

Auteur

Raoul Janszen, Adviseur Top Cable Nederland en lid TVVL Expertgroep Elektrotechniek

# Aluminium als alternatief voor koperen voedingskabel

*Het zal weinigen zijn ontgaan dat de prijzen van voedingskabels het afgelopen half jaar behoorlijk zijn gestegen. Op een gegeven moment kregen installateurs zelfs binnen één week te maken met twee prijsstijgingen achter elkaar. Voor veel professionals was het ook niet duidelijk waarom de prijzen zo snel stegen en wanneer het einde van de prijsstijgingen in zicht komt. Oorzaak is onder meer een explosief stijgende koperprijs, maar ook de prijzen van de kunststoffen gaan omhoog.*

Na een 22% prijsverhoging van koper in 2020 kwam er het bericht van analisten van Goldman en Sachs dat het jaar 2021 een recordstijging van de koperprijzen zou kunnen laten zien. De oorzaak van de sterke stijging is het herstel van China na de corona-epidemie, de subsidies op het gebied van groene energie en verstoringen in de logistieke aanvoer van goederen.

## China

Juist het sterke herstel van China en hun aanpak van het omschakelen naar meer duurzame energiebronnen zorgt voor meer vraag naar grondstoffen. Aangezien China wereldwijd de grootste

afnemer is van koper, heeft dit direct gevolg voor de vraag naar koper. Europa, de VS en China hebben allemaal ambitieuze initiatieven op het gebied van duurzame energie om hun economieën groener te maken en hebben daardoor ook meer behoefte aan koper.

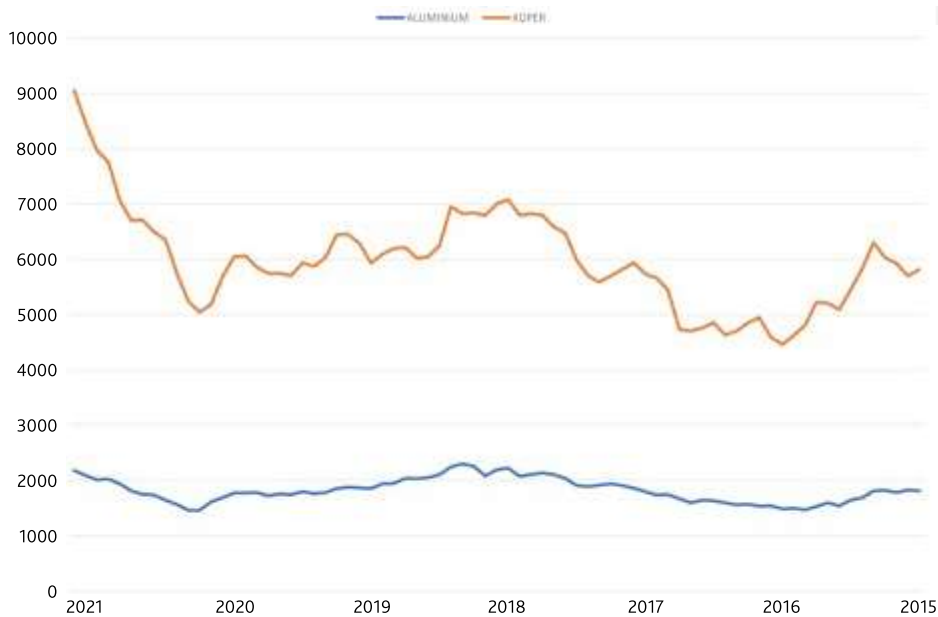
De grootste koperproducerende landen, zoals Chili, Peru, China en de VS, hebben moeite te voldoen aan de grote vraag van landen die hun groene economie-initiatieven willen uitvoeren. Dit zorgt voor het omhoogschieten van de koperprijs (zie Figuur 1.)

## Kabel met aluminium geleiders

Steeds vaker wordt dan ook de vraag gesteld in hoeverre voedingskabels met aluminium geleiders een goed alternatief zou kunnen zijn voor koper en in welke situaties dit type kabel kan worden toegepast. Gezien de reputatie van Nederlanders om op de kleintjes te letten, zal het niemand verbazen dat er in de markt wordt gezocht naar een goed alternatief voor de koperen kabel. En dan kom je al snel terecht bij kabels met aluminium geleiders. De aluminiumprijs ligt een stuk lager dan die van koper en is daarnaast ook stabiel.

Foto 1 en 2: Stijgende koperprijzen zorgen voor prijsstijgingen voor koperhoudende kabels.





**Figuur 1:** Ontwikkeling grondstofprijzen aluminium en koper.

In Nederland wordt al jaren gebruikgemaakt van aluminium kabels, maar dan hoofdzakelijk door de energiebedrijven die deze geleiders vooral gebruiken in de midden- en hoogspanningskabels voor zowel onder- als bovengrondse aanleg. Een goed voorbeeld zijn de hoogspanningslijnen tussen de hoogspanningsmasten, waar het lage gewicht van aluminium de kosten van de constructie van hoogspanningsmasten reduceren. De aluminium geleiders zijn dan wel voorzien van enkele staaldraden om de treksterkte te vergroten.

In de laagspanning wordt niet veel gebruikgemaakt van aluminium, maar de huidige koperkoers zou daar wel eens verandering in kunnen brengen. In vergelijking met koper is aluminium een relatief nieuw metaal. Zo maakte men al in 10.000 voor Chr. gebruik van koper in gebruiksvoorwerpen, terwijl we pas in 1808 het metaal aluminium ontdekten.

|                                   | Koper                 | Aluminium             | Eenheid            |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| Geleidbaarheid                    | 101                   | 61                    | % <sub>IACS</sub>  |
| Elektrische weerstand             | 1,72                  | 2,83                  | mΩ cm              |
| Weerstand Temperatuurscoëfficiënt | 0,0039                | 0,004                 | /°C                |
| Warmtegeleiding bij 20°C          | 397                   | 230                   | W/mK               |
| Uitzettingscoëfficiënt            | 17 x 10 <sup>-6</sup> | 23 x 10 <sup>-6</sup> | /°C                |
| Max. treksterkte                  | 200 - 250             | 50 - 60               | N/mm <sup>2</sup>  |
| Elasticiteit modulus              | 116 - 130             | 70                    | kN/mm <sup>2</sup> |
| Soortgelijke massa                | 8,91                  | 2,70                  | g/cm <sup>3</sup>  |
| Smeltpunt                         | 1083                  | 660                   | °C                 |

Pas sinds 1854 kan men goed aluminium produceren voor de commerciële markt. Op dat moment was aluminium zelfs nog duurder dan goud en platina. Vanaf 1900 wordt aluminium ook in kabels toegepast.

Op dit moment ligt de jaarlijkse productiehoeveelheid van aluminium ver boven die van koper en de productie zal nog verder stijgen. De grootste voordelen van aluminium zijn de lage prijs, het geringe gewicht, goede bewerkbaarheid, corrosiebestendigheid en de grote beschikbare voorraad grondstoffen (bauxiet) op moeder aarde. Men komt aluminium overal tegen: in de luchtvaart, scheepvaart, auto's en zelfs thuis als aluminiumfolie, in keukengereedschap, pannen, raamkozijnen en geneesmiddelen.

#### Geleiderdoorsneden

De prijs van aluminium ten opzichte van koper is heel aantrekkelijk, maar er zijn ook nadelen aan het gebruik van aluminium kabels waar men wel rekening mee moet houden. Zo is de geleiderweerstand veel groter dan bij koperen kabels. Een aluminium geleider heeft een ongeveer 40% lagere geleidbaarheid dan een koperen geleider van dezelfde massa. Vervangt men bijvoorbeeld een koperen kabel van 4x70 mm<sup>2</sup> door een aluminium kabel, dan moet men in de meeste gevallen minstens 1 geleiderdoorsnede groter nemen en in sommige gevallen zelfs wel 2 doorsneden groter. Men moet hiervoor dus minstens een aluminium kabel met een doorsnede van 4x95 mm<sup>2</sup> toepassen. Een bijkomend voordeel van de 4x95 mm<sup>2</sup> is wel dat het gewicht ongeveer 50% lager is dan van een koperen kabel van 4x70 mm<sup>2</sup>.

**Tabel 1:** Vergelijking van de relatieve eigenschappen tussen koper en aluminium. (Bron: International Copper Institute)



3



4

Een ander nadeel naast deze hoge geleiderweerstand is de relatief hoge uitzettingscoëfficiënt en dat geldt vooral bij aansluitingen. Daarmee is in Amerika ervaring opgedaan in de jaren 60 van de vorige eeuw toen, als gevolg van ook destijds grote prijsstijgingen van koper, massaal werd overgestapt op aluminium. Daarbij had men echter onvoldoende rekening gehouden met de hoge uitzettingscoëfficiënt van aluminium ten opzichte van andere metalen (koper). Gevolg was dat in de loop van de tijd de aansluitingen steeds losser gingen zitten door het veelvuldig opwarmen en afkoelen. Hierdoor ontstonden geleidelijk steeds hogere overgangswaarden bij de aansluitpunten, wat weer leidde tot hogere temperaturen en in sommige gevallen zelfs tot branden. De koperen geleiders hebben een lagere uitzettingscoëfficiënt ten opzichte van de gebruikte aansluitmaterialen, waardoor dit soort problemen zich nooit voordoet.

### Ontwikkelingen

Sinds 1970 hebben de ontwikkelingen in aluminiumgeleiders en speciale aansluitklemmen niet stilgestaan, waardoor op dit moment dezelfde kwalitatief hoogwaardige verbinding met aluminium kan worden gemaakt als met koperen geleiders. Men heeft onder andere kabelschoenen ontworpen die bij het aansluitvlak bestaan uit koper en bij de schacht uit aluminium.

### Corrosiebestendig

Bij de aansluitingen heb je behalve met de uitzettingscoëfficiënt nog te maken met een ander groot nadeel, dat in de bouw

**Foto 3 en 4:** *Verskil in diameter tussen een standaard YMvK 4G50 mm<sup>2</sup> (links) en het alternatief, en een 4x95 mm<sup>2</sup> in een uitvoering met aluminiumgeleiders.*  
*Buiskabelschoenen voor aluminium geleiders met aluminium schacht en koperen aansluitvlak.*

juist weer een groot voordeel is. Aluminium is zeer corrosiebestendig door de laag aluminiumoxide die direct wordt gevormd als blank geschuurd aluminium in contact komt met lucht. Deze 5 nm dikke aluminiumoxidelaag beschermt het aluminium tegen corrosie, waardoor het bij uitstek geschikt is als materiaal voor raamkozijnen. Bij het maken van elektrische verbindingen is deze oxidelaag juist niet gewenst. Deze zorgt namelijk weer voor een te grote overgangswaarden. Vandaar dat de meeste aluminium kabelschoenen in de schacht zijn voorzien van een speciale substantie die ervoor zorgt dat de overgangswaarden tussen de kabelschoenschacht en aluminium geleider wordt geminimaliseerd tijdens het aanpersen.

Naar verwachting zullen de aluminiumkabels in bepaalde onderdelen van de laagspanningsinstallatie juist daar worden toegepast waar men minder last heeft van de negatieve installatie eigenschappen, zoals de grotere buigstraal (door dikkere doorsnede in vergelijking met een koperen geleider), corrosie en de grotere buitendiameter van de kabel (meer ruimte nodig op de kabelladder of goot).

**Foto 5:** *Kabelschoen voor sectorvormige geleiders (links) en voor ronde geleiders (rechts). Duidelijk zichtbaar is de donkere substantie in beide schachten van de kabelschoenen om de aluminiumoxide laag op de geleider te doorbreken en op die manier de overgangswaarden te minimaliseren.*

