

BIJLAGE D BEPALING GEOHYDROLOGISCHE EFFECTEN

Bijlage met titel “Veranderingen freatisch grondwater t.g.v. bouw en exploitatie Pallas reactor”, kenmerk D100102508:2, d.d. 29 april 2020.

ONDERWERP

Veranderingen freatisch grondwater t.g.v. bouw en exploitatie Pallas reactor

ONZE REFERENTIE

D10010258:3

DATUM

29 april 2020

VAN

Philip Visser

AAN

Ilse Vermeij

Inleiding

De deels ondergrondse aanleg van de Pallas reactor, het bijbehorende pompgebouw en damwanden ter plaatse van de LDA, kunnen tot effecten op het grondwater leiden. Deze effecten kunnen kwantitatief (veranderingen in grondwaterstanden / stijghoogten) en kwalitatief (voornamelijk veranderingen in het zoutgehalte van het grondwater) zijn. De eventuele effecten worden veroorzaakt door een gedeeltelijke blokkering van de grondwaterbewegingen.

Veranderingen in het ondiepe, freatische grondwater kunnen een effect hebben op natuurwaarden. Om deze reden worden ten behoeve van de Passende Beoordeling hier de effecten op het freatische grondwater beschreven.

Methoden

1. Ten behoeve van de plan-m.e.r. is een grondwatermodelstudie uitgevoerd om de effecten op het grondwater van de verschillende varianten, inclusief de huidige variant, te beoordelen:
 - Achtergrondrapport Bodem en Water, Arcadis, 11 september 2017: verder "het rapport"
2. De effecten van grondkerende constructies ter plaatse van de toegangsweg en LDA zijn eveneens door middel van modelberekeningen onderzocht en gerapporteerd in het memo:
 - Effecten grondkerende damwanden LDA, Arcadis, 22 april 2020: verder "het memo"
3. Naast deze modelstudies worden sinds mei 2019 de grondwaterstanden, stijghoogten en zoutgehalte van het grondwater op en rond de EHC gemonitord. Deze monitoring geeft inzicht in de natuurlijke variaties van deze parameters en zal tijdens de bouw worden gebruikt om de werkelijke effecten tijdens de aanleg en het gebruik van de reactor te volgen. Voor de huidige PB heeft de monitoring tot dusver alleen betekenis als verificatie van de aangenomen grondwaterstanden en zoutgehalte van het freatische grondwater. De ligging van de freatische peilfilters uit het monitoringnetwerk is weergegeven in Figuur 1.

Huidige situatieGrondwaterstanden

In de modelstudie die is beschreven in het rapport zijn de gemiddelde freatische grondwaterstanden in de periode 1996-2005 berekend. De gemiddelde grondwaterspiegel is het hoogst in het centrale deel van de duinen tussen de zeereep en de Zijperzeedijk. In dit gebied liggen meren, zoals het Eerste en Tweede Korfwater en het Eerste en Tweede Water, maar ook kleinere plassen. De hoogste berekende grondwaterstanden liggen rond NAP +3 m. De grondwaterspiegel helt aan de westzijde in de richting van de Noordzee (ca. NAP +0 m) en aan de oostzijde naar het landbouwgebied ten oosten van de Westerduinweg met een polderpeil van ca. NAP -0,4 tot -0,9 m. Ook van noord naar zuid is er een geringe gradiënt van de hoogste grondwaterstanden rond het Eerste en Tweede Water naar lagere grondwaterstanden richting Petten.

De gemeten grondwaterstanden in de freatische peilfilters lagen in juli 2019 en februari 2020 tussen NAP +0,38 m (PB_5 aan de voet van de Zijperzeedijk) en NAP +2,39 m (PB B14C0054-001 ten noorden van de EHC). Op de EHC lagen de freatische grondwaterstanden in deze periode tussen NAP +0,81 en NAP +1,78 m. De gemiddelde freatische grondwaterstanden tussen juli 2019 en februari 2020 zijn weergegeven in Figuur 2. Op de EHC liggen de gemiddelde freatische grondwaterstanden in deze periode tussen ca. NAP +1,3 en +1,6 m. Ten

westen van de EHC lopen de gemiddelde grondwaterstanden op tot NAP +2 m en hoger. Ten oosten van de EHC dalen de grondwaterstanden tot ca. NAP +0,5 m rond de Westerduinweg.

Grondwaterdynamiek

In het rapport zijn de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) weergegeven. De GHG varieert tussen vrijwel nul rond de meren tot meer dan 3 m beneden maaiveld (m -mv) in de hoogste delen van de duinen. De GLG varieert tussen circa 0,5 en meer dan 5 m -mv. De grondwatertrappen in het gebied rond de EHC omvatten voornamelijk GT VIII (hogere delen) en II (lagere delen). De GHG en GLG in het rapport is gebaseerd op Van der Gaast et al (2010).¹ De GHG en GLG voor de hoogste delen van de duinen in deze publicatie zijn echter onderschattingen.

In het memo van april 2020 zijn de grondwaterstanden en verhanglijnen in de Zijperzeedijk en het gebied ten westen daarvan ter hoogte van de EHC berekend voor de periode 1951-2020. Deze berekeningen laten zien dat de grondwaterstand in de hoge delen van de duinen in de natste perioden tot bijna 5 m -mv (~NAP +5 m) kan stijgen en tijdens de droogste perioden tot bijna 8 m -mv (~NAP +2 m) kan dalen. In de laagste delen van het terrein liggen de hoogste en laagste grondwaterstanden dicht bij het maaiveld, zoals ook gerapporteerd door Van der Gaast et al. (2010). Tijdens de situaties met de hoogste grondwaterstanden bolt de grondwaterspiegel op ter plaatse van de duinenrijen. In de situatie met de laagste grondwaterstanden is de helling van de grondwaterspiegel vrij vlak van west naar oost.

Uit de monitoringgegevens van de freatische peilbuizen is door middel van tijdreeksanalyse gebleken dat de variantie van de gemeten grondwaterstanden voor 81,2 tot 99,2% verklaard worden door neerslag en verdamping. De getijden en waterstanden van de zee hebben vrijwel geen invloed op de gemeten freatische grondwaterstanden (minder dan 1% bijdrage aan de variantie)².

Grondwaterkwaliteit

De geanalyseerde chloridegehalten van het freatische grondwater in mei 2019 zijn weergegeven in Tabel 1. De gemeten chlorideconcentraties kunnen op basis van de in het rapport beschreven relatie tussen chloridegehalte en zoutgehalte worden vertaald naar circa 100 tot ruim 400 mg zout per liter. Alle geanalyseerde freatische grondwatermonsters zijn zoet. Dit bevestigt het beeld dat het freatische grondwater alleen door neerslag wordt gevoed en deze zoete grondwaterlens op het dieper gelegen brakke en zoute grondwater drijft.

Tabel 1. Chloridegehalten freatisch grondwater bij aanvang monitoring (14-05-2019)

Peilbuis	Filterdiepte [m – mv]	Chloridegehalte [mg/l]
B14C0054	6,97 - 7,97	54
B14C0132	1,57 - 2,07	99
B14C0152	0,68 - 1,18	98
BH1	3,00 - 4,00	58
BH2	4,00 - 5,00	110
LDA1	3,00 - 4,00	100
LDA2	4,00 - 5,00	110
PB_1	8,00 - 9,00	170
PB_2	2,50 - 3,50	66
PB_3	6,50 - 7,50	240

¹ Van der Gaast et al. (2010). Grondwaterregime op basis van karteerbare kenmerken. STOWA 2010-41.

² De gebruikte tijdreeksanalysesoftware Menyanthes gebruikt hiervoor de EVP (explained variance percentage)

PB_5	2,00 - 3,00	110
PB_6	4,00 - 5,00	230
PB_7	2,00 - 3,00	55
PB_8	2,00 - 3,00	200

Effecten

In het rapport staan de effecten van de aanleg en exploitatie van de reactor op o.a. het freatische grondwater beschreven. Er is gekozen voor de bouwhoogtevariant B2 uit het rapport (24 m boven en 16 m onder het maaiveld). De effecten uit het rapport die bij deze bouwvariant horen zijn daarom relevant. Daarnaast zijn een aantal nieuwe ontwikkelingen, zoals de aanleg van de LDA en het NHC, en de bijbehorende mogelijke effecten daarvan worden hier ook beschreven.

Bouwfase

- LDA, werkterrein en toegangsweg:

Voor de aanleg van de LDA, het werkterrein en toegangsweg, worden delen van de duinen verlaagd. Om dit mogelijk te maken moeten grondkerende constructies worden toegepast. Deze constructies zullen grotendeels verticale damwanden zijn. In het memo van april 2020 zijn de effecten gekwantificeerd en beschreven. Plaatsing van damwanden heeft een effect op de grondwaterstanden en -flux. Dit effect is verwaarloosbaar wanneer damwanden worden toegepast die niet tot in de slecht-doorlatende laag onder het zand reiken.

Wanneer lange damwandplanken (tot in de slecht-doorlatende laag) worden toegepast, treedt het grootste effect op de grondwaterstanden in de hoge delen van de duinlichamen op. Dit grootste effect (daling van de gemiddelde grondwaterstand van meer dan 1,5 m) treedt op ten oosten van de westelijke damwand. In Figuur 3 is globaal aangegeven waar de grondwaterstanden meer dan 5 cm dalen ten oosten van deze damwand. De grootste daling is direct achter de damwand, in de hogere delen van de duinenrij.

Ten westen van de westelijke damwand treedt opstuwing van het grondwater op tot meer dan 1,2 m ten opzichte van de gemiddelde grondwaterstand.

De kortere oostelijke damwand veroorzaakt iets geringere effecten. Tot ruim 30 m ten oosten van deze damwand daalt de gemiddelde grondwaterstand met maximaal 0,35 m. Ten westen van deze damwand strekt het effect zich tot maximaal 90 m uit en de grondwaterstand zal hier maximaal 75 cm stijgen. (zie Figuur 3)

De grondwaterflux in oostelijke richting wordt eveneens verminderd door de damwanden. Deze flux wordt echter "onderschept" door de sloot ten oosten van de Westerduinweg. Het water uit deze sloot wordt gebruikt om de grondwaterstanden van de landbouwpercelen in de zomer op een hoog genoeg niveau te houden en voor beregening. De vermindering van de grondwaterflux heeft daarom geen negatieve effecten op natuurwaarden.

De berekende freatische grondwaterstanden in de duinen dalen niet tot NAP +0 m of lager. Hierdoor wordt voorkomen dat brak of zout water uit de diepere watervoerende pakketten door de slecht-doorlatende laag onder het duinzand omhoog kan kwellen. De plaatsing van de damwanden zal daarom geen effect op de freatische grondwaterkwaliteit hebben.

- Ontgraven zand:

Bij de ontgravingen voor de aanleg van de LDA, werkterrein en toegangsweg wordt alleen duinzand ontgraven, dat voor het overgrote deel boven de grondwaterspiegel ligt. Als met dit zand aanhangend water meekomt, zal dit zoet zijn. Bij de ontgraving van de bouwput en de diepwanden echter komen grote hoeveelheden zand (naast ook een percentage klei en veen) vrij, dat voor het grootste deel brak water (chlorideconcentraties tussen 150 en 1500 mg/L) bevat. Waar dit zand wordt neergelegd, zal het brakke water wegzakken in de onderliggende bodem en zout zal uit het zand gespoeld worden door neerslag. Wanneer dit zand in de duinen wordt neergelegd, dan zal dit plaatselijk de grondwaterstand heel weinig beïnvloeden door infiltratie van het aanhangende water. Belangrijker is dat het infiltrerende water brak is en daardoor het freatische grondwater plaatselijk zal verzilten. Om deze reden is aangeraden het zand of op het strand neer te leggen, of, wanneer het in de duinen wordt

neergelegd, dit binnen een depot te doen met een foliebodem en een gecontroleerde opvang en afvoer van het uitkomende water. Een bijkomend aspect is dat in het Basisveen, dat een dunne laag vormt die ook wordt ontgraven, pyriet voorkomt, waaruit bij blootstelling aan de lucht ook arseen gemobiliseerd kan worden. Om deze reden is het aan te raden het vrijkomende water op te vangen en af te voeren.

- Aanleg nuclear island en pompgebouw:

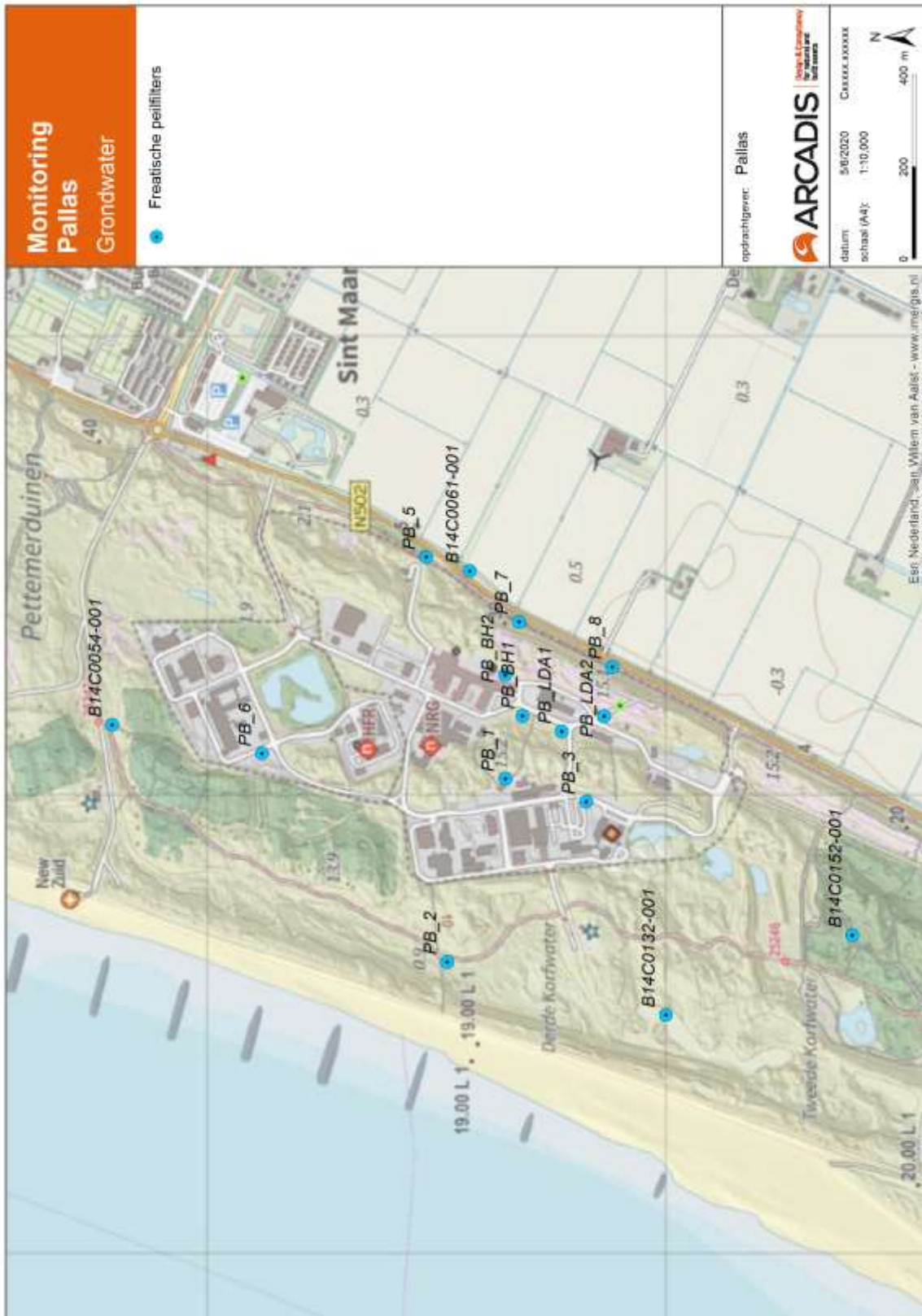
Bij bouwhoogtevariant B2 wordt in de natte ontgraven. Omdat binnen een diepwand en in de natte wordt ontgraven, heeft dit geen effect op het grondwater. Na op diepte te zijn gekomen en het boren van de funderingspalen, wordt onderwaterbeton aangebracht en wordt de bouwkuip droog gepompt. Dan kan lekkage ontstaan. Zowel door de diepwanden zelf als via de aansluiting op het onderwaterbeton. Mogelijk worden ook groutankers toegepast. Dat betekent dat de wanden doorboord moeten worden. Door toepassing van kleppen zou dat niet moeten gaan lekken, maar er is een risico door de waterdruk. Het gaat om zeer geringe hoeveelheden (in principe treedt helemaal geen lekkage op). Het eventuele lekkagewater wordt uit de bouwkuip gepompt en dit heeft een effect op de grondwaterstanden of stijghoogtes.

Exploitatiefase

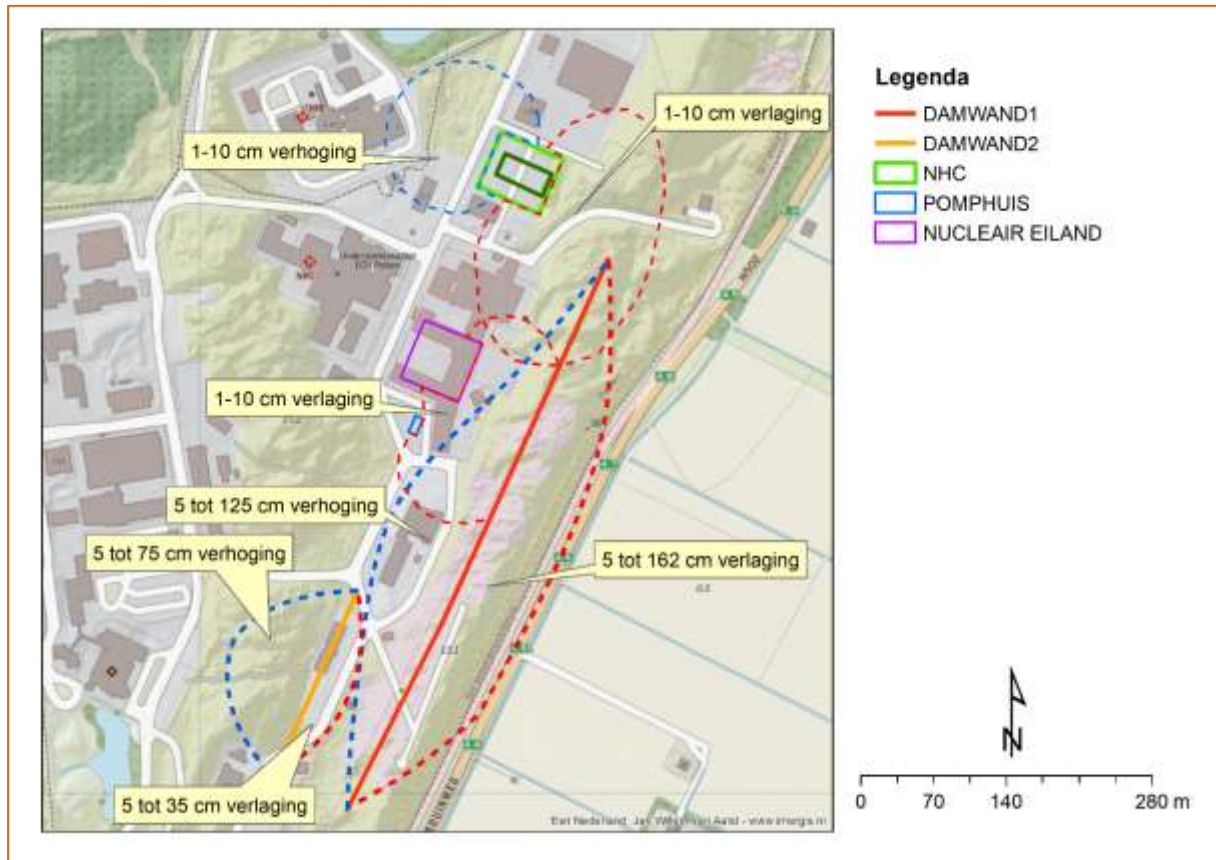
De grondkerende constructies langs de LDA, het werkterrein en de toegangsweg blijven naar verwachting ook in de exploitatiefase aanwezig. De effecten van deze constructies die voor de aanlegfase zijn beschreven blijven daardoor bestaan.

De deels ondergrondse aanleg van het nucleaire eiland en diepwanden vormen een blokkade voor de min of meer oostwaarts gerichte grondwaterstroming. Dit resulteert in een verhoging van de freatische grondwaterstand ten westen van het gebouw en een verlaging van de grondwaterstand ten oosten van het gebouw. Om het effect op de freatische grondwaterstanden zoveel mogelijk te reduceren, is in bouwhoogtevariant B2 een drain op ongeveer de hoogte van de hoogst optredende natuurlijke grondwaterstand (ca. NAP +1.6 m) voorzien aan de bovenstroomse zijde van het gebouw. Deze drain voorkomt opstuwning van het freatische grondwater. Aan de benedenstroomse zijde van het gebouw wordt het water via een andere drain geïnfilteerd. Het resultaat is een zeer geringe verlaging (1 tot 10 cm) van de freatische grondwaterstand aan de zuid- en oostzijde van het gebouw. Deze verlaging strekt zich tot circa 100 m ten oosten en zuiden van de gebouwen uit (Figuur 3).

Naast het nuclear island en het pompgebouw, zal ook ten noorden van de EHC het nuclear health center (NHC) worden gebouwd. Onder het NHC worden damwanden tot 12 en 6 m diepte aangebracht. Hierdoor wordt de freatische grondwaterstroming geblokkeerd en zal, net als bij het nuclear island, opstuwning aan de bovenstroomse zijde en verlaging van de grondwaterstand aan de benedenstroomse zijde optreden. Naar verwachting zal het effect vergelijkbaar zijn met dat van het nuclear island wanneer geen drains rond het nuclear island zouden worden toegepast. Verhoging en verlaging van de grondwaterstand tot circa 10 cm kan worden verwacht. In Figuur 3 is globaal aangegeven waar deze effecten zullen optreden.



Figuur 1: freatische peilfilters op en rond de EHC.



Figuur 3: effecten van de verschillende ondergrondse constructies op de freatische grondwaterstanden.