

Indholdsfortegnelse

1.	Introduktion	2
2.	Synopsis	3
3.	Metode	3
4.	Data/analyse	4-5
4.1.	Hvad vi ved om loader-enheden	
4.2.	Sekvensanalyse	
4.3.	Funktionsmiddeltræ	
4.4.	Grundspecifikation	
5.	Principielt Design	6-7
5.1.	Udvalgt koncept	
6.	Kvantitativt Design	7-11
6.1.	Overordnet struktur	
6.2.	Bundplade (load/unload)	
6.3.	Eject-mekanisme	
6.4.	Pressemekanisme	
6.5.	Pressedel	
6.6.	Aktivering	
6.7.	Overbelastningssikring	
6.8.	Stel/Cover	
6.9.	Motor/styring	
6.10.	Montering	
7.	Detaljeret design	12-13
7.1.	Endelig udformning	
7.2.	Kreativ inspiration	
7.3.	Optimering	
7.4.	Tekniske tegninger	
8.	Feasibility analyse	13-14
9.	Konklusion	14-15
9.1.	Driftssikkerhed	
9.2.	Produktion og Pris	
9.3.	Brugervenlighed og Æstetik	
9.4.	Produkt vs Grundspecifikation	
10.	Fremtidigt Arbejde	15-16
11.	Referencer	16

1. Introduktion

Med udgangspunkt i "Systematic Design of Industrial Products" af Eskild Tjalve, er vores mål at skabe et produkt som kan forbedre arbejdsmiljøet for laboranter, ved, driftsikkert, at kun udøve et motoriseret tryk på den typisk anvendte disc dispenser (Oxoid st8100). Det er givet at hygiejne, driftsikkerhed, pris og brugervenlighed er de mest essentielle parametre blandt flere.



2. Synopsis

Produktionsprocessen tager udgangspunkt i opgaveformuleringen: Vi skal skabe et hjælpemiddel til brug i laboratorier - en disc dispenser, som aflaster laboranter fra at påføre manuelle tryk på loader-enheden (Se foto ovenfor). Vi skal altså automatisere.

På baggrund af data om loader-enheden samt rimelige antagelser om laboranters arbejdsforhold, har vi dannet overblik over først brugsproces, dernæst den ønskede funktionalitet. Dette danner basis for vores grundspecifikation (GS), som blandt flere parametre overvejende sætter fokus på hygiejne, brugervenlighed, driftsikkerhed og pris.

Tjalves systematiske opskrift har herefter ført os videre ind i undersøgelser af mulige principielle strukturer. Det førte til en morfologi med 7 forskellige overordnede principielle koncepter. Ved sammenligning i en weighted matrix - baseret på GS - landede vi på en grundlæggende principiel struktur. Den indeholdt blandt andet: Mekanisk stempel, DC-motor, kugle-overbelastningssikring og styring til placering af loader-enhed og petriskål.

Næste trin i processen var at udvælge kvantitative løsninger. Her kiggede vi både på den overordnede opbygning og på delløsninger.

Disse blev primært frembragt ved brainstorm. Arbejdet førte til mange snakke om fordele og ulemper ved forskellige løsninger - også de løsninger som var valgt tidligere i processen. Dette gav anledning til et par justeringer i vores principielle struktur. Vores endelige løsning har et stel af pladestål. En DC-motor driver en Scottish yoke som via en "galge" udøver trykket på loaderen. Motoren

driver også en eject-mekanisme som skubber petriskålen ud. Hele systemet er sikret mod overbelastning med en kuglesikring. Mekanikken er skjult/beskyttet af et plastik-cover. Både petriskål og loader-enhedens placering er bygget ind i designet.

Med både principiel og kvantitativ struktur på plads tegnede vi en CAD-model af vores løsning. Til et design review fik vi både konkret konstruktiv feedback og positiv feedback, som bekræftede os i at vores løsning var brugbar. Vi gik derfor igang med det mere detaljeorienterede arbejde: Valg af materialer, endelig formgivning af komponenter, arbejdstegninger samletegninger mv.

Den indvendige konstruktion bliver primært udført i stål og nylon, hvor den udvendige primært udføres i PP, som både er god i holdbarhed og hygiejne. Vi har dertil lavet overordnede beregninger på enkelte dele af mekanismen, som vi antager har størst risiko for slid/nedbrud. Den minimalistiske ydre formgivning med afrundede hjørner og runde flader er både valgt på baggrund af materialebesparelse og enkel monteringssekvens, men også på baggrund af brugervenlighed og hygiejne.

Ud fra en efterfølgende feasibility analyse mener vi at produktet er gangbart. Vi kan også konkludere at produktet lever op til den fulde kravspecifikation.

Skulle arbejdet have fortsat arbejdet, ville vi helt bestemt have gået mere i detaljen med kvantitativt design af delelementer. Det ville sandsynligvis resultere i bedre produktionsmetoder, materialevalg og overfladebehandling mv.

Vi kunne også have ønsket os at arbejde med den mere grundlæggende problemstilling i stedet - at afsætte et antal piller i en petriskål på en effektiv og ergonomisk måde. Dette ville med stor sandsynlighed føre til mere interessante løsninger. Måske en hybrid mellem loader og disc-dispenser.

3. Metode

Vi har anvendt den overordnede metode fra "Systematic Design of Industrial Products" af Eskild Tjalve. Grundspecifikationen, som laves på baggrund af analysedelen er et konstant dynamisk referencepunkt i processen. Selve designprocessen starter med et principielt koncept som siden kvantificeres. Derefter følger finpudsning af formen, som baseres på et samspil mellem målsætninger fra GS, produktionsmetoder,

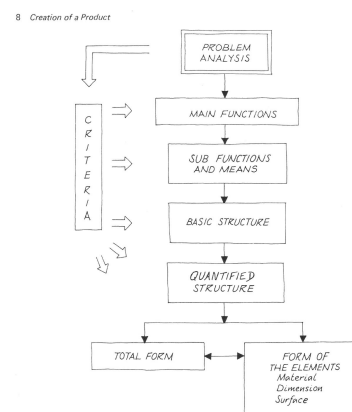


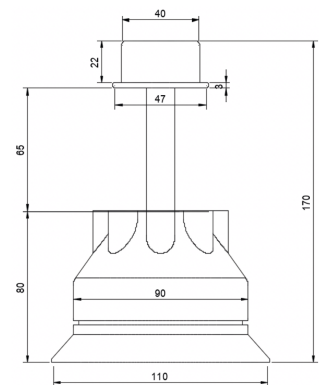
Figure 6 The product synthesis. A model of the design process showing the stages in the creation of a product

materialer og materialeegenskaber og mekaniske beregninger. Til sidst tilføjes en feasibility analyse og en konklusion på løsningens gangbarhed. Undervejs i projektet har vi gjort brug af diverse designmetoder og -principper, som vi har tilegnet os fra andre fag. Fx funktionsmiddeltræ, morfologi, brainstorming, CAD-tegning, Grafisk arbejde (Illustrator), håndtegning for bare at nævne nogle af dem. Metoden og disse værktøjer sikre at vi kommer hele vejen rundt i både undersøgelse og skabelse af produktet. Vi har som projektstyringsværktøj lavet et simpelt Gantt kort (se arbejdsblad A3).

4. Data og Analyse

4.1 Hvad vi ved om loader-enheden:

Vi foretog en opmåling af selve dispensereren. Både dimensionerne og måling af vandringen (normal samt blokeret) danner grundlag for den senere udformning. Den skal påføres et lodret tryk på 40N - 80N og har en vandring som bliver forkortet når pillerørerne er tomme. Den forkortede vandring kender vi ikke, men det er intentionen at håndtere dette ved hjælp af en overbelastningssikring.



Se arbejdsblad A4.1

4.2 Sekvensanalyse

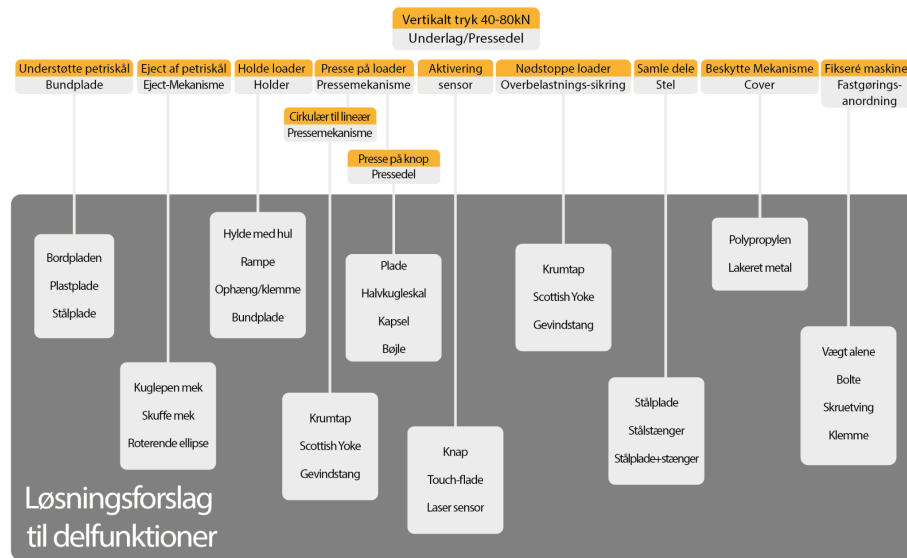
I mangel af bedre, oplevede vi brugssekvensen via en instruktionsvideo på Youtube. Den bekræftede os i at anvendelse er ganske simpel. Man arbejder så sterilt som muligt. Man isætter pillerør, placerer loaderen over en klargjort petriskål og trykker ned med håndkraft. Herefter bortløfter man loaderen og lægger låg på petriskålen.

Vi har dertil antaget at brugeren gerne undgår unødvendige løft og gerne vil spare tid på at stille petriskål og loader korrekt i forhold til hinanden. Dette fordrer, at vi i designet indarbejder en pasform til begge objekter og desuden sørger for at petriskålen hele tiden kan blive på samme arbejdsflade.

Se arbejdsblad A4.2

4.3 Funktionsmiddeltræ

For at begynde at forstå opbygningen af apparatet, konstruerede vi et anslået funktionsmiddeltræ. Dette skal senere benyttes som udgangspunkt for vores morfologi over principielle strukturer.



Se arbejdsblad A4.3

4.4 Grundspekifikation (GS)

GS indeholder både krav og kriterier, hvormed den fungerer som målsætning og norm for vores produkt. Dermed er den både fundamentet og referencepunkt for det videre arbejde.

Da der arbejdes sterilt og da effektivitet er ønskeligt prioriterer vi **hygiejne** og **brugervenlighed** højt. Vi antager også at **driftssikkerhed** og **pris** er vigtige parametre. Disse skal derfor inkluderes og desuden vægtes højt i løsningen.

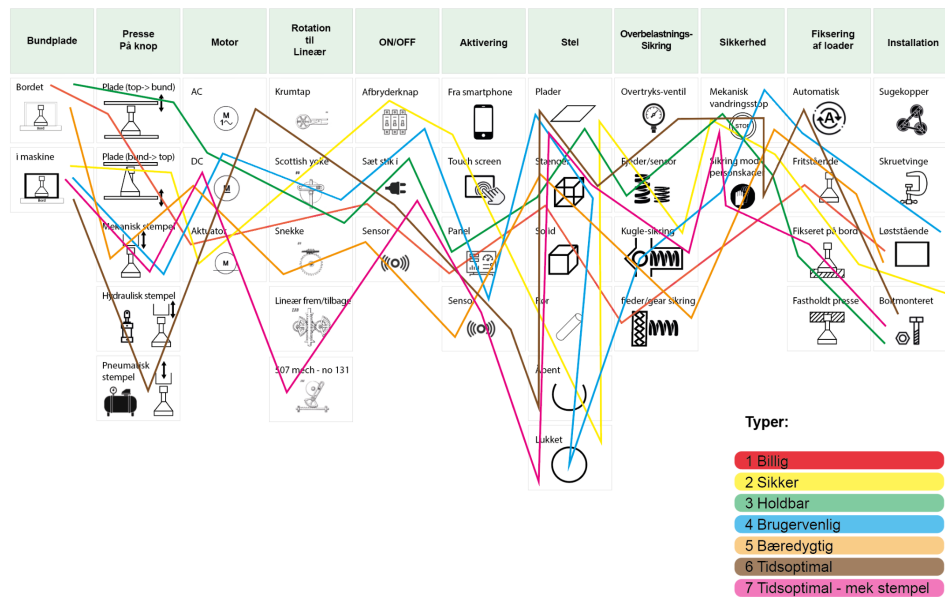
Kategori	Mål	Krav	Kriterie
Hygiejne	Alle flader skal være tilgængelige for rengøring/sterilisering	✓	
	Materialevalg skal være godkendt til laboratoriebrug	✓	
Montering	Skal kunne monteres på bordplader med skuffer under	✓	
	Skal stå stille under brug	✓	
	Lavt tyndgepunkt for bedre stabilitet og evt. undgå boltning		✓
Strømforbrug	Skal have en stand-by funktion	✓	
	Minimal tryklade for at mindske energiforbrug		✓
Driftssikkerhed	Skal holde til brug 6 gange i timen, 8 timer om dagen, 5 dage om ugen i 5 år (62.400 tryk oprundes til 65.000)	✓	
	Nem tilgang for aut. reparerer i tilfælde af vedligeholdelse		✓
Mekanisme	Skal udøve en kraft mellem 40-80N	✓	
	Max 50mm vandring	✓	
	Mekanisme skal returnere til sit udgangspunkt efter endt/afbrudt tryk/pres	✓	
	Skal indeholde en overbelastningssikring som slår motoren fra ved en kraft på 80N	✓	
Opbygning	Dispenser skal have mindst mulig afstand til petriskål, for at mindste variation		✓
Sikkerhed	Man må ikke kunne få fingre/lemmer i klemme	✓	
	Flest muligt dele placeret beskyttede steder		✓
Brugervenlighed	Aktiveres ved korrekt indsættelse af disc-dispenser/petriskål		✓
	Skal kunne benyttes uden instruktioner	✓	
	Skal facilitere korrekt placering af disc-dispenser og petri skål i forhold til funktionaliten	✓	
	Skal kunne monteres af personale		✓
Pris	Billigst mulig ved 5000/stk		✓
Æstetik	Så minimalistisk som muligt		✓

Se arbejdsblad A4.4

5. Principielt design

5.1 Udvalgt koncept

Ud fra grundspecifikationen og de vigtigste elementer fra funktionsmiddeltræet har vi konstrueret en morfologi, med 7 forskellige koncepter med hver deres fokusområde.



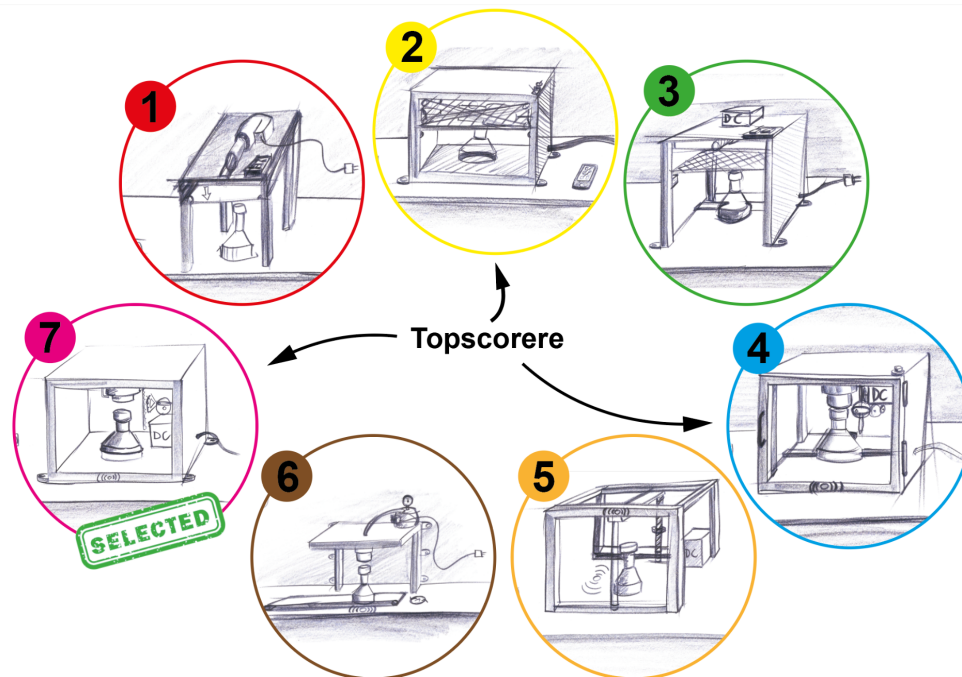
Arbejdsblad A5.1.1

For at udvælge det bedste koncept har vi lavet en weighted matrix, hvori vægtingen flugter med GS.

	Vægtning	Billige		Sikker		Holdbar		Brugervenlig		Bæredygtig		Tidsoptimal		Tidsoptimal mek. stempel	
Hygiejne	10	2	2	8	8	8	8	8	8	2	2	3	3	8	8
Mekanisme	9	3	2,7	3	2,7	3	2,7	7	6,3	7	6,3	3	2,7	8	7,2
Holdbarhed	9	1	0,9	7	6,3	8	7,2	4	3,6	6	5,4	5	4,5	7	6,3
Brugervenlighed	9	4	3,6	5	4,5	6	5,4	8	7,2	5	4,5	6	5,4	7	6,3
Sikkerhed	5	2	1	9	4,5	7	3,5	8	4	4	2	8	4	8	4
Pris	5	10	5	6	3	6	3	5	2,5	8	4	3	1,5	5	2,5
Montering	4	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2
Strømforbrug	3	4	1,2	3	4	6	1,8	4	1,2	7	2,1	3	0,9	6	1,8
I alt		31	18,4	46	35	49	33,6	49	34,8	44	28,3	36	24	54	38,1

Se arbejdsblad A5.1.2

For at gøre koncepterne håndgribelige har vi tegnet nogle simple skitser.



Arbejdsblad A5.1.3

I forhold til nogle af delelementerne, rummer vores valgte løsninger en hvis usikkerhed. Vi mangler at kunne se den samlede løsning for os. Derfor er der også visse forbehold indskrevet i vores noter for det valgte koncept. Fx vil det ikke være nødvendigt at boltmontere maskinen, hvis vægt og tyngdepunkt giver en stabil placering. Den valgte mekanisme vil også kunne udskiftes, hvis det giver en bedre endelig total udformning. Det er hensigten at afklare disse valg endeligt i den kvantitative del af processen

6. Kvantitativt design

I dette afsnit giver vi et overblik over de elementer af produktet som vi har arbejdet kvantitativt med. Da den overordnede struktur og diverse delelementer er afhængige af hinanden, har vi arbejdet parallelt på disse to niveauer. Derfor vil desuden, i det følgende, fremgå en del af argumenterne for de valg vi har taget for den endelige udformning.

6.1 Overordnet struktur

Vi har ønsket at gøre den overordnede struktur, så kompakt som muligt og med et lavt tyngdepunkt. Dertil er der nogle relative placeringer som giver sig selv. fx at petriskål og loader-enhed og pressedel findes på samme vertikale akse. Dertil, at afstanden mellem motor og mekanik ikke er for stor. Det gav os følgende overordnede struktur.

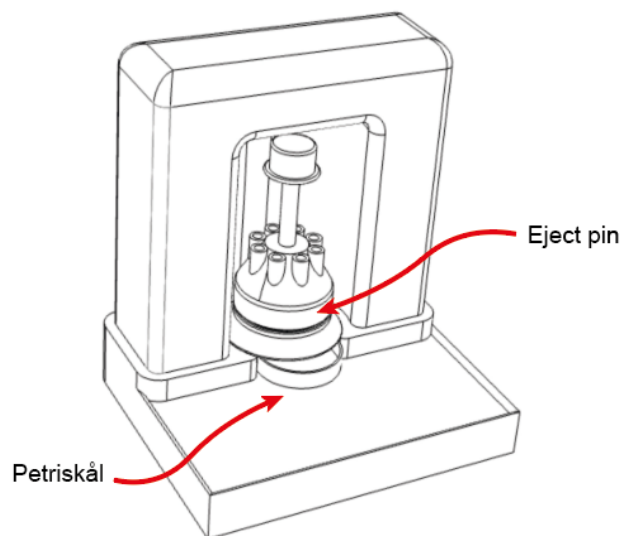
Se arbejdsblad A6.1



● Mekanisme ● Petriskål ● Presse
● Dispenser ● Motor

6.2 Bundplade (load/unload)

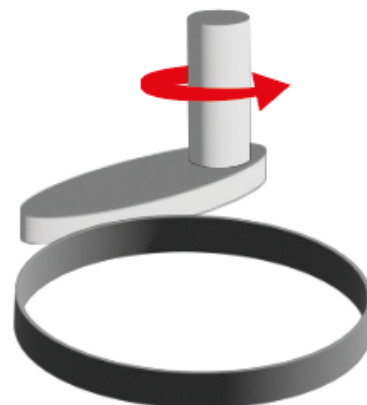
Vi har valgt løsningen fordi den både er hygiejnisk og brugervenlig. Da den består af et emne med bløde kanter er den nem at rengøre. Formen har en slags indbygget adfærdsdesign, da den er formet til placering af petriskål og loader-enhed. Dermed sikres brugervenligheden bedst muligt. Vi har fravalgt at selve bordpladen er arbejdspladsen. Dels for at give maskinen bedre balance ved et større bundareal og dels for - af hygiejniske årsager - at undgå overgange mellem bundplade og udskeerter til petriskål.



Se arbejdsblad A6.2

6.3 Eject-mekanisme

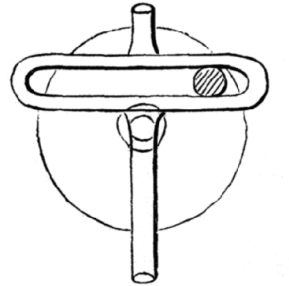
I vores funktionsmiddeltræ har vi en eject-mekanisme. Vi undlod at tage den med i vores morfologi, men under det kvantitative arbejde med bundpladen, så vi at vi var nødt til at indføre den igen. Det giver brugeren mulighed for at skifte petriskål uden at flytte på loader-enheden, hvilket vil give den største driftssikkerhed og brugervenlighed. Dels på grund af at den ikke skal klikkes ind og ud og dels pga at den er skjult. Dertil ser vi at den let kan sammenkøbes med selve pressemechanismen.



Se arbejdsblad A6.3

6.4 Pressemekanisme

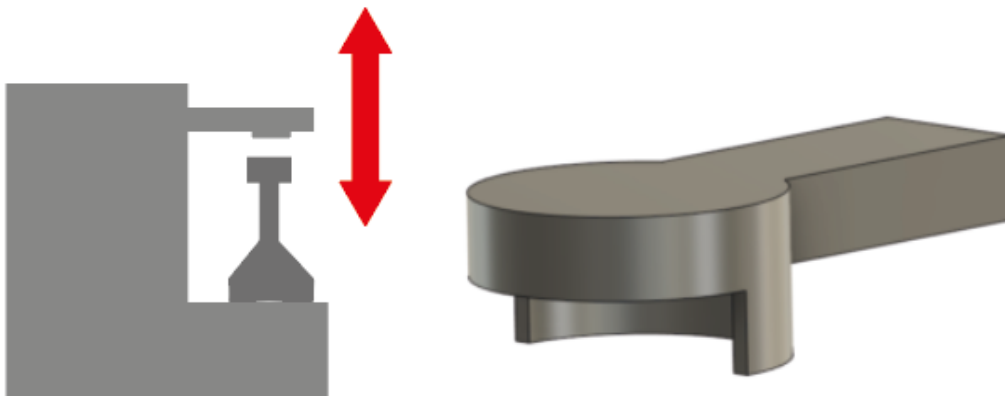
Ved nærmere vurdering af de fundne "cirkulær til lineær"-mekanismer, har vi valgt en Scottish Yoke. Mekanismen er mere kompakt og mere simpel at beregne på- og fremstille end den tidligere valgte mekanisme. Et umiddelbart lige så godt alternativ havde været en krumtap.



Se arbejdsblad A6.4

6.5 Pressedel

Vi har valgt en løsning som bruger minimalt materiale, samtidigt har den godt fat i loader-enhedens stempelknop. Dertil vil den være relativt simpel at fremstille. Selve pressedelen sættes sammen med drivstangen fra vores scottish yoke til en samlet "galgedel".

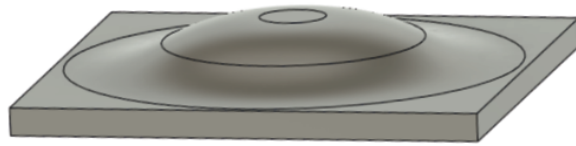


Se arbejdsblad A6.5

6.6 Aktivering (strøm)

Da disc dispenseren skal være et effektivt apparat har vi valgt, at den konstant er tilsluttet strøm, men dog først tændes og kører en tryk-cyklus, ved tryk på aktiveringsknappen. Vi overvejede at den skulle aktiveres med to-knapper, for at sikre at brugerens hænder ikke var inde i maskinen ved aktivering. Dette droppede vi, da brugerne både er veluddannede og vant til at udvise agtpågivenhed. Trykket i maskinen er desuden lille og da udformningen ikke tillader plads til fingrene, mener vi at vi lever op til vores eget sikkerhedskrav mht. personskaade.

De primære årsager til den valgte type knap er god hygiejne samt god brugervenlighed.

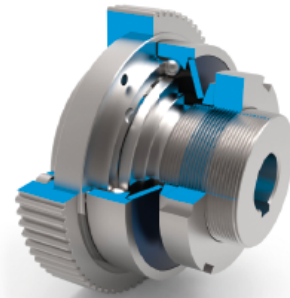


Se arbejdsblad A6.6

6.7 Overbelastningssikring

Mekanismen skal justeres til at slå ved 80N tryk.

Vi vælger en kuglesikring, da den nemt kan monteres på motorakslen og da den har god justeringsmulighed til det tænkte scenarie. Dertil kan den købes som standard-komponent, hvilket sænker produktionsprisen. Det er indtænkt at mekanismen at, når den slår til, via en kontakt, skal den samtidigt aktivere en reset-funktion i maskinens styresystem, som gør at motoren drejes modsat vej indtil den er ved sit udgangspunkt. Den placeres i øvrigt "tidligt" i mekanikken, så hele systemet skånes når kobler motoren fra.

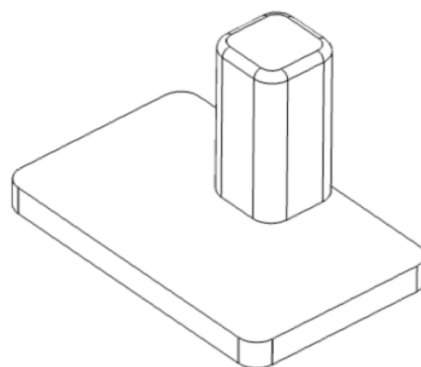


Se arbejdsblad A6.7

6.8 Stel/Cover

Vi vælger et pladestel for at opnå en driftssikker konstruktion og en billig løsning i forhold til produktion og samling. 1 plade skæres/standes og bukes/svejses.

Det 3-delte cover er udformet så det gør samling simpel og muliggør rengøring bedst muligt.



Se arbejdsblad A6.8.1 og A6.8.2

6.9 Motor/styring

Denne motor er valgt på baggrund af dens udgangsmoment på $20.000 \text{ g.cm} = 2\text{Nm}$.

Momentet vil i vores tilfælde blive forstærket af den indre gearing i mekanismen.

Omdrejningshastigheden på 67 omdrejninger i minuttet passer godt til vores produkt.

Da vores mekanismes trykcyklus klares på to motoromdrejninger, får vi udført maskinens funktion på $2 \cdot 67 \text{ omdrejninger} / 60 \text{ s} = \text{ca. } 2,23 \text{ s}$, hvilket vil understøtte en effektiv arbejdhastighed.



Output Speed	67 rpm
Supply Voltage	12 V dc
Maximum Output Torque	20000 g.cm
DC Motor Type	Brushed
Shaft Diameter	8mm
Power Rating	41.3 W
Gearhead Type	Planetary
Length	111.9mm
Width	44.6mm
Current Rating	5.5 A
Weight	624g

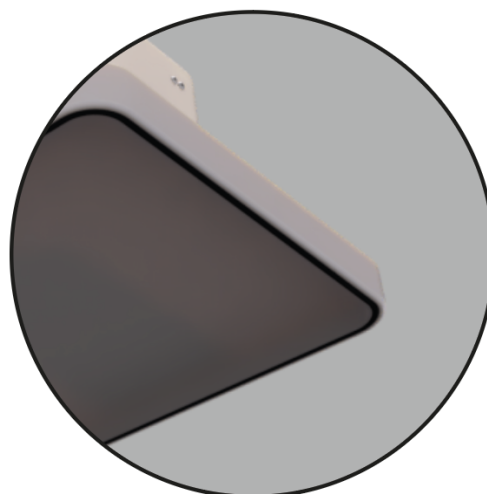
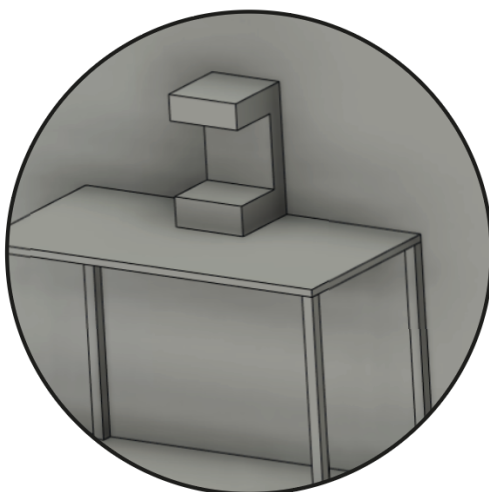
Se arbejdsblad A6.9

Styringen tiltænkes at foregå således, at apparatet kun trækker strøm ved aktivering. Ved aktivering via knap køres en tryk-cyklus. En cyklus svarer, som nævnt, til 2 omdrejninger på motoren. Der monteres kontakter i top og bund af bevægelsesretningen som sikre at mekanismen returneres præcist til sit udgangspunkt. Overbelastningssikringen sikre i forvejen at mekanismen kører baglæns hvis den bliver overbelastet med et tryk som er for stort.

6.10 Montering

For at opnå et så fleksibelt produkt som muligt har vi valgt at det skal være fritstående. Det er vores vurdering at maskinen bliver tung nok og har et lavtliggende tyngdepunkt og derfor ikke vælter let. Dertil kan det være meget problematisk at udforme en standardmontering med bolte, da arbejdsborde kan være udformet på ganske forskellig vis.

For at sikre en stabil placering tilføjes en gummiliste i en rille på undersiden af bundpladen.



Se arbejdsblad A6.10

7. Detaljeret design

7.1 Endelig udformning



Vores produkt ender med at leve op til alle krav og de fleste af kriterierne i vores grundspecifikation.

Det skal nævnes at løsningen, pga af den sparsomme tid, delvist baserer sig på nedenstående antagelser.

- Mekanismerne fungerer.
- Tandhjuls-tænderne er dimensioneret korrekt
- Kugle-overbelastningssikringen er dimensioneret korrekt
- Mekanismen nulstilles via kontakter for hver afsluttet sekvens.
- Stellets struktur er holdbar mv.

Se arbejdsblad A7.1.1 og A7.1.2

7.2 Kreativ inspiration

Vi er delvist blevet inspireret af den minimalisme som man blandt andet ser i Apples produkter. Dertil har vi som eksperiment ladet os inspirere visuelt af AI værktøjet Dall-E - en online tjeneste, som via en algoritme kan generere fotos ud fra tekst.

Se arbejdsblad A7.2

Med hensyn til diverse delelementer, har vi hentet inspiration i diverse standard-mekanismer og designs ved søgninger på nettet. Fx på hjemmesiden [507 Mechanical movements](#).

7.3 Optimering

Efter alle kvantitative valg var taget, har vi finpudset og optimeret på dele af udformningen.

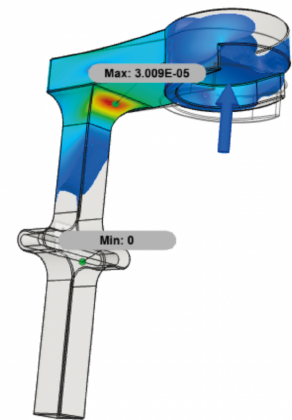
Stel:	Tilføjet pladebuk for at give større stabilitet og beskyttelse
Bundplade/cover/pressedel:	Afrundede kanter for at sikre god hygiejne/æstetisk udtryk
Div. mekanik:	minimering af materiale og optimering af størrelsesforhold
Bundplade:	Dimensioneret så den faciliterer god balance for produktet

Dertil har vi foretaget beregninger for 2 udvalgte dele af produktet:

Scottish Yoke

For at bestemme, hvilke kræfter som påvirker de forskellige delkomponenter i Yoke hjulet, er der blevet foretaget nogle momentberegninger disse kan bruges til at antage, hvordan kræfterne overføres fra rotation til lineær.

Moment Beregningerne blev efterfølgende benyttet til at bestemme ydeevnen af motoren.



Galgedel

Da pressedelen er galgeformet har den et knæk, som vi forventer bliver belastet. Vi har forsøgsvist anvendt Stress/strain simuleringsværktøjet i Fusion 360 for at anslå om delen kan holde til det forventede slid. Da vi har en sikkerhedsfaktor på 15, vil vi mene at komponenten er holdbar.

7.4 Tekniske tegninger

Skitseopslag	Se arbejdsblad 7.4.1
Samlevejledning inkl stykliste	Se arbejdsblad 7.4.2
Exploded view	Se arbejdsblad 7.4.3
Komponenttegninger	Se arbejdsblad 7.4.4 - 7.4.9

8. Feasibility analyse

Vi har, med udgangspunkt i opgaven, og med nogle antagelser om visse priser, beregnet på prisen for produktion af 5000 enheder. Denne oversigt viser hvilke parametre der er med og ikke er med i beregningerne:

inkluderet	Ekskluderet
• Materiale • Vægt • Løn for produktion • Løn for bearbejdning • Mængderabat • Specialværktøjer • Samling • Tryk af manual • Emballage	• R & D • Markedsføring • Transport • Lager • Import/eksport-afgifter • Sikkerhedsgodkendelse • Patentering • Lager • Administration

Generelt har vi, hvilket beregningerne også viser, forsøgt at bruge så mange standardkomponenter som muligt, for at undgå udgifter til specialværktøjer.

Ser man på beregningerne ender vi på følgende:

Produktionspris pr enhed ekskl. overhead (ca):	305 DKK
Produktionspris pr enhed inkl. overhead (ca):	1300 DKK

Vi anslår følgende salgspriser:

Minimum:	3500 DKK
Maximum:	6500 DKK

Det giver følgende return on investment:

Worst scenario:	2200 DKK
Best scenario	6195 DKK
Medium scenario	4005 DKK

Se arbejdsblad A8

9. Konklusion

9.1 Driftssikkerhed

Både materialer, konstruktion, valgt mekanisme, udformning osv. resulterer i en ganske driftssikker maskine, med en holdbarhed som lever op til GS. De få steder hvor vi har fundet det nødvendigt, har vi beregnet hvorvidt materialet og formen kan holde til de kræfter som de udsættes for. Hvis vi antager at der er et nogenlunde højt niveau af kvalitetskontrol og at laboratorieudstyr sjældent bliver udsat for ekstremt dårlig behandling eller unødigt slid, så kan vi konkludere at vores maskine vil holde hele vejen igennem den forventede brugsperiode. Vi konkluderer altså at driftssikkerhed er i orden.

9.2 Produktion og Pris

Da vi har fokuseret på at de fleste komponenter er standardvarer og at de resterende er billige både i materialer og produktion mener vi at prisen er holdt på et ganske rimeligt niveau. Det er klart at man, i den virkelige verden, kunne ønske sig tid til at beregne på endnu mere solid data frem for at gøre sig mange antagelser.

9.3 Brugervenlighed og Hygiejne

Vores produkt har 1 knap og det er synligt og intuitivt hvordan petriskål og loader-enhed skal placeres. Når stikket er sat i, petriskål og loader-enhed placeret korrekt og brugeren påføre knappen et tryk, så klarer maskinen selv resten. Dermed er der meget lille risiko for misforståelser. Da vi har fokuseret meget på at skabe et produkt med et minimalistisk æstetisk udtryk i lyse materialer og med rundede kanter og få overgange og lignende, mener vi at produktet er meget let at holde rent. Der er få steder hvor dette urenheder kan ophobe sig og produktets overflader som primært består af Medical Grade Polypropylen giver gode forudsætninger for at opnå et sterilt arbejdsmiljø.

9.4 Produkt vs Grundspecifikation

Men på det givne grundlag mener vi at produktet, på baggrund af konklusionerne i de 3 foregående afsnit, lever op til ønskerne fra vores grundspecifikation.

10. Fremtidigt arbejde

Skulle arbejdet have fortsat ville det, først og fremmest, have været interessant at se på den den grundlæggende problemstilling - at trykket på loaderen giver en ergonomisk belastning for brugeren. Vi kunne forestille os at det ville føre til design af et apparat som leverede pillerne automatisk frem for at trykke på et allerede eksisterende produkt - Altså et erstatningsprodukt fremfor et supplerende produkt.

Skulle arbejdet have fortsat inden for den givne ramme, ville vi blandt flere elementer overveje at inkludere:

- Bruger- og markedsundersøgelse
- Optimering af støjniveau
- Yderligere materiale besparelser

- Yderligere beregninger på diverse belastninger
- Optimering af formgivning til støbning
- Optimering af formgivning til assembly og disassembly
- Minimering af løsdeler (skrue, kabellængde mv)
- Overvejelser ang alternative materialer (fx genbrugsmaterialer)

Da der er tale om et ret lille oplag (5000 stk), ville der dog helt bestemt være en grænse for hvor meget yderligere R&D-arbejde der - i den virkelige verden - skulle lægges i produktet.

11. Referencer

11.1 Bøger

- "Systematic Design of Industrial Products" - Eskild Tjalve

11.2 Online ressourcer

- thermofisher.com/order/catalog/product/ST8100 (Produkthjemmeside)
- youtu.be/mNBzioOudmY (Sekvensanalyse)
- 507movements.com (Inspiration til mekanismer)
- openai.com/dall-e-2 (AI billed-generering)
- bearings.saint-gobain.com/blog/mechanical-torque-limiter (overbelastningssikring)
- docs.rs-online.com/e8b5/A7000000007082189.pdf (Motor)