

### OPMERKINGEN

---

- Alle gegevens in deze catalogus worden vermeld onder voorbehoud van wijziging.
- Deze catalogus vermeldt de standaardlengtes, maar alle overige lengtes zijn leverbaar naargelang de beschikbare voorraad (vb. een spoel van 1.000 m kan in 4 rollen van 250 m worden geleverd).  
Voor lengtes onder de minimale standaardlengte worden versnijdingskosten aangerekend (forfaitair of procentueel).
- De goederen die we normaal in voorraad hebben zijn met een driehoek « Δ » aangeduid.  
Voor de andere produkten kan de leveringstermijn kort zijn. Gelieve ons hiervoor te raadplegen.
- Het symbool « Ø » staat voor diameter
- Het symbool « G » duidt aan dat de kabel een aardingsgeleider bevat (geel/groen), dit in tegenstelling tot het symbool « X » dat aanduidt dat de kabel juist niet voorzien is van een geel/groene aarding.
- De aangegeven afmetingen en gewichten worden als aanwijzing verstrekt, ze kunnen naargelang de productie variëren.  
Gelieve ons voor meer nauwkeurige gegevens te raadplegen.

### OPMERKING VAN DE AUTEURS

---

Alle vergissingen, weglatingen of verkeerde interpretaties die in deze catalogus eventueel voorkomen, gebeuren buiten onze wil en vallen niet onder onze aansprakelijkheid.

Een werk als deze catalogus, zelfs met de meeste zorg opgesteld, blijft een technisch-commercieel document dat moeilijk te verifiëren en bij te werken is. Wij hebben getracht een leidraad te bieden aan iedereen die geconfronteerd wordt met bekabelingsproblemen (keuze, installatie, studie, realisatie, enz...). Wij hopen dat de lezer zich zo beter zal kunnen documenteren en wij staan volledig te uwer beschikking voor alle vragen, opmerkingen of opbouwende kritiek.

### Merken

---

Varpren® in een geregistreerd handelsmerk van Omerin – Frankrijk.

Het hoge temperatuur gedeelte werd gerealiseerd met behulp en op basis van produkten van Omerin.

Hytrel®, Kapton®, Teflon®, Tefzel®, Nylon®, Hypalon®, Kynar® zijn geregistreerde handelsmerken van Du Pont de Nemours.

## 1. De spanning

Bij een driefasig net onderscheiden we :

- enkelvoudige spanning ( $U_0$ ) : de spanning tussen de kern van een geleider en een referentiepotentiaal: het metalen scherm of, als er geen is, de aarding
- koppelspanning ( $U$ ) : de spanning tussen de kernen van twee fasegeleiders
- de opgegeven spanning van een kabel is een samenstelling van de twee waarden  $U_0$  en  $U$ , uitgedrukt in Volt in de vorm  $U_0/U$ . Op basis hiervan worden de dikte van de isolatie en de dielektrische testvoorwaarden bepaald

voorbeeld : CTMB/N opgegeven spanning = 450/750 V waarbij  $U_0 = 450$  V en  $U = 750$  V

Bij laagspanningsinstallaties (max 1000 V - wisselspanning) moet de nominale spanning van de kabel minstens gelijk zijn aan de nominale spanning van de installatie.

De bedrijfsspanning mag continu 10 % hoger liggen dan de nominale spanning.

## 2. De wet van Ohm (bij gelijkstroom)

- stroomsterkte = spanning/weerstand ( $I = U/R$  of  $R = U/I$  of  $U = I \times R$ )
- eenheid van stroomsterkte = ampère • eenheid van spanning = volt • eenheid van weerstand = ohm

## 3. De kern

### 3.1 Opbouw van de kern

De nationale en internationale normen (IEC 60228) houden rekening met vier klassen van geleidende kernen :

- klasse 1 : massieve kern
  - klasse 2 : stijve, geslagen kern
  - klasse 5 : kern van een buigzame leiding
  - klasse 6 : bijzonder buigzame leiding
- er wordt een minimale aantal draden opgelegd
- de maximale diameter van de draden wordt opgelegd

Het koper kan bedekt worden met een laagje tin, zilver of nikkel om de soldeerbaarheid, de weerstand tegen oxydatie, corrosie, veroudering en de geleidbaarheid bij hoge frequentie te verbeteren.

metalen	symbool	soldeerbaarheid	dienst T°	T° in pieken	smelt T°
koper	Cu	zeer slecht	150°C	450°C	1.083°C
vertind koper	CuSn	goed	180°C	300°C	1.083°C
verzilverd koper	CuAg	zeer goed	200°C	450°C	1.083°C
vernikkeld koper	CuNi	slecht	300°C	500°C	1.083°C
nikkel	Ni	-	600°C	900°C	1.455°C
gegalvaniseerd staal	GALVA	-	600°C	900°C	1.550°C
roestvrij staal INOX 304	INOX 304	-	600°C	900°C	1.550°C

### 3.2 Evenwaardigheid koper - aluminium

Aluminium is een goede elektrische geleider ; het is licht, komt veel voor en is relatief goedkoop. Het gebruik ervan was lange tijd beperkt wegens de technische problemen bij het aansluiten ervan.

Deze problemen zijn nu opgelost, en bepaalde energiekabels zijn voorzien van (massieve of geslagen) kernen in aluminium met een doorsnede van meer dan 10 mm<sup>2</sup>.

De maximum weerstand bij 20°C bedraagt 17,5 ohm/km per mm<sup>2</sup> voor uitgeglouid elektrolytisch koper en 28,5 ohm/km per mm<sup>2</sup> voor 3/4 gehard aluminium.

De verhouding tussen twee even lange geleiders met dezelfde elektrische weerstand, waarvan één in aluminium en een andere in koper, ziet er dus als volgt uit :

$$\frac{\text{aluminiumkern}}{\text{koperen kern}} = \frac{28,5}{17,5} = 1,63$$

Om een bepaalde stroomsterkte te transporteren moet de geleider dus, rekening houdend met de toegelaten opwarming, een aluminiumkern hebben van ongeveer 1,3 x de doorsnede van een koperen kern.

Om de maximaal toegelaten spanningsval na te leven voor een bepaalde lengte en stroomsterkte, moet de doorsnede in aluminium dus ongeveer 1,6 x de koperen doorsnede hebben.

#### 4. De isolerende materialen (isolatie en mantel)

##### 4.1 Thermoplastische materialen (plastomeren)

###### a/ polyvinylchloride (PVC)

- komt voor in samenstellingen met :
  - polymeer
  - weekmakers
  - vulmiddelen die de mechanische of elektrische weerstand verbeteren of inerte vulmiddelen
  - beschermingsmiddelen (vb.: anti-UV)
  - kleurstoffen
- heeft goede elektrische eigenschappen, bevredigende mechanische eigenschappen, is goed bestand tegen veroudering en scheikundige inwerking. De soepelheid van PVC hangt af van de samenstelling
- mengsels op basis van PVC geven bij verbranding dichte rookwolven af die schadelijk en zeer corrosief zijn (vorming van chloorwaterstofzuur)
- gekenmerkt door een goede trek- en scheurweerstand, is relatief waterdicht en waterbestendig, en heeft een goede weerstand tegen oliën
- er kunnen mooie producten van gemaakt worden in alle kleuren
- elasticiteitscoëfficiënt (soepelheid) is erg gevoelig voor temperatuurschommelingen (wordt week bij ongeveer +80°C)
- PVC 105°C verweekt bij ongeveer +80°C, maar ontbindt slechts bij meer dan +105°C

###### b/ polyetheen (PE)

Naargelang van het productieproces ontstaat er polyetheen met verschillende dichtheden, mechanische en thermische eigenschappen :

- lage dichtheidspolyetheen (LD-PE) gaat sterk vervormen vanaf +110°C
- hoge dichtheidspolyetheen (HD-PE) vervormt maar vanaf +130°C maar is stijver dan LD-PE
- heeft opmerkelijke elektrische eigenschappen, een quasi totale chemische inertie bij temperaturen tot +60°C, is zeer goed bestand tegen veroudering, lage temperaturen (tot -60°C) en heeft zeer goede mechanische eigenschappen
- heeft een goede scheurweerstand, is zeer waterdicht en -bestendig
- PE verbrandt gemakkelijk, maar veroorzaakt geen gassen of corrosieve rook (halogeenvrij).
- er bestaat ook geëxpandeerd of cellulair polyetheen (Foam PE), vooral gebruikt als de diëlektricum van coaxiale kabels om betere technische eigenschappen te bekomen
- Het geëxpandeerde polyetheen kan door een chemisch of fysisch proces bekomen worden (fysisch proces geeft betere technische resultaten)

###### c/ polyolefine

De belangrijkste eigenschappen van polyolefine zijn :

- halogeenvrij, geen emanatie van toxische of bijtende producten
- geringe ondoorzichtigheid van de rook
- zeer goed bestand tegen vuur, niet vlamverspreidend
- zeer goede mechanische weerstand
- zeer goed bestand tegen insnijding
- uitstekende scheurbestendigheid
- goede mechanische eigenschappen bij lage temperaturen (-40°C)
- goed bestand tegen atmosferische invloeden zoals UV-straling, ozon, zuurstof
- temperatuurbereik : +90°C
- goede diëlektrische eigenschappen

Varpren® (merknaam van Omerin) is vernette polyolefine met de hierboven vermelde eigenschappen en met daarenboven een verhoogd temperatuurbereik tot +155°C.

###### d/ polypropeen (PP)

- heeft dezelfde eigenschappen als PE, maar is beter bestand tegen hoge temperaturen. Daartegenover staat dat het minder buigzaam is.
- er bestaat ook geëxpandeerd polypropeen (foam PP)

###### e/ polyamide (PA) (nylon, enz...)

- heeft slechts zeer matige elektrische eigenschappen maar kan voor een brede waaier bedrijfstemperaturen gebruikt worden (-60°C → +130°C) en heeft bovendien uitstekende mechanische en chemische eigenschappen
- zeer goed bestand tegen olie
- niet erg flexibel waardoor het gebruik ervan beperkt blijft voor dunne mantels.

**f/ fluoropolymeren (TEFLON, ETFE, FEP, PFA, PTFE)**

typen	diensttemperatuur	temperatuur in pieken
TEFLON® ETFE etheentetrafluoroetheen	-90°C → +150°C	+180°C
TEFLON® FEP fluoroetheenpropeen	-90°C → +205°C	+230°C
TEFLON® PFA perfluoralkoxy	-90°C → +260°C	+280°C
TEFLON® PTFE polytetrafluoroetheen	-90°C → +260°C	+300°C

- mechanische eigenschappen :
  - bestand tegen afschuring en versnijding
  - lage wrijvingscoëfficiënt
  - geringe isolatiedikte en bijgevolg laag gewicht
- thermische eigenschappen :
  - uitstekende weerstand tegen hoge temperaturen
  - groot gebruikstemperatuurbereik
  - niet brandverspreidend, zelfs onontvlambaar
- elektrische eigenschappen :
  - hoge doorslagsterkte
  - lage dielektrische constante
  - lage verliesfactor
  - ongevoelig voor temperatuur- en frequentieschommelingen
- chemische eigenschappen :
  - chemisch inert
  - bestand tegen oplosmiddelen, brandstoffen, bijtende stoffen
  - weinig rookverspreiding bij verbranding

**ETFE - ETHEEN TETRAFLUOROETHEEN**

- uitstekend bestand tegen afschuring en versnijding
- niet brandverspreidend
- goede weerstand tegen ioniserende straling
- buigzaam en gemakkelijk te installeren
- goede weerstand tegen vocht, zuren, smeermiddelen, oplosmiddelen, brandstoffen, hydraulische vloeistoffen
- smeltpunt : +270°C
- bedrijfstemperatuur (20.000 u) : -90°C → +155°C (in pieken +180°C)
- rekbaarheid tot breuk door tractie : 200%
- zeer goed UV-bestendig

**FEP - FLUORETHEENPROPEEN**

- uitstekende dielektrische eigenschappen
- uitzonderlijke bedrijfsduur bij hoge temperaturen zonder verslechtering van de eigenschappen
- uitstekend bestand tegen de inwerking van chemische stoffen
- smeltpunt : +275°C
- bedrijfstemperatuur (20.000 u) : -90°C → +205°C (in pieken +230°C)
- rekbaarheid tot breuk door tractie : 300 %
- zeer goed UV-bestendig

**PFA - PERFLUOROALKOXY**

- uitstekende thermische stabiliteit
- smeltpunt : +305°C
- bedrijfstemperatuur (20.000 u) : -90°C → +260°C (in pieken +280°C)
- rekbaarheid tot breuk door tractie : 300 %
- zeer goed UV-bestendig

**PTFE - POLYTETRAFLUORETHEEN**

- smelt niet bij het solderen van de geleidende kern
- uitzonderlijke dielektrische eigenschappen
- niet-brandverspreidend
- uitstekende vlamboogbestingheid
- uitzonderlijke weerstand tegen vocht, zuren, smeermiddelen, oplosmiddelen, brandstoffen, hydraulische vloeistoffen
- buigzaam en gemakkelijk te installeren
- smeltpunt : +327°C
- bedrijfstemperatuur (20.000 u) : -90°C → +260°C (in pieken +300°C)
- rekbaarheid tot breuk door tractie : 350 %
- zeer goed UV-bestendig

### g/ polyurethaan (PUR)

- er zijn twee grote klassen van PUR te onderscheiden :
  - de polyesters
  - de polyethers
- kenmerken :
  - opmerkelijke mechanische eigenschappen (slijtvast, hoge trek- en scheurweerstand)
  - een uitstekende weerstand tegen olie
  - kan gemakkelijk gekleurd worden
  - goed bestand tegen veroudering
  - behoudt zijn eigenschappen in een groot temperatuurbereik
  - behoudt zijn elastische eigenschappen zelfs na aanzienlijke vervorming
  - kan gevoelig zijn voor hydrolyse

### 4.2 Cross-linked of ge vulcaniseerde materialen (elastomeren)

Cross-linking (netvorming) of vulcanisatie bestaat erin chemische dwarsverbindingen te realiseren tussen de macromoleculen van een polymeer zodat men een vernette of cross-linked structuur krijgt.

De dwarsverbindingen kunnen worden gelegd door middel van chemische stoffen al dan niet in combinatie met een thermische inwerking of met ioniserende stralingen.

Ze hebben, binnen de grenzen van hun werkingseigenschappen, interessante kenmerken :

- ze zijn onsmeltbaar
- hun mechanische eigenschappen worden weinig beïnvloed door temperatuur
- vervormen zeer weinig bij belasting
- herwinnen snel hun eigenschappen na sterke vervorming

### a/ cross-linked polyethylene (XLPE of VP = vernet polyetheen)

CXLPE = chemically cross-linked polyethylene (met peroxyde toevoeging)

XLPEI = cross-linked polyethylene by irradiation

SXLPE = chemically cross-linked polyethylene (met silaan toevoeging)

Men onderscheidt twee produkten :

- XLPE zonder vulmiddel :
  - behoudt de uitstekende elektrische eigenschappen van polyetheen (vooral bij midden- en hoogspanning)
- XLPE met vulmiddel :
  - de elektrische eigenschappen nemen lichtjes af, maar de mechanische (goede treksterkte) verbeteren (gebruikt bij laagspanning). Bij de aanmaak van mengsels van XLPE met vulmiddel kan men stoffen toevoegen die niet vlamverspreidend werken en daardoor minder dichte rook afgeven

XLPE geeft geen corrosieve rook af bij verbranding.

### b/ etheenpropeenrubber (EPR en EPDM)

- deze bestaan in de vorm van mengsels die, naast het etheen-propeen copolymeer, nog verschillende andere toevoegingen bevatten (weekmakers, vulstoffen, beschermingsmiddelen, cross-linkingstoffen, enz...) om zo de eigenschappen te verbeteren
- kwaliteiten :
  - zeer goed bestand tegen hoge en lage temperaturen
  - zeer goede weerstand tegen veroudering, zuurstof en ozon
  - goede elektrische eigenschappen in vergelijking met de andere elastomeren
  - behoudt zijn flexibiliteit bij een brede waaier van temperaturen (vooral bij lage temperaturen)
  - goede weerstand tegen vervormingen bij hoge temperaturen
  - verspreidt geen zure of corrosieve rook
- gebreken :
  - slechte weerstand tegen olie en koolwaterstoffen
  - sterk branduitbreidend (behalve met speciale additieven)

### c/ siliconenrubber

- de goede elektrische eigenschappen blijven behouden in een breed temperatuurbereik :  $-60^{\circ}\text{C} \rightarrow +180^{\circ}\text{C}$  (in pieken  $+250^{\circ}\text{C}$ )
- bij  $+250^{\circ}\text{C}$  verliest de isolatie haar elektrische eigenschappen na ongeveer 2000 uur
- deze kabels zijn bijzonder bestand tegen lage temperaturen en behouden hun elastische eigenschappen tot ongeveer  $-50^{\circ}\text{C}$
- deze isolatie is bestand tegen slechte weersomstandigheden en is ongevoelig voor oxydatie, vocht en ozon. Haar elektrische eigenschappen zijn uitzonderlijk en erg weinig afhankelijk van de temperatuur, de gebruiksfrequentie en de vochtigheid
- zeer goede weerstand tegen veroudering en oxyderende stoffen
- goede weerstand tegen chemische stoffen en micro-organismen
- goed bestand tegen water
- bij verbranding geeft het lichte, niet-bijtende, halogeenvrije rook af en verandert in een isolerend siliciumoxyde-residu waardoor de kabels nog een tijdje blijven werken
- de kenmerken van deze kabels stemmen overeen met de norm VDE 0207, materie Type 2G1 wat de siliconenisolatie betreft
- de meeste draden en kabels met siliconenrubber isolaties en buitenmantels zijn halogeenvrij (VDE 0472 article 813)

## BELASTINGSKAPACITEIT (volgens de T°)

Op aanvraag kunnen wij U per product, een grafiek met de toelaatbare stroomsterkte bezorgen.

CHEMISCHE WEERSTAND VAN REIN SILICONENRUBBER			
chemisch product	Temperatuur °C	verlenging %	kritisch
aceton	20°C	+15	zonder effect
azijnzuur (100%)	20°C	+8	zonder effect
chloorwaterstofzuur(10%)	20°C	+/- 0,5	zonder effect
salpeterzuur (10%)	20°C	+0,5	zonder effect
fosforzuur (30%)	20°C	+0,3	zonder effect
zwavelzuur (10%)	20°C	+0,2	zonder effect
butanol (Butyle)	117°C	+60	slecht effect
aniline	100°C	+5	zonder effect
water	100°C	+0,2	zonder effect
benzine	20°C	+150	slecht effect
terpentijn	20°C	+115	slecht effect
hydraulische vloeistof	20°C	+2,5	zonder effect
glycerine	100°C	+0,6	zonder effect
kogellagervet	150°C	+25	zonder effect
lijfolie	100°C	+0,7	zonder effect
ricinusolie	150°C	+1,2	zonder effect
transformatorolie	150°C	+55	klein effect
transmissieolie SAE 90	150°C	+2,8	zonder effect
dieselolie	20°C	+65	klein effect
olijfolie	150°C	+1,5	zonder effect
minerale olie ASTM N° 1	150°C	+2,6	zonder effect
minerale olie ASTM N° 3	150°C	+25	klein effect
motorolie SAE 10	150°C	+15	zonder effect
motorolie SAE 20	150°C	+10	zonder effect
geconcentreerd amoniumhydroxyde	20°C	+1,7	zonder effect
kaliiumhydroxyde (50%)	20°C	+0,3	zonder effect
petroleum	20°C	+75	slecht effect
natriumcarbonaat (50%)	20°C	-1,7	zonder effect
pyridine	20°C	+15	klein effect
tolueen	20°C	+100	slecht effect

#### d/ polychloropreen (CR) (neopreen®)

kenmerken :

- uitstekend bestand tegen veelvuldige bewegingen
- zeer goede mechanische eigenschappen (trek-, wrijvings- en scheurbestendig)
- uitstekend bestand tegen veroudering en slechte weersomstandigheden
- zeer goed bestand tegen een vochtige omgeving
- zeer goed bestand tegen olie en tal van chemische stoffen
- wordt vooral gebruikt als buitenmantel

#### e/ chloorzwavelpolyetheen (CSP) (hypalon®)

- heeft betere thermische eigenschappen en beduidend betere elektrische eigenschappen dan neopreen®
- kan gemakkelijker gekleurd worden dan neopreen®

#### f/ etheenvinylacetaat (EVA)

kenmerken :

- goede mechanische eigenschappen
- zeer goede weerstand tegen veroudering
- goede weerstand tegen hitte
- goed bestand tegen olie
- leent zich, door toevoeging van metaaloxiden en -hydroxiden, tot het vervaardigen van zeer brandwerende samenstellingen
- halogeenvrij

#### g/ thermoplastische polyester elastomeren (TPE-E)

- diensttemperatuur : -40°C → +150°C
- goede weerstand tegen olie, solventen en zuren
- laat fijne isolatiedikten toe

#### h/ brandwerende samenstellingen zonder halogeen

- Deze samenstellingen resulteren uit de technische ontwikkelingen van elke kabelproducent afzonderlijk.
- Ze worden meestal aangemaakt zonder halogeenhoudende materialen (fluor, chloor, broom, jodium) of zwavel, omdat deze bij verbranding zeer schadelijke rookwolven afgeven.

### 4.3 Materiaal voor het isoleren met linten

#### a/ gedrenkt papier

- wordt nog uitsluitend gebruikt voor hoogspanningskabels

#### b/ polyester- of polycarbonaatfolie

- wordt vaak gebruikt als scheiding of voor verbinding met een ander isolatiemiddel

#### c/ polyimidefilms (KAPTON®)

Polyimidefolie is niet ontlambaar, smelt niet en begint slechts te verkolen bij ongeveer +800°C.

KAPTON® bezit uitstekende mechanische en elektrische eigenschappen die bijna constant blijven in een zeer breed temperatuurbereik. Bovendien is dit isolatiemateriaal opmerkelijk goed bestand tegen chemische stoffen en gammastralen.

De toevoeging van een TEFLON® vernis op één zijde verhoogt de chemische weerstand van het polyimide (vooral tegen alkalische stoffen) en vermindert de doordringbaarheid voor waterdamp.

- thermische eigenschappen :
  - smeltpunt : geen
  - bedrijfstemperatuur : -190°C → +280°C
  - temperatuur in pieken : +400°C gedurende +/- 10 uur
  - krimp :
    - bij 250°C gedurende 8 jaar = 0,3%
    - bij 300°C gedurende 3 maanden = 0,5%
    - bij 400°C gedurende 12 uur = 3,0%

### 4.4 De minerale materialen

#### a/ glasvezel E

- diensttemperatuur : -60°C → +280°C (in pieken +350°C)
- moeilijk ontlambaar

#### b/ glasvezel R

- diensttemperatuur : -60°C → +400°C (in pieken +450°C)
- onontvlambaar

#### c/ minerale vezel A

- diensttemperatuur : -60°C → +400°C (in pieken +450°C)
- onontvlambaar

**d/ keramische vezel**

- diensttemperatuur : -60°C → +900°C (in pieken +1.000°C)
- onontvlambaar

**e/ borosilicoaluminaatvezel**

- diensttemperatuur : -60°C → +1.200°C (in pieken +1.400°C)
- onontvlambaar
- goede weerstand tegen stralingen

**f/ mica**

- diensttemperatuur : -60°C → +1.000°C (in pieken +1.200°C)
- onontvlambaar
- vaak samen met een glasvezelbasis gebruikt
- goede elektrische eigenschappen

**Isolatie eigenschappen**

			uitrekking %	dienst T° °C	T° in pieken °C	vlam bes- tendigheid	slijtvast	water opneming %
<b>THERMOPLASTISCHE ISOLATIES</b>								
polyvinylechloride	PVC	Y	250	-30 +80	+100	+/-	+	1
hoog temperatuur polyvinylechloride	PVC-HT (105°C)	Y	200	-30 +105	+120	+/-	+	0,8
lage dichtheid polyetheen	LD-PE	2Y	400	-50 +70	+100	-	0	0,03
hoge dichtheid polyetheen	HD-PE	2Y	500	-50 +100	+120	-	+	0,03
vernet polyetheen (PRC of XLPE)	VPE	2X	300	-40 +115	+140	-	+	0,03
polypropreen	PP		500	-10 +110	+140	-	+	0,1
polyurethaan	PUR	11Y	400	-50 +90	+100	+/-	++	5
polyamide (Nylon®)	PA	4Y	200	-30 +105	+125	+/-	++	15
perfluoralkoxy	PFA (Teflon®)	-	300	-190 +260	+280	++	+	0,3
polytetrafluoretheen	PTFE (Teflon®)	5Y	350	-190 +260	+300	++	+	0,05
fluoretheenpropeen	FEP (Teflon®)	6Y	250	-100 +205	+230	++	0	0,1
etheentetrafluoretheen	ETFE (Tefzel®)	7Y	200	-100 +150	+180	++	++	0,2
polyimide (Kapton®)	PI		70	-190 +350	+400	++	++	10
polyvinylideenfluoride (Kynar®)	PVDF		300	-40 +135	+150	+	++	0,2
<b>ELASTOMEREN ISOLATIES</b>								
natuurrubber	NR		350	-30 +70	+90	-	+	0,1
polyetheen chloorsulfoneert (Hypalon®)	CSM (CSP)		300	-40 +100	+130	+	++	15
polychloropreen (Neopreen®)	CR	5G	300	-30 +90	+100	+	++	10
siliconenrubber	SIR	2G	200	-60 +180	+250	+	0	5
zeer hoog temperatuur siliconenrubber			250	-60 +230	+280	+	0	5
ethylvinylacetaat	EVA	4G	300	-50 +125	+150	-		0,1
etheenpropeenrubber	EPM / EPDM / EPR	3G	200	-30 +110	+120	-	+	0,2
elastomeer polyester thermoplastische (Hytrel®)	TPE-E	12Y		-70 +125		+/-	+	3 - 6
<b>MINERALE ISOLATIES</b>								
glasvezel E			4,5	-60 +280	+350	+	-	1
minerale vezel A			4,6	-60 +400	+450	++	0	1
siliciumdioxide				-60 +900	+1000	++	-	1
keramische vezel				-60 +1100	+1300	++	-	0,8
mica muscoviet				-60 +800	+1200	++	-	

**OPMERKING :** het isolatiemateriaal moet, bij continue werking, een temperatuur toelaten die hoger ligt dan de omgevingstemperatuur, zodat de warmte die ontstaat door de doorstroming van elektriciteit kan afgevoerd worden (joule-effect)

Hytrel®, Kapton®, Neopreen®, Teflon®, Tefzel®, Nylon®, Hypalon®, Kynar® zijn ingeschreven merken van DuPont



## 5. De schermen

### 5.1 in energiekabels

#### *niet in metaal*

- doel : - de geleidende kern een cilindrisch en concentrisch equipotentiaaloppervlak geven om het elektrisch veld zo gelijkmatig en radiaal mogelijk te spreiden
- zorgt voor een nauw contact met de isolerende buitenmantel

#### *in metaal*

- doel : - aarding van de delen buiten de isolatie over de hele lengte van de stroomkring, en dit voor de persoonlijke veiligheid
- de capacitieve stromen afleiden die ontstaan in de isolatie onder invloed van de spanning tussen fase en aarde
- in geval van aardsluiting de stroom afleiden naar de dichtstbijzijnde aardingsstrap

### 5.2 in signalisatie- en telecommunicatiekabels

- ook afscherming genoemd
- om te kunnen werken, moeten ze bij de installatie van de kabels geaard worden
- doel : - de circuits beschermen tegen externe elektrostatische invloeden
- de circuits beschermen tegen externe elektromagnetische invloeden
- samenstelling : - ALU/PET folie in schroefzin
- ALU/PET folieën die in de lengterichting en die aan één kant van een produkt zijn voorzien waardoor ze aan de buitenmantel blijven kleven
- gevlochten koperdraden
- wrong van koperdraden
- een combinatie van verschillende hogervermelde types

Bij individuele afscherming of afscherming per paar van verschillende geleiders kan het nodig zijn deze afschermingen elektrisch te scheiden door een isolerende laag van linten of door extrusie.

## 6. De metalen bepantseringen

- nut : - de kabel mechanisch beschermen tegen trekspanningen, schokken, insnijding, doorboring, druk of beschadiging door dieren.
- soorten : - staalbandbepantsering : bestaande uit twee staalbanden die in schroefzin liggen zodat ze elkaar overlappen en de te beschermen kabel 100% bedekken.  
Goede weerstand tegen schokken, doorboring en insnijding maar slechte trekweerstand; bovendien is de kabel weinig flexibel.
- draadbepantsering : bestaande uit één of twee lagen metaaldraden die in schroefzin liggen; maakt veel grotere tractiekrachten op de kabels mogelijk bij de plaatsing of in dienst.
- mantelbepantsering in gelast metaal : een staalband die in de lengte rond de kabel ligt en waarvan de continue voeg dichtgelast is, is volledig afgedicht en kan eventueel geribt worden om een zekere flexibiliteit te bekomen
- bepantsering van gevlochten staalkabel : bestand tegen grote trekspanningen en toch flexibel, hierdoor kan de buigingsstraal van de kabel verminderd worden maar is de kabel minder bestand tegen doorboring
- bepantsering in kevlar® : zeer flexibel en trekbestendig, maar is geen doeltreffende bescherming tegen schokken, externe druk en knaagdieren
- aangewende materialen : - staal
- gegalvaniseerd staal
- staal met hoge rekgrens
- roestvrij staal
- aluminiumlegeringen
- Kevlar®

## 7. Gegevens in verband met storingen in telecommunicatiekabels (signaaltransmissie)

Een storing is een parasiet signaal dat zich voordoet of zich voortplant in een circuit, waardoor dit circuit slecht kan gaan functioneren.

Die storingen kunnen in de kabel zelf ontstaan (hierbij wordt een signaal van een circuit op een ander overgezet) of kunnen een externe oorzaak hebben (storing door een signaal van buitenaf).

De storing kan tijdelijk (parasietimpuls, bliksem, enz...) of permanent zijn (gekraak, enz...)

Er zijn verschillende manieren om storingen te voorkomen :

- produktiekwaliteit verbeteren
- keuze van de spoed van de kabel
- betere schermen op het circuit, gebruik van beter isolatiemateriaal
- balancering bij de aansluiting
- keuze van het circuit in functie van het soort signalen
- elektrische weerstand van de mantel en de bepantsering verminderen
- diëlektrische eigenschappen van de kabel verbeteren
- speciale aanpassingsmiddelen (bliksemafleider)

## 8. De bescherming van kabels

### 8.1 Bescherming van kabels tegen knaagdieren

Er bestaat momenteel geen enkel efficiënt, voor de mens onschadelijk, mengsel dat als buitenmantel kan worden verwerkt en dat giftig is voor knaagdieren of ze afstoot.

Knaagdieren, en vooral ratten, beschadigen de kabels. De tot op heden enige bestaande doeltreffende bescherming wordt verkregen door een stalen vlecht of een staalband rond de kabel aan te brengen.

### 8.2 Bescherming van kabels tegen termieten en micro-organismen

De kabels kunnen tegen insecten en schimmelvorming worden beschermd door in het ommantelingsmateriaal specifieke chemische substanties te verwerken.

Hierbij moet echter worden opgemerkt dat de doeltreffendheid van de termiet- en schimmelwerende middelen in de tijd kan veranderen en dat deze producten op lange termijn geen absolute garantie voor bescherming bieden. Deze maatregel kan worden aangevuld door een mechanische bescherming.

### 8.3 Bescherming van kabels tegen agressieve agentia

Deze bescherming kan worden verkregen door het ommantelingsmateriaal zorgvuldig te kiezen of door gebruik te maken van een metalen mantel (bijvoorbeeld: de loden mantel die in de petrochemische nijverheid wordt gebruikt).

### 8.4 Bescherming van kabels tegen ontploffingsgevaar

Voor zover een aantal voorwaarden gelijktijdig worden vervuld, mogen bepaalde kabels (gewapend of met elastomeermantel) in zones met een groot ontploffingsrisico (Ex) worden gebruikt :

- a/ De kabels mogen niet worden blootgesteld aan beschadigingen van mechanische oorsprong, lopen ze door ruimten die onderhevig zijn aan mechanische risico's, dan moeten ze ofwel door hun opbouw, ofwel door de manier waarop ze worden geplaatst, een doeltreffende mechanische bescherming bieden tegen de mechanische risico's waaraan ze zijn blootgesteld;
- b/ De stroomwaarden die in de geleiders zijn toegestaan, moeten verlaagd zijn.

### 8.5 Bescherming van de kabels tegen nucleaire en ioniserende straling

Sommige fabrikanten hanteren voor hun kabels normen en/of standaarden die gelden voor nucleaire installaties en centrales.

**Door motoren opgenomen stroomsterken (benaderende waarden in ampères)**

vermogen		bij gs 220 V (1)	bij eenfasige ws 220 V (2)	bij driefasige ws	
Kw	CH	A	A	220 V A	380 V A
0,18	0,25	1,2	2,3	1,23	0,71
0,25	0,33	1,6	3	1,6	0,92
0,37	0,5	2,3	4	1,9	1,1
0,55	0,75	3,4	5	2,8	1,6
0,75	1	4,5	7	3,7	2,1
1,1	1,5	6,3	8,8	5,4	3,1
1,5	2	8,5	12	6,9	4
2,2	3	12,5	17,5	9,5	5,5
3	4	17	22,5	11,5	6,7
4	5,5	24	28	15,3	8,8
5,5	7,5	30	-	19,6	11,6
7,5	10	44	-	25,7	14,8
11	15	61	-	40,7	23,6
15	20	82	-	54	31
18,5	25	93	-	63	36,5
22	30	111	-	75	43,5
30	40	150	-	100	58
37	50	186	-	128	74
45	60	222	-	154	89
55	75	270	-	180	104
75	100	370	-	240	139
90	125	-	-	320	185
110	150	-	-	362	209
132	175	-	-	430	245
160	220	-	-	520	300
200	275	-	-	650	373

(1) Voor motoren van 110 V, deze waarden met 2 vermenigvuldigen; van 440 V, delen door 2

(2) Voor motoren van 110 V, deze waarden met 2 vermenigvuldigen; van 130 V, vermenigvuldigen met 1,73

**Temperatuurklasse**

Y	+90°C
A	+105°C
E	+120°C
B	+130°C
F	+155°C
H	+180°C
C	>180°C

Omzettingstabel (AWG → mm<sup>2</sup>)

AWG	draad		geleider	
	aantal	diameter mm	diameter mm	doorsnede mm <sup>2</sup>
2	133		8,331	34,327
4	133		6,527	21,587
6	133		5,334	13,575
8	49		4,775	8,403
10	1	2,600	2,590	5,260
10	37	0,400	2,921	4,770
10	105		2,946	5,370
12	1		2,050	3,310
12	7		2,438	3,660
12	19	0,455	2,369	3,105
12	65		2,413	3,315
14	1		1,630	2,080
14	7		1,854	2,285
14	19	0,361	1,854	1,954
14	41		1,854	2,091
16	1		1,29	1,31
16	7		1,524	1,442
16	19	0,287	1,473	1,327
16	26		1,499	1,326
18	1	1,020	1,020	0,823
18	7		1,219	0,902
18	16		1,194	0,816
18	19	0,254	1,245	0,969
20	1	0,812	0,812	0,519
20	7	0,320	0,965	0,562
20	10		0,889	0,510
20	19	0,203	0,940	0,620
22	1	0,643	0,643	0,324
22	7	0,254	0,762	0,357
22	19	0,160	0,787	0,385
24	1	0,510	0,510	0,205
24	7	0,203	0,610	0,229
24	19	0,127	0,610	0,242
26	1	0,404	0,404	0,128
26	7	0,160	0,483	0,142
26	19	0,102	0,508	0,155
28	1	0,320	0,320	0,080
28	7	0,127	0,381	0,089
28	19	0,080	0,406	0,093
30	1	0,250	0,250	0,051
30	7	0,102	0,305	0,057
30	19		0,305	0,061
32	1	0,200	0,200	0,032
32	7	0,080	0,203	0,034
32	19		0,229	0,039
34	1	0,160	0,160	0,020
34	7	0,065	0,192	0,022
36	1	0,125	0,125	0,013
36	7	0,050	0,152	0,014

1 cm = 0,394 Inch (In.)	1 m = 3,281 Foot (Ft.)
1 Inch = 2,54 cm	1 Foot = 12 inch = 0,3048 m
Inch x 25,4 = mm	mm x 0,03937 = Inches
Feet x 0,3048 = m	m x 3,281 = Feet

### Betekenis van de afkortingen van draden en kabels van Belgische makelij

GEBRUIK	
E	elektricitetskabel
S	signalisatiekabel
T	telefoonkabel
B	voorgeassembleerde geleiders
GELEIDER	
A	aluminium
ISOLATIE	
W	polyetheen
X	cross-linked polyetheen
I	gedrenkt papier
M	mineraal
P	droog papier
V	polyvinyl-chloride
WAPENING	
A	wapening
C	concentrische nulgeleider of gemeenschappelijk scherm
D	ontvouwbare nulgeleider
BUITENMANTEL	
X	cross-linked polyetheen
M	mineraal
V	polyvinylchloride
J	jutemantel
G	halogeen vrijmengsel
GELIJK VORMIGHEID	
B	conform de Belgische normen

### Betekenis van de afkortingen van draden en kabels HAR (Cenelec)

AANDUIDING VAN HET TYPE	
H	geharmoniseerd type
A	erkend nationaal type
NOMINALE SPANNING U <sub>0</sub> /U	
03	300/300 volt
05	300/500 volt
07	450/750 volt
ISOLATIE	
V	PVC
V2	PVC 90°C
R	natuur- of kunstrubber
S	siliconenrubber
B	EPDM
Z	halogeenvrij mengsel
X	ge vulcaniseerd polyetheen
MANTEL	
V	PVC
V2	PVC 90°C
Q	polyurethaan (PUR)
R	natuur- of kunstrubber
N	polychloropreen of gelijkwaardig
S	siliconenrubber
J	glasvezelomvlechting
T	textielomvlechting
Z	vernet halogeenvrij mengsel
Z1	thermoplastisch halogeenvrij mengsel
BIJZONDERHEDEN AANGAANDE DE FABRICAGE	
H	plat met scheidbare aders
H2	platte leiding met onscheidbare aders (2 gel.)
H6	platte leiding met onscheidbare aders (> 2 gel.)
KENMERKEN AANGAANDE DE KERN	
U	massief (ééndradig)
R	samengeslagen (meerdradig, stijf)
K	meerdradig (voor vaste plaatsing)
F	meerdradig (voor mobiele plaatsing)
Y	Tinsel draden
H	extra-soepel
AANWEZIGHEID VAN AARDINGSGELEIDER	
X	zonder geel/groene geleider
G	met geel/groene geleider

## Betekenis van de afkortingen van draden en kabels van Duitse makelij

AANDUIDING VAN HET TYPE	
genormaliseerd type volgens VDE	N
type volgens VDE	(N), X
naast elkaar (tweeling)	Z
ontstekingskabel	L
platte kabel	Fl
fijne draad (meerdradig) in rood koper	Li
fijne draad (meerdradig) in vertind koper	Liv
extra fijne draad (meerdradig) in rood koper	LiF
extra fijne draad (meerdradig) in vertind koper	Livff
fijne draad (meerdradig) in verzilverd koper	Livs
fijne draad (meerdradig) in vernikkeld koper	Livn
fijne draad (meerdradig) in verguld koper	Livg
massieve draad (ééndradig) in rood koper	D
massieve draad (ééndradig) in vertind koper	Dv
soepele kabel	F
kontrolekabel	S
laskabel	SL
ISOLATIE EN BUITENMANTEL	
PVC 105°C	Yw
PVC (polyvinylchloride)	Y
PE	2Y
geëxpandeerd PE	02Y
polystyreen	3Y
polyamide	4Y
PTFE	5Y
FEP	6Y
geëxpandeerd FEP	06Y
ETFE (TEFZEL®)	7Y
polyimide (Kapton®)	8Y
PP (polypropreen)	9Y
geëxpandeerd PP	09Y
PUR (polyurethaan)	11Y
TPE-E	12Y
halogeenvrij	13Y
thermoplastisch elastomeer	16Y
PFA	51Y
XLPE (vernet polyetheen)	2X
halogeenvrij	H
natuurrubber	G
siliconerubber	2G
EPDM (etheenpropyleendieenrubber)	3G
EVA (etheenvinylacetaat)	4G
CR (polychloropreenrubber)	5G
chloorzwavelpolyetheen (Hypalon®)	6G
fluorelastomeer	7G
nitrilrubber	8G
gechloreerd polyetheen	9G
acrylaatelastomeer	11G
BIJZONDERHEDEN	
bewapening van staaldraden	S
afscherming door een wronk van koperdraden (rood of vertind)	D
afscherming door een vlecht van koperdraden (rood of vertind)	C
afscherming door een ALU/PET folie	(St)
afscherming per paar door een ALU/PET folie	Pimf
petroleumgelei opvulling	F
oliebestendig	Ö
materiaal dat tegen lage temperaturen bestand is	...k
halogeenvrij (geringe zuurheid/corrosiviteit van de verbrandingsgassen) en niet vlamverspreidend	FRNC
niet vlamverspreidend (IEC 60332-3)	FR
niet brandverspreidend materiaal	NPI
Low Smoke 0 Halogen	LSZH = LSOH
Low Smoke Low Halogen	LSLH
lint	B
folie	F
glaszijdevlecht	G
vlecht van in TEFLON® gedrenkte glasvezels	GT
gelakte of gecoate glaszijdevlecht	GL
GELEIDERSIDENTIFICATIE	
zonder geel/groene geleider	O
met geel/groene geleider	J
zwarte genummerde geleiders	Z
gekleurde geleiders	B

### Kleurenvolgorde volgens DIN 47100

(in bepaalde fabricage, mogelijke kleurherhaling vanaf geleider nr 45)

draad nr	kleur	draad nr	kleur	draad nr	kleur
1	wit	21	wit/blauw	41	grijs/zwart
2	bruin	22	bruin/blauw	42	roze/zwart
3	groen	23	wit/rood	43	blauw/zwart
4	geel	24	bruin/rood	44	rood/zwart
5	grijs	25	wit/zwart	45	wit/bruin/zwart
6	roze	26	bruin/zwart	46	geel/groen/zwart
7	blauw	27	grijs/groen	47	grijs/roze/zwart
8	rood	28	geel/grijs	48	rood/blauw/zwart
9	zwart	29	roze/groen	49	wit/groen/zwart
10	paars	30	geel/roze	50	bruin/groen/zwart
11	grijs/roze	31	groen/blauw	51	wit/geel/zwart
12	rood/blauw	32	geel/blauw	52	geel/bruin/zwart
13	wit/groen	33	groen/rood	53	wit/grijs/zwart
14	bruin/groen	34	geel/rood	54	grijs/bruin/zwart
15	wit/geel	35	groen/zwart	55	wit/roze/zwart
16	geel/bruin	36	geel/zwart	56	roze/bruin/zwart
17	wit/grijs	37	grijs/blauw	57	wit/blauw/zwart
18	grijs/bruin	38	roze/blauw	58	bruin/blauw/zwart
19	wit/roze	39	grijs/rood	59	wit/rood/zwart
20	roze/bruin	40	roze/rood	60	bruin/rood/zwart
				61	zwart/wit

### Kleurenvolgorde volgens DIN 47100

(parige geleiders)

nr van de paren	kleuren van de geleiders		nr van de paren	kleuren van de geleiders	
	geleider - a -	geleider - b -		geleider - a -	geleider - b -
1	wit	bruin	12	wit/rood	bruin/rood
2	groen	geel	13	wit/zwart	bruin/zwart
3	grijs	roze	14	grijs/groen	geel/grijs
4	blauw	rood	15	roze/groen	geel/roze
5	zwart	paars	16	groen/blauw	geel/blauw
6	grijs/roze	rood/blauw	17	groen/rood	geel/rood
7	wit/groen	bruin/groen	18	groen/zwart	geel/zwart
8	wit/geel	geel/bruin	19	grijs/blauw	roze/blauw
9	wit/grijs	grijs/bruin	20	grijs/rood	roze/rood
10	wit/roze	roze/bruin	21	grijs/zwart	roze/zwart
11	wit/blauw	bruin/blauw	22	blauw/zwart	rood/zwart

Bij een groter aantal paren (meer dan 22 paren), worden de kleuren herhaald.

### Kleurenvolgorde volgens HAR/CENELEC (HD 308 S2)

(van toepassing op stijve en soepele geleiders, en dit zowel in vaste als mobile installatie)

	G	X
2	-	BL  BR
3	VJ-GG   BL   BR	BR   NO-ZW   GR
4	VJ-GG   BR   NO-ZW   GR	BL   BR   NO-ZW   GR
5	VJ-GG   BL   BR   NO-ZW   GR	BL   BR   NO-ZW   GR   NO-ZW
6 & +	VJ-GG   + zwart genummerd	VJ-GG   + zwart genummerd

### VALENTIN kleurenvolgorde

VJ-GG	geel-groen
VIO	violet (paars)
TR	doorzichtig
BL	blauw
BR	bruin
WH	wit
NO-ZW	zwart
GR	grijs
RO	rood
ORAN	oranje
VE-GN	groen
JA-GE	geel
RBQ	steenrood

### Benaderende gelijkgestelde normen in veiligheidskabels

	Frankrijk	België	Internationaal	Europa	Italië	Duitsland
niet vlamverspreidend	NF C 32-070 C2	NBN C 30-004 F1	IEC 60332-1 IEC 60332-2	(EN 50265-1) (EN 50265-2)	CEI 20-35	DIN VDE 0472 T.804 B
niet brandverspreidend	NF C 32-070 C1	NBN C 30-004 F2	IEC 60332-3	(EN 50266)	CEI 20-22	DIN VDE 0472 T.804 B
vuurbestendig	NF C 32-070 CR1	NBN C 30-004 FR1, FR2	IEC 60331	EN 50200 EN 50362	CEI 20-37	DIN VDE 4102 T.12 DIN VDE 0472 T.814
geringe dichtheid/ondoorzichtigheid van de rook	NF X 10-702	NBN C 30-004 SD	IEC 61034	(EN 50268)	CEI 20-37-4	DIN VDE 0472 T.816
geringe giftigheid van de verbrandingsgassen	NF X 70-100	NBN C 30-004 ST	IEC 60754-1		CEI 20-37-1 CEI 20-37-2	
geringe zuurheid/corrosiviteit van de verbrandingsgassen	NF C 20-453	NBN C 30-004 SA	IEC 60754-2	(EN 50267)	CEI 20-37-2	DIN VDE 0472 T.813
halogeenvrij			IEC 60754-1	EN 50267	CEI 20-37/1	

### CE Markering

Door de « CE » markering van zijn produkt verbindt de fabrikant zich formeel in zijn « EG-verklaring van overeenkomst » tegenover het bevoegde ministerie van de lidstaten om alle bepalingen na te leven, opgenomen in alle Europese richtlijnen die op dit produkt van toepassing zijn en wettelijk verplicht zijn.

Deze bepalingen omvatten naast administratieve verplichtingen voor de fabrikant ook de zogenaamde « essentiële eisen » waaraan het betreffende produkt moet voldoen vooraleer de « CE » markering mag worden aangebracht. Deze essentiële eisen hebben naargelang van de richtlijn betrekking op bepaalde aspecten van de consumentenbescherming zoals veiligheid, milieu en gezondheid.

De « CE »-markering is geen kwaliteitskeurmerk. Ze is wel een wettelijke verplichting opgelegd aan de fabrikant om een produkt in de EG-landen op de markt te mogen brengen. Het betreft dus een verplicht herkenningssymbool, aangebracht door de fabrikant en bestemd voor de bevoegde overheid die belast is met de in de wet bepaalde marktcontrole.

### Normen

Europees	HAR
België	CEBEC
Frankrijk	NF
Duitsland	VDE
Italië	IMQ
Nederland	KEMA
Oostenrijk	OVE
Denemarken	DEMKO
Zweden	SEMKO
Noorwegen	NEMKO
Finland	FEMKO
Canada	CSA
USA	UL