

Notitie

Projectnummer: 51023946

Referentienummer: NL24-648800269-112787

Datum: 26-11-2024

G-waarde bureauonderzoek TenneT Farmsum

Onderzoek naar de thermische weerstand van de ondergrond

Definitief

Opdrachtgever:

TenneT TSO B.V.

Revisiebeheer

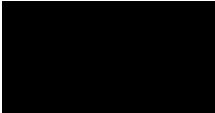
Revisie	Datum	Status	Belangrijkste wijzigingen
C01	30-10-2024	Concept	Opstellen rapportage
D01	26-11-2024	Definitief	RFA op C01 verwerkt

Verantwoording

Titel	G-waarde bureauonderzoek TenneT Farmsum
Subtitel	Onderzoek naar de thermische weerstand van de ondergrond
Projectnummer	51023946
Referentienummer	NL24-648800269-112787
Revisie	D01
Datum	26-11-2024

Auteur(s)	
E-mailadres	

Gecontroleerd door	
Paraaf gecontroleerd	

Goedgekeurd door	
Paraaf goedgekeurd	

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Algemeen.....	5
1.2	Kwaliteitsborging en onafhankelijkheid	6
2	Werkzaamheden	7
3	Resultaten	8
3.1	Grondwater.....	8
3.2	Locaties stations (open ontgravingen en mogelijk voor de verbinding tussen FSO220 en FSO110).....	10
3.2.1	Bodemopbouw	10
3.2.2	g-waarde ondiep	13
3.3	Het tracé, HDD	13
3.3.1	Bodemopbouw	13
3.3.2	g-waarde diep	15
3.4	Equivalente g-waarde	15
4	Conclusie.....	18

Bijlage 1 GeoTop Tracé ondiep

Bijlage 2 GeoTop Tracé diep

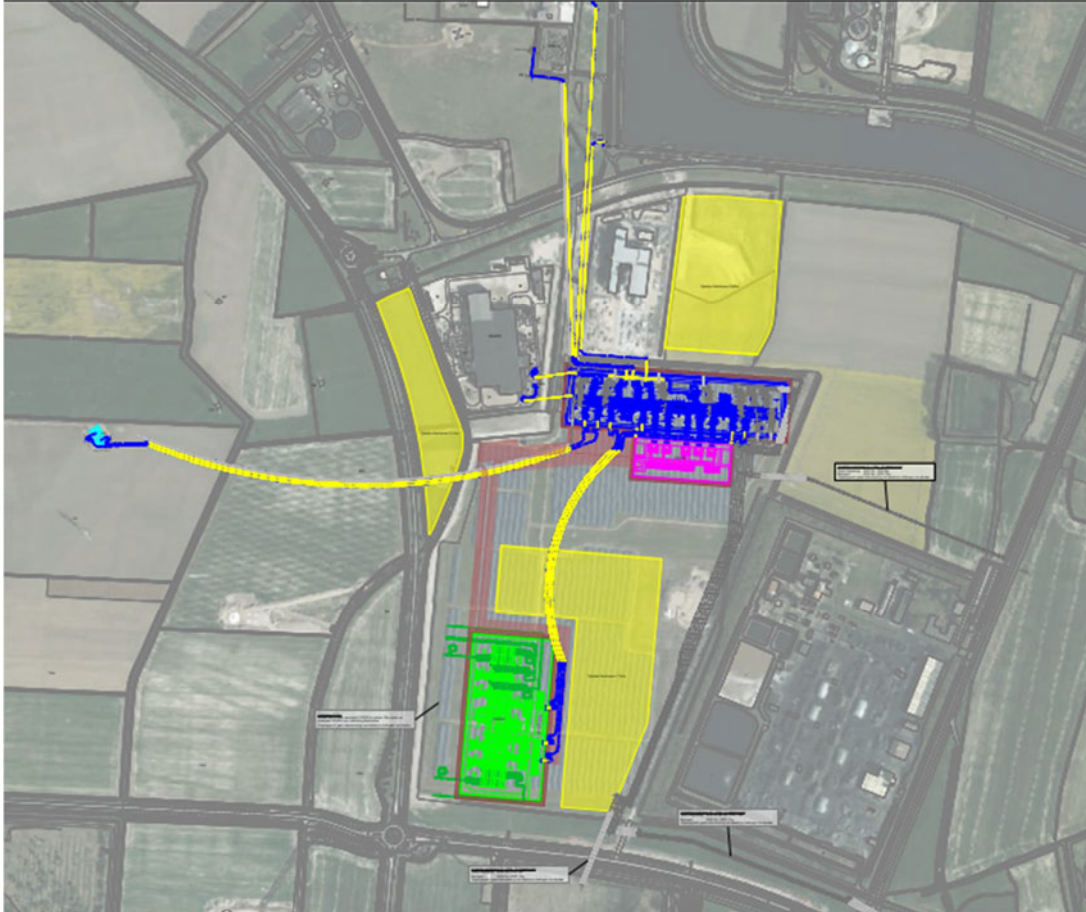
1 Inleiding

1.1 Algemeen

Vanwege de groeiende vraag naar elektriciteit in Noord-Nederland is de netuitbreiding in Farmsum noodzakelijk. De locatie voor de uitbreiding bevindt zich direct ten oosten van de provinciale weg N991, begrensd door de Warvenweg in het zuiden, de Kloosterlaan in het oosten en het bestaande 110 kV station (DZW100) in het noorden aan Oosterwierum 2. Het onderzoeksgebied is aangetoond in Figuur 1-1.

Binnen de scope van het project Netuitbreiding Farmsum zijn deze werkzaamheden relevant voor het g-waarde onderzoek: Er worden drie nieuwe stations aangelegd: FSO220kV, FSO110kV en FSO020kV. Daarnaast wordt het bestaande station WEW220 uitgebreid, waarbij de ruimte identiek blijft, maar er nieuwe kabelverbindingen worden toegevoegd. Het bestaande station DZW110 zal worden gesloopt. Er komt een ondergrondse kabelverbinding tussen de nieuwe stations FSO220 en FSO110, en een ondergrondse kabelverbinding tussen de 110kV-lijn vanaf mast 26 (of mast 25) naar het nieuwe station FSO110. Ook wordt een ondergrondse kabelverbinding aangelegd vanaf het te slopen station DZW110 naar het nieuwe station FSO110, en bij het nieuwe station FSO220. Daarnaast komt er een ondergrondse kabelverbinding bij de uitbreiding van station WEW220. De bestaande lijnen en masten vanaf mast 26 (of mast 25) tot het te slopen station DZW110 worden verwijderd, en vanaf mast 26 (of mast 25) komt een ondergrondse verbinding.

Door TenneT is aan Sweco Nederland B.V. uitgevraagd om de bureau- en veldonderzoeken uit te voeren. Als onderdeel hiervan is een bureauonderzoek uitgevoerd naar de thermische eigenschappen van de ondergrond (g-waarde). In onderhavige rapportage zijn de resultaten van dit bureauonderzoek opgenomen. In eerste instantie is ervoor gekozen om een deskstudie uit te voeren om op korte termijn input (een eerste inschatting van de g-waarden) te kunnen leveren aan Movares voor de engineeringswerkzaamheden. Later zal een veldonderzoek worden uitgevoerd volgens het onderzoeksprotocol van TenneT, en op basis van de verkregen informatie zal een nieuw rapport worden opgesteld.



Figuur 1-1 Onderzoeksgebied Farmsum (Vlekkenplan versie 2.2) de blauwe stippellijnen geven de nieuwe aanleg van kabels aan via open ontgraving en de gele lijnen zijn HDD of mantelbuis in open ontgraving of persing

1.2 Kwaliteitsborging en onafhankelijkheid

Sweco Nederland B.V. verklaart hierbij dat zij en haar onderaannemers geen belang hebben bij de uitkomsten van het onderzoek. Bodemonderzoek wordt in beginsel steekproefsgewijs uitgevoerd. Ondanks het feit dat Sweco Nederland B.V. bij de uitvoering van deze werkzaamheden aansluit bij landelijke kwaliteitsrichtlijnen en regelgeving, maakt het steekproefsgewijze karakter van het onderzoek het niet mogelijk om garanties af te geven ten aanzien van de beschreven situatie. Sweco Nederland B.V. accepteert dan ook geen aansprakelijkheid ten aanzien van mogelijke beslissingen die de opdrachtgever of derden naar aanleiding van het door Sweco Nederland B.V. uitgevoerde onderzoek en/of de uitgevoerde berekeningen en (theoretische) bepalingen nemen.

2 Werkzaamheden

Er wordt een inschatting van de g-waarde (thermische weerstand van de ondergrond) gemaakt voor het hele ondergrondse 110kV kabeltracé. De kabels worden grotendeels aangelegd door middel van HDD, en bij de stations worden ze aangelegd via open ontgraving. De bodemopbouw langs het tracé wordt tot ongeveer 20,0 m onder het maaiveld in kaart gebracht. Echter, de boringen langs DZW110 kV zullen op minimaal 35 m onder maaiveld liggen, zoals laten weten door Movares na de conceptversie van dit rapport. Daarom is de diepe ondergrond tot 50 m onder maaiveld in kaart gebracht in deze versie. Voor de open ontgravingen richt het g-waardeonderzoek zich voornamelijk op de eerste 3,0 m vanaf het maaiveld. Zie Figuur 1-1- ter verduidelijking.

Voor het inzichtelijk maken van de te verwachten g-waarde, wordt op basis van gegevens uit onder andere de Bodemkaart van Nederland, Dinoloket van TNO een eerdere uitgevoerde verkennend bodemonderzoek (Rapportage verkennend bodemonderzoek, 151839, d.d. 22-04-2016, EcoReest) rapport bodemonderzoek) de bodemopbouw in beeld gebracht en de gemiddelde grondwaterstand. De (dichtheid van de) bodem en het vochtgehalte zijn namelijk bepalende parameters voor de g-waarde. De dichtheid van de bodem wordt vooral bepaald door de grondsoort. Het vochtgehalte wordt met name bepaald door de grondwaterstand. Op basis van de bodemopbouw en grondwaterstand kan vervolgens een inschatting van een g-waarde range worden gemaakt.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk is een overzicht opgenomen van de resultaten van het uitgevoerde bureauonderzoek. Het grondwater is voor het gehele onderzoeksgebied beschouwd. Vervolgens is er een verwachting van de g-waarde gegeven voor het gehele kabeltracé waarbij er specifiek is gekeken naar de ondiepe bodem (tot 3,0 m onder maaiveld) en de diepe bodem (tot 20,0 m onder maaiveld).

3.1 Grondwater

Als gevolg van seizoensfluctuaties veranderen de freatische grondwaterstand en de stijghoogte van het diepere grondwater. De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) geven de range weer, waartussen de grondwaterstand zich gedurende het grootste deel van het jaar beweegt.

Om een indruk te krijgen van de grondwaterstanden in het onderzoeksgebied, zijn de peilbuis gegevens in de omgeving bekeken. Tussen 1962 en 2024 zijn er verschillende peilbuizen geplaatst. Deze peilbuizen bieden actuele gegevens over verschillende meetperiodes van ca. 2 tot 44 jaar. Uit de gegevens van de vijf dichtstbijzijnde peilbuizen rondom het onderzoeksgebied (zie Figuur 3-1), blijkt dat de GHG tussen de 0,10 m -mv en 4,10 m -mv ligt. De GLG ligt tussen de 0,60 m -mv en 4,30 m -mv (zie Tabel 3-1 en Figuur 3-2). Het is echter mogelijk dat de GLG plaatselijk dieper ligt dan 4,30 m -mv.

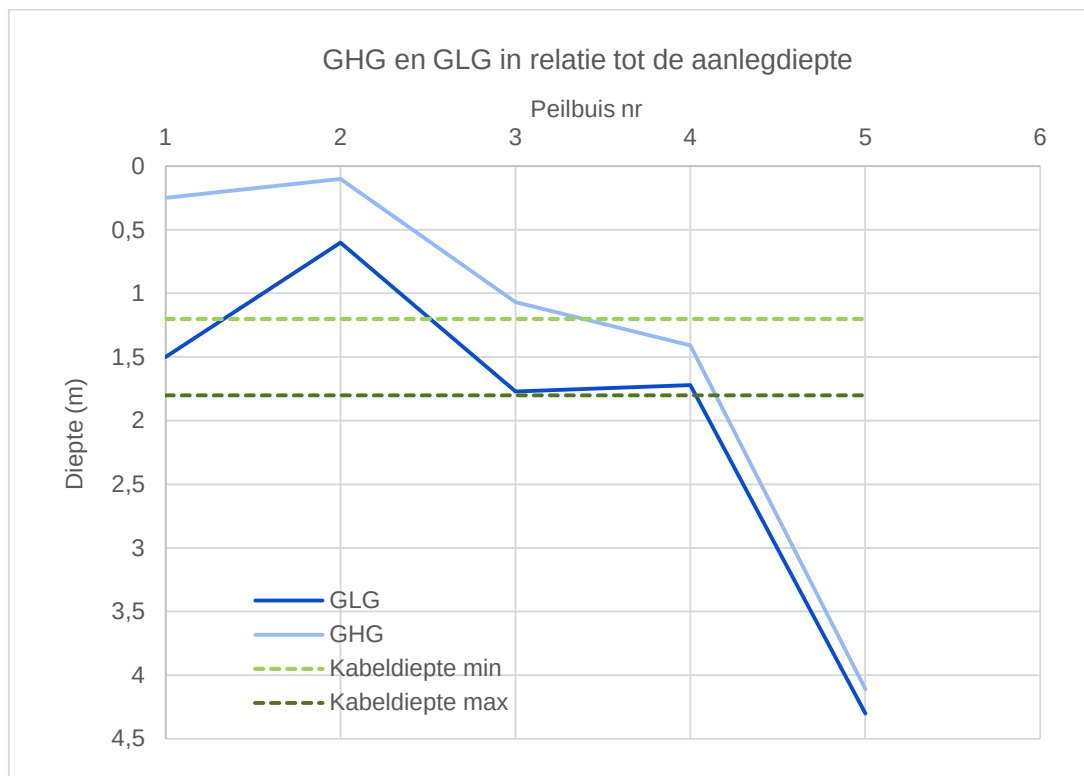


Figuur 3-1 Ligging peilbuizen (blauw) ten opzichte van het onderzoeksgebied (paars)

Tabel 3-1 Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) waarden peilbuizen

Peilbuis nr	ID	Maaiveldhoogte (m NAP)	GLG (m +NAP)	GHG (m +NAP)	GLG (m-mv)	GHG (m-mv)
1	B07F0327	-1,20	-2,7	-1,45	1,5	0,25
2	GMW000000057498 (GLD000000038604)	-0,24	-0,84	-0,34	0,60	0,10
3	GLD000000038633 (GMW000000057527)	-0,48	-2,25	-1,55	1,77	1,07
4	B08A0053	+0,54	-1,18	-0,87	1,72	1,41
5	B08A0054	+1,37	-2,93	-2,74	4,30	4,11

Op basis van bovenstaande gegevens kan worden gesteld dat de kabels met een aanlegdiepte van ongeveer 1,20 m tot 1,80 m -mv onder de grondwaterspiegel zullen komen te liggen. Het kan echter plaatselijk voorkomen (door bijvoorbeeld verschillen in maaiveldhoogte of lange droge zomers) dat de kabels (tijdelijk) boven de grondwaterspiegel komen te liggen, zie Figuur 3-2. Het wordt geadviseerd om peilbuizen te plaatsen in het projectgebied om een beter beeld te krijgen van de grondwaterstanden. Dit wordt in het veldonderzoeken meegenomen.



Figuur 3-2 GHG en GLG in relatie tot de aanlegdiepte kabels, uitgegaan van een aanlegdiepte van 1,20 of 1,8 m -mv

3.2 Locaties stations (open ontgravingen en mogelijk voor de verbinding tussen FSO220 en FSO110)

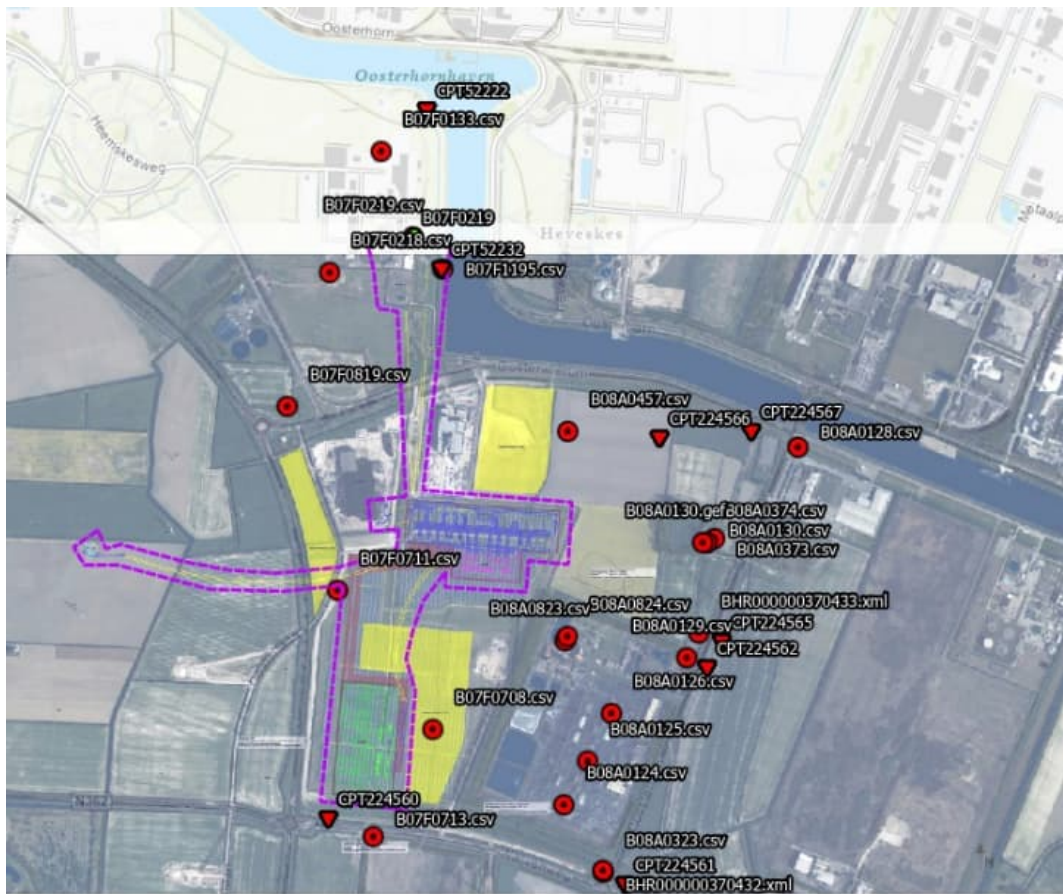
3.2.1 Bodemopbouw

Op basis van de ondergrondmodel GeoTOP kunnen tot ca. 3,0 m -mv (ca. -3,50 m NAP) de volgende geologische eenheden worden aangetroffen:

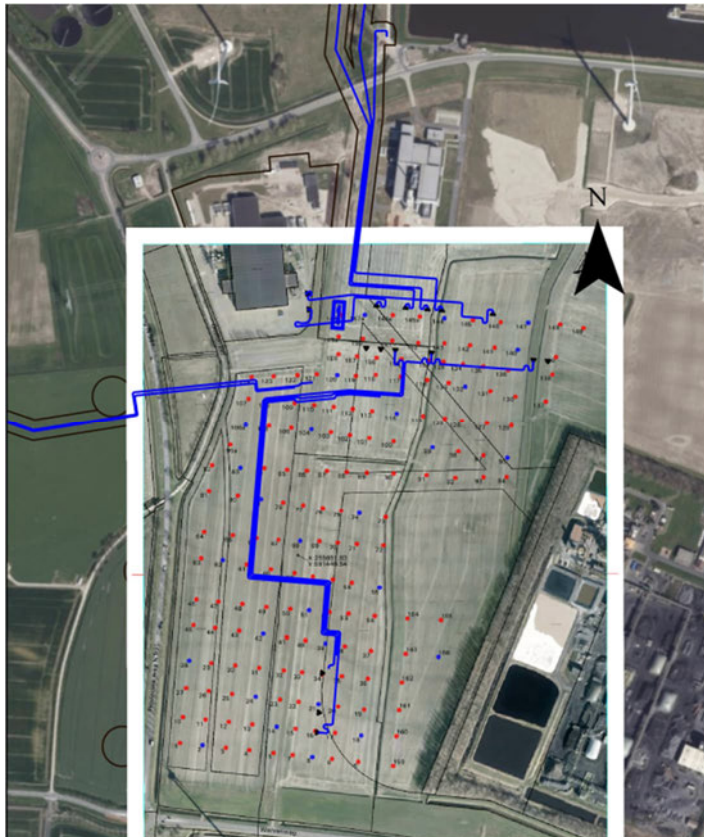
- (NU)AAOP; Heterogene afzetting die zowel bestaat uit door de mens hergebruikt natuurlijk sediment (b.v. rivier- of zeezand dat gebruikt is als ophoogzand) als nieuwe materialen (b.v. as uit huisvuilcentrales, staalslakken, en bouw- en sloopafval) (Schokker et al. 2015; Dijkstra et al. 2019).
- (NU)NAWA; Laagpakket van Walcheren (gedeelte onder NAZA). Dit betreft grijs zeer tot matig fijn zand (105-210 μm), kleiig of siltig, schelphoudend. Grijs klei, siltig of zandig, schelphoudend, deels humeus. Zand-klei-afwisselingen. Lokaal schelpenlagen.
- (NU)NIBA; Basisveen laag. Bruin tot zwart veen, compact, lokaal kleiig en ingeschakelde kleilagen. In mindere mate gele tot groenbruine gyttjalagen (nabij de top).
- (NU)BXWI; Laagpakket van Wierden (Formatie van Boxtel). Lichtbruin tot geelbruin zeer fijn tot matig grof zand (105-300 μm), goed gesorteerd en (matig) afgerond.
- (NU)BX; Formatie van Boxtel. Lichtgeel tot donkerbruin zeer tot matig fijn zand (105-300 μm), siltig. Grijsbruine tot donkergrijze leem, zandig. Dunne veen- en gyttjalagen, veelal zandig, deels detritisch. Plaatselijk, matig fijn tot zeer grof zand met lags van fijn grind. Paleosols. Cryoturbatiestructuren.
- (NU)PE; Formatie van Peelo. Lichtgrijs, geelgrijs en bruingrijs uiterst fijn tot uiterst grof zand (63-2000 μm), glimmerhoudend, kalkarm, met weinig dunne grindlagen (lags) en dropstones, lokaal gecryoturbeerd. Grijs tot zwarte of bruinzwarte klei, stevig tot hard, siltig of zandig, veelal kalkhoudend, lokaal met schelpen.

In bijlage 1 is een verticale doorsnede (GeoTOP) opgenomen langs het tracé.

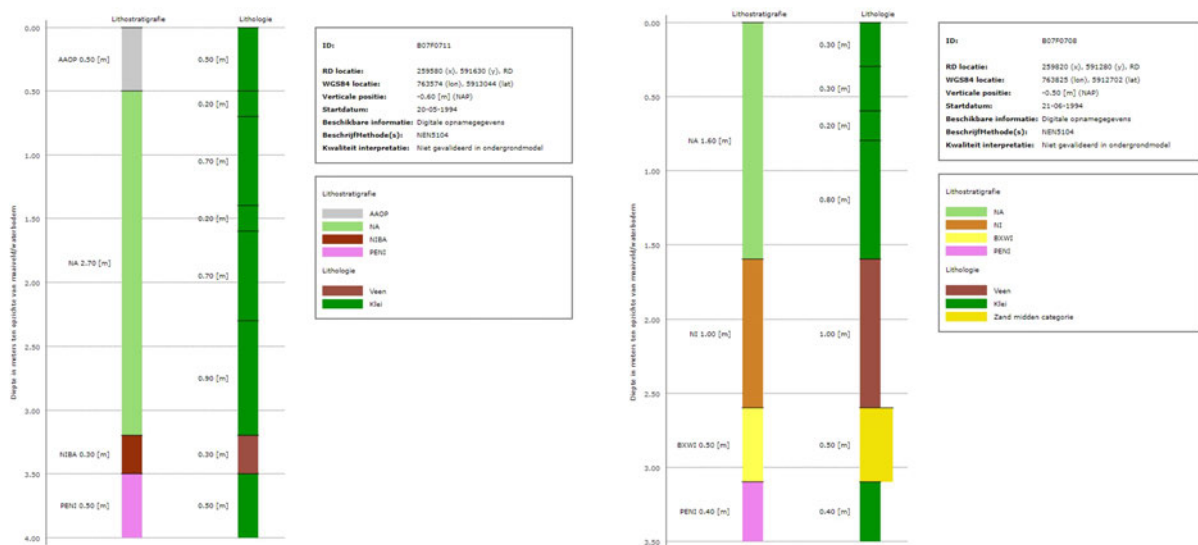
In de omgeving zijn ca. 20 boringen uitgevoerd (DINOloket) en ca. 45 boringen rond het kabeltracé (EcoReest, 2016), zie Figuur 3-3 en Figuur 3-4 voor een overzicht. Over het algemeen tonen bijna alle boringen een humeuze kleilaag tot een diepte van ca. 2,0 m -mv, gevuld door veenlagen met een dikte van ca. 1,75 m. De kabels zullen waarschijnlijk op een diepte tussen 1,20 m en 1,80 m -mv worden geïnstalleerd, wat betekent dat ze voornamelijk in de kleilagen (NUNAWA) zullen komen. Het kan echter plaatselijk voorkomen dat in de veenpakket (NUNIBA) komen te liggen. Hieronder zijn een paar boringen opgenomen op de locatie van het station en de open ontgravingen, zie Figuur 3-5 en Figuur 3-6.



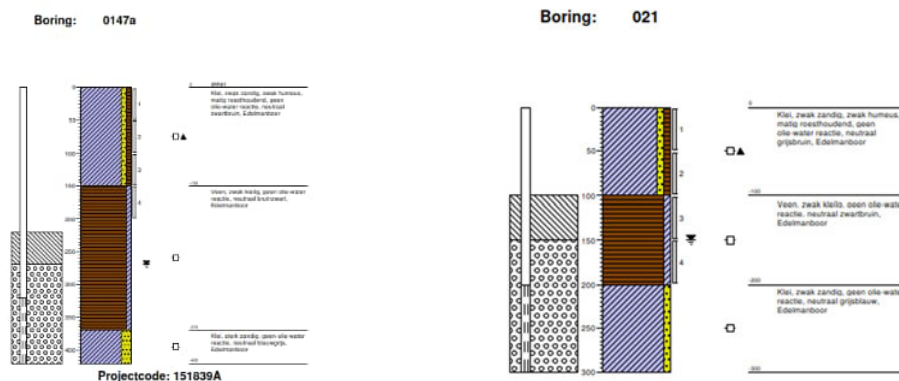
Figuur 3-3 Overzicht boringen en sonderingen DINOloket



Figuur 3-4 Overzicht boringen EcoReest verkennend onderzoek (2016)



Figuur 3-5 boringen DINOlooket in het projectgebied



Figuur 3-6 boringen verkennend bodemonderzoek EcoReest in het projectgebied

3.2.2 g-waarde ondiep

Uitgaande van een aanlegdiepte onder de grondwaterstand, wordt voor klei ingeschat dat de g-waarde tussen de 0,6 en 0,8 m K/W ligt. Vanwege de veenlagen ter plaatse van de stations, wordt verwacht dat de thermische weerstand (g-waarde) kan oplopen tot 2,5 m K/W.

3.3 Het tracé, HDD

3.3.1 Bodemopbouw

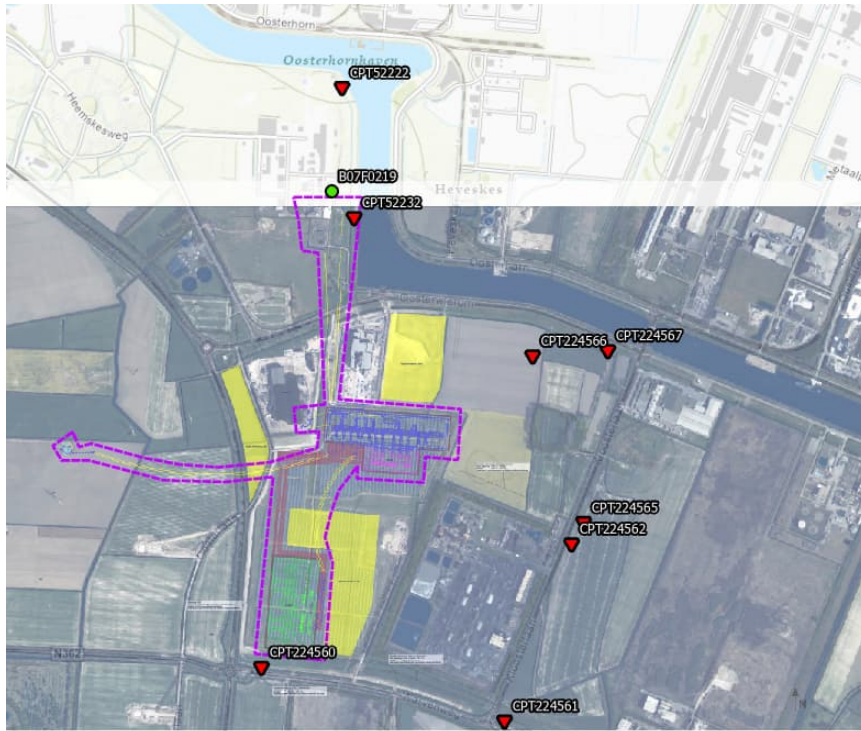
Op basis van de ondergrondmodel GeoTOP kunnen tot ca. 50,0 m -mv (ca. -50,5 m NAP) de volgende geologische eenheden worden aangetroffen:

- (NU)AAOP; Heterogene afzetting die zowel bestaat uit door de mens hergebruikt natuurlijk sediment (b.v. rivier- of zeezand dat gebruikt is als ophoogzand) als nieuwe materialen (b.v. as uit huisvuilscentrales, staalslakken, en bouw- en sloopafval) (Schokker et al. 2015; Dijkstra et al. 2019).
- (NU)NAWA; Laagpakket van Walcheren (gedeelte onder NAZA). Dit betreft grijs zeer tot matig fijn zand (105-210 μm), kleiig of siltig, schelphoudend. Grijsklei, siltig of zandig, schelphoudend, deels humeus. Zand-klei-afwisselingen. Lokaal schelpenlagen.
- (NU)NIBA; Basisveen laag. Bruin tot zwart veen, compact, lokaal kleiig en ingeschakelde kleilagen. In mindere mate gele tot groenbruine gyttjalagen (nabij de top).
- (NU)BXWI; Laagpakket van Wierden (Formatie van Bostel). Lichtbruin tot geelbruin zeer fijn tot matig grof zand (105-300 μm), goed gesorteerd en (matig) afgerond.
- (NU)BX; Formatie van Bostel. Lichtgeel tot donkerbruin zeer tot matig fijn zand (105-300 μm), siltig. Grijsbruine tot donkergrijze leem, zandig. Dunne veen- en gyttjalagen, veelal zandig, deels detritisch. Plaatselijk, matig fijn tot zeer grof zand met lags van fijn grind. Paleosols. Cryoturbatiestructuren.
- (NU)PE; Formatie van Peelo. Lichtgrijs, geelgrijs en bruingrijs uiterst fijn tot uiterst grof zand (63-2000 μm), glimmerhoudend, kalkarm, met weinig dunne grindlagen (lags) en dropstones, lokaal gecryoturbeerd. Grijs tot zwarte of bruinzwarte klei, stevig tot hard, siltig of zandig, veelal kalkhoudend, lokaal met schelpen.

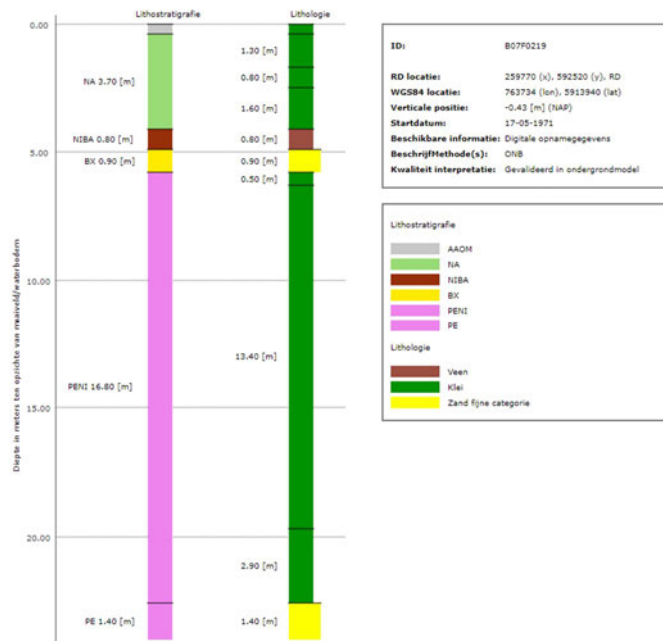
In bijlage 2 is een verticale doorsnede (GeoTOP) opgenomen langs het tracé.

Beschikbare bodemdata zijn uitgezocht via DINOloket. In de omgeving zijn negen sonderingen (CPTs) uitgevoerd, met een maximale diepte van ca. -25,0 m NAP. Zie Figuur 3-7 voor de locaties van deze CPTs. Uit de beschikbare CPT informatie blijkt dat de bodem ca. de eerste 2,50 meter bestaat uit kleilagen, gevolgd door veenlagen tot een diepte van ca. -3,50 m NAP. Hier is een dunne zandlaag aanwezig met een dikte van 2,0 m, gevolgd door zand of potklei. De diepe boring en de representatieve CPT is opgenomen in Figuur 3-8 en Figuur 3-9.

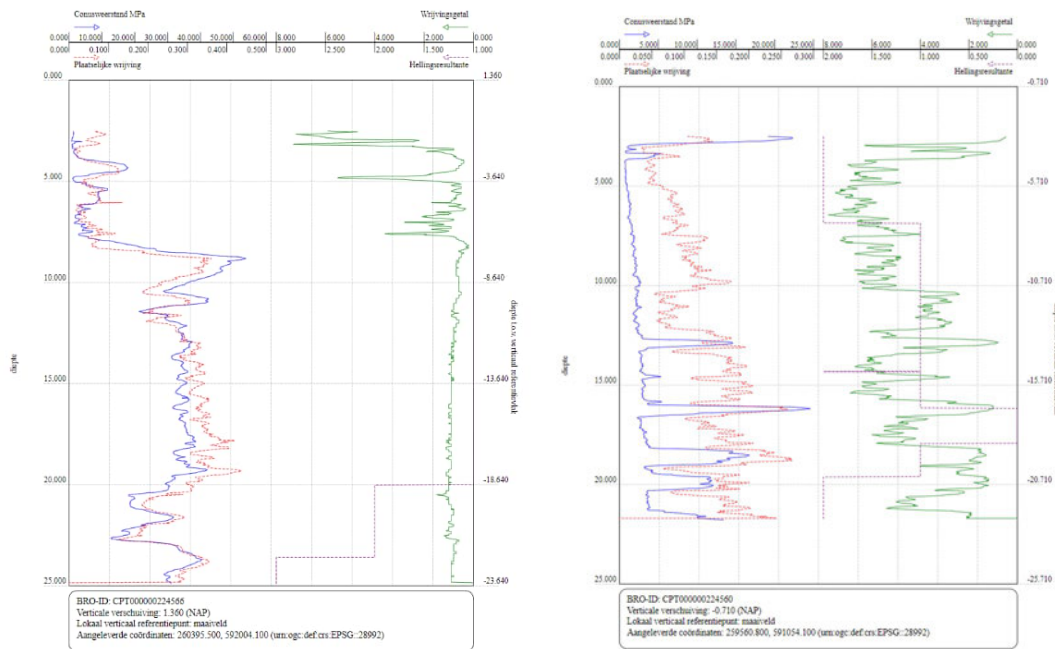
Het wordt geadviseerd om sonderingen uit te voeren in het projectgebied om een beter beeld te krijgen van de bodemopbouw waar het kabeltracé komt te liggen.



Figuur 3-7 Beschikbare sonderingen en de diepe boring in de omgeving



Figuur 3-8 Diepe boring in de omgeving



Figuur 3-9 representative CPTs met zand en potklei in het projectgebied

3.3.2 g-waarde diep

Uitgaande van de bovengenoemde aanlegdiepte, zal de HDD onder de grondwaterstand worden aangelegd. Op basis van de beschikbare CPT-data wordt verwacht dat er vanaf een diepte van circa 4,50 m tot 6,50 m -mv een zand- of potkleilaag aanwezig is. Daarom zijn er twee bodemprofielen gedefinieerd. Voor de grondlagen bestaande uit potklei wordt ingeschat dat de g-waarde tussen 0,8 en 1,25 m K/W ligt. Voor de grondlagen bestaande uit zeer fijn tot lokaal zeer grof zand (met kans op silt- en kleilaagjes) wordt ingeschat dat de g-waarde tussen 0,3 en 0,6 m K/W ligt.

DWZ110: Op dit moment is er niet genoeg informatie om een uitspraak te doen over de bodemopbouw op een diepte van 35 m onder maaiveld. De beschikbare sonderingen rond de projectlocatie reiken tot een maximale diepte van 25 m. Echter, op basis van het geologische model van DINOloket kunnen we concluderen dat de Peelo Formatie zich bevindt tot 50 m onder maaiveld (Bijlage 2 update tot 50 m). Deze formatie bestaat uit een breed scala aan materialen, waaronder zand, klei en potklei. Probabilistische kunstmatige sonderingen suggereren dat deze formatie vanaf ongeveer 35 m diepte zandiger wordt. Het wordt aanbevolen om diepe sonderingen en boringen uit te voeren om een beter inzicht te krijgen in de ondergrondse omstandigheden rond deze diepte. Op basis van de samenstelling van de formatie, kan immers niet gesteld worden of het om een klei- of zandlaag gaat.

3.4 Equivalente g-waarde

De equivalente g-waarde is bepaald voor de verwachte bodemopbouw met een onderscheiding van zand of potklei.

Verwachte bodemopbouw 1

Vanaf het maaiveld tot 2,0 m onder maaiveld is er een humeuze kleilaag aanwezig. Onder deze kleilaag bevindt zich een veenlaag tot 3,75 m onder maaiveld. Daaronder bevindt zich weer een zwak zandige kleilaag tot 4,50 m onder maaiveld. Vervolgens is er een siltig tot grindig zandlaag tot 20,0 m onder maaiveld.

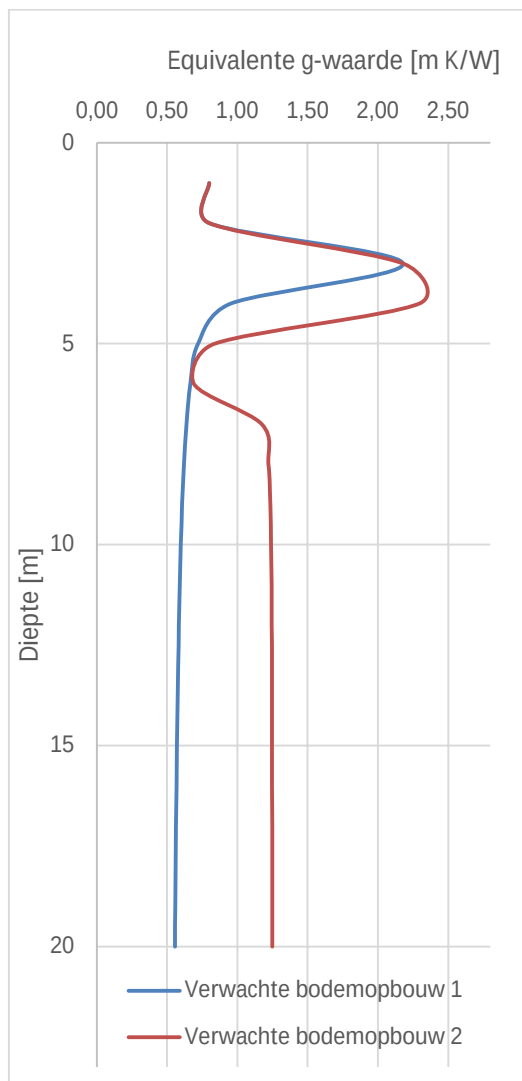
Verwachte bodemopbouw 1 [-]	Laag vanaf maaiveld [cm -mv]	Laag tot onder maaiveld [cm -mv]	Laag dikte [cm]
Klei, zwak humeus	0	200	200
Veen	200	375	175
Klei, zwak zandig	375	450	75
Zand, fijn, siltig	450	2000	1550

Verwachte bodemopbouw 2

Vanaf het maaiveld tot 2,0 m onder maaiveld is er een humeuze kleilaag aanwezig. Onder deze kleilaag bevindt zich een veenlaag tot 4,0 m onder maaiveld. Daaronder bevindt zich weer een zwak zandige kleilaag tot 5,0 m onder maaiveld. Vervolgens is er een siltig tot grindig zandlaag vanaf 5,0 m tot 6,50 m onder maaiveld, gevolgd door een potklei laag.

Verwachte bodemopbouw 2 [-]	Laag vanaf maaiveld [cm -mv]	Laag tot onder maaiveld [cm -mv]	Laag dikte [cm]
Klei, zwak humeus	0	200	200
Veen	200	400	200
Klei, zwak zandig	400	500	100
Zand, fijn, siltig	500	650	150
Potklei	650	2000	1350

De berekende equivalente g-waarden zijn weergegeven in Figuur 3-10. Er wordt opgemerkt dat er in dit stadium geen grondonderzoek is uitgevoerd in het kader van dit project. De berekende waarden zijn gebaseerd op gegevens van het DINOloket en het eerdere uitgevoerde bodemonderzoek (EcoReest, 2016) en de interpretatie daarvan.



Figuur 3-10 Equivalente g-waarden berekend voor de verwachte bodemopbouw

4 Conclusie

Dit rapport, uitgevoerd door Sweco Nederland B.V. in opdracht van TenneT TSO B.V., beschrijft een bureauonderzoek naar de thermische weerstand (g-waarde) voor de ondergrondse 110kV kabelverbindingen in het onderzoeksgebied in Farmsum. De bodemopbouw en het grondwater in het onderzoeksgebied zijn geanalyseerd op basis van algemeen bekende gegevens en een verwachting van de equivalente g-waarde is berekend voor twee bodemprofielen op elke meter.

Equivalente g-waarde

Op basis van het bureauonderzoek kan worden geconcludeerd dat de verwachte thermische weerstand (g-waarde) van de ondergrond in het onderzochte gebied varieert:

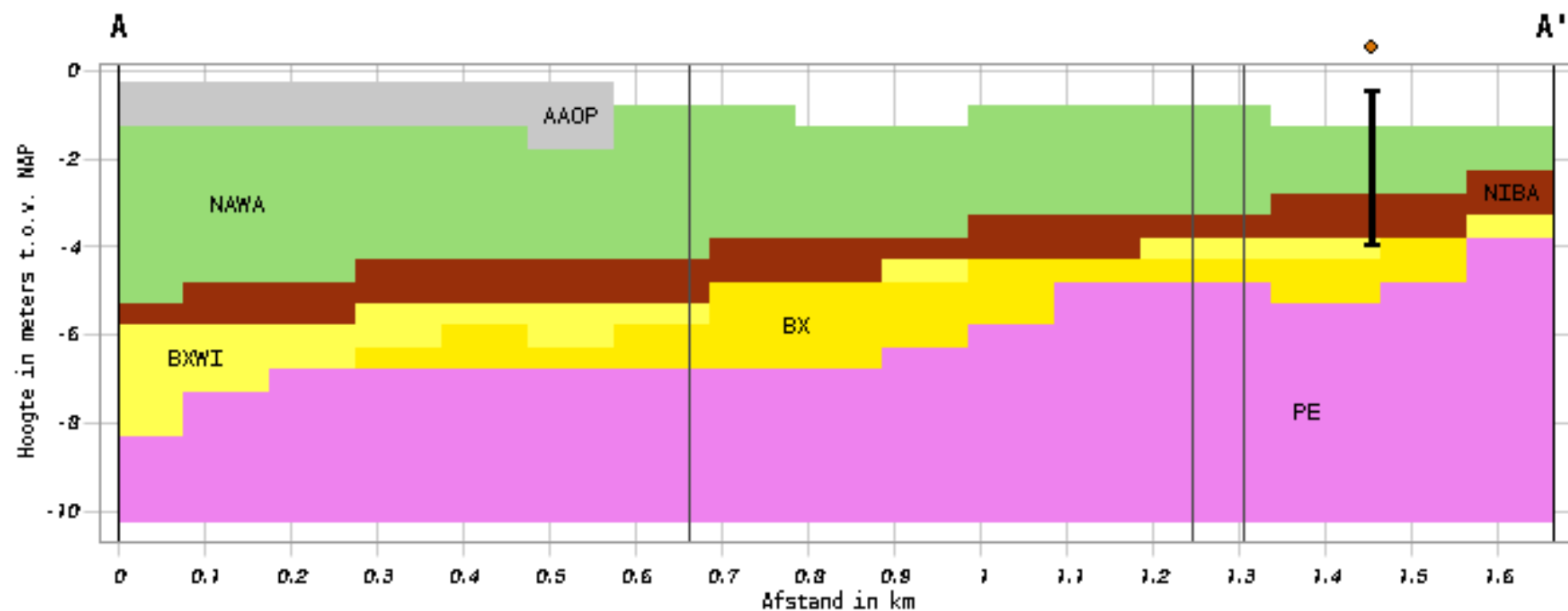
- Tussen 0,80 m K/W en 2,20 m K/W op een diepte van ongeveer 0,20 tot 2,80 meter onder het maaiveld (uitgaande van de aanlegdiepte 1,20 tot 1,80 m voor open ontgravingen).
- Tussen 0,60 m K/W en 1,25 m K/W op een diepte van ongeveer 15,0 meter onder maaiveld (uitgaande van de aanlegdiepte voor het tracé behalve langs DZW110).

Hoewel er onvoldoende informatie beschikbaar is, kunnen we verwachten dat de equivalente g-waarde op een diepte van ongeveer 35,0 meter onder maaiveld voor het tracé langs DZW110 tussen 0,50 m K/W en 1,25 m K/W ligt.

De berekende waarden voor ondiepe grondlagen zijn relatief hoog vanwege de aanwezigheid van (humeuze) klei- en veenlagen. Bij diepere bodemlagen zijn de berekende g-waarden lager, vooral in gebieden met zandlagen. In gebieden met potklei zijn de g-waarden echter hoger. Potklei is een zeer compacte en stijve kleisoort en het wordt verwacht dat het zich anders gedraagt bij de diffusie van warmte. Het is essentieel om het type bodem op de betreffende diepte te kennen. Daarom wordt het aanbevolen om sonderingen, boringen en peilbuizen te plaatsen om een nauwkeuriger beeld te krijgen van de bodemopbouw en de grondwaterstand in het projectgebied. De locaties, het aantal en de diepte van de sonderingen en boringen (incl. peilbuizen) zullen in de volgende stap (veldonderzoeken) worden gepland en uitgevoerd conform het onderzoeksprotocol van TenneT.

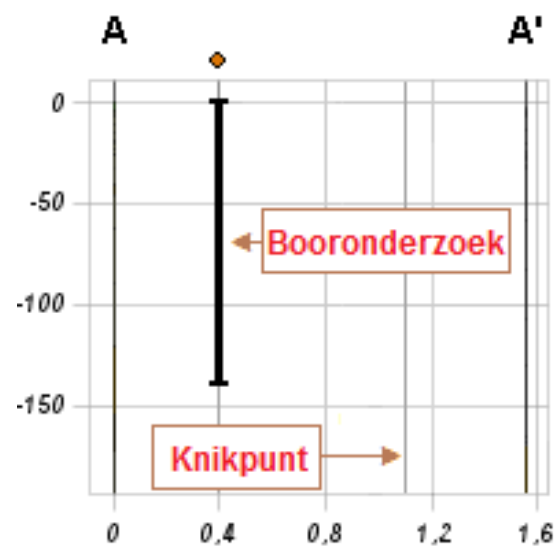
Bijlage 1 GeoTop Tracé ondiep

Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.6

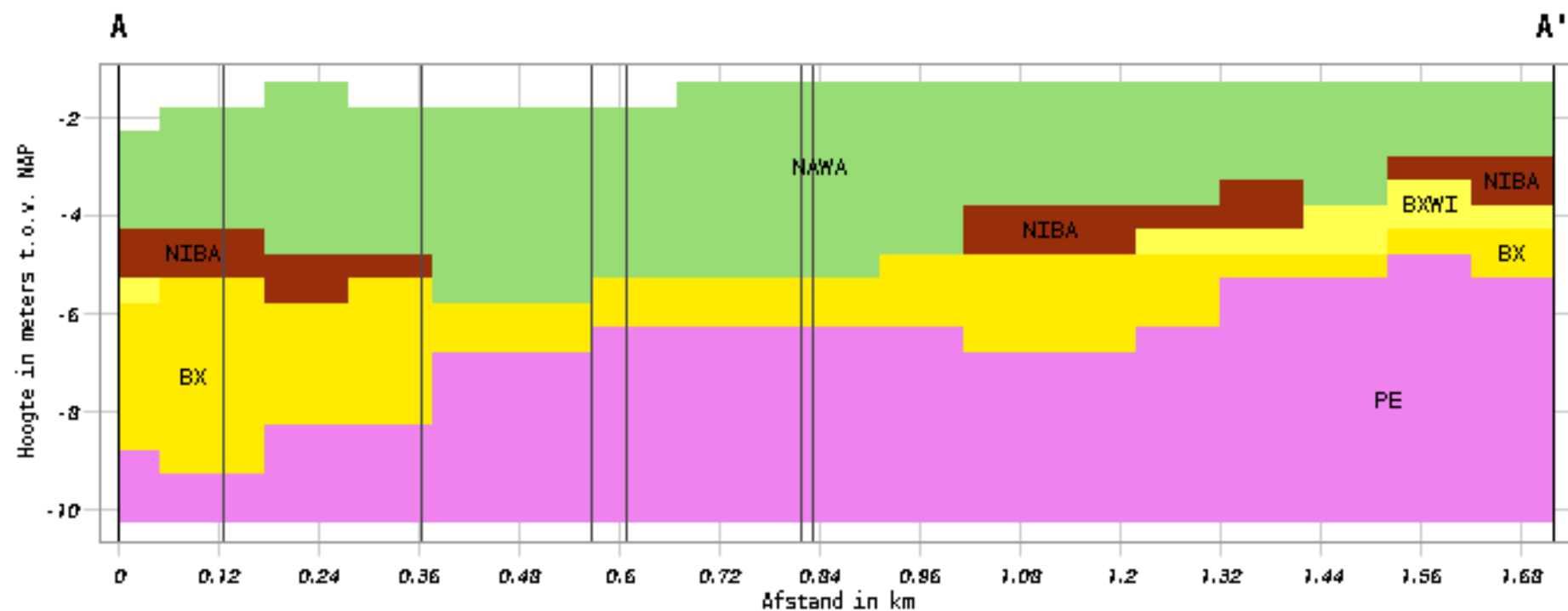


Geologische eenheid

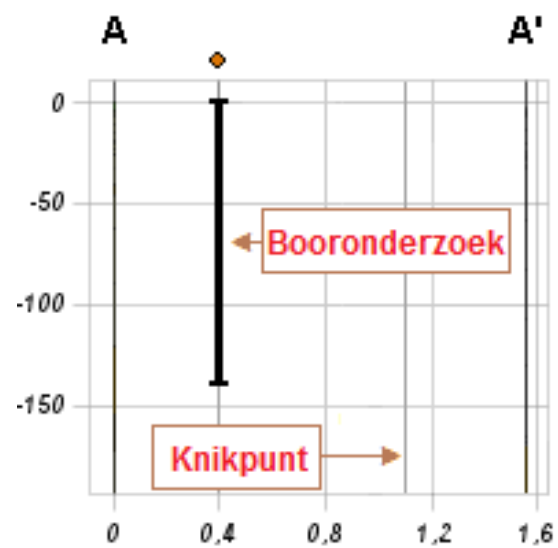
	AAQP
	NAWA
	NIBA
	BXNI
	BX
	PE



Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.6

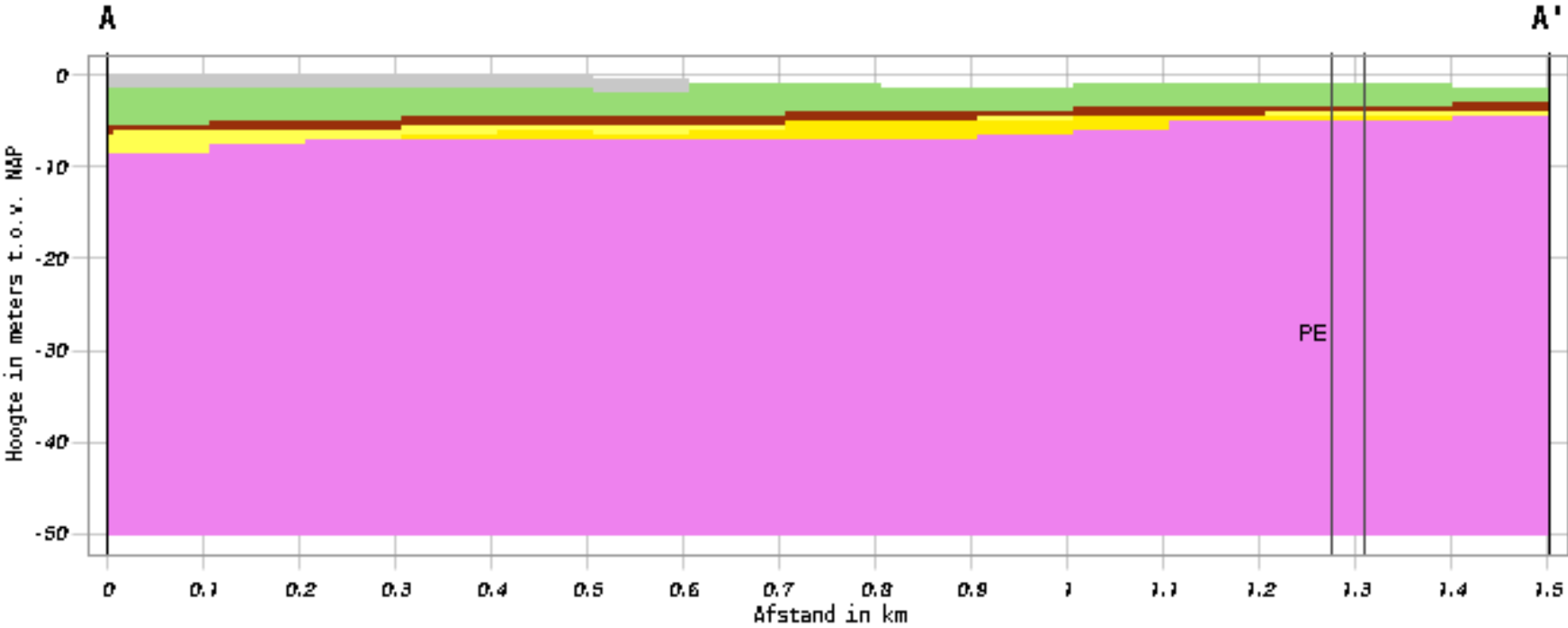


Geologische eenheid

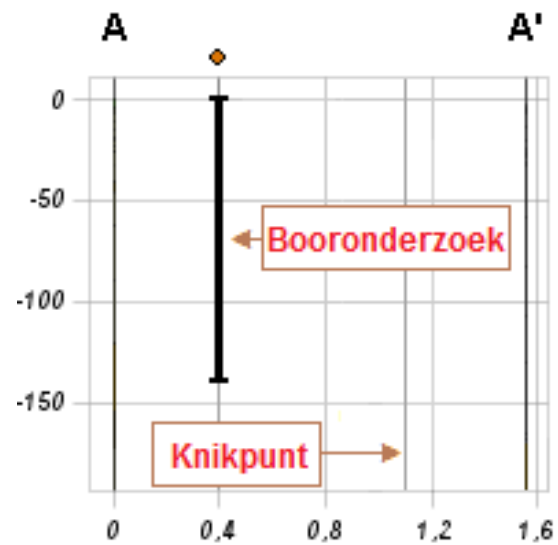
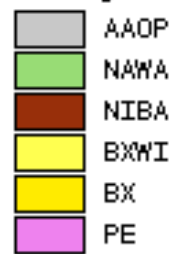


Bijlage 2 GeoTop Tracé diep

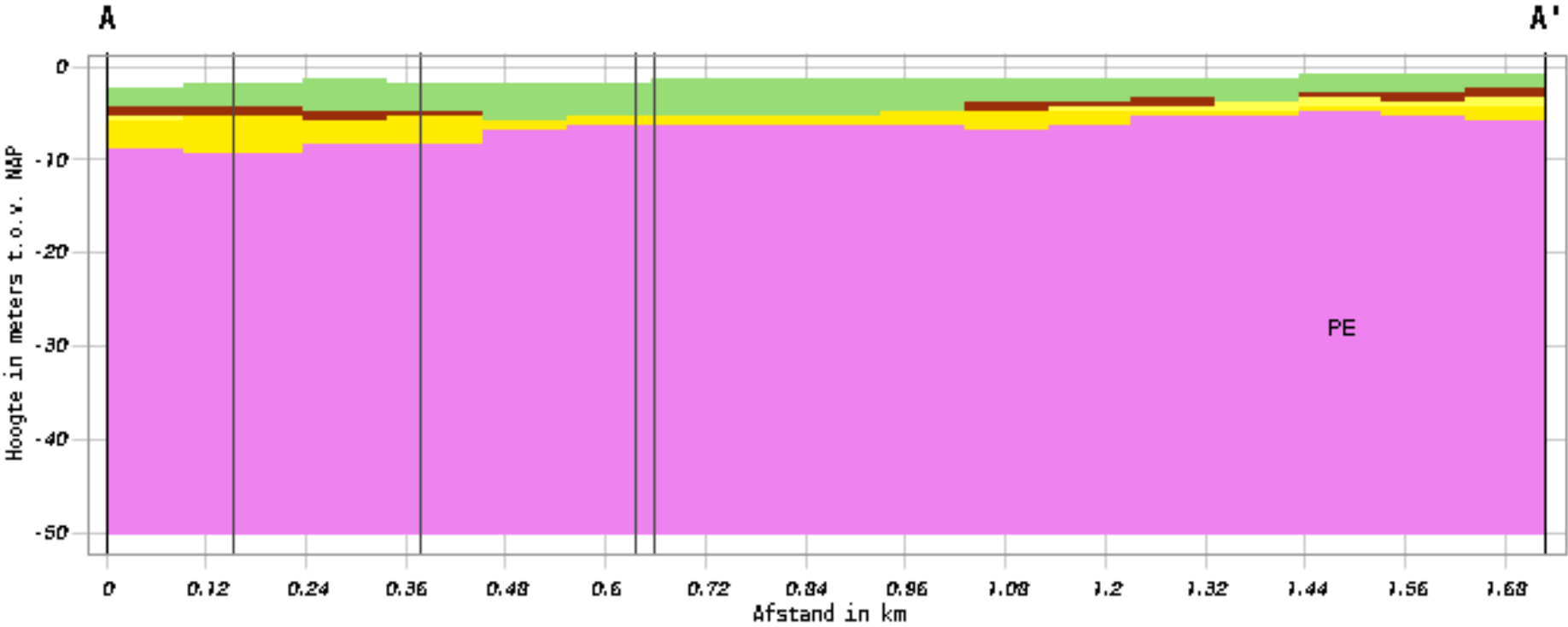
Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.6



Geologische eenheid



Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.6



Geologische eenheid

	NAWA
	NIBA
	BXWI
	BX
	PE

