

08-06-2018

Opstart af egenproduktion i mindre Hi-Tech virksomhed. Produktionen af KUBO robotten





AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

Studienævn for Industri og Global
Forretningsudvikling
Fibigerstræde 16
DK - 9220 Aalborg Øst
Tlf. 99 40 93 09
ift@m-tech.aau.dk
www.ses.aau.dk

Titel: Opstart af egenproduktion i mindre Hi-Tech virksomhed.
Semester: 4. Semester.
Semester tema: Kandidatspeciale.
Projektperiode: 1. februar 2018 – 29. juni 2018
ECTS: 30 ECTS
Vejleder: Thomas Ditlev Brunø og Jesper Kranker Larsen.
Projektgruppe: CTPP

Christian Hansen

[Christian Hansen]

SYNOPSIS:

Dette projekt er et teoretisk projekt omhandlende opstarten af en egenproduktion af eget produkt. Projektet tager udgangspunkt i virksomheden KUBO Robotics fra Odense, som er en faktuel virksomhed. Til projektet er der udarbejdet en rapport der gennemgår grundlaget for om det er økonomisk rentabelt for KUBO Robotics at opstarte en egentlig egenproduktion, eller om de skal fortsætte som hidtil, hvor KUBO Robotics har udlagt produktionen til en anden virksomhed.

Projektet har givet anledning til at undersøge de faktiske omkostninger vedrørende implementeringen af produktionslinje, og opstarten af en mindre produktion i eget regi, for en hi-Tech virksomhed der ikke traditionelt set tidligere selv har produceret deres produkter. Da projektet er teoretisk, har der ikke været oprettet kontakt til KUBO Robotics.

Oplag: Digital
Antal sider: 67 sider
Appendiks: 0
Bilag: 0

Ved at underskrive dette dokument bekræfter hvert enkelt gruppemedlem, at alle har deltaget lige i projektarbejdet og at alle således hæfter kollektivt for rapportens indhold.

Resumé

Denne rapport er et teoretisk projekt omhandlende den eventuelle opstart af en egenproduktion af egne produkter hos virksomheden KUBO Robotics i Odense. KUBO Robotics har undret sig over at man i undervisning ikke lægger mere vægt på programmering i undervisningen af de små, da dette kun bliver mere og mere vigtigt at kunne i fremtiden. KUBO har derfor udviklet et læringskoncept, der på en sjov, innovativ og skærmløs måde kan undervise helt små børn fra tre år, i det grundlæggende programmeringssprog. KUBO har haft held til at markedsfører deres koncept, og virksomheden står nu formodentligt på kanten til det store gennembrud. Dette har fået virksomhedens grundlægger Tommy Otzen til at udmelde at man regner med et salg på 250.000 KUBO robotter i 2017. På nuværende tidspunkt får KUBO Robotics produceret deres robotter ved den fynske virksomhed Micro Technic i Aarup. Men da KUBO har en forventning om at kunne sælge et større antal robotter, kunne det måske være en ide at overveje at opstarte en egenproduktion af robotterne. Ved at producere robotterne selv opnår virksomheden større kontrol med egne produkter, i stedet for som nu, at overdrage kontrollen over KUBO Robotics kerneprodukt til en ekstern producent.

Første del af rapporten er en identificering af problemstillinger, der er opstået gennem arbejdet vedrørende virksomhedens produkt. Der bliver ligeledes taget stilling til hvilken del af virksomhedens produkter, det fremtidige fokus lægges på. Ligeledes identificeres de dele af selve robotten der kan produceres selv. I foranalysen er der arbejdet med at opholde de forskellige produktionsfilosofier, mod den virksomhed som KUBO Robotics er, og hvor deres produkt er på vej hen. Ligeledes er der identificeret produktionsmetoder og materiel der kan understøtte en egenproduktion.

Anden del af rapporten indeholder analysearbejdet der er foretaget, for at være i stand til at frembringe et kvalificeret bud på virksomhedens egenproduktion, heriblandt beregninger på hvilken størrelse produktionen skal påregnes at have for at kunne imødekomme virksomhedens forventninger om at sælge 250.000 robotter. Der arbejdes med at opstille en plasticproduktion, hvor der tages højde for de komplikationer en sådan produktion kan have, ligeledes er der udarbejdet et bud på en produktionslinje der kan varetage selve slutmontagen af robotterne. Resultatet af denne rapport er et overslag over hvad det vil koste at opstarte en egenproduktion, under de forudsætninger der nu engang er opstillet.

Abstract

This report is written about the small Danish Hi-tech company KUBO Robotics, based in Odense. KUBO Robotics has developed a new way to educate children in the fields of basic computer programming, without using a screen. Instead the programming is done as a fun interaction with a small, friendly looking robot, called KUBO. The main purpose is to teach kids as young as 3 years old, the basic, yet increasingly important knowledge about the programming language, which can be a game changing part of their future.

The purpose of this report is to give an overview over the actual costs related to the exercise of starting up a production of the small KUBO robot. So far KUBO Robotics has had their products produced by somebody else, and as a potential consequence of that, KUBO Robotics is risking losing control over their own product, and by that, the company future.

This report gives a qualified bid on the actual costs related to the production of plastic parts, used as the body of the robot, and in relation to the final assembly of the robot. The two prices combined, will make out the total amount for the production, and give KUBO Robotics an idea of what it will take to be a manufacturing company also.

Indhold

1.0 Introduktion	1
1.1 Tema	1
1.2 Virksomhedspræsentation	1
1.3 Motivationen	2
1.4 Afgrænsning	3
1.5 Valg af fokus	9
1.6 Initierende problem	11
2.0 Foranalyse	12
2.0 Varianter	12
2.1 KUBO robottens PBS	12
2.2 KUBO robottens plasticdele	14
2.3 Markedsanalyse	15
2.4 Proces strategi	16
3.0 Produktionsstrategi	17
3.1 KUBO robottens livscyklus	17
3.2 Producer selv?	19
4.0 Produktionsteknologi	21
4.1 Arburg 320C	21
4.2 Matricer	22
5.0 Produktionsformer	23
5.1 Produktions proces udvælgelse	23
6.0 Konklusion foranalyse	25
7.0 Problemformulering	27
7.1 Problem	27
7.2 Problemformulering	27
7.3 Problemafgrænsning	28
8.0 Hovedanalyse	29
8.1 Indledning	29
8.2 Personale	30
8.3 Strømforbrug og lokaler	30
8.4 Skemaet brugt i rapporten	31
8.5 Arburg 320C timepris	31
9.0 Kapacitetsanalyse	35

9.1 Plasticproduktionen	35
9.2 Den reelt nødvendige produktion.....	38
9.3 Den reelle timepris for den nødvendige produktion.	43
9.4 Produktion med to maskiner.	44
9.5 Et tredje scenarie.....	46
9.6 Faktisk timepris med plasticgranulat.....	48
9.7 Delkonklusion plasticproduktion.	51
10.0 Samling af robotten.	53
10.1 Forslag til KUBO robotens samlelinje.	53
10.2 Kapacitet på samlelinjen.....	56
10.3 Delkonklusion på samling af robotter.....	56
10.4 Det samlede system.	58
10.5 Det samlede system inklusive plasticproduktionen.....	61
11.0 Konklusion.	62
11.1 Diskussion	64
11.2 Perspektivering.	65
11.3 Refleksion.....	67
11.4 Litteratur brugt til inspiration i projektet:	68
Referencer	69

Forord

KUBO Robotics i Odense er en lille forholdsvis ny virksomhed der arbejder inden for feltet for innovativ læringsteknologi rettet mod helt små børn. Deres hovedprodukt består af den lille KUBO robot, der er en del af et samlet sæt der skal lære børn fra tre år de grundlæggende principper inden for programmering, og KUBOs filosofi er at dette kan gøres uden brug af skærm og komplicerede programmeringssprog.

Virksomheden er opstartet som et afsluttende kandidatprojekt fra Syddansk Universitet, skrevet af grundlæggerne Tommy Otzen og Daniel Lindegaard. Gennem de sidste par år har virksomheden formået at markedsføre sig selv og produktet til et større og mere købestærkt marked, og den står nu på vippen til det helt store gennembrud.

På nuværende tidspunkt har virksomheden udlagt produktionen af deres produkter til andre produktionsvirksomheder, der har et etableret produktionssystem og som er i stand til at levere mindre antal af KUBO Robotics produkter. Men da KUBOs ledelse har et ønske om at sælge minimum 250.000 KUBO robotter om året, kan det være en ide at hjemtage denne produktion og gennem den vej opnå en større kontrol over egen skæbne.

Dette projekt har til hensigt at belyse den teoretiske opstart af netop en egenproduktion i KUBO Robotics, og analysere de fordele, ulemper og tekniske udfordringer der er i operationer af denne type. Slutteligt vil rapporten komme med et bud på hvad opstarten af en produktion kunne komme til at koste

1.0 Introduktion

1.1 Tema

Dette projekt omhandler de tanker, refleksioner og indledende analyser der ligger til grund for en eventuel opstart af egenproduktion af en virksomheds produkter. Ved en egenproduktion skal forstås at en virksomheds produkter og varer produceres "in-house" i større eller mindre omfang, og at man derfor ikke outsourcer produktionen af virksomhedens vare til eksterne producenter og leverandører. Der er naturligvis fordele og ulemper ved begge produktionsmetoder, og det er disse der forsøges belyst i indeværende projekt. Det skal i denne forbindelse tilføjes at in-house produktion ikke behøves at betyde at produktet fysisk produceres på samme lokation som virksomhedens hovedsæde, men at produktionen udmærket kan finde sted i andre dele af landet, eller sågar i andre dele af verden.

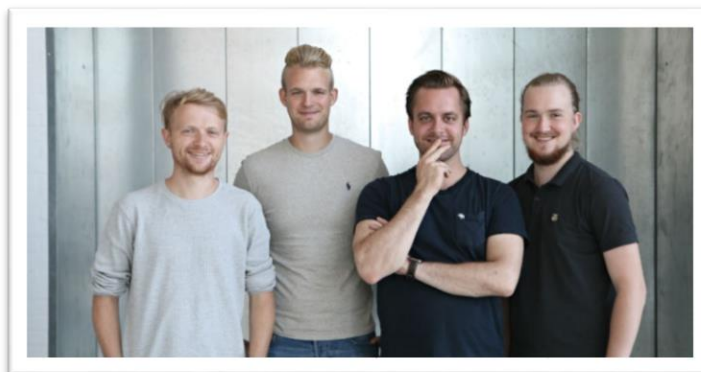
Udover en opvejning af det overordnede emne, udlicitering af produktion eller ej, skal det naturligvis vurderes hvilke fysiske produktionsmetoder der skal arbejdes videre med. Dette afhænger af produktets natur og beskaffenhed. Et andet aspekt er størrelsen af produktionen og vurderinger af omkostninger, lager, logistik, salgskanaler og underleverandører – skal disse levere enkelt komponenter eller halvfabrikater, eller vil man producere samtlige komponenter selv. En helt tredje ting at arbejde med er selve produktionsfilosofien, vil man producere efter level- eller chasemetoden, og er man i stand til at håndtere reklamationer hvis- eller når disse opstår.

Samlet set består øvelsen i "opstart af egenproduktion" af et hav af overvejelser, beregninger og nøje vurderinger, der alle i større eller mindre omfang forsøges belyst i dette projekt.

1.2 Virksomhedspræsentation.

Dette projekt er, indtil videre, et teoretisk projekt der tager udgangspunkt i en faktisk virksomhed. Virksomheden er en relativ nystartet gazelle virksomhed der har sit speciale indenfor lærings teknologi til børn og har hjemme i Odense. Den vurderes derfor at være en del af den forsamling af it- og robot teknologi virksomheder hjemmehørende i netop Odense som har givet byen og området den uofficielle betegnelse "Robotic Valley", med direkte pendant til californiske Silicon Valley der er kendt som området hvor verdens største og bedst kendte højteknologiske virksomheder, Apple- EBay- Google- Intel etc. har deres hovedsæder.

Virksomheden som dette projekt tager udgangspunkt i, hedder KUBO (Kubo 2017) og er resultatet af et kandidatprojekt i lærings- og oplevelsesteknologi fra Syddansk Universitet i Odense (SDU 2018), skrevet af Tommy Otzen og Daniel Lindegaard i 2015. Virksomheden beskæftiger i dag 7 ansatte, og havde i 2017 et mål der hed 250.000 solgte enheder (Trendsonline.dk 2017).



KUBOs grundlæggere. Tommy Otzen er 2. fra højre.

Hele grundideen med opstarten af virksomheden, kommer som førnævnt af et kandidatprojekt fra SDU. Projektgruppen havde observeret, at hvor skoler og regeringer verden over anså det som værende meget vigtigt at lære elever de grundlæggende kompetencer indenfor traditionelle fag som matematik, naturvidenskab og sprog, så var der meget lidt fokus på vigtigheden i at uddanne fremtidige digitale generationer inden for grundlæggende programmering, kommunikation med- og forståelse af teknologier. Projektgruppen anså dette som værende et problem, da undersøgelser og studier indikerer at ca. 50% af alle job i 2034 vil være automatiserede i større eller mindre grad. Derved har behovet for den grundlæggende forståelse af programmering og it-teknologi aldrig været større, og det er derfor af stor vigtighed at kunne undervise selv helt små børn inden for dette felt. (KUBO 2016) Ideologien bag virksomheden er at man kan lære små børn fra 3 års alderen de grundlæggende kompetencer inden for programmering, allerede før de lærer at læse og skrive, ved at udvikle et læringsprogram der er intuitivt og instinktivt. Platformen hvorfra dette skal formidles er en lille robot kaldet KUBO, hvis største styrke er at den formidler læring gennem leg.



KUBO robotten er udviklet sammen med et nyt puslespilsbaseret programmeringssprog, de såkaldte TagTiles. Ideen er, at hvis barnet kan sammensætte og færdiggøre et puslespil, så kan det lære at programmere. De puslespilsagtige TagTiles kan kombineres på mange forskellige måder, og danner et grundlæggende sprog som den lille KUBO robot forstå. Robotten, som har en skanner i bunden, kører hen over brikkerne mens den læser kommandoerne og udfører ordren. TagTile programmeringssproget gør børn i stand til at udforske og forstå koncepterne indenfor grundlæggende programmering, i et skærmløst og håndgribeligt miljø

1.3 Motivationen.

Hvorfor er det interessant at opstarte en egenproduktion for netop denne virksomhed, eller denne type af virksomheder?

Der kan være flere grunde til at det kan være interessant at kortlægge udfordringer og fordelene ved at opstarte en egenproduktion af egne produkter. Omvendt kan det siges at det kan være en fordel, at man kan udmelde at det på nuværende tidspunkt ikke vil være i virksomhedens favør at opstarte en hel- eller delproduktion af egne produkter. Det sidste punkt kunne udmærket være en realitet. Denne rapport har ikke til formål at konkludere hvorvidt det kan anbefales at producere egne produkter, ej heller har den som formål at udelukke dette. Den skal heller ikke konkludere på, om hvorvidt det kan tilrådes at udlicitere produktionen.

Hvor om alting er, så er målet med denne rapport at belyse emnet "opstart af egenproduktion af egne produkter", set fra flere vinkler, uden at tage et egentligt standpunkt for eller imod.

Hvis starten er udgangspunktet, "opstart af egenproduktion", vil det første springende element være at man som virksomhed har fuld kontrol over produktionen af egne produkter fra coil til færdigt produkt. Man er altså ikke underlagt andre virksomheders kontrol over ens forretning, forstået på den måde at man ikke er afhængig af andres produktionstider, prioriteter og eventuelle underleverandører. Man bliver derved bedre i stand til at kunne garantere produkter til bestemte tider, og eventuelle ændringer i varianter. Et spørgsmål kunne i så fald være: "er det bedre?". Både ja og nej. De fleste producenter er i stand til at levere vare og produkter inden for de aftalte rammer, selvfølgelig kraftigt baseret på hvor meget man er villig til at betale for disse produkter. Men der vil altid være en ubekendt faktor ved at være afhængig af andres produktion og goodwill. Selv hvis man har en egentlig egenproduktion af produkter, er man som virksomhed oftest alligevel underlagt andre leverandører, i form af underleverancer af materialer og halvfabrikater til ens eget produktionssystem. Det er kun de allerfærreste og største virksomheder på verdensplan, der har fuld kontrol over deres produktioners forsyningskæder helt fra udvinding af råvare, over produktion videre til distributionen og salg af produktet.

1.4 Afgrænsning.

Virksomheden KUBO robotic's hovedprodukt i dag, er den lille KUBO robot som kan hjælpe helt små børn med indlæringen og forståelse af programmeringens univers. Den er opstået af tanken om at børn ned til 3 års alderen kan lære den grundlæggende forståelse af programmeringssproget gennem leg og oplevelser. Selve robotten er en del af et samlet sæt, som er nødvendigt for at kunne udnytte robotens potentiale, hvilket betyder at robotten isoleret set ikke kan bruges som en stand-alone enhed. Det samlede sæt, som KUBO robotten er en del af, består af flere forskellige komponenter der tilsammen skaber et læringsunivers der er ideelt for forståelsen hos de små. Sættet består, udover KUBO robotten, af TagTiles der bruges til fysisk visuelt at skrive programmeringen af de ønskede funktioner som robotten skal udføre, samt en aktivitetsmåtte påtrykt et virtuelt landskab hvori programmeringen foregår. Sættet kan både erhverves som et grundlæggende startsæt (se billede) og som et samlet klassesæt indeholdende robotter, tagtiles og aktivitetsmåtter nok til at kunne undervise 20-30 børn (se billede). Klassesættet leveres i en opbevarings- og transportkasse der samtidig fungerer som lade station for KUBO robotterne. (Lekolar.dk u.d.)



KUBO startsæt



KUBO klassesæt

Ved en overordnet gennemgang af indholdet af startsættet, såvel som det store klassesæt, kan konstateres at de består af komponenter og materialer der er udfordrende set med produktionsbriller på. Ikke fordi disse materialer og komponenter er voldsomt komplekse, men fordi de hver især kræver forskellige håndterings- og opbevaringsmåder samt forskellige produktionsmetoder, der ikke umiddelbart fordre produktion på kombinerede linjer kva produkternes natur, opbygning og konstruktion. Dette kan være årsag til udfordringer med hensyn til egenproduktion, især for en mindre nystartet virksomhed uden den store egenkapital. Alene det at opstarte en enkelt produktionslinje der producere grundlæggende simple produkter kan være ensbetydende med betydelige investeringer, og dermed må konstateres at opstart af flere forskellige produktionslinjer spændende over flere forskellige produktions-karakteristika og metoder, ikke vil være realistisk for en virksomhed af KUBO Robotics natur og størrelse. Dermed ikke sagt at det ikke kan lade sig gøre at huse og administrere produktionslinjer med forskellige produktions karakteristika, det kan det naturligvis, men det kræver erfaring og likvide midler der oftest forbindes med større og veletablerede produktionsvirksomheder som f.eks. Grundfos eller Siemens, men selv sådanne virksomheder ser fordele i af holde sig til deres kerneproduktion, optimere denne, og udlicitere resten. Et eksempel på dette er pumpeproducenten Grundfos, der producerer deres industrielle dykpumpe SP-Large på et højt specialiseret produktionsapparat, men køber selve strømkablet til pumpen ved andre producenter. Grundfos har økonomien til at opstarte egenproduktion af dette kabel, men det ligger udover virksomhedens kerne produktion og passer derfor ikke ind i produktions apparatet, eller til virksomhedens hovedkompetence som er produktion af pumper. Derfor har Grundfos set fordele i at udlicitere denne produktion til andre der har kabel produktion som deres hovedkompetence. Ligeledes må det formodes at KUBO robotic ville finde det nødvendigt at få produceret nogle af komponenterne i deres start- og klassesæt ved andre producenter der har netop denne produktionsmetode som deres kompetenceområde.

For at afgrænse projektet yderligere kigges der overordnet på bestanddelene af KUBO robotic's læringssæt til børn, og på den overordnede kompleksitet af de forskellige dele, set i forbindelse med produktions-setup og metoder. Klassesættet og startsættet består generelt af de samme komponenter, forskellen ligger i mængden af de enkelte dele

inkluderet i sættene, og at opbevaringskassen til klassesættet inkluderer en ladestation til KUBO robotterne.

Klassesættet og startsættet indeholder følgende:

Del	Antal:	Antal:
	Klassesæt	Startsæt
Opbevaringskasse m. lader.	1 stk.	X
KUBO robot.	10 stk.	1 stk.
TagTiles.	10 pk. af 46 stk.	1 pk. af 46 stk.
Aktivitetsmåtte.	10 stk.	1 stk.
Lærevejledning, engelsk.	1 stk.	1 stk.
USB lader.	X	1 stk.

Opbevaringskassen med lader, er i bund og grund en standart plastickasse i stil med de kasser der kan erhverves i f.eks. Ikea for en billig penge, dog med indbygget ladestation til KUBO robotterne. Udover 10 stk. KUBO robotter, indeholder kassen 10 sæt TagTiles, aktivitets måtter samt undervisningsvejledning. Selve kassen er Low Tech, og den produceres efter velkendte plaststøbnings principper. Kassen fordrer et højt produktionsflow, produceret af simple råmaterialer og er nem at opbevare. Selve opladningsteknologien indbygges i den færdige plastickasse, og består ligeledes af velkendte relativt simple teknologier. Selve produktionsapparatet til støbning af plastemner er avanceret teknologi der kræver vedligeholdelse, og kan kræve specialiseret arbejdskraft i form af teknisk uddannede operatører. Derudover indeholder plaststøbningsmaskiner en støbe-matrice der slides med tiden, og som grund deraf enten skal vedligeholdes eller udskiftes. Støbematricer er værktøjer der er højt specialiseret til et specielt produkt, og kan derfor ikke umiddelbart bruges til andre produkter end dem de er designet til. Udviklingsarbejdet og produktionen af matricer kræver højt specialiseret personale, de er derfor dyre at udvikle, indkøbe og vedligeholde. Grundet matricernes kompleksitet er udviklingsarbejdet og produktionen af disse oftest udlagt til virksomheder med ekspertise inden for dette område. Matricernes indkøbspris, deres vedligeholdelsesomkostninger og deres lave scrapværdi gør at produktionen skal holdes på et højt kontinuerligt flow med minimal nedetid, før end at det er rentabelt at producere vare med denne produktionsform. Udover omkostningerne til matricer er selve plastproduktionen pr. natur energitung, hvilket igen er med til at øge omkostningerne for hver enkelt produceret enhed, og derfor kræver det meste plastproduktion et højt produktionsflow.

KUBO robotten, som er KUBO Robotics kerne produkt, er en teknologisk avanceret robot. Den indeholder teknologi der er i stand til at læse beskeder og programmeringer fortaget med TagTiles. Programmeringen foregår i princippet som på en computer, hvor man skriver et program der indeholder kommandoer som overføres til robotten, hvor denne så udfører de skrevne kommandoer. Forskellen er at kommandoerne skrives fysisk uden brug af en skærm, men med illustrationer på de medfølgende TagTiles. Robotten kører over den skrevne kommando, aflæser denne via en fotosensor i bunden, hvorefter den udfører kommandoen den har modtaget. Kommandoerne kan beskrive fysiske bevægelser, eller

audio/visuel lyd og lys. Selve robotten består af et nedre plastichus der indeholder hovedbestanddelen af elektronikken, batteri (genopladeligt Li-Ion batteri), to store plastichjul der gør at robotten er i stand til at bevæge sig rundt. Hjulene er monteret på en akse af stål, der har forbindelse til to elektromotorer der giver robotten sin fremdrift. Selve hjulene er monteret med en blød sort gummiring der sørger for friktion mod underlaget. Robotten får sin balance fra den lave frihøjde samt det relativt tunge batteri placeret i bunden, der gør at den ikke vælter. Oven på den nedre del af robotten sidder robottens hoved. Dette er ligeledes lavet af en plasticskal der indeholder elektroniske komponenter, lysdioder og audioudstyr. Lysdioderne kan illustrere robottens sindstilstand og højtaleren kan gengive lyde og musik. Hoved er løst monteret oven på robottens krop, og de elektriske informationer sendes fra krop til hoved via et lille multistik der er beregnet til gentagende adskillelse og samling. I bunden har robotten en fotosensor der kan læse informationerne fra TagTiles, og oversætte disse til data der kan behandles andre steder i robottens elektronik. Groft sagt består robotten af farvede plasticskaller indeholdende elektroniske modulopbyggede printplader, fotosensor, lysdioder, højtalere, hjul og en simpel elektromotor til fremdrift. Robotten fordrer altså flere forskellige produktionsteknologier: plaststøbning og elektronikproduktion. Robotten kan påstås at være en platform for teknologier der kan udbygges til at indeholde flere forskellige funktioner end der er gældende på nuværende tidspunkt.



(Sutton 2018)

KUBO med TagTiles.

TagTiles brikkerne er fremstillet af plastic med påtrykte beskeder i form af farvet tryksvæerte. Fremstillingen af disse kan foregå på flere forskellige måder alt efter de valgte materials egenskaber. Hvis der ønskes TagTiles af hård plast, kan disse fremstilles ved brug af sprøjtestøbningsteknikken. Hvis der ønskes TagTiles af blød plast, kan disse fremstilles med teknologier og udstyr der også bruges i trykkeriindustrien, altså hele plasticark der påføres motiver ved hjælp af trykkeriudstyr, og derefter udstanses til de ønskede former og størrelser. Der er fordele og ulemper ved de forskellige materialetyper som der ikke kommer nærmere ind på her, men overordnet set er der i begge tilfælde tale om relative lavteknologiske produktionsformer, der kan køre med et højt produktionsflow og deraf følgende højt output.



Aktivitetsmåtterne kan fremstilles af flere forskellige materialer som f.eks. plastmaterialer, naturmaterialer eller genbrugspapir/pap. Uanset hvilket materiale man ønsker at fremstille aktivitetsmåtterne af, ligger produktionsmetoderne inden for det felt der går under trykkeriindustrien, som blandt andet producere aviser, reklamer og emballeringsmaterialer. Tilpassede blanke ark påtrykkes over flere produktionsskridt farver og motiver for at ende som et færdigt produkt. Måtterne kan også fremstilles som vævede tæpper. Igen er der tale om relativt lavteknologiske produktionsprocesser, der foretages på udstyr der fordrer hurtigt produktion med et højt materiale output.

Lærevejledningen er en undervisningsvejledning trykt på papir som, som ovenstående produceres i trykkeriindustrien. Der er ikke de store udfordringer i forbindelse med produktionen af disse, den kan sågar fortages på en hjemme kopimaskine. Dog er det at fortrække at denne produceres på større procesanlæg for at holde stykprisen nede.

USB lader, fremstilles af basale grundlæggende elektroniske komponenter der har til formål at omforme 120volt eller 230volt fra et vægudtag til 12volt, der kan tilføres robotens batteri. Udover elektronikken består laderen af sprøjtstøbte plasticshaller i hård plast. Laderen er en universal komponent og kan derfor bruges til meget forskelligt elektronisk udstyr. Den er derfor det der kaldes en hyldevare, og der ses derfor ingen grund til at "opfinde" egenproduktion af denne enhed, da den kan erhverves billigt og i store mængder. Leveringssikkerheden på komponenter af denne karakter er høj og stabil, da der er utallige producenter af denne type vare på globalt plan.

Efter ovenstående overfladiske gennemgang af de forskellige bestanddele der er indeholdt i henholdsvis KUBO Robotics classesæt og startsættet, vælges rapporten fremover at omhandle opstart af produktion af selve KUBO robotten, da denne er den mest komplekse del af sætterne, og da den er den del der kan være mest fordelagtig at producere selv. Det er muligt at der er komponenter, funktioner eller teknologier som er opfundet og udviklet af holdet bag KUBO, som man eventuelt vil optage patent på. Ved egenproduktion af robotten, er det nemmere at holde sådanne opfindelser og patenter for sig selv, samtidig med at man har hånd i hanke med hvilke oplysninger der kommer ud til offentligheden vedrørende

produktet og dets funktioner. Det anses også som en fordel at man har produktionen af virksomhedens hovedprodukt i eget regi, når der kommer opdateringer og videreudviklinger af produktet. Eller hvis der på et tidspunkt kommer andre produkter til i samme kategori. Ved at være tæt på produktionen, er vejen fra innovation over prototyper til produktionsklart produkt ikke så lang som den kan være, som hvis man fik produceret sine produkter i Kina. Samtidig har man her en unik mulighed for at sætte sit eget præg på en forretningsgren i rivende udvikling, ved at udvikle produktionsmetoder og teknologier der er skræddersyet til produkter af denne natur, og som måske kunne være banebrydende inden for netop robotteknologien. Altså har man mulighed for med tiden at blive en af de tunge spillere inden for produktionen af robotter, og blive en af de virksomheder der er med til at sætte dagsordenen i en branche, der kun bliver mere toneangivende og vigtig som tiden går. Derud over er der stadig noget særligt ved at kunne sætte mærket "made in Denmark" på produkter, som i manges øjne er en garant for god kvalitet og godt design. Og heldigvis er der en stadig stigende tendens til at flere og flere danske virksomheder flytter deres produktion tilbage til Danmark, netop på grund af brandingværdien, men også fordi det skaber nogle unødvendige komplikationer, at være langt fra produktionen af egne produkter.

1.5 Valg af fokus.

På baggrund af ovenstående beskrivelse af den lille KUBO robot og dens grundlæggende bestanddele, vælges her hvilke dele af en produktionsopstart der arbejdes videre med. Robotten består som før beskrevet af nogle kubistiske plasticskaller, printkort der indeholder avanceret teknologi, LED lys der giver robotten sit udtryk og endelig et fremdriftssystem der gør robotten i stand til at bevæge sig rund på en plan overflade. Grundlæggende kan siges om robotten at den består af følgende:

- Plasticskaller.
- Printkort.
- LED lys
- Fremdriftssystem.

Helt basalt handler en egenproduktion om at være i stand til at producere sine egne produkter på en produktionslinje, som man selv er i stand til at kontrollere fra coil til salgsklar vare. På den anden side må man også være i stand til at identificere sine begrænsninger, og det står klart at denne lille robot indeholder teknologier og komponenter der fordrer at man har aftaler med en underleverandør. Sagt på en anden måde, det er ikke nødvendigt at opfinde den dybe tallerken én gang til. Nogle af komponenterne indeholdt i robotten kræver fremstillingsudstyr og produktionsviden der oftest er baseret på omfattende erfaring, store komplicerede produktionsanlæg og velvillige investorer, og sådanne produktionsanlæg er tit så komplicerede og dyre i anskaffelse og implementering, at det ikke er økonomisk rentabelt udelukkende at producere komponenter til én enkelt vare. Man bliver altså nødt til at producere til mange forskellige typer produkter, for at kunne holde stykprisen på et acceptabelt niveau. Dermed opnår virksomheden en viden og ekspertise inden for sit kompetenceområde der gør den i stand til at sælge sine produkter til mange forskellige brancher, samtidig med at den bliver toneangivende inden for eget kompetencefelt. Og da dette projekt ikke omhandler øvelsen i at udvikle nicheproduktioner der på sigt kan konkurrere med allerede, etablerede virksomheder inden for forskellige områder, men opstarten på en egenproduktion af eget produkt, med brug af grundlæggende basale produktionsmetoder, er det oplagt at udlægge fremstillingen af nogle komponenter i selve KUBO robotten til andre virksomheder, der har ekspertisen inden for netop deres felt. For at kunne identificere hvilke dele af KUBO robotten der med fordel kunne udlægges til en underleverandør, kigges der her lidt nærmere på hvilke teknologier og produktionsmetoder der bruges til at producere de fire hovedbestanddele af robotten der blev identificeret tidligere.

Plastic skaller af typen der bruges til den lille KUBO robot bliver typisk sprøjtetstøbt. Der findes mange forskellige typer plastic som hver har deres forskellige egenskaber. Ikke alle typer plastic er lige velegnet til at producere produkter af denne type med. De forskellige typer plastic der bruges mest, er HDPE (High Density Polyethylen), PP (Polypropylen), PVC (PolyVinylChlorid) og endelig ABS-plastic. Disse forskellige typer plastic har hver deres specielle egenskaber og fremstillingsmetoder, og prisen varierer en del. (Plastindustrien u.d.)

Den plasttype der anses for værende den bedst egnede er ABS-plast, da ABS er den plastic der bl.a. bruges til Legoklodser. ABS er en dyr plasttype, men prisen opvejes af typens

fremragende hårdhed, glans og elektriske isolering. Plasttypen er ekstrem velegnet til sprøjtestøbning, ekstrudering, blæsestøbning og vakuum-formning. Derimod er plasttypen ikke specielt vejrbestandig da den nedbrydes af sollys, og derfor egner den sig ikke til udendørs anvendelse. Denne plasttype er den der oftest anvendes til kabinetter til telefoner, computere hårde hvidevare og autodele.

Grundet ovennævnte korte og overfladiske gennemgang af ABS-plastic, med de fordele denne plasttype besidder, antages hermed at plasticskallerne brugt til den lille KUBO robot er fremstillet i ABS plast, da denne plasttype samlet set har de bedste egenskaber der ønskes til KUBO robotten. Derudover indeholder den ikke blødgørere i form af ftalater, der har en dokumenteret skadelig virkning i form af hormonforstyrrelser hos mennesker generelt, og derfor anses som skadelige for udviklingen hos børn. (Rigshospitalet 2016)

Printkort- LED- fremdrift: Fremstilling af printplader er generelt en kompliceret sag hvilket kræver både specialværktøj samt en grundig viden. Derfor bør denne del udlægges til virksomheder som besidder den nødvendige viden og ekspertise. Ligeledes kan siges om både LED lyset i robotten og fremdrift systemet bestående af to elektromotorer. Der findes virksomheder som har skabt sig et navn og rygte inden for fremstilling og produktion af sådanne komponenter. Disse virksomheder er i stand til, hurtigt og sikkert, at levere hyldevare eller specialtilpassede komponenter til brug i snart sagt hvad som helst. Det anses derfor ikke at være et område som KUBO Robotics skal bevæge sig ind på, på nuværende tidspunkt. Det er som sagt ikke nødvendigt at opfinde den dybe tallerken én gang til. Endnu.

Grundet ovenstående analyse af de forskellige bestanddele af KUBO robotten vælges, at fokus videre i rapporten lægges på selve produktionen af plasticdelene til brug i robotten, samt på den videre slutmontering der anses for værende en del af det, at stå for en egenproduktion af KUBO robotten. Endvidere fokuseres der på de faktiske omkostningerne ved at oprette og drive en produktion af KUBO robotten.

1.6 Initierende problem.

KUBO Robotics fra Odense, har gennem de sidste par år formået at skabe større og større interesse for deres produkt, den lille KUBO robot, der er en del af et samlet sæt der skal gøre det sjovt og nemt at lære helt små børn de grundlæggende principper inden for programmering, uden brug af skærm. Virksomhedens markedsføringsarbejde, kombineret med diverse vundne priser, har gjort at den nu formodentligt står på nippet til det helt store markedsgennembrud. Dette rejser det store spørgsmål, om der kan være fordele ved at opstarte produktionen af selve KUBO robotten i eget regi.

De tanker, teorier og metoder der ligger til grund for almindelig industriel produktion, kombineret med KUBO Robotics ønske til fremtidige salgstal, undersøges i projektet, og betragtningerne gjort herigennem medtages i databehandlingen der skal analysere og vurdere hvordan den men mest optimale fremtidige produktion hos KUBO Robotics kunne se ud. Dette leder frem til følgende initierende problemstilling:

"Hvis virksomheden ønsker at opstarte en egenproduktion af produktet, hvorledes bør dette så foregå, og hvilke parametre skal der tages højde for?"

I denne forbindelse vil der derfor blive set nærmere på følgende punkter:

- *Hvordan er selve KUBO robotten opbygget, og hvilke dele kan med fordel produceres selv?*
- *Hvilke produktionsstrategier, produktionsteknologier og produktionsformer vil egne sig bedst til virksomheden og dens produkt?*

2.0 Foranalyse.

2.0 Varianter.

Der er på nuværende tidspunkt kun én variant af KUBO robotten. Robottens fysiske farve kan kombineres i mange forskellige varianter, men det grundlæggende teknologiske koncept for robotten og dens virkemåde, er på nuværende tidspunkt begrænset til kun en enkelt variant.

2.1 KUBO robottens PBS.

Som før beskrevet består robotten af en nedre sektion og en øvre sektion. Den nederste har monteret et par store hjul der giver robotten fremdrift og som samtidig giver robotten balance. Den nedre sektion indeholder desuden robottens teknologi, dvs. de printplader der er monteret med komponenter der gør robotten i stand til at udfører de registrerede kommandoer, som robotten læser på de TagTiles den kører hen over. I bunden af robotten er monteret et skanneraggregat der kan skanne eller læse symboler på de førnævnte TagTiles. Udover printplader er robotten forsynet med en lille elektromotor der driver robottens hjul og giver denne fremdrift. Elektromotoren er antageligvis monteret på selve printpladen, der derved udgør en platform for robottens teknologi. På printet er ligeledes monteret en lille højttaler der gør robotten i stand til at udtrykke sig via lyde eller musik. Den nedre halvdel af robotten indeholder samtidig et li-ion batteri og en mini-USB-forbindelse til brug ved opladning. Teknologien i nedre halvdel holdes sammen af seks små stjerneskrue, og selve plasticskallerne er klikket sammen. Oven på robotten sidder dennes hoved. Hovedet er løst monteret og "holdes" på plads af fire små styre tapper indstøbt i nedre plastichus. De elektriske forbindelser mellem nedre og øvre halvdel af robotten udgøres af en åben kobberforbindelse bestående af et åbent stik af fjedrebelastede kobberstifter. Robottens øvre halvdel er opbygget af et plastichus og en nedre bund af plastic som er sammenstøbt med robottens øjne, fremstillet i transparent ABS-plast der klikkes fast i den øvre del af hovedet. Via den transparente plastic kan robotten udtrykke sindstilstande ved hjælp af lyseffekter og farver fra robottens indbyggede LED belysning. Hovedet strømforsynes via stikket imellem nedre og øvre halvdel. Teknikken i øvre halvdel er bestående af et enkelt print med fastmonteret LED dioder, og fastholdes i plastichuset af fire små stjerneskrue. Når robotten oplades, aftages robottens hoved og der isættes et mini-USB-stik med forbindelse til enten en løs oplader i stil med den til en mobiltelefon, eller robotten oplades via lade stationen der er en integreret del af opbevaringskassen, der udgør klassesættet.



KUBO robot anno 2017

På baggrund af denne analyse af robotens dele kan dermed antages at robotten består af følgende:

- Nedre halvdel indeholdende:
 - To plasticdele (Hus og låg) 2 dele.
 - Skannerenhed til aflæsning af TagTiles. Påskruet fra yderside med to stjerneskrue. 1 del.
 - Print med elektromotor, lille højttaler og stikforbindelse til øvre halvdel. 1 del.
 - Opladeligt Li-Ion batteri med forbindelse til mini-USB og stik til print. 1 del.
 - Plastichjul. Til fremdrift og stabilitet. 2 dele.

- Øvre halvdel indeholdende:
 - Øvre plasticdel med huller til øjne. 1 del.
 - Bund til øvre del, støbt i én del med øjne. I transparent plastic. 1 del.
 - Printplade med stikforbindelse til nedre del samt stemnings LED. 1 del.

Dermed fastslået at nedre halvdel af robotten består af i alt syv enkeltdele der bliver samlet med i alt seks stjerneskrue, og øvre halvdel af robotten består af i alt tre enkeltdele der samles af i alt 4 stjerne skrue. Samlet set er det elleve enkeltdele og ti stjerneskrue.

For at samle disse enkeltdele til en funktionel robot er der flere produktionssystemer og muligheder til rådighed. Men for at komme det optimale layout lidt nærmere, bør man se på hvad robotten og dens teknologier egentlig er. Ovenstående gennemgang viser at selv om robotten indeholder avancerede teknologier, er den grundlæggende ret simpel i opbygning og benytter derfor simple sammenføjningsmetoder. Hvis man samtidig medtager at KUBO Robotics har en vision om at man i 2017, som udgangspunkt ønsker at sælge minimum 250.000 robotter, betyder dette at man skal etablere en produktion der er i stand til at håndtere et produkt, fra én enkelt produkt-familie, med et relativt enkelt design bestående af lavteknologiske sammenføjningsmetoder. Det kan derfor siges at der ikke er behov for at konstruere og planlægge et produktionssystem der skal kunne håndtere produkter af meget varierende natur. Netop de grundlæggende sammenføjningsmetoder, og den store mængde; 250.000 robotter om året som udgangspunkt, gør at der ikke behøves at indtænkes den store fleksibilitet i selve produktionslinjen. Derimod skal der tages højde for den relativt store mængde af produkter systemet skal kunne håndtere. Virksomheden har, som bekendt, en vision om minimum 250.000 robotter i 2017, og det må forventes at dette antal ønskes at stige, da det er almindeligt at virksomhedens ledelse og aktionærer ønsker at virksomhedens vækst og omsætning stiger i takt med at kendskabet til robotten og dens lærings-filosofi øges på verdensplan.

2.2 KUBO robottens plasticdele.

Selve KUBO robotten består af to halvdele, en overdel og underdel. Disse to halvdele kan påstås at være udformet som 2 plastickasser med et plasticlåg på hver. Derudover er robotten udstyret med et sæt store plastichjul, monteret med en gummiring på trædefladen der skaber friktion mod underlaget. Hjulene er fremstillet i farvet plast, det samme er "låget" af overdelen på robotten som udgør hovedet. Robottens hoved indeholder et sæt øjne samt en "stemningsring" der udgør bunden eller "låget" om man vil. Denne stemningsring er fremstillet af farvet transparent plast, som i forbindelse med robottens LED lys kan gengive farver som illustrere robottens stemning. Samlet set består robotten af i alt 6 større plasticdele hvoraf halvdelen er fremstillet af enten transparent plastic eller farvet plastic, hvis man ikke medtager at de resterende plasticdele er farvet hvide. Det er klart at de hvide plasticdele ligeledes kan farves i alverdens farver efter ønske. Robottens fysiske størrelse vurderes til at være:

- Højde (med hoved) 160 millimeter.
- Højde (uden hoved) 100 millimeter.
- Højde (hoved alene) 60 millimeter.
- Længde og bredde på krop og hoved: 70 millimeter.
- Vægt krop (kun plasticdele) 60 gram.
- Vægt hoved (hvid plasticdel) 35 gram, (transparent plasticdel) 15 gram. I alt 50 gram.
- Hjul højde og bredde: 70 x 10 millimeter.
- Hjul vægt: 20 gram pr stk.
- Robottens samlede vægt inklusive elektronik og batteri: 400 gram. Heraf 150 gram plastic.



(KUBO 2018)

Naturen og farverne i de forskellige plasticdele gør at de ikke kan fremstilles i samme produktionsgang, og det er derfor nødvendigt at opdele produktionen på forskellige maskiner eller støbematricer. Robottens nuværende udseende gør ligeledes at det er nødvendigt at anvende 3 forskellige matricer, og resultatet kommer derfor til at se således ud:

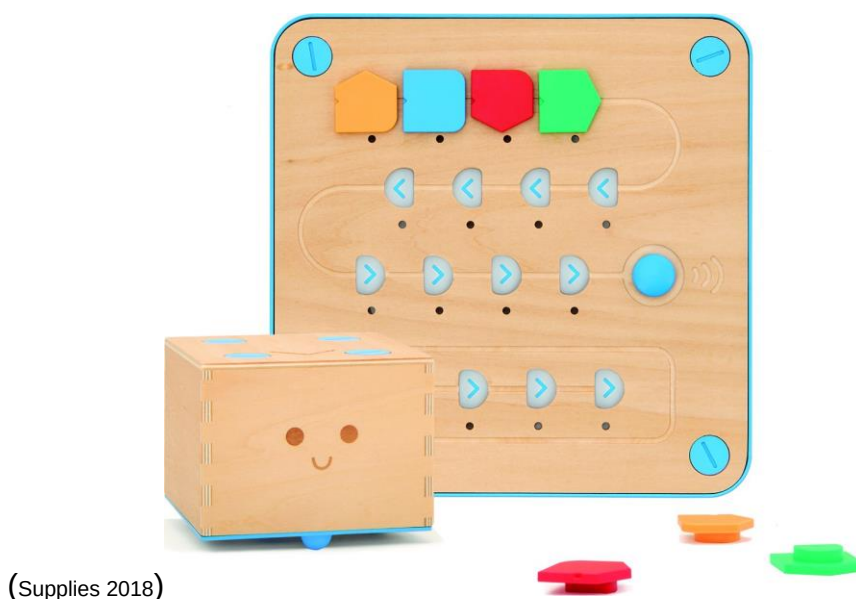
Hvis der tages udgangspunkt i robottens "hoveddele" som er de plasticdele der udgør selve robottens krop og hoved (de hvide plasticdele på billedet ovenover) antages det at de udgør tre separate plasticdele; - nedre krop, låg til nedre krop samt hoved uden låg. Hvis det

samtidig antages at KUBO Robotics har nået målet med at sælge 250.000 KUBO robotter, så skal der fremstilles 3 x 250.000 plasticdele, i alt 750.000 separate plasticdele i samme farve. Hvis det derudover antages at de alle har en materialetykkelse på 3 millimeter, vil det være optimalt at fremstille en matrice der kan støbe alle tre plasticdele i samme arbejdsgang.

Følgeligt skal der fremstilles 500.000 hjul og 250.000 farvede transparente bunde til hovedet. Inden man begynder at iværksætte produktion af disse dele, er det en god ide at kende sine konkurrenter, og markedet man skal operere på.

2.3 Markedsanalyse.

Markedet for robotter generelt er præget af hård konkurrence, og det er derfor svært for nye producenter at komme ind på markedet. Men lige præcis robotter, der er en del af en læringsteknologi målrettet helt små børn, er endnu et rimeligt uudforsket område. Der findes dog flere spillere på banen, og nogle af dem ligger endda i den tunge liga inden for elektronik og læringsteknologi (Jacobs 2017) KUBOs vigtigste konkurrenter er engelske Sam Labs (Labs u.d.) der vil lære større børn at konstruere og programmere simple robotter og elektroniske enheder. Engelske Wonder Workshop (Workshop u.d.) som arbejder med skærmbaseret programmering til de lidt større børn. Ozobot (Ozobot 2018) som ikke direkte lægger op til programmering, men mere interaktionen med robotter. LittleBits (LittleBits 2018) som gør det sjovt at bygge maskiner og udvikle komplicerede kredsløb uden brug af programmering, ledninger og loddearbejde. LittleBits henvender sig ligeledes til de lidt større børn, såvel som voksne og endelig er der Filippo Yacob's London baserede Primo toys, der har et produkt ved navn Cubetto der minder ekstremt om KUBO robotten i både virkemåde og kundesegment, men adskiller sig på design. Cubetto har et mere gammeldags designudtryk og er fremstillet i træ.



Figur 5 Cubetto robotten

Hvis der laves en hurtig markedsanalyse, vil den se således ud:

Adgangsbarrieren er relativt høj. Markedet er serviceret af nogle brands der er forholdsvis stærke, og som har penge i ryggen. Det er heller ikke let at overbevise forældre og undervisere om, at et nyt produkt er velegnet til deres børn. Dog kan det siges at der indtil videre kun er 2 – 3 aktører inden for innovativ programmeringslæring til helt små børn, men de er selv relativt nye spillere på markedet. Hele konceptet er nyt, og der er derfor ikke nogen endnu, der rigtig har etableret sig i markedet, og som derved har sat den toneangivende agenda.

Kan produktet erstattes med et andet?

Det kan det godt. Der findes andre løsninger inden for undervisning af grundlæggende programmering til helt små børn, men den virksomhed der kommer tættest på KUBO Robotics, Cubetto, har et mere groft design og en mere begrænset brugerflade. Der vil heller ikke gå lang tid før end at produkterne og koncepterne kopieres af kineserne. Når det sker, vil markedet blive oversvømmet af billige alternativer af meget varierende kvalitet.

2.4 Proces strategi.

Når man skal udvikle og designe det optimale produktionssystem, som både passer til virksomheden og det produkt den skal producere, skal man først kigge på produktvariansen, og dernæst på virksomhedens produkt-portefølje. Skal virksomheden producere flere forskellige produktfamilier? Har virksomheden et ønske om at udvide produktsortimentet i nær fremtid? Hvor i sin livscyklus befinder produktet sig? Med hensyn til de to første punkter; produktvarians og produkt-portefølje, så går de grundlæggende ind under samme kategori. Hvis virksomhedens produkter tilhører samme produktfamilie og har en mindre varians mellem sig, kan det være en god ide at producere disse produkter på samme produktionslinje. Hvis man samtidig har en formodning om at der kommer nye produkter til, inden for samme produktfamilie, og inden for overskuelig fremtid, så er det nødvendigt at tænke fleksibilitet ind i produktionssystemet ved etableringen af en ny produktionsproces og produktionslinjer. Fleksible produktioner og fleksible produktionssystemer har ofte en klar konkurrencemæssig fordel i forhold til mindre fleksible systemer, og generelt bliver fleksible produktionsprocesser anset som noget nær den hellige gral inden for produktion. Men stor fleksibilitet i produktionen har ofte en bagside, - det er frygtelig dyrt. Jo større fleksibilitet der ønskes i en produktion, des mere komplicerede og deraf dyrere bliver denne tilsvarende. Derfor kan det argumenteres for at fleksibilitet i produktion er godt, men ikke absolut bydende nødvendig. Ofte implementeres fleksibilitet i en produktion af to grundlæggende årsager: stor variation i efterspørgslen af produktet, eller der eksisterer en stor usikkerhed om efterspørgslen af produktet. Det er i denne forbindelse praktisk at kunne indstille sit produktionsapparat så dette passer til en meget varierende efterspørgsel, men med denne praktikalitet kommer også ulemper der er til at føle på. Tidligere blev det påstået at en mere fleksibel produktion ofte er markant dyrere at implementere i forhold til et mindre fleksibelt system. Dette skyldes at et højfleksibelt system er mere avanceret og teknisk kompliceret

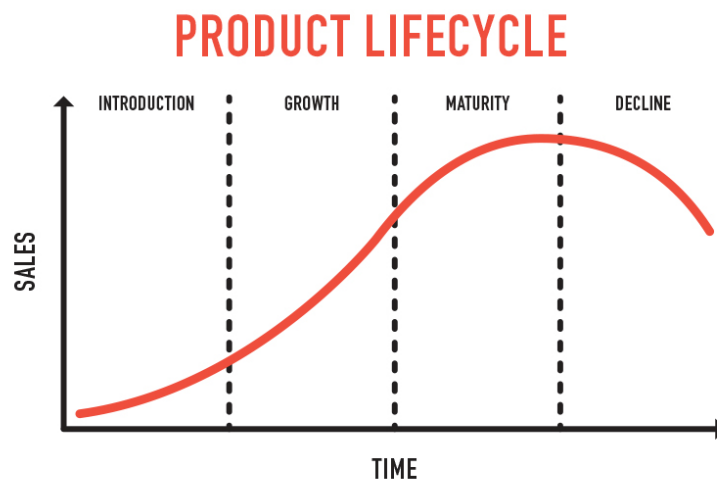
end et tilsvarende system uden den samme fleksibilitet, og teknologi koster penge. Oveni har fleksible systemer ofte ikke den samme høje effektivitet som mindre fleksible alternativer. Jo mere bevægelse og/eller omstilling en operationsproces kræver, jo lavere bliver produktionshastigheden. Tillige blev det tidligere nævnt, at det også er nødvendigt at medtage produktets nuværende stadie i produktets livscyklus. Et produkt der befinder sig i starten af sin livscyklus vil ofte undergå designændringer og tekniske forbedringer inden produktet fremstår perfektioneret og optimalt, hvilket kræver en vis fleksibilitet i forhold til produktionssystemet. Når produktet er forædlet og har nået sit optimale design, kan det godt være at det kræver et meget specialiseret produktionssystem, men dette behøver ikke at have den store fleksibilitet, da det i denne forbindelse er vigtigere at opnå det optimale produktions flow der passer til det ønskede produktions output. Dermed kan argumenteres for, at fleksibilitet i produktionssystemer skal tilgås med stor forsigtighed da udgifterne til implementering hurtigt stiger voldsomt. Med andre ord, fleksibilitet i produktionssystemer er en rigtig god og brugbar ide, men bør ikke overvejes med mindre der er et markant behov for disse applikationer da prisen er høj, med dertil hørende lavere indtjening per produceret enhed (Stevenson 2009).

3.0 Produktionsstrategi.

3.1 KUBO robottens livscyklus.

I bogen "Operations Management" af Nigel Slack, beskrives de forskellige stadier af et produkts livscyklus. (Slack 2013). Her beskriver Slack at et produkt kræver forskellige produktionsstrategier, alt efter hvor i sin livscyklus det befinder sig. Sagt på en anden måde, så skal produktionen af produktet tilpasses produktets aktuelle placering i sin livscyklus. Det betyder at det er dumt at investere i en ny fuldautomatisk produktionslinje, hvis produktet er ved at være klar til udfasning, enten ved svigtende salg fordi markedet er mættet, eller fordi produktet er forældet.

Set i lyset af denne teori af Slack, kan det fastslås at der er produktionsmetoder der er mere velegnet til KUBO Robotics end andre. Der kan derfor argumenteres for, at de produktionsmetoder der er mest velegnet, kommer af, at KUBO robotten befinder sig et bestemt sted på sin vandring gennem sit liv fra introduktion til udfasning. Hvor befinder KUBO robotten sig så i sin livscyklus? Et produkts livscyklus kan opdeles i fire forskellige faser, og hver fase er forbundet med forskellige overvejelser vedrørende produktionsudstyr og produktionsprocesser. Derudover skal man være meget opmærksom på sin nuværende position på markedet, markedets øvrige spillere og selvfølgelig hvor man ønsker at bevæge sig hen. Efterfølgende skema illustrerer de fire faser i et almindeligt produkts livscyklus.



(Smith 2015)

Illustration af de fire forskellige faser et produkt passere gennem, på sin vej fra idé til udfasning.

I **fase 1**, introduktionsfasen, er produktet stadig så nyt at det kan være svært for en virksomhed at vide præcist hvor dens position er på markedet for et givent produkt. Produktet er stadig under udvikling, og man har ikke lagt sig helt fast på hverken design eller indeholdt teknologi. Når produktet når introduktionsfasen er man langt ud over prototyperne, hvor det grundlæggende design og de basale teknologier fastlægges, og man har samtidig en god ide om hvordan produktet skal produceres. Men grundet det løbende forbedringsarbejde vedrørende design og teknologi, kombineret med den generelle usikkerhed om virksomhedens position i markedet og popularitet hos kundebasen, er det nødvendigt at holde igen med udgifterne til selve produktionen af produktet. Det kan være meget risikabelt at investere betydelige summer i avanceret produktionsudstyr, opsætte og skalere en produktion på et antal producerede enheder der ikke kan sælges, eller ikke sælges hurtigt nok. Derfor kan det i denne fase være en god ide at uddelegere produktionen til en ekstern virksomhed der i forvejen har et veletableret produktionsanlæg. Dette er lige præcis hvad KUBO Robotics har gjort. De får i dag produceret deres KUBO robotter ved den eksterne danske virksomhed Micro Technic, lokaliseret i Aarup på Fyn. (Christiansen 2016) Prisen pr produceret enhed er ukendt, det samme er det bestilte antal.

2. fase, er fasen hvor tingene gerne skulle begynde at tage fart, og der bliver solgt flere og flere enheder. Dette afhænger blandt andet af virksomhedens markedsføring, og markedets generelle viden om produktet. I denne fase er det nødvendigt at gentænke produktionen af produktet, da der skal et øget output til at imødekomme efterspørgslen. Derfor er fasen ofte en besværlig del af produktets livscyklus, da der skal investeres betydeligt i proces-udstyr og personale for at kunne levere varen. Den øgede investering har betydning for enhedsprisen, og derfor kan der opleves et fald i efterspørgslen på produktet. Hvis der samtidig er konkurrenter med lignende produkter der fortager strategiske træk på markedet, er risikoen at efterspørgslen på virksomhedens produkt helt forsvinder. Derfor er denne fase ensbetydende med mange store og, for fremtiden vigtige beslutninger, der meget vel kan ende i økonomisk ruin for en uerfaren virksomhed. På den anden side kan det vise sig at

være rentabelt at hjemtage kontrollen af eget produkt, og opstarte en egentlig egenproduktion, hvilket er det som denne rapport handler om.

3. fase er fasen hvor produktet er blevet til et velkendt brand, der har godt fat i et allerede eksisterende marked. Salget af produktet har nået et stabilt højt niveau, og opsvinget er stagneret. Produktet har opnået sin endelige form og der er ikke udsigt til at dette ændre sig. På dette tidspunkt er virksomheden oftest i gang med udviklingen af produktets afløser. For at øge profitten på produktet, er det nødvendigt at effektivisere og optimere produktionssystemet for at udnytte kapaciteten fuldt ud. Typisk kan det ikke svare sig at optimere og effektivisere mere på selve produktet, da de sidste procent i hentet effektivitet vil være for dyre, derfor kigges der på at optimere og effektivisere selve produktionen af produktet.

Fase fire er fasen hvor produktet når enden i sin livscyklus. Efterspørgslen falder og man er nødsaget til at skrue ned for produktionens output. Hvis ikke produktionsudstyr kan konverteres til andre produkter eller videresælges, må det skrottes. En anden løsning kan være at re-lokalisere produktionen til et sted hvor lønninger til produktionens arbejdere er betydelig lavere, og man derved kan opretholde den samme profit, selv ved et markant lavere produktionsoutput. Nogle gange er virksomheder nødt til at stoppe produktionen af et produkt i denne fase, ikke fordi de ikke kan sælges, men fordi prisen generelt er blevet så lav at det ikke længere er økonomisk forsvarligt at fortsætte produktionen på grund af mange konkurrenter.

Som før beskrevet, er KUBO Robotics produkter stadig i den indledende fase 1 hvor man prøver at gøre opmærksom på sig selv på det store verdensmarked, samtidig med at KUBO robotten er ved at antage sin endelige form. Hvis det lykkedes virksomheden at markedsføre sig selv og skabe stor interesse for KUBO robottens kernekompetence, grundlæggende læring af programmering, henvendt til børn fra 3 år, vil KUBO Robotics uden tvivl være godt på vej ind i fase 2. Og skulle det lykkedes KUBO Robotics at sælge 250.000 robotter i løbet af 2017-2018, kan det ikke længere benægtes at de allerede befinder sig i fase 2. Derfor giver det god mening at undersøge mulighederne om opstart af produktion i eget regi. Men hvilke produktionsmetoder vil være optimal på dette stadie i virksomhedens udvikling?

3.2 Producer selv?

Kan det overhoved betale sig at hjemtage produktionen af egne produkter, hvis det kræves at man først skal investere og installere en egnet produktionslinje? En af fordelene ved at få produceret sine produkter ved en anden virksomhed er, at den anden virksomhed højst sandsynligt allerede har et produktions setup, kapacitet og evnerne til at producere produkterne. De skal med andre ord ikke til opstarte fra bunden. KUBO Robotics ulempe, i denne sammenhæng, er at virksomheden ikke har nogen eksisterende produktion, og de kan derfor ikke omkonvertere en eksisterende produktion til at kunne producere det nye produkt.



Gammel produktionslinje

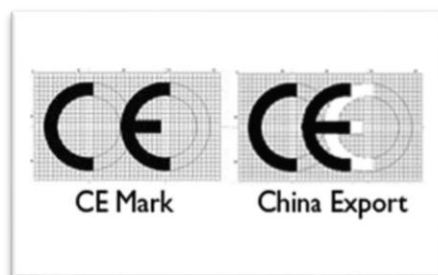
Mange gange har virksomheder udliciteret produktionen af deres produkter fordi den enten manglede kapaciteten eller den nødvendige viden til at producere, og man taler i denne forbindelse om, at omkostningen af en hjemtagelse af produktion er relativt lille, set i lyset af de fordele der ville være ved denne operation.

Den anden del af problemstillingen er, om man som nystartet virksomhed med nystartet produktion, er i stand til at levere en tilfredsstillende kvalitet. Kvalitetsspørgsmålet er medvirkende til at mange vælger at udlicitere produktion til virksomheder der besidder de nødvendige kompetencer til at levere et brugbart resultat. På den anden side, så kan unikke krav til kvaliteten af produktet være årsagen til at det netop kan være en god ide at hjemtage produktionen. Ved at gøre det, kan man være helt fremme i skoen når det gælder overvågning af kvaliteten af eget produkt. Det er alt andet lige nemmere at gå ud i baglokalet og se produktionen af varerne med egne øjne, end det er at skulle kontakte mellemhænd der kan overvåge en produktion et andet sted, nogle gange i et andet land. Når man er tæt på egen produktion, er det samtidig lettere at imødekomme og korrektgere kvalitetsproblemer når disse opstår, og tage problemet allerede i optakten.

En af fordelene ved at udlicitere produktionen er, at hvis virksomheden oplever store udsving i efterspørgslen af varerne, så er det en anden virksomheds problem at tilpasse deres produktion så denne passer til efterspørgslen, da modtagervirksomheden som er kunden, blot bestiller den mængde de skal bruge. Tilpasningen sker som regel ved at producenten har flere kunder, og at de derfor producere varer for flere forskellige virksomheder. På denne måde kan den producerende virksomhed have et rimeligt stabilt output af produkter, på trods af, at et af produkterne i deres produktions portefølje har udsving af større eller mindre karakter. En høj produktionsvolumen kan mindske, eller helt eliminere effekten af svingende salg hos én af producentens kunder, som i dette tilfælde er KUBO Robotics.

Risikoen ved at udlicitere produktionen af ens eget produkt, kan være, at man ikke har den direkte kontrol over produktionen. Man har ikke styr på hvilke informationer der deles med hvem, i forbindelse med produktionen og eventuelle patenter. Man kan aldrig være helt sikker på at producenten overholder de gældende regler og standarder inden for f.eks. miljø og arbejdsforhold, som er faktorer der kan være skadelige for ens eget brand.

Der kan ikke være tvivl om at der er både fordele og ulemper forbundet ved at udlicitere produktionen af et produkt. Omvendt kan det heller ikke diskuteres at der er fordele og ulemper ved at skulle producere et produkt in-house. Derfor er det vigtigt at opveje fordele og ulemper mod hinanden, og kigge grundigt på økonomien. Det viser sig ofte at det ikke er meget dyre at producere sine egne vare, end det er at få dem produceret hos en anden leverandør. Og så må det være op til virksomheden selv at afgøre om det ikke er værd at betale lidt ekstra for at have fuld kontrol over egne produkter, og derved ikke være afhængig af en anden virksomheds produktion og for-godt befindende. Dertil kan lægges at man spare transporten, især hvis producenten ligger langt fra ens hovedmarked. Samtidig er der vel ikke nogen diskussion om at kvalitetsfølelsen stiger markant når man vender en KUBO robot om, og der står "Made in Denmark" og ikke "Made in China"



4.0 Produktionsteknologi.

4.1 Arburg 320C

Som indledning er det nødvendigt at kigge nærmere på plasticproduktionen, da det er den der ligger til grund for den endelige beregning af, om det overhovedet er rentabelt at opstarte en egentlig egenproduktion og slutmontage af KUBO robotten. Selve grundmaskinen fra Arburg, en Allrounder 320C, har en nypris som er opgivet til 50.000€, denne kan også købes brugt men

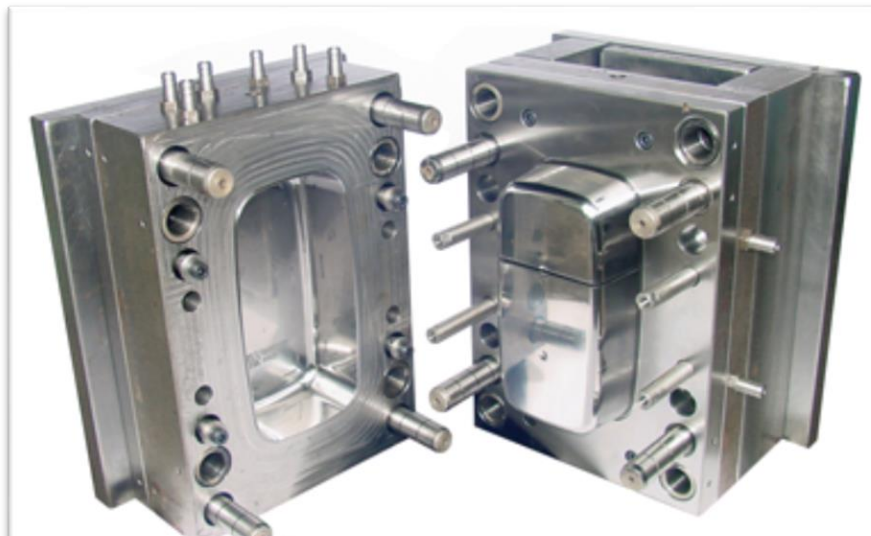


Arburg 320C (Arburg, Hydrauliske maskiner u.d.)

for at opstille et "worst case scenarie" angående prisen bruges i første omgang nypriserne. (Arburg, 270/320C Pdf u.d.) Den nye maskine skal leveres og installeres af fagfolk for at opretholde garantien og dette koster som tommelfingerregel ca. 10% af maskinens nyprisværdi, altså 5000€. Det er klart at denne udgift ikke er nødvendig hvis der anskaffes en brugt maskine, da denne kan installeres af uafhængige kvalificerede håndværkere. En maskine som Arburg 320C begynder at afskrive værdi i samme øjeblik købskontrakten er underskrevet, præcis som alt andet (især biler). Denne afskrivning skal medregnes i det samlede økonomiske overblik. Efter en periode i drift rammer maskinen sin scrapværdi. Denne periode er typisk efter 8 år, hvor maskinen herefter har en scrapværdi på ca. 10% af sin oprindelige pris (oplyst i undervisning). Scrapværdien er et udtryk for den mindste værdi et aktiv, i det her tilfælde sprøjtestøbningsmaskinen, kan nedskrives til. Ethvert aktiv har konstant en værdi, men denne værdi varierer over tid. Ved anskaffelsen af maskinen foretager man en vurdering af, hvad denne vil være værd til den tid, hvor den ikke længere er i brug. Ved en scrapværdi på 10% efter 8 år, har maskinen tabt 11,25% af sin oprindelige værdi årligt. Dermed ikke sagt at maskinen absolut skal udfases og sælges. Hvis maskinen ikke fejler noget og ellers er godt vedligeholdt, er der ikke noget der forhindrer virksomheden i at fortsætte produktionen med denne. Dog kan siges at udviklingen af produktionsmateriel går lige så stærkt som udviklingen af alt muligt andet, og man kan kun formode at der over en periode på 8-10 år kommer optimeringer, forbedringer og nye teknologier, der tilsammen kan effektivisere en produktion og nedbringe den samlede produktionsomkostning. Dog skal nævnes at en udskiftning af produktionsmateriel ofte er forbundet med betydelige investeringer, og at en udskiftning derfor ikke foretages med mindre at dette resultere i en økonomisk eller konkurrencemæssig fordel.

4.2 Matricer

For at maskinen kan opstarte en produktion af plastichusene til KUBO robotten, har denne brug for en støbematrice som består af en over- og underdel. Matricen er individuelt tilpasset til produktet og kan derfor ikke købes brugt da det er usandsynligt at der findes et andet produkt på markedet med de eksakte samme specifikationer som KUBO robotten.



Støbematrice i to halvdele (Arburg, Hydrauliske maskiner u.d.)

Støbematricer er komplicerede og tidskrævende at fremstille da de skal overholde specifikke specifikationer, og derfor er prisen på disse høje. En sprøjtestøbematrice til en Arburg maskine koster omkring 80.000€ (Prisen er opgivet i undervisning) Udover en høj anskaffelses pris har matricen en udløbsdato. Dette skal forstås således at matricen ved brug bliver slidt med tiden, og at dens specifikationer derfor ændres. Derfor kræver matricerne løbende vedligehold af fagligt kvalificeret personale, og når dette ikke længere er økonomisk forsvarligt, er en udskiftning nødvendig. Det er derfor vigtigt at denne udskrivning tages med i det samlede regnskab, og at man er klar over at der vil komme udgifter i forbindelse med matricer, vedligehold af matricer og udskiftning af disse. En anden ting man skal være opmærksom på er, at grundlæggende afhænger hele virksomhedens overlevelse af matricerne, da det er et faktum at hvis matricerne går i stykker så stopper produktionen. Derfor har de fleste større virksomheder, der producere emner ved hjælp af støbematricer gerne et eller flere ekstra sæt tilgængelige således at man ikke behøver at standse produktionen ved vedligehold eller nedbrud, samtidig er matricer og produktionsudstyr forsikret mod skader og tabt indtjening. Forsikringssummen udgør typisk 0,25% af udstyrets nypris værdi og skal oftest betales månedligt. Risikoen ved at have flere sæt matricer til rådighed er, at markedet dikterer om et produkt kan sælges eller ej. Hvis produktet er nær enden på sin livscyklus, udgår fra markedet eller standses af politiske eller økonomiske årsager, så ligger virksomheden inde med meget specifikt produktionsudstyr der har fordret betydelige investeringer, og som i princippet er værdiløst da matricer sjældent kan sælges videre pga. patenter, produktbeskyttelse med videre. Dette betyder at mindre virksomheder nøje skal overveje produktionen af deres produkter og produktets marked, da noget at plasticstøbningsudstyret er forbundet med betydelige økonomiske investeringer og en ikke uvæsentlig risiko. Vedligeholdelsen af sprøjtestøbningsmatricer udgør ca. 5% af matricens nypris, fordelt over den periode matricen er i brug. Det vil sige at jo længere matricen er i brug, des billigere bliver den at vedligeholde på daglig basis... i teorien. Der kommer et punkt i matricens serviceliv hvor den ikke længere er rentabel at vedligeholde. Det sker når matricen er så slidt at produktets specifikationer ikke længere kan overholdes,

og produktionens generelle kvalitet derfor falder til under en fastlagt minimumsgrænse. Hvornår dette punkt nås er meget individuelt, og afhænger af forskellige faktorer som f.eks. produktionshastighed, produktionsmiljø, arbejdsrytmer, arbejdsryk og temperatur. Generelt kan siges at den typiske levetid for en sprøjtestøbningsmatrice ligger omkring 8 år, herefter er den så slidt at den bør udskiftes. Nogle holder måske 12-15 år, andre kun 4. Dette afhænger, som før beskrevet, af forskellige faktorer der kommer af produktionens natur. Som beskrevet opnår produktionsmateriel efter en periode sin scrapværdi på omkring 10% af sin oprindelige anskaffelsespris, typisk efter 8 år (oplyst i undervisning). Men dette er lidt anderledes for sprøjte støbningsmatricer. Disse er ofte meget produktspecifikke, hvilket betyder at virksomheden ikke kan, eller vil, sælge dem til andre end virksomhedens egne underafdelinger og datterselskaber. Årsagen til dette findes i patenter og produktbeskyttelse. Man er ikke altid interesseret i at mærkespecifikt udstyr bliver tilgængeligt for konkurrenter og kopivare virksomheder. En anden årsag er, at specielt sprøjtestøbningsmatricer er en sliddel der ændrer specifikationer over tid, hvilket i praksis betyder at tolerancer bliver større og pasformen dårligere. Produktkvaliteten vil ikke være tilfredsstillende, og muligheden for et videresalg vil derfor være ikke eksisterende, ikke engang til egne underafdelinger og datterselskaber, da disse naturligvis skal være i stand til at producere produkter der overholder specifikationer og beskytter varemærket. Man kan derfor antage at scrapværdien på sprøjtestøbningsmatricer er lig 0, hvilket betyder at matricen har afskrevet 100% af sin nyprisværdi og kun repræsenterer en kilopris af det materiale den er fremstillet i.

5.0 Produktionsformer.

5.1 Produktions proces udvælgelse.

Med udgangspunkt i ovenstående analyse af robotens dele, og med den viden der findes på området vedrørende fleksibilitet i produktion, vil det her være på sin plads at kigge nærmere på hvilke procestyper der findes, hvilke fordele og ulemper der er i forbindelse med disse, og hvilke der passer bedst til KUBO robotics og egenproduktionen af KUBO robotten. Grundlæggende findes der fem forskellige produktions procestyper eller produktions filosofier der danner basis for al produktion. Hver har fordele og ulemper, og hver er bedre egnet til nogle produktfamilier end andre. Det er ikke meningen at dette afsnit skal rumme en uddybende gennemgang af hver produktions proces type, men en overfladisk introduktion ophængt på KUBO Robotics produkt og fremtidige produktion skal det da blive til.

Job-shop: (Stevenson 2009) Denne produktionsform foregår på de fleste værksteder inden for håndværksbranchen eller servicefagene, som f.eks. smedeværksteder eller autoværksteder. Produktionsformen kendetegnes ved det relativt lave output af færdige vare eller produkter, og den store fleksibilitet der kan være i produkterne. Personalet der arbejder sådanne steder, er typisk højt specialiseret og er uddannet specifikt til at varetage opgaverne. Til arbejdet anvendes almindeligt tilgængeligt værktøj og specialværktøj udviklet til opgaverne, som kan anvendes igen og igen. Håndværkerne er aflønnet i den høje ende af skalaen, og generelt er det en dyr produktionsmåde, igen fordi at output er lavt og der

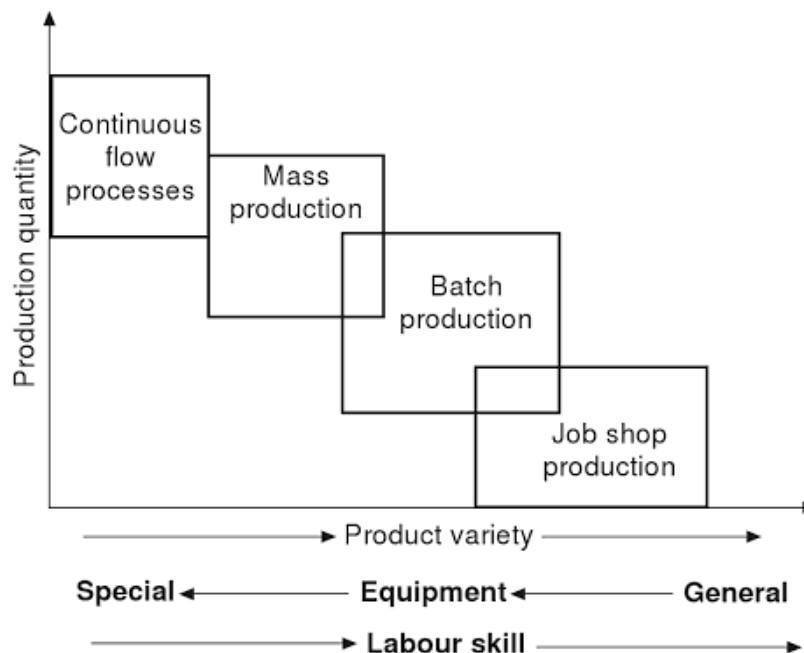
derfor ikke er mange producerede enheder at fordele omkostningerne ud på. Produktionsmetoden kan ikke påstås at være egnet til KUBO Robotics, da deres produkt er ensartet, kræver højt output og generelt ikke kræver avancerede og/eller komplicerede produktionsmetoder.

Batch produktion: (Stevenson 2009) Denne produktionsmetode lægger sig meget op ad den førnævnte **job-shop** produktionsmetode. Forskellen er at batch produktion er velegnet til produkter der kan fremstilles i større serier, med mindre eller ingen varietet. Produktionsmetoden er velegnet til produkter der kræver stor sporbarhed, da man altid kan gå tilbage og kontrollere hvilket batch varen kommer fra, og sporbarheden kan øges ved at nedsætte størrelsen på batchen. Produktionsudstyret kan være meget specifikt til produktet og det behøver derfor ikke at have den store fleksibilitet da der kan produceres større mængder af samme vare. Output er lavere end ved andre mere højt-specialiserede produktionsmetoder, men højere end ved jobshop metoden. Produktionen kræver ikke højt uddannet personale som i job-shop, og generelt kan man fordele produktionsomkostningerne ud over flere producerede vare. Denne produktionsmetode kan påstås at være velegnet til KUBO Robotics produkt, med hensyn til hvor produktet befinder sig i sin livscyklus.

Repetitive production: (Stevenson 2009) Denne produktionsmetode er velegnet til standardiserede produkter der skal produceres i store mængder. Når produktet har opnået en fastlagt standart, dvs. at man har været igennem udviklings- og testfasen, og har implementeret ændringer på design og teknologier, så kan varen produceres hurtigt og i store mængder. Produktionsudstyret er ofte meget specifikt tilpasset produktet, og det fordrer derfor ikke den store fleksibilitet. Bagsiden er at produktionsudstyret nu er ved at være så dyrt i anskaffelse og installering, - grundet den specifikke tilpasning til et eller få produkter, at eventuelle driftstop kan føles som en betydelig smerte rent økonomisk. Der er kun få krav til uddannelse af arbejderne der passer sådanne samlebånd, da arbejdet typisk inkludere mange gentagelser af samme opgave eller bevægelse. Produktionsudstyret er dyrt i anskaffelse, men prisen kan fordeles ud over en stor mængde producerede enheder, og derfor kan den generelle pris på produktet holdes på et lavere niveau. Denne produktionsmetode kunne være fremtiden for KUBO Robotics, da virksomheden har et ønske om at sælge store mængder af deres produkter, KUBO robotten inkluderet. Når produktet når til "*mature*" i sin livscyklus, og hvis virksomheden har held til at opnå en betydelig vækst i efterspørgslen på produkterne, så kan der være fornuft i at investere i et højt specialiseret produktionsanlæg, der har et højt output.

Continuous production: (Stevenson 2009) Produktionsformen er bedst til produktion af vare der er yderst standardiserede, og når der ønskes et meget højt stabilt output. Der er næsten ingen behov for fleksibilitet i produktionsudstyret da produkterne ofte kan være af low-Tech natur, f.eks. papirklips, jern eller mel. Derimod er produktionsudstyret tilpasset så ekstremt til produktet, at dette kun er i stand til at producere netop dette eller produkter der i fysisk fremtoning er næsten identisk. På den anden side kan der opnås en meget høj grad af automatisering på sådanne produktionslinjer, så disse anlæg kan passes af meget lidt personale. Dette betyder at prisen på produktionslinjerne er meget høj, og at længere driftstop kan være katastrofale for virksomheden. Til gengæld er output så højt, at

produkterne kan sælges til ikke meget mere end råvareprisen. Denne produktionsmetode er ikke egnet til KUBO Robotics, da deres produkter er for komplekse i fysisk fremtoning til at de kan produceres med de hastigheder som linjerne operere ved, for at være rentable.



(Mindvis.in 2018)

Forholdet mellem de forskellige produktionsformer

6.0 Konklusion foranalyse.

I foranalysen blev KUBO robotten nedbrudt til sine hovedbestanddele, og en teoretisk analyse af denne, konkluderer at robotten består af en underdel, som kaldes robottens krop med hjul, og en overdel der kaldes robottens hoved. Underdelen indeholder størstedelen af robottens teknologi som scanner, printplade med påmonterede elektromotorer til fremdrift af hjulene samt robottens batteri. Overdelen, robottens hoved, indeholder LED lys, som giver robotten sit stemningsudtryk gennem den transparente plasticbund, der samtidig er en sammenstøbt del af øjnene. I analysen er det samtidig fremkommet at robotten indeholder i alt seks plasticdele der angives med dimensioner som højde, bredde og vægt. Samlet set vejer robotten 400 gram, hvoraf 150 af disse er ren plastic.

I afsnittet omhandlende robottens livscyklus, konkluderes det gennem analysen, at robotten, og virksomheden bag, er på nippet til at overgå til den fase der kaldes vækstfasen i den samlede produkt-livscyklus. Dette er fasen hvor tingene begynder at tage fart for virksomheden og for dens produkt. Det er i denne fase hvor virksomheden alvorligt skal begynde at overveje om man skal overtage den fulde kontrol med sit eget produkt, og opstarte sin egen produktion af produktet. Samtidig indeholder fasen sine egne problemstillinger, da det endnu er for tidligt at implementere en fuldautomatisk produktionslinje. Grunden hertil findes i at produktet på dette stadie har opnået sin grundform, men der kan stadig forekomme småændringer og opdateringer til teknologi, der

kan være svære og dyre at implementere i et produkt der produceres på en fuldautomatisk linje.

Produktionsteknologien som undersøges i afsnittet, består af plasticstøbemateriel, Arburg 320C, med tilhørende plasticstøbematricer. Maskinen er af samme type som bruges i LEGO's produktion af legoklodser, og antages derfor at være et gennemprøvet koncept. Denne repræsenterer en nypris på omkring 50.000€ og skal ses som et samlet system med de tilhørende støbematricer. Støbematricerne er den dyre del af plasticproduktionen. Disse skal oftest specialfremstilles til formålet, de skal serviceres løbende og de har en egentlig udløbsdato, alt efter hvor hårdt de bliver brugt. Afsnittet begrundet at, det for en virksomhed som er afhængig af produktionen af et enkelt produkt, er en overordentlig god ide at investere i mere end én matrice, selv om de er rasende dyre i anskaffelse. Hver matrice halvdel koster 40.000€, en samlet matrice koster 80.000€, og der bør anskaffes to matricer til hver plastic-komponent der skal produceres. I KUBO Robotics tilfælde betyder det at de bør anskaffe seks hele matricer, tre til produktion og tre som backup matricer.

I afsnittet vedrørende produktionsformer, belyses de mest almindelige produktionsformer der anvendes i industrien i dag. Hver produktionsform har sine fordele og ulemper, men deres fællestræk er at de hver især passer særlig godt til produktion af et produkt, der befinder sig på et bestemt sted i sin livscyklus. Analysen viser at den produktionsform der passer bedst til KUBO Robotics, med henblik på at KUBO robotten står ved indgangen til vækstfasen, på nuværende tidspunkt udgøres af en hybrid mellem batch og masseproduktion. Batchproduktionen kan benytte sig af almindeligt værktøj og den er ofte manuel, men den benytter sig ikke af automatiserede processer i stor grad. Masseproduktionsmetoden kan have større grad af automatisering, og den har et større output, men der kan argumenteres for at denne kan holdes manuelt, med manuelle funktioner udført af montører der bruger almindeligt håndværktøj. Derfor anses en hybrid mellem disse produktionsformer som værende det optimale setup for KUBO Robotics på nuværende tidspunkt.

7.0 Problemformulering.

7.1 Problem.

Dette er et teoretisk projekt der på baggrund af foranalysen har belyst KUBO Robotics nuværende position i forhold til det marked de ønsker at tage en del af. Gennem foranalysen kan der argumenteres for at virksomhedens hovedprodukt, den lille KUBO robot, er ved at indtræde i fase to i produktets livscyklus. Dette betyder at, hvis virksomheden ønsker at overtage kontrollen af deres produkt og opstarte en egenproduktion, så skal den til at finde ud af hvilke produktions-setup der vil være det optimale, set i forhold til produktets nuværende position, kombineret med det antal som der ønskes solgt i året 2017 og 2018. Det er derfor nødvendigt at udvikle et produktionskoncept der er i stand til at håndtere den forholdsvis store mængde af delkomponenter der skal til for at opfylde ønsket om at kunne levere 250.000 robotter. Der er blevet argumenteret for, at det produktions-setup der kræves på nuværende tidspunkt, ikke bør være af en fuldautomatiseret type, da prisen for dette og den generelle risiko ved automation, ikke kan bæres af KUBO robotens nuværende plads i markedet.

Til at producere dele til robotten skal virksomheden investere i et samlet produktions-setup, der er det optimale kompromis mellem anskaffelsespris, produktionsomkostninger og størrelse. På baggrund af dette vil der i hovedanalysen blive fokuseret på følgende spørgsmål:

- *Hvilken størrelse har det nødvendige produktions-setup? Og hvad vil den samlede produktionsomkostning være i forbindelse med driften af dette anlæg?*

Dette er den endelige problemstilling der er fremkommet ved at kombinere KUBO Robotics position i markedet for læringsteknologi til børn, med det ønske som virksomhedens ledelse har for størrelsesordenen af salget af robotten, og som vil ligge til grund for den videre analyse.

7.2 Problemformulering.

Hvordan vil et koncept for en linjestruktur kunne udformes, hvis ønsket er at producere 250.000 KUBO robotter?

- *Hvilken størrelse skal plasticproduktionen have for at kunne levere den krævede mængde delkomponenter til robotterne?*
- *Hvad vil den timebaserede omkostning være for plasticproduktionen?*
- *Hvordan skal samleprocessen af selve robotten skaleres?*
- *Hvad er den timebaserede omkostning af samleprocessen?*
- *Hvad er den totale timebaserede omkostning for at producere KUBO robotten in-house?*
- *Kan det i sidste ende svare sig at producere robotten selv, eller er det bedre stadig at udlicitere produktionen af denne?*

7.3 Problemafgrænsning.

I denne rapport fokuseres der udelukkende på produktionen af selve plasticdelene til KUBO robotten samt slutmontagen af denne. Det tages IKKE højde for prisen af de delkomponenter som f.eks. printplader og batterier, der måtte komme fra forskellige underleverandører. Ligeledes er KUBO robotten part af et læringssæt der består af flere forskellige dele der alle medvirker til det samlede læringskoncept. Dette betyder at robotten ikke kan stå alene, da denne derved vil miste sin funktion. I rapporten fokuseres der IKKE på det samlede koncept, og der arbejdes IKKE med priser på dele leveret af underleverandører. Der arbejdes udelukkende med den faktiske teoretiske pris for produktionen af selve robotten. Dette betyder at den pris der måtte fremkomme i konklusionen, ikke giver et retvisende billede af hvad den samlede omkostning for produktionen måtte være, men kun giver en indikation af omkostningen for produktionen af KUBO robotten.

8.0 Hovedanalyse.

8.1 Indledning.

I foranalysen fremkom det at den del af en eventuel egenproduktion der skulle implementeres, var produktionen og slutmonteringen af den lille KUBO robot. For at være i stand til at producere robotten skal der være lokaliteter til



rådighed, lokaliteter der kan rumme en produktion af en vis størrelse. Hvis målet for 2017 var at sælge 250.000 robotter som et indgangsniveau, må det nødvendigvis også være muligt at kunne producere minimum 250.000 robotter uden problemer. Hvis man samtidig ønsker en fremgang på 20 % om året skal dette også tages højde for. Lokaliteter der kan rumme en sådan produktion, skal derfor også ligge på en sådan måde at det er muligt at få leverancer af råmaterialer og halvfabrikater, og det skal være muligt at kunne transportere det færdige produkt videre ud i verden. Til selve produktionen af robotten antages det at der skal investeres i plastic sprøjtestøbningsmateriel i stil med det LEGO benytter, som består af en maskine med tilhørende matricer. Selve slutmonteringen af robotten kan foretages manuelt, hvilke ville kræve at man havde ansat montører til at udføre denne proces, men slutmontagen kan også varetages af et automatiseret samlebåndssystem. De forskellige montagetyper belyses senere i dette afsnit. Det antages her at de 250.000 robotter er fordelt på følgende måde: 20.000 klassesæt med hver ti robotter, 25.000 enkelsæt med én robot og 25.000 enkeltrobotter, som erstatning for ødelagt og udslidt materiel, i alt 250.000 KUBO robotter.

Til selve fremstillingen af plasticdelene til KUBO robotten, tages der udgangspunkt i at der anskaffes maskineri der er i stand til dette. Til dette formål antages det at der investeres i en plasticstøbmaskine der fungerer som en stand-alone maskine, det vil sige at den ikke direkte er en del af et samlet system, men kan fungere uafhængigt af andre maskiner. Det bedste bud er en maskine der produceres af tyske Arburg (Arburg u.d.) . Maskinen der tænkes på, hedder Allrounder 270/320C (Arburg, 270/320C Pdf u.d.) og er en mindre hydraulisk sprøjtestøbningsmaskine med en lukkekraft på matricen på op til 600kN.

Slutmontagen antages at foregå på et samlebånd, enten manuelt eller automatisk, som bliver fødet med de nystøbte plasticdele og andre halvfabrikater i form af printplader og robotens drivlinje som kommer fra andre underleverandører. Priser opgivet i afsnittet angives både i Euro-€ og i danske kroner da skemaer brugt til beregninger angiver priser i Euro.

8.2 Personale.

En maskine som Arburg 320C skal betjenes af maskinoperatører med de rigtige faglige kvalifikationer. Grunden hertil ligger i, at udover at betjene maskinen og sørge for at denne kører optimalt, er det nødvendigt at personalet er i stand til at afhjælpe fejl og nedbrud hurtigst muligt, og med størst mulig præcision. Altså sørge for at den daglige drift kører optimalt. Samtidig skal operatøren kunne udskifte matricerne, og behandle disse med den respekt som disse kræver. Husk



på at nøglen til virksomhedens indtjening og overlevelse mestendels ligger i selve matricen, da denne er et unikt stykke produktionsværktøj der ikke umiddelbart lader sig udskifte og erstatte uden et større forudgående arbejde. Samtidig udgør matricens pris en betydelig sum penge for især mindre virksomheder, og derfor er det vigtigt at det personale der håndterer disse matricer ved hvad de laver. Hvorvidt virksomheden ønsker at ansætte operatører med faguddannelser som f.eks. maskinarbejder eller plastmager, eller om de vil opgradere ufaglærte procesoperatører med kurser og efteruddannelser, må være op til virksomheden selv, men det ligger klart at der altid vil være behov for efteruddannelse og opgradering af kompetencer af alt personale, uanset om dette består af faglærte eller ufaglærte. Ofte er personalet timelønnet og deres mindsteløn udgør ifølge 3f's overenskomst gældende fra 1 marts 2017, 117,65 kroner i timen (3f 2018). Typisk ligger lønnen dog lidt højere, omkring 150-160 kroner for ufaglærte og 180-200 kroner for faglærte alt efter hvilke lokalaftaler der er indgået. For nemhedens skyld vil der blive taget udgangspunkt i plastindustriens mindsteløn.

8.3 Strømforbrug og lokaler.

Maskinen bruger strøm, og meget af det. Arburg selv oplyser at modellen Arburg 320C bruger ca. 23,9 kW i timen. En kWh koster i dag som tommelfingerregel 2,25 kroner, og omregnet til euro bliver dette til omkring 0,3€ i strøm på en time. Derudover skal maskinen opstilles i et lokale der er egnet til produktion, det vil sige at der skal være et fornuftigt indeklima, ikke for varmt eller for koldt. Hvis lokaliteterne er for kolde, skal maskinen bruge ekstra energi på opvarmning af sig selv, matrice og råmateriale. Hvis lokalerne er for varme, kan det have indflydelse på nedkølingstiden af de nyproducerede plastic emner, og produktionstiden vil derfor blive længere end nødvendigt. Prisen på fjernvarme er komplicerede at beregne da denne er udregnet på baggrund af bygningens rumindhold i kubikmeter og bygningens aktuelle forbrug i megawatt energi. Men et gennemsnit baseret på udregninger fra Energi Fyn ligger på omkring 80 kroner, eller godt 10,52€ om året pr kvadratmeter (Fyn 2017).

Følgende afsnit er et forsøg på at skabe overblik over produktionen af plasticdelene til KUBO robotten, med udgangspunkt i ovenstående oplysninger, og på baggrund af de oplysninger der tidligere er kommet fra KUBOs administrerende direktør Tommy Outzen der har som mål at man i 2017 gerne skulle have solgt 250.000 KUBO robotter.

8.4 Skemaet brugt i rapporten.

Det skema der i rapporten bruges til at beregne timepriserne på maskinerne, kommer fra undervisningen vedrørende "Production planning and control". Skemaet er udviklet af Povl Kyvsgaard Hansen, og har oprindeligt været brugt til at lave beregninger på produktionen af legoklodser i LEGOs produktion. Som udgangspunkt er skemaet blankt, og det er meningen at man selv skal indsætte de data man har om den aktuelle produktion. Derfor vurderes det at dette skema kan bruges til at lave beregningerne til denne rapport. Priserne i skemaet er opgivet i Euro, og dette er grunden til at alle beregninger efterfølgende vil blive angivet i Euro.

Fill in the green areas and the work sheet will calculate the rest				
Machinery:		Number:		Pcs
Manufacturer (if relevant):		Type (if relevant):		
Space requirements m ² :		Power consumption:		kWh
		Initial cost:		€
		Depreciation period:		Years
Operator demand:		Hourly wage:		€
Additional equipment				
	Number	Type	Initial Cost €	
			#V.ERDI!	€
			#V.ERDI!	€
			#V.ERDI!	€
Total initial cost of additional equipment			#V.ERDI!	€
Salvage value				
	Machinery	10%	#V.ERDI!	€
	Equipment	10%	#V.ERDI!	€
Depreciation per year				
	Internal interest rate	10,00%	Internal rate of return	#V.ERDI!
Sundries				
	Insurance	0,25%	#V.ERDI!	€
	Maintenance	5%	#V.ERDI!	€
	Oil ect.	75 €		75 €
	Power	0,3 € per kWh	#V.ERDI!	€
	Rent	55 € per m ²	#V.ERDI!	€
	Heating	10 € per m ²	#V.ERDI!	€
Total expenditure per year			#V.ERDI!	€
Utilized capacity hours			Available capacity hours	Hours
Average utilization ratio per machine			#V.ERDI!	%
Machine cost per hour			#V.ERDI!	€
Machine cost per hour, wage included			#V.ERDI!	€

Blankt skema fra undervisning.

8.5 Arburg 320C timepris.

Når plasticstøbningsmaskinen anskaffes og implementeres i egnede lokaler, er der en masse forudgående beregninger der skal fortages for at kunne skabe et realistisk overblik over hvad denne type maskine koster på timebasis. Til brug for disse beregninger skal bruges mange af de data vedrørende maskine, matricer, løn med videre der er beskrevet tidligere i dette afsnit. Forklaring følger:

Øverste felt i skemaet beskriver hvilken maskintype der er tale om. Det ses at der arbejdes med en Arburg 320C og at denne maskine betjenes af mindst én operatør og at operatørens løn udgør 17€ i timen (3f 2018). Lønnen kommer af 3f's overenskomst for ufaglærte arbejdere i plasticindustrien. I feltet ses også at en Arburg 320C gennemsnitligt bruger 23,9 kW i timen, og at en kilowatt gennemsnitligt koster 2,25 krone. Maskinens indkøbspris fra ny ligger på 50.000€ (Steger-Jensen 2016), og man regner med at den skal bruges i 8 år. Samtidig ser vi at maskinens grundplan udgør omkring 12kvm. Kvadratmeter-prisen for industribygninger i Odense er svær at bestemme helt præcist, men en

gennemsnitsberegning angiver at den ligger omkring 46€ om året (Produktion/værksted Odense SØ 2018).

I feltet "*Additional equipment*" beskrives det udstyr der skal til, udover den grundlæggende maskine. I feltet ses at der skal bruges en støbematrice og at denne matrice består af to halvdele. Den samlede pris på en støbematrice ligger omkring 80.000€, og derfor kan siges at hver halvdel af matricen udgør en værdi på omkring 40.000€.

Feltet under "*Additional equipment*" hedder "*Salvage value*" og beskriver maskinens skrotningsværdi, eller gensalgsværdi efter 8 års arbejde ved virksomheden. Her er anført at maskinen efter 8 år har en anslået værdi på 10% af sin nyprisværdi, hvilket er opgjort til omkring 5000€, og at matricen efter 8 år i brug har en gensalgsværdi anslået til 0% af sin nyprisværdi. Det samlede årlige værditab er opgjort til næsten 22.000€. *Internal interest rate* er fastsat til 10% (Steger-Jensen 2016), hvilket giver et årligt "*internal rate of return*" på mere end 10.000€.

I feltet "*Sunderies*" beskrives de ting der skal tages med i beregningerne vedrørende maskinens timebaserede omkostninger. Tidlige blev oplyst at maskine, og især matrice, bør forsikres, og at dette koster i omegnen af 0,25% af maskinens og matricens nyprisværdi årligt, i dette tilfælde koster forsikringen 325€ årligt, og prisen er baseret på at der kun forefindes én matrice til maskinen. Sædvanligvis har man flere matricer til rådighed. Maskine og matrice skal smørers i forbindelse med vedligehold og dette gøres med en velegnet olie, prisen er omkring 75€ årligt på olie og spray. Feltet "*rent*" i kategorien "*Sundries*" angiver huslejen for de kvadratmeter som selve maskinen optager, og altså ikke hvad der skal betales for hele industrihallen som maskinen er opsat i. Dette skyldes at man kan have flere maskiner og at bygningerne oftest bruges til mange andre formål som f.eks. montage eller produktion af andre komponenter på andet produktionsudstyr. I eksemplet her er maskinen opgivet til at have et fodaftryk på 12 kvm, og ved en kvadratmeterpris i Odenseanske industrivarer på gennemsnitligt 46€ giver dette en årlig husleje på 552€ for 12Kvm. Det samme gør sig gældende vedrørende opvarmningen af produktionsfaciliteterne. Maskinens 12 kvadratmeter koster gennemsnitligt 126€ at opvarme årligt.

Denne maskines strømforbrug ligger i den tunge ende. Arburg opgiver maskinen til at have et gennemsnitligt forbrug på 23,9 kW pr. times arbejde (Arburg, 270/320C Pdf u.d.), og da prisen på 1 kWh i dag udgør omkring 2,25 kroner, eller 0,3€, pr time, ligger prisen på det årlige strømforbrug på omkring 5400€.

Summen af alle de årsbaserede udgifter, inklusive afskrivninger, udgør årligt, i eksemplet her, mere end 45.000€. Dette er omkostningerne der er forbundet ved at eje og drive en Arburg 320C. Der er i eksemplet ikke medregnet omkostningerne til råmaterialet der skal bruges til en produktion af plastickomponenter, ligeledes er prisen baseret på at der kun er investeret i én sprøjtestøbematrice, og at der ikke har været udgifter til transport og implementering af maskinen. Transport og installering af maskine, fortaget af fagfolk for at opretholde garantien på den nye maskine, koster omkring 10% af maskinens samlede nyprisværdi, i dette eksempel omkring 5000€.

Det sidste felt i skemaet angiver det antal timer maskinen bruges. Beregningerne baseres på at virksomheden ikke har en produktion der kører i skiftehold, og at maskinen står stille når personalet har fri.

En gennemsnitlig arbejdsuge på det danske arbejdsmarked udgør i 2018 ca. 37 timer ugeligt, på et arbejdsår af 52 uger bliver dette til de berømte 1.924 timer om året. I den ideelle verden ville maskinen producere plastickomponenter 37 timer om ugen med en effektivitet på 100%. Dette er ikke tilfældet. Når maskinen kører, så kører den typisk på 100% af dens angivne effekt, men i forbindelse med opstart, nedlukning, rengøring og almindeligt vedligehold er det nødvendigt at stoppe maskinen. Dette koster, i skemaet her, gennemsnitligt 20% af maskinens daglige produktionstid, og derved falder maskinens samlede effektivitet. Dette fald i effektivitet er ikke til at komme udenom på nogen nem måde, da faldet skyldes aktiviteter der er nødvendige for at maskinen kan producere optimalt når produktionen kører. I nedenstående skema betyder disse aktiviteter at maskintiden går fra de teoretiske til rådighedsværende 1.924 årlige produktionstimer, til de faktiske udnyttede produktionstimer der udgør 1500 timer årligt. Dette giver en gennemsnitlig udnyttelsesgrad pr. maskine på 78%. Denne procentsats kan opjusteres således at udnyttelsesgraden stiger ved at justere på nogle parametre og evt. overgå til to- eller treholdsskift i produktionen. Men det er noget der diskuteres senere, da det på nuværende tidspunkt ikke har betydning for eksemplet.

Sidst på skemaet ses det endelige resultat, der i dette eksempel ender med en timepris på knapt 47€. Hvis man kun ser på den rene timepris for maskinen inklusive udstyr, men uden løn til operatøren, så ender prisen for én times brug af maskinen på 30€, eller hvad der svare til 228 danske kroner. Hermed kan påstås at der er fortaget en rimelig præcis udregning for hvad KUBO Robotics skal betale for at bruge en Arburg 320C i én time, men der gøres opmærksom på at denne pris kun illustrere den rene omkostning på produktionsudstyret alene. Når den endelige produktion opstartes, vil der være andre parametre der skal tages højde for, som råmateriale, løn til en eller flere operatører, nyt eller brugt produktionsudstyr, og eventuelt antal maskiner og matricer.

Machinery:	Arburg 320C	Number:	1	Pcs
Manufacturer (if relevant):	Arburg GmbH	Type (if relevant):	320C	
Space requirements m ² :	12	Power consumption :	23,9	kWh
		Initial cost:	50.000	€
		Depreciation period:	8	Years
Operator demand:	1,00	Hourly wage:	17	€
Additional equipment				
	Number	Type	Initial Cost €	
	1,0		50.000	€
	2,0		40.000	€
			-	€
Total initial cost of additional equipment			130.000	€
Salvage value				
	Machinery	10%	5.000	€
	Equipment	0%	-	€
Depreciation per year			21.875	€
Internal interest rate	10,00%	Internal rate of return	10.344	€
Sundries				
	Insurance	0,25%	325	€
	Maintenance	5%	6.500	€
	Oil ect.	75	75	€
	Power	0,3 € per kWh	5.378	€
	Rent	46 € per m ²	552	€
	Heating	10,52 € per m ²	126	€
Total expenditure per year			45.174	€
Utilized capacity hours	1.500	Available capacity hours	1.925	Hours
Average utilization ratio per machine			78	%
Machine cost per hour			30,1	€
Machine cost per hour, wage included			46,8	€

Hvis lønnen til operatøren medregnes, så ender den timebaseret omkostning for maskinen på 46,8€. Ovenstående skema viser altså den rene omkostning ved at opererer med én maskine i sin grundform.

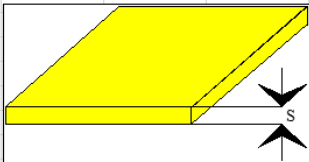
9.0 Kapacitetsanalyse.

9.1 Plasticproduktionen

I undervisningen *"Production planing and control"* blev det oplyst at når der sprøjtestøbes i ABS plast er der nogle ting der gør sig gældende, nemlig at smeltetemperaturen på ABS-plast er 240 grader celsius, hvilket betyder at materialet skal opvarmes til 240 grader før det er flydende nok til brug i produktionen. Den flydende plastic indsprøjtes i matricen, der har en arbejdstemperatur på 60 grader. Ved at matricen har en vis temperatur, modvirkes luftbobler i materialet, da den flydende plastic ikke bliver chok-nedkølet på grund af en kold støbeform. Når det indsprøjtede plastic er nedkølet til en temperatur på 95 grader, er det stabilt nok til udtagning fra matricen. Ved 95 grader er plasticdelene stadig varme nok til at de ikke binder sig til støbematricen, men omvendt kolde nok til at de ikke deformeres ved maskinel håndtering og opbevaring. Nedkølingstiden afhænger af materialets tykkelse og kan ikke påstås at have en ligefrem proportionel sammenhæng med nedkølingstiden, da denne stiger hurtigere end materialetykkelsen

Skemaet herunder kommer fra undervisningen *"Production Planning and Control"* Og er designet af lektor Poul Kyvsgaard Hansen, og har oprindeligt været brugt til at beregne nedkølingstiden af legoklodser.

Nedkølingstiden fra 240 grader til 95 grader, med en materialetykkelse på 3 millimeter (Se afsnit 2.2), er beregnet til at vare 10,08 sekunder.

Computation of cooling time for a plate shaped plastic part					
					
Change s-value !!					
Material	Melting Temp. °C	Cavity Temp °C	Demould. Temp. °C	Plate Thickness mm	Cooling Time sec
ABS	240	60	95	3	10,08
CA	210	50	98	1	1,46
CAB	210	30	78	1	1,25
PA 6	260	90	180	1	0,91
PA 66	285	80	180	1	1,02

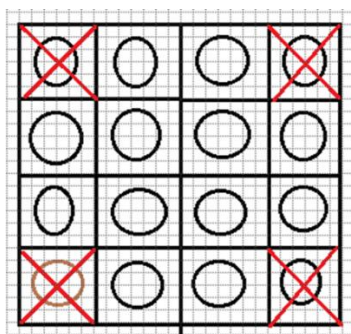
(Steger-Jensen 2016)

Uddrag af regneark der viser nedkølingstiden.

Hvis der tages udgangspunkt i virksomhedens eget ønske om at man i 2017 vil sælge minimum 250.000 KUBO robotter, og sammenkører denne oplysning med de data der kan hentes fra Arburgs materiale vedrørende tiden på de forskellige arbejdsprocesser i forbindelse med plasticstøbning med en Arburg 320C (Arburg, 270/320C Pdf u.d.) maskine, kan der foretages en beregning på hvor lang tid det vil tage at fremstille plasticdelene til den lille KUBO robot. Ifølge Arburg har 320C følgende procestider: **lukning af matrice- 1 sekund, støbning/injecering af plastic- 1,5 sekunder, åbning af matrice og udtagning af emne- 2,5 sekunder**. Disse data lægges sammen med beregningerne af nedkølingstiden

af 3 millimeter ABS-plastic fra 240°C til 95°C som er 10,08 sekunder. Resultatet giver altså en samlet arbejdsprocestid på **15,08 sekunder for én støbeprocess**.

Ud fra beregninger der sammenholder størrelsen på de ønskede plasticemner og den fysiske størrelse på støbematricen (Arburg, 270/320C Pdf u.d.), kan konkluderes at der er plads til 4,5 emner i længden, og 4,5 emner i bredden, altså **20,25** støbte plasticemner (matricen er 320mm lang og 320mm bred, hvert plasticemne er 70mm i længden og 70mm i bredden og der antages at alle robottens dele, på nær hjul, har samme dimensioner). Dette antal bygger udelukkende på matematiske beregninger, og det kan med ret stor sikkerhed påstås at det vil være besværligt, grænsende til det umulige, at støbe et halvt plastic emne. Et mere realistisk bud er, at der er plads til 4 emner i længden og 4 emner i bredden, i alt 16 emner. Men da der samtidig skal tages højde for selve matricens fysiske udformning og stabilitet, bør de fire hjørneemner fjernes, hvilket nedbringer det størst mulige antal støbte plasticemner til 12 stk. Se figur herunder.



Emnefordeling i støbematrice.

Det er altså muligt at støbe 12 plasticdele til KUBO robotten ad gangen, og som før beskrevet kan KUBO robottens hoveddele opdeles i tre forskellige kategorier –

1. Nedre krop, låg nedre krop samt overdel hoved, alle i samme farve. 3 dele. Anslået 3mm materialetykkelse.
2. Bund til hoved med sammenstøbte "øjne". Transparent farvet plastic. 1 del. Anslået 7mm materialetykkelse.
3. Hjul til robotten. Ens farve. 2 dele. Anslået 10mm materialetykkelse.



Ovenstående analyse af robottens plasticdele viser at det er nødvendigt at investere i mindst to separate støbematricer da der er tale om dele i forskellig farve, eller muligvis i tre matricer hvis man ønsker at effektivisere produktionen af dele.

De første dele der belyses nærmere, er **kategori 1**, nedre krop – låget til denne samt overdelen til hovedet. Der er i alt tale om tre forskellige plasticdele, og med viden om at der er plads til at støbe 12 dele i én støbeprocess, kan der støbes dele til fire separate robotter pr arbejdsproces, under forudsætning af, at man har investeret i en matrice der er fremstillet til formålet. Dernæst har beregninger vist at hver støbeprocess tager 15,08 sekunder. Resultatet heraf er at det er muligt at fremstille **2864** plasticdele på en time af 3600 sekunder, da der kan produceres 12 dele ad gangen og processen gentages 238,73 gange i timen. **2864 kategori 1 dele er nok til 954 separate robotter.**

Den samme beregning foretages på både kategori 2 og kategori 3 delene, og resultatet er at der på én time fremstilles følgende:

Kategori 2 dele: Bund til hovedet med øjne i transparent ABS-plast. Denne del har en materialetykkelse på anslået 7mm, hvilket giver en beregnet nedkølingstid på 54,88 sekunder. Sammenlagt med tiden for den øvrige maskinelle støbeprocess, giver det en samlet procestid for kategori 2 dele på **59,88 sekunder**. På en time a 3600 sekunder, gentages arbejdsprocessen altså **60,12 gange**. Der kan som før oplyst produceres 12 enkelte plasticdele i hver arbejdsgang, og sammenlagt med antal arbejds gange pr time giver dette i alt 721,44 dele. Rundet ned, kan der altså produceres **721 kategori 2 dele i timen, hvilket er nok til 721 robotter.**

Kategori 3 dele: Hjul, 2 stk. pr robot. Materialetykkelse på 10 millimeter, som giver en beregnet nedkølingstid på 112 sekunder. Sammenlagt med tiden for den øvrige maskinelle støbeprocess, giver det en samlet procestid for kategori 3 dele på 117 sekunder. På en time gentages arbejdsprocessen derfor **30,77 gange**. Der kan som tidligere oplyst produceres 12 enkeltkomponenter pr arbejds gang, og sammenlagt med antal arbejds gange pr time giver dette i alt 369,24 enkeltdele. Rundet ned kan der produceres **369 hjul i timen**. Da hver robot har to hjul, produceres der derfor hjul til **i alt 184,5 robotter på én time**. Det kan derfor konkluderes at der på én time a 3600 sekunder kan produceres følgende:

Kategori 1 dele. Krop + hoved.	Antal enkeltdele:	Antal robotter:
Pr. arbejdsgang: 15,08 sek.	12	4
Pr time. 3600 sek.	2864	954

Kategori 2 dele. Bund Hoved	Antal enkeltdele:	Antal robotter:
Pr. arbejdsgang: 59,88 sek.	12	12
Pr. time: 3600 sek.	721	721

Kategori 3 dele. Hjul.	Antal enkeltdele:	Antal robotter:
Pr. arbejdsgang: 117 sek.	12	6
Pr. time: 3600 sek.	369	184,5

Produceret pr time:	Til antal robotter
Hjul	184,5 stk.
Bund til hovedet med øjne i transparent ABS-plast.	721 stk.
Nedre krop – låget til denne samt overdelen til hovedet.	954 stk.

Ovenstående skema viser hvor meget maskinen kan producere i sin grundform, men det viser ikke den nødvendige faktiske produktion.

9.2 Den reelt nødvendige produktion.

Som det ses i ovenstående tabeller, er der stor forskel på hvor mange robotter der kan produceres enkeltdele til pr arbejdsgang. Dette skyldes den store forskel i nedkølingstiden for de enkelte plasticke komponenter, da disse har stor variation i materialetykkelsen. Men man kan nu sige noget om hvad én enkelt Arburg 320C plasticstøbemaskine kan producere på en time. Dette antal producerede enheder pr time kan derved bruges til at identificere den nødvendige produktionstid der kræves for at skulle producere det indledende ønskede antal på 250.000 robotter på et år. Hvis der tages udgangspunkt i den langsomste produktion som er hjulene, ville det tage 1355 timer at producere plasticdele nok til 250.000 robotter. Opstillet på listeform ser resultatet således ud:

- Hjul til 250.000 robotter: 1355 timer.
- Bund til hoved af transparent ABS-plast: 346,7 timer.
- Nedre krop – låg til denne samt overdelen til hovedet: 262 timer.

Samlet set ville plasticproduktionen til 250.000 robotter derfor tage 1963,7 timer ved kontinuerlig produktion og én maskine til rådighed, dette svarer til 81,8 hele dage. Tallet er teoretisk da det ikke er praktisk muligt at producere dele kontinuerligt i 24 timer i døgnet. Den faktiske produktionstid er nærmere 5,1 timer om dagen, hvis der ikke arbejdes i holdskifte, da den faktiske maskinelle udnyttelsesgrad tidligere blev beregnet til 78%. Dette

skyldes som beskrevet at der går tid med vedligehold, fejlretning og opstilling af matricer. Den efterfølgende beregning viser hvor mange arbejdsdage det reelt set vil tage at producere delene til det ønskede antal robotter:

- Hjul til 250.000 robotter: 1355 timer = 237,7 arbejdsdage.
- Bund til hoved af transparent ABS-plast: 346,7 timer = 60,82 arbejdsdage.
- Nedre krop – låge til denne samt overdelen til hovedet: 262 timer = 46,96 arbejdsdage.

Derved kan konkluderes at den samlede produktionstid er 345,48 arbejdsdage, som er nødvendige for at producere plastickomponenter til 250.000 robotter på én Arburg 320C plasticstøbemaskine. Og da et normalt arbejdsår udgør ca. 220 arbejdsdage når ferie, helligdage og weekender er fratrasket, kan det påstås at den faktiske produktionstid af plastickomponenter nærmer sig halvandet år. Dette er et problem hvis man skal ramme det ønskede minimum antal robotter på et år, og problemet bliver ikke mindre i takt med at virksomheden ekspandere og udvider markedet. Hvis KUBO Robotics skulle være så heldige at have en vækst på 20% om året, så vil antallet af robotter hurtigt stige til 300.000 året efter og endnu mere i de efterfølgende år. Derfor vil det være fornuftigt at medtage denne vækst i beregningerne allerede nu, således at man kan nå at imødekomme den øgede mængde robotter der måtte komme.

For at nedbringe antallet af produktionsdage der kræves for at producere dele til 250.000 robotter, fra 345,48 arbejdsdage, til et antal der kan ligge indenfor et år, er der flere forskellige parametre der kan skrues på. Men fælles for alle disse parametre er at det vil koste yderligere investeringer i virksomheden. Det første der kan undersøges er, om man burde have en produktion der kører i holdskifte, dvs. at produktionen kører længere end den enkelte medarbejders arbejdstid er. Det antages derfor at der køres i to-holds skifte, hvilket betyder at der er medarbejdere på arbejde i 14,8 timer dagligt i stedet for 7,4 timer dagligt. I tidligere afsnit blev det beskrevet at den daglige produktionstid reelt blev nedsat fra 7,4 timer til 5,1 timer på grund af ting som opstart, nedlukning og vedligehold. Altså en daglig reduktion på 2,3 timer hvilket svarer til en maskinel udnyttelse på 78%. Hvis der køres i to-hold skift ville man stadig have daglig opstart, nedlukning og vedligehold af maskiner, og denne tid ville være den samme som ved produktion uden holdskifte, altså 2,3 timer dagligt. Men den store forskel er nu at produktionen kører dobbelt tid på én dag, dvs. 14,8 timer i stedet for 7,4 timer - 14,8 timer fratrukket vedligehold etc. giver 12,5 timers effektiv produktion dagligt.

Regnestykket ser således ud, at det dobbelte af 1924 timer årligt er 3.848 timer årligt. Dette giver en ugentlig arbejdstid på 74 timer, eller 14,8 timer dagligt. 14,8 timer fratrukket det daglige vedligehold etc. giver en daglig effektiv arbejdstid på 12,5 timer, eller svarende til en årlig effektiv arbejdstid på 3.250 timer. Indsat i regnearket for "*Hourly machine costs*" betyder dette, både at udnyttelsesgraden stiger fra 78% til 84%, og at den timebaserede omkostning falder fra 46,8€ til 32,5€, hvilket er et betydeligt fald på 14,8€ i timen.

I skemaet på efterfølgende side, ses det at der stadig kun er opgivet én operatør der koster 17€ i timen, selv om der i virkeligheden er 2 når der køres i toholdsskift, men da de to ikke er på arbejde samtidig, er det ikke nødvendigt at anfører at maskinen kræver 2 operatører. Samtidig er der i understående skema kun medregnet investering i én sprøjtestøbematrice, bestående af to halvdele, til en samlet pris på 80.000€. Dette antal og pris er noget misvisende, da det er nødvendigt med flere forskellige matricer for at være i stand til at producere de ønskede plastikomponenter.

Machinery:	Arburg 320C	Number:	1	Pcs
Manufacturer (if relevant):	Arburg GmbH	Type (if relevant):	320C	
Space requirements m ² :	12	Power consumption :	23,9	kWh
		Initial cost:	50.000	€
		Depreciation period:	8	Years
Operator demand:	1,00	Hourly wage:	17	€
Additional equipment				
	Number	Type	Initial Cost €	
	1,0		50.000	50.000 €
	2,0		40.000	80.000 €
			-	€
Total initial cost of additional equipment			130.000	€
Salvage value				
	Machinery	10%	5.000	€
	Equipment	0%	-	€
Depreciation per year			21.875	€
Internal interest rate		10,00%	Internal rate of return	
			10.344	€
Sundries				
	Insurance	0,25%	325	€
	Maintenance	5%	6.500	€
	Oil ect.	75 €	75	€
	Power	0,3 € per kWh	11.651	€
	Rent	46 € per m ²	552	€
	Heating	10,52 € per m ²	126	€
Total expenditure per year			51.448	€
Utilized capacity hours		3.250	Available capacity hours	3.848 Hours
Average utilization ratio per machine			84	%
Machine cost per hour			15,8	€
Machine cost per hour, wage included			32,5	€

Når der produceres i toholdsskift, er det derved muligt at producere den ønskede mængde plastickomponenter hurtigere end tidligere beregnet, da arbejdsdagens længde er øget fra 5,1 faktiske produktionstimer til 12,5 faktiske produktionstimer. Derfor kommer det efterfølgende regnestykke til at se således ud_

- Hjul til 250.000 robotter: 1355 timer = (Før 237,7 arbejdsdage) nu 108,4 arbejdsdage.
- Bund til hoved: 346,7 timer = (Før 60,82 arbejdsdage) nu 27,7 arbejdsdage.
- Nedre krop + hoved: 262 timer = (Før 46,96 arbejdsdage) nu 20,96 arbejdsdage.

Som det ses ovenstående, er antallet af arbejdsdage der kræves for at producerer plastickomponenterne til 250.000 robotter mere end halveret. Man er gået fra at skulle bruge samlet 345,48 dage, til nu at kunne gøre det samme arbejde på 157 arbejdsdage, hvilket er en reduktion i antal dage med mere end 50%. Man skal dog her være opmærksom på, at selv om den timebaserede omkostning på plasticstøbmaskinen er faldet, så er lønudgifterne til operatører fordoblet da der nu bliver arbejdet 3.848 timer årligt i stedet for 1.924 timer, dog er der kun én operatør på arbejde ad gangen, derfor den reducerede timeomkostning.

Problemet med dette regnestykke er at det ikke tager højde for produktionsflowet, forstået på den måde at på papiret produceres alle hjul af én gang, dernæst bund til hoved for til

sidst af producere selve robottens krop. Dette er i den virkelige verden ikke særlig hensigtsmæssigt da der derved ikke ville kunne samles nogen robotter før end at man havde påbegyndt produktionen af den sidste plasticdel til robotten. For at imødekomme dette problem, er det nødvendigt, enten at opdele den daglige produktion i etaper, således at der produceres dele i alle tre kategorier, eller overveje om der skal investeres i en plasticstøbemaskine mere. Hvis det første scenarie vælges, vil der opstå en lavere effektiv arbejdstid, da der skal mere omstilling til på selve maskinen i forbindelse med skift af råvare og støbematrice. Dette betyder at den overordnede maskineffektivitet falder igen. Hvis det andet scenarie vælges, vil der skulle investeres betydelige midler i en ekstra sprøjtestøbningsmaskine. Med hensyn til matricer, så vil virksomheden allerede have investeret i 3 sæt matricer, da man skal producere 3 forskellige komponenter og fordi det er en rigtig god ide at have en backup matrice til hver komponent.

9.3 Den reelle timepris for den nødvendige produktion.

Det blev tidligere identificeret at der skal støbes 3 forskellige kategorier af plasticdele. For at gøre dette er det nødvendigt at investere i 3 forskellige støbematricer, hver bestående af 2 halvdele. Og for at sikre sit fremtidige produktions flow bør man investere i yderligere 1 matrice pr kategori som backup. Dette betyder, at for at være i stand til at producere de ønskede komponenter, og kunne garantere et fornuftigt produktionsflow, så skal der investeres i, i alt 6 separate sprøjtestøbematricer bestående af hver 2 halvdele, dvs. i alt 12 matricedele a 40.000€ pr. stk. Dernæst skal det overvejes om virksomheden bør investere i en ekstra Arburg 320C sprøjtestøbemaskine, således at man kan dele den samlede produktion ud på flere maskiner og samtidig imødekomme den fremtidige forøgede produktion. Det er før oplyst at en Arburg 320C koster ca. 50.000€, og indført i skemaet sammen med de ekstra matricer ser resultatet således ud:

Machinery:	Arburg 320C	Number:	2 Pcs
Manufacturer (if relevant):	Arburg GmbH	Type (if relevant):	320C
Space requirements m ² :	24	Power consumption :	23,9 kWh
		Initial cost:	50.000 €
		Depreciation period:	8 Years
Operator demand:	1,00	Hourly wage:	17 €
Additional equipment			
	Number	Type	Initial Cost €
	2,0		50.000
	12,0		40.000
			100.000 €
			480.000 €
			- €
Total initial cost of additional equipment			580.000 €
Salvage value			
	Machinery	10%	5.000 €
	Equipment	0%	- €
Depreciation per year			78.125 €
Internal interest rate	10,00%	Internal rate of return	35.656 €
Sundries			
	Insurance	0,25%	1.450 €
	Maintenance	5%	29.000 €
	Oil ect.	75 €	75 €
	Power	0,3 € per kWh	11.651 €
	Rent	46 € per m ²	1.104 €
	Heating	10,52 € per m ²	252 €
Total expenditure per year			157.314 €
Utilized capacity hours	3.250	Available capacity hours	3.848 Hours
Average utilization ratio per machine			84 %
Machine cost per hour			48,4 €
Machine cost per hour, wage included			65,1 €

Det ses nu at den reelle totale maskinpris pr time, inkl. operatørlønninger og ekstra matricer ender på i alt 65,1€ eller omkring 500 kroner i timen. Samtidig ses det at der skal fortages en udbetaling på 580.000€, eller svarende til 4,4 millioner danske kroner før end at den egentlige produktion kan starte op.

9.4 Produktion med to maskiner.

Når der er to maskiner til rådighed, vil det være nemmere at skabe et kontinuerligt flow i produktionen af plasticdele, dog skal man passe på at den overskydende kapacitet bliver udnyttet bedst muligt. Det ville være smartest at producere de dele der har den længste produktionstid på en maskine for sig selv, og lade resten deles om en anden maskine. Ulempen er at den enkelte maskine får en lavere udnyttelse. Det antages i understående eksempel at robotens hjul, som har den længste produktionstid, produceres på sin egen maskine, og resten af delene produceres på den anden maskine. Derudover antages det at der ikke arbejdes i holdskift og at én operatør kan passe to maskiner samtidig. Nedenstående skema viser beregningerne af produktionen med to maskiner.

Machinery:	Arburg 320C	Number:	1	Pcs
Manufacturer (if relevant):	Arburg GmbH	Type (if relevant):	320C	
Space requirements m ² :	12	Power consumption :	23,9	kWh
		Initial cost:	50.000	€
		Depreciation period:	8	Years
Operator demand:	1,00	Hourly wage:	9	€
Additional equipment				
	Number	Type	Initial Cost €	
	1,0		50.000	50.000 €
	4,0		40.000	160.000 €
				- €
Total initial cost of additional equipment			210.000	€
Salvage value				
	Machinery	10%	5.000	€
	Equipment	0%	-	€
Depreciation per year			31.875	€
Internal interest rate	10,00%	Internal rate of return	14.844	€
Sundries				
	Insurance	0,25%	525	€
	Maintenance	5%	10.500	€
	Oil ect.	75 €	75	€
	Power	0,3 € per kWh	4.858	€
	Rent	46 € per m ²	552	€
	Heating	10,52 € per m ²	126	€
Total expenditure per year			63.355	€
Utilized capacity hours	1.355	Available capacity hours	1.924	Hours
Average utilization ratio per machine			70	%
Machine cost per hour			46,8	€
Machine cost per hour, wage included			55,3	€

Som det ses, er operatørens løn opgivet til det halve da han nu passer 2 maskiner samtidig. Det ses også at det tilrådelige antal årlige timer er faldet til 1924, da det ikke længere er nødvendigt at arbejde i holdskift. Dernæst blev det tidligere beregnet at det ville tage 1355 timer at producere hjul til 250.000 robotter, dette timetal er indsat i feltet udnyttet kapacitet. Det samlede resultat lyder at det koster i alt 55,3€ (420,28 kroner) i timen at producere 500.000 hjul. Det er også værd at bemærke at maskinens generelle udnyttelsesprocent er faldet til 70.

Hvis det samme regnestykke foretages på de resterende dele, der har en samlet kombineret produktionstid på 608,7 timer, ser skemaet således ud:

Machinery:	Arburg 320C	Number:	1	Pcs
Manufacturer (if relevant):	Arburg GmbH	Type (if relevant):	320C	
Space requirements m ² :	12	Power consumption :	23,9	kWh
		Initial cost:	50.000	€
		Depreciation period:	8	Years
Operator demand:	1,00	Hourly wage:	9	€
Additional equipment				
	Number	Type	Initial Cost €	
	1,0		50.000	50.000 €
	8,0		40.000	320.000 €
				- €
Total initial cost of additional equipment				370.000 €
Salvage value				
	Machinery	10%		5.000 €
	Equipment	0%		- €
Depreciation per year				51.875 €
Internal interest rate	10,00%	Internal rate of return		23.844 €
Sundries				
	Insurance	0,25%		925 €
	Maintenance	5%		18.500 €
	Oil ect.	75 €		75 €
	Power	0,3 € per kWh		2.182 €
	Rent	46 € per m ²		552 €
	Heating	10,52 € per m ²		126 €
Total expenditure per year				98.079 €
Utilized capacity hours	609	Available capacity hours	1.924	Hours
Average utilization ratio per machine				32 %
Machine cost per hour				161,1 €
Machine cost per hour, wage included				169,6 €

Den timebaserede produktionsomkostning er nu steget markant til 169,6€ (1289 kroner) i timen for at producere de resterende dele der kræves for at kunne samle 250.000 robotter, samtidig med at maskinudnyttelsen er faldet til 32%. Med al tydelighed vises at den overskydende maskinkapacitet er dyr. Den samlede produktion på to maskiner vil derefter koste 225€ (1710 kroner) pr time. Dette er vel og mærke uden at materialeprisen er medregnet.

9.5 Et tredje scenarie.

Hvis ovenstående beregning er for voldsom, undersøges her et tredje scenarie. Det antages at der kun arbejdes med én maskine, og at der arbejdes i toholdsskift. Dette betyder at der er ansat to maskinoperatører. Det første skiftehold står udelukkende for produktionen af den del der har længst produktionstid, hjulene. Det næste skiftehold arbejder med produktionen af de resterende dele, altså 50% den ene og 50% den anden del. Det betyder at det er nødvendigt at foretage et ekstra matriceskift og indkøring på samme skiftehold.

Det første skiftehold arbejder 7,4 time på et skift, dette betyder en effektiv arbejdstid på 5,1 timer pr skift. Det næste skiftehold arbejder ligeledes 7,1 timer, men da der skal foretages et matriceskift midt i arbejdstiden, reduceres deres effektive arbejdstid fra 5,1 timer til 4,5 timer (et matriceskift kan foretages på ca. 40 minutter (0,6 time)). Hvis de 4,5 timer skal opdeles i to produktioner, betyder det at hver produktionskørsel har 2,25 timers effektivt arbejde. Resultatet for timeantallet er derfor at der dagligt er en effektiv produktionstid på 9,6 timer, hvis der skal produceres 3 forskellige plastickomponenter, på samme maskine i 2-hold skift. Den effektive daglige produktionstid er derfor faldet fra 12,5 timer til 9,6 timer fordi der er indlagt to ekstra matriceskift samt nødvendig opstartstid og vedligehold, på en arbejdsdag. Dette kan illustreres med følgende skema:

Machinery:	Arburg 320C	Number:	1	Pcs
Manufacturer (if relevant):	Arburg GmbH	Type (if relevant):	320C	
Space requirements m ² :	12	Power consumption :	23,9	kWh
		Initial cost:	50.000	€
		Depreciation period:	8	Years
Operator demand:	1,00	Hourly wage:	17	€
Additional equipment				
	Number	Type	Initial Cost €	
	1,0		50.000	50.000 €
	12,0		40.000	480.000 €
				- €
Total initial cost of additional equipment				530.000 €
Salvage value				
	Machinery	10%		5.000 €
	Equipment	0%		- €
Depreciation per year				71.875 €
Internal interest rate	10,00%	Internal rate of return		32.844 €
Sundries				
	Insurance	0,25%		1.325 €
	Maintenance	5%		26.500 €
	Oil ect.	75 €		75 €
	Power	0,3 € per kWh		8.948 €
	Rent	46 € per m ²		552 €
	Heating	10,52 € per m ²		126 €
Total expenditure per year				142.245 €
Utilized capacity hours	2.496	Available capacity hours	3.848	Hours
Average utilization ratio per machine				65 %
Machine cost per hour				57,0 €
Machine cost per hour, wage included				74,0 €

Des ses nu at den samlede timepris er nede på 74€, uden plastic, men for produktion af samtlige dele på samme maskine, opdelt i fornuftig komponentfordeling og med løn til to operatører der arbejder i 2-hold skift. De ses også at udnyttelsesprocenten af maskinen

ender på 65%. Dette er baseret på at der produceres effektivt i det til rådigheds-værende timeantal på 2.496 timer, som er resultatet af et fald fra 12,5 til 9,4 timer. Tidligere beregninger viste at det tog 1963,7 timer at producere det samlede antal plastickomponenter til brug i 250.000 robotter. De 1963 timer var for meget hvis der ikke blev arbejdet i holdskift. Den samlede plasticproduktion ville da tage mere end et helt arbejdsår på 1924 timer, til gengæld havde man en ret høj udnyttelsesprocent af maskinen. Hvis det samlede antal krævede produktionstimer, indsættes i skemaet, men med betingelserne for 2-holds skift og produktion af alle komponenter på samme maskine, falder den faktiske udnyttelse til 51% og en samlet udgift pr produktionstime på 88,5€ (673 kroner), inklusive operatørlønninger men stadig uden omkostningerne til råmaterialet.

Machinery:	Arburg 320C	Number:	1	Pcs
Manufacturer (if relevant):	Arburg GmbH	Type (if relevant):	320C	
Space requirements m ² :	12	Power consumption :	23,9	kWh
		Initial cost:	50.000	€
		Depreciation period:	8	Years
Operator demand:	1,00	Hourly wage:	17	€
Additional equipment				
	Number	Type	Initial Cost €	
	1,0		50.000	50.000 €
	12,0		40.000	480.000 €
				- €
Total initial cost of additional equipment			530.000	€
Salvage value				
	Machinery	10%	5.000	€
	Equipment	0%	-	€
Depreciation per year			71.875	€
Internal interest rate	10,00%	Internal rate of return	32.844	€
Sundries				
	Insurance	0,25%	1.325	€
	Maintenance	5%	26.500	€
	Oil ect.	75 €	75	€
	Power	0,3 € per kWh	7.041	€
	Rent	46 € per m ²	552	€
	Heating	10,52 € per m ²	126	€
Total expenditure per year			140.338	€
Utilized capacity hours	1.964	Available capacity hours	3.848	Hours
Average utilization ratio per machine			51	%
Machine cost per hour			71,5	€
Machine cost per hour, wage included			88,5	€

Den lave udnyttelsesprocent er dyr at have, men til gengæld giver det plads til at kunne øge produktionen i årene fremover uden at skulle investere i en ekstra sprøjtestøbemaskine.

Oplistet mod hinanden kommer de beskrevne scenarier til at se således ud:

1. Arburg 320C i ren drift. Ikke holdskift men på fuld tid. 1 matrice. 46,8€
2. Arburg 320C i ren drift. 2-holds skift. 1 matrice. 32,5€

3. Ren timepris for produktion med 2 maskiner i 2-holds skift og 12 matricer med teoretisk fuld udnyttelse: 65,1€
4. Faktisk timepris for produktion med 2 maskiner i 2-holds skift og 12 matricer med faktisk udnyttelsesprocent på 70% og 32%: 225€
5. Faktisk timepris for produktion med 1 maskine i 2-holds skift og 12 matricer. Med indlagt ekstra matriceskift og deraf produktion af alle komponenter på samme maskine. Lavere udnyttelsesgrad på 51% pga. overskydende kapacitet: 88,5€

Det kan altså rimeligt begrundes at en teoretisk timepris på plasticproduktion med Arburg 320C sprøjtestøbmaskiner kan antages at koste mellem 65,1€ og 225€, eller omregnet – mellem 494,76 kroner og 1710 kroner i timen, alt efter hvilke scenarie der bruges. Dertil skal der investeres betydelige beløb i materiel, mellem 530.000€ og 580.000€ svarende til mellem 4 og 4,4 millioner danske kroner før at man overhovedet kan begynde at producere sine egne plasticdele, igen alt efter hvilket scenarie der benyttes, og det er ikke på grund af den ekstra maskine at startprisen er så høj som den er, det er på grund af matricerne, og uanset hvilket scenarie der vælges, er det nødvendigt at investere i 6 sæt matricer, i alt 12 halvdele af hver 40.000€.

9.6 Faktisk timepris med plasticgranulat.

Alle ovenstående beregninger og scenarier er uden prisen på det materiale der skal bruges i denne plasticproduktion. Materialeprisen skal naturligvis lægges på den faktiske timepris, som er prisen for en times produktion med førnævnte sprøjtestøbnings materiel. Denne pris skal derefter sammenregnes med prisen for den endelige slutmontage af robotterne, som beregnes i efterfølgende afsnit.

Hvad koster ABS-plastic? Prisen er i undervisning opgivet til 1,87€ pr. kilo plasticgranulat, og tidligere i afsnittet blev der givet et kvalificeret bud på hvad de enkelte dele af KUBO robotten vejede. Samtidig antages det at plasticgranulatet har samme pris uanset hvilken farve det ønskes leveret i. Robotens vægt er som følger:

- Vægt krop (kun plasticdele) 60 gram.
- Vægt hoved (kun plasticdele) 50 gram, her af transparent bund med øjne 15 gram.
- Hjul vægt: 20 gram pr stk.
- Robotens samlede vægt inklusive elektronik og batteri: 400 gram. Heraf 150 gram plastic.

Det er altså oplyst at der i hver robot antageligt er anvendt 150 gram ABS-plastic, og der er, ifølge KUBO Robotics direktør Tonny Outzen, et ønske at sælge 250.000 enkelt KUBO robotter i året 2017. Dette betyder at der er behov for 250.000 x 150 gram ABS-plasticgranulat, eller det der svarer til 37.500 kilo ABS-plasticgranulat. Hvis hvert kilo ABS-plastic koster 1,87€, så ender prisen for 37½ tons plastic på 70.125€, eller hvad der svarer til 532.950 kroner for det materiale der kræves til produktionen af 250.000 KUBO robotter. Tidligere blev det også oplyst at hver KUBO robot sandsynligvis består af i alt 6 plasticdele,

hvilket er ensbetydende at der skal fremstilles i alt 1.500.000 separate plasticdele. Dette er ensbetydende med at hver plasticdel i gennemsnit koster 0,047€, eller svarende til ca. 35,53 øre pr. stk.

Ovenstående stk. pris er ikke retvisende da ikke alle delene vejer det samme. Fordelt pr. kategori af dele ser regnestykket således ud.

Hjul: Der kan produceres 369 hjul i timen. Hvert hjul vejer 20 gram, hvilket er ensbetydende med at der bruges 7,38 kilo ABS-plastic i timen. Hvert produktionsskifte tager 7,4 timer, men der arbejdes kun effektivt i samlet 5,1 time pr. skifte. På de 5,1 times effektiv arbejdstid kan der altså produceres 1881,9 hjul. Hvis dette antal fordeles ud på et helt skifte, bliver resultatet at der gennemsnitligt produceres 254,31 hjul i timen. Vægten af disse hjul er $254,31 \text{ stk} \cdot 0,020 \text{ g} = 5,08$ kilo plastic i timen, og det vides fra tidligere at ABS-plastic koster 1,87€ pr. kilo, hvilket giver at materialeprisen for én times produktion af hjul er lig med 9,54€. Da kan det beregnes at den gennemsnitlige materialepris for 7,4 timers produktion ligger på 70,38€.

Kort fortalt så koster 7,4 timers produktion af hjul til KUBO robotten, 70,38€

Ligeledes kan det beregnes hvad produktionen af de øvrige komponenter til robotten koster i plasticmateriale, dog skal der her gøres opmærksomhed på at der er et parameter der skal tages højde for. Det første parameter er, at der på et skifte af samlet 7,4 timers arbejdstid produceres to forskellige kategorier af dele til robotten. Det næste er at resultaterne fra 1. skifte skal lægges sammen med resultatet fra 2. skifte, for at finde gennemsnittet af prisen for brugt materiale på et helt produktionsdøgn af 2 holdskifte.

Med disse forhold kan resultaterne fra 2. skifte udregnes:

Andet skifte udgøres, ligeledes 1. skifte, af 7,4 timers total arbejdstid. De to kategorier der produceres, produceres på præcis halvdelen af skiftet hvilket udgør 3,7 timer. Af de 3,7 timers produktionstid der er til rådighed, er det kun 2,25 timer der er effektiv arbejdstid. Det vil sige at hver kategori produceres effektivt i 2,25 timer.

Kategori 1 dele, som er overdel hoved, krop samt låg til krop, kan som før oplyst, produceres i et antal på 2.864 dele på én time. Da produktionen kører effektivt i 2,25 time, kan der altså fremstilles 6.444 separate dele af kategori 1. Ligeligt fordelt over samlet 3,7 timers arbejdstid, giver det en gennemsnitlig produktion på 1.741,62 dele i timen. Det er tidligere beregnet at hver kategori 1 del gennemsnitligt vejer 31,66 gram stykket, hvilket giver et gennemsnitligt plasticforbrug på 55,13 kilo pr time i 3,7 timer, eller samlet set 204 kilo plastic på et halvt skifte. 204 kilo plastic koster 381,50€.

Den anden halvdel af denne produktionsrunde er produktionen af kategori 2 delen, den transparente bund til selve hovedet. Denne produceres ligeledes i 2,25 timer og der kan laves 721 stk. i timen. Dette giver i alt 1.622,25 stk. der fordeles over i alt 3,7 timers arbejde, resultatet er at der produceres gennemsnitligt 438,44 stk. i timen. Hver del vejer 15 gram, så der skal altså bruges samlet 6,58 kilo plastic i timen. På en samlet arbejdstid af 3,7 timer giver dette i alt 24,33 kilo plastic af 1,87€ pr. kilo, hvilket giver en totalpris på plastic brugt til denne del på 45,50€.

Det kan derfor konkluderes at der samlet set bruges 228,33 kilo plastic på det skifte der producere kategori 1 og 2 dele, hvilket giver en total materialepris på 427€

Materialeprisen for produktionen af 1. og 2. skifte sammenlagt giver 497,35€, og når beløbet uddeles over et produktionsdøgn af 14,8 arbejdstimer, får man en gennemsnitlig materialepris på 33,60€ i timen.

Resultatet af udregningen af den gennemsnitlige materialepris over et produktionsdøgn skal herefter sammenlægges med den timebaserede omkostning på 88,50€ for selve plasticproduktionen, dvs. maskine, matricer vedligehold og operatørlønninger. Udregningen ser således ud: 88,50€ for én times produktion sammenlagt med 33,60€, som er den gennemsnitlige materialeomkostning pr. time. Resultatet bliver at den samlede produktion alt inklusiv koster gennemsnitligt 122,10€ for én times plasticproduktion.

9.7 Delkonklusion plasticproduktion.

Gennem analyse af KUBO robotten er det blevet identificeret hvilke dele den består af, og deraf hvilke dele som KUBO Robotics selv kan producere, hvis virksomheden ønsker at opstarte en egenproduktion af plasticdelene tilhørende robotten. Robotten består af i alt 6 plasticdele, der kan deles op i tre separate kategorier:

1. Nedre krop, låg nedre krop samt overdel hoved, alle i samme farve. 3 dele. Anslået 3mm materialetykkelse.
2. Bund til hoved med sammenstøbte "øjne". Transparent farvet plastic. 1 del. Anslået 7mm materialetykkelse.
3. Hjul til robotten. Ens farve. 2 dele. Anslået 10mm materialetykkelse.



Det anbefales at der til fremstillingen anvendes en sprøjtestøbningsmaskine af typen Arburg 320C der i sin rene opsætning er i stand til at producerer de emner der er oplistet på understående lister, under forudsætning af at der bliver investeret i en matrice der er specialfremstillet til netop de dele robotten indeholder.

Kategori 1 dele. Krop+hoved. Låg til krop.	Antal enkeltdele:	Antal robotter:
Pr. arbejdsgang: 15,08 sek.	12	4
Pr time: 3600 sek.	2864	954

Kategori 2 dele. Bund Hoved	Antal enkeltdele:	Antal robotter:
Pr. arbejdsgang: 59,88 sek.	12	12
Pr. time: 3600 sek.	721	721

Kategori 3 dele. Hjul.	Antal enkeltdele:	Antal robotter:
Pr. arbejdsgang: 117 sek.	12	6
Pr. time: 3600 sek.	369	184,5

For at producere robottens dele er analysen kommet frem til at der skal investeres i minimum tre separate matricer, hver bestående af to halvdele. Den anslåede pris for matricen er 80.000€, hvilket giver en indgangspris på 240.000€. Matricens pris begrundes med at den er et stykke ultra specialiseret værktøj, der er specifikt fremstillet til produktion af plasticdele til netop KUBO robotten. Selve produktionen af en matrice er et stykke højt specialiseret arbejde, der skal udføres af uddannet personale, samtidig med at udviklingsarbejdet er meget tidskrævende og udføres med højpræcisionsværktøj.

Da hele KUBO Robotics fremtidige produktion, og derfor virksomhedens overlevelse, afhænger af at virksomheden er i stand til at producere de rigtige dele, til de rigtige tidspunkter, ville det være af katastrofal karakter hvis virksomheden skulle undvære matricer

til plasticproduktion. Matricer er en sliddel der skal serviceres med jævne mellemrum, og samtidig kan der opstå defekter i selve matricen. Derfor har en sådan en egentlig udløbsdato, den holder ikke evigt. Det anbefales derfor generelt, at virksomheder der gør brug af denne type værktøjer investerer i flere matricer af samme type. Altså anbefales det at man er i besiddelse af en backup matrice, der kan indsættes når den første skal serviceres eller repareres. I KUBO Robotics tilfælde vil det betyde at man bør investere i samlet set 6 komplette matricesæt, i alt 12 matricehalvdele af 40.000€ pr. stk. Dette kræver en større investering i produktionen, men den anses for nødvendig for at opretholde virksomhedens produktion, og i sidste ende, virksomhedens overlevelse. Den samlede investering rammer derfor 480.000€

Gennem analyse af flere forskellige produktionsscenarier, er det fremkommet at det mest optimale scenarie til fremstilling og produktion af plasticdele består af følgende:

Produktion med 1 maskine i 2-holds skift og daglig brug af 3 forskellige matricer (der er investeret i samlet set 6). Med indlagt ekstra matriceskift, i alt 3 skift på et døgn, og deraf produktion af alle komponenter på samme maskine. Lavere udnyttelsesgrad på 51% pga. overskydende kapacitet. Timeprisen for dette scenarie ender samlet set på 88,5€ i timen, uden plasticmateriale til produktion. Den lave udnyttelsesgrad skyldes at der er indlagt ekstra matriceskift, med deraf medfølgende vedligehold, rens og indkøring af nyt emne.

Analysen fremkom også med andre scenarier hvoraf det billigste, med den højeste maskinelle udnyttelsesprocent, ikke ville være i stand til at kunne levere det ønskede antal dele til de ønskede tidspunkter, og det dyreste der inkluderede arbejde på 2 maskiner, ville have en så lav udnyttelsesprocent der på ingen måde kunne forsvare de 225€ som scenariet ville koste i ren maskinpris.

En beregning af den mængde ABS-plasticgranulat, nødvendig for at producere dele til 250.000 KUBO robotter viste at dette kræver 37.500 kilo ABS-plasticgranulat. Med en kilopris på 1,87€, vil den samlede pris for råmaterialet være 70.125€, eller 532.950 danske kroner. Dette betyder at den gennemsnitlige råvarepris pr del ligger på 0,047€, eller godt 35,53 øre pr. stk. 250.000 robotter indeholder i alt 1.500.000 separate plasticdele, og ved beregninger af den gennemsnitlige daglige produktion ud fra det anbefalede produktionsscenarie, fremkom det at den gennemsnitlige timebaserede materialepris rammer 33,60€, og når prisen for råmaterialerne bliver pålagt den samlede maskinelle timepris som blev beregnet til 88,5€, bliver resultatet at den samlede totale omkostning for én times plasticproduktion ender på **122,10€**.

10.0 Samling af robotten.

Når alle robottens plasticdele er støbt, er næste skridt at samle robotten. Dette kan forgå på flere forskellige måder, og der er fordele og ulemper ved de fleste almindelige samlemetoder, og det der er gældende, er at robotten skal transformeres fra dele til en samlet enhed der kan udføre de operationer robotten er designet til. Ved gennemgang af de forskellige produktionslayouts, og med robottens fysiske natur in mente, er det optimale produktionslayout der forslås her, en manuel samling af robotten, fortaget af en montør der er positioneret på en samlestation. Robottens dele bringes til montøren fra en anden station der har samlet og arrangeret de enkelte komponenter til robotten. Denne produktionsmetode går under den kategori der kaldes *"repetitive assembly layout"*, og den har naturligvis, som de fleste andre produktionsmetoder både fordele og ulemper. Men hvorfor er det netop denne samlemetode der fokuseres på?

10.1 Forslag til KUBO robottens samlelinje.

Som før beskrevet befinder KUBO Robotics sig i fase 1 i KUBO robottens samlede livscyklus, og er godt på vej over i fase 2. I fase 1 blev produktionen af robotten varetaget af den fynske virksomhed Micro Technic i Aarup. Dette koster x-antal kroner. Fordelen ved at lade Micro Technic stå for produktionen af robotten er, at denne virksomhed har et allerede eksisterende produktions-setup, og det derfor er muligt at bestille mindre antal af KUBO robotten ad gangen. Micro Technic kan producere små og mindre serier af robotten uden at det går ud over virksomhedens samlede indtjening, da man blot udlægger de faste omkostninger på alle virksomhedens kunder.

Hvis man ønsker at producere, samle, pakke og sende 250.000 robotter på et år, så er KUBO Robotics gået over i fase 2, som er vækstfasen. For at samle så mange robotter er det nødvendigt at etablere en egentlig produktionslinje, som dog ikke på nuværende tidspunkt bør automatiseres. Når produktet befinder sig i vækstfasen i sin livscyklus, kan det være risikabelt at investere i fuldautomatiserede produktionslinjer, da der stadig er for mange variable i forhold til produkt og marked. Dermed kan argumenteres for at der skal etableres en form for manuel produktion, bemandet af personale der varetager samlingen og pakningen af KUBO robotten. Denne samlelinje bør installeres i forlængelse af produktionen af plastickomponenterne der er omtalt tidligere i dette afsnit. Som før beskrevet er der forskellige former for produktion, job-shop – batch – continuos etc. Og som før nævnt er KUBO robotten på et stadie der ikke endnu fordre en egentlig industriel automatiseret samlebåndsproduktion. KUBO robotten bør derfor samles på en linje der tager det bedste fra både batch og manuel samlebånds principperne. Ved at etablere manuelle samlestationer hvortil de enkelte dele til robotten bliver leveret, kan det påstås at der samles robotter i batchs, og omvendt kan der argumenteres for at robotterne bliver samlet på samlebånd, om end dette er af en manuel type. Der kan samles robotter i batchs der er nummereret, og som derfor kan spores tilbage til hver enkelt montør eller en specifik dato, men om dette er nødvendigt, er ikke til at sige på nuværende tidspunkt. Hvis en enhed skal kunne spores tilbage til noget specifikt, er det nødvendigt med en form for registrering af den enkelte enhed, enten ved stregkode eller batch nummer, og dette er en ekstra udgift set i det store billede.

Selve samlestationen er bemandet af en montør der står for den endelige slutsamling af KUBO robotten. Det er før beskrevet at robottens indre dele er holdt på plads af almindelige stjerne/ torx skruer, og derfor er det ikke nødvendigt at investere i specielt værktøj til netop denne samling. Værktøjet kan bestå af manuelt håndværktøj, som f.eks. skruetrækker i form af pneumatisk eller elektriske skruemaskiner. For ergonomiens skyld, og for at imødekomme krav til arbejdsstationens udførelse, bør sådanne værktøjer være ophængt og støjsvagt, og netop derfor bør der også vælges elektrisk værktøj frem for pneumatisk, da pneumatik ofte er mere støjende end elektronik. Ved at investere i ophængt værktøj sikre man sig at operatøren ikke skal udføre uhensigtsmæssige bevægelser, der på sigt kan resultere i skader på bevægeapparatet. Værktøjet skal naturligvis placeres i en position hvor det er nemt og ligefor at komme til. Selve arbejdsstationen består af et elektrisk hæve/sænke bord der kan tilpasses den enkelte montørs fysiske størrelse, og som giver frit valg om montøren vil arbejde siddende eller stående. Selve bordet består af en arbejdsplads på skridsikker måtte, hvorpå robotten samles. Placeret rundt om arbejdspladsen er der skråtstillede hylder med kasser til robottens forskellige komponenter. Disse kasser skal placeres således at det er nemt og lige til for montøren at komme til indholdet. Placeret i forlængelse af arbejdsstationen, enten til højre eller venstre, er en aflæggerplads til de færdigsamlede robotter.

En anden fordel ved at starte egen produktion, ved indledende at bruge manuelle arbejdsstationer er at de er forholdsvis billige i anskaffelse, samtidig med at det er nemt at tilpasse produktionslinjen til den aktuelle efterspørgsel på KUBO robotterne. En ergonomisk korrekt arbejdsstation, der kan tilpasses til den ind individuelle montør kan anskaffe for omkring 50.000 danske kroner,



Bud på design af en samlestation.

eller godt 6600€. Prisen kan påstås at være relativ lav set i forhold til at skulle investere i en mere automatiseret produktionslinje. Samtidig med at de økonomiske omkostninger ved at skulle ændre på produktions-setup, for at tilpasse denne til eventuelle ændringer i produktet, kan holdes på et lavere niveau. Fordelen ved dette setup er at når efterspørgslen på produktet stiger, er det nemt at indsætte en ekstra, eller to ekstra stationer, omvendt er det nemt at fjerne disse igen hvis efterspørgslen, mod forventning skulle falde.

Hvis det som indledning antages at der er behov for 7 arbejdsstationer, til syv fuldtidsansatte montører, giver dette en engangsydelse på 350.000 kroner, eller 46.000€ (AGR-geprüfte, ergonomische Arbeitsplätze von item 2014)

Dermed kan det antages at der kan opsættes en produktionslinje der kan håndtere samling og produktion, fra det oprindelige ønske fra KUBO Robotics ledelse for 2017, på 250.000 robotter. Men der skal her gøres opmærksom på at produktionslinjen ikke inkludere pakning af robotterne, da disse skal pakkes i forskellige pakninger, alt efter om de sælges individuelt eller som en del af et klassesæt. Det er i denne rapport tænkt at virksomheden KUBO Robotics selv skal stå for pakningen af både de individuelle robotter, men også af klassesættene som indeholder 10 robotter og alt andet materiel der skal til for at give den komplette læringsløsning, hvilket inkludere TagTiles, aktivitetsmåtter, lærerinstruktioner og ladestationer. Alle komponenter i klassesættet, undtagen selve KUBO robotten kommer indledningsvis fra forskellige underleverandører, der har de nødvendige kompetencer og produktionslinjer til at producere produkterne i en fornuftig kvalitet og til en rimelig pris. Dermed skal der i realiteten medtages i beregningerne, både lagerplads, men også betydelige områder til pakning af materiellet, da det antages at 90% af robotterne vil blive solgt i forbindelse med de samlede klassesæt, og de resterende 10% sælges individuelt som erstatning for ødelagte eller defekte robotter. Det betyder at hvis målet om 250.000 robotter skal opnås, skal der sælges 22.500 klassesæt, og 25.000 individuelle robotter om året. Og hvis alle disse enheder, sæt og robotter, skal pakkes og sendes fra samme lokation, skal der regnes på lokationer af en betydelig størrelse. Men det er en problemstilling der ikke tages stilling til i indeværende rapport, jvf. problemafgrænsning.

10.2 Kapacitet på samlelinjen

Vedrørende antallet af arbejdsstationer, så må det komme an på et skøn. Med robotens fysiske størrelse, og dens indre opbygning, er et realistisk bud, at en trænet montør kan samle og teste én robot på 2½ minut, vel og mærke når der er indarbejdet en fornuftig rutine, og hvis arbejdet skal udføres kvalitetsmæssigt forsvarligt. Hvis vi samtidig antager at hver montør er ansat på fuld tid, efter gældende overenskomst med 3f som ufaglært i elektronikindustrien (3f 2016), som diktere 117,65 kroner i timen pr. 1. marts 2018 og med en arbejdstid på 37 timer om ugen, 1924 timer om året, ser regnestykket således ud:

Det tager 150 sekunder at samle én robot, og der er 3600 sekunder på én time.
 $3600\text{sek}/150\text{sek-stk} = 24$. Én montør kan altså samle 24 robotter i timen, ganget med 37 timer på en arbejdsuge bliver dette til i alt 888 robotter pr montør om ugen.

888 robotter om ugen pr montør er måske lovligt optimistisk. I realiteten er den effektive arbejdstid nærmere 30 timer om ugen, da der skal tages højde for ting som pauser, toiletbesøg og frokost. Det betyder at den årlige effektive arbejdstid skal nedsættes til 1560 timer, og derfor ender et mere realistisk resultat på 720 robotter pr montør om ugen. Altså skal den årlige mængde producerede robotter pr montør nedsættes fra i alt 46.176 enheder til 37.440 producerede enheder pr montør.

Hvis virksomhedens ønske om at producere og sælge 250.000 robotter skal opnås, og man ønsker at stå for produktionen selv, og hvis det samlede antal producerede robotter pr montør ender omkring 37.500, så er det nødvendigt at ansætte 6,7 fuldtids ansatte montører. Dette kan selvfølgelig ikke lade sig gøre, så tallet bør rundes op til 7 fuldtidsansatte montører. Grunden til at antal ansatte montører ikke nedrundes, er at man derved risikere at hver montør ikke når at producere det ønskede antal robotter, og man derved opnår et efterslæb der skal dækkes af overarbejde.

10.3 Delkonklusion på samling af robotter.

Den samlede udgift til selve produktionslinjen er det der kaldes for en engangs udgift, og den ender i dette eksempel på 350.000 kroner, og forventes, ligesom Arburg plasticstøbemaskinen, at have en tilbagebetalingstid på 8 år. Lønudgiften til personalet går under det der kaldes løbende faste udgifter, og dette beløb skal naturligvis udlægges på robotterne. Den samlede lønudgift til syv ufaglærte montører udgør pr 1. marts 2018: $7 \times 1924 \times 117,65 = 1.584.510,20$ kroner eller knapt 208.500€. Oven i lønudgifterne skal lægges ting som varme, el, husleje, forsikring og vedligehold, præcis lige som der blev gjort i forbindelse med analysen af plasticproduktionen. Det samlede resultat for den totale timeomkostning, inkl. operatørløn, ender på 126,7€, eller 963 kroner i timen.

Machinery:	Item samlebord	Number:	7	Pcs
Manufacturer (if relevant):	Item	Type (if relevant):		
Space requirements m ² :	5	Power consumption :	0,5	kWh
		Initial cost:	6.579	€
		Depreciation period:	8	Years
Operator demand:	7,00	Hourly wage:	17	€
Additional equipment				
	Number	Type	Initial Cost €	
	7,0	Item samlebord	6.579	46.053 €
			-	€
			-	€
Total initial cost of additional equipment				46.053 €
Salvage value				
	Machinery	10%		658 €
	Equipment	10%		4.605 €
Depreciation per year				5.921 €
Internal interest rate	10,00%	Internal rate of return		3.191 €
Sundries				
	Insurance	0,25%		115 €
	Maintenance	5%		2.303 €
	Oil ect.	75	€	75 €
	Power	0,3	€ per kWh	117 €
	Rent	46	€ per m ²	230 €
	Heating	10,25	€ per m ²	51 €
Total expenditure per year				12.003 €
Utilized capacity hours	1.560	Available capacity hours	1.924	Hours
Average utilization ratio per machine				81 %
Machine cost per hour				7,7 €
Machine cost per hour, wage included				126,7 €

Eksempel på udregning af produktionslinje.

På baggrund af ovenstående beregning kan det med stor sandsynlighed begrundes at den samlede omkostning for en manuel produktionslinje, bemanded af syv ufaglærte montører, koster en engangs udbetaling på 350.000 kroner, og derefter er de faste udgifter til drift og vedligehold, inkl. løn, udregnet til 963 kroner i timen. Dette er altså udgiften alene for at have produktionslinjen, før at den begynder at producere noget som helst. Udgiften skal derfor udlægges på det antal robotter denne produktionslinje kan producere i timen, og det antal blev tidligere udregnet til 24 robotter pr montør i timen. Da der er syv samlestationer i produktionslinjen, ender det samlede antal robotter pr time på 168. Simpel hovedregning afgør derfor at den samlede udgift til montering af én robot ender på 5,73 kroner, eller 0,75€ pr robot.

Hvis ønsket om at producere og sælge 250.000 KUBO robotter skal opnås er det derfor nødvendigt at:

- Ansætte syv (7) montører, gerne ufaglærte.
- Betale løn til syv ufaglærte montører, i alt 1.584.510,20 kroner for et år.
- Investere i syv (7) ergonomisk korrekte arbejdsstationer a 50.000kr pr stk.
- Betale for lys, vand og varme (forbrugsudgifter) for syv arbejdsstationer.
- Betale for afskrivning og vedligehold af produktionslinje.

Naturligvis kan samlingen af robotterne ikke stå alene, og derfor skal udgifterne til implementering og drift af selve plasticproduktionen medregnes for at opnå en retvisende total pris på egenproduktion af KUBO robotten. Men foreløbigt kan der argumenteres for at hver enkelt robot koster 5,73 kroner stykket at producere på netop dette forslag til en manuel

produktionslinje. Samtidig skal der her gøres opmærksom på at det ovenstående anbefalede produktionskoncept er skabt med henblik på, hvor KUBO robotten befinder sig i sin livscyklus netop nu. Der kan argumenteres for at det på sigt kan være rentabelt at revurdere og gentænke den optimale produktion, når robotten bevæger sig længere hen i sin livscyklus. Det gode ved netop den beskrevne produktionslinje er, at den er forholdsvis nem at skalere til en større produktion, men det er klart at hvis KUBO Robotics opnår salgstal på KUBO robotten der rammer 1 – 3 måske 5 millioner solgte enheder om året, så er en manuel produktionslinje ikke længere effektiv nok, og det kan derfor formodes at være den bedste og billigste løsning, på langt sigt, at investere i en mere automatiserede samlebåndsagtig produktionslinje der kan håndtere de noget større mængder af producerede emner.

10.4 Det samlede system.

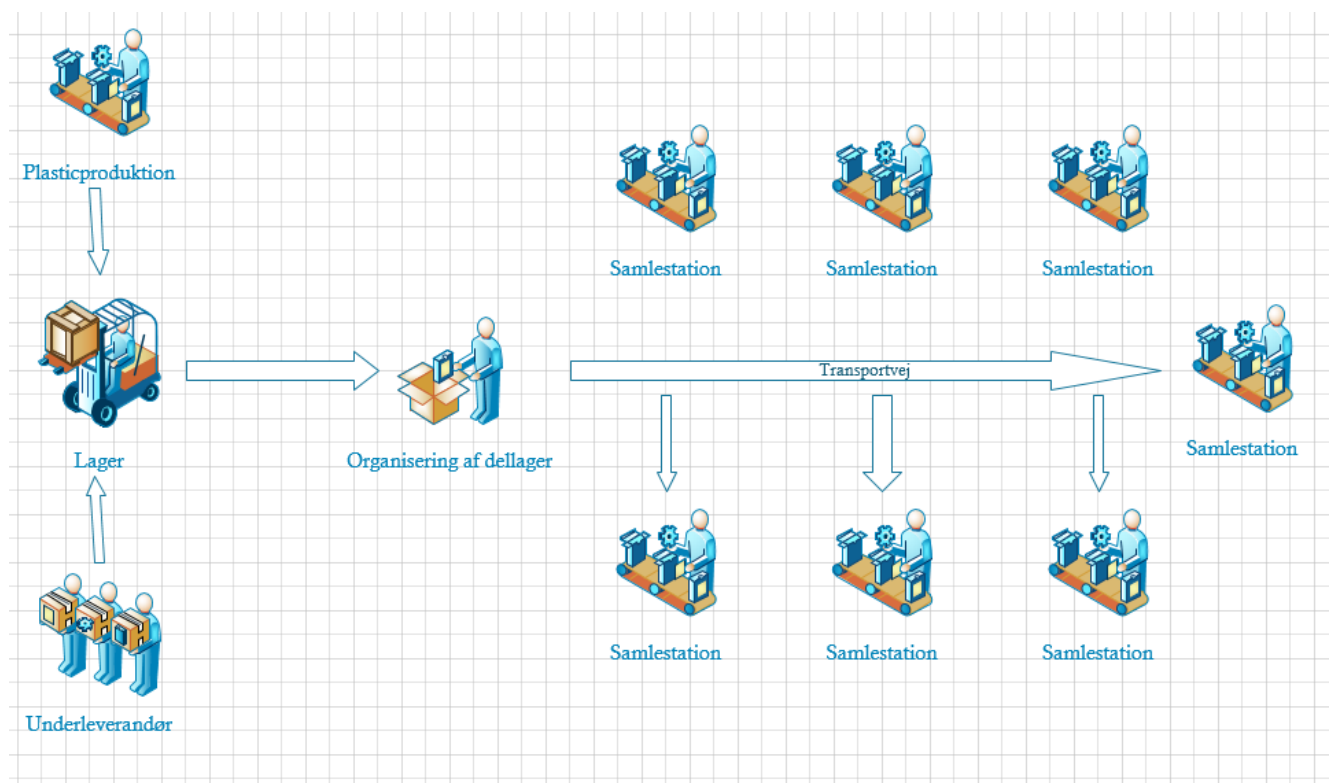
I ovenstående afsnit blev det belyst hvilken produktionsform, og hvilke produktionsmetoder, der vil give KUBO robotten det optimale produktionsgrundlag med henblik på hvor denne befinder sig netop nu i sin livscyklus. Det er blevet beskrevet at der skal investeres i 1 plasticstøbemaskine, for at danne grundlag for en plasticproduktion der kan forsyne den samlede produktion med nok plastickomponenter til at producere det ønskede antal robotter. Det er også beskrevet hvilken produktionsform, og type produktionslinje der er den optimale til det sted hvor virksomheden KUBO Robotics befinder sig netop nu. Der er også fremkommet en beregning der belyser de udgifter der vil være i forbindelse med den samlede produktion af 250.000 KUBO robotter, og som angiver den samlede stk. pris pr robot. Men hvordan skal det samlede produktions layout se ud? Det er ikke ligegyldigt hvorledes produktionen etableres, der skulle helst være en smule system i det samlede layout, således at produktionen forgår så effektivt som muligt, inden for de rammer der er til rådighed. Det giver ikke meget mening at investere store summer i procesudstyr med stor effektivitet, hvis dette placeres uhensigtsmæssigt på bekostning af systemets overordnede effektivitet. Det er et faktum at systemet som helhed aldrig kan blive hurtigere end den langsomste maskine, så der kan være meget at hente på at designe det optimale operationslayout fra starten, og via den vej ikke sætte begrænsninger for systemet på grund af ugennemtænkt layout.

Et godt gennemtænkt produktionslayout har til formål at: blandt andet:

- Udnytte ansatte, plads og resurser optimalt.
- Undgå flaskehalse i produktionen.
- Minimere materialehåndteringsomkostningerne.
- Minimere unødigt transport af materialer og ansatte.
- Minimere produktionstiden.
- Sætte sikkerhed i højsædet.

Ifølge W. J. Stevenson, i bogen "Operations Management" 10. udgave (Stevenson 2009), ligger det system der påtænkes at være det mest optimale til KUBO Robotics på nuværende tidspunkt, inden for den kategori der hedder "*Proces Layout*" og er kendetegnet ved at være et produktionslayout der kan håndtere varierende krav til selve produktionsprocesserne. Og da det, som i ovenstående eksempel, består af enkeltstående arbejdsstationer, bemandet

af individuelt personale som bruger almindeligt standart værktøj, så er dette produktionssystem ikke særligt overfølsomt over for maskinnedbrud. I tilfælde af udstyrssvigt er det kun den ene arbejdsstation der bliver påvirket, mens produktionen fortsætter ufortrødent på de resterende stationer. Det er også en klar fordel at bruge almindeligt standart værktøj i sin produktion. Det er ikke specielt tilpasset til en unik del af et unikt produkt, men kan bruges til mange forskellige formål. Dette gør at anskaffelsesprisen på værktøj kan holdes på et fornuftigt niveau, og at man ikke behøver at være nervøs for at det går i stykker. Selv om der er mange fordele ved at benytte sig af proces layout produktion, så har produktionstypen også sine begrænsninger i forhold til de andre produktionstyper. Det kan være en udfordring at skabe det optimale flow gennem hele systemet, da der, som i forslaget her, ikke er mulighed for at automatisere transporten af dele og halvfabrikater til selve arbejdsstationen. Alle stationer skal have adgang til samtlige dele af robotten for at kunne producere, og disse dele skal transporteres til arbejdspladsen inden de arrangeres optimalt på selve arbejdsstationen. Hvilket er medvirkende til at denne produktionsmetode ikke er den med det højeste output, som igen er medvirkende til at holde produktionsprisen på de enkelte robotter på et højere niveau end f.eks. ved product layout. På nuværende tidspunkt i KUBO robotens livscyklus, menes produktionsmetodens fordele at opveje ulemperne. Derfor er nedenstående skitse et bud på hvordan selve produktionslayoutet kunne se ud:



Forslag til samlet produktionslayout

Ovenstående figur skal ikke tages som et eksakt fastlagt bud på KUBO Robotics eventuelle fremtidige produktion, men mere som en oversigtstegning over hvordan produktionen kunne organiseres. En gennemgang af ovenstående figur viser selve produktionslayoutet med flow set fra venstre mod højre. Øverste venstre hjørne viser selve plasticproduktionens Arburg 320C maskiner der står for den del af egenproduktionen der er beskrevet i tidligere afsnit vedrørende plasticproduktionen.

Yderst til venstre i midten ses et lager, som er det sted hvor produktionen fra plasticafdelingen opbevares inden det skal bruges. Det er også på dette lager at halvfabrikaterne fra KUBOs underleverandører leveres til og opbevares.

I midten af tegningen er feltet "Organisering af dellager", Denne funktion kan udmærket foregå på selve lageret, og den omhandler selve organiseringen og pakningen af de enkelte dele til robotterne. Ideen er at hver samlestation får leveret rullende stativer med kasser, hvori de enkelte dele til brug i robotten er samlet, f.eks. kasse med nedre plastichuse, kasse med nedre printplade, kasse med hjul osv. Disse organiseringsreoler fungerer samtidig som færdigpakke transportenheder til hver enkelt samlestation. Det fine ved netop dette system er, at alle samlestationerne bruger de samme reoler, og hver reol er pakket med de samme dele, i de samme mængder. Der er altså ikke mulighed for at ombytte reoler eller levere forkerte dele til forkerte stationer. Det antages i denne rapport at dellageret kan passes af den operatør der arbejder på daghold i plasticproduktionen. Dagholdet skal kun producere én komponent og har derfor ikke indlagt matriceskift midt i skiftet. Dernæst er det hjulene til robotten der produceres om dagen, og da de har en relativ lang nedkølingstid, vil produktionen af disse ikke foregå så hurtigt som de resterende plasticdele til robotten, samtidig kan plasticproduktionen stort set passe sig selv, så længe der er opsyn med den. Derfor kan det retfærdiggøres at netop montøren på dagholdet i plasticproduktionen kan bestride funktionen med at pakke delkomponenter i de rigtige kasser, og forsyne samlestationerne med dele.

Det næste der ses på tegningen er selve samlestationerne. Disse er organiseret således at det er nemt og sikkert at udskifte delreolerne, og de placeret på en måde der er modvirker unødigt transport. Der kan argumenteres for at det anbefalede samlede produktionslayout, inklusive plasticproduktionen, dellageret og pakkestationen, er det der kaldes et "*Cellular Layout*" som er kendetegnet ved at de enkelte arbejdsstationer kan anskues som autonome celler, der har evnen til at arbejde uafhængigt af de andre celler i systemet, forudsat at stationerne forsynes med dele. Samlestationerne kan anskues som værende af proces layout typen, og samlet set består produktionen og monteringen af et proceslayout med elementer af cellular layout.

På nuværende tidspunkt er det ikke muligt at komme nærmere ind på detaljer i selve produktionslayoutet, da dette eksempel stadig kun er teoretisk. Der forefindes ingen produktionshal der kan opmåles, ej heller findes der en fysisk produktion der kan optimeres på, men det kan dog på nuværende stadie af planlægningsprocessen godt svare sig at tænke LEAN ind i den samlede produktion. LEAN bliver ofte gjort til en hel masse mere, og meget besværligt, end det i virkeligheden er, hvilket forklares grundigt og udførligt i bogen "Introduktion til LEAN" af Lars Tegl Rasmussen (Rasmussen 2008), og det er synd da det måske vil stoppe nogle i at arbejde mere med konceptet. LEAN går i alt sin enkelthed ud på

at bruge sin sunde fornuft, og som i eksemplet her med organisering af produktionslinje, placere de enkelte dele af produktionen således at der er korte transportveje, fokus på sikkerhed, velorganiseret lager og dellagre, at værktøj og andre forbrugsvarer er placeret lige for, på en måde der gør at det er nemt at komme til uden at skulle lave forkerte belastende bevægelser, og at det er nemt og enkelt at holde rent og ryddeligt.

10.5 Det samlede system inklusive plasticproduktionen.

For at kunne sige noget om hvad det samlet set koster at have en egenproduktion af KUBO robotten er det nødvendigt at kende produktionsprisen af både plasticproduktionen og hvad det koster at opretholde en samlelinje til selve robotterne. Beregningerne af både plasticproduktionen og selve samleprocessen er baseret på det, der i teorien menes at være det optimale samlede layout for KUBO Robotics, dvs. det layout der passer bedst til virksomheden og dens produkt baseret på viden om produktets nuværende placering i dets livscyklus. Gennem beregninger er det fremkommet at, på baggrund af det valgte layout, produktionen af plasticdelene, samleprocesserne, antallet af robotter der ønskes produceret, mængden af plasticmaterialerne, antallet af ansat personale samt de forbrugsbaserede omkostninger som varme, strøm med videre, så vil den samlede produktion af 250.000 KUBO robotter koste i alt 245,80€ i timen. Resultatet fremkommer af at sammenlægge den samlede produktionspris pr. time for plasticdele på 122,10€, med den samlede omkostning for selve slutmontagen af robotterne på 126,7€. Det kan derfor med nogenlunde præcision fastslås at den samlede produktion, fra coil til færdig robot alt inklusiv, koster **248,8€**. Tidligere i afsnittet blev der argumenteret for at den samlede slutmontering af selve robotten, med al sandsynlighed kunne ligge på et niveau omkring 168 robotter i timen. Når den samlede timebaserede produktionspris på 248,8€ pålægges den enkelte robot, bliver resultatet at det vil koste KUBO Robotics 1,48€, eller 11,26 kroner, pr. KUBO robot der sendes ud af huset. Samlet set koster det derfor KUBO Robotics 370.000€, eller 2.815.000 kroner at producere 250.000 KUBO robotter.

11.0 Konklusion.

Det samlede scenarie ser efter beregninger således ud:

Plasticproduktionen varetages af en Arburg 320C sprøjtestøbemaskine. Denne maskine har en nypris på 50.000€. For at kunne producere plasticdele er det nødvendigt at investere i matricer til denne maskine. Matricen er selve den del hvori plastickomponenterne bliver skabt, og den er derfor et stykke højpræcisions værktøj der skal overholde eksakte specifikationer, da de dele der kommer fra matricen bliver set af 1000vis af mennesker. Prisen for en matrice er derfor høj, da dens fremstilling og vedligehold kræver specialistviden. Samtidig skal man huske at en støbematrice er en sliddel der har en "udløbsdato", dette er også grunden til at den ikke har nogen gensalgsværdi. For at KUBO Robotics skal kunne støbe samtlige 6 plasticdele til robotten selv, er det nødvendigt at investere i 3 separate matricesæt. Én matrice består af to halvdele af hver 40.000€, i alt 80.000€ for én matrice. Desuden er det en overordentlig god ide at have en backup matrice til hver producerende matrice, hvilket bringer det totale antal matricer op på 6 stk. af hver 2 halvdele, i alt 12 matricedele med en enhedspris på 40.000€ pr. stk. Dette kommer af, at virksomhedens produktion, deraf virksomhedens indtjening, totalt afhænger af, om virksomheden er i stand til at opretholde en kontinuerlig stabil produktion med et rimeligt konstant output af robotter. Da en matrice er en sliddel, skal den jævnligt efterses og serviceres af fagfolk, og derfor sendes ud af huset i længere tid. Der kan også ske uheld eller fejl der resultere i en ødelagt matrice, som så derved forårsager et totalt produktionsstop. For en lille virksomhed som KUBO Robotics der, på nuværende tidspunkt, kun har et produkt i deres sortiment, vil en ureglementeret driftstop være af katastrofal karakter. Omkostningerne til en produktion der står stille, vil efter få dage være relativt store, og i værste tilfælde koste virksomhedens liv. Dette er samtidig årsagen til at man ofte vælger at forsikre sig ud af en uheldig situation ved at forsikre matricerne, da de både har en høj anskaffelsespris, men samtidig er rygraden i virksomhedens produktion.

Selve plasticproduktionen anbefales af kører i to-holds skifte. Der er gennem beregninger af forskellige produktionsscenarier, både produktion med 1 og 2 Arburg maskiner og produktion med og uden skifteholdsarbejde, fremkommet timepriser på plasticproduktionen der svinger mellem 65€ – og 225€, og som hver har en meget forskellig udnyttelsesprocent af maskinerne. Det anbefalede scenarie, produktion med 1 maskine og 2-holds skifte, er fremkommet gennem beregninger af den samlede omkostning kontra udnyttelse af maskinpark. Det anbefalede scenarie har dog en relativ lav udnyttelsesprocent på 51%, der kommer af et ekstra indlagt matriceskift midt i en arbejdsperiode, som godt nok pålægger ekstra udgifter på den samlede produktion, men kan ansues som et kompromis, da den, på nuværende tidspunkt overskydende kapacitet, kan være med til at produktionen magter at imødekomme den forventede fremtidige vækst i markedet, og dermed kunne spare virksomheden for yderligere investeringer i produktionsmateriel.

De ny producerede plasticdele anbringes på et dellager, hvor disse pakkes i kasser der er monteret i reoler der passer til selve samlestationerne. Dellageret er også stedet hvortil leverancer af halvfabrikater, som f.eks. printplader, batterier, TagTiles, emballage etc. leveres. Disse halvfabrikater pakkes ligeledes i kasser tilhørende de enkelte arbejdsstationer. Til at pakke kasserne kan der ansættes en medarbejder specielt til dette.

Det kan også være en opgave for den operatør der passer plasticproduktionen. Plasticproduktionen har på et skifte, længere perioder hvor denne kan passe sig selv med minimalt opsyn. Derfor kan operatøren med ansvar for plasticproduktionen frigives til andre opgaver, så som pakning af dele og forsyning af samlestationerne.

Selve samlingen af robotterne skal ses i forbindelse med det sted produktet befinder sig i sin livscyklus. KUBO robotten befinder sig i den indledende fase, og slutmonteringen anbefales derfor foretaget på 7 individuelle manuelle samlestationer, der hver er bemanded af en montør. Det er ikke meningen at denne slutmontage af robotterne skal foregå i 2-holds skifte. Hver samlestation er, selvfølgelig, ergonomisk korrekt, og overholder alle gældende krav på området for arbejdsmiljø og belastning. Værktøjet er af standart typerne hvilket er med til at holde omkostningerne til slutmontagen nede. Hver montør anslås til at være i stand til at samle og slut-teste en robot på 150 sekunder, hvilket giver et gennemsnitligt samlet antal på 24 robotter i timen. Hver samlestation er individuel og ikke direkte fysisk forbundet til en produktionslinje, hvilket gør det nemt at skalere slutmontagen til fremtidige produktionsbehov. Det er nemt at indsætte, eller udtage, samlestationer. Hvis det i fremtiden lykkedes at komme op på et salg der overstiger 1 million robotter om året, kan der være god fornuft i at genoverveje det samlede produktions setup og indføre mere automatiserede produktions- og samleprocesser, men det er dyrt og risikabelt, da det er bevist at des mere specialiseret en produktionslinje er, des mindre fleksibel er den i forhold til ændringer i markedet, og eventuelle driftstop kan være ekstremt dyre.

Overordnet set er der både fordele og ulemper ved at stå for hele, eller dele af produktionen af sit eget produkt. Det vigtigste punkt er vel om det kan svare sig rent økonomisk, dernæst er der ting som kontrol over eget produkt, levering og kundekontakt, industrispionage samt transport af produktet. KUBO Robotics vil i forbindelse med en etablering af et produktions-setup der er i stand til at håndtere produktionen af 250.000 robotter, være nødsaget til at investere mellem 4 og 5 millioner i procesudstyr og maskiner. Dette kræver naturligvis at man har egnede lokaliteter, der kan klare tung trafik både til og fra virksomheden. Den husleje der ligger til grund for flere af beregningerne er taget ud fra en gennemsnitlig kvadratmeter-pris for industri i Odense. Samtidig er det nødvendigt at ansætte personale i form af operatører til maskiner og montører til samling af robotten. Personale koster udgifter i form af løn, og der er klare regler om under hvilke forhold de må arbejde. Men set i lyset af, at et klassesæt indeholdende 10 robotter, koster 15,995 kroner (KUBO 2018), og man med lidt held opnår at sælge 22.500 klassesæt svarende til bare 225.000 robotter, så har KUBO Robotics en potentiel årlig omsætning på minimum 360 millioner danske kroner, hvilket mere end rigeligt kan retfærdiggøre den samlede produktionsudgift for en kvart million KUBO robotter på 2.815.000 kroner. Det er dog usikkert hvad de øvrige produktionsomkostninger for de resterende komponenter i klassesættet ligger på, men de antages ikke at nå i nærheden af udbudsprisen.

Den samlede overordnede konklusion for dette teoretiske projekt er dermed, at KUBO Robotics i Odense med al sandsynlighed kan opnå fuld kontrol over eget produkt ved opstart af egenproduktion af den lille KUBO robot, og at udgifterne forbundet med opstarten og produktionen, kan retfærdiggøres af det forventede overskud i forbindelse med salget af robotten.

11.1 Diskussion

Gennem projektet er der blevet nævnt forskellige emner, der lægger op til diskussion i forhold til projektets læsning. I denne sammenhæng bør det nævnes at dette projekt er et teoretisk projekt, der har valgt at tage fokus i bestemte dele af produktionen af KUBO robotten. Det er klart at robotten, og dens produktion, ikke kan stå alene, men skal ses som en del af et samlet system. KUBO robotten er en del af et samlet sæt, klassesæt eller enkeltsæt, og disse sælges som et sæt. Hvert sæt har en udsalgspris, og derfor er selve KUBO robotten og dens produktionsomkostninger kun en del af denne pris. I rapporten er det tænkte scenarie at alle dele til disse sæt, levers til virksomheden, som derefter pakker sættene. Den samlede omkostning til dette er ikke medregnet i den omkostning der præsenteres i rapporten. Det er udelukkende omkostninger vedrørende robotten og produktionen af denne, der behandles i denne rapport.

Hvis der skulle have været præsenteret en samlet totalomkostning vedrørende produktion, samling og pakning af varerne, så skulle der laves beregninger på en pakkelinje med tilhørende personel. Dette er ikke gjort i denne rapport, da det vurderes at dette ville være et projekt i sig selv.

Produktionslinjen der præsenteres i dette projekt, er baseret på at KUBO Robotics endnu ikke har fået det helt store gennembrud, men at man er på vej ud på det store marked. Det erfarer her ved projektets afslutning, at KUBO Robotics er blevet kontaktet af Disney koncernen, der har vist stor interesse i robotten og hele konceptet bag. Hvis KUBO Robotics vælger at oparbejde et samarbejde med Disney, er det mulig at verden ser helt anderledes ud for virksomheden. Det er muligt at de ved Disneys hjælp, kan blive et etableret navn indenfor undervisning, legekoncepter og legetøj til helt små børn, og hvis det sker, er det klart at en produktionslinje som der er beskrevet i dette projekt, på ingen måde kan klare det fremtidige salgstal. Derfor er det vigtigt at være klar over, at den præsenterede linje kun er til den indledende fase i robotens liv. Hvis der kommer ordre på flere millioner robotter, skal der oprettes fuldautomatiserede produktionslinjer, og ligeså pakkelinjer.

Selve plasticproduktionen tager udgangspunkt i at der produceres med nyt materiel. Det er dog muligt at anskaffe den maskintype der arbejdes med i rapporten, brugt. Hvis disse brugte maskiner, købes ved en anerkendt grossist inden for brugt produktionsmateriel, kan de ofte fås med både garanti og service. Der er selvfølgelig ulemper ved at anskaffe brugt materiel. Den overordnede generelle levetid af materiellet er nedsat, og der må påregnes øgede udgifter i forbindelse med vedligehold af maskinerne. Dertil kommer den usikkerhed der er i at kører med brugt materiel, en usikkerhed der ligger i om materiellet holder, og kan blive ved med at køre stabilt. Ofte er det den usikkerhed der gør, at en virksomhed vælger at investere i nyt materiel.

Det er også mulig at fremtiden bringer flere koncepter til bordet. KUBO Robotics har på nuværende tidspunkt kun et reelt produkt, og det er KUBO robotten. Hvis de nye koncepter grundlæggende bygger på det oprindelige, så kan det være forsvarligt at udvikle en egentlig platform, således at den fremtidige produktion kunne organiseres bedst muligt, og at det derved ikke var nødvendigt at opfinde produktionen én gang til.

11.2 Perspektivering.

Gennem dette projekt er emnet opstart af egenproduktion af KUBO robotter i virksomheden KUBO Robotics blevet analyseret. Projektet er teoretisk, og bygger derfor udelukkende på formodninger og antagelser.

For at kunne frembringe et fornuftigt bud på hvordan en eventuel egenproduktion skulle angribes, og hvad en sådan kunne komme til at koste, er det nødvendigt at få en forståelse for hvilke produkt og hvilke virksomheder det drejer sig om. Til at opbygge denne forståelse blev der først givet en virksomheds præsentation, og derefter en præsentation af hele filosofien bag KUBOs koncept vedrørende læring til mindre børn. Dernæst blev produktet, den lille KUBO robot, analyseret grundigt for at identificere hvilke dele af denne der eventuelt kunne egen produceres.

For at kunne identificere det bedst mulige produktions-setup for virksomheden, er det nødvendigt at have en ide om hvor i sin livscyklus virksomhedens produkt befinder sig. KUBO robotten er på nuværende tidspunkt lige på overgangen fra introduktionsfasen til vækstfasen. Denne fase er fasen hvor de sidste småændringer ved produktet tager form, og det er fasen hvor salget gerne skulle eskalere, da der brede kendskab til produktet bliver større. Derfor er denne fase en halvbesværlig fase at producere i, da det er vigtigt at udvikle et setup der kan skaleres til den fremtidig efterspørgsel. Produktionen behøver ikke at have den store fleksibilitet, men omvendt er det nødvendigt at tage højde for at produktet stadig er så nyt at der kan komme ændringer til. Fasen fordrer ikke fuld automation, da denne produktionsform er dyr og implementere, den skal have et højt output for at være rentabel og den er meget lidt fleksibel.

I afsnittet vedrørende produktionsteknologi arbejdes der med at identificere de teknologier der er bedst egnet til denne produktion. Maskinen der anbefales, er en Arburg 320C, og den anbefales på den baggrund at det er LEGO's primært maskine. Maskinen kan erhverves ny, og alternativt en lettere brugt. Hvis der anskaffes en ny Arburg maskine, kan der tilkøbes ting som installation og service, hvilket der kan argumenteres er en god ide for en virksomhed der ikke har nogen tradition for at være en producerende virksomhed. Til maskinen skal der ligeledes tilkøbes et matricesæt, for at maskinen overhoved kan producere plasticdele. Matricer er et specielt produkt, der skal fremstilles specifikt til én plasticdel, samtidig med at matricer er en sliddel der har en udløbsdato. Dette gør investeringer i matricer til en bekostelig affære, og der kan ikke produceres plasticdele uden disse. Kan der anbefales andre maskintyper? Uden tvivl, men dette projekt har ikke som hovedformål at identificere den billigste produktionsmetode, derimod er formålet med projektet at identificere den mest optimale produktionsmetode. Dette betyder at der bliver gået med livrem og seler, og det udstyr der anbefales er derfor det bedste tilgængelige på markedet.

Efter denne identifikation er det nødvendigt at kigge på hvilke produktionsformer der egner sig bedst til produktet og virksomheden.

I hovedanalysens afsnit vedrørende personale, er udgangspunktet at der bruges ufaglært arbejdskraft, båret til produktionen af plasticdelene og til den endelige slutmontering. I virkeligheden vil en virksomhed som KUBO Robotics bruge faglært arbejdskraft, især til

plasticproduktionen. Dette er for at være sikker på at det personale der står for den vigtigste del af produktionen, og samtidig betjener de dyreste maskiner, ved hvad de laver. En faglært medarbejder går til en betydelig højere timepris end de 117 kroner der er brugt som beregningsgrundlag i rapporten.

Der er i hovedanalysens beregning brugt en kvadratmeterpris der er beregnet som et gennemsnit af flere forskellige undersøgte lokationer. Disse ligger alle i de mindre industri-kvarterer i Odense. En virksomhed som KUBO Robotics vil hurtigt vokse sig ud af et lokale på 2- 300 kvadratmeter, så spørgsmålet er om man med det samme skulle leje, eller købe, reelle lokaler beregnet eller bygget til større industriel produktion. Det vil dog betyde at huslejeprisen vil ændre sig markant i forhold til den i rapporten angivne pris.

Strømforbruget er som udgangspunkt beregnet efter den almindelige kilowatt timepris oplyst ved Energi Fyn. Det er muligt at større produktionsvirksomheder kan få rabatter, eller andre betalingsordninger, men det er ikke det der er udgangspunktet i denne rapport.

Beregningerne i kapacitets-analysen er teoretiske og bygger på den af Arburgs oplyste arbejdsprocestid på Arburg 320C, og er beregnet på baggrund af den teoretiske nedkølingstid af plasticemner. Virkeligheden er sandsynligvis ikke så sort hvid som angives i rapporten. Ved indkøring af materiellet og opstarten af plasticproduktionen vil der blive foretaget utallige testproduktioner, hvor de nøjagtige tider identificeres. På papiret er nedkølingstiden måske anderledes end i den virkelige verden, alt afhængig af diverse eksterne faktorer. Dette kan rapporten ikke tage hensyn til, da den er teoretisk. Men den faktuelle samlede produktionstid kan variere noget, hvilket i sidste ende vil have indflydelse på den samlede omkostning til produktionen. Ligeledes er det heller ikke sikkert at den kapacitet der er angivet i forhold til matricen, har noget hold i virkeligheden.

Den reelt nødvendige produktion tager udgangspunkt i at udnytte en almindelig ottetimers arbejdsdag bedst muligt, samtidig med at beregningerne forsøger at imødekomme det ønskede årlige produktionstal på minimum 250.000 robotter. Det er muligt at der i virkeligheden ville være andre forhold gældende som kan have indflydelse på det totale antal producerede robotter. Ligeledes kan siges om prisen for hver enkelt del der produceres, som tager udgangspunkt i de angivne priser på maskiner, materiel, råmateriale arbejds-løn.

11.3 Refleksion.

Opstart af projektet var en tidskrævende proces, da det har været svært at finde den rigtige angrebsvinkel. Der har været flere forskellige aspekter i spil vedrørende hvorledes det ville være den mest fornuftige måde at opstarte en produktion på, og hvilken del af produktet der skulle egen-producere. Projektet er teoretisk, det vil sige at der ikke har været kontakt til KUBO Robotics overhoved. Hvis noget skulle gøres om, var det at få skabt kontakt til KUBO Robotics, og derved få deres vinkel med i projektet. Alle data der er brugt i projektet, er oplysninger fundet på diverse hjemmesider og i manualer. For at have givet disse data validitet, skulle de forskellige instanser have været kontaktet. Dette er ikke sket i dette projekt. Til tider har det været svært at finde motivation til at skrive projektet, da det er teoretisk, og da resultatet ikke kan valideres. Om KUBO Robotics overhovedet ønsker at opstarte sin egen produktion, er uvist, da virksomheden på nuværende tidspunkt har nok at se til vedrørende udviklingen og markedsføringen af konceptet. Men hvis de på et tidspunkt begyndte at overveje om de som virksomhed skulle tage det næste skridt og blive producent, ville man via indeværende projekt, kunne gøre sig de indledende anskuelser, og begynde at skabe et overblik over operationens omfang.

11.4 Litteratur brugt til inspiration i projektet:

William J. Stevenson. Operations Management. Tenth edition. McGraw-Hill 2009.

Nigel Slack. Operations Management. Seventh Edition. Pearson 2013.

Gerben van den Berg & Paul Pietersma. Key Management Models. 3rd Edition. Pearson 2015.

Lars Tegl Rasmussen. Introduktion Til LEAN. BusinessSumup 2008.

<http://www.kompetenceforum.dk/files/forlag/introduktion-til-lean.pdf>

Gerry Johnson, Richard Whittington, Kevan Scholes, Duncan Angwin and Patrick Regnér. Exploring Strategy. Tenth Edition. Pearson 2014.

KUBO Robotics: <https://kubo-robot.com/>

Fyens.dk: <https://www.fyens.dk>

Referencer

3f. *Løn plastindustrien.* . 01. 01 2018.

<https://www.3f.dk/fagforening/fag/plastindustrien/industriens-overenskomst-mellem-3f-di-og-co> (senest hentet eller vist den 30. 04 2018).

Arburg. *270/320C Pdf.* u.d. <http://www.wplompen.nl/matrijzen/ALLROUNDER%20270-320%20C.pdf> (senest hentet eller vist den 20. 04 2018).

—. *Hydrauliske maskiner.* u.d. <https://www.arburg.com/dk/dk/udvalg-af-ydelser/sproejtestoebning/sproejtestoebmaskiner/hydrauliske-maskiner/> (senest hentet eller vist den 20. 04 2018).

Fyn, Energi. *Prisen på fjernvarme Odense.* 01. 07 2017.

<https://www.fjernvarmefyn.dk/priser/> (senest hentet eller vist den 01. 05 2018).

KUBO. *KUBO.* 01. 06 2018. <https://kubo-robot.com/product/kubo-class-coding-set/> (senest hentet eller vist den 01. 06 2018).

Mindvis.in. *Intro to CAD/CAM in industrial manufacturing.* 01. 05 2018.

<https://mindvis.in/articles/introduction-to-cadcam-short-notes-series-for-mechanical-engineers> (senest hentet eller vist den 01. 06 2018).

Produktion/værksted Odense SØ. 01. 05 2018. <https://www.lokaleportalen.dk/odense-produktionvaerksted/odensesoe/110223> (senest hentet eller vist den 01. 05 2018).

Rasmussen, Lars Tegl. *Introduktion til LEAN.* Ringsted: Lars Tegl Rasmussen & BusinessSumup, 2008.

Slack, Nigel. »Operations Management (Seventh edition).« I *Operations management*, af Nigel Slack, 78-81. Person, 2013.

Smith, Luke. *The Product Life Cycle.* 23. 07 2015. <https://geileon.com/blog/product-life-cycle-marketing-management-introduction/> (senest hentet eller vist den 01. 05 2018).

Steger-Jensen, Poul Kyvsgaard Hansen & Kenn. *PRODUCTION PLANNING AND CONTROL (VT1, CTPP2) [C-A-M]*. Kunstner Poul Kyvsgaard Hansen. Aalborg Universitet, Aalborg. 09. 09 2016.

Stevenson, William J. I *Operations Management Tenth Edition.*, af William J. Stevenson, 250-257. 2009.

Supplies, STEM. *Stem Supplies*. 01. 05 2018.
<https://www.stemsupplies.com.au/products/promo-primo-toys-cubetto-play-set-robot-coding-kit> (senest hentet eller vist den 01. 06 2018).

Sutton, Mark. *ITP.net*. 23. 04 2018. <http://www.itp.net/616996-tiny-kubo-robot-teaches-children-to-code> (senest hentet eller vist den 01. 05 2018).