. Systemet bygger videre på de erfaringer, der er opnået ved tidligere prototyper, udviklet af Lumholt. Metoden til brystvolumenmåling baseres fortsat på Helmholtz' resonansteori, mens prototyperne erstattes med nyt hardware og software. Projektet er et udviklingsprojekt, hvor der testes frem mod erfaringer, som kan opstille krav til systemet. Det udviklede system skal kunne måle volumen af et bryst ved at benytte en resonator, hvor i en indsendt lyd reflekteres og opfanges.

Herudover skal en redegørelse belyse hvilke regulatoriske krav, der skal opfyldes, for at opnå en medicinsk godkendelse samt CE-certificering. Endvidere skal en redegørelse belyse, hvilke metoder der kan benyttes i en risikostyring.

## 1.3 Systembeskrivelse

- Er systemet bygget som en prototype eller et endeligt produkt? - Beskrivelse af det samlede system, der er tænkt realiseret i projektet (illustrationer) - Systembeskrivelse: allerede her tages der udgangspunkt i lovgivningsmæssige krav mhp. overensstemmelse med Im

## 1.4 Afgrænsning

- Et produkt, som er i sin spæde start, hvor der skal afgrænses Professionelt faglig målgruppe, brug, udleje - Økonomi

# Metoder 2

---

# Litteratur

---

Choppin, S. B. & al et (2016, Aug). The accuracy of breast volume measurement methods: A systematic review. *Breast (Edinburgh, Scotland)* 28, 121–129. CI: Copyright (c) 2016; JID: 9213011; OTO: NOTNLM; 2016/03/02 [received]; 2016/04/20 [revised]; 2016/05/21 [accepted]; 2016/06/09 [aheadofprint]; ppublish. doi:10.1016/j.breast.2016.05.010 [doi].

Ikander, P. & et al (2014, January). Measurement of breast volume is a useful supplement to select candidates for surgical breast reduction.

Larsen, O. B. & G. Schiøler (2005). Klassifikation af operationer dansk udgave af nomesco classification of surgical procedures. Technical report, Sundhedsstyrelsen.

Sundhedsdatastyrelsen (2012, 2013, 2014). esundhed.dk. Technical report.

Wenjing, X. & al et (2014, 23. oktober 10214). Objective breast volume, shape and surface area assesment: A systematic review of breast measurement methods. *Aesthetic Plastic Surgery*.