Meerwaarde van vloeibare isolatie

Introduction

In het snel veranderende energielandschap staat duurzaamheid centraal. De opwekking van elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen groeit in een ongekend tempo, mede gedreven door de wereldwijde ambitie om in 2050 netto nul uitstoot te bereiken. Dit is essentieel om de opwarming van de aarde te beperken tot 1,5°C. Tegelijkertijd zorgt de elektrificatie van de samenleving, onder meer door warmtepompen, elektrische voertuigen (EV's) en waterstofproductie, voor een sterke toename van de elektriciteitsvraag.

Deze combinatie van groeiende elektriciteitsvraag en de energietransitie legt een grote druk op het elektriciteitsnet. Dit leidt tot netcongestie en grotere schommelingen in zowel elektriciteitsgebruik als energieprijzen. Netcongestie ontstaat wanneer de beschikbare transportcapaciteit van het net onvoldoende is om de gevraagde hoeveelheid elektriciteit van de ene locatie naar de andere te transporteren.

Een vaak onderschat onderdeel binnen deze infrastructuur is de kabelmof. Kabelmoffen vormen een cruciaal onderdeel van midden- en hoogspanningssystemen en worden gebruikt om kabelsecties met elkaar te verbinden, met name in ondergrondse en onderwaterse elektriciteitsnetwerken. De prestaties van deze moffen zijn van groot belang voor de betrouwbaarheid en levensduur van het totale systeem, aangezien zij continu worden blootgesteld aan hoge elektrische, mechanische en thermische belastingen.

Wanneer een kabelmof onvoldoende geïsoleerd is, kan deze een zwakke schakel vormen binnen het netwerk. Dit risico neemt verder toe doordat elektriciteitsnetten steeds zwaarder worden belast en vaker te maken krijgen met fluctuaties als gevolg van hernieuwbare energiebronnen.

Traditioneel worden XLPE-kabels (vernet polyethyleen) veel toegepast vanwege hun uitstekende elektrische eigenschappen en duurzaamheid. Kabelmoffen met vaste isolatie, zoals krimpmoffen, kunnen echter uitdagingen ondervinden wanneer zij worden blootgesteld aan de hogere thermische en elektrische belastingen die gepaard gaan met de integratie van hernieuwbare energie.

Een van de belangrijkste aandachtspunten hierbij zijn harmonischen. Deze ontstaan door niet-lineaire belasting vanuit bijvoorbeeld wind- en zonne-energie. Harmonischen verhogen zowel de elektrische als thermische belasting van het elektriciteitsnet, wat kan leiden tot extra warmteontwikkeling in kabelmoffen. Dit kan oververhitting, partiële ontladingen en uiteindelijk uitval van de vaste isolatie veroorzaken.

Als antwoord op deze uitdagingen biedt vloeibare isolatie een interessant alternatief dankzij de uitstekende thermische eigenschappen. Kabelmoffen met vloeibare isolatie, zoals de M-Series van Lovink, voeren warmte onder hoge belasting effectiever af. Hierdoor blijft de temperatuur van de connector aanzienlijk lager dan bij vaste isolatiesystemen.

Daarnaast biedt vloeibare isolatie voordelen zoals een hoge weerstand tegen partiële ontladingen en een grotere tolerantie voor onvolkomenheden tijdens de installatie. Dit wordt steeds belangrijker naarmate het aantal ervaren kabelmonteurs afneemt. Door deze grotere fouttolerantie wordt de betrouwbaarheid van de installatie vergroot. Gezien de toenemende complexiteit van moderne elektriciteitsnetten en de groei van hernieuwbare energie is het daarom relevant om de voordelen van vloeibare isolatie in kabelmoffen nader te onderzoeken.

Onderzoeksvragen

- Hoe kan de toepassing van vloeibare isolatie in kabelmoffen bijdragen aan het oplossen van uitdagingen die ontstaan door de integratie van hernieuwbare energie en netcongestie?
- Welke thermische, elektrische en mechanische voordelen biedt vloeibare isolatie voor het verlagen van uitvalpercentages en het verlengen van de levensduur?
- Hoe presteert vloeibare isolatie onder omstandigheden met harmonische vervorming in vergelijking met vaste isolatie in kabelmoffen?

Resultaten

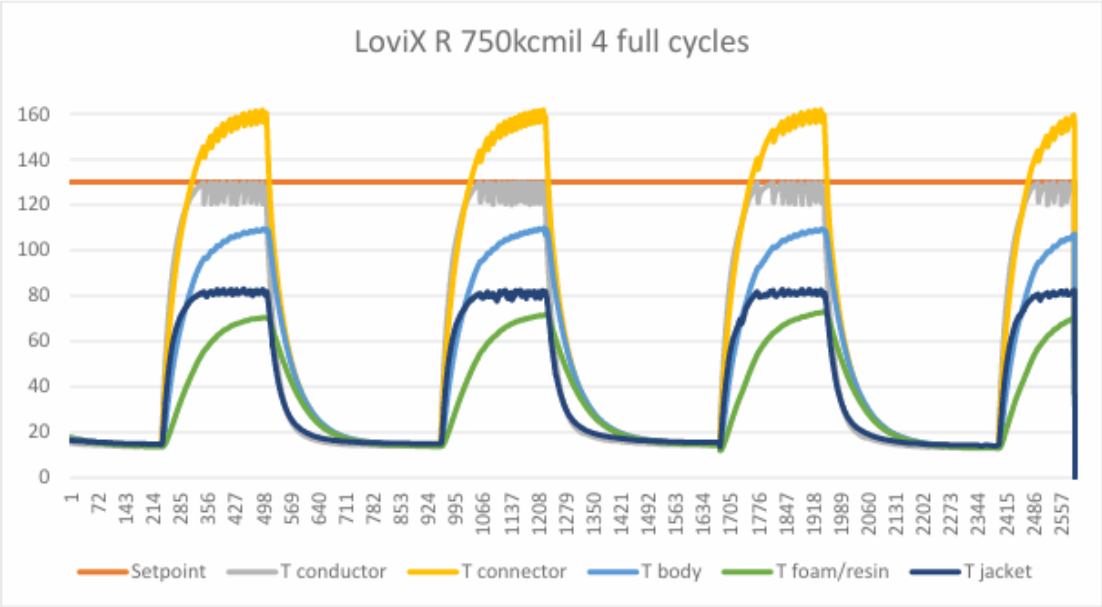
In deze studie zijn twee typen kabelmoffen onderzocht:

- Een kabelmof met vaste isolatie (krimpmof);
- Een kabelmof met vloeibare isolatie (Lovink M-Series).

De analyse richtte zich primair op de thermische prestaties van beide systemen onder standaard bedrijfsomstandigheden, bij een kerntemperatuur van 130°C. Deze temperatuur komt overeen met de maximale bedrijfstemperatuur volgens de IEEE-normen.

Thermische prestaties van krimpmoffen

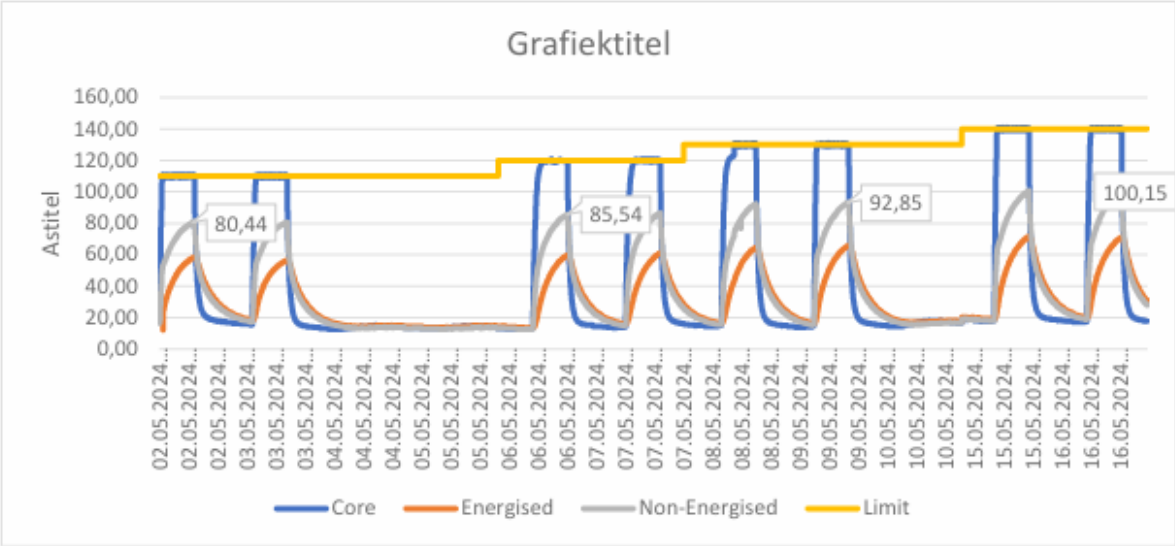
Bij de krimpmof werd een kerntemperatuur van 130°C gemeten. De temperatuur van de connector liep echter op tot circa 160°C. Dit betekent een temperatuurverschil van 30°C tussen de kabelkern en de connector.
Deze metingen laten zien dat vaste isolatie warmte vasthoudt in de mof, waardoor oververhitting ontstaat. Dit kan leiden tot versnelde veroudering van de kabelmof en een verhoogde kans op uitval, vooral in netten waar harmonischen en hoge belastingen voorkomen.



Thermische prestaties van M-Series kabelmoffen met vloeibare isolatie

De kabelmof met vloeibare isolatie presteerde aanzienlijk beter op het gebied van warmteafvoer. Bij dezelfde kerntemperatuur van 130°C bedroeg de temperatuur van de connector slechts 92,85°C. Dat is ongeveer 37°C lager dan de kerntemperatuur.

Zelfs bij een verhoging van de kerntemperatuur naar 140°C steeg de connectortemperatuur slechts tot 100,15°C. Dit toont aan dat vloeibare isolatie thermische belastingen zeer effectief beheerst.



Het verschil tussen beide systemen is aanzienlijk. Bij de krimpmof werd een connectortemperatuur van 160°C gemeten bij een kerntemperatuur van 130°C. Bij de M-Series kabelmof bedroeg de connectortemperatuur onder dezelfde omstandigheden slechts 92,85°C.

Dit resulteert in een temperatuurverschil van 67,15°C, wat duidelijk de effectiviteit van vloeibare isolatie illustreert bij het laag houden van de bedrijfstemperatuur binnen de kabelmof.

Discussie

De resultaten van dit onderzoek tonen aan dat vloeibare isolatie aanzienlijke thermische voordelen biedt ten opzichte van vaste isolatie in kabelmoffen. Dit geldt met name voor moderne elektriciteitsnetten die worden geconfronteerd met hogere belastingen en harmonische vervorming als gevolg van de integratie van hernieuwbare energie.

De M-Series kabelmof met vloeibare isolatie liet duidelijk lagere connectortemperaturen zien dan de kabelmof met vaste isolatie. Dit is een belangrijke bevinding, aangezien oververhitting een van de belangrijkste oorzaken is van storingen in kabelmoffen. Het beperken van dit risico draagt rechtstreeks bij aan een hogere betrouwbaarheid van het elektriciteitsnet.

De lagere temperaturen in de connector zijn toe te schrijven aan het vermogen van vloeibare isolatie om warmte efficiënter af te voeren. Vloeibare isolatie zorgt voor een gelijkmatigere warmteverdeling en kan thermische spanningen beter absorberen. Hierdoor wordt de vorming van lokale hotspots beperkt.

Vaste isolatie daarentegen houdt warmte gemakkelijker vast, waardoor thermische energie zich ophoopt. Dit kan leiden tot degradatie van de isolatie en een grotere kans op storingen.

Daarnaast biedt vloeibare isolatie een praktisch voordeel doordat kleine onnauwkeurigheden tijdens de installatie beter kunnen worden opgevangen. Menselijke fouten, zoals ongelijkmatig afmantelen van de kabel, kunnen bij vaste isolatiesystemen zwakke punten creëren die gevoelig zijn voor storingen.

Vloeibare isolatie kan dergelijke kleine afwijkingen compenseren doordat de vloeistof holtes en onregelmatigheden opvult. Hierdoor neemt de betrouwbaarheid van de verbinding toe.

In conclusie, Vloeibare isolatie biedt duidelijke voordelen ten opzichte van vaste isolatie in kabelmoffen, met name in middenspanningsnetten. Door het risico op oververhitting te verkleinen en een grotere tolerantie voor installatiefouten te bieden, kan vloeibare isolatie een belangrijke bijdrage leveren aan de betrouwbaarheid en levensduur van kabelmoffen in toekomstige elektriciteitsnetten.

Onderzoek uitgevoerd door Hassan Azhar, High Voltage Development, Lovink Enertech, Terborg.