

BACHELOR OPDRACHT
KEVIN JOLING

IN SAMENWERKING MET

metos
kitchen intelligence®



metos
kitchen intelligence®

Titel	Herontwerp van een foodwaste verwerkingsunit
Datum	8 - 10 - 2013
Naam	Kevin Joling
Studentnummer	S1096575
Universiteit	Universiteit Twente
Opleiding	Industrieel Ontwerpen
Bedrijf	METOS Kitchen Intelligence
Afdeling	Rendisk (R&D en Productie)
Begeleider UT	E. Lutters
Bedrijfsbegeleider	R.J. van Loon
Tweede examinerator	A.P. van den Beukel

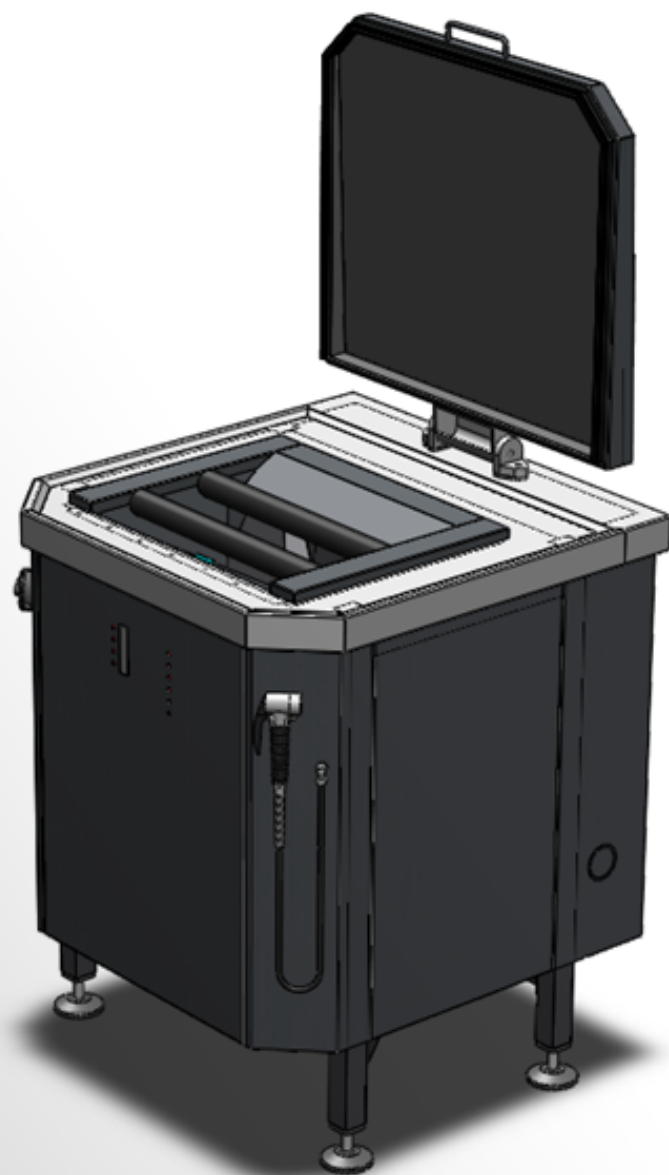
VOORWOORD

Dit verslag is geschreven in het kader van de bacheloropdracht Industrieel Ontwerpen aan de Universiteit Twente, waarmee de bachelorfase van deze opleiding wordt afgesloten. Dit verslag geeft een beknopte weergave van de werkzaamheden die tijdens de bacheloropdracht zijn uitgevoerd en de resultaten hiervan.

Ik wil graag iedereen bedanken die mij heeft geholpen om deze opdracht tot een goed einde te brengen. In het bijzonder wil ik mijn bedrijfsbegeleider Robert-Jan van Loon, Frans van de Logt en Richard Hulshof bedanken voor deze leerzame periode bij Metos. Het meedenken, zoeken naar alternatieve oplossingen en de feedback die ik kreeg op mijn ontwerpen is zeer waardevol geweest voor het uiteindelijke product.

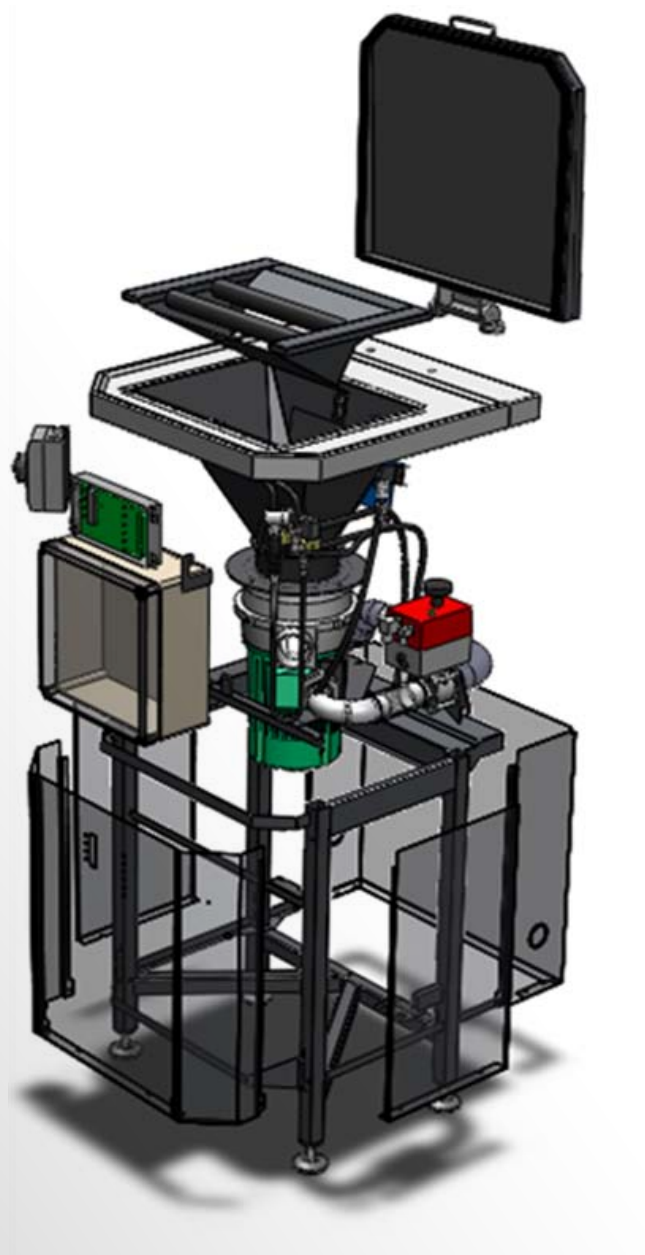
Daarnaast wil ik ook mijn UT begeleider Eric Lutters bedanken voor de nuttige informatie, feedback en het wijzen op aandachtspunten, welke hebben geleid tot eenvoudige en betere oplossingen.

Tenslotte wil ik alle productie medewerkers van Metos bedanken voor hun behulpzaamheid en interesse waardoor ik met een mooi resultaat en een goed gevoel kan terugkijken op mijn Bachelor Opdracht.



INHOUD

4	Voorwoord	28	Ontwerpfase
6	Inhoudsopgave	28	Conceptfase
8	Samenvatting	33	Concept generatie
9	Summary	34	Concept 1
10	Inleiding	35	Concept 2
11	Plan van Aanpak	36	Concept 3
11	Het product	37	Concept 4
12	Leeswijzer	38	Conceptbespreking
13	Begripsbepaling	40	Conceptkeuze
14	Voorfase	41	Uitwerking onderdelen
15	Startbespreking	56	Detalleringsfase
16	Marktonderzoek	58	Detallering
17	Gebruiksonderzoek	59	Oude ontwerp versus herontwerp
18	Productanalyse	64	Prototype
22	State Transistion Diagram	64	Calculatie
22	Failure Mode and Effect Analysis	66	Eindconclusie
24	Normen	67	Aanbevelingen
24	Vormgevingsbeleid		
25	Stakeholders		
26	Voorlopig Programma van Eisen		



SAMENVATTING

In dit verslag is te lezen hoe de bacheloropdracht bij METOS Kitchen Intelligence is uitgevoerd en op welke manier het eindresultaat tot stand is gekomen. Begin april 2013 is deze opdracht, de afstudeeropdracht voor de bachelor Industrieel Ontwerpen, van start gegaan. Het doel is om de reeds opgedane kennis van drie jaar colleges en verschillende projecten nu zelfstandig toe te passen.

Het onderwerp van deze opdracht is het maken van een herontwerp voor een foodwaste verwerkende machine, op basis van kostenreductie. De kostprijs moet omlaag om te kunnen blijven concurreren en een goede positie in de markt te behouden.

Tijdens de analyse fase is er gekeken naar het gebruik van de huidige machine. Welke mensen met de machine werken en op welke manier ze dit doen bijvoorbeeld. Daarnaast is er naar de technische opbouw van de machine gekeken. Zo is er inzicht gekregen in de constructie en zijn er verschillende punten tot mogelijke kostenbesparing naar voren gekomen. Ook is er gekeken naar een eventuele verbetering van het gebruiksgemak en de serviceability. Uiteindelijk is er een programma van eisen opgesteld waarmee van start kon worden gegaan met het daadwerkelijke ontwerp.

Tijdens de ontwerpfase zijn er verschillende 3D schetsen gemaakt om oplossingen te vinden voor een goedkopere constructie van de machine. Dit heeft vervolgens geleidt tot vier verschillende concepten. Deze concepten zijn gepresenteerd en besproken met de bedrijfsbegeleider en een aantal engineers. Vervolgens zijn de concepten onderworpen aan een QFD, een Quality Function Deployment op basis van het programma van eisen, waarmee een verantwoorde keuze gemaakt kon worden voor het concept dat uitgewerkt zal worden. Na de conceptkeuze is het concept met de feedback van de engineers specifiek per onderdeel uitgewerkt. Hierbij is constant bijgehouden wat de invloed was van verschillende ontwerpkeuze's op de kostprijs van de machine.

Nadat het conceptontwerp vastgelegd en goedgekeurd was, is de machine tijdens de detailfase tot in productieniveau uitgewerkt. De productietekeningen van het oude en het nieuwe ontwerp zijn in de bijlagen van dit verslag te vinden.

Het ontwerp is tenslotte vrijgegeven en in productie genomen om als prototype te testen. Helaas kon dit niet meer gerealiseerd worden binnen de tijd die voor deze opdracht stond. Het is Metos dan ook aan te raden de machine uitvoerig te testen alvorens deze daadwerkelijk op de markt gebracht wordt.

SUMMARY

This report shows how the bachelor assignment at METOS Kitchen Intelligence is conducted and how the end result came about. This assignment, the final project for the Bachelor of Industrial Design, was launched in the beginning of April, 2013. The aim of this assignment is to independently apply the gained knowledge of three years of college and participation in different design projects.

The purpose of this assignment is to make a redesign for a foodwaste processing machine, based on cost reduction to remain competitive and maintain a good position in the market.

During the analysis phase, there is looked at the use of the current machine. Which kind of people is operating the machine and in which ways they do this for example. Also there is looked at the technical structure of the machine, what gained insight into the construction and emerged several potential points to save costs. There is also looked at possible improvements of the ease of use and serviceability. Finally a program of requirements was composed and therewith the actual design phase could be started.

During the design phase, several 3D sketches were made to find solutions for a cheaper construction of the machine. This has subsequently led to four different concepts. These concepts are presented and discussed with the company supervisor and a number of engineers. Then the concepts were subjected to a QFD, a Quality Function Deployment based on the program of requirements, so a responsible choice for the concept to elaborate could be made. Hereafter, each component of the chosen concept was developed specifically, based on the feedback from the engineers. During this process, the effects of the various design choices on the costs of the machine were constantly monitored.

When the concept design was completely defined and approved, the detail phase of the assignment started. During this stage, the machine was designed into production level. The production drawings of the old design and the redesign can be found in this report's appendices.

Finally, the design was released and taken into production in order to test as a prototype. Unfortunately this could not be achieved within the time allowed for this assignment. Therefore the advice to Metos is to test the machine extensively before it will be actually launched.

INLEIDING

In april 2013 is de Bachelor Opdracht van start gegaan, de afstudeeropdracht van de bachelor Industrieel Ontwerpen. Het doel van de opdracht is dan ook om de opgedane kennis van de afgelopen studiejaren zelfstandig toe te passen.

De opdracht is uitgevoerd bij METOS Kitchen Intelligence in Ruurlo, een bedrijf gericht op de grootkeuken sector. Er worden voornamelijk industriële RVS keukens geproduceerd. De afdeling R&D richt zich vooral op de ontwikkeling van producten die keukenafval duurzaam verwerken.

De opdracht is het herontwerpen van een van deze producten, de zogenaamde drop unit, met als hoofddoel kostenreductie. Omdat Metos een bedrijf is dat per order produceert is de seriegrootte klein. Daarom is er op de eerste plaats vooral gekeken naar mogelijke kostenreductie op basis van het ontwerp zelf. De hoofdvraag luidt dan ook als volgt:

Welke aanpassingen t.a.v. de constructie van de drop unit zijn mogelijk om de productiekosten van de drop unit te reduceren?

Het concrete doel van de opdracht is om de drop unit in kosten te reduceren met 30% op de totale kostprijs. De huidige drop unit zal daarom herontworpen worden, waarbij gefocust wordt op materiaalkeuze, productiewijze en montage. Daarnaast zal er rekening gehouden worden met de mate van serviceability van het product, zodat er ook op de servicekosten bespaard kan worden en eventuele storingen op locatie gemakkelijk en snel te verhelpen zijn.

Uiteindelijk zal het complete herontwerp productieklaar gemaakt worden en zal er een eerste hernieuwde versie van de drop unit in productie gaan.

PLAN VAN AANPAK

Voordat er begonnen is met de opdracht, is er een plan van aanpak geschreven. In het plan van aanpak is uitgebreid te vinden wat het doel is van de opdracht en op welke wijze deze uitgevoerd zal worden. Verder zijn er in het PvA zaken zoals het projectkader en de vraagstelling (hoofdvraag + deelvragen) te vinden. Een onderzoekstechnische strategie is opgesteld om de verschillende hoofd- en deelvragen te beantwoorden en tenslotte is er een globale planning gemaakt voor het uitvoeren van de verschillende fasen van de opdracht.

Het plan van aanpak is te vinden in bijlage A.

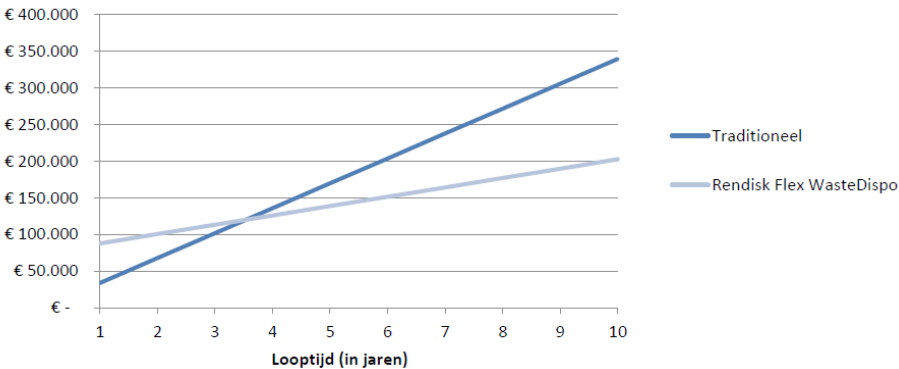
HET PRODUCT

Het product dat herontworpen zal worden is de drop unit. Het is een verwerkingsunit van voedselafval, bestemd voor de grootkeuken. Het apparaat, waarin voedselafval wordt gedeponeerd en vermalen, zorgt voor een hygiënischer werkplek en minder interne logistiek. Het legen van afvalbakken is namelijk niet meer nodig omdat de vermalen foodwaste wordt afgezogen en door leidingen wordt getransporteerd naar een centraal punt binnen het gebouw. Daar wordt de foodwaste vervolgens verder verwerkt, waarbij het water gescheiden wordt van de foodwaste. Doordat de foodwaste vermalen en ontwaterd wordt, wordt het volume van het afval kleiner. Hierdoor is het afhalen of legen van containers minder vaak nodig.

Al met al zal het complete foodwaste-systeem leiden tot kostenbesparing voor de klant. Er is namelijk geen tijd meer nodig voor het legen van vuilnisbakken en daarnaast wordt het afhalen van containers flink verminderd, wat gezien kan worden als de grootste kostenpost van het traditionele afvalverwerken. In het ‘exploitatie overzicht afvalverwerking’ in grafiek 1.1 is dit schematisch weergegeven. In tabel 1.1 zijn verder alle voordelen van geautomatiseerde afvalverzameling ten opzichte van het conventionele afverzamen binnen de grootkeuken tegen elkaar uitgezet.

Conventionele afvalverzameling	Geautomatiseerde afvalverzameling
Stank en ongedierte als vliegen rond vuilnisbakken	Rechtstreekse verwijdering van afval door vacuüm systeem: geen last meer van stank en/of ongedierte dus een hygiënischere omgeving.
Groot aantal vuilniswagens op de weg	Ruime reductie van het aantal vrachtwagens dat vuilnis op moet komen halen: kosten- en milieu besparend.
Legen van vuilnisbakken: arbeidsintensief	Afval wordt door middel van vacuüm getransporteerd: geen extra arbeid nodig dus kostenbesparend.
Extra ruimte nodig voor het opslaan van afval	Volume foodwaste wordt met 80% gereduceerd en daarnaast worden de drop units geïntegreerd in de keuken: ruimte besparend.
Gebrek aan stiptheid van het legen van containers: onhygiënische situaties	Afval wordt regelmatig verwijderd door middel van een vooraf ingestelde timer/teller of niveau schakelaar.
Milieukwesties	Hygiënischere omgeving, gereduceerde hoeveelheid afval, minder vrachtwagens nodig dus lagere CO2 uitstoot.

Tabel 1.1 Conventionele versus geautomatiseerde afvalverzameling



Grafiek 1.1 Exploitatie overzicht afvalverwerking

LEESWIJZER

Het verslag is opgebouwd volgens de verschillende ontwerpfasen die zijn doorlopen, maar bestaat voornamelijk uit twee delen. Het eerste deel, de analyse en het tweede deel dat zich vooral focust op het ontwerp en de detaillering hiervan.

Het eerste hoofdstuk, de voorfase of ook wel de analyse fase genoemd, beslaat het markt- en gebruiksonderzoek. Daarnaast is er een productanalyse uitgevoerd en zijn de geldende normen in beeld gebracht. Ook is er een Failure Mode and Effect Analysis uitgevoerd.

De voorfase loopt vanaf pagina 14 tot en met pagina 27. De bijbehorende bijlage is B.

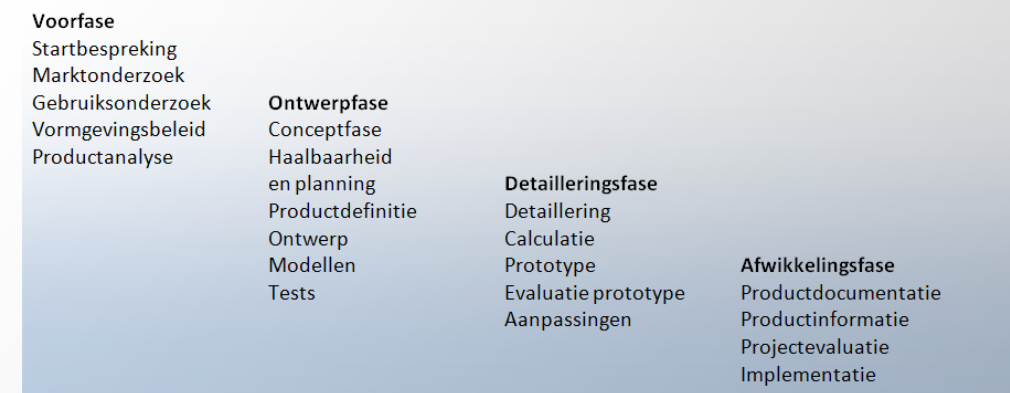
Nadat de voorfase was afgerond, wat resulteerde in een Programma van Eisen, ging de ontwerpfase van start. De ontwerpfase omvat de conceptgeneratie, conceptbespreking en keuze en de uitwerking hiervan. Het concept is met het oog op kostenreductie van de complete constructie, per onderdeel uitgewerkt.

De ontwerpfase loopt vanaf pagina 28 tot en met pagina 55. De bijbehorende bijlagen zijn C-F.

Tenslotte de detailleringsfase, waarbij gekeken is naar de productiemogelijkheden en er uiteindelijk volledige productietekeningen van de machine zijn gegenereerd. Ook de productiekosten zijn berekend in het hoofdstuk calculatie, waarbij het belangrijkste resultaat van het herontwerp naar voren komt. Vervolgens is er begonnen aan het prototype en is er een eindconclusie opgesteld met de daarbij behorende aanbevelingen.

De detaillingsfase loopt vanaf pagina 56 tot en met pagina 67. De bijbehorende bijlagen zijn G.I-G.2.

De afwikkelingsfase is niet direct meegenomen in deze opdracht, al zou dit verslag natuurlijk als onderdeel van deze fase gezien kunnen worden.



Afbeelding 1.1 Stappenplan productontwerp

BEGRIPSBEPALING

Foodwaste

Voedselafval in de vorm van snijafval uit de bereidingskeuken alsook overgebleven voedselresten van de restaurant bezoeker.

Drop unit

Onderdeel van het Rendisk Flex WasteDispo systeem. De drop unit is een machine in de keuken waar voedsel gedeponeerd wordt (vergelijkbaar met een afvalbak). Deze unit vermaalt vervolgens de foodwaste en mengt het met water, zodat het door middel van vacuüm door dunne leidingen getransporteerd kan worden naar een centraal punt. Daar wordt het verder verwerkt.

Rendisk Flex WasteDispo

Foodwaste verwerkings systeem dat vanuit verschillende drop units op verschillende plekken binnen de keuken voedsel verzamelt en transporteert naar een centraal punt. Daar wordt het water gescheiden van de foodwaste wat uiteindelijk zorgt voor zo'n 80% volumereductie.

Serviceability

De mate van eenvoud om service te verlenen

Bewerkingen

Onder bewerkingen vallen de bewerkingsuren die nodig zijn voor de productie van een onderdeel, zoals bijvoorbeeld lassen. Daarnaast vallen ook de uren voor montage, in het geval van een onderdeel als subassembly, onder bewerkingen.

Batch/Cyclus

Een batch of cyclus is een serie van opeenvolgende handelingen die uitgevoerd wordt door de drop unit, namelijk: water toevoegen, vermalen, spoelen, vacuüm klep openen, afzuigen.

Special

Een special is door Metos geproduceerde machine die op basis van de wensen van een klant aangepast wordt.

VOORFASE

Om een verantwoord herontwerp te kunnen maken is een goed vooronderzoek nodig. De analysefase is dan ook erg belangrijk om te voorkomen dat er belangrijke eisen over het hoofd worden gezien. Vandaar dat er verschillende analyses gedaan zijn: een marktonderzoek waarbij de werking van andere (concurrerende) systemen is onderzocht, een gebruiksonderzoek van de huidige drop unit in de praktijk en een productanalyse om beperkingen en verbeterpunten van de huidige constructie te vinden. Tenslotte zijn nog de wensen van verschillende belanghebbenden (stakeholders) bekeken en is het algemene vormgevingsbeleid van Metos in beeld gebracht. Uiteindelijk is er een Programma van Eisen opgesteld waarmee de voorfase wordt afgesloten.

STARTBESPREKING

Het team dat is samengesteld voor de ontwikkeling van het Rendisk Flex WasteDispo systeem, bestaat uit vertegenwoordigers van Productie, R&D, Productontwikkeling, Verkoop en Directie. Gezamenlijk worden er beslissingen genomen over de verbetering en doorontwikkeling van het systeem.

Eén van de punten waarop verbeterd kan worden is de drop unit, het verzamelpunt en tevens beginpunt van het systeem. De drop unit is het onderdeel van het foodwaste-systeem waar het keukenpersoneel dagelijks mee werkt. Het is dus belangrijk dat deze te allen tijde goed functioneert, en zoniet dat storingen gemakkelijk en snel verolpen kunnen worden.

De drop unit is het onderdeel dat op meerdere plaatsen in het systeem (op verschillende plekken in de keuken(s) binnen het gebouw) geïnstalleerd wordt. Om als voorbeeld de Ikea in Delft te nemen, waar drie drop units onderdeel zijn van het foodwaste-systeem. Eén in de bereidingskeuken, waar voedsel bereid wordt met afval als botten, visgraten, snijafval van groente, fruit, vlees enz. Een tweede in de spoelkeuken, waar voedselresten van de borden van klanten worden verwijderd alvorens de borden de afwasmachine ingaan en tenslotte de laatste drop unit in het werknemers restaurant, waar de werknemers hun eigen overgebleven voedselresten kunnen deponeren. Grotere projecten, zoals Google Tel Aviv, zullen moeten beschikken over meer drop units binnen het systeem.

Het probleem is echter dat de drop unit een duur onderdeel van het systeem is. Bij kleine projecten zoals Ikea Delft waarbij drie drop units zijn geplaatst is dit nog rendabel en valt er nog te concurreren met andere systemen. Echter bij grotere projecten zoals Google Tel Aviv, waarbij een groter aantal drop units nodig zijn, loopt de prijs van het foodwaste systeem al snel op. Om een concreet voorbeeld te geven (globaal):

Kostprijs drop unit:	€10.000	(verkoopprijs €25.000)
Kostprijs foodwaste-systeem zonder drop unit:	€22.500	(verkoopprijs €72.500)

Per extra benodigde drop unit wordt het systeem dus al zo'n €25.000 duurder voor de klant. Dit betekent dat Metos bij kleine projecten een goede concurrentiepositie heeft, maar wanneer de projecten groter worden deze positie afneemt.

Vandaar dat er vanuit de directie een duidelijk doel wordt gesteld: de kostprijs van de drop unit zal met 30% moeten worden gereduceerd. Een herontwerp van het huidige model drop unit is daarom noodzakelijk.

Bij de reductie van de kostprijs zullen ook de geschatte kosten voor nazorg (service en onderhoud) meegenomen moeten worden. Dit zal niet direct zichtbaar zijn in de kostprijsreductie maar hier zal wel rekening mee gehouden moeten worden tijdens het herontwerp.

DOELSTELLINGEN EN RANDVOORWAARDEN

Hoofddoel

- Behalen van 30% kostenreductie op de totale kostprijs

Te bereiken door:

- Optimalisatie van de constructie:
 - Arbeidsintensiviteit van de productie verkleinen (per onderdeel):
 - > Verbeteren van de mate van eenvoud van de productie (zorgen voor minder/eenvoudigere bewerkingen)
 - > Verbeteren van de mate van eenvoud van de montage
- Toepassing van alternatieve materialen (in plaats van RVS)
- Seriegrootte verhogen

Indirect:

- Optimalisatie van de nazorg:
 - Verbeteren van de serviceabiliteit

Randvoorwaarden

- Herontwerp op basis van 25 stuks per jaar
- Afschrijving binnen 5 jaar
- Markten: Europa en Midden-Oosten
- Kwaliteit moet centraal blijven staan
- Voldoen aan CE en HACCP

MARKTONDERZOEK

Er is een marktonderzoek gedaan naar systemen met dezelfde functionaliteit als het Rendisk Flex WasteDispo -systeem. De voor- en nadelen van al deze systemen zijn op een rijtje gezet alsook de prijzen van de verschillende systemen. Uit het marktonderzoek is vooral te concluderen dat het systeem van Metos vooral onderscheidend is op de punten transport, volume reductie en kostenbesparing voor de klant.

Het marktonderzoek is te vinden in bijlage B.

Voor de drop unit zelf is het marktonderzoek niet erg bruikbaar, daarom is er meer specifiek nog naar vermalconstructies en alternatieven voor onderdelen gekeken. In afbeelding 2.1 is hiervan een collage te vinden.



Afbeelding 2.1 Collage vermalconstructies

GEBRUIKSONDERZOEK

Een bezoek aan de keukens van Ikea Delft gaf meer inzicht in het gebruik van de huidige drop units. Het gebruik van de free standing drop unit in de spoelkeuken is duidelijk bestudeerd, dit is dan ook de basis voor het herontwerp.

Verder is er tijdens het gebruiksonderzoek gekeken naar de soorten afval die gedeponeerd worden in de drop units en op welke manier de werknemers omgaan met het apparaat. Het gaat tijdens het gebruiksonderzoek bij Ikea Delft vooral om de directe gebruiker. Andere belanghebbenden zullen in het hoofdstuk stakeholders aan bod komen. De verschillende bevindingen die naar voren zijn gekomen zijn de volgende:

Drop unit

- Er worden veel borden, die leeg zijn gemaakt in de drop unit, bovenop de drop unit geplaatst voordat ze in de kratten worden gezet waarna ze de afwasmachine in gaan.
Eis: Frame en bovenkant van de drop unit moet bestand zijn tegen zo'n 20kg gewicht.
- Drop unit wordt geregeld schoon gespoten met de handdouche, omdat afval soms blijft liggen op het inzettrooster.
Eis: De hellingshoek van het inzettrooster moet minstens zo groot zijn als de huidige hellingshoek.
Wens: Hellingshoek inzettrooster vergroten ter verbetering van de doorvoer van het afval en daarnaast om het waterverbruik te verminderen.
- Inzettrooster werkt niet erg goed, er spat nog steeds water uit de drop unit.
Wanneer men voor de drop unit staat, wordt men nat. Huidige oplossing van rubberen strips aan de uiteinden werkt, maar beperkt nu de doorgang van de inworp.
Eis: Spatten moet zo veel mogelijk worden beperkt en mag de gebruiker zeker niet hinderen.

Directe gebruiker

- Laagopgeleid
- Veelal Poolse gastarbeiders
Eis: Gebruik van het apparaat moet intuïtief, of met eenvoudige aanwijzingen, te gebruiken zijn
- Draagt oordopjes
- Draagt handschoenen en schort
- Haren zijn afgeschermd

Omgeving

- Beperkte ruimte
Eis: De afmeting van het herontwerp van de drop unit mag maximaal de afmetingen van het huidige ontwerp bedragen.
Eis: Een secundaire gebruiker, zoals een servicemonteur, moet storings aan de drop unit in een beperkte ruimte kunnen verhelpen: toegankelijkheid vanaf de voorzijde.
- Heel veel omgevingsgeluid: borden/bestek knallend op elkaar, in werking zijnde afwasmachine enz.
Werknemers dragen oordopjes en communiceren al schreeuwend met elkaar.
Opmerking: Het geluid dat de drop unit produceert moet voldoen aan de hiervoor bestemde richtlijnen, maar maatregelen ter verdere reductie van dit geluid is (in de spoelkeuken) in principe niet nodig.

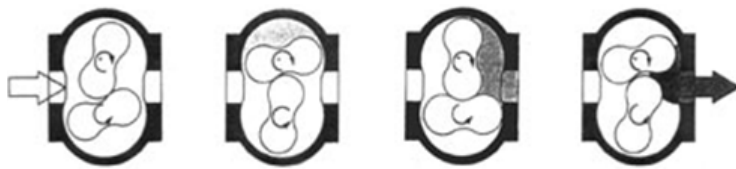
Foodwaste

- De foodwaste die in de spoelkeuken door de drop unit verwerkt moet worden bestaat veelal uit 'zacht' afval als groente, patat en sauzen. Botten komen weinig voor, en dan zijn het voornamelijk kippenbotjes.
Opmerking: Het vermogen van de vermaler is misschien te groot voor in de spoelkeuken. De huidige vermaler zou eventueel vervangen kunnen worden door een vermaler met een kleiner vermogen, wat de prijs aanzienlijk verlaagd. Het inlichten van de werknemers ter voorkoming van deponatie van botten in de drop unit zou dan misschien wel nodig zijn.

PRODUCTANALYSE

De drop unit is een apparaat waarmee foodwaste, zoals etensresten en snijafval bestaande uit groente, vlees, aardappelen, rijst, sauzen, enz. hygiënisch verwerkt wordt. Ten eerste wordt het afval verzameld, vervolgens wordt er water toegevoegd en verpulvert een vermaler (voor te stellen als een roterend mes; een industriële blender) de foodwaste tot pulp, zodat het afval gemakkelijk door dunne leidingen getransporteert kan worden.

Wanneer de drop unit de foodwaste verpulvert heeft, wordt er door middel van een lobbenpomp een vacuüm opgebouwd, waarmee de foodwaste wordt afgezogen en door leidingen getransporteerd wordt naar een centraal punt. Daar wordt de foodwaste ontwaterd door een zogenaamde 'dewater-unit'. Uiteindelijk zorgt het complete Rendisk Flex WasteDispo-systeem voor 80% volumereductie van het voedselafval.



Afbeelding 2.2 Werking lobbenpomp

De drop unit is het specifieke onderdeel van dit systeem dat herontworpen wordt, waarbij een kostenreductie van 30% het centrale doel is. De specifieke functies per onderdeel (zie afbeelding 2.4) van de drop unit zijn:

- Trechter (1)

De trechter van de drop unit is als het ware de 'opvangbak' van het systeem. De foodwaste wordt vanaf de bovenkant in de grote opening van de trechter gegooid en via de schuine wanden de vermaler ingeleid.

De trechter wordt momenteel door Metos zelf geproduceerd uit RVS.



Afbeelding 2.3 Geïntegreerde drop unit in de praktijk (Ikea Delft)

- Inzetrooster (2)

Het inzetrooster heeft twee belangrijke functies. Ten eerste zorgt dit onderdeel ervoor dat de directe toegang tot de vermaler wordt geblokkeerd, zodat men niet met een hand of arm in de machine terecht kan komen.

Ten tweede zorgt het inzetrooster er voor dat opspattend water, te wijten aan de in werking zijnde vermaler, tegen wordt gehouden.

Het inzetrooster waarborgt dus voor een groot deel de veiligheid en de gebruiksvriendelijkheid van de drop unit. Dit onderdeel wordt door Metos zelf geproduceerd uit RVS.

- Vermaler (3)

De vermaler bestaat uit een sterke elektromotor die een groot mes aandrijft waarmee foodwaste in de vorm van GFT, brood, vlees en botten verpulvert wordt. Een soort industriële blender. De vermaler is een onderdeel dat ingekocht wordt. De montage vindt bij Metos plaats waarvoor een aantal onderdelen nodig zijn die zij zelf maken.

- Leidingen (4)

De leidingen voor de watertoevoer zorgen voor de aanvoer van water naar de sproeinozzles en de handdouche. Het zijn aluminium leidingen die met daarvoor bestemd gereedschap gebogen worden en zo in de juiste baan gebracht worden. De eis voor de leidingen is dat ze minimaal bestand zijn tegen warm water á 60 °C.

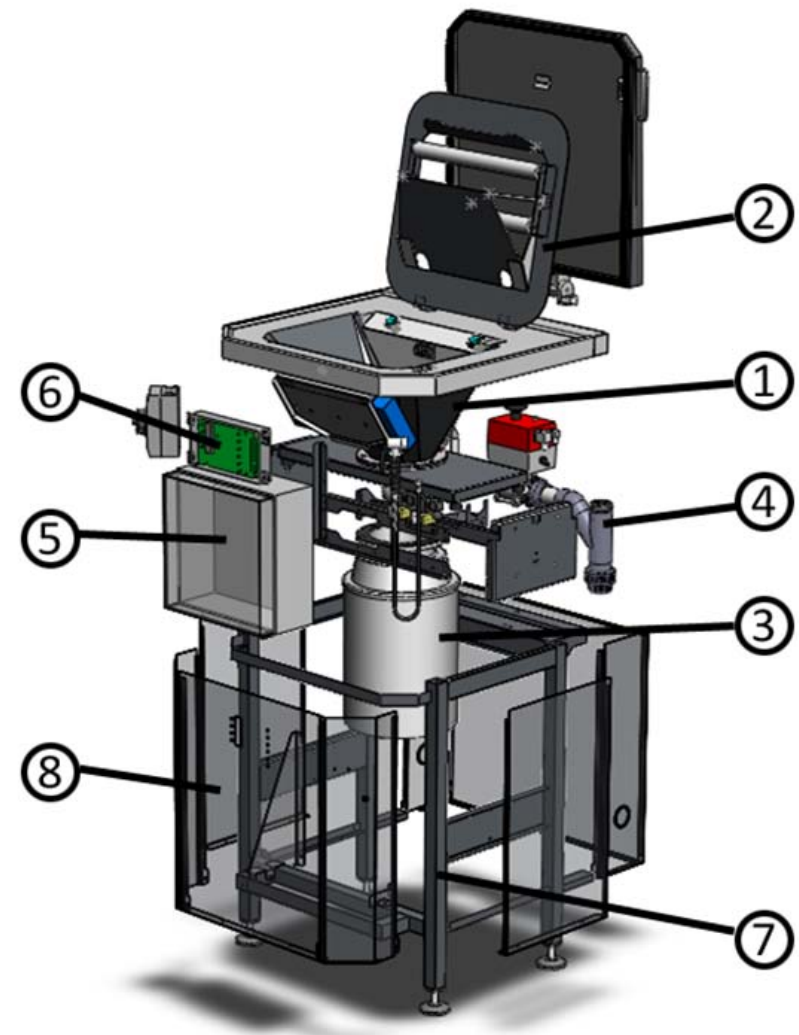
De leiding voor de afvoer, waar de vermaalde foodwaste doorheen gezogen wordt, bestaat uit RVS lasbochten en leidingstukken die aan elkaar gelast worden. De eis voor de leiding van de afvoer is dat deze bestand is tegen minimaal 0,9 bar onderdruk en minimaal 3 bar overdruk.

De leidingstukken worden door Metos ingekocht, het lassen hiervan en de montage vindt plaats in hun eigen fabriek.

- Elektra (5)

De elektra zorgt voor de aansturing van de drop unit, alle elektrische onderdelen zijn aangesloten in een zogenaamde schakelkast: het 'centrale elektrische punt'. Deze onderdelen zijn de volgende:

PLC: Leest input, zoals handmatig (Manual Extraction Cycle: MEC) of automatisch (Intelligent Extraction Cycle: IEC) draaien van een batch, en stuurt vervolgens bijvoorbeeld de vermaler aan (output). De PLC regelt het proces van de drop unit en wisselt data met de 'master PLC', de hoofd PLC van het systeem. Met de data die deze 'slave PLC' ontvangt, stuurt deze outputs aan.



Afbeelding 2.4 Exploded view huidige drop unit

Voeding 24V DC: Gelijkspanningsvoeding voor de PLC, maakt een conversie van 230V AC naar 24V DC.

Voeding 24V AC: Wisselspanningsvoeding voor de waterkleppen (warm en koud) en vacuümklep van de afvoerleiding.

Installatie automaat: Schakelaar die de elektra componenten beveiligd tegen kortsluiting.

Motorbeveiligings schakelaar (MBS): Schakelt de vermaler bij kortsluiting of overstroom uit, dit wordt gemeten door een hulpcontact die op de input van de PLC zit.

Magneet schakelaar: De magneetschakelaars (twee maal: linksom en rechtsom) zorgen voor de draairichting van de vermaler.

Zekering 24V AC: Beveiligt het AC circuit tegen kortsluiting.

Hoofdschakelaar: Schakelt de dropunit in en uit. Voorziet de gehele drop unit van spanning, dus zowel de vermaler als de schakelkast. Wanneer deze is uitgeschakeld staat de drop unit uit.

Vermaler: Functie zoals eerder uitgelegd. Is aangesloten op krachtstroom en wordt beveiligd door de MBS. De draairichting wordt bepaald door de magneetschakelaars.

Schakel relais: Zorgt voor aansturing van de kleppen (koud water, warm water, vacuümklep). Deze schakelt met het 24V DC signaal vanuit de PLC, de 24V AC klep in.

Meet relais: Meet of er wel of geen spanning staat op het 24V AC circuit, en geeft dit door aan de PLC (24V DC).

Reed contact (magneet schakelaar): Meet of het inzettrooster op zijn plaats zit, zoniet zal de drop unit geen batch kunnen draaien en wanneer er al een batch bezig is zal deze direct afgebroken worden ten behoeve van de veiligheid.

Printplaat bediening: Aansluiting van de knoppen en indicatie leds voor het bedienen van de drop unit.

- Bediening (6)

De bediening van de drop unit bestaat uit twee drukknoppen en een viertal leds. Met de knoppen kan een handmatige of automatische cyclus ingeschakeld worden. Bij een handmatige cyclus zal de vermaler direct ingeschakeld worden. Bij een automatische cyclus zal de vermaler ingeschakeld worden nadat een bepaalde waarde bereikt is, zoals bijvoorbeeld het aantal dienbladen dat langsgekomen is. De leds geven aan:

1. Of de Manual Extraction Cycle (MEC) in werking is
2. Of de Intelligent Extraction Cycle (IEC) in werking is (standaard)
3. Of het inzettrooster op zijn plek zit
4. Of er een bepaalde storing is

- Frame (7)

Het frame bestaat uit een aantal RVS kokers en strips die aan elkaar gelast worden en zo de basis van de dropunit vormen. Alle onderdelen en subassemblies worden hierop gemonteerd. Het frame wordt afgeschermd door de omkasting.

- Omkasting (8)

De omkasting bestaat uit RVS panelen die de inwendige onderdelen en leidingen van de drop unit afschermen. Daarnaast zorgt de omkasting of beplating voor een strak en verzorgd uiterlijk.

BEPERKINGEN HUIDIG ONTWERP

Tijdens het bestuderen van de constructie van de drop unit kwamen de volgende beperkingen van het huidige ontwerp, en dus ook punten ter verbetering, naar voren:

- Trechter

Erg duur om te maken vanwege de benodigde arbeidsuren: erg veel laswerk en daarnaast het benodigde kantwerk. Verder is het materiaal, RVS, ook vrij prijzig.

> Alternatieve productiemethoden en materialen onderzoeken.

- Inzetrooster

Schermt goed af en is veilig maar gaat het spatten niet goed tegen, er spat nog steeds water uit de drop unit (aan de voorkant) wat de gebruiker hindert. Huidige oplossing van rubberen strips aan de uiteinden van het inzetrooster werkt, maar beperkt de doorgang van de inworp en is dus niet ideaal.

> Inzetrooster aanpassen te verbetering van spatwaterdichtheid, daarnaast kijken naar eventueel andere materialen dan RVS.

- Vermaler

Vrij duur en heeft waarschijnlijk meer vermogen dan nodig is. Zit diep ingebouwd in de vermaler: (de-)montage is lastig en duurt vrij lang wat ook tijdens servicewerkzaamheden niet gunstig is.

> Mogelijkheden van een vermaler met minder vermogen en de positionering ervan onderzoeken.

- Leidingen

De watertoevoerleidingen zijn van aluminium en moeten in de juiste positie gebogen worden wat niet erg gemakkelijk is en relatief veel tijd kost.

> Mogelijkheden van alternatieve (flexibele) leidingen onderzoeken.

De afvoerleiding is uitgevoerd in RVS wat vrij duur is ten opzichte van bijvoorbeeld PVC leidingwerk en daarnaast kost het lassen ervan veel tijd. Verder zorgt het verloop van de diameter van de leiding (2 ½" naar 1 ½") soms voor opstoppen in de leiding.

> Constructie van de leiding en mogelijkheden van alternatieve leidingen onderzoeken.

- Elektra

De fabricage van de besturingskast kost erg veel tijd. Een belangrijke reden hiervan is dat niet altijd alle onderdelen voor handen zijn en dat het bouwen van de kast veel vertraging oploopt door het opnieuw oppakken van de montage. Dit zal een duidelijk punt ter verbetering zijn. Daarnaast moet de montage plaat van de besturingskast voorbereid worden om er elektra componenten op te plaatsen. Dit gebeurt door er gaten in te boren en deze van draad te voorzien. Vervolgens kan er een zogenaamde 'din rail' gemonteerd worden, waarop de elektra componenten weer geplaatst worden.

> Alternatieven voor het voorbereiden van de montage plaat onderzoeken en eventuele batch-gewijze fabricage van de besturingskast voorstellen.

- Bediening

De bediening is niet erg vanzelfsprekend, de MEC en IEC functies zijn niet erg intuïtief. Het aanpassen van de bedieningslayout zal zorgen voor een verbetering van de gebruiksvriendelijkheid, maar weinig tot geen kosten reduceren.

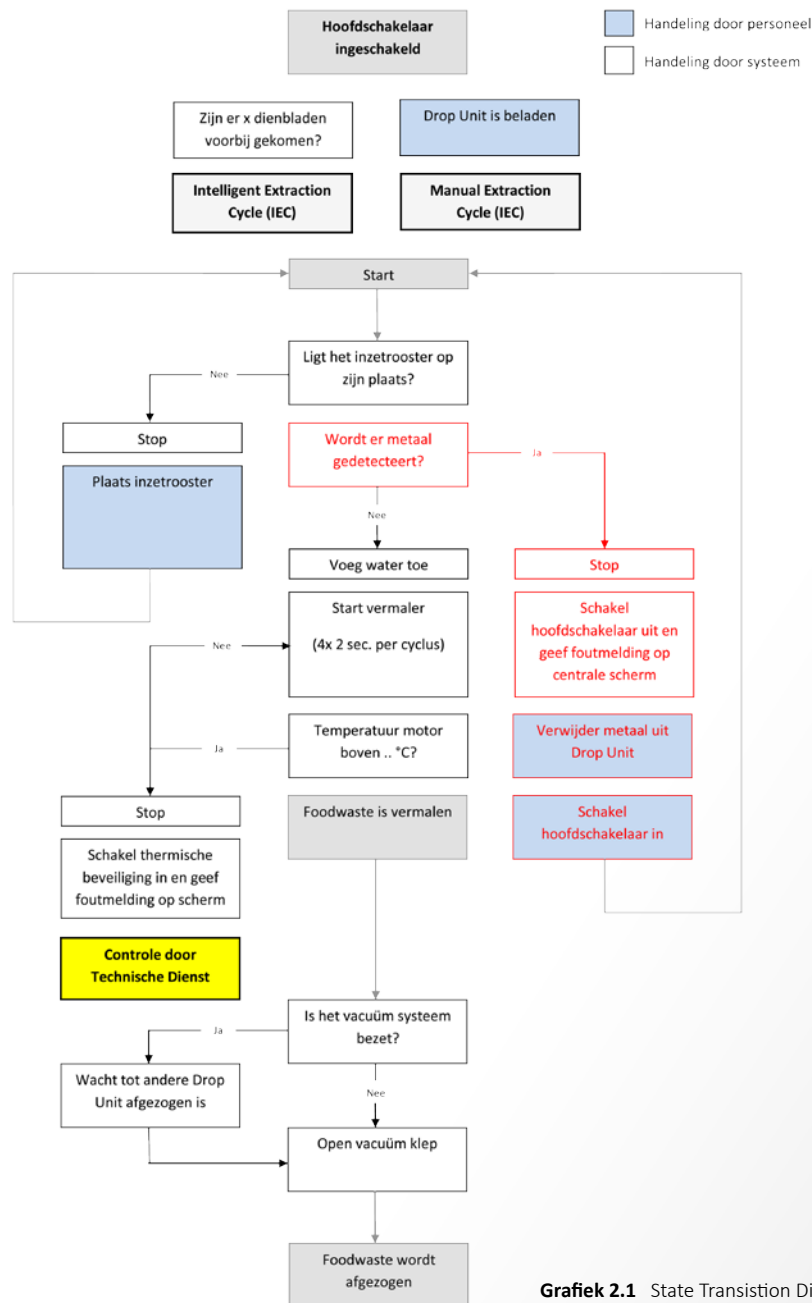
- Frame

Het frame vergt veel tijd om in elkaar te lassen, dit zit hem in het feit dat alle positie's zoals bijvoorbeeld de hoogte van tussenkokers steeds weer opgemeten moeten worden. Dit is eveneens erg gevoelig voor fouten.

> Mogelijkheden tot het eenvoudig aangeven van referentiepunten onderzoeken

- Omkasting

De omkasting bestaat uit eenvoudige RVS panelen die gemonteerd worden rond het frame en de inwendige onderdelen van de drop unit afschermen. Hier zijn geen duidelijke punten ter verbetering te vinden. Echter zal er tijdens het herontwerp wel goed gekeken moeten worden naar de wijze waarop de panelen gemonteerd en gedemonteerd kunnen worden. De eenvoud hiervan zal namelijk de serviceability weer ten goede komen.



Grafiek 2.1 State Transistion Diagram

STATE TRANSITION DIAGRAM

Om de werking van de drop unit goed in beeld te brengen is er een State Transistion Diagram gemaakt. Hiermee wordt duidelijk welke functies de drop unit uitvoert en hoe deze elkaar opvolgen. Onder andere aan de hand van dit STD schema wordt een FMEA analyse gedaan.

Opmerking: De functie 'niet-magnetisch bestek detecteren' bestaat nog niet in de huidige drop unit, maar is wel weergegeven in het STD (rood gekleurd).

FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS

Omdat er zich altijd situaties voor kunnen doen die ongewenste gevolgen hebben is het noodzakelijk een Failure Mode and Effect Analysis te doen. Door middel van een FMEA worden deze mogelijke situaties en hun gevolgen duidelijk in beeld gebracht. Door een waarde toe te kennen aan de Ernst: hoe erg is het als deze situatie zich zal voordoen; de Frequentie: hoe vaak zal deze situatie zich voordoen; Detectie: Wat is het niveau van de huidige wijze van detecteren, wordt het Risk Priority Number bepaald. Deze RPN waarde geeft inzicht in de prioriteit voor het verbeteren van de betreffende faalwijze: hoe hoger de RPN waarde, hoe hoger de prioriteit. Vervolgens wordt er berekend welke mogelijke faalwijzen voorkomen moeten worden om de CE-markering te kunnen aanbrengen. Dit zal erg belangrijk zijn om mee te nemen tijdens het ontwerpproces.

FMEA Analyse										
Nummer	Plaats, onderdeel of functie	Mogelijke faalwijze van plaats onderdeel of functie	Mogelijk gevolg van faalwijze	Ernst	Mogelijke oorzaak van faalwijze	Frequentie	Huidige wijze van detecteren van faalwijze voor gevolg optreedt	Detectie	RPN	Actie (Ja/Nee)
1	Stroomvoorziening	Stroom valt weg	Drop Unit kan niet meer gebruikt worden	8	Kortsluiting, Stroomstoring	1	Niet duidelijk te detecteren voor gevolg optreedt	8	64	Nee
2	Trechter	Scheurt	Lekken van water en/of foodwaste	8	Trillingen door vermalen in combinatie met te starre verbinding vermaler-trechter	1	Niet duidelijk te detecteren voor gevolg optreedt	8	64	Nee
3	Inzetrooster	Ontbreekt	Lichamelijk letsel	10	Storing of manipulatie van magneetschakelaar	1	Foutmelding op centrale scherm: Magneetschakelaar detecteert of het inzetrooster op zijn plek zit	1	10	Nee
4	Vermaler	Raakt oververhit	Motor valt uit/brandt door: Drop Unit kan niet meer gebruikt worden	8	Overbelasting, langdurig en intensief gebruik (bottencyclus) i.c.m. onvoldoende koeling	4	Foutmelding op centrale scherm: Motorbeveiligingsschakelaar wordt ingeschakeld of stop vliegt eruit	1	32	Ja
5		Maakt kortsluiting	Motor valt uit: Drop Unit kan niet meer gebruikt worden	8	Waterschade door productiefout of versleten afdichting/sealing	1	Foutmelding op centrale scherm: Motorbeveiligingsschakelaar wordt ingeschakeld of stop vliegt eruit	8	64	Nee
6		Slaat vast	Drop Unit werkt niet	8	Botten of te grote hoeveelheden rijst of koffie per batch	6	Niet duidelijk te detecteren voor gevolg optreedt	8	384	Ja
7			Drop Unit werkt niet en vermaler beschadigt	8	Bestek in vermaler	4	Vangmagneet vangt bestek*	3	96	Nee
8		Vermaalt niet	Foodwaste wordt niet verwerkt	8	Versleten messen/defecte vermaler	1	Niet duidelijk te detecteren voor gevolg optreedt	8	64	Nee
9		Ledemaat erin	Ledemaat wordt afgesneden/afgezaagd	10	Manipulatie van magneetschakelaar	1	Foutmelding op centrale scherm: Magneetschakelaar detecteert of het inzetrooster op zijn plek zit	1	10	Nee
10	Afvoer	Verstopt	Verstopping: Drop Unit kan niet meer gebruikt worden	8	Vernauwing in de leiding	6	Zichtbaar door foodwaste dat niet meer weggezogen wordt	8	384	Ja
11			Verstopping: Drop Unit kan niet meer gebruikt worden	8	Te grote hoeveelheden rijst of koffie per batch	6	Zichtbaar door foodwaste dat niet meer weggezogen wordt	8	384	Ja
12			Verstopping: Drop Unit kan niet meer gebruikt worden	8	Elektrische klep is defect	6	Niet duidelijk te detecteren voor gevolg optreedt	4	192	Nee
13	Elektra	Raakt oververhit	Drop Unit werkt niet naar behoren	6	Overbelasting of slijtage	3	Niet duidelijk te detecteren voor gevolg optreedt	6	108	Nee
14	Bediening	Werkt niet	Product kan niet handmatig bediend worden	6	Bedieningspaneel is defect	1	Niet duidelijk te detecteren voor gevolg optreedt	3	18	Nee

Tabel 2.1 Failure Mode and Effect Analysis

NORMEN

Het product zal uiteindelijk moeten (blijven) voldoen aan de CE richtlijnen. Om hier correct aan te kunnen voldoen is een Failure Mode and Effect Analysis noodzakelijk. Alle mogelijk situaties die een gevaar op kunnen leveren zijn daarom op een rijtje gezet, waarna bepaald is of er op deze ongewenste situaties ingespeeld moet worden.

De Nieuwe Machinerichtlijn is doorgenomen om een verantwoord herontwerp te realiseren. Op de website Euronorm.net > Nieuwe Machinerichtlijn, zijn de belangrijkste risico's en eisen ter beveiliging tegen mechanische gevaren te vinden.

Vervolgens is er gekeken naar de HACCP richtlijn. De HACCP machine richtlijn betreft levensmiddelen hygiëne in brede zin. Voor de drop unit zal het aspect 'voedselafval verwerking' van invloed zijn. Belangrijke eisen ten aanzien van de constructie zijn:

1. Toegelaten materialen:
In de Warenwet worden verschillende metalen en legeringen genoemd die zijn toegestaan.
(Niet erg van invloed op voedselafval verwerking)
2. Geschikte lasmaterialen
Geschikte lijmen voor lijmverbindingen
(Niet erg van invloed op voedselafval verwerking)
3. Machines dienen zodanig te zijn geconstrueerd, dat zij grondig schoon gehouden kunnen worden en desnoods gedesinfecteerd. Hierbij is de afwerking van verbindingvlakken van belang (oppervlakte ruwheid, afrondingen enz.) of het demontabel maken van verschillende delen, zodat deze goed kunnen worden gereinigd.
4. Worden er bepaalde stoffen uitgestoten of strekt de spatzone zich uit tot de naaste omgeving van de machine? In dat geval moet de fabrikant de nodige aandacht besteden aan de directe omgeving van de machine.

Op de website van het Nederlandse Norm Instituut (NEN.nl) zijn verschillende, uitgebreide normen te vinden. Echter helaas pas in te kijken na betaling, waarop daarom besloten is dit niet te doen.

VORMGEVINGSBELEID

Er kan gesteld worden dat Metos niet echt een uniek eigen vormgevingsbeleid heeft. De vormgeving van Metos sluit echter wel volledig aan op het algemene vormgevingsbeleid voor grootkeukens. Dit is onder andere te danken aan het materiaal (RVS) dat Metos voor haar producten gebruikt, wat men eigenlijk in iedere andere grootkeuken terug ziet.

De afbeeldingen hieronder geven een goed beeld van de omgeving waarin de machine uiteindelijk zal functioneren en aan welke stijlkenmerken het ontwerp uiteindelijk moet voldoen. Het is duidelijk dat er vooral geometrische vormen worden gebruikt en dat symmetrie een duidelijk aspect is in de algehele vormgeving. Wat verder opvalt is dat kastjes en apparaten allen goed worden afgeschermd door middel van beplating, wat voor een strak en hygiënisch uiterlijk zorgt.

De functie van het ontwerp is echter het meest belangrijk. Er vinden veel logistieke handelingen plaats binnen de keuken, waardoor uitstekende delen of scherpe hoeken daarom uit den boze zijn. Veiligheid is een belangrijk punt.

De vochtige omgeving van de grootkeuken stelt daarnaast ook duidelijke eisen aan het ontwerp, zoals bijvoorbeeld materiaalkeuze, waardoor de vormgeving beïnvloedt wordt. Verder het waarborgen van hygiëne: kieren of spleten moeten zoveel mogelijk vermeden worden.

Er kan uiteindelijk gesteld worden dat voor het vormgevingsbeleid van Metos vooral geldt 'vorm volgt functie' waarbij er zo compact mogelijk gebouwd wordt en er een strakke uitstraling wordt nagestreefd.



Afbeelding 2.5 Vormgevingsbeleid Metos

STAKEHOLDERS

Om de eisen en wensen van alle belanghebbenden van de drop unit zoveel mogelijk te kunnen behartigen is er gekeken naar de verschillende stakeholders en welke punten zij belangrijk vinden.

Eindgebruiker

De eindgebruiker zal vooral veel waarde hechten aan de gebruiksvriendelijkheid van het product. Het gemakkelijk beladen van de drop unit en het voorkomen van verstoppingen zal hierbij van groot belang zijn. Daarnaast is de mate van eenvoud wat betreft het bedienen van de machine een belangrijk punt, evenals het tegenhouden van opspattend water. Tenslotte is waarborging van de veiligheid natuurlijk het belangrijkste voor de eindgebruiker.

Service monteur

Voor de service monteur is het vooral van belang dat slijtage onderdelen gemakkelijk bereikbaar zijn, zodat hij deze eenvoudig kan vervangen. Hiermee wordt het werk van de servicemonteur veraangenaamd en kan er op onderhoudskosten worden bespaard.

Klant

De klant, een horeca onderneming, zal veel waarde hechten aan de kwaliteit van de drop unit. Wanneer het systeem stil ligt kan dit problemen opleveren voor de interne logistiek, omdat er taken bij komen voor de werknemers waar men geen rekening mee houdt. Ook op lekkages, met alle gevolgen van dien, zit de klant niet te wachten. Verder is het van belang dat het systeem een aantal jaren mee gaat. Daarom zijn duurzaamheid en betrouwbaarheid de belangrijkste waarden voor de klant.

Distributeur

Voor de distributeur van de drop unit, voor een groot deel de afdeling Verkoop van Metos zelf, is het belangrijke punt natuurlijk de winst die gegenereerd wordt op de drop unit. Hiervoor is een lage verkoopprijs nodig (of beter gezegd: een hoge winstmarge) alsook een goede serviceability van het product. Maar dit zijn niet per se de belangrijkste punten. De klant hecht namelijk veel waarde aan kwaliteit en zal daarom bereid zijn een fractie meer te betalen voor een product dat ongevoeliger is voor storingen dan zijn concurrent. Al met al zal de distributeur dus graag een kwalitatief hoogwaardig product zien welke betrouwbaar en gemakkelijk te onderhouden is. En dat voor een zo laag mogelijke prijs. Verder zal het voor de distributeur een vereiste zijn dat de drop unit minimaal aan de voorgeschreven veiligheidseisen voldoet.

VOORLOPIG PROGRAMMA VAN EISEN

Nu de voorfase bijna is afgerond en er een duidelijk beeld is van het te ontwerpen product, zijn alle eisen en wensen vast te leggen in een voorlopig Programma van Eisen. Dit Programma van Eisen, welke gezamenlijk besproken is met de afdelingen Productie, R&D en Productontwikkeling, is hieronder te vinden:

Eindgebruiker

De drop unit is gemakkelijk te vullen

De drop unit zal niet snel verstopen

De drop unit is intuïtief of met eenvoudige aanwijzingen te gebruiken zijn.

Opspattend water of foodwaste uit de drop unit hindert de gebruiker in geen geval.

Servicemonteur

De drop unit is gemakkelijk in onderhoud.

Storingen aan de drop unit zijn in een beperkte ruimte te verhelpen. De drop unit is daarom altijd toegankelijk vanaf de voorzijde.

Klant

De drop unit heeft een lage aanschafwaarde.

De drop unit is veilig.

De drop unit is van hoogwaardige kwaliteit.

De drop unit is compact. Maximaal 745 x 763 x 900 mm.

De drop unit is door twee personen tegelijk te gebruiken.

Het frame en de bovenkant van de drop unit moeten bestand zijn tegen zo'n 20kg gewicht.

Verkoop

De drop unit voldoet aan de algemeen geldende veiligheidseisen voor de grootkeuken sector: machine veiligheids keurmerk, CE en HACCP.

Het geluid dat de drop unit produceert voldoet aan de hiervoor bestemde richtlijnen, maar maatregelen ter verdere reductie van dit geluid is vanwege de omgeving (in de spoelkeuken) niet nodig.

De drop unit is multifunctioneel.

Specifieke technische eisen

Trechter

Minimaal volume inhoud trechter: 15 liter (0,015 m³)

Minimale hoek trechter: 34° (tov. verticaal)

Minimale opening boven: 385 x 510 mm

Minimale temperatuurbestendigheid: 60°C

Buitendiameter onder: 170mm

Bestemd tegen schoonmaakmiddelen

Inzetrooster

Spatwaterdicht bij gebruik

Voldoende afscherming bieden: CE markering

Minimale hoogte gat inworp: 80mm

Minimale opening boven: 350 x 425 mm

Maximale hellingshoek: 60° (tov. verticaal)

Wens 34°

Minimale temperatuurbestendigheid: 60 °C

Gewicht: Max. 10 kg

Bestemd tegen schoonmaakmiddelen

Bovenplaat

Minimaal bestand tegen: 20kg plaatselijke belasting

Opzetrand Min. 10mm

Vermaler

Minimale capaciteit foodwaste 15 liter

Maximale deeltjesgrootte 12mm

Mag niet vastlopen bij het vermalen van botten

Leidingwerk

Minimale temperatuurbestendigheid: 60 °C

Voldoen aan KIWA

Elektra

Maximale afmetingen besturingskast: 360 x 360 x 190 mm

Wens: Meer ruimte binnen de kast

Geluid

Maximaal volgens richtlijnen: 72 dB (expert review)

Trillingen

Materiaal moeheid (na minimaal): 10 jaar

Watertoevoer

Minimale temperatuurbestendigheid: 60 °C

Service

Toegankelijkheid vanaf voorzijde, voor:

- Besturingskast
- Afvoer en automatische klep
- Watertoevoer, kleppen, nozzle('s)
- Vermaler

Bestekdetectie

Niet magnetisch bestek detecteren (wens)

Algemene uitgangspunten

Kostprijsreductie van 30% op totaal

Herontwerp op basis van 25 stuks per jaar

Afschrijving binnen 5 jaar

Seriegrootte van 5 stuks per keer

Markten: Europa en Midden-Oosten

Kwaliteit moet centraal blijven staan

ONTWERPFASE

CONCEPTFASE

Zoals uit de productanalyse is gebleken, lijken er genoeg mogelijkheden te zijn om kosten te besparen op het huidige ontwerp. Dit zal per onderdeel onderzocht worden. Er zal gekeken worden welke onderdelen op dit moment het duurst zijn en op welke onderdelen er op korte termijn het meest te besparen valt. Zo zal er direct duidelijk worden welke onderdelen de meeste prioriteit hebben. Verder is het belangrijk om te kijken naar de complete constructie van de drop unit. Eenvoudige en snelle montage van het apparaat zal de kostenreductie direct bevorderen en daarnaast zal de mate van eenvoud wat betreft het verlenen van service juist indirect kosten besparen.

Vanwege alle factoren waar rekening mee gehouden moet worden is er om te beginnen gekozen voor het bekijken van de complete constructie. Op basis van een aantal vaste onderdelen waar niet aan ontkomen kan worden of waar Metos niet van af wil wijken vanwege de bewezen kwaliteiten, zullen er een aantal globale concepten van het apparaat worden gegenereerd. Hierbij zal er gefocust worden op productie (zo simpel mogelijk; tijdsbesparing/uitbesteding), montage en service (bereikbaarheid vanaf voorzijde; indeling en plaatsing van specifieke onderdelen; tijdsbesparing).

Verder zijn er voor het herontwerp toch nog een aantal punten onduidelijk. Bijvoorbeeld de besproken eis vanuit de afdeling R&D wat betreft de positie van de vermaler: gecentreerd in het midden van het frame om verschillende spanningen op bepaalde plaatsen binnen de constructie te voorkomen. Men kan zich afvragen hoe cruciaal deze optredende spanningen zijn, zeker omdat bij een aantal concurrerende producten deze gecentreerde plaatsing niet terug komt in het ontwerp en er ook geen extra demping van de vermaler plaats vindt.

Ook kwam er tijdens de conceptfase nog een wens vanuit de afdeling Verkoop naar voren. Namelijk of de drop unit smaller uitgevoerd zou kunnen worden in verband met de doorgaans beperkte beschikbare ruimte binnen de keukens. Het liefst ziet een van de verkopers daarom een dropunit met een breedte van 500mm (huidige breedte drop unit 763mm). Omdat dit de standaardbreedte van een afwaskorf is (afbeelding 3.1), zal dit een goed verkoop argument zijn.

Echter zal deze afmeting veel invloed hebben op verschillende factoren van het ontwerp: de ruimte binnen de drop unit wordt dan namelijk flink beperkt. Ook moet er niet vergeten worden dat een smalle uitvoering van de drop unit wel voordelig zal zijn in de spoelkeuken, waar vooral kleine hoeveelheden afval per cyclus worden gedeponeerd. Maar dat er in de bereidingskeuken, waar vooral grote hoeveelheden afval per cyclus worden verwerkt, juist de grootte van de inworp belangrijk is. Daar is het namelijk van belang dat gevulde GN bakken (afbeelding 3.2, afmetingen: l x b x h = 325 x 530 x 100mm) gemakkelijk geleegd kunnen worden en zal een 500mm brede drop unit in principe te smal zijn. Het streven naar één standaard model dropunit, die zowel in de spoel- als bereidingskeuken geplaatst kan worden, zal dan losgelaten moeten worden. Een keuze hierin is belangrijk, omdat hier vanaf het begin af aan al rekening mee gehouden zal moeten worden in het ontwerp. Een ontwerp voor twee verschillende modellen, waartussen de meeste onderdelen uitgewisseld kunnen worden, zal eventueel een goede oplossing kunnen zijn.

Om een verantwoorde keuze te kunnen maken zal er per eis moeten worden bepaald hoe belangrijk deze is, zodat de verschillende concepten hieraan getoetst kunnen worden. Dit zal met het team van Productie, R&D, Productontwikkeling en Verkoop besproken worden waarna er een definitieve conceptkeuze zal worden gemaakt.

Om verder tot kostenreductie te komen blijft het belangrijk naar de seriegrootte te kijken. Insteltijden van de machines, bijvoorbeeld het wisselen van kant-messen in het geval van de kantbank, zijn bij een hogere seriegrootte namelijk flink te verkorten. Daarnaast zullen leveranciers van bepaalde onderdelen over het algemeen hogere kortingen geven bij een grotere afname. Verder zal er minder materiaal verloren gaan vanwege een efficiëntere indeling van een plaat RVS en zullen de doorlooptijden van het product lager worden (bijvoorbeeld door een kleine voorraad). Deze laatste twee punten zullen echter niet direct van invloed zijn op een verlaging van de kosten van de drop unit vanwege de relatief kleine oplage per jaar.



Afbeelding 3.1 Afwaskorf



Afbeelding 3.2 GN bak

Trechter		Uurtarief	729,05
Bewerkingen	6,5 uur	107	695,50
Onderdelen			33,55
Inzetrooster			219,49
Bewerkingen	1,5 uur	107	160,50
Onderdelen			58,99
Vermaler			2872,56
Bewerkingen	1 uur	107	107,00
Onderdelen			2765,56
Afvoer			478,47
Bewerkingen	1 uur	107	107,00
Onderdelen			371,47
Leidingen			301,69
Bewerkingen	2 uur	107	214,00
Onderdelen			87,69
Elektra			1970,65
Bewerkingen	8 uur	107	856,00
Onderdelen			1114,65
Frame			269,56
Bewerkingen	2 uur	107	214,00
Onderdelen			55,56
Omkastings en materiaal			596,12
Bewerkingen	2 uur	107	214,00
Onderdelen			382,12
Deksel			471,96
Bewerkingen	2 uur	107	214,00
Onderdelen			257,96
Laseren	1,5 uur	69	103,50
Kanten	8 uur	69	552,00

Optie's			492,43
Bewerkingen	0,5 uur	107	53,50
Onderdelen			438,93

Totaal	36 uur	Totaal	9057,47
		(exc. optie's)	8565,04

INZICHT KOSTENVERDELING

Om enig inzicht te krijgen in de kostenverdeling van de drop unit is er per onderdeel uitgezocht hoeveel tijd er nodig is om het onderdeel te produceren en welke inkoop-delen er nodig zijn (tabel 3.1). Zo zijn ten eerste de totale kosten per onderdeel in kaart gebracht, zodat uiteindelijk duidelijk zal worden hoeveel procent er bespaard kan worden per onderdeel. Bij de meeste onderdelen bestaat de weergegeven tijd uit laswerk en nabewerking of montage. De uren voor het laseren en kanten van plaatmateriaal zijn apart weergegeven.

Zie bijlage C voor de volledige tabel, waarin ook alle inkoop-delen per onderdeel zijn weergegeven.

Tabel 3.1 Inzicht kostenverdeling drop unit

KANSEN TOT KOSTENREDUCTIE

Zoals in tabel 3.2 te zien is, blijkt dat de vermaler het duurste onderdeel van het systeem is, gevolgd door de onderdelen Elektra en Trechter. Dit zegt echter nog nietzo veel over de kosten waarop te besparen valt. Op inkoop-delen is namelijk relatief weinig te besparen, maar juist op arbeidsuren kan (hoogstwaarschijnlijk) wel veel worden bespaard. Vandaar dat er een nieuwe tabel is gemaakt waarin de arbeidsuren als percentage van de totale kosten per onderdeel zijn weergegeven. Hierdoor wordt duidelijk welke onderdelen het meest arbeidsintensief zijn en waarop (in theorie) dus het meest te besparen valt.

Uit bovenstaande tabel is te concluderen dat vooral de trechter zeer bewerkelijk is. Daarnaast kost ook het maken van het frame, inzetrooster, leidingen en de afvoer veel tijd. Dit zijn een aantal aandachtspunten die al direct meegenomen kunnen worden in het globale ontwerp. Tijdens de conceptuitwerking zal specifiek per onderdeel gekeken worden naar kostenreductie.

Verder blijft het natuurlijk een feit dat de vermaler een erg duur onderdeel is, welke zo'n 30% uit maakt van de totaalprijs. Onderzoek naar een goedkopere vermaler zal daarom lonend kunnen zijn. Metos is hier echter voorzichtig mee omdat de huidige vermaler zich op basis van kwaliteit ruim bewezen heeft. Zeker ten opzichte van vermalers van concurrenten, die vaak te maken hebben met storingen.

Onderdeel	Percentage arbeidsuren
Trechter	95,40%
Inzetrooster	73,13%
Vermaler	3,72%
Afvoer*	70,70%
Leidingen	70,93%
Elektra	43,44%
Frame	79,39%
Omkastings en materiaal	35,90%
Deksel	45,34%

* 24Vac motorgestuurde RVS kogelkraan (twv. € 327,12) niet meegerekend

Tabel 3.2 Kansen tot kostenreductie

AANDACHTSPUNTEN EN ONTWERPGRENZEN

Het is verstandig om aandachtspunten en grenzen voor het ontwerp vast te stellen voordat er echt concepten gegenereerd gaan worden. De voorlopige eisen waaraan het ontwerp uiteindelijk zal moeten voldoen en de huidige kostenverdeling geven hierin al veel duidelijkheid, maar toch zijn er nog een aantal punten die minder duidelijk zijn en verder uitgezocht moeten worden.

Kritieke punten zijn bijvoorbeeld de optredende spanningen in het frame, welke ontstaan door de centrifugale krachten van de vermaler. Deze hebben vooral invloed op de mogelijke plaatsing van de vermaler in de drop unit.

Dan de afvoer, welke op dit moment zeer ongunstig geplaatst is wat serviceability betreft. Ook neemt de afvoer relatief veel ruimte in beslag. Vandaar dat het handig zal zijn om alternatieve mogelijkheden te bekijken, zodat het ontwerp niet direct beperkt hoeft te worden door de huidige oplossing.

Vermaler

De vermaler, in feite het meest essentiële onderdeel van de drop unit, is een bottleneck. Naast de hoge kosten (zo'n 30% van de gehele drop unit) neemt dit onderdeel ook erg veel ruimte in beslag, zeker in de hoogte. Dit is een kritisch punt wat betreft het herontwerp. De hoogte van de vermaler bepaalt voor een groot deel de hellingshoek van de trechter en ook de toegankelijkheid tot het mes in verband met de veiligheid wordt mede hierdoor bepaald. Een zo kort mogelijke vermaler is daarom gewenst voor een zo optimaal mogelijke drop unit.

Spanningen frame

De spanningen die tijdens het vermalen optreden in het frame van de drop unit blijken na een gesprek met begeleider Eric Lutters te verwaarlozen. Op basis van de gegevens van de vermaler kan namelijk direct geconcludeerd worden dat de centrifugaalkracht een zeer kleine invloed zal hebben. De vermaler in zijn geheel heeft namelijk een gewicht van ruim 65kg, terwijl het roterende mes zo'n 4kg weegt. Belangrijker is daarom het zwaartepunt van de drop unit, deze zal laag en zoveel mogelijk in het midden van de drop unit moeten liggen.

Afvoer

Uit de productanalyse is gebleken dat het construeren van de afvoerleiding veel tijd kost en dat er opstopingen ontstaan door de vernauwing in de leiding. Ook wordt de leiding momenteel van RVS lasbochten in elkaar gelast wat prijstechnisch niet echt voordelig is. Verder wordt de serviceability met de huidige constructie van de afvoerleiding bemoeilijkt en neemt de leiding veel ruimte in beslag. Daarom is er een afspraak gemaakt met het bedrijf NKI Leidingsystemen uit Neede, om een expert op dit gebied te vragen wat mogelijke alternatieven zijn.

Een vertegenwoordiger van NKI Neede is vervolgens op bezoek geweest bij Metos. Hij heeft de huidige situatie bekeken en een alternatief voorgesteld, namelijk PE leidingstukken die door middel van spiegellassen aan elkaar gezet worden. Dit zal zorgen voor ruimtebesparing en kostenreductie. Onder Uitwerking Onderdelen zal hier dieper op ingegaan worden.

CONCEPTGENERATIE

Omdat het hoofddoel van de opdracht bestaat uit het herontwerpen van de drop unit ten behoeve van kostenreductie, is er vooral gekeken naar de manier waarop de drop unit geproduceerd wordt. Om de beoogde kostenreductie te behalen, zal dit namelijk sneller en gemakkelijker moeten, oftewel effectiever. Voor een deel ligt dit in het ontwerp: minder complexe onderdelen zijn sneller te maken en/of te monteren. Maar daarnaast is zoals eerder genoemd ook de seriegrootte van belang.

Tijdens de conceptgeneratie is er gekeken naar de optimalisatie van het ontwerp zelf. Kostenreductie op basis van eenvoudige onderdelen die gemakkelijk en snel te produceren en/of te monteren zijn en een verbetering van de serviceability zijn de belangrijkste punten voor het concept. Tijdens de conceptuitwerking zal ook de productiewijze voor verschillende onderdelen aan bod komen.

In het hoofdstuk Uitwerking Onderdelen, Vermaler zijn er vermalers getest om ook op dit onderdeel kosten te winnen. Dit kon pas na de conceptgeneratie gedaan worden vanwege de levertijd van een van de vermalers. Om toch verder te kunnen is er daarom uitgegaan van de huidige vermaler en zijn de concepten vrij globaal uitgewerkt. De vermaler ophanging zal om diezelfde reden pas later uitgewerkt worden zodat een eventueel alternatief de concepten niet onbruikbaar maakt. Om uiteindelijk tot een concreet ontwerp te komen is het wel belangrijk om vast te stellen welke inkoopdelen er precies gebruikt gaan worden, voordat er veel tijd gestoken wordt in concepten op basis van aanname's. Het vastleggen van deze onderdelen zal dan ook direct na de conceptgeneratie gebeuren, voordat de detailfase van start gaat.

De gegenereerde concepten zijn te vinden op de volgende pagina's.

CONCEPT 1

Het eerste concept is gebaseerd op de afmetingen van de huidige drop unit. De trechter is van kunststof en het inzetrooster is in grote mate vereenvoudigd. Deze heeft een minimale doorgang van 80mm en de maximale hellingshoek bedraagt 50° ten opzicht van verticaal. De vermaler is aan de voorkant van de drop unit geplaatst zodat de afvoer naar voren komt en deze gemakkelijk bereikbaar is vanaf de voorzijde. De besturingskast is uitschuifbaar aan de rechter zijkant geplaatst.

Voordelen

- Eenvoudig te produceren
- Storingsgevoelige onderdelen zijn gemakkelijk bereikbaar
- Geluidsreductie door kunststof trechter

Nadelen

- Aanpassingen voor specials zijn lastig (ivm. kunststof trechter)



Afbeelding 3.3 Vermaler zonder mantel; vermaler met mantel



Afbeelding 3.4 Verschillende aanzichten Concept 1

CONCEPT 2

Het tweede concept is ook gebaseerd op de afmetingen van de huidige drop unit, al zou dit concept eenvoudig smaller uitgevoerd kunnen worden. De vermaler is ontdaan van zijn mantel om hoogte te winnen voor de trechter, welke nu zo is geconstrueerd dat de maximale hellingshoek 34° bedraagt. Ook het inzetrooster heeft overwegend een 34° hoek ten opzichte van verticaal. Dit is in alle opvolgende concepten meegenomen. De trechter zal zowel in kunststof als RVS uitgevoerd kunnen worden.

De vermaler is in het midden van de drop unit geplaatst om trillingen in het frame zoveel mogelijk gelijk te verdelen.

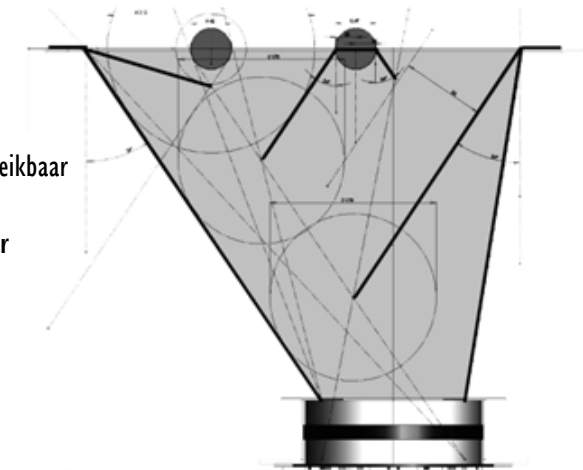
Omdat de drop unit niet altijd van alle zijden, maar altijd wel vanaf de voorkant bereikbaar is, dient hier rekening mee gehouden te worden om de serviceability te vergroten en daarmee kosten te drukken. De besturingskast en motorgestuurde kogelkraan zijn het meest gevoelig voor storingen, vandaar dat deze componenten dan ook makkelijk bereikbaar moeten zijn en het liefst zoveel mogelijk aan de voorkant geplaatst worden.

Voordelen

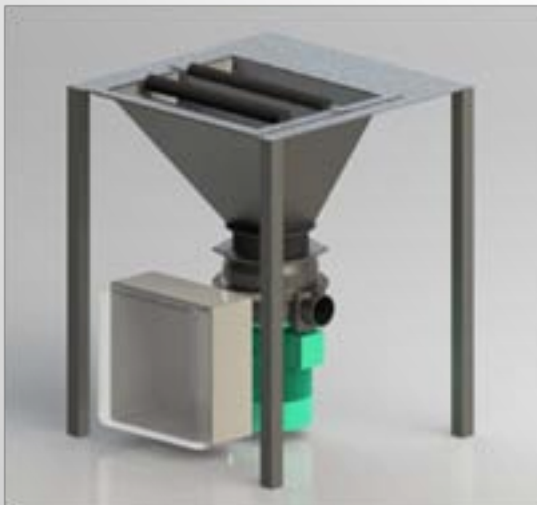
- Eenvoudig te produceren
- Kan zowel smal als breed worden uitgevoerd
- Storingsgevoelige onderdelen zijn gemakkelijk bereikbaar
- Gemakkelijk aan te passen in speciale gevallen
- Geluidsreductie door (eventuele) kunststof trechter

Nadelen

- Geluidsversterking door (eventuele) RVS trechter



Afbeelding 3.6 Constructie inzetrooster



Afbeelding 3.5 Verschillende aanzichten Concept 2

CONCEPT 3

Het derde concept is direct smal uitgevoerd. Dit concept heeft namelijk een breedte van 500mm. Natuurlijk zou dit concept ook breder uitgevoerd kunnen worden. De specificaties van de trechter en inzetrooster zijn voor een groot deel overeenkomstig met die van concept 2. Een klein verschil zit hem in de plaatsing van de vermaler die links uit het midden geplaatst is om ruimte te creëren voor de afvoerleiding.

Bij de huidige drop unit wordt de vermaler gedempt met rubbers in het frame en door middel van een flexibele manchet aan de trechter bevestigd. Door het benodigde verloop van vierkant naar rond wordt de trechter erg bewerkelijk. Daarom is er bij dit concept vooral gekeken naar een andere manier van het dempen van de trillingen, zodat de relatief dure trechter simpeler geconstrueerd kan worden.

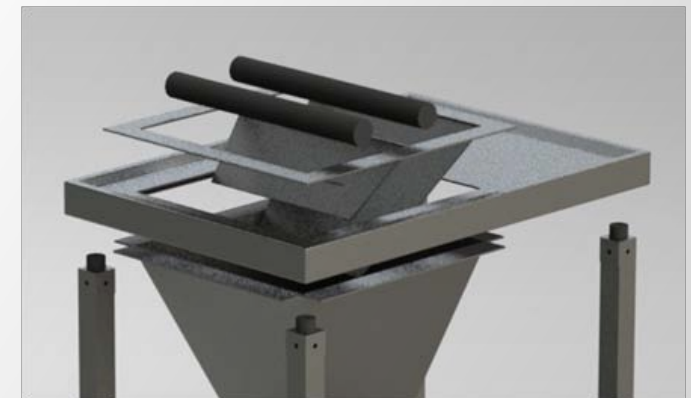
De trillingsdempende rubbers zijn verplaatst naar de bovenkant van het frame waar het complete blad, waaraan de trechter en vermaler zijn bevestigd, op rust. Het voordeel hiervan is dat er een vaste verbinding van de vermaler aan de trechter mogelijk is waardoor deze aanluiting veel simpeler te realiseren valt. In de afbeeldingen lijkt nu bijna het complete gewicht van de drop unit aan het bovenblad te hangen, echter zal de vermaler in werkelijkheid nog worden ondersteund door het frame.

Voordelen

- Eenvoudig te produceren
- Kan zowel smal als breed worden uitgevoerd
- Storingsgevoelige onderdelen zijn gemakkelijk bereikbaar
- Gemakkelijk aan te passen in speciale gevallen.

Nadelen

- Geluidsversterking door RVS trechter



Afbeelding 3.7 Trillingsdempende rubbers boven in het frame



Afbeelding 3.8 Verschillende aanzichten Concept 3

CONCEPT 4

Het vierde concept is opnieuw een smal model, welke uiteraard ook breder uit te voeren is. Naast de breedte van dit concept is ook de hoogte beperkt. Concept 4 is 500mm breed en 100mm korter dan de andere concepten. Dit is gedaan zodat de plaats waar de drop unit wordt ingebouwd ook als afwasplek gebruikt kan worden. De hoogte van deze plekken bedraagt namelijk 800mm in plaats van de hoogte van de huidige drop unit die 900mm bedraagt.

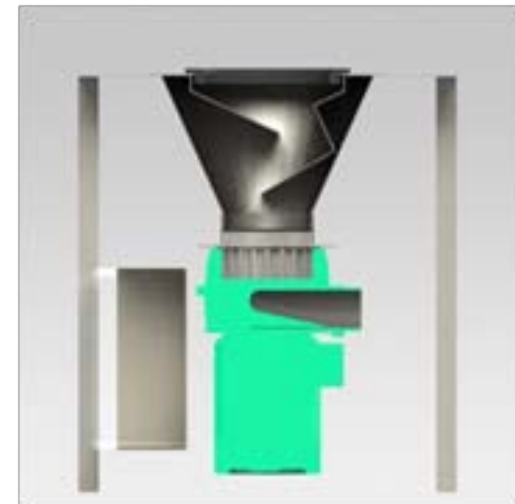
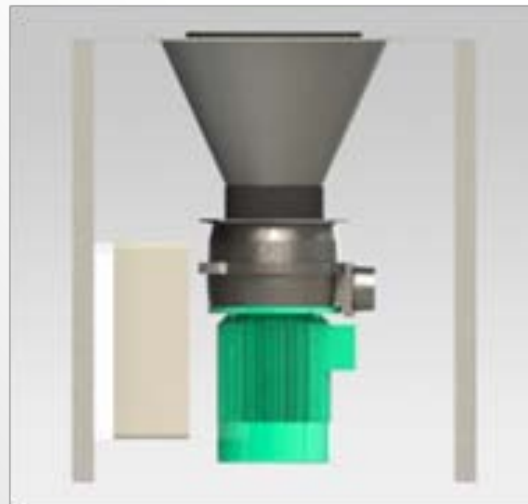
De trechter is rond gemaakt zodat deze eenvoudig te produceren is. Er is geen verloop meer nodig van vierkant naar rond, wat erg veel werk scheelt. Het nadeel van dit concept is dat de opening aan de bovenzijde precies in het midden zit, in plaats van meer naar de voorkant. In het geval van een geïntegreerde drop unit is dit minder gunstig vanwege de sorteerband die er bovenlangs loopt.

Voordelen

- Kan tevens als afwasplek gebruikt worden
- Zeer eenvoudig te produceren trechter
- Storingsgevoelige onderdelen zijn gemakkelijk bereikbaar
- Gemakkelijk aan te passen in speciale gevallen.

Nadelen

- Inworp is een stuk kleiner
- Inworp zit exact in het midden
- Plaatsing vangmagneet nog onduidelijk
- Hellingshoek inzetrooster is relatief vlak
- Extra geluidsversterking door ronde trechter (in het geval van RVS trechter)



Afbeelding 3.9 Verschillende aanzichten Concept 4

CONCEPTBESPREKING

Tijdens de conceptbespreking worden de vier voorgaande concepten gepresenteerd aan de afdelingen Productie, R&D, Productontwikkeling en Verkoop. Het doel van de conceptbespreking is feedback te krijgen op de verschillende concepten en van daar uit een concept te kiezen welke uiteindelijk tot in detail uitgewerkt zal worden.

Voorafgaand aan deze presentatie is er een QFD opgesteld om te bepalen welke eisen het meest belangrijk zijn, zodat er een verantwoorde conceptkeuze gemaakt kan worden en hier niet onnodig veel tijd aan wordt besteed tijdens de bespreking. Het QFD laat een concreet programma van eisen in verhouding tot beïnvloedende factoren zien. Bepaalde eisen kunnen elkaar namelijk tegenwerken en daarnaast zal de ene eis van grotere invloed zijn op de te behalen doelstelling dan de andere.

Voorbeeld: de breedte van de drop unit het liefst zo smal mogelijk, de inworpgrootte het liefst zo groot mogelijk. Vandaar dat er een weegfactor van 1 tot 5 (5=belangrijk, 1=onbelangrijk) is toegekend aan de verschillende eisen. De waarden voor de hierbij behorende beïnvloedende factoren zijn gegenereerd door het invullen van het QFD. Het resultaat is hiernaast te vinden.

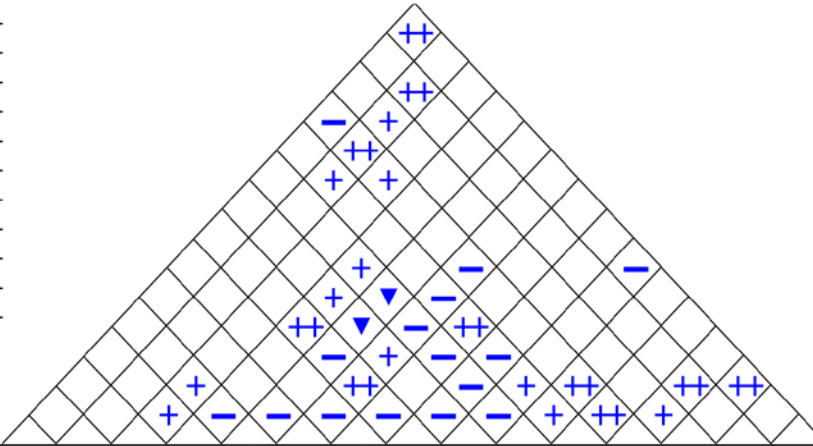
Nadat alle benodigde weegfactoren bepaald waren konden de verschillende concepten getoetst worden. Door de verschillende scores van de vier concepten te vergelijken, werd vervolgens duidelijk welke concepten in theorie het beste zijn. In tabel 3.3 is te zien dat dit concept 2 en 3 zijn.

Specifieke klant eisen	Huidige Drop Unit	Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4	Weging	Huidige Drop Unit	Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4
De Drop Unit heeft een lage aanschafwaarde	1	3	3	3	5	5	5	15	15	15	25
De Drop Unit is gemakkelijk in onderhoud	1	4	4	3	4	3	3	12	12	9	12
De Drop Unit is multifunctioneel	1	2	3	4	5	2	2	4	6	8	10
De Drop Unit zal niet snel verstopen	4	3	5	5	3	4	16	12	20	20	12
De Drop Unit is gemakkelijk te vullen	4	5	5	3	2	4	16	20	20	12	8
De Drop Unit is veilig	4	5	5	5	5	5	20	25	25	25	25
De Drop Unit is van hoogwaardige kwaliteit	5	4	5	4	5	4	20	16	20	16	20
De Drop Unit is compact	1	2	4	5	5	3	3	6	12	15	15
							85	110	130	120	127

Beïnvloedende factoren	Huidige Drop Unit	Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4	Weging	Huidige Drop Unit	Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4
Vermogen/sterkte/fabrikant vermaler	5	5	5	5	5	13,60	68	68	68	68	68
Waterdichtheid (geen spleten enz.)	5	5	5	5	5	3,10	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Plaatsing slijtage onderdelen	3	5	5	5	5	4,70	14,1	23,5	23,5	23,5	23,5
Breedte Drop Unit	1	1	3	5	5	4,30	4,3	4,3	12,9	21,5	21,5
Hoogte Drop Unit	1	1	1	1	5	5,80	5,8	5,8	5,8	5,8	29
Minimale doorgangshoogte	3	3	5	5	5	11,00	33	33	55	55	55
Maximale hellingshoek (meestal spatplaat)	1	3	5	5	1	5,70	5,7	17,1	28,5	28,5	5,7
Oppervlakte inworp	5	5	5	5	2	7,50	37,5	37,5	37,5	37,5	15
Hellingshoek trechter	5	4	5	3	5	4,30	21,5	17,2	21,5	12,9	21,5
Toegang tot vermaler met ledematen	4	5	5	5	5	8,50	34	42,5	42,5	42,5	42,5
Mogelijkheden tot opspattende foodwaste	3	5	5	5	5	6,60	19,8	33	33	33	33
Europese wetten en standaarden	4	5	5	5	5	10,00	40	50	50	50	50
Materiaal	5	4	5	5	5	4,00	20	16	20	20	20
Afwerking	5	5	5	5	5	8,50	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5
Geluidsproductie	3	5	3	3	1	2,30	6,9	11,5	6,9	6,9	2,3
							369	417	463	463	445

Huidige vangmagneet gebruiken	5	3	5	5	1	2,00	10	6	10	10	2
							379	423	473	473	447

Tabel 3.3 Beoordelingstabel concepten

[illegible]

Legend		
	Strong Relationship	9
	Moderate Relationship	3
	Weak Relationship	1
	Strong Positive Correlation	
	Positive Correlation	
	Negative Correlation	
	Strong Negative Correlation	
	Objective Is To Minimize	
	Objective Is To Maximize	
	Objective Is To Hit Target	

				Column #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Competitive Analysis (0=Worst, 5=Best)											
				Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x)	▼	X	▲	▼	▼	▲	▼	▲	▼	X	▼	X	X		▼												
Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "Hows")	Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats")	Vermogen/sterkte/fabrikant vermalen	Waterdichtheid (geen splitsen enz.)	Plaatsing slijtage onderdelen	Breedte Drop Unit	Hoogte Drop Unit	Minimale doorgangshoogte foodwaste	Maximale heilingshoek (meestal spatplaat)	Grootte inworp	Heilingshoek trechter	Toegang tot vermalen met ledematen	Mogelijkheden tot opspattende foodwaste	Europese wetten en standaarden	Material	Afwerking	Geluidsproductie	Huidige Drop Unit	Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4		Legend				
						0	1	2	3	4	5																				
1	9	16,7	5,0	De Drop Unit heeft een lage aanschafwaarde	○												▲	○	○	▲	1	3	3	3	4						
2	9	10,0	3,0	De Drop Unit is gemakkelijk in onderhoud	○		○											▲	▲		1	4	4	3	4						
3	3	6,7	2,0	De Drop Unit is multifunctioneel	○				○	○											1	2	3	4	5						
4	9	13,3	4,0	De Drop Unit zal niet snel verstoppn	○						○	○			○	○	▲		▲	▲	4	3	5	5	3						
5	9	13,3	4,0	De Drop Unit is gemakkelijk te vullen					▲	○			○	○	○	○	▲				4	5	5	3	2						
6	9	16,7	5,0	De Drop Unit is veilig		○				▲	○		○		○	○	○		○	○	4	5	5	5	5						
7	9	13,3	4,0	De Drop Unit is van hoogwaardige kwaliteit	○	○	▲			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	○	○	○		5	4	5	4	5						
8	9	10,0	3,0	De Drop Unit is compact	○		○	○	○	○	○	○	○	○							1	2	4	5	5						
9																															
10																															
				Target or Limit Value	2.2 kW				Max. 763mm	Max. 745mm	80mm	34" tov. verticaal	175000 mm²	34" tov. verticaal																	
				Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely Difficult)	0	5	7	8	9	5	5	6	3	7	7	7	4	7	9												
				Max Relationship Value in Column	9	3	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	3	9	3												
				Weight / Importance	390,0	90,0	133,3	123,3	166,7	313,3	163,3	213,3	123,3	243,3	190,0	286,7	113,3	243,3	66,7												
				Relative Weight	13,6	3,1	4,7	4,3	5,8	11,0	5,7	7,5	4,3	8,5	6,6	10,0	4,0	8,5	2,3												

FEEDBACK

Tijdens de conceptbespreking is er veel feedback gegeven op de concepten. De feedback is hieronder per concept kort samengevat. Daarna zal toegelicht worden welk concept gekozen is om uit te werken tot een prototype.

Feedback Concept 1

Goed nagedacht over serviceability maar plaatsing besturingskast niet ideaal. Daarnaast vermaler te ver naar voren geplaatst: ruimte voor voeten onder drop unit niet voldoende. Veiligheid door inzetrooster naar verwachting niet voldoende.

Feedback Concept 2

Goed concept. Besturingskast aan voorzijde zou hoger geplaatst moeten worden. Uitvoering vermaler zonder omkasting goed, maar degelijke ophanging is noodzakelijk. Goede denkwijze wat betreft produceerbaarheid. Flexibiliteit voor specials is goed. In eerste instantie RVS trechter, na definitieve design freeze gemakkelijk uitvoerbaar in kunststof. Uitstekende hoekjes onder in trechter kritisch, daarom in plaats van vierkant gat zeshoekig gat gebruiken om oppervlakte te winnen maar toch productie eenvoudig te behouden. Hellingshoek inzetrooster mag minder stijl, mate van veiligheid is ook hier twijfelachtig. Geleiding naar vangmagneet door inzetrooster erg goed. Nog nadenken over plaatsing sproeinozzles.

Feedback Concept 3

Goed 'out of the box' gedacht wat betreft trillingsdemping, echter niet realiseerbaar. Bij de geïntegreerde drop unit wordt deze namelijk aan het blad opgehangen. Vaste verbinding van vermaler aan trechter in combinatie met de plaatsing van de vermaler uit het midden geen goed plan, gelieve geen asynchrone belasting.

Feedback Concept 4

Goed concept. Zeer eenvoudig te produceren trechter, geen verloop van vierkant naar rond meer nodig. Inworp exact in het midden van de drop unit is echter een nadeel. Goed nagedacht over gebruik gestandaardiseerde onderdelen, nadeel is echter de kleinere inworp grootte. Huidige vangmagneet zal niet meer te gebruiken zijn, belangrijk punt.

CONCEPTKEUZE

Na het bespreken en beoordelen van de verschillende concepten en deze te hebben onderworpen aan een QFD werd duidelijk welk concept het beste is.

Concept 3 valt direct af door de vaste verbinding van de vermaler aan de trechter. Afdeling productie voorziet hierin veel problemen. Opvallend is dat concept 3, samen met concept 2, wel als beste uit het QFD komt. Reden hiervan is dat de mate van trillingsdemping niet wordt getoetst in het QFD. Wel is dit een belangrijk punt, waarvoor dit concept volgens de engineers een onvoldoende scoort. Vandaar een streep door concept 3.

Concept 1 krijgt de minste punten in het QFD. Dit heeft onder andere te maken met de flexibiliteit van het concept. De kunststof trechter is namelijk noodzakelijk om in combinatie met de hoogte van de vermaler (inclusief omkasting) en de totale hoogte van de drop unit, de hellingshoek van 34° te realiseren. Dit in combinatie met een doorgangshoogte van minimaal 80mm en een inzetrooster dat spatten onmogelijk maakt zorgt voor het benodigde dubbelgekromde oppervlak. Het gevolg van een kunststof trechter is echter dat het ontwerp volledig vast moet liggen voor de komende vijf jaar, vanwege de hoge matrijkskosten. Metos wil hier in eerste instantie nog niet direct aan, omdat de drop unit nog in de ontwikkelings- en introductiefase zit. Om nog eventuele kleine aanpassingen te kunnen doen is een volledige designfreeze voor de trechter op dit moment daarom niet direct gewenst. Het liefst wordt deze daarom voorlopig nog in RVS uitgevoerd om uiteindelijk pas over te gaan op kunststof.

Concept 2 en concept 4 zijn daarom de twee beste concepten. De nadelen van concept 4, zoals de geluidsversterking door de ronde trechter, de inworp in het midden en het niet meer gebruik kunnen maken van de huidige vangmagneet wegen daarentegen niet op tegen de voordelen van het concept, zoals de eenvoudige productie en multifunctionaliteit.

Concept 2 scoort op alle punten hoog, op de hoogte van de drop unit en geluidsversterking door de RVS trechter na. Dit tweede punt zal in de toekomst echter niet meer van invloed zijn wanneer de trechter inderdaad in kunststof uitgevoerd wordt. Verder zal het altijd mogelijk blijven om specials aan te bieden, zoals bijvoorbeeld een smallere drop unit, omdat een RVS trechter het uitgangspunt is.

Dankzij de flexibiliteit van het ontwerp en toch de mate van eenvoud wat betreft productie wordt er gekozen om concept 2 tot in detail uit te werken. Wel moet er nog goed gekeken worden naar de ophanging van de vermalen en is de plaatsing van de sproeinozzles een punt van aandacht. Daarnaast zal er een praktijktest gedaan moeten worden om de veiligheid van het inzerooster te bepalen.

UITWERKING ONDERDELEN

Parallel aan de conceptgeneratie zijn verschillende onderdelen van de drop unit globaal uitgewerkt om meer specifiek de mogelijkheden tot kostenreductie te onderzoeken. Met de hieruit volgende resultaten (zie de volgende pagina's) kan er straks gemakkelijker een definitief ontwerp gemaakt worden, omdat de ontwerpgrenzen en mogelijkheden op deze manier steeds duidelijker worden.

VERMALER

Omdat de vermaler ruim dertig procent van de totale prijs van de drop unit inneemt, is er gezocht naar een goedkoper alternatief. De huidige vermaler komt van fabrikant Disperator, bevat een 4 kW motor en kost zo’n €2.750,-. Om tot kostenreductie voor de vermaler te komen zijn er een aantal optie’s onderzocht.

De eerste optie is het kiezen voor een minder krachtige vermaler. De 2,2 kW versie van Disperator kost namelijk €2.250,- in plaats van €2.750,-. Er zal daarmee zo’n €500 euro bespaart kunnen worden. Het is echter nog niet duidelijk of deze vermaler wel sterk genoeg is.

De tweede optie is te kijken naar een andere fabrikant, die goedkopere vermalers aanbiedt. Hierbij is de vermaler van fabrikant Ecofast naar voren gekomen, welke zo’n €460,-goedkoper is dan de huidige vermaler van fabrikant Disperator (4kW), en zo’n €360,- goedkoper is dan de 2,2 kW versie van Disperator. In totaal zal deze 2,2 kW vermaler €860,- goedkoper zijn dan de huidige vermaler. Het zelf maken van een vermaler, wat in feite een vrij simpel apparaat is, is eigenlijk geen optie. Metos heeft zelf niet de mogelijkheden tot het benodigde draai- en freeswerk voor het maal huis, waardoor dit deel uitbesteed zal moeten worden. Gieten van het maal huis, bijvoorbeeld door middel van een verloren was of schuim techniek, zou eventueel een andere optie zijn. Echter zal het roterende mes en het statische snijdeel van de vermaler nog gehard moeten worden, wat een duur proces is. Toch is er voor de zekerheid een offerte aangevraagd voor het frezen en harden van een vermalershuis bij Topaas Metaal BV op basis van een productie aantal van 25 stuks per jaar. Daaruit bleek direct dat het zelf maken van een vermaler niet lonend zal zijn ten opzichte van inkoop.

Om een keuze te kunnen maken tussen bovengenoemde optie’s (of het behouden van de huidige vermaler) zullen de vermalers getest moeten worden, want behalve de prijs is juist de werking van groot belang. De huidige vermaler bevat een 4kW motor en heeft zich in de praktijk al ruim bewezen. De vraag is echter of er daadwerkelijk zo’n krachtige vermaler nodig is. Wel zal de huidige situatie een goede referentie zijn om de verschillende vermalers te vergelijken.

Gegevens op basis van deeltjesgrootte, het aankunnen van botten, verwerkingstijd, pompwerking, enz. zullen allemaal met elkaar vergeleken worden. Daaruit zal blijken of het alternatief inderdaad vergelijkbaar is met de huidige vermaler en kan er een verantwoorde keuze gemaakt worden voor de vermaler die gebruikt zal worden voor het herontwerp. De minimale eisen waaraan de vermaler moet voldoen zijn de volgende:

- Eisen vermaler
- Minimale capaciteit foodwaste

15 liter

• Maximale deeltjesgrootte

12mm

• Gecentreerd in het midden van het frame

• Mag niet vastlopen bij het vermalen van botten

Test

In week 18 is er getest met de vermalers. Zowel van Disperator als van Ecofast is er getest met een 2,2 kW model. De test is uitgevoerd in het testlab van Metos. Er is getest tijdens de meest kritische situatie, namelijk met botten. Ook zijn er een aantal batches gedraait met ‘normale’ gevarieerde foodwaste. De benodigde botten (spareribs) zijn bij Steakhouse Vivaldi in Winterswijk verzameld. Bij Ikea Hengelo is een container normale foodwaste opgehaald. De vooraf opgestelde onderwerpen voor de test en de bijbehorende resultaten en bevindingen zijn hieronder te vinden.

In bijlage D zijn de uitgebreide gevens en foto’s van de test te vinden.

In bijlage E zijn de fabrieksgegevens van beide vermalers te vinden.

Fabrikant	Disperator	Ecofast
Prijs	€ 2.250,00	€ 1.890,00
Hoogte inc. flens, exc. manchete	470 mm (exc. mantel)	530 mm
Technische gegevens		
Motor	2,2 kW	2,2 kW
Toerental	1500 rpm	1400 rpm
Aantal stator messen	32	8
Aantal rotor messen	2	4
Aantal snijhandelingen per omwenteling	64	32
Massa rotor	4 kg	4 kg
Massa totaal	65 kg	75 kg
b- verklaring (inbouwverklaring)	Ja	Nee
Test resultaten		
Gemiddelde deeltjes grootte	4 á 5 mm	8 mm
Max. deeltjes grootte	10-12 mm	15-20 mm
Pompwerking (opvoerhoogte)	50 cm	40 cm
Max. geluidssterkte (botten, 1m afstand)	97 dB	90 dB
Aanloop stroom onbelast	18 A	18 A
Max. aanloop stroom belast (vast)	28,3 A	27,3 A
Max. verwerkingstijd (botten)	6 batches	5 batches

Tabel 3.4 Resultaten test vermalers

Conclusie

Door middel van de technische gegevens en de uitgevoerde tests zijn er aantal belangrijke conclusies te trekken om tot de juiste vermaler te komen, deze zijn hieronder te vinden:

1. Uit de test bleek dat beide vermalers van 2,2 kW sterk genoeg waren tijdens de meest kritische situatie, mits er een bottencyclus (omkeren van de draairichting) gedraait werd.
2. De vermalen deeltjes die uit de Ecofast vermaler komen zijn duidelijk groter dan die van Disperator. Dit is een zeer belangrijk punt. Grotere botresten zorgen namelijk voor meer slijtage van de lobbenpomp. Een set lobben kost €250,-. Wanneer deze bij het gebruik van de Ecofast vermaler vaker dan één keer vervangen moeten worden (binnen 5 jaar), dan zal de Ecofast vermaler uiteindelijk toch duurder uitvallen. De kans hierop is zeer aannemelijk. Daarnaast is Metos een composteermachine aan het ontwikkelen die de reeds verwerkte foodwaste nog verder verwerkt. Hiervoor is het belangrijk dat de vermalen deeltjes niet groter zijn dan 12mm. Disperator voldoet aan deze eis, Ecofast echter niet.
3. De mate van volumereductie is bij de vermaler van Ecofast minder dan bij die van Disperator (in het geval van botten).
4. Het geluid van de Disperator vermaler is harder dan dat van Ecofast, maar komen beiden boven 72 dB uit. Geluidsisolatie zal daarom noodzakelijk zijn om in beide gevallen aan deze eis te kunnen voldoen. Echter kan er ook voor gekozen worden om in de handleiding te beschrijven dat het verplicht is geluidsbescherming te dragen wanneer er gewerkt wordt met de drop unit. Dit zal een goedkopere oplossing zijn, maar hiermee wordt niet voldaan aan de vooraf gestelde eis.
5. Ecofast levert niet standaard een ||b-verklaring mee, Disperator doet dit wel.

Eindconclusie

Op basis van de resultaten van de test kan er geconcludeerd worden dat de 2,2 kW vermalers krachtig genoeg zijn voor de situatie waarin Metos ze gebruikt. Gezien de voordelen van de Disperator vermaler ten opzichte van de Ecofast vermaler, vooral op basis van deeltjesgrootte en meegeleverde ||b- verklaring, komt Disperator beter uit de test. Daarom valt de keuze op Disperator.

Bij het grootste deel van de gegenereerde concepten is de afschermende mantel van de vermaler verwijderd om hoogte te winnen zodat de trechter en het inzetrooster gemakkelijker (goedkoper) en stijler geconstrueerd kunnen worden. Dit om de veiligheid te waarborgen en toch een goede doorgang voor de foodwaste te behouden. De vraag is echter of in dit geval de ||b- verklaring blijft gelden en of de prijs hierdoor lager wordt, gelijk blijft of misschien wel hoger wordt. In week 20 is er een bezoek gepland voor hoofd Inkoop en hoofd R&D aan Disperator in Zweden. Na dit bezoek bleek dat het geen probleem was om de vermaler zonder omkasting te leveren. Ook de kosten van de afschermende mantel zullen niet in rekening gebracht worden. Wat betreft de ||b-verklaring wil Disperator eerst de constructie van de vermaler ophanging beoordelen. Mits deze degelijk genoeg is, zal de ||b- verklaring blijven gelden.



Afbeelding 3.10 Vermaler Disperator



Afbeelding 3.11 Vermaler Ecofast

TRECHTER

De trechter heeft als functie foodwaste met zo min mogelijk spoelwater naar de vermaler te leiden. Het is een erg duur onderdeel om te produceren vanwege de vele bewerkingen die nodig zijn. Vandaar dat er verschillende mogelijkheden zijn onderzocht om de trechter zo te construeren dat deze gemakkelijker te produceren is en daarmee flink in kosten gereduceerd wordt.

Het meest kritieke punt van de trechter is het verloop van de rechthoekige opening boven, naar de ronde opening aan de onderzijde. De rechthoekige opening aan de bovenzijde van de trechter is een vereiste en ook de ronde opening aan de onderzijde is noodzakelijk. Hierop wordt namelijk de vermaler aangesloten, welke een ronde flensaansluiting heeft.

Een creatieve oplossing zal daarom nodig zijn om de beoogde kostenreductie te behalen.



Oplossing I Vacuümvormen.



Afbeelding 3.11 Vacuümgevormde trechter

Kosten

Er is een offerte aangevraagd bij Ernan Grooters van Polymess bv. waaruit het volgende naar voren kwam:

Materiaal: ABS.PMMA (geschikt voor temperaturen tot ca. 90 Gr. zeer goed chemisch bestendig)
Uitgangsdikte: 5 mm
Prijs: 69,55 euro per stuk

Materiaal: PETG (geschikt voor temperaturen tot ca. 70 Gr. goed chemisch bestendig)
Uitgangsdikte: 5 mm
Prijs: 94,25 euro per stuk

Materiaal: HDPE (geschikt voor temperaturen tot ca. 80 Gr. zeer goed chemisch bestendig)
Uitgangsdikte: 5 mm
Prijs: 56,80 euro per stuk

Matrijkskosten:
- Ureol matrijs: dit is een kunsthars matrijs geschikt voor een beperkt aantal trekkingen.
Wij kunnen niet inschatten of er meer dan 20 producten gemaakt kunnen worden op deze matrijs.
Prijs: 1.885,-- euro.

- Aluminium watergekoelde matrijs: geschikt voor een onbeperkt aantal trekkingen.
Prijs: 3.936,—euro.

Bewerkingen: vacuümvormen, rondom op maat knippen, verpakken op pallet.

Opmerkingen:
- HDPE is een materiaal met veel krimp en lastiger in de juiste vorm te behouden.

Afbeelding 3.12 Offerte Polymess

Vanwege de oplage van 25 stuks per jaar zal er gekozen worden voor een aluminium watergekoelde matrijs (de vraag is wel of deze waterkoeling daadwerkelijk nodig is). Verspreid over 5 jaar zullen de productiekosten per ABS.PMMA trechter dan uitkomen op €101,49. Echter zijn de montage kosten van de trechter op het blad, wat bij de huidige trechter al wel berekend is, hier nog niet bij op geteld. De tijd die hiervoor nodig is, is geschat op een half uur wat neerkomt op €53,50. Echter bespaart deze oplossing ook op materiaalkosten en kantwerk, welke los berekend worden en neerkomen op ongeveer €40,- .

In totaal zal oplossing I dus zo'n €115,- bedragen.

	Matrijs	Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 4	Jaar 5	Prijs per trechter
Huidige trechter	€ -	€ 17.500,00	€ 17.500,00	€ 17.500,00	€ 17.500,00	€ 17.500,00	€ 700,00
Oplossing 1	€ 3.936,00	€ 1.750,00	€ 1.750,00	€ 1.750,00	€ 1.750,00	€ 1.750,00	€ 114,99

Voordelen oplossing I

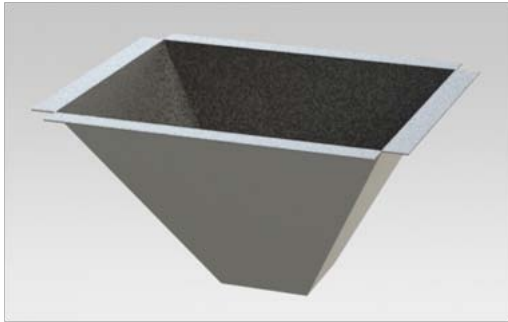
- Direct verloop van vierkant naar rond mogelijk.
- Bespaart op las- en kantwerk.
- Bespaart op materiaalkosten.

Nadelen oplossing I

- Hoge matrijkskosten.
- Ontwerp ligt voor 5 jaar vast.
- Eventuele tussentijdse aanpassingen aan de trechter zijn niet of nauwelijks mogelijk.
- Alleen toepasbaar voor één standaard model drop unit.

Oplossing 2

Eenvoudige RVS trechter met verlopend manchets.



Afbeelding 3.13 Zeer eenvoudige RVS trechter



Afbeelding 3.14 Flexibel verlopend manchets

Kosten

De kosten voor het maken van de trechter bestaan uit lasersnijden, kanten, lassen en materiaal. Er is al direct te concluderen dat er wat betreft kanten op deze manier veel tijd bespaart kan worden. Op lasersnijden en materiaal zal echter weinig winst geboekt worden. Het verlopende manchets zal op het gebied van het benodigde laswerk uren kunnen besparen, wat vervolgens tot kostenreductie zal kunnen leiden afhankelijk van de prijs van de manchets. Daarom is er een offerte aangevraagd bij Jermo Nordmeijer van Filcoflex, waaruit het volgende naar voren kwam:

Manchets type 051-DK.
Materiaal : PU-UF 1.
Afm.inw. 300 mm x 300 mm, 1 x 30 mm doekflens
----- x L = 100 tot.
Ø 170 mm, 1 x 30 mm kembang.
Flenzen ongeboord.
Prijs: € 62,90 per stuk.

Afbeelding 3.15 Offerte FilcoFlex

De uren die nodig zijn voor het lassen van dit model trechter zijn geschat op 1 uur (inclusief nabewerking). Samen met de kosten van een bijbehorend manchets komt dit uiteindelijk op zo'n €170,-. Hierin zijn de materiaalkosten en de tijd voor het laseren en kanten nog niet meegerekend, deze worden namelijk los berekend zoals ook voor het huidige ontwerp gebeurd.

In totaal zal oplossing 2 zo'n €170,- bedragen.

	Matrijs	Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 4	Jaar 5	Prijs per trechter
Huidige trechter	€ -	€ 17.500,00	€ 17.500,00	€ 17.500,00	€ 17.500,00	€ 17.500,00	€ 700,00
Oplossing 1	€ 3.936,00	€ 1.750,00	€ 1.750,00	€ 1.750,00	€ 1.750,00	€ 1.750,00	€ 114,99
Oplossing 2	€ -	€ 4.250,00	€ 4.250,00	€ 4.250,00	€ 4.250,00	€ 4.250,00	€ 170,00

Voordelen oplossing 2

- Ontwerp ligt niet vast.
- Trechter kan tussentijds eenvoudig aangepast worden (bijvoorbeeld op verzoek van de klant)
- Aanzienlijk minder las- en kantwerk nodig.
- Verschillende modellen mogelijk.
- Geen manchetsrubber meer nodig.
- Ruimte besparing.

Nadelen oplossing 2

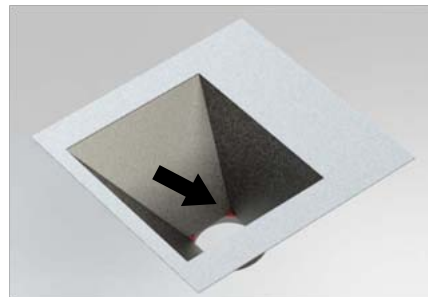
- Ruim 30% duurder dan oplossing 1 (over 5 jaar gezien)

Oplossing 3

Eenvoudige RVS trechter met eenvoudig verloopstuk.



Afbeelding 3.16 Eenvoudige RVS trechter



Afbeelding 3.17 Uitstekende hoekjes

Kosten

De kosten voor het maken van de trechter bestaan evenals oplossing 2 uit lasersnijden, kanten, lassen en materiaal. Aan de trechter zelf verandert weinig ten opzichte van oplossing 2, vandaar dat ook hier geldt dat er wat betreft kanten veel tijd bespaart kan worden en dat er op lasersnijden en materiaal weinig winst geboekt zal worden. Het verloopstuk zal ongeveer een half uur productietijd in beslag nemen. In totaal zal dit neerkomen op 1,5 uur werk, wat overeenkomt met zo'n €160,-. Hierin zijn de materiaalkosten en de tijd voor het laseren en kanten nog niet meegerekend.

Het nadeel van deze oplossing is echter dat de oppervlakte van de doorlaat enigszins beperkt wordt. Ook wordt de vloeiende val van de foodwaste in de hoeken van de trechter (rood aangegeven in afbeelding 3.17) wat tegengewerkt. Het nadeel hiervan is dat er foodwaste in de hoeken kan blijven liggen wat niet echt bevorderend is voor de hygiëne van het product. De vraag is echter in hoeverre dit een probleem zal worden, omdat er in principe voldoende gespoeld wordt met water.

De uren die nodig zijn voor het lassen van dit model trechter zijn geschat op 1 uur (inclusief nabewerking). Samen met de kosten van een bijbehorend manchet komt dit uiteindelijk op zo'n €170,-. Hierin zijn de materiaalkosten en de tijd voor het laseren en kanten nog niet meegerekend, deze worden namelijk los berekend zoals ook voor het huidige ontwerp gebeurd.

In totaal zal oplossing 2 zo'n €170,- bedragen.

	Matrijs	Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 4	Jaar 5	Prijs per trechter
Huidige trechter	€ -	€ 17.500,00	€ 17.500,00	€ 17.500,00	€ 17.500,00	€ 17.500,00	€ 700,00
Oplossing 1	€ 3.936,00	€ 1.750,00	€ 1.750,00	€ 1.750,00	€ 1.750,00	€ 1.750,00	€ 114,99
Oplossing 2	€ -	€ 4.250,00	€ 4.250,00	€ 4.250,00	€ 4.250,00	€ 4.250,00	€ 170,00
Oplossing 3	€ -	€ 4.000,00	€ 4.000,00	€ 4.000,00	€ 4.000,00	€ 4.000,00	€ 160,00

Voordelen oplossing 3

- Ontwerp ligt niet vast
- Trechter kan tussentijds eenvoudig aangepast worden (bijvoorbeeld op verzoek van de klant)
- Aanzienlijk minder las- en kantwerk nodig.
- Verschillende modellen mogelijk.

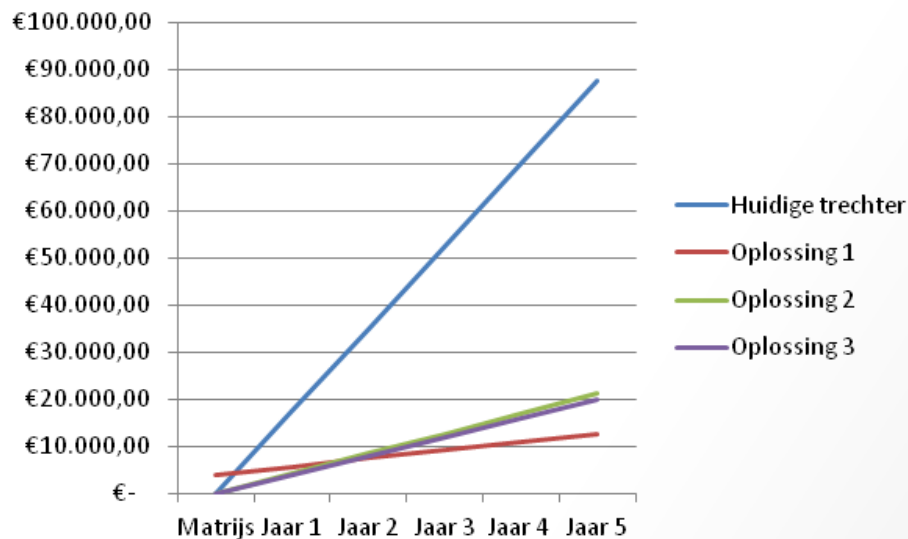
Nadelen oplossing 3

- Bijna 30% duurder dan oplossing 1 (over 5 jaar gezien)
- Kleine blokkade's in de hoeken (ter grootte van 1 cm²), echter op te lossen door een zeshoekig gat te gebruiken. De oppervlakte van de doorgang wordt hierdoor wel enigszins beperkt en er moet twee keer vaker gekant worden.

Conclusie

Uiteindelijk is te concluderen dat oplossing 1, het vacuümvormen van de trechter het meest voordelig is. Echter kleven hier wel een aantal nadelen aan. Namelijk dat het ontwerp voor vijf jaar geheel vast moet liggen en er daardoor weinig tot geen aanpassingen mogelijk zijn. Daarnaast is er nog niet gekeken naar de montage van de trechter aan het bovenblad. Hiervoor zullen hoogstwaarschijnlijk nog een aantal bewerkingen nodig zijn die nog niet meegenomen zijn in de kostenberekening, al zijn hier genoeg eenvoudige oplossingen voor te bedenken. Op de lange termijn, wanneer er een definitief ontwerp ligt, is daarom het advies om de trechter uit te besteden en in kunststof uit te voeren.

Voorlopig heeft Metos echter baat bij een korte termijn oplossing die goedkoop is en zo nodig gemakkelijk aan te passen. Daarom is er voorlopig gekozen voor oplossing 3. Wanneer de vernieuwde drop unit 'in het veld' zonder problemen functioneert zal er overgegaan worden op een kunststof exemplaar. De trechter zal in plaats van een lasverbinding door middel van draadstiften aan het bovenblad gemonteerd worden.

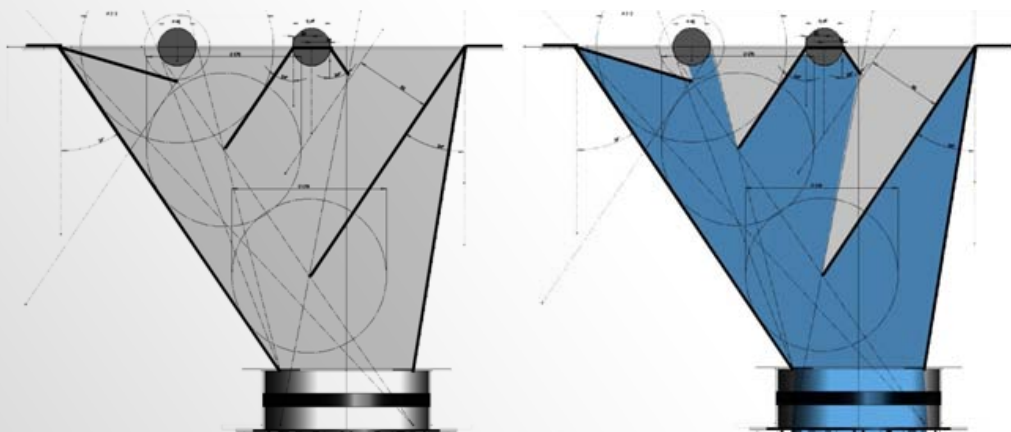


Grafiek 3.1 Kostprijs verloop productie trechter, gezien over 5 jaar

INZETROOSTER

Het inzetrooster is het onderdeel dat ervoor zorgt dat er geen foodwaste of water opspat uit de vermaler. Ook zorgt het inzetrooster voor veiligheid. Wanneer deze niet op zijn goede plek zit zal de vermaler niet in werking treden. Dit wordt gedaan door middel van een magneetschakelaar (reedcontact). Verder zorgt het inzetrooster ervoor dat de toegang tot de vermaler wordt geblokkeerd, zodat men niet met een arm in de vermaler terecht kan komen.

Voor de doorgang voor de foodwaste in combinatie met het beperken van de doorgang voor lichaamsdelen en het spatten maakt het inzetrooster een complex onderdeel. Op basis van onderstaande eisen is er een herontwerp gemaakt van het inzetrooster.

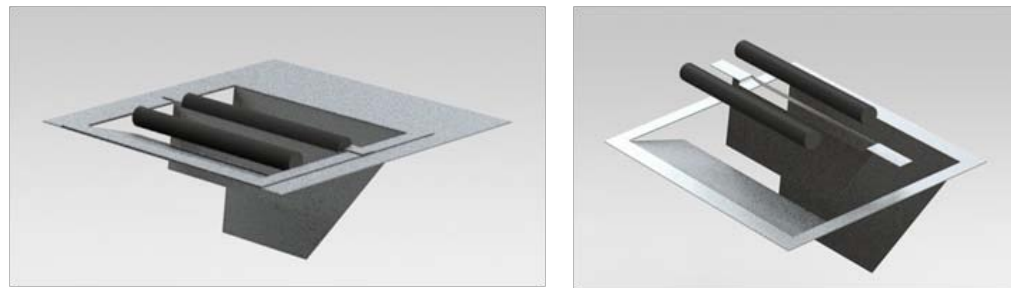


Afbeelding 3.18 Afscherming door inzetrooster

Spatten is niet meer mogelijk, afbeelding 3.18 verduidelijkt dit. Er is beredeneerd dat men in geen geval vanaf de voorzijde met een arm in de vermaler terecht kan komen, echter zal dit vanaf de achterzijde misschien wel mogelijk zijn wat bij een eventueel prototype getest zal moeten worden. Tot nog toe is het nog niet voorgekomen dat een drop unit vanaf de achterzijde bereikbaar is, maar dit zal bij andere projecten natuurlijk wel zo kunnen zijn. Hier dient rekening mee gehouden te worden.

De hoogte van de inworp doorgang is op behalve één punt minimaal 85mm. Hiermee wordt dus ruim voldaan aan de eis 'minimale hoogte gat inworp: 80mm'. Hetzelfde geldt voor de beoogde hellingshoek van 34° ten opzichte van verticaal, waaraan nu bijna volledig voldaan wordt.

Ten behoeve van kostenreductie is er natuurlijk vooral gekeken naar de produceerbaarheid van het inzetrooster. Dit is in grote mate vereenvoudigd. Afbeelding 3.19 laat zien hoe het inzetrooster uiteindelijk geconstrueerd wordt.



Afbeelding 3.19 Constructie inzetrooster

Conclusie

Na de conceptbespreking bleek dat het inzetrooster nog niet volledig volstaat. De drop unit zal namelijk ook vanaf de achterzijde bereikbaar kunnen zijn. De hellingshoek van het rooster mag minder stijl en daarnaast bleek in de praktijk dat het 'platte rooster' niet erg gebruiksvriendelijk is: wanneer de drop unit in gebruik is en er een laagje water op het blad ligt, wordt de gebruiker nat wanneer het inzetrooster op de drop unit geplaatst wordt. Metos wil daarom (namens de klant) een rooster dat zo min mogelijk contact maakt met het oppervlak van het bovenblad van de drop unit. Het rooster zal hierdoor echter niet veel simpeler worden, wat de kostenreductie ook niet echt ten goede komt.

Het uiteindelijke inzetrooster is na verschillende versie's te hebben bedacht en besproken, uitgewerkt tijdens de detailfase.

AFVOER

Zoals eerder genoemd is de afvoerleiding een zeer bewerkelijk onderdeel. Ook wil de leiding nog wel eens verstopt raken. Dit gebeurt ter plaatse van de vernauwing in de leiding, zoals in afbeelding 3.20 te zien is.

Om deze verstoppingen tegen te gaan zal de vernauwing uit de afvoerleiding weggenomen moeten worden. Direct een dünnere (50mm) leiding vanaf de vermaler zal waarschijnlijk de juiste oplossing zijn. Door bovendien het beluchtingspijpje dichter bij de vermaler te plaatsen zal het vacuüm op de complete leiding werken. Samen met de pompende werking van de vermaler, wat zorgt voor een goede doorstroming, zal dit de kans op verstoppingen naar verwachting een stuk kleiner maken.



Afbeelding 3.20 Huidige afvoer

Om voorlopig verder te kunnen met het ontwerp wordt er op basis van een expert review de aanname gedaan dat direct een dünnere leiding vanaf de vermaler het probleem van verstoppingen tegen gaat. Zeker in het geval van PE, dat een lagere wrijvingscoëfficiënt heeft dan RVS. (0,25 t.o.v. droog staal). Daarnaast is het voordeel van dünnere leidingen dat er ruimte bespaart wordt: de diameter van de leiding wordt kleiner en het vernauwingsdeel kan weggenomen worden waardoor de leiding korter wordt.

Na het bezoek van (en aan) Nkl, is er een offerte gevraagd voor het besproken voorstel van 50mm PE leidingen die door Nkl door middel van spiegellassen aan elkaar worden gezet. Vanwege de relatief kleine oplage van 25 stuks wordt dit uitbesteed.

Uit de offerte van Nkl blijkt dat de PE afvoer voordeliger uitvalt dan de huidige afvoer. Ook de gebruikte motorgestuurde kogelkraan kan Nkl goedkoper leveren dan de huidige leverancier. Het prijsverschil tussen de huidige RVS afvoer en het nieuwe PE alternatief is in tabel 3.4 te vinden. De offerte van Nkl is te vinden in bijlage F.

Huidige afvoer				Nieuwe afvoer			
			€478,47				€389,52
Bewerkingen	1 uur	€107	€107,00	Bewerkingen	0,2 uur	€107	€21,40
Onderdelen			€371,47	Onderdelen			€368,12

Tabel 3.4 Vergelijking huidige afvoer met het PE alternatief

LEIDINGEN

Het aanleggen van de leidingen rond de trechter die zorgen voor koud en warm spoelwater kost veel tijd. De leidingen die momenteel gebruikt worden zijn met PE geïsoleerde aluminium Uponor leidingen (afbeelding 3.21). Het in de juiste baan buigen van deze leidingen is vrij arbeidsintensief. Door gebruik te maken van flexibele kunststof waterleidingen zullen hierop veel kosten bespaard kunnen worden. Ook op de koppelingen zou bespaard kunnen worden door in plaats van messing, kunststof varianten te gebruiken.



Afbeelding 3.21 Aluminium Uponor leidingensysteem; Kunststof Liquifit leidingensysteem

De esien voor de waterleidingen zijn de volgende:

- Leidingwerk
- Minimale temperatuurbestendigheid: 60 °C
 - Voldoen aan KIWA

Het zogenaamde Liquifit waterleidingsysteem lijkt daarom een zeer goed alternatief. Door middel van de kunststof insteekkoppelingen en flexibele slangleidingen wordt het aanleggen hiervan een stuk eenvoudiger. De leidingen van Liquifit zijn speciaal ontwikkeld voor de water- en drankindustrie en worden gemaakt van biologische polyamide uit plantaardige oliën en zaden. Het Liquifit programma van producent Parker Legris is goedgekeurd door de FDA en is NSF51, NSF61C-Hot en NSF58 gecertificeerd. Verder hebben de leidingen een zeer hoge chemische bestendigheid, is de maximaal toegestane temperatuur voor doorstromende vloeistof 95 °C en zijn drukken tot 16 bar toegestaan (afhankelijk van de slangdiameter en temperatuur). Dit betekent dat het Liquifit leidingwerk niet onder doet voor de huidige aluminium leidingen en messing koppelingen. Zeker voor de beoogde toepassing, waarbij de leidingen onderhevig zijn aan max. 60 °C en max. 3 bar, zal Liquifit zeer geschikt zijn.

In tabel 3.5 zijn de prijzen van drie verschillende soorten leidingen en koppelingen naast elkaar gezet om ze op basis van prijs met elkaar te vergelijken.

	Aantal	Prijs per stuk			Totaal		
		Kunststof	Messing	RVS	Kunststof	Messing	RVS
		Liquifit	LF3600	LF3800	Liquifit	LF3600	LF3800
Rechte koppeling 1/2"-12mm	7	3,53	6,11	33,16	24,71	42,77	232,12
Knie 1/2"-12mm	2	5,63	8,23	58,72	11,26	16,46	117,44
T-stuk 12-12-12mm	2	5,78	10,32	70,26	11,56	20,64	140,52
Aluminium leiding 1/2"-12mm	3	0	2,09	2,09	0	6,27	6,27
PE leiding 1/2"-12mm	3	1,03	0	0	3,09	0	0
					47,53	79,87	490,08

Tabel 3.5 Vergelijking verschillende soorten leidingen en koppelingen

Conclusie

Uiteindelijk is te concluderen dat het leidingwerk van Liquifit in alle opzichten een verbetering is ten opzichte van de huidige aluminium leidingen. De kunststof componenten en de flexibele PE slangleidingen zorgen ervoor dat het aanleggen van de waterleidingen vele malen eenvoudiger wordt. Dit betekent makkelijker werken, sneller werken en prettiger werken. De slangleidingen kunnen namelijk zeer eenvoudig afgeknipt worden en in de koppelingen gestoken worden, wat de kans op fouten maken zeer klein maakt.

Verder bevorderen de flexibele leidingen ook de serviceability van de drop unit. Er kan nu namelijk gemakkelijk om de leidingen heen gewerkt worden vanwege de flexibiliteit en daarnaast zijn de slangleidingen eenvoudig losneembaar. Het in de weg zitten van leidingen zal niet meer aan de orde zijn. Wel is belangrijk dat de leidingen de trechter niet kunnen raken tijdens het trillen, vanwege het geluid dat hierdoor kan ontstaan. Hier zal dus op gelet moeten worden tijdens montage.

Tabel 3.6 laat zien hoeveel kosten er uiteindelijk bepaard worden door gebruik te maken van Liquifit. Besparing op de kosten van service en nazorg zijn hierin niet meegenomen, maar zullen hoogstwaarschijnlijk positief uitvallen.

Huidige leidingen		€301,69		Nieuwe leidingen		€104,12	
Bewerkingen	2 uur	€107	€214,00	Bewerkingen	0,5 uur	€107	€53,50
Onderdelen			€87,69	Onderdelen			€50,62

Tabel 3.6 Vergelijking huidige leidingen met het kunststof alternatief

BESTURINGSKAST

Voor de besturingskast is onderzocht hoe deze gemakkelijker en sneller opgeleverd kan worden. Momenteel moet er bij elke kast opnieuw gepast en gemeten worden om de componenten juist te plaatsen. Er wordt een zogenaamde din rail bevestigd op een standaard montage plaat. Op deze rail worden vervolgens de benodigde elektra componenten bevestigd. De gaten die nodig zijn voor het bevestigen van de din rail worden met de hand in de stalen montageplaat geboord. Hetzelfde geldt voor de gaten van de wartels, waarmee de kabels door de kast gevoerd worden. Dit kan een stuk gemakkelijker.

Omdat Metos over een lasersnijmachine beschikt is ervoor gekozen om de montageplaat inclusief de benodigde gaten te snijden. Door de verschillende gaten in de plaat kan de rail direct met 3 of meer gaten vastgezet, ongeacht hoe de rail is afgezaagd.

Voor het monteren van de din rail zou er nog steeds gekozen kunnen worden om de gaten van draad te voorzien, zodat de rail vastgebout kan worden op de montage plaat. Echter zal montage door middel van popnagels (blindklinknagels) nog een extra handeling wegnemen, namelijk het draad tappen. Er wordt daarom gekozen voor montage door middel van popnagels.



Afbeelding 3.22 Originele montageplaat; Volledige besturingskast; Voorgelaserde montageplaat met din rail

Voor het boren van de gaten om de wartels te plaatsen, is er gekozen voor het maken van een mal. Voorheen moest er bij elke kast opnieuw gemeten worden hoe de negen wartels netjes naast elkaar geplaatst konden worden, terwijl deze plaatsing voor elke kast hetzelfde is. Het aftekenen van de positie's door middel van een mal scheelt daarom erg veel tijd in vergelijking met de huidige situatie.



Afbeelding 3.23 Wartels in de besturingskast; Boormal wartels

Tenslotte is het aan te bevelen om de besturingskast per 10 stuks te produceren. Vanuit de productie kwam direct naar voren dat het vooral vervelend was dat tijdens het fabriceren van de kast vaak niet alle benodigde onderdelen direct aanwezig zijn. Dit betekent dat de productie een aantal dagen stil moet liggen, totdat de benodigde onderdelen er zijn. Dit heeft weer extra denkwerk voor de werknemers tot gevolg: "Hoe zat het nu ook alweer?!" Daarnaast blijken de besturingskasten niet altijd juist te functioneren wanneer ze getest worden. Dit zit hem bijna altijd in het te kort afstrippen van de bedrading. Wanneer er een aantal kasten achter elkaar geproduceerd worden zal de kans hierop een stuk kleiner worden, omdat men na veelvuldige herhaling een zekere handigheid krijgt.

Al met al zal een batch gewijze productie, in combinatie met een verbetering van de voorbereiding van de besturingskast, zorgen voor een aanzienlijke reductie van de nodige arbeidsuren.

FRAME

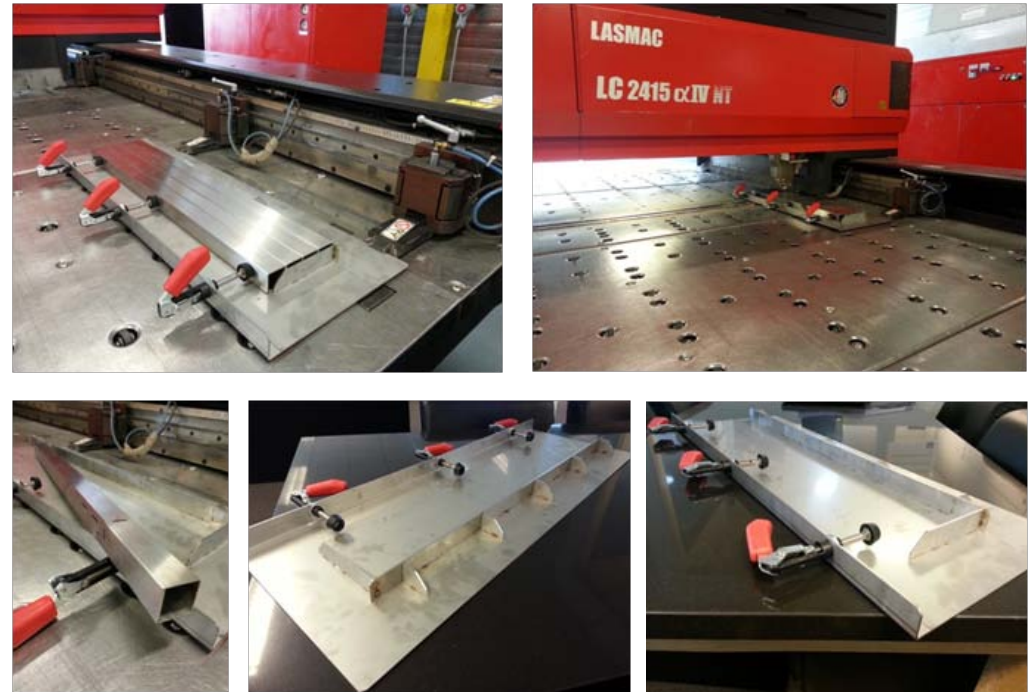
Voor het construeren van het frame zou het gemakkelijk zijn om referenties aan te geven voor de verschillende kokers of profielen die met elkaar verbonden moeten worden. Nu is het zo dat elke positie opgemeten moet worden. Dit kost ten eerste veel tijd, is niet erg nauwkeurig en de kans op fouten is relatief groot.

Helaas beschikt Metos niet over een lasersnijmachine die kokers kan laseren. Een alternatief hiervoor is het laseren van referentieगतen in een plaat, die vervolgens twee keer gekant wordt tot een U-profiel. Het nadeel hiervan is echter dat dit minder stijfheid geeft dan een koker en komt de tijd die bespaart wordt op het uitmeten voor een deel weer terug in de extra kant bewerking.

Daarom is er gesproken met een van de productiemedewerkers die bij de lasersnijmachine staat en zijn alle mogelijkheden van de laser besproken. De kop van de laser blijkt ruim 1100mm omhoog te kunnen en op alle tussenliggende hoogte's te kunnen snijden. Dit betekent dat er in theorie ook een enkele zijde van een koker gesneden kan worden. Het punt zit hem echter in de inklemming: er kunnen alleen platen tot maximaal 15mm ingeklemd worden en dus geen kokers. Hier viel echter wel wat op te bedenken: er is een inklem-mal gemaakt bestaande uit een basisplaat, waarop vier kokers van 40x40mm ingeklemd kunnen worden (zie afbeelding 3.24) die vervolgens per zijde gesneden kunnen worden.

Conclusie

Het lasersnijden van vier keer drie zijden van de kokers duurt zo'n 5 minuten inclusief twee keer omdraaien. Echter wel met twee mensen. In totaal zal het snijden van de kokers dus zo'n 10 minuten duren, wat dus vele malen sneller gaat dan de huidige wijze van uitmeten en de kans op fouten flink reduceerd.



Afbeelding 3.24 Lasmal

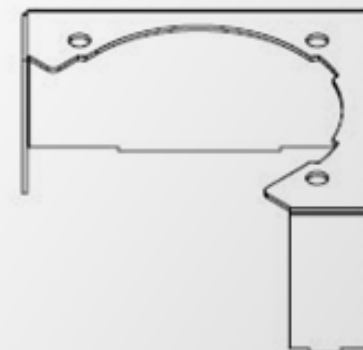
VERMALER OPHANGING

Omdat het belangrijk is dat de vermaler goed gefixeerd wordt in het frame en er kosten bespaard kunnen worden door de mantel weg te laten, is het erg belangrijk een degelijke constructie voor de ophanging van de vermaler te ontwerpen.

In het huidige ontwerp wordt de vermaler vanaf de bovenkant opgehangen in een subframe dat door middel van trillingsdempende rubbers aan het basis frame bevestigd wordt. Juist vanwege het feit dat de bovenzijde van de vermaler het montagepunt is en de vermaler verder niet meer gefixeerd wordt, worden er veel trillingen veroorzaakt. Nu de mantel van de vermaler echter verwijderd is, valt ook het bestaande montagepunt weg en zal de complete ophanging dus veranderd moeten worden.

Er kan simpel beredeneerd worden dat wanneer de vermaler meer naar het midden toe gefixeerd wordt, er minder trillingen zullen ontstaan. De aansluiting van de motor op het vermalerhuis lijkt hiervoor daarom een zeer geschikt punt. Mogelijk zullen de rubber trillingsdempers dan ook niet meer nodig, waardoor een veel simpler, starre verbinding mogelijk is.

Uiteindelijk is de volgende ophanging geconstrueerd, die vervolgens getest is. De ophanging bleek zeer stevig en trillingen lijken nauwelijks invloed te hebben op het kleine frame. Afdelingen R&D en Productie zijn blij met het resultaat, al zullen de trillingen een andere uitwerking op de complete drop unit kunnen hebben. Dit zal uiteindelijk nog opnieuw getest worden met het volledig afgebouwde prototype. De constructie zal aan Disperator voorgelegd worden zodat zij kunnen bepalen of de ||b-verklaring geldig blijft.



OMKASTING

Wat nog niet behandeld is tijdens dit verslag is de omkastings, of meer in het algemeen gezegd het uiterlijk van de drop unit. Toch is dit een belangrijk punt waarmee veel kosten bespaard kunnen worden. De afschuiningen aan de voorkant van de drop unit zorgen namelijk voor veel extra bewerkingen. Het bovenblad bijvoorbeeld, is onder meer door de afschuining en de opzetrand (waterkering) het meest complexe onderdeel. Wanneer het blad in plaats van zeshoekig, vierhoekig wordt geconstrueerd, zal dit veel tijd schelen. Hetzelfde geldt voor de gehoekte profielen (achter de omkastings, in het frame) en de beplating zelf.

Deze afschuining is simpelweg voortgekomen uit het feit dat de drop unit zonder afschuining te weinig ruimte heeft om alle onderdelen binnen de omkastings te kunnen plaatsen. De drop unit steekt nu namelijk uit, wanneer deze in een afwasstraat of keukenopstelling geplaatst wordt.

Nu alle mogelijkheden en alternatieven voor de opbouw van de drop unit onderzocht zijn, is er aan te nemen dat de drop unit compacter gebouwd kan worden. Dit betekent vervolgens dat de betreffende afschuining niet meer nodig zal zijn, wat een flinke kostenreductie met zich meebrengt.

Toch zal deze verandering ten opzichte van het huidige ontwerp niet doorgevoerd mogen worden. Argumenten zijn onder meer het esthetische aspect: de afschuining wordt vooral mooi gevonden, ongeacht deze uitsteekt. Een vierhoekig model wordt als saai gezien wanneer deze 'free standing' geplaatst wordt. Verder werd nog het argument gegeven dat men zich kan stoten aan een negentig graden hoek. Echter hebben de uiteinden van aanrechtbladen ook negentig graden hoeken en zal deze hoek in het geval van inbouw geen invloed meer hebben. Wel zal de waterspuit er gemakkelijker afgestoten worden wanneer deze aan de voorkant geplaatst is en er met een kar langs gereden wordt. Een oplossing hiervoor zou een beschermende steun kunnen zijn.

De afdelingen R&D en Verkoop waarmee dit punt besproken is delen echter de mening dat het uiterlijk van de drop unit onveranderd moet blijven. Wat jammer is, aangezien hierop zeker kosten te besparen zijn. Een aanbeveling aan Metos is dan ook om de afschuining weg te nemen uit het ontwerp, wanneer er nog extra kosten gereduceerd moeten worden.



Afbeelding 3.26 Vermaler inclusief omkastings

DETAILLERINGSFASE

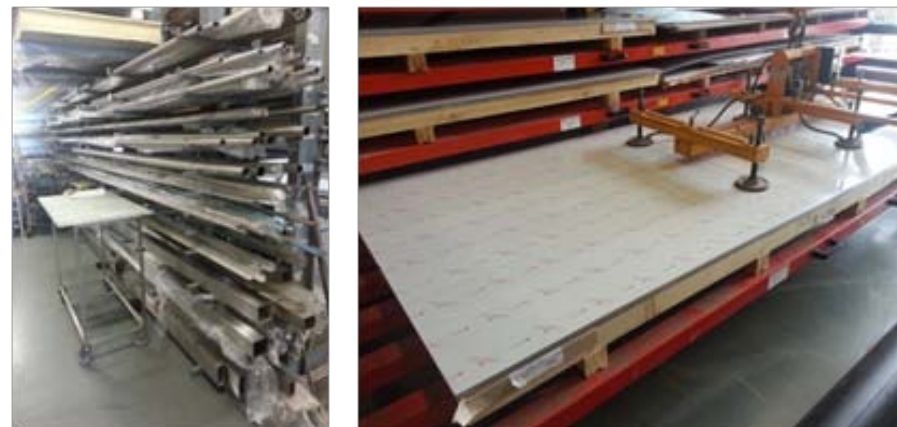
Nu de ontwerpfase helemaal afgerond is en daarmee de meest belangrijke punten van het concept vastgelegd zijn, kan er overgegaan worden op de detailleringfase. Tijdens deze fase van het ontwerpproces zal de complete constructie van het ontwerp uitgewerkt worden. Dit zal tot aan productieniveau gebeuren zodat er vervolgens een prototype gebouwd kan worden. Hiermee zal vervolgens een gebruikstest uitgevoerd moet worden, zodat na de nodige aanpassingen het vernieuwde ontwerp daadwerkelijk in productie genomen kan worden. Wat daarom niet vergeten mag worden is het technische productdossier. Deze zal geupdate moeten worden om te blijven voldoen aan de CE-normering. Dit zal geen deel meer zijn van dit verslag: de afwikkelingsfase kan niet volledig gerealiseerd worden binnen de bestemde tijd voor de Bachelor Opdracht.

PRODUCTIEMOGELIJKHEDEN

Tijdens het ontwerptraject is er constant gedacht aan de productie van de drop unit. Tijdens de detailleringsfase wordt echter niet alleen meer globaal naar de productiewijze gekeken, maar zal hier tot in het kleinste detail rekening mee gehouden moeten worden. De mogelijkheden zijn daarom voor een deel afhankelijk van de machines waar Metos over beschikt. Deze bestaan onder andere uit twee hydraulische kantbanken en een grote lasersnijmachine voor plaatwerk. Daarnaast een vrij simpele frees- en draaibank en een plaatwals. Wanneer er speciale productiemethoden nodig zijn, zal dit uitbesteed moeten worden.

Ook is het bevorderlijk dat er veelal standaard materialen gebruikt worden. Metos heeft standaard RVS plaatmateriaal in verschillende dikte's (tot 5mm), kokers en buizen op voorraad. Daarnaast is er een magazijn waar de meest gebruikte inkoop delen te vinden zijn.

De productiemedewerkers van Metos zijn vooral bezig met lassen en montagewerkzaamheden.



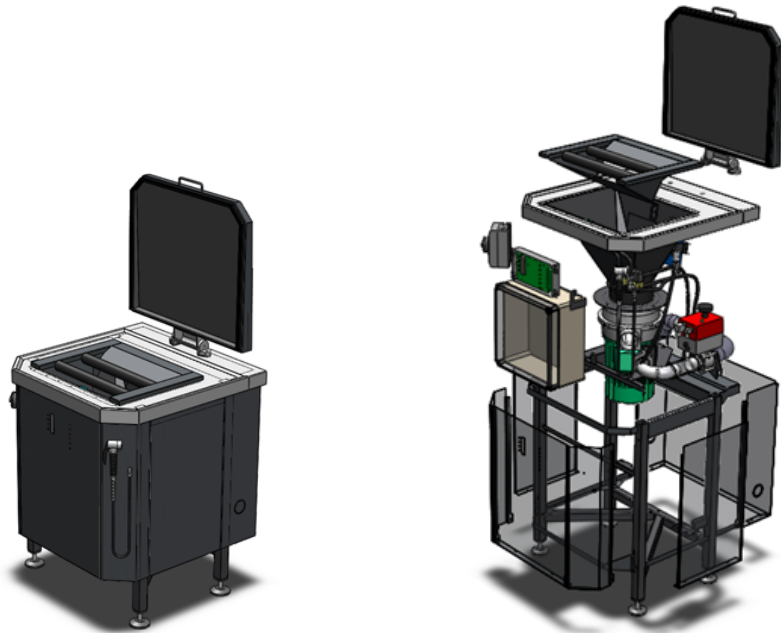
Afbeelding 4.2 Metos' RVS profelen en platen magazijn



Afbeelding 4.1 Metos' hydraulische kantbank 1; Metos' hydraulische kantbank 2; Metos' lasersnijmachine

DETAILLERING

Op basis van het gekozen eindconcept en de uitgewerkte onderdelen is het detailontwerp gemaakt. Hierin is de volledig hernieuwde constructie van de drop unit vastgelegd. Een afbeelding en exploded view van het driedimensionale computermodel zijn te vinden in afbeelding 4.3. De bijbehorende productietekeningen zijn te vinden in bijlage G.1 en G.2.



Afbeelding 4.3 Herontwerp drop unit; exploded view

De sterke punten van het herontwerp bestaan vooral uit de eenvoud en verbeterde bereikbaarheid (ruimtelijkheid) van het ontwerp. Dit zorgt er niet alleen voor dat het hoofddoel kostenreductie bereikt wordt maar levert ook een prettigere manier van werken op, volgens de productiemedewerkers.

Bereikbaarheid

Alle onderdelen van de drop unit, en dan met name de slijtage onderdelen, zijn gemakkelijk bereikbaar. De ruimtelijkheid van de drop unit is in grote mate verbeterd, wat de serviceability behoorlijk ten goede komt.

Eenvoud

De drop unit is sterk vereenvoudigd. Onder andere door middel van simpele onderdelen die weinig bewerkingen nodig hebben om toch hun functie te vervullen.

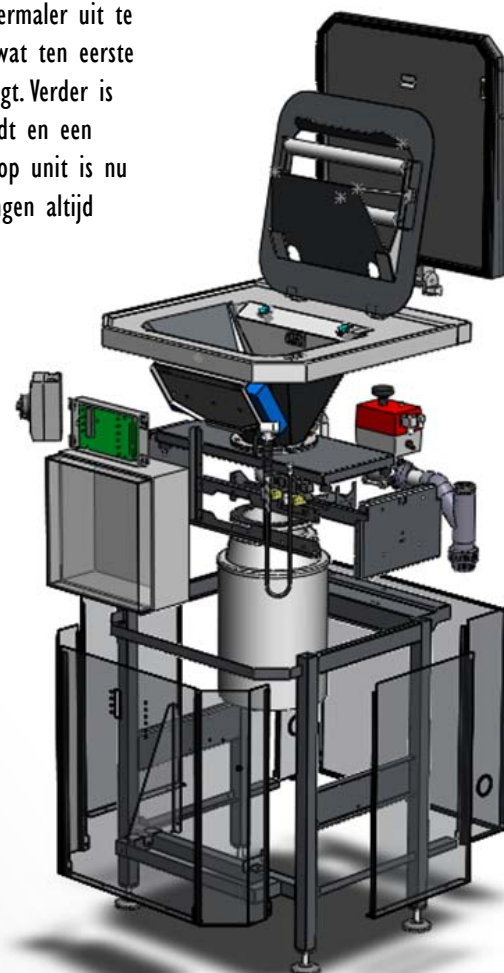
Daarnaast is ook het totaal aantal benodigde onderdelen teruggebracht. Hiervoor zijn functie's van verschillende onderdelen samen genomen om ze door één enkel onderdeel te laten vervullen, welke toch gemakkelijk te produceren is.

Verder zijn verschillende verbindingen onder de loep genomen. Lasverbindingen zijn zoveel mogelijk beperkt of gemakkelijker gemaakt en waar mogelijk is er gebruik gemaakt van een popnagelverbinding. Het voordeel hiervan ten opzichte van lassen is onder andere dat er geen warmte ingebracht wordt in het materiaal (met alle gevolgen van dien) en daarnaast de snelheid. Ook zorgen de lasergesneden gaten voor referentiepunten die de kans op fouten nagenoeg wegnemen. Het aangeven van referentiepunten is dan ook zoveel mogelijk doorgevoerd in de rest van de constructie.

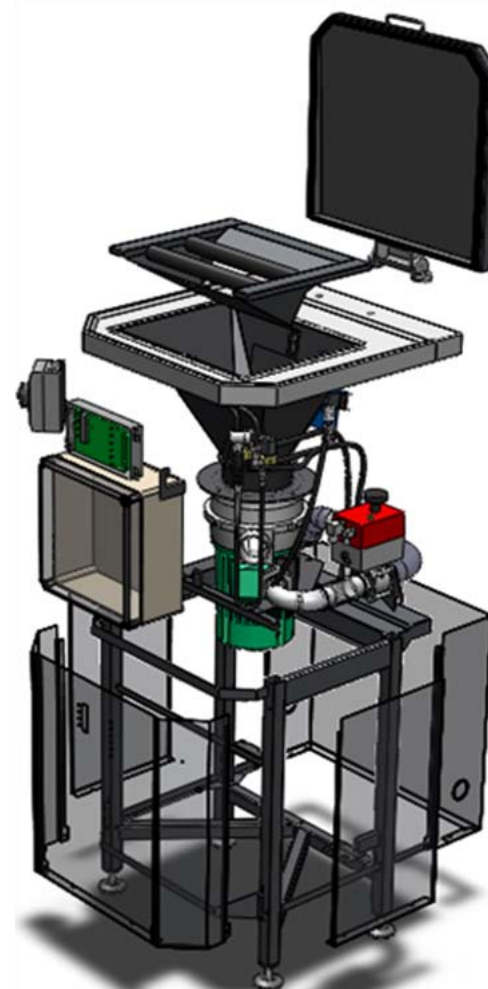
OUDE ONTWERP VERSUS HERONTWERP

Om de verschillen tussen het oude ontwerp en het herontwerp aan te geven zijn deze met elkaar vergeleken. Er is geprobeerd aan te geven op welke punten het herontwerp verbeterd is ten opzichte van het oude, al is het lastig dit in een verslag echt duidelijk te maken. De productie tekeningen van het oude model (bijlage G.1) en het herontwerp van de drop unit (bijlage G.2) zullen waarschijnlijk meer duidelijkheid geven.

In totaal is het herontwerp zoals eerder gezegd in grote mate vereenvoudigd. Door de vermaler uit te kleden en een ander soort ophanging te construeren zijn er geen dempers meer nodig, wat ten eerste veel ruimte scheelt en daarnaast het aantal benodigde onderdelen drastisch omlaag brengt. Verder is er geprobeerd de onderdelen beter voor te bereiden, zodat de montage eenvoudiger wordt en een stuk sneller gaat. Ook is er veel rekening gehouden met het verlenen van service. De drop unit is nu namelijk ten alle tijde vanaf de voorzijde bereikbaar en zijn slijtage onderdelen of storingen altijd vanaf deze zijde gemakkelijk te vervangen of te verhelpen.



Afbeelding 4.4 Exploded view oude ontwerp drop unit



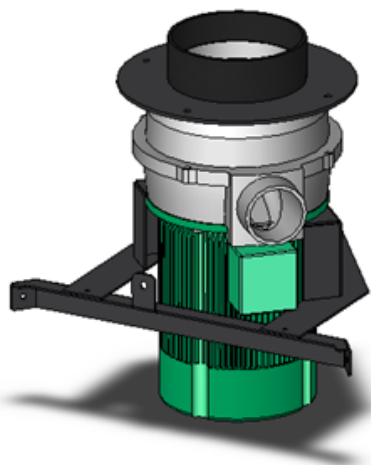
Afbeelding 4.5 Exploded view herontwerp drop unit

VERMALER

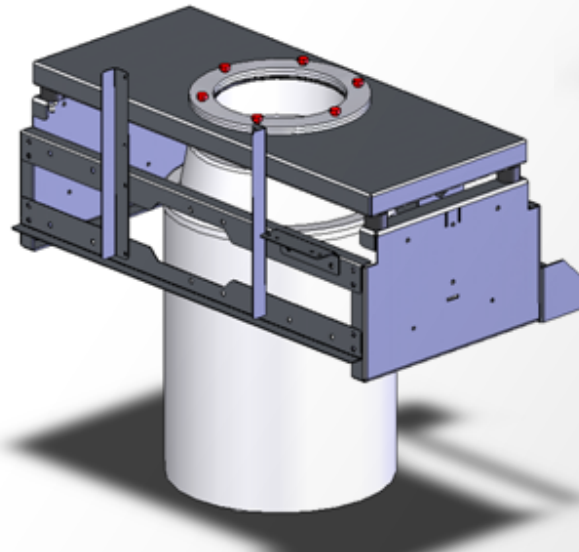
De vermaler zelf is niet veel veranderd ten opzichte van zijn voorganger. Het is een zelfde model vermaler, echter met een minder krachtige motor wat aanzienlijk in prijs scheelt.

Wel is bijna alles om de vermaler heen aangepast. De afschermende mantel is weggenomen zodat er hoogte gewonnen wordt en een simpeler aansluiting naar de trechter mogelijk is en ook de manier waarop de vermaler wordt gefixeerd in het frame is anders. Dit gebeurt in het herontwerp door middel van een starre verbinding. Trillingsdempers blijken namelijk niet meer nodig nu de ophanging in het midden van de vermaler aangrijpt. Al met al was dit het meest omvangrijke onderdeel van de drop unit, dat nu teurgebracht is naar een veel simpeler constructie. Hiermee zijn kosten bespaard en is veel ruimte gewonnen.

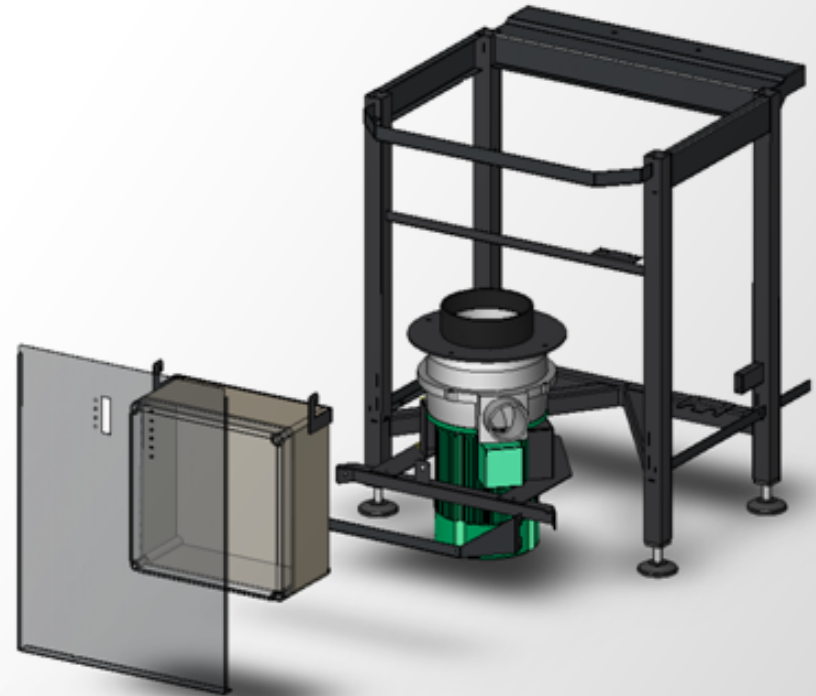
Service verlenen zal voortaan geen tijdrovende en lastige klus meer zijn. Bijvoorbeeld: waar het voorheen een uur duurde om de elektrische kogelkraan te bereiken (welke nog wel eens verstopt kan gaan zitten of kapot kan gaan) door de vermaler uit te bouwen, duurt dit nu minder dan 10 minuten en kan de vermaler blijven zitten. De vermaler zelf uitbouwen zal overigens zo'n 15 minuten in beslag nemen.



60 Afbeelding 4.6 Nieuwe ophaning vermaler



Afbeelding 4.7 Oude ophaning vermaler



Afbeelding 4.8 Uitbouwen vermaler

TRECHTER

Doordat de vermaler van zijn mantel is ontdaan wordt de doorgang van de vermaler niet meer beperkt, zoals in afbeelding 4.9 te zien is. Hierdoor is er een simpeler aansluiting mogelijk zonder dat de doorgangsooppervlakte extra beperkt wordt.

De uiteindelijke trechter is te zien in afbeelding 4.10. Deze bestaat uit twee delen. De voorplaat van de trechter wordt 2 keer gekant en vervolgens in de trechter gelast. De trechter zelf wordt zeven keer gekant. Op het kanten wordt hierdoor erg veel tijd bespaard ten opzichte van het oude model, welke maar liefst 21 kanten nodig had.

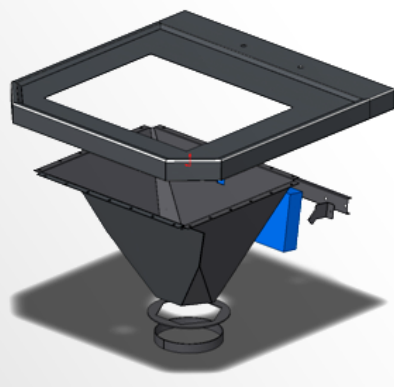
In totaal is er drie kwartier nodig om de trechter af te lassen. Samen met het bovenblad, waar ook zo'n 45 minuten laswerk plus afwerking voor nodig is, is er in totaal 1 uur en 30 minuten nodig om de trechter en het bovenblad te vervaardigen. Dan worden er nog draadstiften onder het blad geschoten, waarmee de trechter vervolgens op het blad wordt gemonteerd. Het complete onderdeel neemt uiteindelijk zo'n 2 uur tijd in beslag.

In vergelijking met de oude situatie waarbij er 6,5 uur nodig was, levert dit een flinke besparing op. Dit zit hem vooral in het feit dat bij het oude ontwerp de trechter aan het bovenblad gelast werd, wat veel tijd kostte.

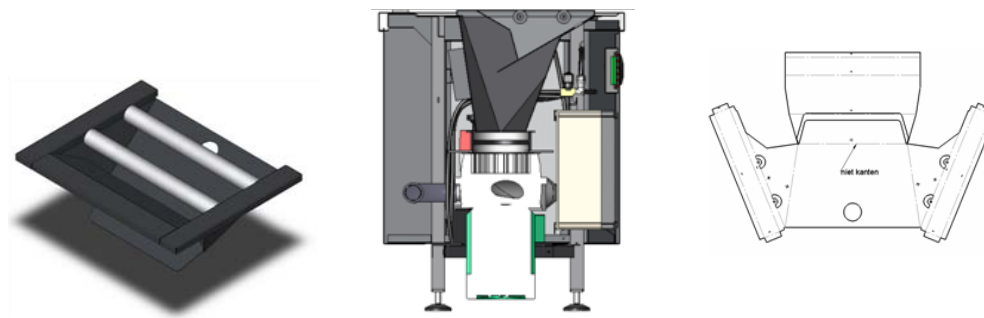
Een laatste verschil in het ontwerp is de vangmagneet, die voorkomt dat er (magnetisch) bestek in de vermaler terecht komt. Deze is naar de achterzijde van de trechter verplaatst, omdat deze nooit vervangen hoeft te worden en dus niet gemakkelijk bereikbaar hoeft te zijn.



Afbeelding 4.9 Doorgang vermaler



Afbeelding 4.10 Definitieve trechter



Afbeelding 4.11 Definitieve inzetrooster; Doorsnede drop unit; Uitslag inzetrooster (sheet metal)

INZETROOSTER

Het inzetrooster lijkt niet erg vereenvoudigd. Het oude inzetrooster bestaat namelijk uit een vlakke plaat die maar twee keer gekant hoeft te worden. Echter kleven er een aantal nadelen aan dit rooster. Er wordt namelijk niet aan de eisen voldaan die zijn opgesteld. Het rooster gaat spatten niet goed tegen en daarnaast kan de gebruiker nat worden wanneer het rooster op het bovenblad gelegd wordt door het grote contactoppervlak. De maatregel die nu wordt getroffen is het inlassen van zijpanelen in het rooster en daarnaast worden er flexibele rubber strips aan de plaat bevestigd. Hierdoor wordt het spatten minder, maar wordt ook de doorgang voor de foodwaste beperkt. Al met al is het rooster daardoor toch nog een vrij bewerkelijk onderdeel.

Het nieuwe rooster is in afbeelding 4.11 te zien. De doorsnede in afbeelding 4.11 laat de doorgang voor de foodwaste zien. Deze bedraagt 90mm wat ruim voldoende is. Verder is spatten direct uit de vermaler niet meer mogelijk. Mocht er toch nog water of foodwaste via de trechter opspatten, dan zal dit in principe nooit richting de gebruiker gaan. Het rooster beschermt namelijk vooral de gebruikerskant: het nieuwe inzetrooster is andersom geplaatst ten opzichte van de oude versie.

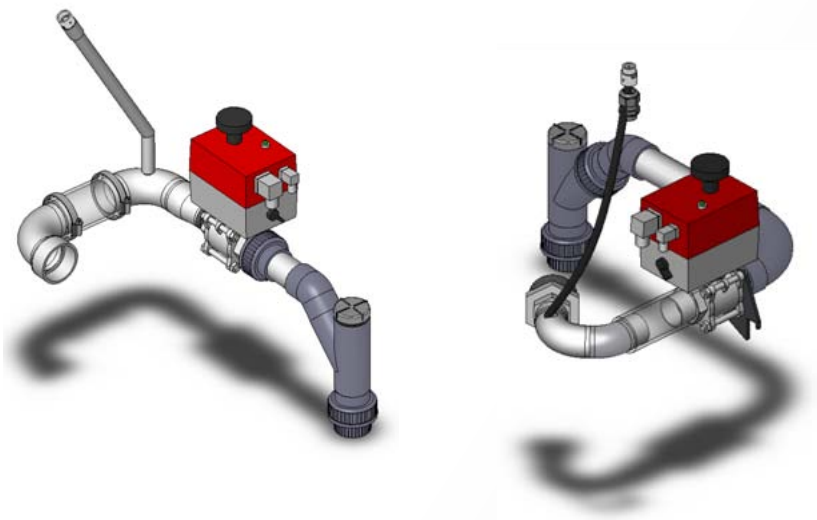
Het inzetrooster wordt uit één plaatdeel gesneden. Vervolgens zijn er een flink aantal kanten nodig die echter vrij veel tijd in beslag nemen. Dit was nodig vanwege een bijkomende eis van Metos: het inzetrooster moet zo min mogelijk contact maken met het bovenblad zodat er geen water weggestuwd kan worden wanneer het rooster geplaatst wordt, waardoor de gebruiker nat wordt. Dit heeft helaas wel tot gevolg dat er niet erg veel kosten bespaard worden op het inzetrooster en de prijs hiervan ongeveer gelijk blijft.

AFVOER

De afvoer wordt zoals eerder genoemd uitgevoerd uit PE leidingen, dit wordt uitbesteed aan NKL. Zij hebben de middelen om deze leidingstukken aan elkaar te lassen en na te bewerken. Het is niet lonend voor Metos om dit zelf te gaan doen, op basis van een afname van 25 stuks.

De offerte van NKL is echter nog wel gebaseerd op het oude leidingsysteem. De nieuwe leiding heeft een lasbewerking minder nodig, wat de prijs waarschijnlijk nog verder terug brengt. Voor de calculatie wordt echter uitgegaan van de offerte (bijlage F) op basis van de oude afvoer, omdat deze concreet vast ligt.

De nieuwe leiding is zo geconstrueerd dat deze minder weerstand geeft in de afvoer tussen de vermaler en de klep, het meest kritieke punt van het systeem wat betreft verstoppingen. In plaats van twee 90° bochten wordt er nu één 90° en één 45° bocht gebruikt. Verder is de vernauwing weggenomen en zorgt PE voor minder weerstand dan RVS. Tenslotte is de oorspronkelijke beluchtingspijp van RVS vervangen voor een kunststof Liquifit slang en is deze dichter naar de vermaler toe geplaatst, zodat er op een groter deel van de leiding onderdruk staat en op die manier verstoppingen nog meer tegen gegaan worden.



62 Afbeelding 4.12 Oude afvoer leiding; Nieuwe afvoer leiding

LEIDINGEN

De waterleidingen zijn in plaats van stugge aluminium leidingen vervangen voor flexibele kunststof leidingen. De fabrikant Liquifit levert een compleet systeem van slangleidingen en gebruiksvriendelijke insteek koppelingen, zoals op pagina 51 al besproken is.

Een gemakkelijke aanpassing in het ontwerp die een behoorlijke kostenreductie tot gevolg heeft.

BESTURINGSKAST

Het technische deel van een besturingskast aanpakken valt buiten de kennis van een industrieel ontwerper. Om toch ook op dit onderdeel kosten te reduceren is er gekeken naar de voorbereiding van de kast. Het passen en meten, om vervolgens te boren was erg arbeidsintensief en niet erg efficiënt. Daarom is er (zoals op pagina 52 te lezen is) een boormal gemaakt voor de plaatsing van wartels in de kast en wordt er in plaats van de standaard montageplaat een plaat lasergesneden waarin de benodigde gaten al zijn meegenomen.



Afbeelding 4.13 Besturingskast met voorbereikte montage plaat

FRAME

Het frame is zoals eerder behandeld voorzien van referentiepunten zodat deze gemakkelijk en snel is op te bouwen. De profielen zijn voorzien van uitsteeksels die in de gaten van het frame passen. Vervolgens zijn er een aantal lassen nodig om het geheel vast te zetten. Alleen aan de voorzijde van het frame bevindt zich een uitneembaar profiel, zodat de vermaler gemakkelijk uit te bouwen is.

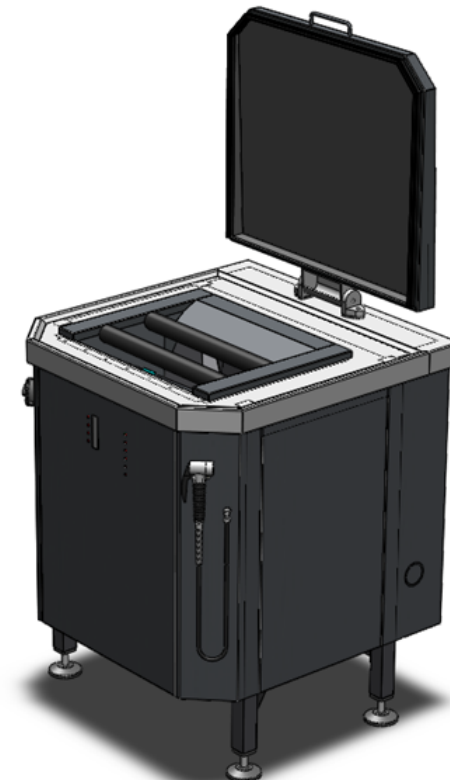
Het frame verschilt qua constructie nogal van het oude. Onderin het frame is er een driehoek constructie gemaakt. Dit is het dragende deel waarop de vermaler wordt gemonteerd. Dankzij deze constructie is ten eerste de vermaler gemakkelijk aan de voorzijde uit te bouwen en daarnaast wordt het frame een stuk stijver, wat de kwaliteit van de drop unit ten goede komt.



Afbeelding 4.14 Oude frame; Nieuwe frame

OMKASTING

Aan de omkasting is vrij weinig veranderd. De huidige manier van monteren, waarbij een zijplaat aan de bovenzijde tussen het bovenblad en het frame geschoven wordt en vervolgens onder aan het frame door middel van twee boutjes vastgezet wordt, was al een effectieve manier waar geen extra oplossing voor nodig was. Het enig wat veranderd is, is de achterplaat. Omdat de drop unit van de voorzijde zeer toegankelijk is geworden, is het niet meer nodig om een los achterpaneel te gebruiken. Deze is daarom als een geheel uitgevoerd zodat dit montage tijd scheelt.



Afbeelding 4.15 Drop unit inclusief omkasting

PROTOTYPE

In de laatste week van de bachelor opdracht zijn de productietekeningen van het herontwerp vrij gegeven (bijlage G.2), waarmee is begonnen aan het prototype. Alle plaatdelen en kokers zijn gesneden en gekant, waarna er begonnen is met de opbouw van de drop unit. De constructie van het prototype van de drop unit is zover klaar gemaakt, dat deze afgemonteerd kon worden. Helaas kon dit niet meer gebeuren tijdens het uitvoeren van de opdracht. Voordat de hernieuwde drop unit in productie genomen kan worden zal Metos daarom zelf nog een aantal tests met dit prototype uit moeten voeren om onder andere te bepalen of er op het herontwerp daadwerkelijk een CE-markering aangebracht kan worden. Ook het trillingsgedrag van de drop unit moet nog in zijn complete vorm bekeken worden.

Tijdens het vervaardigen van de plaatdelen en het frame zijn er al een aantal kleine dingen naar voren gekomen die nog enige aanpassing nodig hadden. Deze zijn reeds doorgevoerd in de productietekeningen. Het advies aan Metos is dan ook het prototype goed te testen en dit te evalueren voordat er overgegaan wordt op de afsluitende fase van het project.



Afbeelding 4.15 Gekant plaatwerk prototype; Frame constructie prototype

CALCULATIE

Gedurende de opdracht is de behaalde kostenreductie constant bijgehouden. Voordat hieraan begonnen werd is er een tabel gemaakt waarin de beoogde kostenreductie per onderdeel is vastgelegd. Dit is te vinden in tabel 4.1. Op de volgende pagina is het eindresultaat van het herontwerp in de vorm van kostenreductie te zien.

Opmerking: De optie's zijn niet meegenomen in het herontwerp, omdat dit niet binnen het tijdsbestek van de bachelor opdracht mogelijk was.

Onderdeel	Uurtarief	Totaal	Onderdeel			
Trechter		729,05	Trechter	250,00	66%	
Bewerkingen	6,5 uur	107				
Onderdelen		33,55				
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal			
Inzetrooster			219,49	Inzetrooster	150,00	32%
Bewerkingen	1,5 uur	107	160,50			
Onderdelen			58,99			
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal			
Vermaler			2872,56	Vermaler	2000,00	30%
Bewerkingen	1 uur	107	107,00			
Onderdelen			2765,56			
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal			
Afvoer			478,47	Afvoer	350,00	27%
Bewerkingen	1 uur	107	107,00			
Onderdelen			371,47			
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal			
Leidingen			301,69	Leidingen	210,00	30%
Bewerkingen	2 uur	107	214,00			
Onderdelen			87,69			
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal			
Electra			1970,65	Electra	1300,00	34%
Bewerkingen	8 uur	107	856,00			
Onderdelen			1114,65			
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal			
Frame			269,56	Frame	190,00	30%
Bewerkingen	2 uur	107	214,00			
Onderdelen			55,56			
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal			
Materiaal			596,12	Materiaal	500,00	16%
Bewerkingen	2 uur	107	214,00			
Onderdelen			382,12			
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal			
Laseren	1,5 uur	69	103,50	Laseren	70,00	32%
Kanten	8 uur	69	552,00	Kanten	280,00	49%
Optie's			492,43	Optie's	500,00	0%
Bewerkingen	0,5 uur	107	53,50			
Onderdelen			438,93			
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal			
Deksel			471,96	Deksel	500,00	0%
Bewerkingen	2 uur	107	214,00			
Onderdelen			257,96			
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal			
Totaal			9057,47	Totaal	6300,00	30%
(exc. optie's)			8093,08	(exc. optie's)	5300,00	41%

Tabel 4.1 Beoogde kostenreductie

Uiteindelijk kan de kostenreductie per drop unit berekend worden. In eerste instantie zal dit op basis van een seriegrootte van 5 stuks gedaan worden. Dit zal betekenen dat er vijf keer per jaar 5 drop units geproduceerd worden. De kostprijs berekening zal in het echt een stuk complexer zijn dan in dit verslag beschreven wordt, omdat het gebruik van de machines nogal afhankelijk is van andere projecten die lopen. De productie van de drop unit zal daarom niet op een vast tijdstip per jaar hoeven te gebeuren, maar dit zal goed tussen andere projecten door ingepland kunnen worden.

In tabel 4.2 zijn de kosten van de onderdelen van het herontwerp te zien. Dit is berekend en bepaald op basis van de productie van het prototype. De montagewerkzaamheden zijn nog grotendeels geschat.

Het prototype is echter enkelstuks geproduceerd. De drop unit zal dus goedkoper worden naarmate de oplage hoger wordt. Vandaar dat er uiteindelijk een kostenschatting gemaakt is in tabel 4.2, waarbij er rekening gehouden wordt met de oplage (vijf stuks) en korting op de in te kopen vermalder zonder omkasting (op basis van 25 stuks per jaar).

Voor de kostenschatting per onderdeel bij een oplage van vijf stuks is er daarom standaard 10% in mindering gebracht, vanwege het sneller uitvoeren van de handeling. Daarnaast zijn er voor het maken van de elektrakast 25% minder kosten berekend voor de grotere oplage en voor het kanten maar liefst 80%. Het wisselen van de kantmessen en steeds opnieuw op de tekening moeten kijken kost namelijk erg veel tijd, in verhouding tot het kanten zelf. Een grotere oplage levert hiervoor dus erg veel op.

Het zou voor Metos lonend kunnen zijn om de seriegrootte verder te verhogen. Zeker voor het kanten en het bouwen van de elektrakast levert dit veel op. Het is daarom aan te raden om in serie's van 10 tot 15 stuks te produceren. Vooral voor het laseren van de kokers, al het kantwerk en het opzetten van het frame zal dit de kosten van een drop unit verder reduceren. Wanneer er orders binnen komen zullen vervolgens de relatief dure inkoopdelen besteld kunnen worden en zal de drop unit verder afgebouwd kunnen worden. Dit zorgt ervoor dat de voorraad niet erg duur is, deze weinig plek in beslag neemt (vanwege de in elkaar te schuiven constructie's) en er toch een maximale kostenreductie behaald kan worden.

Onderdeel	Uurtarief	Totaal per stuk	per vijf stuks
Trechter		290,69	269,29
Bewerkingen	2 uur	107	214,00
Onderdelen		76,69	76,69
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal
Inzetrooster		165,99	155,29
Bewerkingen	1 uur	107	107,00
Onderdelen		58,99	58,99
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal
Vermaler		2319,06	2067,12
Bewerkingen	0,5 uur	107	53,50
Onderdelen		2265,56	2018,97
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal
Afvoer		393,75	391,08
Bewerkingen	0,25 uur	107	26,75
Onderdelen		367,00	367,00
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal
Leidingen		104,12	98,77
Bewerkingen	0,5 uur	107	53,50
Onderdelen		50,62	50,62
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal
Electra		1542,65	1435,65
Bewerkingen	4 uur	107	428,00
Onderdelen		1114,65	1114,65
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal
Frame		162,56	151,86
Bewerkingen	1 uur	107	107,00
Onderdelen		55,56	55,56
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal
Materiaal		379,82	374,47
Bewerkingen	0,5 uur	107	53,50
Onderdelen		326,32	326,32
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal
Laseren	1 uur	69	69,00
Kanten	4 uur	69	276,00

Optie's		492,43	492,43
Bewerkingen	0,5 uur	107	53,50
Onderdelen		438,93	438,93
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal
Deksel		471,96	471,96
Bewerkingen	2 uur	107	214,00
Onderdelen		257,96	257,96
Type	Aantal	Kostprijs	Totaal

Totaal	6668,03	6025,21
(exc. optie's)	5703,63	5060,82

Kostenreductie:	Totaal	26%	33%
	(exc. optie's)	37%	44%

Tabel 4.2 Behaalde kostenreductie enkelstuks en seriematige productie (5 stuks)

EINDCONCLUSIE

Het doel van de opdracht was om de reeds ontwikkelde drop unit van METOS Kitchen Intelligence met 30% in kosten te reduceren door middel van een herontwerp.

Tijdens de analyse fase werd al gauw duidelijk dat het huidige ontwerp op verschillende punten te verbeteren viel. Verschillende onderdelen zouden direct in kosten gereduceerd kunnen worden door deze op een andere manier te ontwerpen, andere onderdelen konden juist verbeterd worden op basis van serviceability.

Tijdens de conceptfase kwamen meer specifieke eisen naar voren en bleek dat niet elke oplossing mogelijk was vanwege nog onbekende eisen. Uiteindelijk werden er een aantal concepten gegenereerd, ook al was er al een huidig ontwerp of 'basis concept'. Door de feedback hierop werd steeds duidelijker dat er veel eisen waren die nog niet goed gedefinieerd waren: dingen die echt belangrijk waren werden beïnvloed door eisen die minder prioriteit hadden. Om hier enige structuur in aan te brengen is daarom een QFD gemaakt. Daarmee is het beste concept gekozen en is deze verder uitgewerkt tijdens de detailleringsfase.

De vooraf opgestelde planning bleek zoals verwacht een stuk optimistischer te zijn dan de werkelijkheid. Vanwege verschillende aanpassingen tijdens de conceptfase en vervolgens tijdens de detailleringsfase, verstreek de tijd sneller dan gepland. Toch is het grootste deel van de opdracht afgerond binnen de tijd die hiervoor stond en is er een prototype gemaakt. Wat echter jammer is, is het feit dat het prototype niet getest en geëvalueerd kon worden tijdens de opdracht. Hoewel dit niet de officiële doelstelling is geweest, was dit natuurlijk wel het streven.

Uiteindelijk lijkt de drop unit een vrij simpel apparaat. Om tot dit eenvoudige ontwerp te komen is er echter hard gewerkt. Veel onderdelen of eisen beïnvloedden elkaar en dan zijn er ook nog de wensen van de opdrachtgever. De oplossingen lagen niet voor het oprapen, zeker wanneer er gekeken wordt naar het oude model drop unit welke in geen enkel ander project identiek is geweest.

Nu de opdracht afgerond is zal Metos zelf verder moeten met het afronden van de detailleringsfase, namelijk het testen van het prototype. Wanneer dit geëvalueerd is en de nodige aanpassingen zijn gedaan, zal tijdens de afwikkelingsfase de documentatie van de drop unit herzien moeten worden. Vervolgens zal het herontwerp klaar zijn om ingezet te worden in projecten en is het Metos aan te raden een design freeze in te voeren.

In ieder geval is het doel van de opdracht ruim gehaald: 33% reductie op de kostprijs van de drop unit inclusief optie's, 44% reductie exclusief optie's en daarnaast een aanzienlijke verbetering van de serviceability. De kostprijs van een drop unit zonder optie's zal uiteindelijk dus uitkomen op zo'n €6.000,- (verkoopprijs: €15.000,-) inclusief optie's en zo'n €5.000,- (verkoopprijs: €12.500,-) exclusief optie's.

AANBEVELINGEN

Zoals al is aangegeven is het belangrijk dat Metos nog een aantal zaken regelt. Namelijk het testen en evalueren van het prototype (en wanneer nodig deze aan te passen en opnieuw testen uit te voeren), alsook de projectdocumentatie op orde brengen.

Het advies aan Metos is na het vrijgeven van het herontwerp, te kijken naar orders die binnen komen. Wanneer de vraag naar drop units per jaar daadwerkelijk 25 stuks of meer bedraagt, dan zal het verstandig zijn een design freeze in te voeren en de trechter zo snel mogelijk uit te voeren in kunststof.

Wanneer de drop unit nog steeds te duur blijkt, zal het advies zijn de afgeschuinde randen van de drop unit weg te laten en hiervoor een rechte hoek te gebruiken. Dit neemt namelijk nog een groot aantal handelingen weg en scheelt daardoor veel tijd, wat uiteindelijk een hogere kostenreductie tot gevolg zal hebben.