|  |
| --- |
| Bakker sliedrecht & Huisman equipment |
| Definitie kabeleisen voor flexibele offshore toepassingen |
| Onderzoek naar kabeleisen voor flexibele bekabeling |
| **Lorsheijd, Marco** |



Naam: **M.R. Lorsheijd**

Opleiding: **Elektrotechniek**

Stageperiode: **29-08 t/m 22-12-2011**

Datum: 22 december 2011

Naam docent: **P. Witte**

Naam begeleiders:

**J. Wols**

**A. van Heiningen**

**C. van Deuzen**

[logo](http://www.bakkersliedrecht.com/en/)Bakker Sliedrecht.

Afdeling System Engineering Leeghwaterstraat 55-59

3364 AE Sliedrecht

Tel: +31 (0) 184 - 43 6821

Huisman Equipment B.V.

Afdeling electrical engineering

Admiraal Trompstraat 2

3115 HH Schiedam

Tel: +31 (0) 10 - 245 22 22

Haagsche Hogeschool

Rotterdamseweg 137

2628 AL Delft

Tel: +31 (0)15 - 260 6200

# Samenvatting

Zowel Bakker als Huisman hebben het probleem dat er geen goede standaard oplossing beschikbaar is voor flexibele bekabeling in de scheepvaart. Ander bijkomend punt is dat beide partijen niet afhankelijk willen zijn van één type kabel en fabrikant voor alle toepassingen.

Anno 2011 worden er nieuwe systemen geëngineered op basis van bestaande systemen. Wanneer er in het verleden geen vergelijkbaar systeem geëngineerd is, wordt deze compleet nieuw ontworpen.

Dit was aanleiding om binnen Huisman en Bakker een literatuuronderzoek te starten naar de specifieke eisen voor kabels, geldend binnen de scheepvaart- en de offshore-wereld. Classificatiebureaus stellen in hun reglementen strikte eisen aan elektrische bekabeling. De bekabeling moet aan bepaalde IEC standaarden voldoen wil deze goedgekeurd worden. Echter staat er in de normen weinig beschreven over flexibele bekabeling.

Aan de hand van deze bevindingen is er een lijst met kabelspecificaties samengesteld.

De specificatie-sheet bevat de door classificatiebureaus beschreven IEC normen evenals de benodigde IEC normen van Huisman en Bakker Sliedrecht.

Een aantal normen zijn als optioneel gesteld. Deze normen zijn toegevoegd om in te kunnen spelen op de toekomstige vraag van klanten en door classificatiebureaus gestelde standaarden.

Met deze specificaties zijn de kabelfabrikanten aangeschreven en is er gevraagd te kijken naar wat er binnen het huidige kabelbestand mogelijk is. Dit heeft geleid tot het opwaaien van een hoop stof binnen de huidige kabelmarkt. Geen enkele fabrikant kon namelijk kabels leveren die voldoen aan de gestelde normen.

De resultaten uit de door de kabelfabrikanten verrichte onderzoeken zijn zeer positief.

Het blijkt goed mogelijk aan de meeste van de gestelde normen te voldoen.

Drie van de aangeschreven fabrikanten komen binnenkort op de markt met kabels die voldoen aan de gestelde normen. Uiteraard is het wel zo dat deze kabels op bestelling geproduceerd gaan worden.

# Inhoudsopgave

Contents

[Samenvatting 2](#_Toc312313709)

[Inhoudsopgave 3](#_Toc312313710)

[Verklarende woordenlijst 6](#_Toc312313711)

[Lijst van figuren 7](#_Toc312313712)

[Lijst van tabellen 7](#_Toc312313713)

[1. Inleiding 8](#_Toc312313714)

[1.1 Keuze onderwerp 8](#_Toc312313715)

[1.2 Probleem en doelstelling 8](#_Toc312313716)

[1.3 Belang onderzoek 9](#_Toc312313717)

[1.4 Bakker Sliedrecht 9](#_Toc312313718)

[1.5 Huisman Equipment 9](#_Toc312313719)

[2 Literatuuronderzoek elektrische bekabeling 10](#_Toc312313720)

[2.1 Wet- en regelgeving algemeen 10](#_Toc312313721)

[2.1.1 Regelgeving SOLAS en IMO betreffende elektrische bekabeling 11](#_Toc312313722)

[2.1.2 Classificatie bureaus over elektrische bekabeling 11](#_Toc312313723)

[2.1.2.1 Lloyds over bekabeling 12](#_Toc312313724)

[2.1.2.2 DNV over bekabeling 13](#_Toc312313725)

[2.1.2.3 Bureau Veritas (BV) over bekabeling 13](#_Toc312313726)

[2.1.3 IEC normen voor elektrische bekabeling 14](#_Toc312313727)

[2.1.3.1 Brandwerendheid 14](#_Toc312313728)

[2.1.3.2 IEC 60092 Mantelmaterialen 16](#_Toc312313729)

[2.2 Kabeleisen Bakker Sliedrecht 18](#_Toc312313730)

[2.2.1 Zeewaterbestendig 18](#_Toc312313731)

[2.2.2 Langs- en dwarswaterdicht 18](#_Toc312313732)

[2.2.3 UV-resistent 18](#_Toc312313733)

[2.2.4 Olieresistent 19](#_Toc312313734)

[2.2.5 Buigradius en buigfrequentie 19](#_Toc312313735)

[2.3 Kabeleisen Bakker en Huisman 20](#_Toc312313736)

[2.3.1 Halogeenvrij 20](#_Toc312313737)

[2.3.2 Rookuitstoot 20](#_Toc312313738)

[2.3.3 Hoge en lage temperatuur 21](#_Toc312313739)

[2.4 Kabeleisen Huisman 21](#_Toc312313740)

[2.4.1 Mud resistant 21](#_Toc312313741)

[3 Kabelspecificaties 22](#_Toc312313742)

[3.1 Totstandkoming cable requirements 22](#_Toc312313743)

[3.2 Uitleg Cable requirements 22](#_Toc312313744)

[3.3 Gewenste adersamenstelling 23](#_Toc312313745)

[4 Type approvals 24](#_Toc312313746)

[4.1 Instrumentatie kabel 24](#_Toc312313747)

[4.2 Control kabel 24](#_Toc312313748)

[4.3 Power kabel 24](#_Toc312313749)

[4.4 Speciaal kabels 25](#_Toc312313750)

[4.4.1 Mud resistent kabel 25](#_Toc312313751)

[4.4.2 Waterdichtheid kabels 25](#_Toc312313752)

[5 Acties naar aanleiding van het kabelonderzoek 26](#_Toc312313753)

[5.1 Helukabel 26](#_Toc312313754)

[5.2 Leoni Struder/Calpe 27](#_Toc312313755)

[5.3 Üntel 27](#_Toc312313756)

[5.4 TKF 28](#_Toc312313757)

[5.5 Draka 28](#_Toc312313758)

[6 Conclusies 29](#_Toc312313759)

[7 Aanbevelingen 29](#_Toc312313760)

[8 Extra werkzaamheden 30](#_Toc312313761)

[8.1 Klep sensoren stikstof skids 30](#_Toc312313762)

[8.2 Drag chain kabels Gantry Crane 30](#_Toc312313763)

[9 Literatuuropgave 31](#_Toc312313764)

[9.1 Certificaten en regelgeving 31](#_Toc312313765)

[9.2 Kabelleveranciers/contactpersoon 32](#_Toc312313766)

[10 Bijlagen 34](#_Toc312313767)

[10.1 Geschiedenis Bakker Sliedrecht 34](#_Toc312313768)

[10.2 Huisman Equipment B.V. 36](#_Toc312313769)

[10.3 Overzicht Wet- en regelgeving 37](#_Toc312313770)

[10.4 Cable requirements 38](#_Toc312313771)

[10.5 Preferred INSTR cables 39](#_Toc312313772)

[10.6 Preferred CTRL kabels 40](#_Toc312313773)

[10.7 Preferred PWR kabels 41](#_Toc312313774)

[10.8 Kabelspecificateis Helukabel 42](#_Toc312313775)

[10.9 Kabelspecificaties Leoni 43](#_Toc312313776)

[10.10 Kabel TKF 44](#_Toc312313777)

[10.11 Conversaties met fabrikanten 45](#_Toc312313778)

# Verklarende woordenlijst

Batch Approval Partij goedkeuring. Elke nieuwe partij geproduceerde kabels moet worden gecertificeerd;

BV Bureau Veritas, classificatiebureau, 1828;

Case Approval Goedkeur per toegepaste kabel;

Classificatiebureau Is een onafhankelijke organisatie die van oudsher

het casco en de machinerie van schepen inspecteren;

Covalente binding (of atoombinding) is een [binding](http://nl.wikipedia.org/wiki/Bindingstype) tussen atomen;

Conductor restistance Ader weerstand;

Cross-Linked  De lineaire polymeerstructuur in materiaal is veranderd

naar een driedimensionale structuur;

DNV Det Norkse Veritas, classificatiebureau,1864;

Flame-retardant Brandvertragend;

IEC International Electrotechnical Commission;

IMO International Marine Organization (1954);

LRoS Lloyds Register of Shipping, classificatiebureau,1760;

Langswaterdicht Door capillaire werking kan water door de kabel worden

getransporteerd – ongewenst;

Opaciteit De maat voor de lichtondoorlatendheid van een materiaal;

SOLAS International Convention for the Safety of Life at Sea (1914);

Type approvals Goedkeur van kabel type;

Vanderwaalskrachten De zwakke tot zeer zwakke krachten tussen [atomen](http://nl.wikipedia.org/wiki/Atoom) of

moleculen;

Vlaggenstaat Het land waar het schip geregistreerd staat;

# Lijst van figuren

[Figuur 1‑1 Verschuiven van mantel door bewegen 8](file:///C:\Documents%20and%20Settings\MLorsheijd\Desktop\Stage-Afstuderen\Basis%20opzet%20Afstudeer%20scriptie%20V3.5.docx#_Toc312313612)

[Figuur 2‑1 Maltezer Kruis 11](file:///C:\Documents%20and%20Settings\MLorsheijd\Desktop\Stage-Afstuderen\Basis%20opzet%20Afstudeer%20scriptie%20V3.5.docx#_Toc312313613)

[Figuur 2‑2 Verticale brandtest 15](file:///C:\Documents%20and%20Settings\MLorsheijd\Desktop\Stage-Afstuderen\Basis%20opzet%20Afstudeer%20scriptie%20V3.5.docx#_Toc312313614)

[Figuur 2‑3 Verticale brandtest op enkele kabel 15](file:///C:\Documents%20and%20Settings\MLorsheijd\Desktop\Stage-Afstuderen\Basis%20opzet%20Afstudeer%20scriptie%20V3.5.docx#_Toc312313615)

[Figuur 2‑4 Brandwerendheid test van kabels 16](file:///C:\Documents%20and%20Settings\MLorsheijd\Desktop\Stage-Afstuderen\Basis%20opzet%20Afstudeer%20scriptie%20V3.5.docx#_Toc312313616)

[Figuur 2‑5 Rooktest volgens IEC 61034 20](file:///C:\Documents%20and%20Settings\MLorsheijd\Desktop\Stage-Afstuderen\Basis%20opzet%20Afstudeer%20scriptie%20V3.5.docx#_Toc312313617)

[Figuur 8‑1 inductieve sensor 30](file:///C:\Documents%20and%20Settings\MLorsheijd\Desktop\Stage-Afstuderen\Basis%20opzet%20Afstudeer%20scriptie%20V3.5.docx#_Toc312313618)

[Figuur 8‑2 Gantry Crane 30](file:///C:\Documents%20and%20Settings\MLorsheijd\Desktop\Stage-Afstuderen\Basis%20opzet%20Afstudeer%20scriptie%20V3.5.docx#_Toc312313619)

[Figuur 10‑1 Overzicht samenwerking producenten 35](#_Toc312313620)

# Lijst van tabellen

[Tabel 1 - Categorieën met Brandtijden 14](file:///C:\Documents%20and%20Settings\MLorsheijd\Desktop\Stage-Afstuderen\Basis%20opzet%20Afstudeer%20scriptie%20V3.5.docx#_Toc312313621)

[Tabel 2 - Thermische eigenschappen mantelmateriaal 17](file:///C:\Documents%20and%20Settings\MLorsheijd\Desktop\Stage-Afstuderen\Basis%20opzet%20Afstudeer%20scriptie%20V3.5.docx#_Toc312313622)

# Inleiding

## Keuze onderwerp

Als afstudeeropdracht voor de opleiding tot elektrotechnisch ingenieur is er onderzoek gepleegd naar de “*bepaling van kabeleisen voor flexibele offshore toepassingen*”. Deze kabels worden zowel binnen Bakker Sliedrecht als Huisman Equipment toegepast.

Het afstudeeronderwerp is aangedragen door Jacco Wols, hoofd System Engineering bij Bakker Sliedrecht en Christiaan van Deuzen, Group Leader E-CAD Engineering bij Huisman Equipment. Het onderwerp maakt deel uit van een standaardiseringsproces dat moet bijdragen aan de verbetering van de technische ontwerpen binnen de beide bedrijven.

De toegepaste kabels in beweeglijke applicaties moeten voldoen aan de door classificatiebureaus gestelde eisen. Echter is dit binnen het huidige kabelbestand onhaalbaar.

* Het hoofddoel van deze afstudeeropdracht is het definiëren van heldere kabeleisen en het hiermee benaderen van kabelfabrikanten. ([Zie bijlage 10.4](#_Cable_requirements) )
* Het secundaire doel is het selecteren van het juiste type kabel met type approval voor dit soort flexibele toepassingen.(Zie Bijlage 10.5, 10.6

En 10.4)

## Probleem en doelstelling



Figuur ‑ Verschuiven van mantel door bewegen

Er wordt in beweeglijke of beweegbare applicaties veel gebruik gemaakt van flexibele bekabeling.

Elektrisch en hydraulisch worden deze door middel van een drag chain of cable reel verbonden met het schip.

Zoals vanuit dit verhaal op te maken is, moet de bekabeling geschikt zijn voor dragchain gebruik en dus flexibel zijn.

Het probleem voor deze toepassingen is dat het huidige kabelbestand niet het juiste type gecertificeerde kabels bevat. In veel van deze gevallen wordt een case approval voor het betreffende type kabel aangevraagd. Regelmatig resulteert dit in het toepassen van kabels die de gestelde eisen zo dicht mogelijk benaderen.

Zoals in figuur 1-1 valt te zien, is het vinden van een goede oplossing belangrijk.

## Belang onderzoek

Door het lezen van deze scriptie krijgt de lezer een beter beeld van de algemene regelgeving binnen de scheepvaart en offshore business. Ook wordt er inzichtelijk gemaakt hoe en door wie deze regelgeving gehandhaafd wordt.

Specifiek wordt er in dit rapport gekeken naar de regelgeving betreffende flexibele elektrische bekabeling. Het rapport maakt het voor de lezer inzichtelijk hoe de lijst met kabelnormen (cable requirements) tot stand gekomen is. Deze lijst is terug te vinden in [bijlage 10.4](#_Cable_requirements). Ook is het rapport geschreven als handleiding voor de engineer. Deze kan op een eenvoudige manier het juiste type kabel selecteren.

## Bakker Sliedrecht

Achter de verzamelnaam ‘Bakker Sliedrecht’ schuilt een doelgerichte, functionele organisatie die volledig is ingesteld op het leveren van innovatief elektrotechnisch maatwerk.

De basis voor Bakker Sliedrecht werd al gelegd in 1919. Tussen de lokale pijpfitter van toen en de innovatieve, wereldwijd actieve elektrotechnische onderneming van nu is een respectabel aantal jaren verlopen. Van toen tot nu is veel veranderd. Wat echter altijd is gebleven, is het streven naar stabiliteit.

Deze organisatie omvat: Bakker Sliedrecht Electro Industrie B.V.(BSIE), Bakker Repair B.V., Verhoef Elektrotechniek en ETIB van Oirschot.

Meer details over Bakker Sliedrecht zijn terug te lezen in [bijlage 10.1](#_Geschiedenis_Bakker_Sliedrecht).

## Huisman Equipment

Huisman werd opgericht in 1929 en is van origine producent van laad-en losinstallaties voor schepen. Itrec werd in 1979 opgericht als engineerings- en ontwerpbureau voor zware hijsinstallaties en speciale transportsystemen. De nauwe samenwerking tussen de bedrijven resulteerde in een fusie in 1982. Sinds die tijd heette het bedrijf Huisman-Itrec. Sinds 2009 is de officiële naam Huisman Equipment BV.

In het begin van de jaren 80 ontwikkelde Huisman-Itrec de mastkraan, internationaal de Heavy Lift Mast Crane (HLMC) genoemd. Deze kraan is tegenwoordig de standaard binnen het zware ladingtransport op zee. In 1986 betrad Huisman-Itrec de offshore markt. Zelfstandig heeft het bedrijf sindsdien verschillende producten ontwikkeld zoals pijp– en kabelleginstallaties en diverse modulaire systemen.

De laatste ontwikkelingen zijn die van het ontwerp en de constructie van compleet nieuwe en kostenbesparende multifunctionele boorinstallaties.

Voor verdere info zie [bijlage 10.2](#_Huisman_Equipment_B.V.).

# Literatuuronderzoek elektrische bekabeling

Voorafgaand aan het specificeren en dimensioneren van de kabeleisen, is er onderzoek gepleegd naar de wet- en regelgeving in de offshore wereld. Door middel van een top-down overzicht is getracht inzicht te verkrijgen in hoe deze wereld in elkaar steekt.

In [bijlage 10.3](#_Overzicht_Wet-_en_1) is een visuele weergave gemaakt van dit top-down overzicht.

## Wet- en regelgeving algemeen

Wanneer er een schip ontworpen wordt, dient de eigenaar of constructeur zich te houden aan zowel de SOLAS[1] als de IMO[2]. De SOLAS is als gevolg van de ramp met de Titanic (1912) opgericht om de veiligheid van alle opvarenden te waarborgen.

SOLAS valt sinds 1954 onder de [Internationale Maritieme Organisatie](http://nl.wikipedia.org/wiki/Internationale_Maritieme_Organisatie) (IMO). De IMO is een in Londen zetelende organisatie die op internationaal niveau afspraken maakt en vastlegt om de scheepvaart zo veilig mogelijk te maken.

De SOLAS beschrijft aan welke eisen zeegaande schepen moeten voldoen op het gebied van constructie, uitrusting en bemanning, afhankelijk van het vaargebied.

De uitrusting bestaat onder andere uit de radioapparatuur en de veiligheidsmiddelen, zoals [reddingssloepen](http://nl.wikipedia.org/wiki/Sloep#Reddingssloep), -vlotten en brandbestrijdingsmiddelen.

Het toezicht op de naleving van SOLAS ligt bij de vlaggenstaat. Deze besteedt de controle steeds meer uit aan classificatiebureaus. Ondanks de toenemende regelgeving vinden er nog te veel ongelukken plaats. Daarom is de havenstaatcontrole (Port State Control) ingesteld. Dit is een reactie op het tekortschieten van de controles van de vlaggenstaten en dan vooral die van de goedkope vlaggen, die dit gedelegeerd hebben naar classificatiebureaus. Kort gezegd houdt dit in dat voor alle vlaggenstaten dezelfde maat gehandhaafd wordt. Wanneer een schip niet voldoet aan de door de haven en classificatiebureau gestelde eisen of de juiste certificaten mist, komt het schip de haven niet in. Dit allemaal ter voorkoming van onnodig leed en kosten.

### Regelgeving SOLAS en IMO betreffende elektrische bekabeling

Voor het onderzoek naar flexibele kabels is er onderzoek verricht naar wat er in de maritieme regelgeving gesteld wordt over de elektrische bekabeling. Zowel de SOLAS als de IMO zijn hier beide kort maar krachtig over:

***Citaat uit SOLAS Ch2.1/Regulation 45/5.2***

*All electric cables and wiring external to equipment shall be at least of a flame-retardant type and shall be so installed as not to impair their original flame-retarding properties. Where necessary for particular applications the Administration may permit the use of special types of cables such as radio frequency cables, which do not comply with the foregoing*

[Solas Ch2.1/Regulation 45/5.2]

***Citaat uit IMO Ch5/5.5.9***

*All electric cables and wiring external to equipment should be at least of a flame-retardant type and should be so installed as not to impair their original flame-retarding properties. Where necessary for particular applications the Administration may permit the use of special types of cables such as radio frequency cables, which do not comply with the foregoing*

*\* Refer to the recommendations published by the international Electrotechnical Commission concerning flame-retarding properties of bunched cables and characteristics of the cable of a fire resistant type.* [IMO Ch5/5.5.9]

In beide reglementen valt duidelijk terug te lezen dat elektrische bekabeling minimaal van een vlamvertragend type moet zijn. Voor speciale gevallen, waar niet-gekeurde kabels toegepast worden, kan de commissie gebruik van andere toestaan.

### Classificatie bureaus over elektrische bekabeling



Een classificatiebureau, vaak klassebureau genoemd, is een onafhankelijke organisatie die van oudsher het casco en de machinerie van [schepen](http://nl.wikipedia.org/wiki/Schip_(transportmiddel)) inspecteren.

Classificatiebureaus geven regels en voorschriften uit voor de bouw en uitrusting van schepen. Tevens houden zij toezicht op de bouw en volgen de levensloop van een schip door middel van periodieke controles.

Figuur ‑ Maltezer Kruis

Deze schepen krijgen een klasse-teken en worden in een register van het benaderde bureau opgenomen. Het [Maltezer kruis](http://nl.wikipedia.org/wiki/Maltezer_kruis), zie afbeelding, wordt door classificatiebureaus gebruikt om aan te geven dat een schip onder speciaal survey(toezicht) is gebouwd. Op die manier hebben [reders](http://nl.wikipedia.org/wiki/Reder), [verschepers](http://nl.wikipedia.org/w/index.php?title=Verscheper&action=edit&redlink=1) en [verzekeraars](http://nl.wikipedia.org/wiki/Verzekeraar) een waarborg voor betrouwbare constructie.

In overleg met Bakker en Huisman, is er een keuze gemaakt welke classificatiebureaus standaard toegepast zouden worden.

Dit zijn DNV, Lloyds en Bureau Veritas geworden. De keuze om meerdere classificatiebureaus als standaard te kiezen is vrij eenvoudig te onderbouwen.

Voor voornamelijk de kustvaart is Bureau Veritas belangrijk. Voor alle andere zeevaart en offshore business worden vooral DNV en Lloyds als standaard gezien.

De classificatiebureaus beschrijven in hun reglementen aan welke eisen en normen kabels moeten voldoen. Kabelfabrikanten ontwerpen en produceren aan de hand van deze eisen kabels. Voor kabels die volledig voldoen aan deze eisen kan een Type approval worden aangevraagd. Type approval wil zeggen dat de kabel tijdens de ontwerpfase getest en gekeurd wordt, waarna deze levenslang geproduceerd kan worden op hetzelfde certificaat. Dit is de typegoedkeuring waar zowel Bakker als Huisman naartoe willen.

Wanneer er nu een kabel geproduceerd wordt die niet volledig voldoet aan de eisen, kan een Batch approval afgegeven worden. Een batch approval is een zogenaamde partijgoedkeuring. Van elke partij wordt een stuk kabel aan tests onderworpen. Wanneer de resultaten voldoende zijn, wordt de partij voorzien van een batch approval.

Als laatste hebben we een Case approval. Zoals de naam doet vermoeden wordt dit type approval afgegeven voor één specifieke toepassing. Vaak wordt er een kabel toegepast die niet of niet volledig voldoet aan de gestelde eisen. Door het treffen van extra veiligheidsvoorzieningen tijdens het engineeren kan alsnog deze approval verkregen worden.

#### Lloyds over bekabeling

Kabeleisen: De toegepaste kabels moeten voldoen aan de in de IEC 60092-3xx serie gestelde mechanische eisen.

Kabelbundels die niet voldoen aan IEC 60332-3 of aan andere vuurverspreidingstests, zullen voorzien moeten zijn van vuurstops.

Zelfdovend in overeenstemming met IEC 60332-1. Kabels die voldoen aan deze norm moeten voorzien zijn van mantelmateriaal die zelfdovend is. Wanneer een enkelvoudige kabel, voorzien van zelfdovend materiaal, kort wordt blootgesteld aan een kleine vlam, moet deze vanzelf doven.

#### DNV over bekabeling

Kabeleisen: De toegepaste kabels moeten voldoen aan de in de IEC 60092-3xx serie gestelde mechanische eisen.

Zelfdovend in overeenstemming met IEC 60332-1: Kabels die voldoen aan deze norm moeten voorzien zijn van mantelmateriaal die zelfdovend is. Wanneer een enkelvoudige kabel, voorzien van zelfdovend mantel materiaal, kort wordt blootgesteld aan een kleine vlam, moet deze vanzelf doven. Kabels in brandgevaarlijke omgevingen dienen brandwerend te zijn volgens IEC 60331.

Kabelbundels: Kabel toegepast in kabelbundels moeten voldoen aan IEC 60332-3 of aan andere vuurverspreidingstests. Kabels voorzien van een gelijksoortige test zijn in overleg met classificatiebureaus toepasbaar.

Wanneer in installaties kabels worden toegepast die niet aan deze tests voldoen, dienen deze van een zodanige constructie voorzien te zijn dat vlammen zich niet voort kunnen planten langs de in bundels gelegde kabels.

Flexibele kabels; Het gebruik van flexibele kabels moet minimaal zijn en de lengte zo kort mogelijk.

#### Bureau Veritas (BV) over bekabeling

Kabeleisen: De toegepaste kabels moeten voldoen aan de in IEC 60092-3xx serie gestelde mechanische eisen.

Zelfdovend in overeenstemming met IEC 60332-1: Deze kabels zijn voorzien van mantelmateriaal welke zelfdovend is. Wanneer een enkelvoudige kabel, voorzien van zelfdovend mantelmateriaal, kort wordt blootgesteld aan een kleine vlam moet deze vanzelf doven.

Kabelbundels die niet voldoen aan IEC 60332-3 of aan andere vuurverspreidingstests, zullen voorzien moeten zijn van vuurstops.

### **IEC normen voor elektrische bekabeling**

[ Button back to homepage](http://www.iec.ch/index.htm)De Internationale Elektrotechnische Commissie (IEC) is een non-profit, non-gouvernementele organisatie, opgericht in 1906. De IEC-leden zijn deskundigen en afgevaardigden uit de industrie, overheden, verenigingen en de academische wereld. De leden verdiepen zich in de ontwikkeling van normen betreffende veiligheid van elektrische componenten en apparatuur. Ook doet de IEC voorstellen en ontwikkelt normen, maar is niet verantwoordelijk voor het toezicht op de naleving ervan. De controle wordt overgelaten aan de classificatiebureaus.

#### **Brandwerendheid**

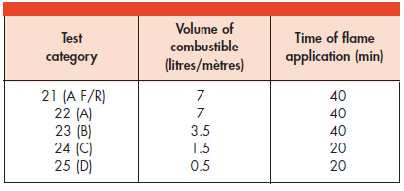
De kabels die brandvertragend zijn, moeten bestand zijn tegen vuur.

Dit wordt getoetst aan de hand van de eisen die opgegeven zijn in de IEC standaarden 60332-2 en 60332-3.

In deze norm staat beschreven dat de materialen waaruit kabels vervaardigd zijn

het verspreiden van vuur moeten voorkomen en zelfdovend zijn.

IEC 60332-3 is de norm waarin beschreven staat aan welke eisen een kabel tijdens een brandtest moet voldoen.



Tabel - Categorieën met Brandtijden

Tijdens deze test worden kabels verticaal gebundeld en aan een open vlam blootgesteld.

Voor de testkabel wordt het totaal volume van het mantel materiaal berekend. Hierin worden zowel de mantel, afscherming als vulmateriaal meegerekend.

Aan de hand van dit volume is met tabel 1 een bepaling te maken binnen welke categorie de kabel hoort. De test is opgedeeld in vijf test categorieën 21(A F/R) t/m 25(D). Categorie A F/R is voor speciale kabels. Verdere details zijn terug te vinden in IEC 60332-2-21. Voor elke categorie is opgegeven gedurende welke tijdsduur de kabel aan vuur wordt blootgesteld.

Hieronder staan de soortgelijke normen opgesomd.



Figuur ‑ Verticale brandtest

* EN 50266 (voormalig IEC 60332-3);
* DIN VDE 0472-804, testprocedure;
* EN50266;
* IEEE 383;
* IEC 60332-3, cat. A, B;
* CNBN C 30-004 cat. F2;

Deze normen zijn gebaseerd op de IEC standaard. Echter worden deze niet door classificatiebureaus erkend.

Om te voldoen aan de IEC 60332-3, wordt de kabel gebundeld gemonteerd op een verticale baan en aan een open vlam blootgesteld, zoals hiernaast afgebeeld.

De kabels worden gedurende een vastgestelde brandtijd aan de vlammen blootgesteld.

Wil de kabel de test volbrengen, dan dient deze voorzien te zijn van een zodanige constructie dat vuur zich niet voort kan planten langs verticaal geplaatste kabels die in bundels gelegd zijn. Het mantelmateriaal van de kabel moet na verwijderen van de vlam vanzelf doven. Ook mag het mantelmateriaal het vuur niet meer dan 2,5 meter hebben voortgeplant.



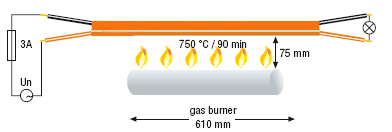
Figuur ‑ Verticale brandtest op enkele kabel

IEC 60332-1 is de proef voor een enkele geïsoleerde kabel of draad. De testprocedure en -vereisten zijn in overeenstemming met de afbeelding links.

Deze eenvoudige test geeft een adequate beoordeling van de vlamvertragende eigenschap van één enkele kabel. Afhankelijk van de grootte wordt de kabel blootgesteld aan een gereguleerde vlam gedurende vastgestelde tijd.

De test is geslaagd als de kabel vanzelf dooft en het verbrande gedeelte maximaal 50 mm bedraagt, gemeten vanaf de bovenste steun.

Voor scheepskabels is het een vereiste om te voldoen aan de IEC 60331-21 test, waarin een kabelmonster wordt onderworpen aan een vlam van minimaal 750˚C. De vlam wordt gedurende 90 minuten onder de kabel geplaatst waarna de kabel 15 minuten afkoelt. Gedurende de hele test wordt de nominale spanning op beide geleiders gezet. Een toe- of afname van de kabelweerstand met als gevolg een veranderende stroom kan binnen deze test duiden op afkeur van de kabel. Op deze manier wordt het functiebehoud van de kabel gecontroleerd.



Figuur ‑ Brandwerendheid test van kabels

#### IEC 60092 Mantelmaterialen

Kabelfabrikanten hebben in hun specificaties typevermeldingen zoals SHF1 en SHF2 staan. Deze termen hebben betrekking op de materialen gebruikt in de mantel van de toegepaste kabel. Een korte uitleg over de aangeboden materialen en hun eigenschappen volgt nu.

**SHF1** is een thermoplast. Een thermoplast is een [kunststof](http://nl.wikipedia.org/wiki/Kunststof) dat bij sterke verhitting zacht wordt. Deze materiaalgroep bestaat uit lineaire macromoleculen **zonder dwarsverbindingen**. In de moleculen zijn de bindingen covalent en sterk, terwijl de moleculen onderling gebonden zijn door [vanderwaalsbindingen](http://nl.wikipedia.org/wiki/Vanderwaalskrachten). De laatstgenoemde bindingen breken gemakkelijk bij opwarming waardoor de losse ketens langs elkaar kunnen 'glijden' en de thermoplast zal smelten.

**SHF2** is een thermoharder of thermohardende polymeer, ook wel duroplast genoemd. Het materiaal blijft hard wanneer deze verhit wordt. Deze materiaaleigenschap is mogelijk door de dwarsverbindingen tussen de individuele ketens.

In de tabel hieronder staan de materialen volgens **IEC 60092-359**. Hierin staat per mantelmateriaalsoort beschreven wat de adertemperatuurgrens is voor het gekozen materiaal.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Mantel materiaal | Benaming | Temperatuur grens  van aders In C⁰ |
| *Thermoplast* |  |  |
|  |  |  |
| Op basis van polyvinyl chloride  of copolymeer van vinylchloride | ST 1 | 60 |
| en vinylacetaat | ST 2 | 85 |
| Halogeen vrij | **SHF1** | 85 |
|  |  |  |
| *Elastomeer of thermohardende* |  |  |
|  |  |  |
| Op basis van polychloropreen rubber | SE 1 | 85 |
| Op basis van chloor gesulfoneerd polyethyleen  of gechloreerd polyethyleen rubber | SH | 85 |
| Halogeen vrij | **SHF2** | 90 |

Tabel 2 - Thermische eigenschappen mantelmateriaal

Classificatiebureaus hebben in hun reglementen het volgende vermeld staan over het toegepaste mantelmateriaal: “Het materiaal moet voldoen aan de IEC 60092-359”.

Uit eerdere onderzoeken van kabelfabrikanten is gebleken dat mantelmaterialen van het type SHF1 & SHF2 een betere oplossing zijn voor de gewenste temperatuurspecificaties. Onderzoek binnen de vereiste normen heeft uitgewezen dat er van de materialen SHF1 en SHF2 afgeweken mag worden.

## Kabeleisen Bakker Sliedrecht

Buiten de door classificatiebureaus vereiste normen, heeft Bakker te maken met eisen van klanten. Hieronder staan de gewenste normen uitgelicht en verder uitgewerkt.

### Zeewaterbestendig

Kabels komen veel in contact met zeewater. Zoals bekend heeft zeewater een slechte uitwerking op veel mantelmaterialen. Uitdroging gevolgd door breukvorming is een vervelend euvel wat voorkomen dient te worden. In de normen en IEC-standaarden is deze eis niet terug te vinden.

### Langs- en dwarswaterdicht

Kabels toegepast in onderwatertoepassingen moeten waterdicht zijn. Water en elektriciteit zijn immers vijanden van elkaar. De juiste namen voor deze eigenschappen zijn langs- en dwarswaterdichtheid.

***Langswaterdichtheid*** wil zeggen dat het mantelmateriaal genoeg verkleefd moet zijn met de ondergelegen laag. Verkleefd wil zeggen dat er een juiste binding tussen mantel- en onderliggend materiaal aanwezig is. De kabels zijn voorzien van tape dat opzwelt wanneer deze in contact komt met vocht. Bij beschadiging van het mantelmateriaal voorkomt dit de waterverplaatsing tussen de mantel en de ondergelegen laag.

Met de ***dwarswaterdichtheid*** van een kabel wordt de doorlaatbaarheid van water beschreven. Het gebruikte mantelmateriaal moet een dichtheid hebben die groter is dan die van water. Als dit niet het geval is, bestaat de mogelijkheid dat de aders in contact komen met water.

### UV-resistent

Mantelmaterialen ondergaan onder invloed van het zonlicht een snelle petrochemische degradatie indien ze niet op een geschikte wijze gestabiliseerd zijn. Dit houdt simpelweg in dat het materiaal bestand is tegen zonlicht. Mantelmaterialen van kabels staan gedurende lange tijd bloot aan zonlicht, een UV-type met een specifieke spectrale verdeling.  
  
De UV-weerstand van kunststof is afhankelijk van 3 factoren: dikte, opaciteit en het gebruik van UV-stabilisatoren. Een combinatie van deze 3 factoren beschermt kunststof tegen UV-licht.

Om te testen of de toegepaste materialen 10 jaar meegaan, worden de kabels gedurende 200 uur blootgesteld aan UV-licht. Na 200 uur wordt de breuksterkte van het materiaal bepaald. Aan de hand van deze gegevens wordt de minimale levensduur van een kabel bepaald.

### Olieresistent

DIN EN 50264-3-2 zijn gelijkwaardig aan EN 50305 en EN 60811-2-1.

Hiermee wordt de oliebestendigheid van het gebruikte materiaal van de mantel beschreven. Deze norm is overgenomen uit de wereld van de spoorwegen. Oliebestendigheid van kabels krijgt echter ook steeds meer zijn plaats binnen de offshore wereld. Een simpel voorbeeld is de boorvloer en directe omgeving op een drilling installatie. Binnen deze omgeving is kans op contact met olie zeer waarschijnlijk.

Voor de goedkeuring moet de toegepaste kabel vervaardigd zijn uit materiaal welke voldoet aan de oliedoorlaatbaarheidstest. Tijdens deze test wordt een kabel gedurende 72 uur ondergedompeld in olie van 100⁰C. De kabel mag tijdens deze test geen olie doorlaten of aangetast zijn door de olie.

### Buigradius en buigfrequentie

Bij een maximale buigradius van 10 x de kabeldiameter moet de kabel minimaal 60.000 buigcycli kunnen maken. Hierdoor is de gemiddelde levensverwachting van de kabel circa 10 jaar. Deze waarden zijn gebaseerd op praktijkvoorbeelden zoals op de sleephopperzuigers, cutters en de Huisman offshore kranen. Gemiddeld zijn de installaties 300 dagen per jaar actief.

Dit resulteert in: 60.000 / (10 x 300) = **20 buigcycli per dag**

Bekend gegeven is dat als gevolg van mechanische beschadigingen slechts een heel klein deel van de kabels ook daadwerkelijke de gewenste 10 jaar haalt. Deze beschadigingen worden veroorzaakt door vallen van of klemlopen van kabels in drag chains.

De Buigsnelheid is afhankelijk van de toepassing waarin deze gebruikt wordt.

Uitzonderingen daargelaten ligt de gemiddelde snelheid tijdens het buigen tussen de 0,1 en 0,3 m/s. Voor snellere toepassingen dient de specificatie van de kabels nader bekeken te worden.

## Kabeleisen Bakker en Huisman

### Halogeenvrij

IEC 60754-1 is de norm voor halogeenvrij. Deze verwijst naar de afwezigheid van halogene stoffen, zoals chloor en fluor in de rookuitstoot tijdens brand. Dit wordt bepaald op basis van het halogeen- en het zuurgehalte in de gassen van de kabel wanneer deze aan hitte en open vuur wordt blootgesteld.

In de norm is het halogeengehalte per mantelmateriaal bepaald. Om te voldoen aan de eisen van een halogeenvrije kabel, mag het halogeengehalte van het toegepaste materiaal niet meer bedragen dan 0.5% of 5 mg/g.

In de reglementen van de classificatiebureaus Lloyds, DNV en BV staat het volgende beschreven voor halogeenvrije kabels:

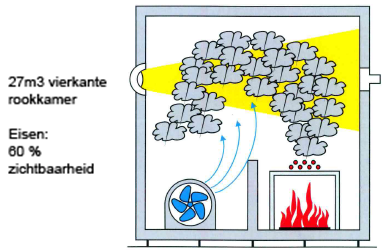
“Kabels, welke leef- of andere compartimenten waar zich mensen kunnen bevinden passeren, moeten van een halogeenvrij type zijn.”

Vooruitlopend op de feiten is er voorzien dat binnen een aantal jaar alle elektrische bekabeling, binnen offshore installaties, van een halogeenvrij type moeten zijn.

Met dit als stelregel en inspelend op het groeiend aantal normen, is er gekozen om standaard te kiezen voor “halogeenvrije” bekabeling.

IEC 60754-2, vervolg op IEC 60754-1. In deze norm staat beschreven wat de maximale zuurgraad van de rook mag zijn die vrijkomt bij verbranding. De PH-grenswaarden zijn 4,3 voor een elektrische geleidbaarheid van 10 μSiemens/mm. Overschrijden van deze waarden betekent uitsluiting van approval.

### Rookuitstoot



Figuur ‑ Rooktest volgens IEC 61034

Uitstoot van rook verwijst naar de zichtbaarheid tijdens brand.

IEC 61034 is de norm waarin beschreven staat hoe groot de rookuitstoot

van kabels bij blootstelling aan vuur mag zijn. Hoe groter de lichttransmissie, des te beter de zichtbaarheid.

Er wordt getest volgens de IEC 61034-1 (testmethode) en IEC 61034-2 (testvereisten) normen. Voor het behalen van een voldoende resultaat dient er in een testruimte van 24 m3 een zichtbaarheid te zijn van minimaal 60%.

### Hoge en lage temperatuur

Kabels worden toegepast in zowel warme als koude omgevingen.

Binnen standaard applicaties, zoals boorinstallaties en kranen, worden ze overal ter wereld toegepast. De buitentemperatuur ligt hier rond 45⁰C. De meeste kabels lopen binnenin de installatie. Uit ervaring blijkt dat de binnentemperatuur van de installatie op kan lopen tot een maximum van 60⁰C.

Voor **Artic** applicaties moeten de kabels ook geschikt zijn. Kabels binnen Huisman installaties moeten -20⁰C kunnen halen.

Met deze gegevens zijn een minimum temperatuur van ***-30⁰C*** en een maximum temperatuur van ***90⁰C*** gespecificeerd.

## Kabeleisen Huisman

Net zoals Bakker heeft ook Huisman te maken met klanten die eisen stellen aan de installatie. Veel van deze eisen vallen buiten de door classificatiebureaus vereiste normen. De belangrijkste en meest voorkomende kabeleisen worden verder uitgelegd.

### Mud resistant

In het geval van boorinstallaties is het belangrijk dat de kabels mud resistant zijn. Mud is een redelijk agressieve chemische substantie die bij het boren naar gas en aardolie gebruikt wordt. De norm die deze eigenschappen beschrijft is de ***NEK606***. Momenteel wordt de norm nog door geen enkel bureau vereist. Echter gezien het groeiend aantal drilling gerelateerde orders is het slechts een kwestie van tijd totdat dit een standaard wordt.

De norm vereist dat de kabel voorzien is van een SHF 2 mantelmateriaal.

Om te voldoen aan deze norm, wordt de kabel gedurende langere tijd(± 2 maanden) in een bad met olie ondergedompeld. Deze test wordt in totaal drie keer herhaald met 3 verschillende type olie. Aan het eind worden de treksterkte, uitrekken van mantelmateriaal, zwelling en gewichtstoename gemeten. De meetwaarden mogen niet meer dan 30% van de beginwaarden afwijken.

# Kabelspecificaties

## Totstandkoming cable requirements

Voor het selecteren van het juiste type kabel is het van belang dat de gestelde eisen bekend zijn. Deze eisen zijn bepaald aan de hand van het toepassingsgebied waarin de kabel geplaatst gaat worden. Offshore classificatiebureaus, DNV, Lloyds en BV, hebben in de reglementen beschreven staan aan welke eisen elektrische bekabeling moet voldoen.

Wanneer opererend in de niet-beschreven gebieden van de reglementen en normen, dient er een afstemming plaats te vinden met het benaderde classificatiebureau.

Zodoende is het onmogelijk niet-gecertificeerde kabels toe te passen in een technisch gevaarlijke ruimte. Classificatiebureaus kunnen hier echter aparte “Batch Approvals" voor afgegeven. Batch approvals zijn alleen te verkrijgen in overleg met het betreffende classificatiebureau.

Zoals eerder besproken is het vinden van een totaaloplossing een pre. Zodoende zijn alle door classificatiebureaus vereiste en gewenste normen verwerkt tot een complete cable requirements sheet. Zie [bijlage 10.4](#_Cable_requirements) voor uitgebreide details.

## Uitleg Cable requirements

Tabel 10.4 is opgebouwd met gegevens uit het verrichte literatuuronderzoek. In de kolom requirements staan alle specificaties waaraan een kabel moet voldoen. Voor deze requirements zijn waar mogelijk de bijbehorende normen met bijhorend nummer omschreven. Ook zijn de speciale eisen als optionele eis aangegeven.

In de hieropvolgende kolommen staan vaste type kabels verdeeld in 3 basiscategorieën. Alle kabels zijn van het type FLEX - FLEXibel. Een korte uitleg per type volgt nu.

**INSTR** - INSTRumentatie kabel. De signaalkabels worden gebruikt voor signalerings en besturingsdoeleinden in laagspanningsinstallaties. Grote vermogens zijn uitgesloten.

De kabels zijn niet afgeschermde en bedoelt voor vaste montage.

**CTRL** - ConTRoL kabels. Dit is een niet afgeschermde control kabel bedoeld voor vaste montage. De control kabels worden gebruikt voor aansturing van signaleringen en besturingen.

**PWR** – PoWeR kabels beter bekend voedingskabels zijn niet afgeschermd en bedoelt voor vaste installatie. Grote vermogens zijn geen probleem.

Verder zijn er specifieke eisen aan de kabels gesteld. Hier is een onderverdeling gemaakt tussen **SC**- SCreened en **EMC** - Electro Magnetic Compatibility.

EMC kabels zijn voor 85% emc afgeschermd. Deze waarden is lager voor standaard Screened kabels.

## Gewenste adersamenstelling

IEC 60228 beschrijft dat kabels voor offshore toepassingen van klasse 2 of 5 moeten zijn. Voor flexibele toepassingen wordt geëist dat kabels voorzien zijn van **klasse 5** aders. De klassen beschrijven de adersamenstelling en opbouw van de kabel.

De klassen houden het volgende in:

* Klasse 1: Massieve ader
* **Klasse 2: Getwiste/gedraaide geleiders bestemd voor vaste installatie**
* **Klasse 5: Flexibele ader**
* Klasse 6: Zeer Flexibele ader

**Klasse 1** zijn wegens de massieve aders volgens de reglementen van de classificatiebureaus niet toegestaan. Massieve aders zijn niet geschikt om veelvuldig te buigen. Bij meermalig buigen breken deze aders simpelweg af.

Om deze reden is het gebruik van massieve aders door classificatiebureaus niet toegestaan.

**Klasse 6** aders zijn zeer flexibel. Volgens de classificatiebureaus is deze klasse niet toepasbaar voor flexibele toepassingen. De aders zijn volgens de norm te klein.

De kabelfabrikant Leoni ziet mogelijkheden om kabels met klasse 6 geleiders met class approval te produceren, onduidelijk is nog op welke wijze dit verkregen kan worden.

Klasse 6 met approval is een recente ontwikkeling en door tijdgebrek is dit buiten beschouwing gehouden van deze opdracht en doorgeschoven naar de aanbevelingen.

# Type approvals

Met de samengestelde kabel requirements zijn kabel fabrikanten benaderd.

De fabrikanten hebben aan de hand van de specificaties uitgezocht wat er binnen de standaard kabels mogelijk is. Per categorie zijn de bevindingen verder uitgewerkt.

## Instrumentatie kabel

Voor de instrumentatie kabel is gekeken naar wat er aangeboden kan worden. In de tabel hieronder zijn de kabel specificaties van fabrikanten tegenover en de cable requirements en elkaar uitgezet. Uit de resultaten blijkt dat niet alle gevraagde specificaties haalbaar zijn.

In de tabel in bijlage 10.5 [Preferred INSTR cables](#_Preferred_INSTR_cables) staan de kabels die voldoen aan de meeste eisen. Zoals te zien is alleen de Leoni BETAflam 145 C-FLEX kabel voorzien van een type approval.

Het verkrijgen van een type approval voor de Helukabels is een volgende stap.

Wanneer de benodigde certificaten verkregen zijn, kunnen ook deze als preferred gemaakt worden.

## Control kabel

Voor de control kabels is hetzelfde gedaan. De kabelfabrikanten zijn aan de hand van de kabel requirements gaan kijken wat er binnen het huidige aanbod leverbaar is.

Ook is gestart met het ontwerpen van nieuwe kabels. In tabel bijlage 10.6 [Preferred CTRL kabels](#_Preferred_CTRL_kabels_1) staan de kabels die aan de meeste eisen voldoen.

Zoals te zien blinkt ook de Leoni BETAflam 145 C-FLEX in deze categorie uit.

Verder is het zaak voor de andere aangeboden kabels type approval te verkrijgen.

## Power kabel

Voor de power kabels is er gekeken naar de mogelijkheden die standaard geboden kunnen worden. Enkele oplossingen zijn al beschikbaar.

Deze zijn niet voorzien van de juiste keurmerken. Eén fabrikant is een onderzoek gestart naar de mogelijkheden en heeft positieve resultaten gepresenteerd. Deze resultaten zijn meegenomen in bijlage 10.7 [Preferred PWR kabels](#_Preferred_PWR_kabels).

Binnen de categorie heeft zowel Leoni als TKF een kabel beschikbaar. Tot 120mm2 voldoet de Leoni BETAflam 145 C-FLEX. Boven de 120mm2 is er momenteel nog geen kabel beschikbaar. Voor de TKF en Helukabels is het van belang de benodigde certificaten en het type approval te behalen. Deze kabels kunnen dan als preferred toegepast worden.

## Speciaal kabels

Het betreft hier kabels met speciale en lastig te combineren eigenschappen.

### Mud resistent kabel

Uit onderzoek van kabelfabrikanten is gebleken dat er kabels bestaan die aan de gestelde normen voldoen. Zowel Leoni als Helukabel voorzien in deze vraag.

De Leoni BETAtrans en Helukabel Shipflex optie C voorzien in deze vraag.

Het probleem met beide kabels is dat deze niet voorzien zijn van de juiste certificaten.

Verder is uit onderzoek gebleken dat de eisen van de IEC 61034 – Low Smoke density met de huidige materialen net voldoen.

Het laatste probleem is de prijs. Kabels voorzien van Mud resistente mantels zijn velen malen duurder dan standaard flexibele varianten. Dit komt door het benodigde productie proces en toegepaste technieken voor het maken van dit type kabel.

### **Waterdichtheid kabels**

Onderzoek van Leoni, TKF en Helukabel hebben aangetoond dat eis voor langswaterdichtte kabel lastig haalbaar is. Kabels moeten voorzien zijn van een constructie die het verplaatsen van water door de mantel lastig maakt. Door Leoni wordt voorgeschreven dat het mantel materiaal van een type SHF 2 moet zijn.

Het vervaardigen van SHF 2 materialen is zeer arbeids intensief. Hierdoor komt de kostprijs 40% hoger te liggen dan flexibele kabels met certificering.

# Acties naar aanleiding van het kabelonderzoek

Na grondig onderzoek op de kabelmarkt is te concluderen dat met betrekking tot de offshore wereld er geen standaard kabels voor flexibele toepassingen beschikbaar zijn.

Dit was aanleiding om oude contacten bij kabelfabrikanten te vernieuwen en nieuwe contacten aan te boren. Alle benaderde partijen zijn voorzien van de gewenste kabeleisen met daarbij een schatting van de hoeveelheden bekabeling die op jaarbasis afgenomen zou kunnen worden.

In dit hoofdstuk wordt per fabrikant de situatie, actie en reactie besproken.

## Helukabel



**Situatie:** Helukabel is begin 2011 benaderd over het probleem. De reactie van Helukabel was enigszins ongecontroleerd. Binnen een aantal maanden was er al een testkabel gefabriceerd.

Volgens de vertegenwoordiger, Patrick Lehman, voldeed deze kabel aan de eerder besproken normen. Vrijwel direct na het zien van de bijgeleverde specificaties bleek dat de kabel niet aan de gestelde normen kon voldoen. Met de eigenschappen van de testkabel was het onmogelijk een DNV of Lloyds certificering binnen te halen.

**Actie:** Met de foute kabel in het achterhoofd is de aanpak voor het onderzoek veranderd. Helukabel werd voorzien van de gewenste kabelspecificaties en de gemiddelde hoeveelheid per jaar afgenomen kabel.

Na een tweetal meetings is er overeen gekomen dat Helukabel onderzoek gaat doen naar de mogelijkheden die zij kunnen bieden. Patrick Lehman heeft zijn huiswerk gedaan en zit op één lijn met Huisman en Bakker.

**Reactie:** Er is door Helukabel gekeken naar de haalbaarheid van de gestelde eisen. Hieruit kwam naar voor dat het gros van de gestelde eisen haalbaar is. Zodoende is er op papier een kabel ontworpen.

**Resultaat:** Nahet ontwerp iser een testkabel geproduceerd. HELUKABEL SH-PC-A t/m D ([bijlage 10.8](#_Kabelspecificateis_Helukabel_1)) voldoen al aan de meeste gestelde eisen en normen. Het laatste obstakel wat genomen dient te worden is het benaderen van de classificatiebureaus. Er zal aan de hand van de verkregen testresultaten gekeken gaan worden of de kabel aan de gestelde normen voldoet.

## Leoni Struder/Calpe



**Situatie:** Huisman heeft al in 2009 contact gelegd met Leoni, binnen Nederland vertegenwoordigd door Calpe.

Deze vruchtbare contacten hebben geresulteerd in een certificering van de Leoni Betaflam 145C-Flex kabel ([Bijlage 10.9](#_Kabelspecificaties_Leoni_1)). Deze kabel is Lloyds en DNV gecertificeerd.

Het enige nadeel van deze kabel is de hoge inkoopprijs. Reden hiervoor is de hoge maximum temperatuurspecificatie (145⁰C ) waarbinnen de kabel toepasbaar is. Dit is veel hoger dan het in de normen gestelde maximum van 90⁰C.

Door deze hoge temperatuurspecificatie is ook de prijs hoog. Momenteel wordt dit type kabel veel toegepast bij flexibele toepassingen.

**Actie:** Leoni heeft na de meeting met Huisman en Bakker van september 2011 besloten af te wachten aan welke normen de kabels voor Huisman en Bakker moeten voldoen. Na het verzenden van de cable requirements is Leoni een onderzoek gestart naar de mogelijkheden. Alex de Krijger ondersteunt het onderzoek vanuit Nederland. Tevens is deze naar Zwitserland geweest om de zaken verder aan te kaarten.

**Reactie:** Aan de hand van de eerder besproken kabelspecificaties heeft Leoni onderzoek gedaan naar de mogelijkheden die aan te bieden zijn.

Er is in overleg besloten de oliebestendigheid en langswaterdichtheid als optie mee te nemen in het onderzoek.

**Resultaat:** De Betaflam C-flex kabel, al veel toegepast binnen Huisman, voldoet aan de meeste standaardeisen gesteld door Huisman en Bakker.

Voor de oliebestendigheid wordt als alternatief de Betatrans Flex ([Bijlage 10.9](#_Kabelspecificaties_Leoni_1)) aangeboden. Dit is een kabel afkomstig uit de spoorwegsector. Het enige nadeel is de prijs die 30 tot 40% hoger is dan de standaard Betaflam kabels.

De eis om kabels langswaterdicht te krijgen is lastig. Bestaande kabels uit de Leoni Naval Line zijn zeer duur en voldoen niet aan de andere gestelde normen. In overleg is besloten deze als special kabel te zien. De verwachting is dat in de loop van 2012 verdere resultaten binnen zijn.

## Üntel

**Situatie:** Üntel is een in Turkije gevestigde firma met in Nederland DTC Elektro als vertegenwoordiging.

Bakker doet al langer zaken met Üntel en zodoende is ook deze fabrikant aangeschreven.

**Actie/reactie:** Zowel direct als via DTC is Üntel aangeschreven en voorzien van de gewenste kabelspecificaties. Er is meermalen getracht contact te leggen, maar dit is nog niet gelukt.

## TKF



**Situatie:** TKFheeftjarenlang kabels geleverd aan Huisman en Bakker Sliedrecht. Sinds een jaar of 10 worden er geen kabels meer afgenomen bij TKF. Reden is dat er geen kabels leverbaar waren die als offshore-waardig aangemerkt worden.

Sinds een halfjaar is er een andere wind gaan waaien binnen TKF.

Momenteel is het bedrijf in meerdere subdivisies opgedeeld, waaronder een speciale Marine en Offshore tak. Na deze herziening is TKF de goede weg ingeslagen wat de ontwikkeling van nieuwe kabels betreft.

**Actie:** TKF is benaderd met de vraag of zij kabels kunnen leveren die voldoen aan de gestelde kabelspecificaties. Berto Somsen van TKF heeft zich na de meeting in september 2011 bereid verklaard een onderzoek te starten naar de mogelijkheden.

**Reactie:** Huisman was uitgenodigd op deOffshore beurs inAhoy.TKF presenteerde hier hun oplossing voor flexibele kabels voor laagspanningstoepassing (TKF Marine Cables). De BOQp0.6/1kV flex kabel([bijlage 10.10](#_Kabel_TKF)) is de eerste in een van de nieuwe serie.

Dit resultaat is een zeer grote stap in de goede richting. Dit nieuwe type kabel voldoet aan vrijwel alle gestelde eisen.

**Resultaat:** In januari 2012 worden de resultaten van het onderzoek naar de mogelijke oplossingen voor laagspanning kabels voor flexibele offshore toepassingen gepresenteerd. Wel heeft Berto door laten schemeren dat bepaalde eisen met elkaar botsen.

## Draka

**Situatie:** Hetzelfde als bij TKF is er ook bij Draka aan de hand.Drakaheeftjarenlang kabels geleverd aan Huisman. Bakker Sliedrecht past nog steeds Draka kabels toe, echter wordt dit steeds minder.

Draka is onderdeel geworden van de Prysmian group. Er is door deze fusie een andere wind gaan waaien door het bedrijf. Er heeft een reorganisatie plaats gevonden, waarbinnen een aparte Marine en Offshore tak is opgericht.

**Actie:** Er is contact gezocht met Frank Rutte. Frank vertegenwoordigt de Infra- en Offshoretak van Draka. Net als alle andere fabrikanten, is ook Frank voorzien van de benodigde kabelspecificaties. Tijdens de meeting in september 2011 is er verder overleg geweest naar de mogelijkheden die Draka kan bieden.

**Reactie:** Aan de hand van deze uitkomsten is Draka een onderzoek gestart naar de oplossingen die zij kunnen aanbieden. Vanuit Huisman was er weinig vertrouwen in de mogelijke oplossingen die dit onderzoek gaat opleveren.

**Resultaat:** Op 1 december 2011 werd er uiteindelijk door Frank gemeld dat Draka niet in deze behoeften kan voorzien.

# Conclusies

Uit dit onderzoek blijkt dat de huidige kabelmarkt op het moment niet voldoet aan de vraag van de offshore wereld. Leoni Strüder is op het moment de enige fabrikant die een kabel aanbiedt die, met beperkingen, toepasbaar is voor flexibele toepassingen, en die voldoet aan de gestelde normen.

Uit ervaring van Bakker blijkt dat kabels lastig langswaterdicht te maken zijn. Het is mogelijk, echter moet er wel rekening gehouden worden met een prijsstijging van 40%. Genoeg reden om te stellen dat langswaterdichtte en Mud resistent kabels als speciale kabels aan te merken en deze uitsluitend toe te passen wanneer dit noodzakelijk is.

Gevolg van dit onderzoek is dat de kabelmarkt actiever gemaakt is in de ontwikkeling van flexibele kabels die geschikt zijn voor eisen die gebruikelijk zijn in de offshore.

Van de vijf benaderde fabrikanten reageerden drie positief. Zij zullen begin 2012 met nieuwe kabelspecificaties komen voor flexibele offshore toepassingen.

# Aanbevelingen

Aan het eind van het afstudeerproject kunnen een aantal aanbevelingen gedaan worden. Met behulp van deze aanbevelingen is het mogelijk om op korte termijn beschikking te hebben over het juiste type kabel voor flexibele toepassingen.

Als dit onderzoek een vervolg krijgt, dan is het een aanbeveling de volgende stappen te volgen:

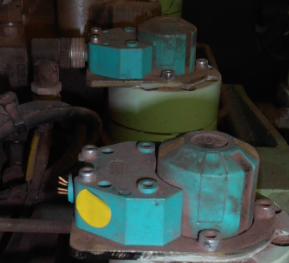
1. Ten eerste zullen de kabelspecificaties van de fabrikanten afgewacht moeten worden.
2. De kabelspecificaties afstemmen met de classificatie bureaus om certificering en toepassing soepel en zonder tegenslag te laten verlopen.
3. Het selecteren van de juiste kabel type(s) op basis van prijs en levertijd.
4. Produceren, testen en certificeren van de kabel type(s).

Een andere belangrijke aanbeveling is het onderzoeken van de mogelijkheden betreffende klasse 6 aders. De kabelfabrikant Leoni ziet mogelijkheden om kabels met klasse 6 geleiders met class approval te produceren. Onduidelijk is nog op welke wijze dit verkregen kan worden. Verder onderzoek hiernaar is gewenst.

Als laatste is het aan te bevelen langswaterdichte kabels als special cables aan te merken. Er bestaat geen standaard voor kabels in offshore installaties die voldoen aan deze eis. Specifiek onderzoek met fabrikanten naar totaal oplossingen is hiervoor vereist.

# Extra werkzaamheden

## Klep sensoren stikstof skids



Huisman past veel sensoren toe binnen toepassingen. In het geval van klepdetectie, worden veelal inductieve sensoren van het merk Pepperl en Fuchs toegepast.

Figuur ‑ inductieve sensor

Probleem met deze sensoren is de stekker verbinding. De stekkerverbinding is fragiel en breekt gemakkelijk af.

Een ander type sensor zou de vervanger gaan worden. De vervanger die men op het oog heeft is voorzien van 5 meter PVC kabel.

Het isolatiemateriaal PVC voldoet aan geen van alle eisen gesteld door classificatiebureaus.

Met deze resultaten is Pepperl en Fuchs benaderd over dit feit.

Na overleg blijkt het mogelijk een sensor met een gecertificeerde kabel te krijgen. Wel dienen er minimaal 500 sensoren in bulkvorm afgenomen te worden.

Conclusie: Pas een sensor met PVC kabel toe, maar houd kabellengtes zo kort als mogelijk.

## Drag chain kabels Gantry Crane



Figuur ‑ Gantry Crane

Op de Gantry Grane op de Noble Globetrotter I was het juiste type drag chain bekabeling nodig. Deze diende voorzien te zijn van de juiste keurmerken.

Voor de bekabeling van de positie encoders en de camera op de Guide beam was het van belang dat er het juiste type kabel toegepast werd. Vanuit het vaste kraanhuis worden deze, via drag chain verbindingen, met het desbetreffende bewegende onderdeel verbonden.

In eerste instantie zou er PUR kabel toegepast worden.   
IEC 60228 schrijft voor dat PUR niet voldoet aan de gestelde materiaaleisen.

Om de betrouwbaarheid en certificering te waarborgen is er bewust gekozen om een ander type kabel toe te passen.

Wegens de benodigde certificaten is de keuze gevallen op de Leoni Betaflam 145C-Flex kabel.

Aldus is dit probleem opgelost.

# Literatuuropgave

## Certificaten en regelgeving

1 - Solas, e SOLAS consolidated edition2004.pdf,

Geraadpleegd september 2011,

<http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx>

2 - IMO, 2001, Modu Code - Code for the Construction and Equipment of Mobile Offshore Drilling Units.pdf, Geraadpleegd september 2011,

<http://www.imo.org/Pages/home.aspx>

3 - DNV, 2011, Offshore standard, Det Norske Veritas, DNV-OS-D201,

Geraadpleegd september 2011,

<http://www.dnv.nl/uwmarktsector/maritiem/index.asp>

4 - Lloyds, 2007, Rules and regulations for the classification of ships control, electrical, refrigeration and fire.pdf, Geraadpleegd september 2011,

<http://www.lr.org/default.aspx>

5 - Bureau Veritas, April 2010, Rules for the Classification of Offshore Units.pdf

Geraadpleegd september 2011,

<http://www.veristar.com/wps/portal>

6 - IEC normen, IEC 60332-1/2, Geraadpleegd september 2011,

<http://www.iec.ch/>

## Kabelleveranciers/contactpersoon

**Leoni Struder**, Däniken, Zwitserland / **Calpe bv**, Nederland

A (Alex). Krijger

De Fliert 3, NL-3791 PV  ACHTERVELD  
Postbus  50, NL-3790 CB  ACHTERVELD

T: +31 (0)342 - 45 15 44  
F: +31(0)342 - 45 13 64

<http://www.calpe.nl/>   
<http://www.leoni.com/LEONI-Studer-AG-Daeniken.304.0.html?&L=1>

**Helukabel**, Nederland

P (Patrick). Lehman

De Kempen 4 6021 PZ BUDEL

Postbus 2094 6020 AB BUDEL

T: +31(0)495 – 49 90 49

F: +31 (0)495 – 49 90 48

<http://www.helukabel.nl>

**Draka Nederland**, Amsterdam, Nederland\

F (Frank). Rutte

Hamerstraat 2  
1021 JV AMSTERDAM

T: +31 (0)20 - 637 99 11  
F: +31 (0)20 -637 93 63  
<http://www.draka.nl>

<http://www.drakamog.com/certifications.aspx>

**Twentse Kabelfabriek**, Haaksbergen, Nederland

B (Berto). Somsen

Account Manager Marine & Offshore

Postbus 6, 7480 AA Haaksbergen   
T: +31 (0)53- 573 22 55   
F: +31 (0)53- 573 21 84

<http://www.tkf.nl/MarineenOffshore>

**Untel,** Turkeije / **DTC Elektro B.V.** , Nederland

R (Rob). Walk

Ippelseweg 15a

4255 HW Nieuwendijk

T: +31 (0)183 – 40 60 50

F: +31 (0)183 – 40 60 55

<http://www.untel.com.tr>

<http://www.dtcelektro.nl/>

# Bijlagen

## Geschiedenis Bakker Sliedrecht

Achter de verzamelnaam ‘Bakker Sliedrecht’ schuilt een doelgerichte, functionele organisatie die volledig is ingesteld op het leveren van innovatief maatwerk.

Deze organisatie omvat de holding: Bakker Sliedrecht Electro Industrie B.V.(BSIE), Bakker Repair B.V., Verhoef Elektrotechniek en ETIB van Oirschot.

De basis voor Bakker Sliedrecht werd al gelegd in 1919. Tussen de lokale pijpfitter van toen en de innovatieve, wereldwijd actieve elektrotechnische onderneming van nu is een respectabel aantal jaren verlopen. Van toen tot nu is veel veranderd. Wat echter altijd is gebleven, is het streven naar stabiliteit.

Belangrijke uitgangspunten in dit verband zijn een brede profilering in de markt en het met voortvarendheid inspelen op nieuwe ontwikkelingen. Hierdoor heeft Bakker Sliedrecht zich ook in tijden dat het economisch minder ging steeds een sterke onderneming getoond die relaties continuïteit kon garanderen en werknemers zekerheid bood.

Elektrotechniek strekt zich uit over een breed terrein. Bakker Sliedrecht bestrijkt een groot gedeelte van deze markt met eigen mensen. Dit betekent een organisatie die tal van specialisten telt met kennis van bepaalde elektrotechnische deelterreinen en/of specifieke toepassingen.   
In deze organisatie neemt engineering een belangrijke plaats in, evenals projectmanagement. Veel aandacht wordt besteed aan een perfecte samenwerking van de verschillende disciplines. Het zo efficiënt mogelijk inzetten van de benodigde kennis voor elk project houdt de kosten voor klanten binnen de perken.

Zo is er één automatiseringsafdeling met diepgaande kennis. De applicatie-engineers, maken vanwege hun doelgerichte kennis wel deel uit van of de divisie Maritiem of Industrie. Naast een soepele onderlinge afstemming van zaken neemt samenwerking met opdrachtgevers, toeleveranciers en onderaannemers natuurlijk ook een belangrijke plaats in.

In dit verband wordt ‘samenwerking’ gezien als iets dat meer inhoudt dan coördinatie alleen. In de visie van Bakker Sliedrecht betekent dat het open staan voor de inzichten van alle betrokken partijen en door goed overleg komen tot een resultaat waarmee de opdrachtgever voor 100% tevreden is.

Bakker Sliedrecht is onderverdeeld in twee divisies: ***Maritieme projecten*** & ***industriële/infra projecten***. Naast onder meer elektrische aandrijvingen en energieopwekking, behoren geavanceerde besturingssystemen en automatisering tot hun specialismen.

***Bakker Repair*** is gespecialiseerd in het uitvoeren van elektrotechnische en mechanische onderhouds-, reparatie- en revisiewerkzaamheden aan maritieme en industriële roterende machines.

***Verhoef Elektrotechniek*** is met de ontwikkeling van zand-/grindwinning en de baggerindustrie opgegroeid en door juist te reageren op de vraag van de markt wordt er bijgedragen aan innovatieve technieken. In de nieuwbouwinstallaties voor industrie enheeft Verhoef diverse fabrieksinstallaties, kantoorinstallaties, verzamelpraktijken voor apotheek, huis- en tandartsen gerealiseerd.  
In samenwerking met Bakker Sliedrecht ontwerpt, produceert en levert Verhoef schakelborden, verdeelinrichtingen en regel- en besturingspanelen. Ook Verhoef is sinds 2002 onderdeel van de Bakker Sliedrecht groep.

***E.T.I.B. van Oorschot B.V.*** doet alles van het geven van advies tot assembleren/ programmeren van installaties voor de industrie. Ook wordt er voorzien in het onderhoud van installaties.

Partners - Samenwerking met gerenommeerde fabrikanten

De door Bakker Sliedrecht geleverde installaties en elektrische systemen worden, voor zover deze niet in eigen huis zijn gebouwd, geleverd door eersteklas leveranciers. De relatie met de meeste van deze leveranciers bestaat al vele jaren.

Met een aantal gerenommeerde fabrikanten heeft Bakker een speciale relatie in de vorm van een officiële vertegenwoordiging. Door de samenwerking met deze producenten is het eenvoudiger om beter aan de behoeften van de klant te voldoen.



Figuur 10‑1 Overzicht samenwerking producenten

## Huisman Equipment B.V.

Huisman is opgericht in 1929 en hield zich in die tijd al bezig met het bouwen van zware hijsinstallaties aan boord van vrachtschepen. Itrec is opgericht in 1979 en hield zich voornamelijk bezig met de engineering van zware hijsuitrustingen en speciale transportsystemen.



In 1982 resulteerde de goede samenwerking tussen deze twee bedrijven tot een fusie. Sinds 2009 is de naam veranderd in Huisman Equipment BV. Huisman Equipment maakt tegenwoordig naast hijskranen ook pijpleg installaties en boorinstallaties voor de winning van olie en gas. Naast de offshore installaties worden er ook land based kranen en boortorens ontwikkeld. Een van de andere nevenactiviteiten van Huisman-Itrec komt voort uit de overname van Vekoma te Roermond. Dit bedrijf maakt ook staalconstructies, maar dan voor in pretparken. Vekoma is attractiefabrikant en zij produceren voornamelijk achtbanen. Bekende producties zijn de Flying Dutchman, Madhouse en Motorbike launch coaster.

Op de vestiging in Schiedam werken ± 300 werknemers.

Naast de hoofdvestiging in Schiedam zijn er ook nog produktiefaciliteiten in:

* De Tsjechische Republiek met ± 230 werknemers
* De Volksrepubliek China met ± 400 werknemers
* Ook zijn er nog kantoorvestigingen in:
* Houston (Texas, VS) alleen verkoop en ondersteuning
* Rio de Janeiro (Brazilië), verkoop en engineering

## Overzicht Wet- en regelgeving

**Inspecties –**

De Inspectie Verkeer en Waterstaat houdt toezicht op Nederlandse en buitenlandse schepen, bemanningen, rederijen en klassenbureaus.

**Verantwoording –**

Eigenaar van schip legt verantwoording af bij scheepvaart inspectie

**IMO** – International Marine Organization

**SOLAS** – Safety of life at sea 1914

**DNV** – Det Norske Veritas 1864

**LRoS-** Lloyds Register of Shipping 1760

**BV** – Bureau Veritas

1828

**ABS-** American bureau of Shipping 1862

**Scheepvaart inspectie –**

Controleren of de schepen, rederij en bemanning aan alle gestelde eisen voldoet, voorzien zijn van juiste certificaten.

*Elk land heeft zijn eigen inspectie dienst*.

## Cable requirements

## Preferred INSTR cables

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Requirement INSTR -FLEX** | | **Leoni BETAflam**  **145 C-FLEX** | **Helukabel SH-CI-U-U**  **Under constructiom** | **Helukabel SH-CI-U-A**  **Under constructiom** |
| Voltage Rating | 60 | 600/1000 V | 150/250v | 150/250v |
| Tested Voltage | - | 3500V | Under constr. | Under constr. |
|  |  |  |  |  |
| **Number of Cores** | **3 up to 7** | **1 up to 30** | **1 up to 37x2** | **1 up to 37x2** |
| **Core diameter min [mm2]** | **0,75** | **0,5** | **0,14** | **0,14** |
| **Core diameter max [mm2]** | **1** | **120\*** | **2,5** | **1** |
| **Core diameter max. used in dragchain[mm2]** |  | **10** | **?** | **?** |
|  |  |  |  |  |
| Bend Radius mobile use | 10D | 10D to 10mm2 | 6D | 8D |
| Max. speed | 0,3 m/s | 0,3 m/s | 0,3 m/s | 0,3 m/s |
| Max. Average number of bends per day | 15/20 | 20 | 20 | 20 |
| Average lifespan | 10 Year | 10 Year | 10 Year | 10 Year |
|  |  |  |  |  |
| **Flammretardant (IEC 60332-1-2)** | **V** | **V** | **V** | **V** |
| **Non-flame progagating (IEC 60332-3-2)** | **V** | **V** | **V** | **V** |
| **Halgenfree (IEC 60754-1)** | **V** | **V** | **V** | **V** |
| **Non corrosive gasses (IEC 60754-2)** | **V** | **V** | **V** | **V** |
| **Smoke emission (IEC 61034-1/2)** | **V** | **V** | **V** | **V** |
| **Max Temp C at Least (IEC 60092-351)** | **90°C** | **>90°** | **90°C** | **90°C** |
| Flexible Conductor (IEC 60228, class5) | V | V | V | V |
| UV Resistant | V | V | Option C | Option C |
| Longitudinally waterthight | V | - | - | - |
| Seawater resistant | V | V | Limited | Limited |
| Bending resistant | V | V | V | V |
| **SC** - Screened | V | V | - | V |
| EMC coverage >85% | - | V | - | - |
| Oil Resistant (EN 50305, EN 60811-2-1) | V | **Limited** | **V** | **V** |
|  |  |  |  |  |
| Mud Resistant | V |  | Option B or C | Option B or C |
| Artic appliable | V | >-30 | -40 | -40 |
|  |  |  |  |  |
| **DNV** | **V** | **V** | Under constr. | Under constr. |
| **Loyds Rigister of Shipping** | **V** | **V** | Under constr. | Under constr. |
| **Bureau Veritas** | **V** | **V** | Under constr. | Under constr. |
| **Germanischer Lloyd** | **optional** | **V** | Under constr. | Under constr. |
| **CCS (Chine Classification Society)** | **optional** | **V** | Under constr. | Under constr. |

## Preferred CTRL kabels

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Requirement CTRL** | | **Leoni BETAflam 145 C-FLEX / PAIRFLEX** | **Helukabel SH-CI-U-U**  **Under constructiom** | **Helukabel SH-CI-U-A**  **Under constructiom** |
| Voltage Rating | 150-250 | 150/250v | 150/250v | 150/250v |
| Tested Voltage | - | 2500v | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. |
|  |  |  |  |  |
| **Number of Cores** | **4 up to 30** | **1 up to 30** | **1 up to 37V2** | **1 up to 37V2** |
| **Core diameter min [mm2]** | **0,75** | **0,5** | **0,14** | **0,14** |
| **Core diameter maV [mm2]** | **1,5** | **2,5** | **2,5** | **1** |
| **Core diamter maV. used in dragchain[mm2]** |  | **2,5** | **?** | **?** |
|  |  |  |  |  |
| Bend Radius mobile use | 10D | 10V Cable D | 6D | 8D |
| MaV. speed | 0,3 m/s | 0,3 m/s | 0,3 m/s | 0,3 m/s |
| MaV. Average number of bends per day | 15/20 | 20 | 20 | 20 |
| Average lifespan | 10Year | 10 Year | 10 Year | 10 Year |
|  |  |  |  |  |
| **Flammretardant (IEC 60332-1-2)** | **V** | **V** | **V** | **V** |
| **Non-flame progagating (IEC 60332-3-2)** | **V** | **V** | **V** | **V** |
| **Halgenfree (IEC 60754-1)** | **V** | **V** | **V** | **V** |
| **Non corrosive gasses (IEC 60754-2)** | **V** | **V** | **V** | **V** |
| **Smoke emission (IEC 61034-1/2)** | **V** | **V** | **V** | **V** |
| **MaV Temp C at Least (IEC 60092-351)** | **90⁰C** | **>90°** | **90°C** | **90°C** |
|  |  |  |  |  |
| FleVible Conductor (IEC 60228, class5) | V | V | V | V |
| UV Resistant | V | V | Option C | Option C |
| Longitudinally waterthight | V | - | - | - |
| Seawater resistant | V | V | Limited | Limited |
| Bending resistant | V | V | V | V |
| Screened | V | V | - | V |
| EMC coverage >85% | V | V | - | - |
| Oil Resistant (EN 50305, EN 60811-2-1) | V | **Limited** | **V** | **V** |
|  |  |  |  |  |
| Mud Resistant | V |  | Option B or C | Option B or C |
| Artic appliable | V | **>-30** | -40 | -40 |
|  |  |  |  |  |
| **DNV** | V | **V** | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. |
| **Loyds Rigister of Shipping** | V | **V** | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. |
| **Bureau Veritas** | V | **V** | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. |
| **Germanischer Lloyd** | optional | **V** | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. |
| **CCS (Chine Classification Society)** | optional | **V** | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. |

## Preferred PWR kabels

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Requirement PWR** | | **Leoni BETAflam 145 flex** | **Leoni BETAflam 145 C-FLEX** | **Leoni BETAtrans** | **Helukabel SH-PC-A** | **Helukabel SH-PC-U** | **TKF Marine**  **MultiFlex BOQp** |
| Voltage Rating | 0,6/1kv | 300/ 600/1000v | 600/1000 V | 300/ 600/1000v | 600/1000 V | 600/1000 V | 600/1000 V |
| Tested Voltage | 2,5kv | 3500v | 3500V | 3500V | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. | 3500V |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Number of Cores** | **1 up to 5** | **1 up to 30** | **1 up to 30** | **1 up to 30** | **1 up to 37** | **1 up to 37** | **3** |
| **Core diameter min [mm2]** | **1,5** | **0,5** | **0,5** | **0,5** | **0,75** | **0,75** | **95** |
| **Core diameter max [mm2]** | **185** | **120\*** | **120\*** | **120\*** | **240** | **240** | **95** |
| **Core diamter max. used in dragchain[mm2]** |  | **10** | **10** | **10** | **?** | **?** | **95** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bend Radius mobile use | 10D | 10X Cable D | 10X D to 10mm2 | 10X Cable D | 6X Cable D | 6X Cable D | 10D |
| Max. speed | 0,3 m/s | 0,3 m/s | 0,3 m/s | 0,3 m/s | 0,3 m/s | 0,3 m/s | 0,3 m/s |
| Max. Average number of bends per day | 15/20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Average lifespan | 10 Year | 10 Year | 10 Year | 10 Year | 10 Year | 10 Year | 10 Year |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Flammretardant (IEC 60332-1-2)** | **V** | **V** | **V** | **V** | **V** | **V** | **V** |
| **Non-flame progagating (IEC 60332-3-2)** | **V** | **V** | **V** | **V** | **V** | **V** | **V** |
| **Halgenfree (IEC 60754-1)** | **V** | **V** | **V** | **V** | **V** | **V** | **V** |
| **Non corrosive gasses (IEC 60754-2)** | **V** | **V** | **V** | **V** | **V** | **V** | **V** |
| **Smoke emission (IEC 61034-1/2)** | **V** | **V** | **V** | **V** | **V** | **V** | **V** |
| **Max Temp C at Least (IEC 60092-351)** | **90°C** | **>90°** | **>90°** | **>90°** | **90°C** | **90°C** | **70°C** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Flexible Conductor (IEC 60228, class5) | V | V | V | V | v | v | V |
| UV Resistant | V | V | V | V | Option C | Option C | - |
| Longitudinally waterthight | V | - | - | - | - | - | - |
| Seawater resistant | V | V | V | V | Limited | Limited | - |
| Bending resistant | V | V | V | V | V | V | V |
| Screened | - | - | V | - | - | V | C |
| EMC coverage >85% | - | - | V | - | - | - | V |
| Oil Resistant (EN 50305, EN 60811-2-1) | V | **Limited** | **Limited** | **V** | **V** | **V** | **-** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Mud Resistant | V | - | - | - | Option B or C | Option B or C | - |
| Artic appliable | V | >-30 | >-30 | >-30 | -40 | -40 | -40 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **DNV** | **V** | **V** | **V** | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. |
| **Loyds Rigister of Shipping** | **V** | **V** | **V** | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. |
| **Bureau Veritas** | **V** | **V** | **V** | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. |
| **Germanischer Lloyd** |  | **V** | **V** | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. | ? |
| **CCS (Chine Classification Society)** |  | **V** | **V** | **-** | UNDER CONSTR. | UNDER CONSTR. | ? |

## Kabelspecificateis Helukabel

## Kabelspecificaties Leoni

## Kabel TKF

## Conversaties met fabrikanten