



cigre
Nederland

12 april 2023

More control in protection? Or more protection in control!

Kabeltemperatuur meten door middel van
Smart Cable Guard



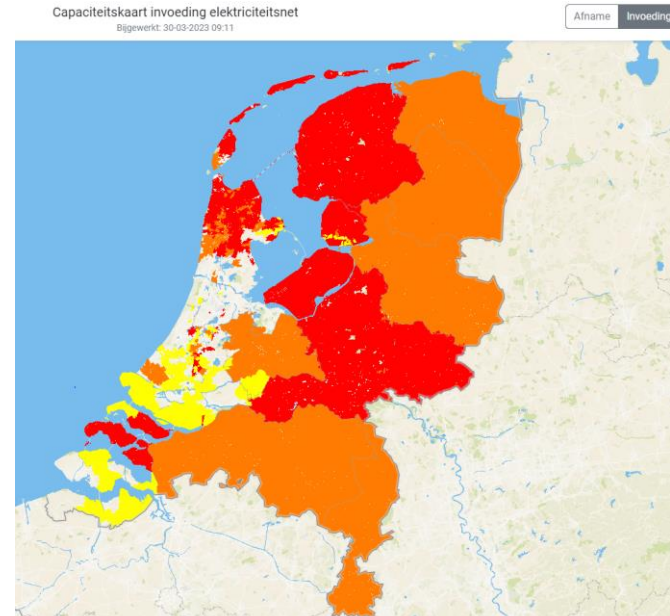


Introductie

- Congestie probleem
- Thermische veroudering kabels

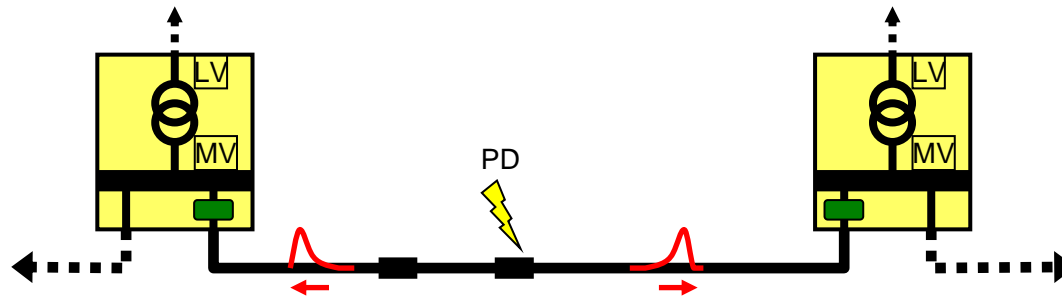


Smart Cable Guard (SCG)



Smart Cable Guard

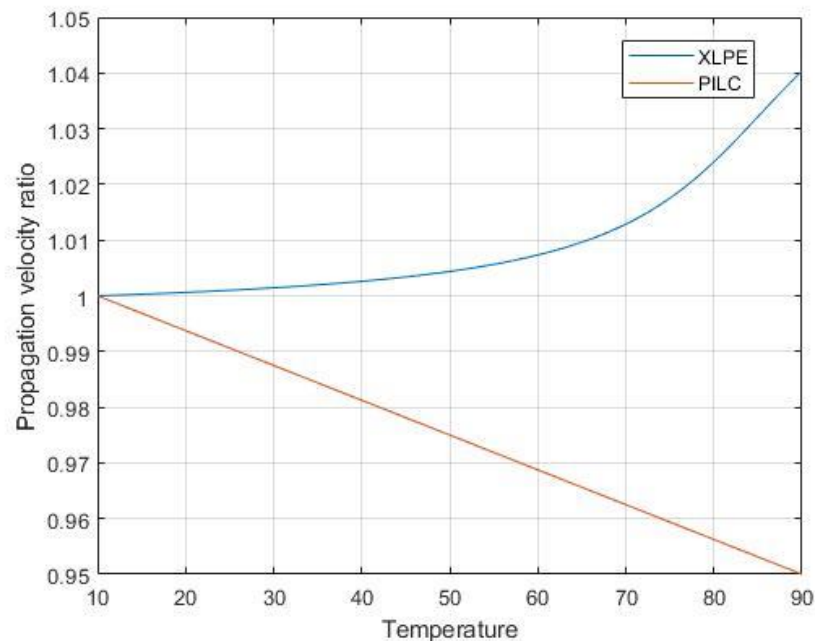
- Detecteert deel ontladingen en kortsluitingen inclusief locatie
- De locatie wordt gebaseerd op het verschil in aankomst tijd
- Synchronisatie tussen de sensoren is cruciaal
- De propagatie tijd van de synchronisatie pulsen kan worden gebruikt om de temperatuur te meten





SCG propagatie snelheid geeft temperatuur veranderingen aan

- Relatie tussen isolatie temperatuur en propagatie snelheid
- Afhankelijk van type isolatie materiaal → diëlectrische permitiviteit:
 - PILC: lineair, $-0.10\%/^{\circ}\text{C}$
 - XLPE: niet lineair





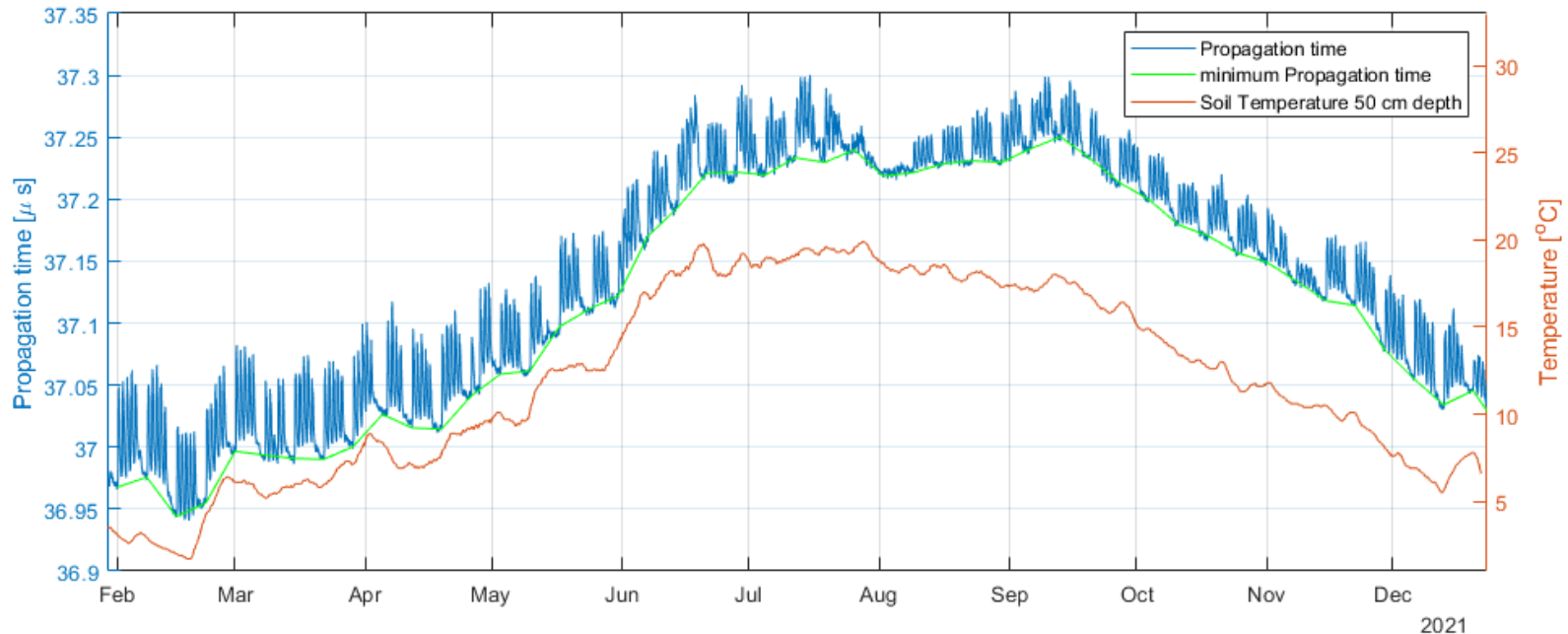
Potentiële voordelen van SCG

- Temperatuur metingen door middel van:
 - Glasvezel: te duur (voor MS), niet achteraf te installeren en breekbaar
 - Dynamisch Themisch Electric Equivalent (TEE) model:
exact bodem model en belasting data benodigd

- Voordelen SCG:
 - online temperatuur monitoren
 - achteraf te installeren
 - meerdere functies: deelontladingen en kortsluitingen detecteren
 - benodigd geen complexe bodem en belasting modellen

Propagatie tijd van een gemonitoorde PILC kabel

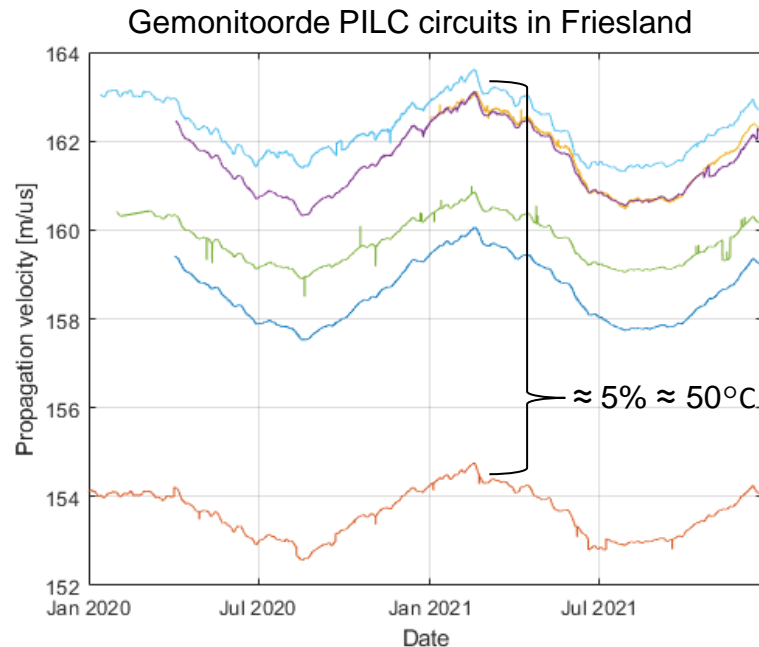
- Dagelijkse “snelle” variatie → belasting
- Seizoensafhankelijke “langzame” variatie → bodemtemperatuur





Kalibratie nodig

- Een generieke formule om de absolute temperatuur voor alle PILC of XLPE kabels is niet mogelijk:
 - Circuit lengtes niet accuraat
 - Mofen en RMU's vertragen signaal
 - Onnauwkeurigheden in de propagatie tijd
- Dus is een kalibratie nodig

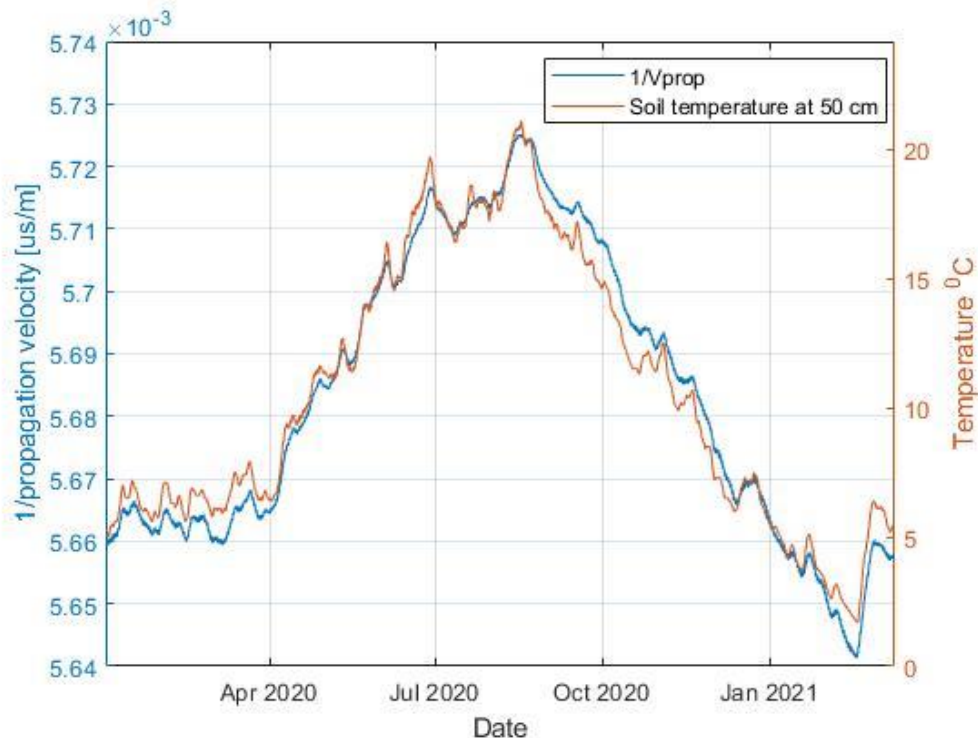




Kalibratie nodig

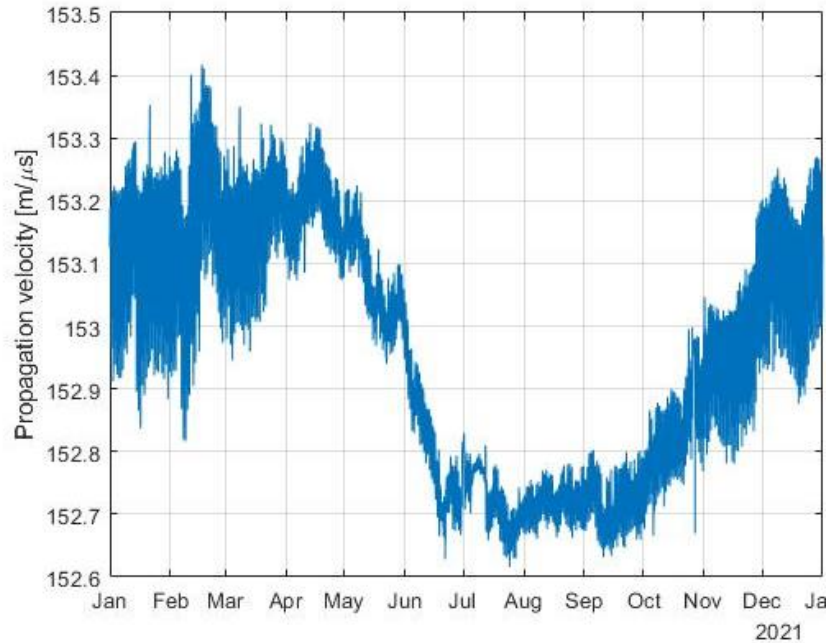
- Relatieve relatie → absolute relatie
- Bij lage belasting zal de kabel afkoelen tot de bodemtemperatuur
- Lineaire fit van de bodemtemperatuur met de dagelijkse/wekelijkse maximale propagatiesnelheden:

$$T = a \cdot v_{prop} + b$$



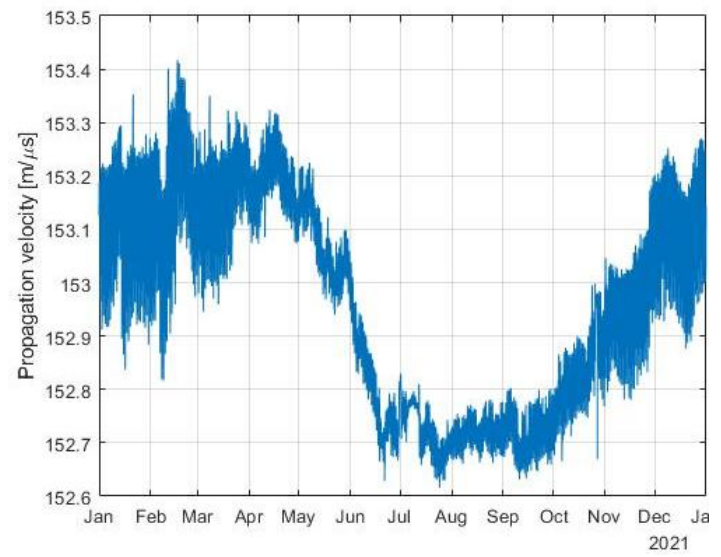


Voorbeeld van kalibratie



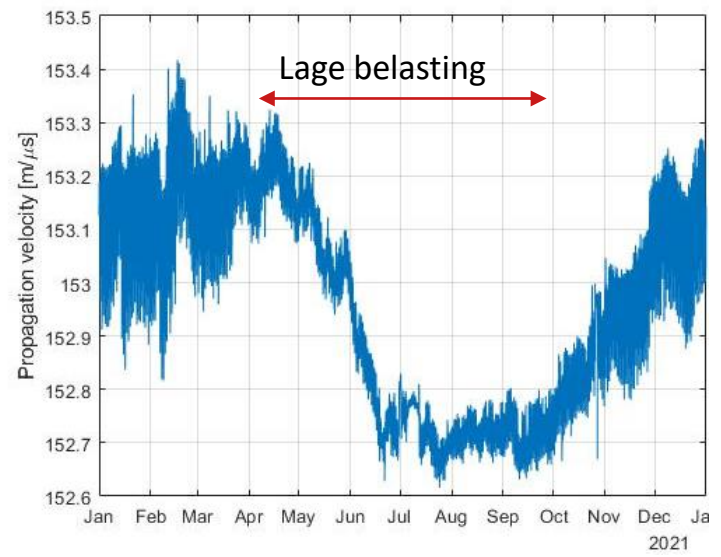


Bepaal de periode van lage belasting





Bepaal de periode van lage belasting

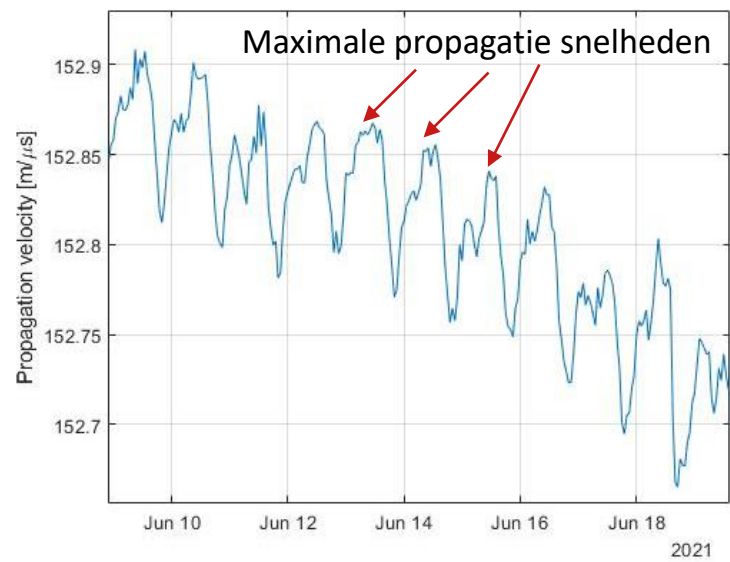
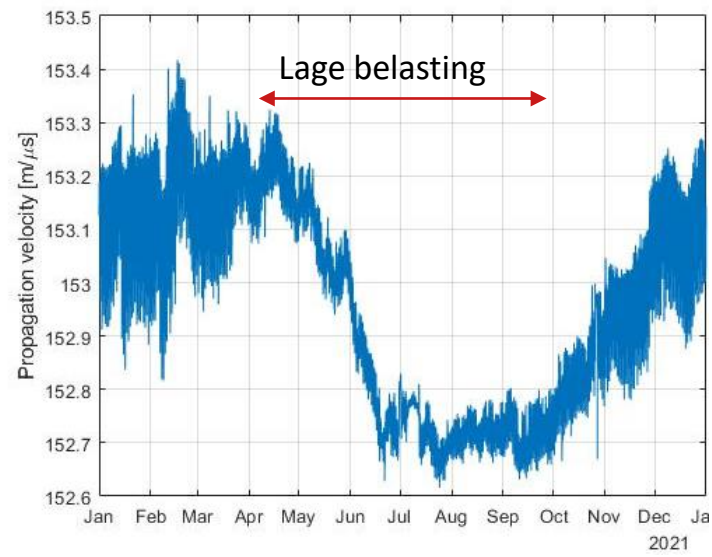


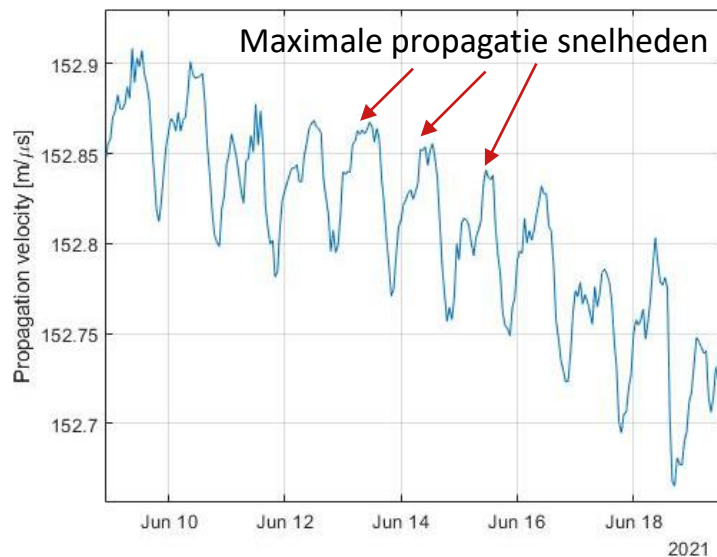
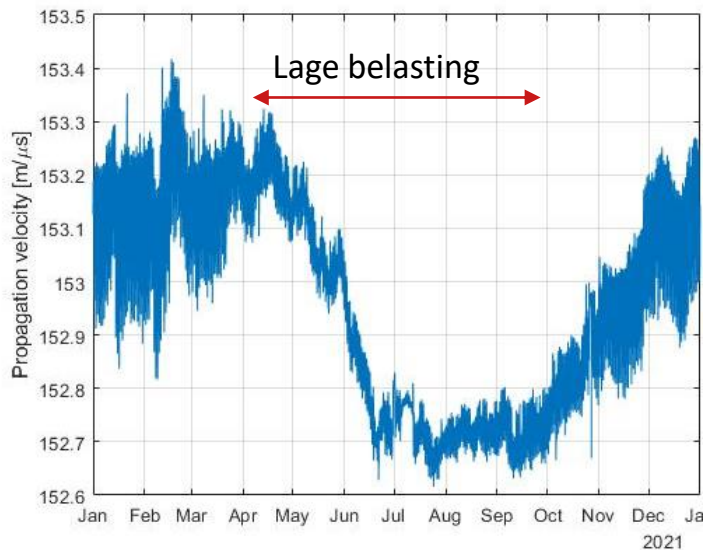
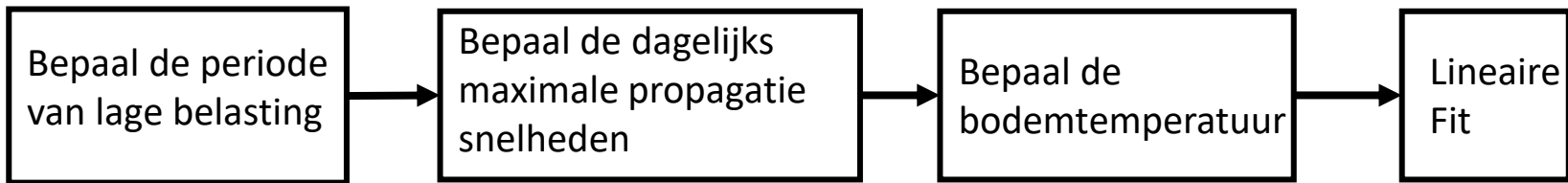


Bepaal de periode van lage belasting



Bepaal de dagelijks maximale propagatie snelheden





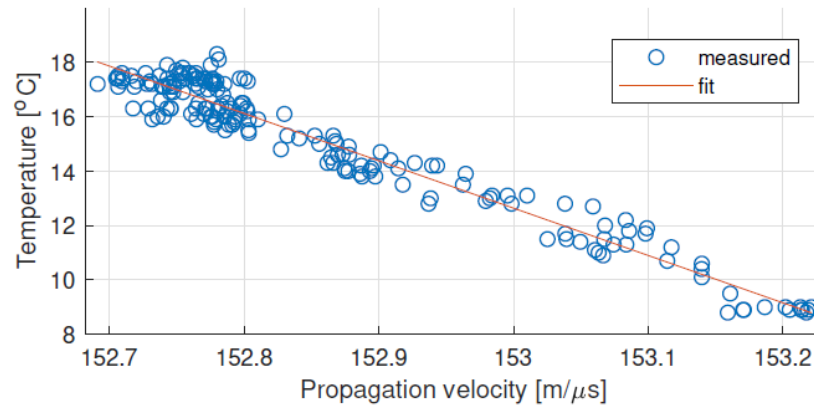


Lineaire fit:

$$T = a \cdot v_{\text{prop}} + b$$



Fit van dagelijks maximale propagatie snelheden en bodemtemperatuur



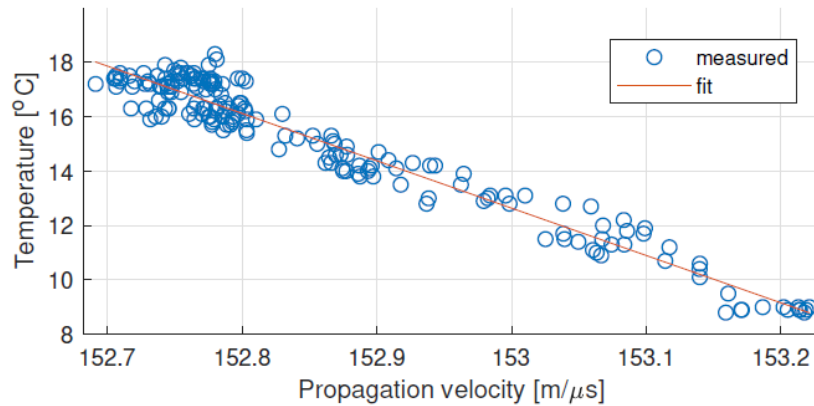


Lineaire fit:

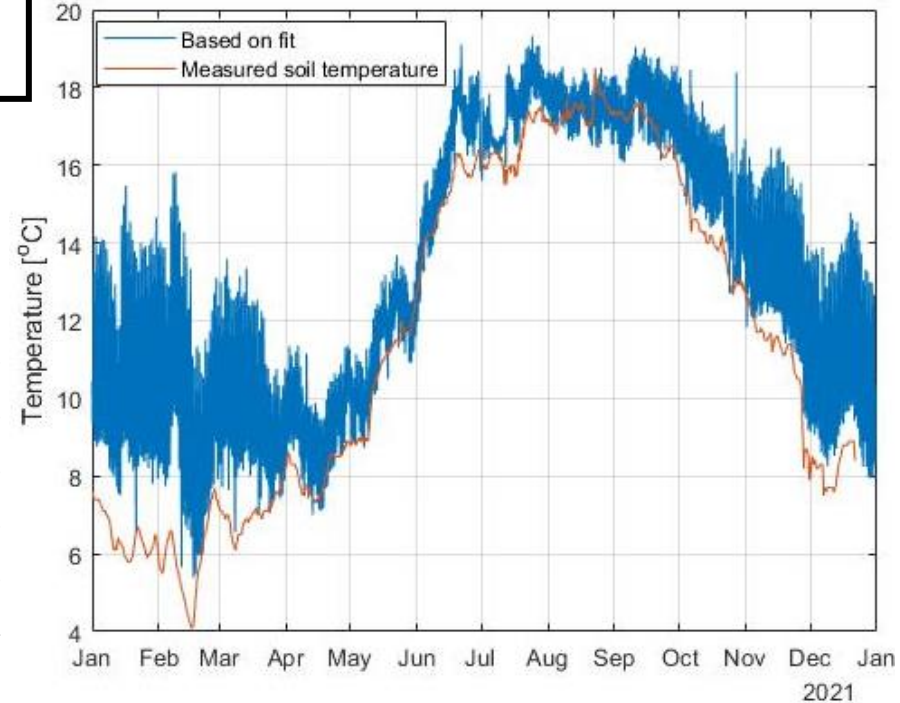
$$T = a \cdot v_{\text{prop}} + b$$

Temperatuur tijdens
belasting

**Fit van dagelijks maximale propagatie
snelheden en bodemtemperatuur**



Gemiddelde isolatie temperatuur op basis van fit





Concluderend

- SCG kan een gemiddelde temperatuur van de kabelisolatie geven
- Hiervoor moet een kalibratie worden gedaan
- Tijdens afstudeeropdracht is aangetoond dat:
 - Zelfde soort kalibratie mogelijk voor XLPE kabels
 - Tot 5 graden nauwkeurigheid zou kunnen worden behaald
 - Ook tijdens belasting kalibratie kan worden uitgevoerd
 - De belasting kan worden bepaald op basis van temperatuur
 - Circuits bestaande uit mix PILC en XLPE kunnen worden gemeten