



# Monitoringsprotocol

**Bodemkwaliteit Zonnepark Hoofddorp A5 in de  
gemeente Haarlemmermeer**

projectnummer  
01.0467832.100  
definitief revisie 00  
8 april 2022

# Monitoringsprotocol

## Bodemkwaliteit Zonnepark Hoofddorp A5 in de gemeente Haarlemmermeer

projectnummer 01.0467832.100  
definitief revisie 00  
8 april 2022

### Auteur

A.W. Ooijevaar

### Opdrachtgever

Vattenfall Duurzame Energie N.V.  
Hoekenrode 8  
1102 BR AMSTERDAM

|                |                         |                |               |
|----------------|-------------------------|----------------|---------------|
| datum vrijgave | beschrijving revisie 00 | goedkeuring    | vrijgave      |
| 8 april 2022   | Op hoofdlijnen          | A.W. Ooijevaar | R. van Eerden |

# Inhoudsopgave

Blz.

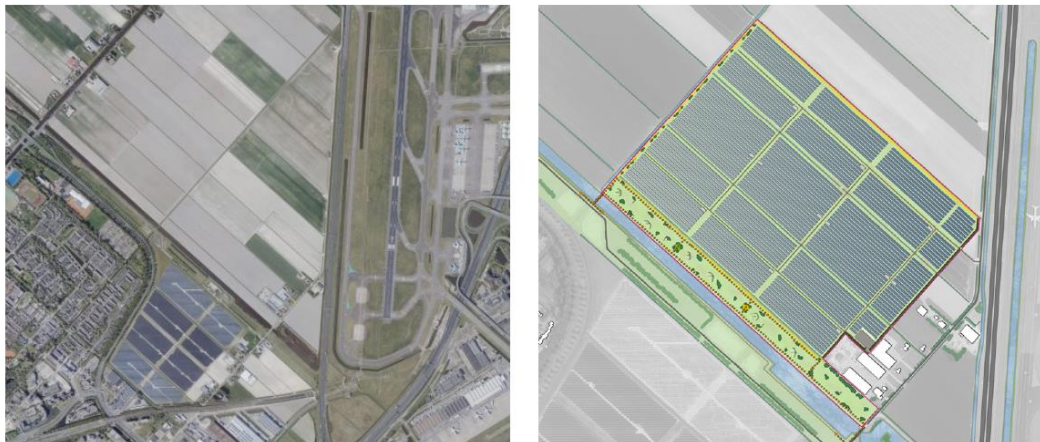
|          |                                                              |          |
|----------|--------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b>                                             | <b>2</b> |
| <b>2</b> | <b>Probleemstelling</b>                                      | <b>3</b> |
| 2.1      | Onderzoek bodem: water en licht (bron: 'Atlas leefomgeving') | 3        |
| 2.1.1    | Indicatoren condities bodem                                  | 3        |
| 2.1.2    | Resultaten onderzoek                                         | 3        |
| 2.1.3    | Mogelijke oplossingen                                        | 4        |
| 2.2      | Onderzoek zonnepanelen                                       | 4        |
| <b>3</b> | <b>Onderzoek en strategie</b>                                | <b>5</b> |
| 3.1      | 0-meting, monitoring en eindonderzoek                        | 5        |
| <b>4</b> | <b>Samenvatting en conclusies</b>                            | <b>7</b> |
| 4.1      | Samenvatting                                                 | 7        |
| 4.2      | Conclusies                                                   | 7        |

# 1 Inleiding

In het kader van de aanvraag van de omgevingsvergunning voor de aanleg van het Zonnepark Hoofddorp A5 in de gemeente Haarlemmermeer is door Antea Group in opdracht van Vattenfall een monitoringsprotocol voor de bodemkwaliteit opgesteld. Het monitoringsprotocol zal worden voorgelegd aan de gemeente Haarlemmermeer.

Het monitoringsprotocol heeft als doel om vast te leggen wat de actuele kwaliteit van de bodem is in het plangebied (bodemleven en bodemkwaliteit: 0-meting) en door monitoring na te gaan wat de effecten op de bodem zijn. Daar waar nodig kunnen aanpassingen in de uitvoering, het beheer en/of het onderhoud worden gedaan. Hiermee worden de eventuele effecten op de kwaliteit van de bodem geminimaliseerd en zal het gebied na het gebruik weer geschikt zijn voor het beoogde gebruik.

Het plangebied Hoofddorp A5 is gelegen in de gemeente Haarlemmermeer, nabij Schiphol en heeft een oppervlakte van ongeveer 59 ha. Het plangebied heeft momenteel een agrarische bestemming en er zijn diverse watergangen aanwezig. Een overzicht van het plangebied is weergegeven in afbeelding 1.



Afbeelding 1: overzicht plangebied en beoogde inrichting zonnepark

Het monitoringsprotocol bodemkwaliteit omvat de volgende onderdelen:

1. Probleemstelling;
2. Onderzoek en strategie (0-meting, monitoring en eindonderzoek);
3. Samenvatting en conclusie.

De onderdelen zijn in de volgende hoofdstukken nader uitgewerkt.

## 2 Probleemstelling

### 2.1 Onderzoek bodem: water en licht (bron: 'Atlas leefomgeving')

Grondgebonden zonneparken dekken grote stukken bodem af, waardoor licht wordt weggehouden en de bodem lokaal droger wordt. De verwachting is dat hierdoor de vegetatiegroei en het ontstaan van organische stof afnemen, waardoor er minder voedsel beschikbaar komt voor het bodemleven. De metingen van studenten van Wageningen Universiteit bij vier zonneparken bevestigen deze hypothese.

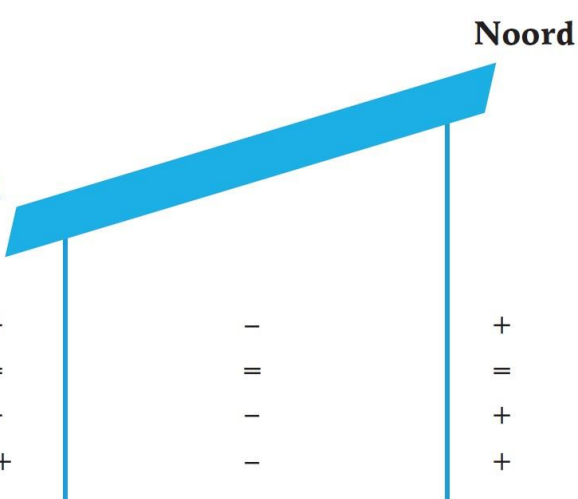
Opvallende waarnemingen zijn dat de toplaag onder de zonnepanelen droger en compacter is, en dat de groei van de vegetatie afneemt. Dit heeft gevolgen voor de bodem: minder voedsel voor bodemorganismen en verminderde vorming van bodemorganische stof.

#### 2.1.1 Indicatoren condities bodem

De gezondheid van de bodem werd in het onderzoek semi-kwantitatief gemeten met behulp van indicatoren voor de chemische, fysische en biologische condities van de bodem. Deze indicatoren waren de zuurgraad (pH-waarde) en bodemkleur voor de chemie, de bodemtextuur en -structuur voor de fysica, en de aantallen en typen regenwormen en de bodemademhaling door bacteriën voor de biologie. Een verandering in een van deze componenten kunnen effecten van zonnepanelen op de bodemgezondheid aan het licht brengen.

#### 2.1.2 Resultaten onderzoek

De resultaten van de metingen aan de bodembiologie en de vegetatie zijn in afbeelding 2 samengevat.



|                      | Zuid |   | Noord |
|----------------------|------|---|-------|
| Vegetatie dichtheid: | +    | - | +     |
| Soorten vegetatie:   | =    | = | =     |
| Regenwormen:         | +    | - | +     |
| Bodemademhaling:     | ++   | - | +     |

Afbeelding 2: Resultaten metingen aan de bodembiologie en de vegetatie (Bron: Tijdschrift Bodem )

De observaties laten zien dat het introduceren van zonnepanelen zichtbaar leidt tot het ontstaan van een microklimaat onder de zonnepanelen, doordat de zonnepanelen licht en water tegenhouden. Hierdoor is er minder dichte vegetatie aanwezig onder de zonnepanelen. Daarbij treedt

er een verschuiving op in het type vegetatie. Van zonminnende vegetatie met veel grassen, naar vegetatie die wel kan gedijen in de verminderde licht- en watercondities.

Door het plaatsen van zonnepanelen is er minder licht en water onder het paneel beschikbaar en is de toplaag onder het zonnepaneel vaak droger en compacter. Dit leidt tot minder vegetatie en dus ook minder plantenwortels, hetgeen vervolgens leidt tot een afname van het bodemleven.

### **2.1.3 Mogelijke oplossingen**

Een oplossing om dit tegen te gaan is het toepassen van zonnepanelen op een manier die de licht- en watercondities zo min mogelijk beïnvloeden. Bijvoorbeeld extra ruimte tussen de zonnepanelen en een hoge opstelling. Ook is het inzaaien van vegetatie die beter gedijt in de schaduw een mogelijke oplossing om de afname van bodemleven en de bodemgezondheid te beperken.

## **2.2 Onderzoek zonnepanelen**

Kan een zonnepaneel tijdens de exploitatiefase een potentiële bodemverontreiniging met zware metalen veroorzaken?

De mogelijkheid dat dit zou kunnen gebeuren is onderzocht door het Stuttgart Institute for Photovoltaics en het Institute for Sanitary Engineering, Water Quality and Waste Management in Duitsland. Uit de rapportage van het onderzoek is gebleken dat lood en cadmium over een periode van enkele maanden bijna volledig uit de fragmenten van zonnepanelen kunnen worden weggespoeld.

Hierbij wordt opgemerkt dat de zonnepanelen in fragmenten zijn geknipt en niet meer waterdicht verpakt tussen de folie en de glasplaat waren.

Deze situatie sluit dus niet aan op de dagelijkse werkelijkheid. Bij een kwalitatief goed zonnepaneel zijn de zonnecellen en elektronica waterdicht verpakt en getest op een levensduur van circa 30 jaar. Hier wordt ook garantie op afgegeven door de fabrikant. Een dergelijke situatie als in het onderzoek kan dus alleen ontstaan als het paneel beschadigd raakt en dus ook niet meer functioneert.

Daarnaast bevatten niet alle typen zonnepanelen deze zware metalen. De kwalitatief betere zonnepanelen, ook de panelen uit China of andere Aziatische landen, bevatten steeds minder vaak zware metalen. Cadmium komt met name voor in zogenaamde “dunne-film” panelen. Lood zit met name in de soldeerverbindingen. Het dunne-film paneel wordt niet gebruikt voor zonnepanelen en de soldeerverbindingen zijn steeds vaker loodvrij.

De door Vattenfall gebruikte zonnepanelen zijn zogenaamde kristallijne zonnepanelen. Een kristallijn zonnepaneel bestaat grofweg uit silicium zonnecellen, een coating om iedere cel, een glasplaat aan de voorzijde, een kunststof plaat aan de achterzijde, een aluminium lijst rondom het paneel en een beperkte hoeveelheid soldeerverbindingen en elektronica.

Het grootste deel van het kristallijne zonnepaneel wordt dus eigenlijk gemaakt van zand (glasplaat en silicium zonnecellen), kunststof en aluminium.

## 3 Onderzoek en strategie

### 3.1 0-meting, monitoring en eindonderzoek

Voor de aanleg van het zonnepark wordt middels een verkennend bodemonderzoek een representatieve 0-meting uitgevoerd van het bodemleven en de bodemkwaliteit. Deze nulmeting zal als toetsingsgrondslag worden gebruikt om gedurende en na de exploitatie de kwaliteit van de bodem te monitoren. Bij de vaststelling van de bodemkwaliteit zal gebruik gemaakt worden van de NEN 5740 (Nederlandse Eindnorm Bodem) met de onderzoeksopzet voor een verdachte locatie met een plaatselijke bodembelasting met een duidelijke verontreinigingskern (VEP). Bij het onderzoek wordt zowel gekeken naar de fysische en milieuhygiënische kwaliteit van de bodem als naar het bodemleven.

De mogelijke belasting van de bodem betreft naar verwachting de eerste halve meter van de bodem. Daarnaast wordt de eerste halve meter van de bodem ook als ecologisch relevante zone beschouwd. Het onderzoek zal zich derhalve richten op de eerste halve meter van de bodem.

De te hanteren werkwijze is om steekproefsgewijs binnen het gebied onderzoek van de bodem en het bodemleven uit te voeren. Hierbij zal gekeken worden naar 8 proefvakken en 1 referentievak met een oppervlakte van ten hoogste 20 m<sup>2</sup>, waarin onderscheid gemaakt wordt tussen de bodem voor, onder en achter de zonnepanelen. Per vak worden 3 boringen verricht. Hiermee is de boordichtheid zeer hoog in vergelijking tot andere strategieën uit de NEN5740 en wordt derhalve veel informatie verkregen over de effecten op de bodemkwaliteit. Omdat gedurende de looptijd van het project (25 jaar) diverse malen hetzelfde vak wordt bemonsterd, in dezelfde maand, kunnen de resultaten goed worden vergeleken en getoetst aan de nulmeting.

De opgeboorde grond wordt onderzocht op maatgevende parameters zoals zware metalen en aluminium, vochtgehalte, organische stofgehalte, zuurgraad, kleur en textuur, bodemademhaling en regenwormen.

De opzet en uitvoering van de onderzoeken zal vooraf worden gedeeld en besproken met de bevoegde instanties (gemeente Haarlemmermeer en/of de Omgevingsdienst). Hierbij kunnen bijvoorbeeld ook actiewaarden besproken worden.

In tabel 1 is het voorgestelde monitoringsprotocol weergegeven. Hierbij is aangesloten op het beleidskader zonneakkers van de gemeente Haarlemmermeer en de eisen in de anterieure overeenkomst.

| Tijdstip/onderdeel | Te bemonsteren vakken                  | Aantal boringen en diepte | Veldwaarneming/analyses                                                                                                                                                 |
|--------------------|----------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0-meting           | Alle vakken (1 t/m 8) en referentievak | 27 x 0,5 m-mv.            | Samenstelling, kleur en textuur, organische stof, zware metalen, aluminium, lutum, droge stof, vochtgehalte, zuurgraad, bodemademhaling en regenwormen (aard en aantal) |
| Na 1 jaar          | Vakken 1 t/m 4 en referentievak        | 15 x 0,5 m-mv.            | Samenstelling, kleur en textuur, organische stof, lutum, droge stof, vochtgehalte, zuurgraad, bodemademhaling en regenwormen (aard en aantal)                           |
| Na 2 jaar          | Vakken 5 t/m 8 en referentievak        | 15 x 0,5 m-mv.            | Samenstelling, kleur en textuur, organische stof, lutum, droge stof, vochtgehalte, zuurgraad, bodemademhaling en regenwormen (aard en aantal)                           |
| Na 3 jaar          | Vakken 1 t/m 4 en referentievak        | 15 x 0,5 m-mv.            | Samenstelling, kleur en textuur, organische stof, lutum, droge stof, vochtgehalte, zuurgraad, bodemademhaling en regenwormen (aard en aantal)                           |

**Monitoringsprotocol**

Bodemkwaliteit Zonnepark Hoofddorp A5 in de gemeente Haarlemmermeer  
 projectnummer 01.0467832.100  
 8 april 2022 revisie 00



|                      |                                        |                |                                                                                                                                                                         |
|----------------------|----------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Na 4 jaar            | Vakken 5 t/m 8 en referentievak        | 15 x 0,5 m-mv. | Samenstelling, kleur en textuur, organische stof, lutum, droge stof, vochtgehalte, zuurgraad, bodemademhaling en regenwormen (aard en aantal)                           |
| Na 5 jaar            | Alle vakken (1 t/m 8) en referentievak | 27 x 0,5 m-mv. | Samenstelling, kleur en textuur, organische stof, lutum, droge stof, vochtgehalte, zuurgraad, bodemademhaling en regenwormen (aard en aantal)                           |
| Na 10 jaar           | Alle vakken (1 t/m 8) en referentievak | 27 x 0,5 m-mv. | Samenstelling, kleur en textuur, organische stof, lutum, droge stof, vochtgehalte, zuurgraad, bodemademhaling en regenwormen (aard en aantal)                           |
| Na 15 jaar           | Alle vakken (1 t/m 8) en referentievak | 27 x 0,5 m-mv. | Samenstelling, kleur en textuur, organische stof, zware metalen, aluminium, lutum, droge stof, vochtgehalte, zuurgraad, bodemademhaling en regenwormen (aard en aantal) |
| Na 20 jaar           | Alle vakken (1 t/m 8) en referentievak | 27 x 0,5 m-mv. | Samenstelling, kleur en textuur, organische stof, zware metalen, aluminium, lutum, droge stof, vochtgehalte, zuurgraad, bodemademhaling en regenwormen (aard en aantal) |
| Eindmeting (25 jaar) | Alle vakken (1 t/m 8) en referentievak | 27 x 0,5 m-mv. | Samenstelling, kleur en textuur, organische stof, zware metalen, aluminium, lutum, droge stof, vochtgehalte, zuurgraad, bodemademhaling en regenwormen (aard en aantal) |

Tabel 1: voorstel monitoringsprotocol

In het onderstaande planningsschema is het voorgestelde monitoringsprotocol nogmaals overzichtelijk weergegeven. Hierin is de monsternamen aangeduid met groen.

| Vak/Jaar   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
|------------|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| 1          |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 2          |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 3          |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 4          |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 5          |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 6          |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 7          |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 8          |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Referentie |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |

Tabel 2: planningsschema monitoringsprotocol.

De boringen worden geplaatst in 8 vooraf aan te wijzen vakken verdeeld over voor, onder en achter het zonnepaneel en 1 referentievak. Hierbij worden periodiek 9 vakken bemonsterd om een trendanalyse te kunnen doen (zie tabel 2).

Na afloop van de exploitatietermijn zal het grootste gedeelte van het plangebied weer in gebruik worden genomen voor agrarische doeleinden. Gelet hierop kunnen aanvullend ook (een aantal) relevante sporenelementen worden onderzocht.

De monitoringsresultaten uit de vakken bij de panelen worden vergeleken met de resultaten van de o-meting en het referentie vak en vastgelegd in een rapportage. De rapportage wordt besproken met de bevoegde instanties. Indien wenselijk of nodig zullen maatregelen genomen worden ter verbetering of herstel van de bodemkwaliteit.

## 4 Samenvatting en conclusies

### 4.1 Samenvatting

In het kader van de aanvraag van de omgevingsvergunning voor de aanleg van het Zonnepark Hoofddorp A5 in de gemeente Haarlemmermeer is door Antea Group in opdracht van Vattenfall een monitoringsprotocol voor de bodemkwaliteit opgesteld. Het monitoringsprotocol zal worden voorgelegd aan de gemeente Haarlemmermeer.

Het monitoringsprotocol heeft als doel om vast te leggen wat de actuele kwaliteit van de bodem is in het plangebied (bodemleven en bodemkwaliteit: 0-meting) en door monitoring na te gaan wat de effecten op de bodem zijn.

Het plangebied Hoofddorp A5 is gelegen in de gemeente Haarlemmermeer, nabij Schiphol en heeft een oppervlakte van ongeveer 59 ha. Het plangebied heeft momenteel een agrarische bestemming en er zijn diverse watergangen aanwezig.

Door het plaatsen van zonnepanelen is er minder licht en water onder het paneel beschikbaar en is de toplaag onder het zonnepaneel vaak droger en compacter. Dit leidt tot minder vegetatie en dus ook minder plantenwortels, hetgeen vervolgens leidt tot een afname van het bodemleven. Ook kunnen zonnepanelen leiden tot een verontreiniging van de bodem met zware metalen en/of aluminium.

Bij de vaststelling van de bodemkwaliteit zal gebruik gemaakt worden van de NEN 5740 (Nederlandse Eindnorm Bodem) met de onderzoeksopzet voor een verdachte locatie met een plaatselijke bodembelasting met een duidelijke verontreinigingskern (VEP). Bij het onderzoek wordt zowel gekeken naar de fysische en milieuhygiënische kwaliteit van de bodem als naar het bodemleven.

Voor de aanleg van het zonnepark wordt middels een verkennend bodemonderzoek een representatieve 0-meting uitgevoerd van het bodemleven en de bodemkwaliteit. Deze nulmeting zal als toetsingsgrondslag worden gebruikt om gedurende en na de exploitatie de kwaliteit van de bodem te monitoren. Deze monitoring wordt eerst jaarlijks en daarna 5 jaarlijks uitgevoerd en afgesloten met de eindmeting (na 25 jaar).

Gedurende de gebruikersperiode wordt binnen het gebied onderzoek van de bodem en het bodemleven uitgevoerd. Hierbij zal gekeken worden naar 8 proefvakken en 1 referentievak met een oppervlakte van ten hoogste 20 m<sup>2</sup>, waarin onderscheid gemaakt tussen de bodem voor, onder en achter het zonnepaneel. Per vak worden 3 boringen verricht tot ongeveer 0,5 m -mv. De opgeboorde grond wordt onderzocht op maatgevende parameters zoals zware metalen en aluminium, vochtgehalte, organische stofgehalte, zuurgraad, kleur en textuur, bodemademhaling en regenwormen.

### 4.2 Conclusies

Door het uitvoeren van een 0-meting en periodiek onderzoek zal Vattenfall monitoren wat het effect is van de aanleg van het zonnepark op het bodemleven en de bodemkwaliteit in het plangebied. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de NEN5740. Door de resultaten van de 0-meting en monitoringsronden met de bevoegde instanties te bespreken kunnen indien nodig vroegtijdig maatregelen worden genomen ter behoud en/of verbetering van de kwaliteit van de bodem.

**Monitoringsprotocol**

Bodemkwaliteit Zonnepark Hoofddorp A5 in de gemeente Haarlemmermeer  
projectnummer 01.0467832.100  
8 april 2022 revisie 00



Hierbij wordt ook aanbevolen om het monitoringsprotocol met bevoegde instanties te bespreken en desgewenst nader uit te werken. Hierin kunnen ook afspraken gemaakt worden over eventuele maatregelen ter verbetering of herstel van de bodemkwaliteit.

Antea Group  
Almere, april 2022

---

## Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

---

## Contactgegevens

Monitorweg 29  
1322 BK ALMERE  
Postbus 10044  
1301 AA ALMERE  
T. 036 530 8000  
E. [alex.ooijevaar@anteagroup.nl](mailto:alex.ooijevaar@anteagroup.nl)

**[www.anteagroup.nl](http://www.anteagroup.nl)**

### Copyright © 2019

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.