



AARHUS SCHOOL OF ENGINEERING

SUNDHEDSTEKNOLOGI
MEDICINSK TEKNOLOGI VURDERING

Ultralyds Robotarm

Anne Bundgaard Hoelgaard	(201404492)
Ditte Heebøll Callesen	(201408392)
Freja Ramsing Munk	(201406736)
Ida Mark Skovbjerg	(201404669)
Mette Østergård Knudsen	(201404501)
Nina Brkovic	(201406458)

Vejledere:

Lene Hause

Samuel Alberg Thrysoe Aarhus Universitet

16. december 2015

Abstract

Resumé

Forkortelser og formler

Forkortelser

Ord	Forklaring
Robotarm	Ultralyds robotarm udviklet af Robotic Ultrasound ApS
MTV	Medicinsk Teknologi Vurdering
Afd. KF	Afdelingen for Kvindesygdomme og fødsler på Skejby Hospital

Formler

Indledning 1

Ved ultralydsscanning af de gravide holder sonograferne proben i akavede stillinger og skal presse med ca. 10-15 kg for at få et klart billede. Disse stillinger øger muligheden for at få arbejdsskader. Der sker desuden en yderligere belastning, da der er en stigning i antallet af overvægtige [?]. Dette betyder at sonograferne skal presse med en større kraft for at få klare billeder. Grundet sonografernes arbejdsstillinger, er der fra Føtalmedicinsk Selskab kommet guidelines angående det maksimale antal af timer, en sonograf må foretage scanninger i løbet af en uge. Dette gør at der skal flere sonografer til for at kunne scanne det stigende antal gravide [1].

Denne udvikling har ført til, at der er blevet udviklet en ultralydsrobotarm. Denne robotarm styres via et joy-stick, således sonograferne ikke skal være i akavede stillinger, men istedet kan styre robotten til de ønskede stillinger.

Formålet med denne rapport er at undersøge om en ultralydsrobotarm vil kunne gøre det lettere at håndtere den stigende mængde gravide og samtidig mindske chancen for arbejdsskader.

1.1 Baggrund

Projektet er lavet på baggrund af udviklingen af ultralydsrobotarmen. Der ønskes at finde frem til om denne robotarm kan erstatte noget af det eksisterende udstyr og derved give en bedre effekt end det gamle udstyr.

1.2 Projektafgrænsning

I projektet er der valgt at fokuserer på ultralydsrobotarmen som en mulighed for at mindske arbejdsskaderne for sonograferne. Der er fravalgt at kigge på den telemedicinske del af robotarmen, da denne del ikke var færdig udviklet i det tidsrum hvor Mini-MTV'en er blevet udarbejdet. Der blevet forsøgt taget kontakt til både "Kvindeafdelingen, Svangre- og ultralydsambulatorium" på Hospitalsenheden Horsens og afdelingen "Kvindesygdomme og Fødsler" på Aarhus Universitetshospital Skejby. Disse blev valgt for at kunne udfører interview angående den daglige gang for sonografer på en afdeling. Grundet tidsbegrænsningen blev der kun taget kontakt til to afdelinger på hver sit sygehus.

Metoder 2

Afsnittet indeholder en beskrivelse af hvilke metoder, der er blevet anvendt til udarbejdelse af denne mini-MTV i forhold til de fire MTV aspekter: Teknologi, Patient, Organisation og Økonomi.

Overordnet set er der blevet gennemført en littetursøgning og -vurdering på baggrund af en i forvejen opstillet protokol (Bilag xx). Protokollen er udarbejdet ud fra specifikke søgestrategier, hvor der er søgt på både engelsk og dansk. De specifikke søgeord er medtaget som dokumentation. Der er søgt i følgende databaser: Embase, PubMed, Google Scholar, Cochrane og Engineering Village.

Udover ovenstående litteratur er der, efter behov søgt efter ikke videnskabelig litteratur for at opnå en forståelse for opbygningen af sonograf uddannelse, ultralyds scanning og andre løse emner for at komme ind i problemstillingen. Evt. skriv noget om inklusion og eksklusion kriterier

Eksklusion:

- Telemedicin
- Scanning af hjerte mv.

Inklusion:

- Scanning af gravide
- Robotarm
- Arbejdsskader, hvor forhold er sammenlignelige med DK

2.1 Teknologi

2.2 Patient

2.3 Organisation

2.4 Økonomi

Den økonomiske dataindsamling er primært sket på baggrund af direkte kontakt til kilder via telefon eller mailkorrespondance. Derefter er dokumenter og andre skriftlige kilder afsøgt, typisk ved at holde dem op mod mundtlige kilder. Vurderingen er udarbejdet med udgangspunkt

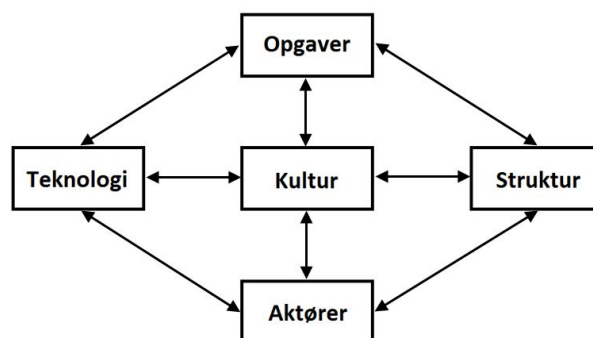
i følgende sundheds økonomiske analyser: Omkostningsminimerings analyse (CMA) og cost-effectiveness (CEA). De økonomiske beregninger indeholder flere af projektgruppens antagelser, hvor det ikke har været muligt at finde kilder med tilstrækkelig økonomisk evidens.

Organisation 3

Dette afsnit vil give et indblik i strukturen og opbygningen af "Kvindeafdelingen, Svangre- og ultralydsambulatorium" på Hospitalsenheden Horsens og "Kvindesygdomme og fødsler" på Hospitalsenheden Midt i Viborg. Afsnittet vil belyse, hvilken betydning implementeringen af en ultralyds robotarm, vil have for afdelingen som organisation, samt hvilke ændringer dette vil medføre i arbejdsgangen for personalet.

Informationer, som er indhentet fra afdelingen på Hospitalsenheden Horsens og Hospitalsenheden Midt, vil blive sammenholdt med videnskabelige artikler, i forsøget på at finde en større sammenhæng i problemstillingen omkring arbejdsgener ved ultralydsscannings arbejdet.

Det er valgt, at benyttes Leavitts organisations model 3.1. Denne model er en diamantmodel, der arbejder med fire organisatoriske hovedelementer, der relaterer sig til hinanden. Hvert hovedelement vil blive belyst i hvert sit underafsnit.



Figur 3.1: Leavitts organisations model, viser hvordan struktur, aktører, opgaver og teknologi indbyrdes relaterer sig til hinanden, i midten haves kulturen for organisationen.

I analysen er der kun medtaget to ultralydsafdeling, og derfor er der ikke videre empiri for at kunne drage konklusioner om at billedet vil være det samme på andre lignende hospitals afdelinger i Danmark.

TYDELIGGØR AT INFORMATIONER ER INDHENTET GENNEM INTERVIEW med Tina Arnbjørn og de tre sonografer og Dem fra Viborg (Tove og hende den anden), ARTIKLER MV.

3.1 Kvindeafdelingen, Svangre- og ultralydsambulatorium, Hospitalsenheden Horsens

Afdelingen på Horsens er bemannet af 1 afdelingssygeplejerske, 5 sonografer samt et ukendt antal læger. Antallet af læger er ikke relevant for denne analyse, da der udelukkende fokuseres på sonografernes arbejdsgange. Afdelingen har udstyr til fire stuer, hvoraf tre stuer bemannes

af sonografer. Der foretages 30-40 scanninger om dagen på afdelingen, hver scanning tager i gennemsnit 35 minutter.

3.2 Kvindesygdomme og fødsler, Hospitalsenheden Midt, Viborg

3.3 Opgaver

Opgaverne som afdelingen i Horsens varetager på nuværende tidspunkt, vil ikke ændrer sig ved implementering af robotarmen, da behovet for scanninger af gravide i Horsens forbliver uændret. Opgaverne består af nakkefoldsscanning i 11.-13. uge, misdannelsesscanning i 19.-22. uge, vægtscanninger samt andre kontrolscanninger i løbet af graviditeten(reference).

3.4 Teknologi

Ved implementering af ny teknologi, som ultralyds robotarmen, vil det sætte krav til aktørernes faglige kundskaber og erfaringer i brugen af teknologien. Dette er gældende for samtlige sonografer. Derfor vil der skulle være en indkørsels periode af teknologien førend, at den vil være i fuld brug og alt personale har den rette kendskab i brugen af robotarmen.

Det vurderes, at de eksisterende stuer på afdelingen i Horsens og i Viborg er tilstrækkelig store til at teknologien vil kunne implementeres uden yderligere ændringer.

3.5 Struktur

På nuværende tidspunkt er den strukturelle opbygning på afdelingen i Horsens, at en medarbejder ultralydsscanner 4 ud af 5 arbejdsdage på en uge. Den femte dag er en aflastnings dag for den enkelte medarbejder, da det er et kendt problem på afdelingen i Horsens at scanningsarbejde er fysisk belastende for medarbejderen. I løbet af en scanningsdag har en medarbejder i gennemsnit ti scanninger. Yderligere foretages der på afdelingen forebyggende tiltag, i form af styrketrænende elastikøvelser, ergonomiske redskaber samt fri adgang til wellness konsulenter, der kontrollerer og vejleder om medarbejderens arbejdsstillinger. (reference)

Implementering af robotarmen vil føre til en ændring i afdelingens strukturelle opbygning for afdelingen i Horsens. Da robotarmen vil kunne gøre scanningsarbejdet væsentlig mindre belastende (reference), vil en medarbejder kunne scanne 5 ud af 5 arbejdsdage om ugen.

3.6 Aktører

Implementeringen af robotarmen vil føre til markante ændringer for den enkelte sonografs arbejde.

BMI-problemer (ref. statistik), akavede arbejdsstilling (ref. artikler), fysisk belastende, ikke fuldføre arbejdet over tid (ref. udsagn), dedikerede i jobbet - gemmer arbejdsgener væk (ref. artikler + udsagn).

3.7 Kultur

Kulturen på afdelingen i Horsens er meget teknologivenlig. Derfor formodes det, at implementeringen af teknologien ikke vil føre til væsentlige problemer i forhold til at få personalet til at benytte den nye teknologi. Dog kræves det, at der tilrettelægges en ordentlig plan for oplæring af personalet i brugen af teknologien.

Afdelingen i Horsens har allerede på nuværende tidspunkt indvilliget i at være testafdeling for Robotic Ultrasound ApS under udviklingen af produktet. Det er i afdelingen interesse, da de ser en fremtid i produktet og dermed ønsker at være med til at tilpasse produktet til afdelingens struktur og behov.

3.8 Delkonklusion

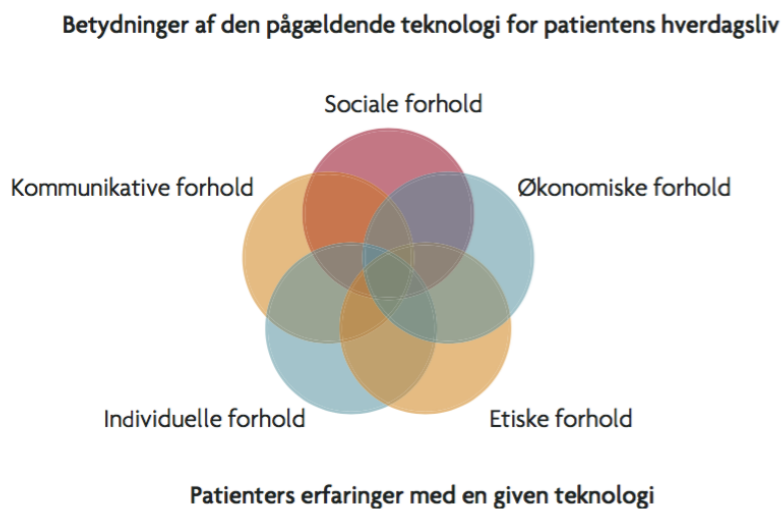
Patient 4

Ved implementering af en ny teknologi, herunder en Ultralyds Robotarm, kan det have en indvirkning på patienten. Derfor er det vigtig at belyse, hvilken effekt den nye teknologi har på patientgruppen.

I denne MTV vil både gravide og sonografer blive placeret i rollen som patienter. Gravide da de får foretaget en ultralydsscanning og sonografer da de ofte oplever arbejdskader. Begge grupper vil derfor blive belyst i dette afsnit.

Dette afsnit vil delvist være baseret på et interview og efterfølgende samtaler med sonografer på Horsens Sygehus.

For at kunne udarbejde en fyldestgørende analyse af patientperspektivet er det nødvendigt at belyse flere forhold. Se figur 4.1, hvor de fem patientperspektiver er vist.



Figur 4.1: Udforskning af de fem patientaspekter i MTV, som har betydning for patientens hverdagsliv

4.1 Sociale forhold

På nuværende tidspunkt findes skepsis blandt sonografer i forhold til om de kan forsætte med at scanne indtil pensionsalderen.

For personalet vil eventuelle færre arbejdsskader betyde et større udbytte af fysiske funktioner i forhold til arbejde, men også i fritiden. Dette kan forlænge tiden på arbejdsmarkedet og forbedre personalemiljøet.

4.2 Kommunikative forhold

Produktet af scanningen, eksempelvis billeder og kønsbestemmelse, vil ikke blive påvirket af Ultralyds Robotarmen. For personalet vil det kræve en anden introduktion, da de ikke længere vil have den fysiske kontakt med den gravide. Derved er den gravide selv nødsaget til at meddele ubehag.

Personalet vil igennem bedre arbejdsstillinger muligvis opleve et andet overskud til arbejdssituationen og patientkontakten.

4.3 Individuelle forhold

Den gravide patient kan måske opleve en utryghed ved at få en fremmed teknologi, Robotarmen, fysisk tæt på sig. Der vil altid være personale tilstede under en scanning, som skaber en menneskelig kontakt og en professionel tryghed.

Personalets anciennitet vil være en stor tryghedsfaktor for patienten. Derved vil en eventuel utryghed fra den gravide patient blive mindsket når personalet udviser sikkerhed og åbenhed for teknologien.

Hvis akavet og fysisk udfordrende arbejdsstillinger for personalet undgås, kan det muligvis skabe en bedre opmærksomhed mod den gravide patient - eksempelvis overskud til forklaring af billeder og patientens velbefindende.

4.4 Etiske forhold

Brugen af en Ultralyds Robotarm danner grundlag for en række etiske problemstillinger, som påvirker både gravide og personalet. Problemstillingerne omhandler de professionsetiske principper [2]:

- **Pligter**

- Undgå skade af brugeren:
Ultralyds Robotarmen skal hverken være til skade for gravide eller personalet.

- **Konsekvenser**

- Forebygge sygdom og sygelighed og fremme sundhed eller status quo:
Hvis man ud fra et nytteetisk perspektiv, kan få flere gravide igennem en scanning på kortere tid og samtidig mindske antallet af arbejdsskader for personalet, vil ressourcerne blive udnyttet bedst muligt, og derved komme flest mulige til gavn. Dette følger de socialetiske ideer i nytteetikken, som ud fra en overrodenet forestilling ønsker at fremme nytte og retfærdighed for de mange.
- Lindre lidelse, fremmedgørelse og ubehag:
Ultralyds Robotarmen skal opfylde dette overfor både personalet og patienten. Det kan tænkes at patienten kan føle sig fremstillet som et objekt, forbi teknologien kommer tættere på patienten, mens personalet kommer længere væk. Dog er personale til stede i samme rum som patienten, derved er der stadig en form for menneskelig kontakt. Det kan tænkes at denne kontakt vil mindske risikoen for fremmedgørelse og ubehag for patienten.

- **Idealer**

- Handle med forståelse og empati:

Ud fra patientens perspektiv kan det opfattes som en ændring af nærhed- og omsorgsrelationen mellem patienten og personalet under en scanning med Ultralyds Robotarmen.

- Handle med etik ansvarlighed overfor personalet:

En af Ultralyds Robotarmens hovedfunktioner er at mindske antallet af personalets arbejdsskader. Derved skabes der en empati for personalets arbejdssituationen.

Resultatet er at en mindskelse i antallet af arbejdsskader vil fremme personalesikkerhed og -trivsel.

4.5 Økonomiske forhold

Ultralyds Robotarmen kommer ikke til at have økonomisk indvirkning for den gravide patient. Derimod ligger betalingen og andre tilkoblede ydelser ved den pågældende afdeling og dens ledelse. Dette uddybes i afsnittet Økonomi 6.

I Horsens ser personalet fordele ved Ultralyds Robotarmen, dog menes det, at økonomien og ledelsens beslutninger vil blive vægtet tungere end personalets argumenter.

4.6 Delkonklusion

Teknologi 5

I dette afsnit undersøges Ultralyds Robotarmen ud fra et teknologisk perspektiv. Den teknologiske løsning Ultralyds Robotarm består af:

- UR3 Robotarm fra Universal Robots incl. software til styring af denne
- Stativ til robotten
- Joystick
- Computer
- Holder til ultralydsprobe

Denne løsning skal kobles til det allerede eksisterende udstyr. Derfor er produktet en add-on løsning, hvilket betyder at produktet skal købes udover det almindelige ultralydsscanningsudstyr. Se bilag — (ØKONOMI)



Figur 5.1: Eksempel på opstilling af Ultralyds Robotarm.



Figur 5.2: Eksempel på ultralydsudstyr fra Horsens.

5.1 Anvendelsesområde

Produktet skal anvendes til ultralydsscanninger af gravide borgere. Robotarmen sidder på et stativ, som gør at robotarmen kan påvirke med et større tryk, end hvis den blot står ved siden af den gravide. Dette stativ er på hjul, som kan låses, idet systemet skal være mobilt. På robotarmen findes en universalholder til ultralydsproben. Denne holder kan holde alle mærkers ultralydsprobe.

Stativet med robotarmen skal være på den modsatte side af sengen, end hvor sonografen er placeret, for at sikre sonografens udsyn og nærkontakt til den gravide. Robotarmen skal holde ultralydsproben i holderen over den gravide, mens robotarmen styres af sonografen via et joystick. Derved behøver sonografen ikke selv at styre proben og akavede arbejdsstillinger undgås. Systemet skal kunne overføre det tryk som sonografen påtrykket joysticket med til robotarmen. Hvis det tryk, som sonografen påvirker joysticket med, overskrider 15 N (skal lige tjekkes med Søren) slår robotarmen automatisk fra, af sikkerhedsmæssige grunde.



Figur 5.3: Skitse af robotarmen på stativet.

Ultralyds Robotarmen vil kun kunne blive benyttet på 70-80% af de gravide, da de sidste 20-30% af scanningerne er for komplicerede til at robotten vil kunne udføre disse. Derfor skal sonografen manuelt foretage de de 20-30% af scanningerne. De komplicerede ultralydsscanninger er blandt andet på kvinder med høj BMI eller kvinder med bagoverbøjet livmoder.

5.2 Effektivitet

BMI-problem Ændrer ikke på produktet - altså samme scanning (der bruges de samme prober)
Tryk - hvordan registreres dette.

5.3 Risikovurdering

pålidelighed før vs. nu forbedring af arbejdsstillinger

5.4 Delkonklusion

Ultralyds robotarmen kommer kun til at udføre 70-80% af scanningerne, hvilket gør at sonograferne stadig skal udføre nogle af scanningerne manuelt. Men at robotarmen kan udføre størstedelen af scanningerne gør, at en stor del af belastningen på sonograferne fjernes. Derfor kan de mest komplicerede scanninger udføres manuelt, da sonograferne vil have mere styrke til disse.

Formålet med dette afsnit er ud fra et økonomisk aspekt, at vurdere - så vidt muligt sort på hvidt - om en given teknologisk løsning er værd at implementere i praksis. I dette tilfælde, gøres det ved at bruge omkostningsminimeringsanalysen. Da det antages at den sundhedsmæssige effekt er ens i den nuværende situation og i den fremtidige situation, hvor robotarmen implementeres som en add-on løsning til eksisterende ultralydsudstyr.

Der opstilles to scenarier. I begge scenarier sammenlignes nuværende udgifter til ultralydsudstyr med udgifterne til implementering af ultralyds robotarm, hvorefter der udarbejdes en økonomisk vurdering af hvert scenarie. I første scenarie er det "Afdelingen for Kvindesygdomme og fødsler" på Skejby Hospital og i andet scenarie er det "Kvindeafdelingen, Svangre- og ultralydsambulatorium" på Hospitalsenheden Horsens.

Vurderingen tager udgangspunkt i det senest indkøbte ultralydsudstyr på de pågældende afdelinger. Indkøbspriserne på udstyret er estimeret. Da robotarmen ikke er færdigudviklet, er det vigtigt at pointere at indkøbsprisen på 400.000 kr. for robotarmen med tilhørende nødvendig udstyr er baseret på hvad CEO hos Robotic Ultrasound, Søren Pallesen forventer, at salgsprisen på robotarmen bliver, når den kommer på markedet. Alle priser i de følgende beregninger er angivet uden moms.

6.1 Scenarie 1

I dette scenarie er det valgt at tage udgangspunkt i det udstyr der benyttes ved en nakkefoldsscanning i 11. til 13. uge uden komplikationer på "Afdelingen for Kvindesygdomme og fødsler" på Skejby Hospital. Dette udstyr består af C1-5-RS convex transducer, software til avancerede 3D/4D billeder samt printer med tilbehør, den samlede pris på dette er 223.000 kr. (reference).

Ifølge Tina Arnbjørn, afdelingssygeplejerske på "Kvindeafdelingen" på Hospitalsenheden Horsens skal IT-udstyr afskrives over 10 år, da udstyret er forældet efter denne periode. Derfor fordeles etableringsomkostningerne over ti år efter annuitetsmetoden med forrentningsfaktor på 2,1 %. Forrentningsfaktoren er estimeres til at være et gennemsnit af inflations renten i Danmark i 2016 og 2020 (reference).

Samlet løber etableringsomkostninger til det eksisterende udstyr på Skejby op i 223.000 kr. (se bilag 1). Fordelt ligeligt ud på ti år bliver dette med en forrentningsfaktor på 2,1 % til 25.086 kr. årligt.

$$\left(\left(\frac{(1 + 0.022)^{10} \cdot 0.022}{(1 + 0.022)^{10} - 1} \right) \cdot 223000 \right) = 25086.30838$$

Figur 6.1: Annuitetsberegning for ultralydsudstyr, Skejby Hospital

Ses der på den fremtidige situation, hvor udgifterne til robotarmen medtages løber etableringsomkostninger op i 623.000 kr. (se bilag 1). Fordelt ligeligt ud på ti år bliver dette med en forrentningsfaktor på 2,1 % til 70.084 kr. årligt.

$$\left(\left(\frac{(1 + 0.022)^{10} \cdot 0.022}{(1 + 0.022)^{10} - 1} \right) \cdot (223000 + 400000) \right) = 70084.17093$$

Figur 6.2: Annuitetsberegning for ultralydsudstyr samt robotarm, Skejby Hospital

Heraf ses det tydeligt at udgifterne til implementering af robotarmen på årlig basis er markant højere end til implementering af nuværende udstyr.

Afsnit herunder med kursiv er ikke færdig skrevet, her mangler vi specielt dit syn på sagen inden vi går videre...

I det følgende antages det at implementeringen af robotarmen vil kunne spare en sonograf grundet bedre arbejdsforhold, hvilket er nærmere begrundet i organisations-afsnittet. Månedslønnen for en sonograf med 2 års erfaring med kvalifikationstillæg er på løntrin 6, hvilket giver 26.967 kr. På årsbasis giver det en årsløn på 323.604 kr. (Reference - udover Horsens)

6.2 Scenarie 2

I dette scenarie tages der udgangspunkt i et fuldt sæt ultralydsudstyr, som kan benyttes ved alle typer af scanninger i løbet af en graviditets periode (reference). Udstyret er placeret på "Kvindeafdelingen, Svangre- og ultralydsambulatorium" på Hospitalsenheden Horsens, hvor de har fem stuer med ens udstyr. I dette scenarie beregnes der udelukkende på udgifterne til, at holde en stue i drift.

Det estimeres at udstyret er forældet efter ti år (reference), og derfor fordeles etableringsomkostningerne over ti år efter annuitetsmetoden med forrentningsfaktor på 2,1 %. Forrentningsfaktoren er estimeres til at være et gennemsnit inflations renten i Danmark i 2016 og 2020.

Etableringsomkostninger på et fuldt sæt udstyr i den nuværende situation er samlet set på 850.000 kr. (se bilag 1):

$$\left(\left(\frac{(1 + 0.022)^{10} \cdot 0.022}{(1 + 0.022)^{10} - 1} \right) \cdot 850000 \right) = 95620.45794$$

Figur 6.3: Annuitetsberegning for ultralydsudstyr, Hospitalsenheden Horsens

Den fremtidige situation beregnes ligeledes efter annuitetsmetoden, hvor det antages at det nuværende udstyr vil blive brugt i sammenkobling med robotarmen, grundet at robotarmen

er en add-on løsning. Samlet set er etableringsomkostningerne dermed på 1.250.000 kr.:

$$\left(\left(\frac{(1 + 0.022)^{10} \cdot 0.022}{(1 + 0.022)^{10} - 1} \right) \cdot (850000 + 400000) \right) = 1.406183205 \cdot 10^5$$

Figur 6.4: Annuitetsberegning for ultralydsudstyr samt robotarm, Hospitalsenheden Horsens

6.3 Delkonklusion

Konklusion 7

Perspektivering 8

Referencer 9

Bilag 10

Herunder findes en liste over bilagene.

Litteratur

- [1] Danmarks Statestik. *Danmarks Statestik* <https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/foedsler/foedsler?tab=nog>, 04 2016.
- [2] Jørgen Husted. *Etik og værdier i sygeplejen*. Hans Reitzels, 2013.