

DESIGN PROJECT: NEW CABLE JOINT BODY

Timon Staal s1349465

OPENBAAR VERSLAG: ONTWERP MULTIFUNCTIONELE BEHUIZING



Auteur:
Studenten nummer:
Opleiding
Onderwijsinstelling:

Timon Staal
1349465
Bachelor Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente

Datum:

3-2-2016

Opdrachtgever:
Bedrijfsbegeleider:
Opleidingsbegeleider:

Lovink-Enertech
Dennis Bergsma
Tom Vaneker

Voorwoord

Voor mijn bachelor-afstudeeropdracht heb ik 3 maanden mogen samenwerken met de ontwikkelings afdeling op van Lovink. Daarvoor wil ik hen bedanken; voor de positieve werksfeer en de mogelijkheid om te kunnen zien hoe het bedrijfs leven eruit ziet. Ik heb hier veel geleerd over de wereld van energie en kabelmoffen.

Bij deze veel lees plezier.



Weetje:

De benaming kabelmof komt van een kokervormig mode accessoire die hoog populair was in de 17e en 18e eeuw onder zowel mannen als vrouwen. De twee openingen werden gebruikt om de handen warm te houden in de koude wintertijden. Het woord mof van moffelen betekend afdekken of verbergen en is afgeleid van het oudfranse *mouffle*, wat op zijn beurt is afgeleid van het Latijnse *muffula*.

Summary

This report describes the design process of a new cable joint for Lovink-Enertech. The assignment was to design a multi-functional joint housing. This housing must incorporate all the necessary features. These features are provided by various components in the current model. In addition, the cable joint must be easy to assemble and produced for a low price.

In the analysis phase a couple of things are analyzed. First of all the current joint model to gain insight in the various components and features. In addition to this the research results leading to this assignment were analyzed to get a first impression of how the project objectives could be achieved. With the collected information, it became clear what the design problems were for the project. These design problems and project goals are further elaborated in the job analysis.

Goals of this project are to:

- ▶ Limit the number of assembly steps.
- ▶ Make the assembly steps independent to their mechanic.
- ▶ Limit the sensitivity of the assembly steps for assembly errors.
- ▶ Maintain low production costs.

We investigated the possible solutions that already exist. Researched areas include the competitive companies, the market and the opportunities within the used production methods.

The results from the previous studies are consequently used in generating realistic ideas on how to solve the design problems. These ideas are each tested for functionality and the degree to which they meet the goals of the project.

The resulting ideas/solutions are then combined into 3 concepts. These concepts were further elaborated. This shows the degree to how the project requirements are met. After the basic functionality demands were met the main focus was put on the installation time and the pricing of the cable joint.

The various partial solutions can then be compared. In the final stage of the project we try to combine, merge or optimize the partial solutions. By doing so we try to create a resulting joint housing that best meets the goals of the project. The final concept involves making a SolidWorks model and a printed scale for visualization.

Samenvatting

Dit verslag beschrijft het ontwerpproces van een nieuwe kabelmof voor Lovink-Enertech. De opdracht hield in dat er een multifunctionele mof-behuizing ontworpen moest worden. Deze behuizing moet alle nodige functies hebben die in het huidige model door verschillende onderdelen worden verzorgd. Hiernaast moest de kabelmof eenvoudig te monteren zijn en voor een lage prijs te produceren.

In de analyse fase werd de huidige mof en de functies van de verschillende onderdelen beschreven. Daarnaast werden de vooronderzoeken van dit project geanalyseerd om een eerste indruk te krijgen van hoe de doelen van het project behaald kunnen worden. Met de verzamelde informatie werd duidelijk waar de ontwerpproblemen lagen voor het project. Deze ontwerpproblemen en projectdoelen zijn verder uitgewerkt in de opdracht analyse.

De doelen zijn gespecificeerd tot:

- ▶ de beperken houden van het aantal montage stappen
- ▶ montage onafhankelijke stappen maken
- ▶ gevoeligheid voor montage fouten beperken
- ▶ laag houden van de productie prijs

Voordat de ideefase start word er onderzocht welke bestaande mogelijkheden er al bestaan voor het oplossen van de ontwerpproblemen. Hierbij word er gekeken naar de markt, concurrent en producent.

De resultaten in uit de onderzoeken zijn vervolgens gebruikt voor het creeëren en samenstellen van realistische ideeën. In deze idee fase is er gekeken naar verschillende oplossingen voor de ontwerpproblemen. Deze ideeën zijn ieder getoetst op functionaliteit en de mate waarin ze de doelen van het project voldoen.

Vervolgens zijn er 3 concepten samen gesteld met de uitkomsten van de ideefase. Deze concepten werden verder uit gewerkt en getoetst aan de gestelde eisen en wensen. Hierin is met name gelet op de prijs en montage tijden.

Met de uitwerking van de concepten kunnen de verschillende deeloplossingen nogmaals vergeleken worden. Er is gekeken of er doormiddel van combineren, aanpassen of samenvoegen een beter ontwerp ontwikkeld kon worden. En tot slot is er een eindconcept gegenereerd die het beste voldoet aan de projectdoelen. Deze uitwerking bestond uit een Solidworks model en een geprint schaalmodel ter

visualisatie en voor demonstratieve doeleinden.

Inhoud

06

Summary

07

Samenvatting

08

Inhoud

09

Proloog

10

Analyse huidige mof

13

Analyse montage

15

Analyse klanten

16

Opdracht analyse

18

PvE

19

Onderzoek

24

Bronnen

Proloog

Inleiding

Een groot deel van onze huidige energie komt van elektriciteitscentrales. Om iedereen van deze opgewekte stroom te voorzien wordt gebruik gemaakt van het hoogspanningsnet. Dit is een netwerk van kabels die zowel boven de grond als onder de grond door middel van geleiders elektrische energie transporteert. Deze kabels worden bij productie op een haspel gerold om vervolgens ergens anders in gegraven te worden. Op een haspel kan een gelimiteerde lengte van een kabel wat er voor zorgt dat om een bepaalde afstand verschillende kabels aan elkaar gekoppeld moeten worden. Om deze kabels met elkaar te verbinden bestaan kabelmoffen. Deze moffen kunnen verschillende type kabels aan elkaar koppelen en beschermen de anders zwakke koppeling tegen vocht, druk- en trekkrachten waaronder de koppeling zich stand moet kunnen houden. Een kleine fout in de koppeling of bij het monteren van een kabelmof kan leiden tot stroomuitval bij de stroomgebruikers.

Lovink-Enertech

Lovink Enertech is onderdeel een van Royal Lovink Industries B.V. en houdt zich bezig met de ontwikkeling, productie en levering van kabelmoffen voor midden spanningskabels tot 36 kV. Lovink wil altijd en betrouwbaar product afleveren en heeft daarom complexe kabelmoffen waarbij de kwaliteit gegarandeerd is. Deze Kabelmoffen omsluiten ondergrondse kabel aansluitingen en beschermen deze tegen breken, water en ander vuil wat de werking van de aansluiting kan belemmeren. De huidige mof die Lovink op de markt heeft staan heeft een hoge kwaliteitsgarantie maar valt niet gemakkelijk zonder ervaring te monteren. Door de opkomende minder geschoolde monteur generatie komt er vanuit de markt steeds meer de vraag om het monteer proces te versimpelen.



Fig.1 : Lovink hoofdkantoor

Project Doelen

Het doel van dit design project is het ontwerpen van een nieuwe kabelmof behuizing die aan voorafgestelde eisen voldoet en de belangen van de actoren en andere belanghebbende tegemoet komt. Deze behuizing moet alle basis functies vervullen en makkelijk te monteren zijn. Deze functies zijn:

- De siliconen olie omvatten en beschermen
- De kabel uiteinden waterdicht afsluiten
- De aarde van de kabel doorzetten, zowel de directe verbinding als de kooi van Faraday.
- De aansluiting voorzien van mechanische sterkte.

Analyse

Huidige mof

Aanpak

Om een beter beeld te krijgen van de functies waar aan de nieuwe behuizing moet voldoen, wordt de huidige mof geanalyseerd. In deze analyse wordt duidelijk uiteengezet hoe de huidige mof werkt en voor welke toepassing hij wordt gebruikt. Hierbij gaat het specifiek om welke functies er nu door de verschillende onderdelen vervuld worden en welke specificaties hier aan vast zitten. Hieruit moet naar voren komen waar de problemen liggen in het ontwerpen van een multifunctionele behuizing. Daarnaast wordt gekeken naar de onderzoeken die geleid hebben tot dit project. Tevens zijn de resultaten uit een vooronderzoek gebruikt om te bepalen op welke manier bij een nieuw ontwerp tijdswinst kan worden geboekt. Ook worden de resultaten uit het klant tevredenheidsonderzoek van Lovink behandeld. Deze verschaffen inzicht over de wensen die de klant stelt aan het geleverde product. Deze gezamenlijke informatie wordt gebruikt om de opdracht analyse te formuleren.

Opbouw huidige mof

De LoviSil moffen zijn opgebouwd uit verschillende onderdelen (figuur 2) die ieder een belangrijke rol spelen in het beschermen en verstevigen van de kabelverbinding. In figuur 3 staat een doorsnede van een overgangsmof. Deze toont een verbinding van een bundel van drie gebundelde single-core kabels met een 3-core kabel. Deze aansluitingen liggen vaak onder de grond en moeten daarom verschillende temperaturen, vocht, vuil en drukkrachten kunnen verdragen zonder dat de elektrische verbinding verstoord wordt.

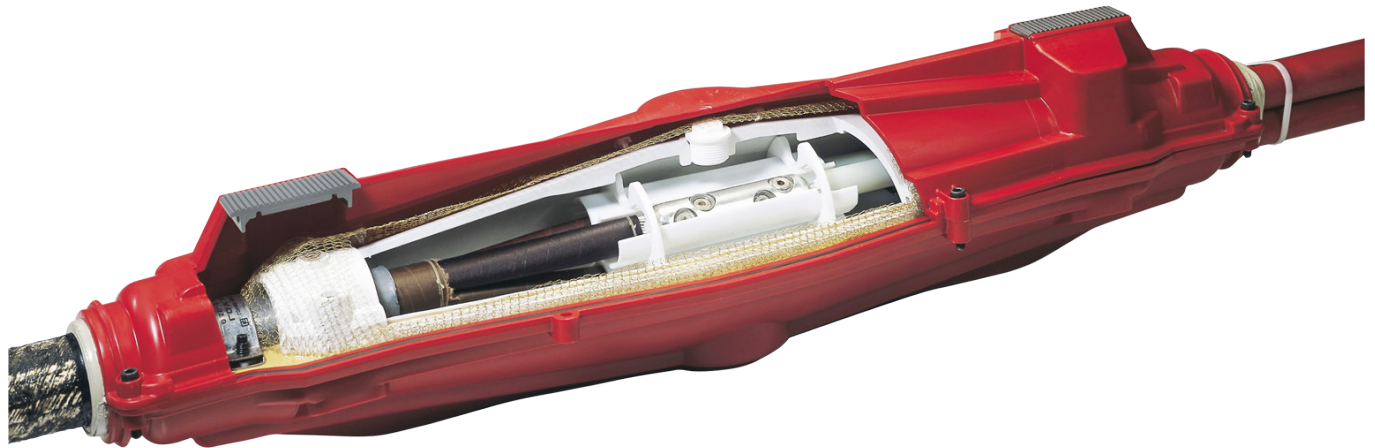
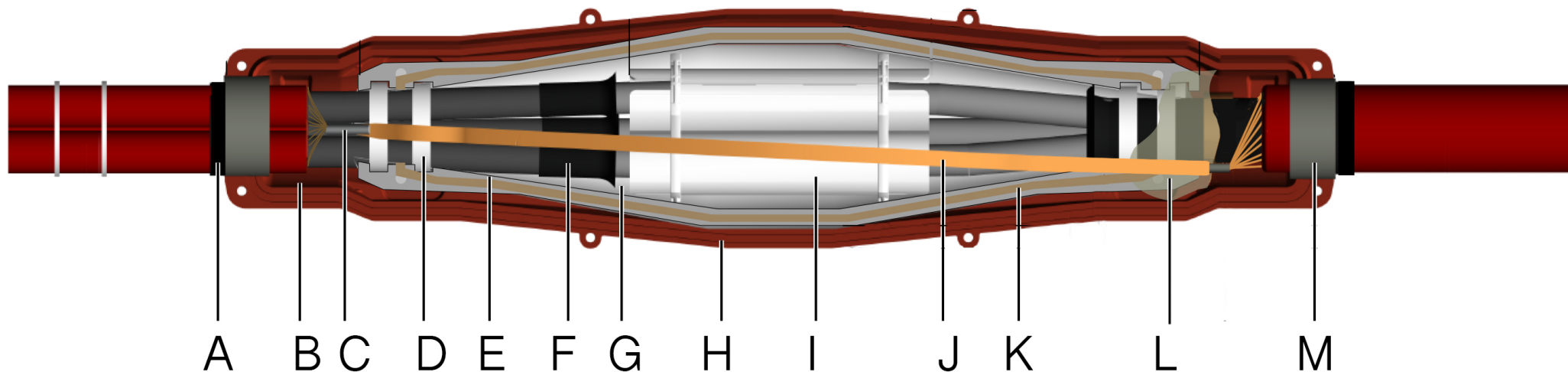


Fig.2 : Opengezaagde kabelmof



A Afdichtschuim
B Protolin ruimte
C Aarde connector
D Schuimschotjes
E Binnenmof

F Stralings trechters
G LoviSil ruimte
H Buitenmof
I Scheidingskokers
J Aard Litze

K Lofit
L Gaaskous
M Zelfvulkanizerende tape

Fig.3 : Doorsnede van een overgangsmof

Binnenmof

Als de kabels zijn gestript en de faseconductoren zijn blootgesteld kunnen deze aan elkaar gekoppeld worden. Om deze verbinding te kunnen maken moet de isolatielaag van de conductor gestript worden. Als er meerdere conductoren in een mof verbonden worden, gebruikt men scheidingskokertjes(I) om deze van elkaar te scheiden en de juiste onderlinge afstand te bewaren. De blootliggende conductor(en) moeten goed geïsoleerd worden. Dit gebeurt in een binnenmof(E). Deze geperste behuizing omvat de conductorverbindingen en biedt een kamer voor de isolerende en waterafstotende LoviSil(G).

Lofit

Aan de uiteinden van beide gestripte kabels worden 2 schuimschotjes(D) geschoven die zorgen voor de afsluiting van de binnenmof. De 2 schaaldelen van de binnenmof-behuizing sluiten op elkaar aan met een dubbele rubberen rand. Deze dubbele rand zorgt voor een holle ruimte over de hele lengte van de schaaldelen. In combinatie met de 4 schuimschotjes(2 aan elke zijde)(D) zorgt dit voor een ruimte die gevuld wordt met LoFit(K). Dit is een harsproduct, dat zorgt voor een lucht- en waterdichte afdichting van zowel beide schaaldelen op elkaar als de aansluiting op de kabel. Zo kan de LoviSil in de binnenmof niet weglekken.

LoviSil

Door de hoge voltages in het middenspanning segment kan minimale aanwezigheid van vocht en condens in een mof al snel resulteren in elektrische ontlading. Dit is niet direct een probleem maar vergroot wel de kans op kortsluiting. Vandaar dat vocht als erg gevaarlijk wordt beschouwd binnen in kabelmoffen. De huidige kabelmoffen van Lovink worden gevuld met een vloeibare siliconenolie genaamd LoviSil. Deze gepatenteerde siliconenolie dient als isolatie materiaal en draagt bij aan de waterdichtheid van de mof. Dit komt doordat de olie in contact met vocht zal uitharden.

Aarding

Door het hoge potentiaal verschil tussen de conductoren(tot 36kV) en de aarding (0V) van de kabels is het belangrijk dat er genoeg afstand en isolatie zit tussen de aarding van de kabels en de conductoren. Om deze reden zitten de aarddraden buiten de binnenmof aan elkaar gekoppeld. Deze verbinding wordt gerealiseerd door middel van een aardLitze (J) en een gaaskous(L). Met RVS kabelbinders (C) wordt de gaaskous verbonden met het aardescherf van de kabels. De Litze dient voor het doorvoeren van de kortsluit stroom. Dit houdt in dat als er ergens kortsluiting optreedt dat de stroom door de aarding van de kabels weg moet kunnen stromen. De gaaskous dient daarnaast alleen als afscherming. Dit heet de kooi van Faraday. Als er een complicatie optreedt zal dit scherm mogelijke stralingen tegenhouden en zo de buitenwereld beschermen. Stel een mof wordt geraakt door een graafmachine die onwetend op een mof inhakt, zal de graafmachine eerst het aardescherf raken waardoor de bestuurder geen gevaar loopt.

Buitenmof

Ter bescherming wordt dit geheel ingesloten door twee spuitgiet schaaldelen (H). Deze zogenaamde buitenmof zorgt voor mechanische sterkte en dat de aarding niet in contact kan komen met vocht uit de grond. De randen van deze schaaldelen sluiten met een voorgemonteerd rubberen randje op elkaar aan en worden met schroeven vastgezet.

Zelfvulkaniserende tape

Om een waterdichte aansluiting van de buitenmof om de kabel te realiseren wordt nu zelfvulkaniserende tape (M) gebruikt. Deze tape reageert met zichzelf (vulkaniseert) en vormt zo een geheel. Deze tape biedt een flexibele en waterdichte bescherming. Omdat de tape uit zichzelf niet plakt moet deze tijdens de installatie in licht uitgerekte vorm aangebracht worden. Met een Lovink kaliber wordt gekeken wanneer er genoeg tape om de kabel heen zit om en goede aansluiting te vormen met de buitenmof. Voor het aansluiten op 3 gebundelde 1-aderige kabels wordt gebruik gemaakt van een schuimkopvulstuk (A) die de ruimtes tussen de meerdere kabels kan opvullen als ze gebundeld de buitenmof in komen. Dit schuimstuk wordt vervolgens ook met tape ingewikkeld tot het de juiste diameter heeft.

Protolin

Om de inhoud van de mof te beschermen wordt de ruimte tussen de binnenmof en de buitenmof vol gegoten met Protolin (B). Deze giethars bestaat uit twee componenten die binnen 8 uur chemisch uitharden. Deze hars hecht aan het de ABS buitenschaaldelen. Voordat het uithardinsproces volledig is voltooid kan de mof met twee doppen worden afgesloten en ingegraven.

Functie samenvatting

In de functie tabel staan alle onderdelen die bijdragen aan het vervullen van de basisfuncties van de mof. We zien hier dat meerdere onderdelen dezelfde basisfuncties vervullen. Dit is voor het

goed werken van de mof overbodig. In het ontwerpen van een nieuwe multifunctionele mof behuizing hoeven daarom veel van deze onderdelen niet terug te komen. Dit betreft in ieder geval het gebruik van een dubbele behuizing. Verder zouden de aardlitze en de gaaskous samengevoegd kunnen worden aangezien deze beide een aardingsfunctie vervullen. De gebruikte harssoorten (Lofit en Protolin) zijn relatief duur en omslacting in gebruik. Hun functie kan mogelijk door andere elementen overgenomen worden.

Onderdelen	Functies
Binnenmof	SoviSil omvatten Bescherming Afstand tussen aarde en conductoren
Lofit + schuimschotjes	Afdichting
LoviSil	Isolatie Afdichting
Aard litze	Aarding (doorvoering kortsluitstroom)
Gaaskous	Aafding (afscherming)
Buitenmof	Bescherming
Zelfvulkaniserende tape + schuimschotjes	Afdichting
Protolin	Bescherming Afdichting

Analyse Montage

Montage

Naarmate Voltages oplopen in kabels moet er steeds zorgvuldiger mee omgegaan worden. Kabelmoffen moeten daarom goed schoon gehouden worden tijdens de montage. Dit terwijl de montage vaak plaats vindt in een gat in de grond in de openlucht. Monteurs hebben daarom te maken met weer en wind wat het moeilijk maakt om een mof schoon te monteren.

Situaties

In Nederland ligt meer dan 280.000 kilometer aan ondergrondse kabels voor het transporteren van energie en andere signalen². De meest voorkomende kabels in het middenspanningsnet zijn gepantserde papierloodkabels (GPLK) en Crosslinked polyetheen kabels (XLPE). Spanningen van 240 Volt worden aangeboden als een enkele fase maar bij hogere voltages is dit bijna altijd een driefasenspanning³ die getransporteerd moet worden. De kabels voor deze spanningen hebben daarom 3 fase geleiders met elk een eigen isolatielaag. Deze kabels kunnen voorkomen als een enkele 3-aderige kabel (boven in figuur 4) of als 3 gebundelde kabels met een enkele ader (onder in figuur 4). Voor het verslag zullen we voortaan gebruik maken van de benaming 3C voor een

3-aderige kabel, en 1C voor een enkel-aderige kabel. Door deze kabel variatie kunnen er verschillende situaties ontstaan (zie figuur 5). Dit is geen groot probleem voor een normale kabelmof. Het wordt pas een probleem als er een connectie gemaakt moet worden tussen een 3C kabel en 3 losse 1C kabels. Dit zal betekenen dat de kabelmof een waterdichte sluiting rond een bundel van 3 kabels moet vormen. De kabelmoffen van Lovink zijn echter ook inzetbaar als overgangsmoffen. Hiermee zijn ze ook het enige bedrijf dat een dergelijke mof kan aanbieden en heeft zo tot nu toe geen concurrentie.



Fig.5 : Situaties

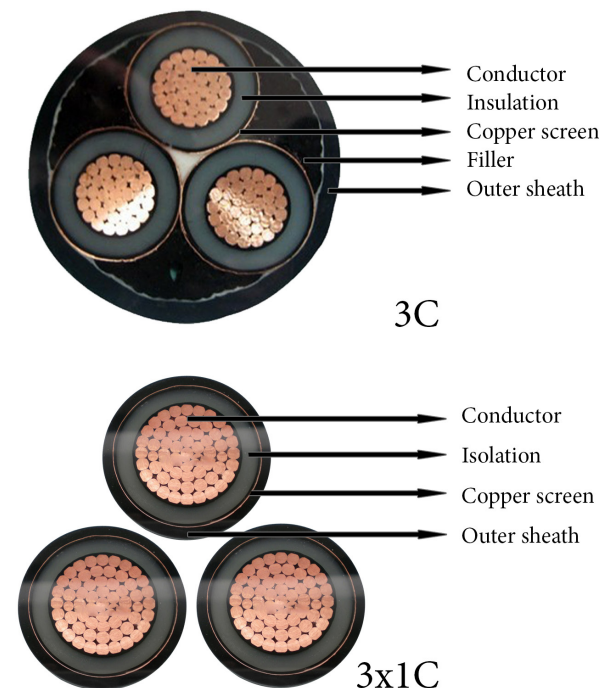


Fig.4 : Kabel doorsnede

Montage onderzoek

In de zomer van 2014 is door Dennis Bergsma en Frank Looman een onderzoek verricht naar de tijd die nodig is om een LoviSil mof te monteren. Hierbij werd per montage-handeling gemeten hoeveel tijd er voor nodig was. De gemonteerde mof bestaat uit een verbinding tussen een GPLK en een XLPE kabel. Om een realistisch beeld te krijgen is de montage uitgevoerd door een externe monteur. In figuur 6 staan de montage stappen van een mof en de daarbij komende meetresultaten. In het nieuwe ontwerp voor de kabelmof moet de benodigde montage tijd verkort worden. Om een beeld te krijgen waar monteurs het meeste tijd aan kwijt zijn kunnen we met deze meetresultaten precies zien wat het meeste tijd kost.

De nodige tijd voor het strippen van de kabels verschilt erg per monteur en per kabeltype. In figuur 6 staan voor een GPLK en een XLPE kabeltype de montagetijden genoteerd van 2 verschillende monteurs. Deze tijd kan oplopen tot ongeveer 1 uur en 44 minuten. De tijd die nodig is voor het daadwerkelijk monteren van de mof bedraagt 1 uur en 15 minuten. Hierin is het uitharden van de harsen niet meegenomen. Deze bedragen een respectievelijke 15 minuten en 8 uur: voor de Lofit en de Protolin. Op volledige uitharding van de Protolin hoeft niet gewacht te worden voor het verder monteren of afwerken van de kabelmof. Ook zullen deze harsen hopelijk vervallen in het nieuwe ontwerp.

2A		1	3
Stap	Omschrijving	# onderdelen montage	Installatie tijd
0.1	Voorbereidingen		00:10
0.2	GPLK kabel strippen	1	0:29 / 0:51
0.3	XLPE kabel strippen		0:19 / 0:43
1	GPLK - Schuimschotjes + aarscherm	2	00:02
2	GPLK - Wikkeldband aanbrengen	2	00:03
3	XLPE - Schuimschotjes + stralingstrechte	2	00:02
4	XLPE - Wikkeldband aanbrengen	1	00:04
5	MOF - Verbinder monteren	2	00:10
6	MOF - Kokerset monteren	1	00:02
7	MOF - Schaaldelen binnenmof monteren	2	00:10
8	MOF - Binnenmof vullen met Lofit	2	0:06 / 0:10
9	MOF - Binnenmof vullen met LoviSil	2	00:07
10	MOF - Aarding monteren	4	00:07
11	MOF - Gaaskous monteren	1	00:05
12	MOF - Schaaldelen buitenmof monteren	2	00:05
13	MOF - Buitenmof vullen	2	00:08
16	TOTAAL	26	2:09 / 2:59
	Score		

Fig.6 : Montagetijd metingen

Analyse Klanten

Klanten

De klanten van Lovink bestaan voornamelijk uit energiebedrijven. Voor deze bedrijven is het van groot belang een betrouwbaar energie netwerk te onderhouden. Hiervoor moet ook regelmatig en vlot uitbreiding en reparaties worden verricht. Daarvoor is het voor de klant van belang om kabelmoffen op voorraad te hebben. Hiermee zijn ze niet afhankelijk van de levertijden van kabelmofproducenten. Bij het inkopen van moffen weten ze echter niet altijd voor welke type kabels ze ingezet zullen worden. Om deze reden is er een wens naar een universeel inzetbare mof met een hoge betrouwbaarheid en lange levensduur. De belangen van de klant zijn dus:

- ▶ Betrouwbaarheid
- ▶ Levensduur
- ▶ Universele inzetbaarheid

Klant tevredenheid onderzoek

Lovink heeft in eind 2014 interviews gehouden bij 4 grote klanten om een beter beeld te krijgen waarom er gekozen wordt voor een aanbesteding bij Lovink. Ook is er gevraagd naar belangrijke trends en ontwikkelingen in het middenspanning segment waarmee rekening gehouden moet worden in de toekomst.

Hieruit kwam naar voren dat er steeds meer gebruik wordt gemaakt van 3 gebundelde 1C kabels voor het uitbreiden van het middenspanningsnet. Dit zal betekenen dat er steeds meer vraag zal komen naar overgangsmoffen. Hierbij legt de mof een verbinding tussen een 3C kabel en 3 1C kabels. Lovink is tot nu toe het enige bedrijf dat moffen produceert die als overgangsmof ingezet kunnen worden.

Opdracht analyse

Opdracht kern

Ontwerp een universeel kabelmof lichaam die verschillende kabel diameters waterdicht kan afsluiten. Het lichaam moet alle 4 basis functies vervullen en makkelijk te monteren zijn. Deze 4 functies zijn:

- ▶ De siliconen olie omvatten en beschermen
- ▶ De kabel uiteinden waterdicht afsluiten
- ▶ De aarde van de kabel doorzetten, zowel de directe verbinding als de kooi van Faraday.
- ▶ De aansluiting voorzien van mechanische sterkte.

Waterdichtheid

De aansluitingen van de mof op de kabels is van groot belang. Niet alleen moet dit vocht buiten-sluiten maar moet ook de LoviSil binnen houden. Omdat het hier gaat om verschillende kabel aantallen (1 3C of 3 1C kabel(s)) en verschillende kabel diameters wordt het lastig om een universele mof te maken die voor alle toepassingen een waterdichte afsluiting verzorgt en onder een druk van 2 bar waterdicht blijft. De kritieke punten liggen hierbij

op de volgende plekken:

- ▶ Afdichting van verschillende kabel diameters (1-aderig 28-38mm, 3-aderig 60-85mm)
- ▶ Afdichting van verschillende kabel samenstellingen
- ▶ Afdichting van behuizingsdelen
- ▶ Afdichting van behuizing op kabel afdichting

Kwaliteit

Het huidige ontwerp bestaat uit meerdere schaal delen die weer gevuld zijn met een hars. Het geheel heeft daarom een hoge mechanische sterkte en kan daarom veel aan en lang mee. Het nieuwe ontwerp zal aan dezelfde kwaliteitseisen moeten voldoen als het oude ontwerp zonder gebruik te maken van 2 behuizingen en afvulhars. Zo moet de mechanische sterkte van de behuizing tenminste een verdeelde druk van 80 kg op de bovenkant kunnen verdragen.

Prijs

Vanuit de klant blijft de vraag komen naar een goed-koper product. Om dit te realiseren zullen verschillende onderdelen moeten worden aangepast of weg gelaten. De uitdaging zal zijn om dezelfde kwaliteit te behalen tegen een lagere kostprijs. Deze moet liggen tussen de 50 en 60 euro en is gebaseerd op geschatte verkoop aantallen van 10.000 per jaar. Verdeeld over 5 jaar moet dit de eventuele matrijs kosten dekken. Hiervoor wordt voor de concepten een kostenprijs schatting gemaakt. Deze richtprijs geldt niet voor de totaalprijs van een mof maar voor een behuizing waarin alle genoemde functies verenigd zijn. De hoogte van de prijs is afgeleid van het prijs niveau dat nodig is om concurrerend te zijn in de markt. Facetten die invloed hebben op de prijs zijn:

- ▶ Aantal onderdelen
- ▶ Productie processen
- ▶ Inkoop onderdelen

Montagesnelheid

Het huidige product heeft veel montage handelingen nodig voordat de kabelmof de grond in kan. Vanuit het perspectief van de klant moet de mof goedkoper en moet de montage gemakkelijker en sneller zijn. Om dit te realiseren moet er een nieuw ontwerp komen waarbij óf het aantal montageschappen verminderd wordt, óf de montage stappen zo eenvoudig zijn dat de montagetijd hierdoor aanzienlijk ingekort wordt. Lovink wil daarom van de binnen schaaldelen af. Deze zorgen voor extra montageschappen en zorgen voor een duurder eindproduct. Daarnaast hopen ze ook van het gebruik van 2-componenten harsen af te kunnen stappen. Deze harsen zijn namelijk slecht voor het milieu, duur, en zorgen voor extra montage tijd. Omdat deze onderdelen bijdragen aan de stevigheid en de waterdichtheid van de kabelmof moet voldoende kwaliteit op een andere manier behaald worden. Om de zekerheid van een goede montage te vergroten streeft Lovink naar monteur onafhankelijkheid. Tijdens het ontwerp proces kan er in verschillende mate rekening gehouden worden met montage onafhankelijkheid. In figuur 7 staan verschillende manieren uit het Poka Yoka model. Hierin is het volledig elimineren van de assemblage stap de beste oplossing. De montage vriendelijkheid van het product zal getoetst worden aan de hand van de volgende punten:

- ▶ Aantal montage stappen
- ▶ Benodigde montagetijd
- ▶ Montage onafhankelijke stappen

Principle	Objective	Preference
1) Elimination	Elimination the possibility of error	Best
2) Replacement	Substituting a more reliable proces	Better
3)Facilitation	Making the work easier to perform	Better
4) Detection	Detecting the error before futher processing	Better
5) Mitigation	Minimizing the effect of the error	Good

Fig.7 : Six sigma, Fout preventie dmv design

Thermisch

- ▶ De kabelmof moet geen isolerende werking hebben maar een geleidende thermische werking om zo warmte af te staan aan de omgeving.
- ▶ De kabelmof moet ruimte hebben om het lovisil te laten ademen tijdens temperatuursveranderingen.

Elektrisch

- ▶ De kabelmof moet een goede aansluiting verzorgen van de conductoren van de XLPE kabels.
- ▶ De kabelmof moet het spanningsveld dat ontstaat bij het blootleggen van de conductoren isoleren en controleren.
- ▶ De kabelmof moet de aarding van de kabels verbinden zowel middels een directe verbinding als de kooi van Faraday
- ▶ De kabelmof moet de blootgelegde conductoren van elkaar scheiden.
- ▶ De aarding mag niet in contact kunnen komen met de grond na volledige montage.
- ▶ De afstand tussen een connector en de kooi van Faraday moet ≥ 65 mm zijn.
- ▶ De directe aarde verbinding moet een doorsnee oppervlakte hebben van ≥ 50 mm² bij Cu en ≥ 80 mm² voor Al.

Mechanisch

- ▶ De schaaldelen moeten ervoor zorgen dat de LoviSil olie niet kan weglekken.
- ▶ De kabelmof moet een verdeelde belasting van 80 kg kunnen verdragen na volledige montage.
- ▶ De kabelmof mag niet gaan lekken als het bloed gesteld wordt aan een verdeelde kracht van 80 kg.
- ▶ De Kabelmof moet na een verouderingsproces simulatie van 40 jaar nog steeds volledige functie hebben.

Waterdichtheid

- ▶ De mof mag in volledig gemonteerde vorm onder een druk van 2 bar niet gaan lekken.
- ▶ De mof moet waterdicht op een kabel kunnen aansluiten met een variabele diameter van 60 tot 85 mm.
- ▶ De mof moet waterdicht op 3 kabels kunnen aansluiten met ieder een diameter die varieert van 28 tot 38 mm.

Wensen

- ▶ De aansluiting van de mof op de kabels is universeel voor de verschillende kabel diameters.
- ▶ Bij het monteren is geen extra montage gereedschap nodig dat door Lovink geleverd moet worden.
- ▶ De behuizing is van ABS vanwege de mechanische eigenschappen.
- ▶ Om de Lovink uitstraling te behouden is rood een wenselijke behuizings kleur

Onderzoek

Inleiding

Na de analyse is er een beeld ontstaan waar de ontwerpproblemen liggen en waarop gelet moet worden tijdens het ontwerpen van een nieuwe behuizing. Om inzicht te krijgen over bestaande oplossingen die gebruikt wordt er eerst een gericht onderzoek gehouden. Hierbij wordt er gezocht naar bestaande oplossingen in de markt, van concurrent en bij de producent. Dit onderzoek behandelt de subvragen die naar voren zijn gekomen in de opdracht analyse.

De algemene onderzoeksvraag luidt:

Welke mogelijkheden bestaan er al voor het oplossen van de ontwerpproblemen in de markt, bij de concurrenten en in de productie van de kabelmof behuizing.

Subvragen:

- ▶ Welke technieken worden in andere producten toegepast om verschillende diameters cilindrisch af te dichten. En zouden deze gebruikt kunnen worden voor de mof afdichting?
- ▶ Hoe worden de mof functies(isolatie, afdichting, bescherming en aarding) in moffen van de concurrenten verwezenlijkt?
- ▶ Welke productie processen zouden kunnen bijdragen aan het produceren van een functionele behuizing.
- ▶ Wat zijn de mogelijkheden en beperkingen bij het verwerken van de aarding in de mof.

Waterdichte aansluitingen

Een vaak gebruikt materiaal voor gas- en waterdichte aansluitingen is rubber. Er bestaan rubberen ringetjes, stripjes en plaatjes in de meest bijzondere vormen en maten. De reden waarom mensen rubber gebruiken is omdat het vormvast is en toch elastisch kan vervormen. Om een overzicht te krijgen van de huidige mogelijkheden op de markt worden in bijlage 2 een aantal cilindrische afsluitingen behandeld die een variabele diameter kunnen afdichten. De onderzoeksvraag luid:

Welke technieken worden in andere producten toegepast om verschillende diameters cilindrisch af te dichten. Kunnen deze toegepast worden voor de mof afdichting?

De mate waarin apparatuur beveiligd is tegen voorwerpen, stof en water wordt vaak aangeduid met een IP-codering(International Protection Rating)⁶. Dit getal is opgebouwd uit 2 getallen. Het eerste getal is een aanduiding over de doordringbaarheid van het systeem. Het tweede getal is de maat van bestendigheid tegen vocht. In figuur 8 staan de verschillende niveaus aangegeven. De mof heeft een afdichting van IP-67 of hoger nodig. Dit houdt in dat de afdichting volledig waterdicht blijft als het onder water gehouden wordt.



Fig.8 : IP-waarde tabel

Afdichting	IP-waarde
Roxtec	IP 66/67
Wartels	IP 68
Koudkrimp	IP 68
Koudkrimp	IP 68
FiloSeal	IP 68

Concurrentie onderzoek

Hier is gekeken naar de wijze waarop de basis functies zijn gerealiseerd in de moffen van concurrerende bedrijven. De focus in dit onderzoek ligt voornamelijk op fabrikanten binnen het midden spanningssegment. Maar er wordt ook gekeken naar een aantal laagspannings moffen zodat er een breder beeld gevormd kan worden over wat er op de markt verkrijgbaar is. Hieruit kunnen later ideeën gehaald worden voor het oplossen van de ontwerpproblemen. De onderzoeksvraag luidt:

Hoe worden de mof functies(isolatie, afdichting, bescherming en aarding) in moffen van de concurrenten verwezenlijkt.

Deze korte onderzoekjes zullen voornamelijk een paar aspecten belichten. Kijkend naar onze ontwerpproblemen zal er beschreven worden hoe de concurrerende moffen omgaan met het aansluiten op verschillende kabeldiameters en hoe de aarde en veldsturing gerealiseerd worden. In bijlage 3 staan de bevindingen uitgewerkt. Voor het verslag worden hier de conclusies gedocumenteerd.

Productie processen

De huidige behuizing wordt gefabriceerd door middel van spuitgieten. De reden hierachter is het makkelijk behalen van een nette en precieze geometrie. Dit is bevorderlijk voor het realiseren van een waterdichte behuizing. Een spuitgietmachine kan zorgen voor producten met een hoog complexiteitsgehalte in vorm en afmeting. Dit is handig voor het integreren van functies zoals positionering, afstand houden en scheiden van verschillende onderdelen binnen de mof. Het momenteel toegepaste proces wordt onderzocht op zijn mogelijkheden voor toepassing van het nieuwe product. Hierbij lag de focus vooral op spuitgiet technieken waarbij het eindproduct uit meerdere materialen bestaat. De onderzoeksvraag luidt:

Welke productie processen zouden kunnen bijdragen aan het produceren van een behuizing met geïntegreerde waterafdichting en aarding.

Voor een goed waterdichte behuizing zou het ideaal zijn om spuitgiet onderdelen te gebruiken waarin rubber verwerkt zit. Hier worden de mogelijkheden voor onderzocht.

Voor het verwerken van aarding in de behuizing moet een geleider gebruikt worden. Daarom wordt er ook gekeken naar technieken waarbij metaal in de spuitgietonderdelen wordt verwerkt.



Fig.9 : 2K-spuitgiet bindingen

Aarding

Kooi van Faraday

Bij stroomkabels met een voltage van meer dan 2000 volt wordt meestal een schild laag van koper of aluminium tape toegepast. Deze laag fungeert als kooi van Faraday. Een belangrijke functie van deze laag is het opheffen van elektrische velden die buiten de kabel kunnen optreden. Ook is dit scherm voornamelijk voor het beschermen van iedereen en alles wat er in contact kan komen met de kabel. Dit kabelschild is op tenminste één punt gekoppeld aan de aarde.

Functie aarding		
Hoofd functie	Waarom	Aandachtspunten
Elektrisch verbinding aarding kabels	Elektrische verbinding maken om de kortsluitstroom door te kunnen voeren	Gelijke weerstand orde als de aarding van de kabels Stabiele weerstand
Mechanische afscherming	Netbeveiliging triggeren bij kortsluiting	Afscherming volledig rondom Maasgrootte
Elektrisch veld begrenzen	Homogene veldafbouw	

Werking

Als een kooi van Faraday binnen een extern veld geplaatst wordt zullen de elektronen in het metaal van de kooi door het veld worden aangetrokken(Figuur 10). Dit heft het veld binnen de kooi op en zorgt zo voor een elektromagnetisch dode ruimte. Deze opheffing werkt alleen als de maaswijdte kleiner is dan een tiende van de golflengte van de af te schermen straling. Echter is dit ook afhankelijk van de gewenste uitdoving.

Wat betekent dit voor de Mof

Het aardschild in de kabels heeft dezelfde werking als een kooi van Faraday. Deze kooi moet doorgezet worden in een kabelmof. Het belangrijkste is dat de kooi de hele conductoraansluiting omvat en goed aansluit om de aardschermen van de kabels. De maasgrote en andere gaten in deze kooi mogen niet groter zijn dan een tiende van de golflengte van de tegen te houden straling. Hier is echter niet genoeg kennis over verzameld om een uitspraak te kunnen doen over de maximale maasgrootte in de mof.

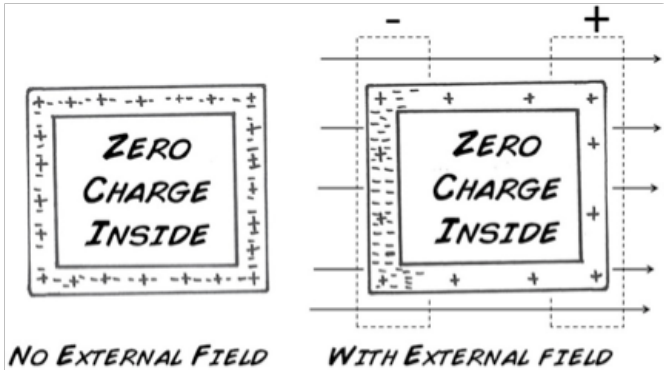


Fig.10 : Werking van de Faraday kooi

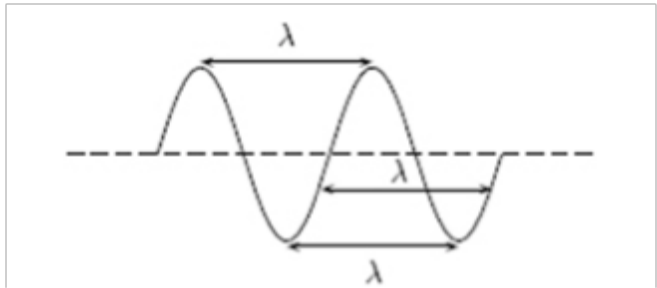


Fig.11 : Golflengte

Maasgrootte

De limiterende factor voor de maasgrootte komt voort uit de veiligheidseisen uit de wet. Op basis van een eerder Lovink project kunnen we in het designproces van dit project, uitgaan van een maasgrootte van grofweg 1 tot 2 cm. De grootst bepalende factor is de kooi van Faraday is de klant zelf. Omdat de eisen uit de wet zo globaal zijn beslist de klant voornamelijk of de aarding kooi in de mof vol doet. Er zijn een aantal klanten die de kabelmoffen van Lovink zonder kooi in hebben gezet. Verder is geen onderzoek gedaan naar of dit heeft geleid tot mofstoringen.

EMC

Elektromagnetische Compatibiliteit(EMC) betreft het gedrag van apparatuur ten opzichte van zijn elektromagnetische omgeving. Hierin kunnen we onderscheid maken tussen 2 soorten gedrag.

1. Immuniteit, de mate waarin een apparaat bestand is tegen elektromagnetische straling
2. Emissie, de mate waarmee een apparaat elektromagnetische straling uitzendt.

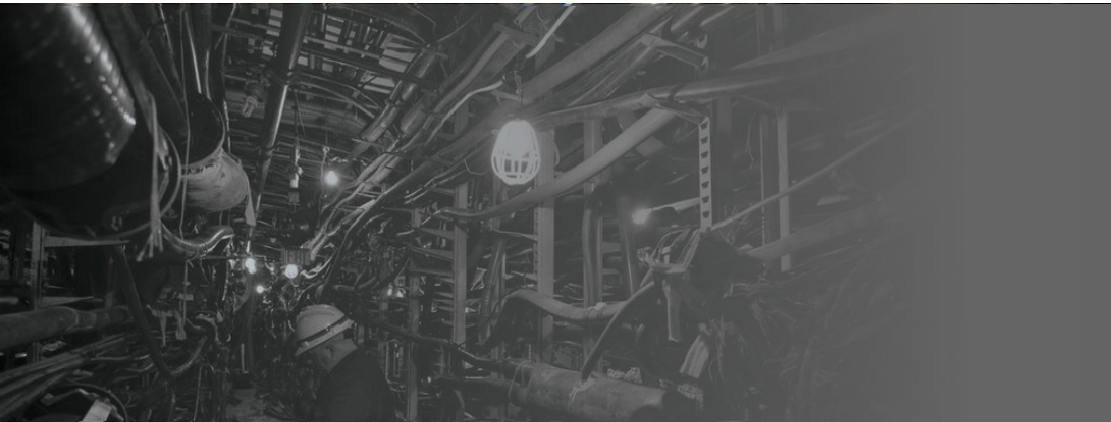
De golflengte die komt kijken bij hogere voltage kabels is echter zo groot dat EMC buiten beschouwing gelaten kan worden. Enige vorm van aarding is al voldoende. Verder hebben deze golven lage energetische waarden.

De openliggende conductoren mogen op geen enkele manier in contact komen met de kooi van Faraday. Dit zal namelijk direct leiden tot kortsluiting. Om dit te voorkomen moet er genoeg afstand en isolatie liggen tussen de conductoren en de kooi van Faraday. Deze afstand zal in de uitwerking naar een eindproduct berekend moeten worden op basis van de gekozen vormgeving.

Bronnen

1. Dennis, B., & Frank, L. (2014). Baguette Rouge: Projectvoorstel
2. <http://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/kabels-en-draden/eigenschappen-kabels-en-draden>
3. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Driefasenspanning>
4. <http://www.lovink-enertech.com>
5. <http://www.roxtec.nl>
6. <https://nl.wikipedia.org/wiki/IP-code>
7. <http://atexxo.com/nl/producten/atex-iecex-cableglands/atex-exe-exd-non-armored-cables/>
8. <http://filoform.co.uk/filoseal-plus>
9. <http://www.hauff-technik.de/en/products/1/3/cable-entries-150/system-cover/>
10. <http://filoform.co.uk/heat-shrink-break-out-caps-30>
11. http://solutions.3mnederland.nl/wps/portal/3M/nl_NL/EU_ElectricalMarkets/Home/News/AllNews/?PC_Z7_RJH9U52300OH6023C9LDDR0SI0000000_assetId=1319238591678
12. <http://www.ermseals.com/products/Pipe-rubber-roof-flashing-1397983.html>
13. http://www.firstchoicelighting.co.uk/blog/ip_rating_guide/
14. <http://www.cablejoints.co.uk/upload/3M-5545A-UK-Cold-Shrink-Rail-Cable-Joints-25kV.pdf>
15. <http://www.cablejoints.co.uk/blog/article/submersible-cable-joints>
16. http://solutions.3mnederland.nl/wps/portal/3M/nl_NL/EU_ElectricalMarkets/Home/SolutionsFor/Utilities/
17. <http://new.abb.com/cables/accessories/medium-voltage>
18. http://products.ensto.com/catalog/21119/Medium%20voltage%20cable%20accessories_ENG1.html
19. <http://www.inertia-repl.com>
20. https://www.arburg.com/fileadmin/redaktion/mediathek/prospekte/arburg_multi-component_522771_en_gb.pdf

OPENBARE BIJLAGE



Auteur:
Studenten nummer:
Opleiding
Onderwijsinstelling:

Timon Staal
1349465
Bachelor Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente

Datum:

3-2-2016

Opdrachtgever:
Bedrijfs begeleider:
Opleidings begeleider:

Lovink-Enertech
Dennis Bergsma
Tom Vaneker

Inhoud

03

Bijlage 1: Opdracht omschrijving

04

Bijlage 2: Onderzoek naar water afdichting

09

Bijlage 3: Concurentie onderzoek

18

Bijlage 4: Productie onderzoek

1.

Opdracht kern

Ontwerp een universeel kabelmof lichaam die verschillende kabel diameters waterdicht kan afsluiten. Het lichaam moet alle 4 basis functies vervullen en makkelijk te monteren zijn. Deze 4 functies zijn:

- ▶ De siliconen olie omvatten en beschermen
- ▶ De kabel uiteinden waterdicht afsluiten
- ▶ De aarde van de kabel doorzetten, zowel de directe verbinding als de kooi van Faraday.
- ▶ De aansluiting voorzien van mechanische sterkte.

Waterdichtheid

De aansluitingen van de mof op de kabels is van groot belang. Niet alleen moet dit vocht buitensluiten maar moet ook de LoviSil binnen houden. Omdat het hier gaat om verschillende kabel aantallen (1 3C of 3 1C kabel(s)) en verschillende kabel diameters wordt het lastig om een universele mof te maken die voor alle toepassingen een waterdichte afsluiting verzorgt en onder een druk van 2 bar waterdicht blijft. De kritieke punten liggen hierbij op de volgende plekken:

- ▶ Afdichting van verschillende kabel diameters (1-aderig 28-38mm, 3-aderig 60-85mm)
- ▶ Afdichting van verschillende kabel samenstellingen
- ▶ Afdichting van behuizingsdelen
- ▶ Afdichting van behuizing op kabel afdichting

Kwaliteit

Het huidige ontwerp bestaat uit meerdere schaal delen die weer gevuld zijn met een hars. Het geheel heeft daarom een hoge mechanische sterkte en kan daarom veel aan en lang mee. Het nieuwe ontwerp zal aan dezelfde kwaliteitseisen moeten voldoen als het oude ontwerp zonder gebruik te maken van 2 behuizingen en afvulhars. Zo moet de mechanische sterkte van de behuizing tenminste een verdeelde druk van 80 kg op de bovenkant kunnen verdragen.

Prijs

Vanuit de klant blijft de vraag komen naar een goedkoper product. Om dit te realiseren zullen verschillende onderdelen moeten worden aangepast of weg gelaten. De uitdaging zal zijn om dezelfde kwaliteit te behalen tegen een lagere kostprijs. Deze moet liggen tussen de 50 en 60 euro en is gebaseerd op geschatte verkoop aantallen van 10.000 per jaar. Verdeeld over 5 jaar moet dit de eventuele matrijs kosten dekken. Hiervoor wordt voor de concepten een kostenprijs schatting gemaakt. Deze richtprijs geldt niet voor de totaalprijs van een mof maar voor een behuizing waarin alle genoemde functies verenigd zijn. De hoogte van de prijs is afgeleid van het prijs niveau dat nodig is om concurrerend te zijn in de markt. Facetten die invloed hebben op de prijs zijn:

- ▶ Aantal onderdelen
- ▶ Productie processen
- ▶ Inkoop onderdelen

2. Water afdichting

Een vaak gebruikt materiaal voor gas- en waterdichte aansluitingen is rubber. Er bestaan rubberen ringetjes, stripjes en plaatjes in de raarste vormen en maten. De reden waarom mensen rubber gebruiken is de vormvaste structuur die toch kan elastisch kan vervormen. Om een beter beeld te krijgen van de huidige mogelijkheden op de markt worden hieronder een paar waterdichte afsluitingen behandeld.

Roxtec

Het bedrijf Roxtec levert brandwerende, water- en gasdichte multi-diameter doorvoeringen. Met hun multi-diameter technologie maken ze het mogelijk om met een klein aantal componenten, kabels van verschillende diameters waterdicht af te sluiten. Dit levert voordelen op het gebied van werkvoorbereiding, inkoop, montage en engineering. Deze techniek helpt ook met het opvangen van kabel toleranties. Roxtec doorvoeringen zijn mechanisch stabiel en fixeren zich rond de desbetreffende kabel of leiding. Deze producten worden gebruikt voor de industrie, scheepsvaart, spoorwegen, telecom, utiliteit, petrochemische bedrijven en OEM. Roxtec biedt zelfs al universele voor doorvoeringen van 3 kabels.

Materiaal

Roxylon: Halogeenvrije, vulkaniseerbare rubbermengsel op basis van ethyleen-propyleen-dien M-klasse (EPDM).

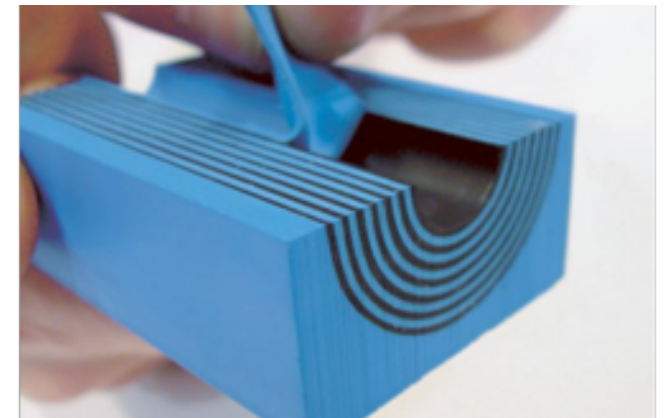


Fig. 1 :Roxtec

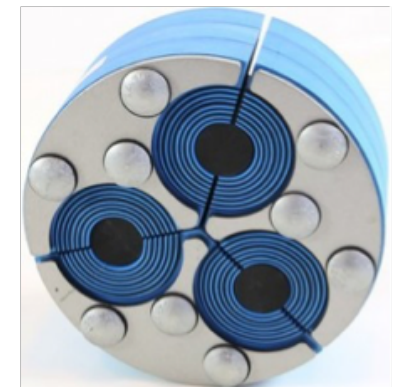


Fig. 2 :Driedubbele roxtec afdichting

Kabelwartels

Een bekend veelgebruikt product voor het waterdicht afsluiten van een kabel doorgang is een wartel. Dit maakt gebruik van schroefkracht om een rubberen ringetje aan te laten sluiten op een gelimiteerde variatie in kabel. Al kunnen wartels niet al te grote kabel variaties opvangen, toch vormen ze een effectieve sluiting. Er zijn verschillende variaties in dit product maar in de meeste variaties wordt een rubberen ringetje samen met metalen ringetje, die wrijving voorkomt, ingesloten door een drukmoer en een tussenstuk. Als de drukmoer over het tussenstuk gedraaid wordt zal het anti-wrijvingsringetje het rubbertje plat drukken tussen de 2 delen. De enige richting waarin het rubber kan vervormen en naar binnen toe. Dit zal resulteren in een cilindrische waterdichte aansluiting. Wartels zijn verkrijgbaar in vele verschillende maten om alle verschillende kabel diameters te kunnen voorzien van een goede afsluiting. Er bestaan ook een speciale wartels die een groter verschil in kabel diameters kunnen opvangen. Deze wartels hebben verschillende afsluitende cilinders die uit de wartel gehaald kunnen worden tot de juiste diameter bereikt is.

Materiaal

NBR: Acrylonitrile-butadiene gevulkaniseerd rubber



Fig. 3 :Wartel afdichting



Fig. 4 :Onderdelen voor Filoseal afdichting

Filoseal

Duct afdichtingssysteem FiloSeal+ is een universele oplossing voor het afdichten van kabels en leidingen in de leidingen of boorgaten. FiloSeal+ is geschikt voor het afdichten van verschillende kabels of leidingen in één kanaal en maakt het ook mogelijk om kabels of leidingen toe te voegen of te verwijderen.

De Filoform kanaal afdichting systeem FiloSeal+ maakt gebruik van een MD+ kit die gemakkelijk wordt toegepast vanaf een skelet pistool. De hoge kwaliteit van de elastische kit “MD +” werkt op een siliciumverbinding die uithardt met lucht (vochtigheid). Na het aanbrengen en volledig genezen van de thixotrope MD+ vormt er een plastic elastomeer massa tot een effectieve afdichting met bijzondere kwaliteiten. FiloSeal + is zeer eenvoudig aan te brengen, ongeacht het type kabel in de kabelgoten omdat het gebruik maakt van een uniek gevormde schuim stuk die netjes geplaatst moet worden rondom de kabels of leidingen in het kanaal.

Warm krimp

Een veel gebuikte techniek om een waterdichte aansluiting te maken om elektra kabels is warmte-krimp. Heatshrink is een krimpende plastic buis die gebruikt wordt voor het isoleren van draden en het beschermen tegen slijtage en vocht. Het kan ook worden gebruikt ter isolatie of herstel van draden bundels. Meestal bestaat een krimpbuis uit nylon of polyalkeen, dit materiaal krimpt zodra het verhit wordt tot een zesde van de diameter. Krimpbuis wordt vervaardigd in een veelvoud van varianten en chemische samenstellingen. De exacte samenstelling is elk afhankelijk van de beoogde toepassing. Deze krimpbuizen zijn te verkrijgen in verschillende maten en vormen om rond allerlei kabeldiameters en samenstellingen te passen. De waterdichtheid van deze techniek is echter sterk afhankelijk van de montage. De monteur heeft in de hand in hoeverre de afdichting goed aansluit op de kabels of buizen. Deze aansluiting is bestand tegen een druk van 2,5 bar.

Materiaal:
Poliolifine



Fig. 5 :Warmkrimp broekstukken



Fig. 6 :Koud krimp rubber

Koud krimp

Koude krimpkous is een open rubberen hoos die voornamelijk gemaakt is van rubber met high-performance fysische eigenschappen. Deze hoos wordt in de fabriek uitgerekt en gemonteerd op een ondersteunende uitneembare plastic kern. Als vervolgens de monteur tijdens de installatie de ondersteunende kern verwijderd, krimt de koude krimpkous rond de desbetreffende buis of kabel. Een koud krimpkous wordt gebruikt om draden, aansluitingen, gewrichten en terminals te isoleren van elektronica. Het kan ook worden gebruikt om draden te herstellen, bundelen en te beschermen tegen geringe slijtage.

Materiaal:

Voor ondergronds EPDM(max 90° en onderdompelbaar) voor bovengronds silicone(-55° tot +260° weersbestendig)

Zelfvulkaniserende tape

Om een waterdichte aansluiting van de buitenmof om de kabel te realiseren wordt nu zelfvulkaniserende tape gebruikt. Deze tape reageert met zichzelf (vulkaniseert) en vormt zo een geheel. Deze tape biedt een flexibele en waterdichte bescherming. Omdat de tape uit zichzelf niet plakt moet deze tijdens de installatie in licht uitgerekte vorm aangebracht worden. Met een Lovink kaliber wordt gekeken wanneer er genoeg tape om de kabel heen zit om een goede aansluiting te vormen met de buitenmof. Soms wordt er gebruik gemaakt van een schuimkopvulstuk de ruimtes tussen meerdere kabels kan opvullen als ze gebundeld de buitenmof in komen.

Materiaal:

Een vulkaniserende butyl rubber

Rubberen dakpijp afdichting

ERM bedrijf produceren afdichtingen voor ontluchting, schoorstenen, elektrische apparaten of andere buizen of draden die op daken tegen regen, sneeuw en stof bescherming moeten. Een goed gemonteerde afdichting is waterdicht, UV-bestendig en duurzaam. Deze rubberen afdichtingen kunnen worden gebruikt voor meer dan 20 jaar. ERM heeft vele soorten en maten afdichtingen met een aluminium basis om aan de verschillende applicatie-eisen te voldoen. Zijn ze geschikt voor buizen met een diameter die varieert tussen de 1" en 30".



Fig. 7 :Afdichting met zelfvulkaniserende tape



Fig. 8 :ERM dakpijp afdichting

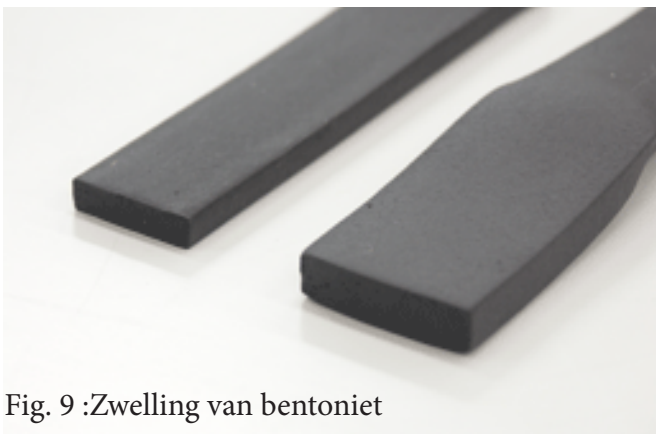


Fig. 9 :Zwelling van bentoniet

Materiaal:

De afdichting is vooral gemaakt van siliconen en EPDM, beiden zijn goed bestendig tegen UV-straling en weersomstandigheden. Het EPDM rubber weerstaat temperaturen tussen -50°C tot 150°C.

Hydrofiele rubber (bentoniet)

Water zwelrubber (hydrofiele rubber) wordt gebruikt voor het afdichten van stornaden tegen stromend water in gewapend beton. Door het absorberen van kleine beetjes water kan dit rubber uitzetten tot 400% van zijn originele volume en vormt zo een goede waterdichte afsluiting. Verschillende hydrofiele rubberprofielen onderscheiden zich vooral door een hoge chemische bestendigheid tegen zuren, brandstoffen, minerale oliën, organische oplosmiddelen, etc. Naast de extreem goede mechanische eigenschappen zoals hoge elasticiteit en een hoge scheursterkte. Ze verschillen alleen in gebruikte grondstof en de maximale zwelling.

Waterafstoting waarde

De mate waarin apparatuur beveiligd is tegen voorwerpen, stof en water wordt vaak aangeduid met een IP-codering(International Protection Rating). Dit getal wordt opgebouwd uit 2 getallen. Het eerste getal is een aanduiding over de doordringbaarheid van het systeem. Het tweede getal is de maat van bestendigheid tegen vocht. In figuur 10 staan de verschillende niveaus aangegeven. De mof heeft een afdichting van IP-67 of hoger nodig. Dit houdt in dat de afdichting volledig waterdicht blijft als het een onder water gehouden wordt.

Uit dit onderzoek kwamen een aantal bestaande afdichtingen naar voren die gebruikt wordn om verschillende cilindrische diameters af te dichten. De technieken waarvan de IP waarde bekend is staan in de tabel genoteerd.

- ▶ Zoals te zien in de tabel zijn alle afdichtingen voldoende waterdicht om te verwerken in een mof.
- ▶ De afdichtingen van Roxtec bieden een goed en betrouwbare universele afdichting in het energie segment. In de idee fase kan gekeken worden of er een behuizing ontworpen kan worden met bestaande roxtec afdichtingen.
- ▶ Ook wartels bieden een goede oplossing voor waterdichte rond kabels. De markt kent echter geen wartels die aansluiten bij de kabel diameters van dit project. Maar de techniek werkt en zou gebruikt kunnen worden in de idee fase.
- ▶ De warm en koud krimptechnieken zijn erg efficient en betrouwbaar in het afdichten. De betrouwbaarheid is echter volledig afhankelijk van een goede montage. Dit maken deze technieken niet wenselijk voor het toepassen in dit project.
- ▶ Overige behandelde technieken zoals FiloSeal en de ERM dakdoorvoer, bieden een goede water afdichting maar vereisen wat montage werk. Dit maakt ze niet aantrekkelijk voor het afdichten van de mof.



Fig. 10 :IP-waarde tabel

Afdichting	IP-waarde
Roxtec	IP 66/67
Wartels	IP 68
Koudkrimp	IP 68
Koudkrimp	IP 68
FiloSeal	IP 68

3. Concurrentie onderzoek

Om een beter beeld te krijgen van andere kabelmof ontwerpen die in omloop zijn word er kort gekeken naar kabelmof fabrikanten. De focus in dit onderzoek ligt voornamelijk op fabrikanten binnen het midden spanningssegment. Maar er wordt ook gekeken naar een aantal laagspannings moffen zodat er een breder beeld gevormt kan worden over wat er op de markt aanwezig is. Hieruit kunnen later ideeën gehaald worden voor het oplossen van de ontwerp-problemen. Deze korte onderzoekjes zullen voornamelijk een paar aspecten uitlichten. Kijkend naar onze ontwerp-problemen zal er toegelicht worden hoe de concurrerende moffen om gaan met het aansluiten op verschillende kabeldiameters en hoe de aarde en veldsturing gerealiseerd worden. In bijlage 2 staan de bevindingen uitgewerkt. Voor het verslag worden hier de conclusies gedocumenteerd.



Sicame is een bedrijf gevestigd in het Verenigd Koninkrijk. Ze ontwerpen, ontwikkelen en produceren een groot aantal kabelansluitingen voornamelijk binnen de UK. Hun kabelmoffen zijn zowel voor het laag als midden spanningsnetwerk.

Voor het beschermen van kabel aansluitingen tot 3.3kV in risicante bodemomstandigheden heeft Sicame een speciale kabelmof. Deze mof is bedoeld voor een single of multi core kabel. In deze mof worden de conductoren verbonden en ingewikkeld met isolerende tape. Vervolgens worden de aardens verbonden met een metalen kous die aan beide kanten met een wikkelband vast geklemd worden. Het geheel wordt omvat door 2 doorzichtige kapjes die aan elkaar vast klikken. Om deze behuizing aan de kabels te laten aansluiten wordt er met vulcanizerend rubbertape. Dit wordt rond de conische uiteindes van de behuizing en de kabels gewikkeld tot de aansluiting waterdicht is. Tot slot wordt de kabelmof volgegooten met een 2 componenten hars en afgesloten met een dop.

Een andere kabel mof van Sicame voor aansluitingen tot 3.3kV, draait rond warmtekrimp. Eerst worden de conductor aansluitingen in een warmtekrimp kous vast gekrompen. Een metalen gaasplaat wordt om de openliggende kabelaansluiting gevouwen en met knellende ringen aan de aardens van de kabels verbonden. Tot slot wordt dit geheel weer in een warmtekrimp buis vast gekrompen om zo een dunne waterdichte kabelmof te vormen.



Fig. 11 :Sicame 3.3kV hars mof

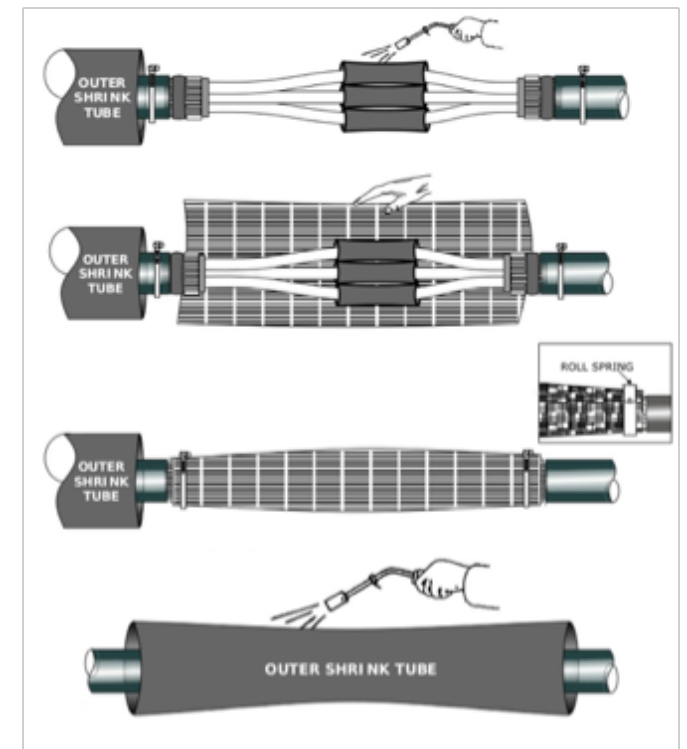


Fig. 12 :Sicame warmtekrimp mof



3M

Het bedrijf 3M heeft een breed assortiment ontwikkeld voor laagspanning en middenspanning netwerken. Dit bestaat uit verschillende kabelmoffen eindsluitingen voor de meest voorkomende kabel combinaties. 3M vervult een pioniersrol in het gebruik van koudkrimp voor het vormen van een nette geïsoleerde kabelverbinding. Deze technologie wordt over de hele wereld toegepast.

3M heeft een speciaal design op de markt gebracht voor het isoleren van losse single core stroom kabels tot 52kV (categorie hoogspanning). Het design draait rond het koudkrimp principe. De dikke krimpkous bestaat uit meerdere lagen die samen meerdere functies vervullen en maar een handeling vereisen om gemonteerd te worden. Naast het isoleren en beschermen van de conductor koppeling zorgt de kous ook voor goede veld sturing. Naast het binnenste isolatie scherm bevat de krimpkous nog een siliconen isolatie laag met tot slot een buitenste isolatie scherm die de isolatieschermen van de gestripte kabels overlapt.

3M heeft voor het middenspanning segment verschillende kabelmoffen die allemaal draaien rond de koudkrimp techniek. Hier bestaan verschillende varianten van. Een variant maakt gebruik van een koudkrimp kous rond de conductoren voor het afschermen van de kooi van Faraday. Hiervoor worden de conductoren eerst met isolerende tape in getapet. Hieromheen wordt een Faraday kous met klemmen aan het aardscherm van de kabels vast geklemd met een rolbandveer. En tot slot wordt dit geheel in een alles omvattende krimpkous vast gekrompen. Deze aansluiting sluit zich zo nauw aan dat de gewenste waterdichtheid behaald wordt. Andere versies van dit concept maken bijvoorbeeld gebruik van de eerder genoemde isolerende krimpkous met veldsturing. Deze kous wordt uiteraard omvat door een kooi van Faraday en een alles omvattende krimpkous. Deze mof constructie werkt niet als overgangsmof.

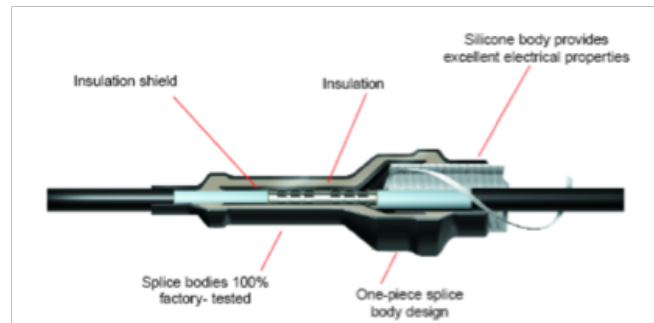


Fig. 13 :3M koudkrimp isolatie met veldsturing



Fig. 14 :3M Krimp mof

Voor laagspanning biedt 3M een aantal gietmoffen aan die doormiddel van een behuizing een hoge weerstand hebben tegen chemische en corrosieve stoffen. Deze behuizing heeft conisch gevormde uiteindes die op verschillende lengtes afgezaagd kan worden om aan te sluiten op verschillende kabel diameters. De aansluiting van de behuizing op de kabel wordt vervolgens met zelfvulkaniserende tape vast getapet om een volledige waterdichte aansluiting te vormen. Tot slot wordt de doorzichtige behuizing vol gegoten met een 2 componenten hars en afgesloten met een dop.

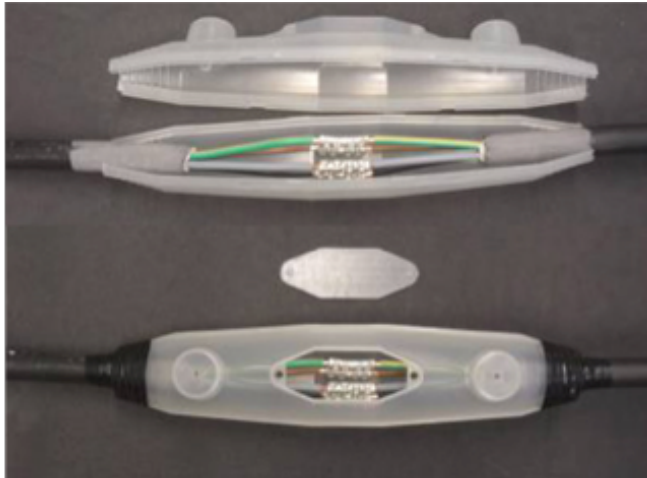


Fig. 15 :3M laagspannings mof

Als we iets verder weg kijken dan de moffen voor hoge spanningen komen we uit op een minikabel mof van 3M voor laagspannings verbindingen. Deze maakt gebruik van wartels om waterdicht aan te sluiten op verschillende kabel diameters. De behuizing wordt vervolgens afgevuld met hars en afgesloten met een vast te schroeven deksel.

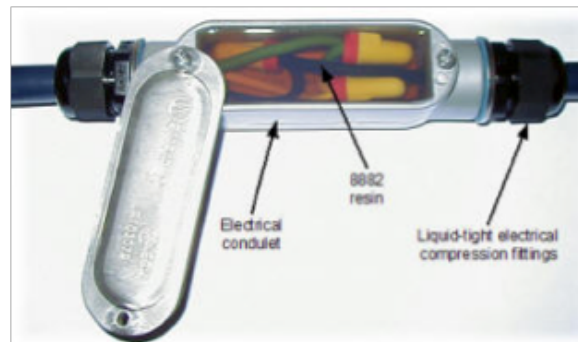


Fig. 16 :3M wartel mof



ABB is een wereldwijde leider op het gebied van energie- en automatiseringstechnologie. Hun oplossingen voor het verbeteren van de efficiëntie, de productiviteit en de kwaliteit van de activiteiten van onze klanten met minimale impact op het milieu.

Een van hun aangeboden moffen(24-52kV) bestaat uit een overgangsmof met een cilindrische uitstraling. De behuizing bestaat uit een metalen buis met een plastic coating. Deze buis bevat de benodigde isolatie en bescherming om een goed kabel aansluiting te kunnen maken. Speciale rubberen pakkingen die met veren onder spanning staan worden gebruikt om een waterdichte afsluiting te vormen rond verschillende kabel diameters. Deze pakkingen bestaan voor enkele kabels of voor een bundel van 3 kabels. Naast afdichting zorgen deze pakkingen ook voor het verbinden van het aardeschermd van de kabels en de ingebouwde mof aarde. Tot slot wordt

dit afgedicht met een sluitende dop en wordt de mof vol gegoten met een isolerende olie. (Echter is de volledige werking en opbouw nog niet achterhaald door beperkt beschikbare informatie op het web)

De andere kabelmoffen voor het middenspanning segment van ABB maken allemaal geen gebruik van een behuizing. In plaats van een harde buitenlaag wordt er gebruik gemaakt van de bekende koudkrimp en warmkrimp technieken en zijn niet toe te passen als overgangsmof. Deze moffen maken gebruik van een isolerende kous gemaakt van rubber en siliconen om de kabel lagen optimaal met elkaar te verbinden. Ook in dit ontwerp worden rolband veren gebruikt om een kooi van Faraday op de aardeschermdraden te laten aansluiten.

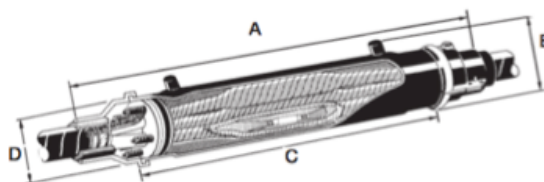


Fig. 17 :ABB buismof



Fig. 18 :ABB buismof afdichting





Ensto is een internationale Cleantech familiebedrijf gespecialiseerd in de ontwikkeling, productie en marketing van elektrische systemen en de daarbij komende behoeften. Het bedrijf is opgericht in 1958 en heeft inmiddels 1.700 medewerkers.

Ensto heeft een alles in een kabel mof die volledig draait rond het koudkrimp principe. De mof wordt aangeleverd als meerdere koudkrimp kousen die om elkaar heen zitten. Een binnenste krimp kous heeft een mee krimpende kooi van Faraday binnen de rubberen cilinder verwerkt. Zodra de ondersteunende cilinder verwijderd is krimpt de kous en het aarde scherm rond de conductor aansluiting. Vervolgens worden de uitstekende aarddraden verbonden aan het aardscherm van de kabels doormiddel van een rolbandveer en ingetapet met zelfvulkaniserende tape. Tot slot worden er 2 kortere krimp kousen gebruikt om beide aardscherm aansluitingen te beschermen en waterdicht af te sluiten.

Ensto heeft een groot aantal moffen op de markt voor middenspanning kabels. Echter verschillen deze moffen in opbouw weinig en wordt er voornamelijk afgewisseld tussen gebruik in warmkrimp en koudkrimp. De opbouw van de mof bestaat altijd uit een krimp kous die de conductor aansluiting beschermt met bij meerdere conductoren nog een extra krimp kous om deze aansluitingen de bundelen. Hier overheen zit vervolgens een aardenetje die met een rolbandveer aan het aardscherm van de kabels vast geklemd zit. Tot slot wordt het geheel ingesloten door een alles omvattende krimp kous. Tijdens dit proces worden kritieke randjes en eindjes extra ingetapet om de aansluiting met de krimp kousen te verbeteren.



Fig. 19 :Ensto alles in 1 mof



Fig. 20 :Ensto krimpmof



Shrink Polymer Systems

Cable Installation Materials – 24 volts to 36 kV

Shrink polimer systems(SPS)

SPS werd opgericht in 1990 om gespecialiseerde en unieke service te kunnen bieden aan elektrische aannemers en installateurs over de hele wereld. Hun basisassortiment bestaat uit allerlei accessoires en benodigdheden voor laagspanningskabels tot 3.3kV en middenspanning kabels tot 36kV.

SPS biedt verschillende kabelmoffen aan voor spanningen variërend tussen de 3.3 en de 33kV. Deze moffen maken gebruik van warmkrimp kousjes rond de conductor connector. Om deze krimp techniek te gebruiken moeten alle scherpe randjes en gleufjes ingepakt worden met een rubberen tape om beschadiging aan de krimpkous te voorkomen. Het aardscherm bestaat bij deze moffen uit een soort metalen kooi die om het geheel gevouwen wordt en met knelringen tegen de aardscherm draden van de kabels aan bevestigd wordt. Het omhulsel kan bestaan uit een warmkrimp kous of een met harsge vulde behuizing waarbij verschillende afdicht modules geleverd worden om op verschillende kabel diameters te kunnen aansluiten. Als men precies weet voor welke kabels de mof gebruikt gaat worden kunnen ze specifieke aansluitstukken aanvragen om kosten te reduceren.

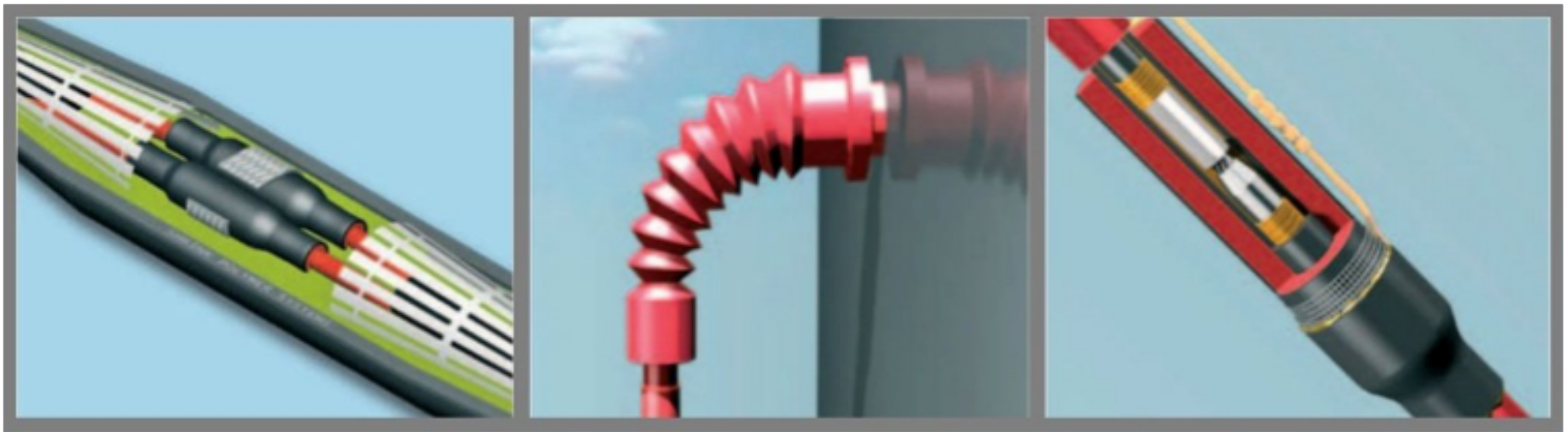


Fig. 21 :SPS hars mof



Filoform heeft een pers en wikkelmof voor het laagspanningssegment tot 4kV genaamd pers- en wikkelmof. Deze compacte kabel mof zorgt voor minimale hars en materiaal gebruik. Eerst worden de conductoren en vervolgens het geheel in een isolerende gaas gewikkeld. Deze gaas zal voor een gelijkmatige verdeling van de hars zorgen tijdens het inspuiten. Het gaas wordt met een haakje vast gezet en samen met een inspuitsventiel in een alles omvattende tape gewikkeld. Deze tape dient als mal voor het uitharden van de hars en mag daarom geen gaten bevatten. Om deze tape waterdicht te laten aansluiten op de kabels (zowel enkele als gebundeld) wordt er soms gebruik gemaakt van schuim stukken. Tot slot wordt een 2 componenten hars doormiddel van een drukspuit door het ventiel geperst tot de hars de hele wikkelmof tot aan de uiteinden gevuld heeft.

Voor laagspanningsverbindingen heeft Filoform een aantal moffen die werken op basis van een isolerende gel. De mof kan gebruikt worden voor boven en ondergrondse toepassingsgebieden doordat hij waterbestendig is tegen regen en spatwater (IP63). De mof bestaat uit een dicht te klappen behuizing. Beide kapjes van de behuizing zijn gevuld met een gel massa. Hierin liggen voorgeassembleerde connectoren voor de kabel conductoren. De kabels kunnen zo gemakkelijk in de behuizing vast geklikt worden en worden zo aan elkaar verbonden. De aarde draden worden aan elkaar vast geschroefd en de behuizing kan gesloten worden. De gel massa's zullen zich om hun inhoudt vormen en zo een sluitend geheel vormen.



Fig. 22 :Filoform pers en wikkelmof



Fig. 23 :Filoform gelmof



Inertia is opgericht in 1995. Ze houden zich voornamelijk bezig met het produceren van middenspanning schakelapparatuur en gespecialiseerde apparatuur en onderdelen voor de elektrische industrie. Inertia REPL is specifiek gericht op het produceren van warmtekrimp accessoires voor stroomkabels variërend tussen 2,5 en de 500kV.

De warmte krimp mouwen van Inertia zijn in tegenstelling tot de gewone warmtekrimp kousen handiger in het monteren. Dit komt omdat het geen krimpende cilinders zijn maar een wikkelbare lap die in de lengte vast geklemd wordt door een roestvrijstalen rails. Zo vormt deze lap een warmtekrimp kous die niet van te voren op de kabel geschoven moet worden.

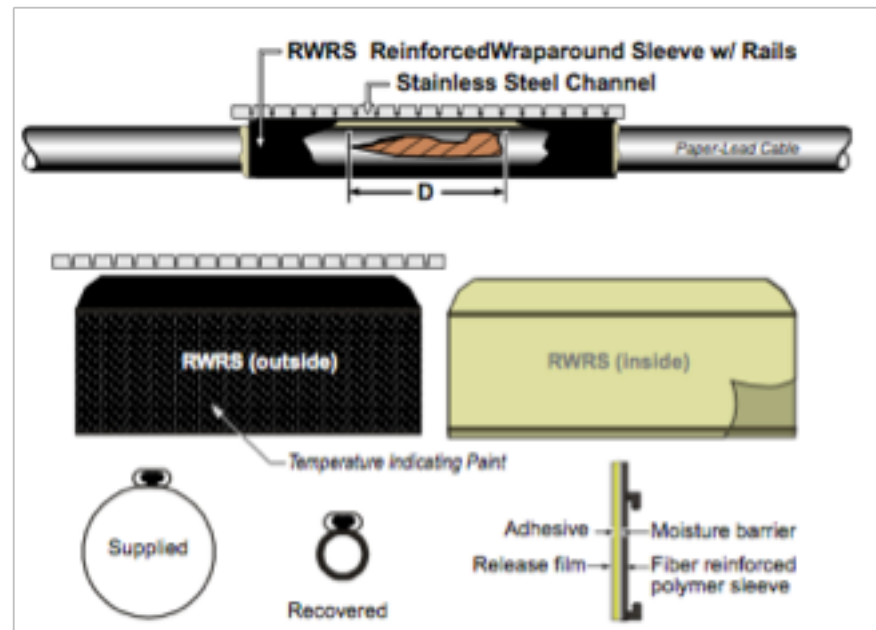


Fig. 24 :Inertia montage onafhankelijke krimpmof

4. Productie processen

De huidige behuizing wordt spuitgegoten. De reden hierachter is het makkelijk behalen van een nette en precieze geometrie. Dit bevordert het realiseren van een waterdichte behuizing. Een spuitgietsmachine kan zorgen voor producten met een hoge complexiteitgehalte in vorm en afmeting. Dit is handig voor het integreren van functies zoals positionering, afstand houden en scheiden van andere onderdelen binnen in de mof. Dit huidige gebruikte proces wordt verder onderzocht om er achter te komen waar de mogelijkheden liggen binnen het gebruik van dit proces. Hierbij lag de focus vooral op spuitgiets technieken waarbij het eindproduct uit meerdere materiaal soorten bestaat. De onderzoeksvraag luid:

Welke productie processen zouden kunnen bijdragen aan het produceren van een behuizing met geïntegreerde waterafdichting en aarding.

Voor een goed waterdichte behuizing zou het ideaal zijn om spuitgiets onderdelen te gebruiken waarin rubber verwerkt zit. Hier worden de mogelijkheden voor onderzocht. Voor het verwerken van aarding in de behuizing moet een geleider gebruikt worden. Daarom word er ook gekeken naar technieken waarbij metaal in de spuitgietsonderdelen wordt verwerkt.

Meerdere componenten spuitgietsen

Ten opzichten van het normale spuitgiets proces biedt het meercomponenten spuitgiets proces vele voordelen. De te verkrijgen onderdelen kunnen vele malen complexer worden op het gebied van materiaalgebruik en de daarbij komende eigenschappen. Wat anders verschillende te assembleren onderdelen waren komt nu kant en klaar als een geheel uit de fabriek.

Interval molding

Hierbij worden verschillende kunststoffen kort na elkaar door een spuitmond in de matrijs gespoten. Het 2e materiaal wat gespoten wordt zal de kern vormen van het onderdeel. Terwijl het buitenste materiaal meestal aan bepaalde kwaliteit eisen moet voldoen, mag het binnenste materiaal kwalitatief lager liggen.

Insert/Over molding

Bij insert molding wordt een meestal metalen onderdeel in de matrijs gelegd voordat het omgespoten wordt. Dit zorgt ervoor dat het metaal en de kunststof samen als één product uit de machine komen. Overmolding komt op hetzelfde neer maar betreft meestal een eerder gecreëerd onderdeel van kunststof die omgespoten wordt met een tweede kunststof vormgeving.

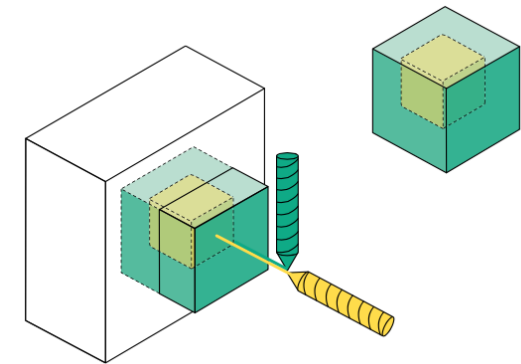


Fig. 25 :Interval molding
in mould

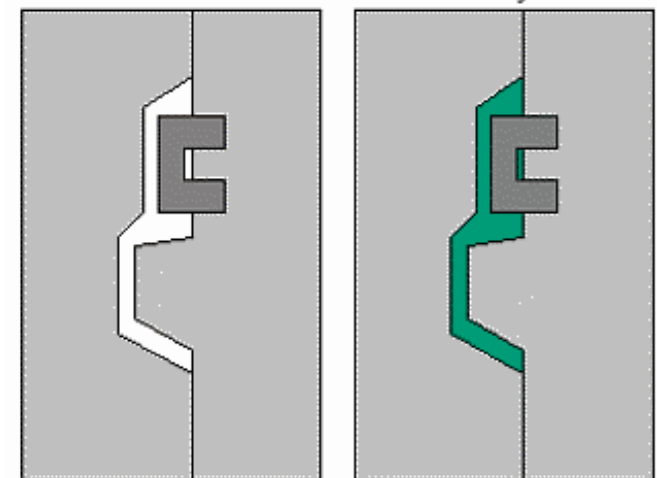


Fig. 26 :Insert molding

Core toggle Platen

Een andere manier om een twee componenten product te krijgen is met een core toggle matrijs. Hierbij wordt na het inspuiten van het eerste materiaal een mal kern(ook wel stempel genoemd) verplaatst waardoor er een nieuwe ruimte vrij komt in de mal. Hier wordt vervolgens het tweede materiaal ingespoten.

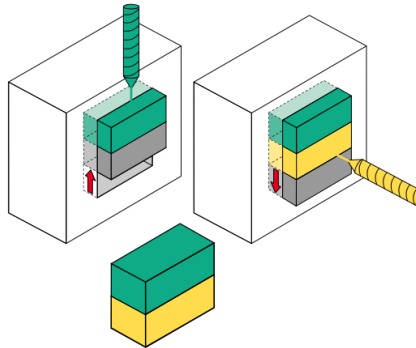


Fig. 27 :Core toggle

Rotary platen

Een van deze manieren maakt gebruik van een roterende matrijs. Hierbij wordt de eerste kunststof vormgeving ingespoten waarna de matrijs een draaiing van meestal 90 120 of 180 graden maakt. Het eerder ingespoten kunststoffen deel wordt nu in een tweede vormgeving gedrukt waarna er een tweede kunststof bij wordt gespoten. Het voordeel hiervan is dat meerdere producten in een cyclus gespoten kunnen worden.

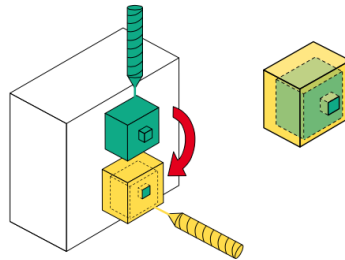
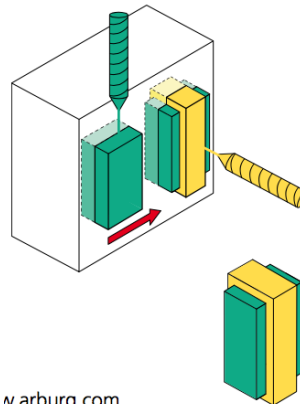


Fig. 28 :Rotary

Transfer molding

Bij transfer molding wordt een gespoten product handmatig verplaatst naar een volgende ruimte in de matrijs waar het tweede materiaal bij gespoten wordt.



v.arburg.com

Fig. 29 :Transfer

Hechting van materialen voor spuitgieten

Voor het combineren van verschillende materiaal soorten tijdens een 2K-spuitgiet proces moet er rekening gehouden worden met de hechting van de verschillende materialen. Als er geen hechting plaats vindt zal er in het ontwerp voor gezorgd moeten worden dat de materialen mechanisch aan elkaar vast blijven zitten. Hieronder staat een tabel waarin aangegeven staat tussen welke kunststoffen hechting ontstaat en in welke maten. Ook hechting tussen kunststoffen en elastomeren worden in deze tabel behandeld.

Voor het produceren van een behuizing waarbij wordt bijgedragen aan de waterdichtheid van de mof zal in combinatie met een kunststof een rubber mee gespoten moeten worden. In de tabel is te zien dat er een gelimiteerd aantal elastomeren zijn die hechten aan een kunststof.

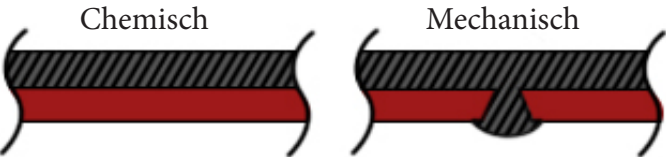


Fig. 30 :Spuitgiet binding

Werkstoffkombinationen		Thermoplaste																		Hart- / Weichverbindungen																			
																				TPE				Elastomere															
Eignung und Verbundfestigkeit		ABS	ASA	CA	EVA	PA 6	PA 6.6	PBT	PC	PE	PETP	PMMA	POM	PP	PPO mod.	PS	PSU	PVC-W	SAN	TPE-A	TPE-E	TPE-S	TPE-U	TPE-V	EPDM	NR/SBR	SBR	LSR											
Vorspritzling / Einlegeteil	Thermoplaste	ABS																					M																
		ABS/PC																					M																
		ASA																																					
		CA																																					
		EVA																																					
		PA 6																						M					M										
		PA 6 mod.+25 % GF																						M															
		PA 6.6																						M					M										
		PA 6.6 mod.+25 % GF																						M															
		PA 6.12																																					
		PA 12 mod.+25 % GF																						M															
		PBT																						M			P		M										
		PC																						M					M										
		PC/PBT																						M					M										
		PE																						M															
		PETP																						M															
		PMMA																						M															
		POM																																					
		PP																											M										
		PPO mod.																						M															
	PPE mod.																									P	S	S											
	PS																						M																
	PSU																																						
	PVC-Hart																																						
SAN																						M																	
TPE	TPE-E																																						
	TPE-U																																						
	BMC																																						
Elastomere	EPDM							P																															
	NR																																						
	SBR																																						
	LSR					M	M	M	M				M																										
Verbundfestigkeit verschiedener Wirkstoffpaarungen:																																							
gute Haftung (Kohäsionsbruch)										keine Haftung										M Haftungsmodifikation										P Peroxidvernetzung									
geringe Haftung (Adhäsionsbruch)										keine Testergebnisse										S Schwefelvernetzung																			

Fig. 31 :2K spuitgiet materiaal bindingstabel