



MEETPROTOCOL
BIODIVERSITEIT ZONNEVELDEN



Een boompieper op een zonnepaneel

ZO

MEETPROTOCOL BIODIVERSITEIT ZONNEVELDEN

1. Inleiding

Het meetprotocol biodiversiteit zonnevelden is opgesteld om op een uniforme wijze te onderzoeken hoe zonnevelden – ook wel zonneparken of zonneweiden genoemd – een positieve bijdrage kunnen leveren aan de biodiversiteit.

Om de uitkomsten van de diverse metingen te kunnen vergelijken, is het wenselijk om op een uniforme wijze te meten. Het Nationaal Consortium Zon in Landschap (www.zoninlandschap.nl) heeft samen met Rijkswaterstaat en Wageningen Environmental Research het initiatief genomen om een nationaal meetprotocol voor biodiversiteit van zonnevelden te ontwikkelen. Een samenvatting van het meetprotocol vindt men in tabel 1.

Om de veranderingen in de biodiversiteit en in de bodem te verklaren en te begrijpen, is het essentieel om vast te stellen wat de exacte eigenschappen van het zonneveld zijn en welk beheer er wordt gevoerd. Daar een landelijk overzicht van de eigenschappen van zonnevelden niet beschikbaar is, moeten de betrokken partijen deze data – evenals de biodiversiteitsgegevens – zelf verzamelen en bijhouden. De betrokken partijen mogen er niet van uitgaan dat de beheerder het gevoerde beheer documenteert. Zij moeten daarom zelf deze informatie inwinnen en als onderdeel van het meetprotocol vastleggen.

Noot: Het meetprotocol biodiversiteit zonnevelden is samengesteld door een grote groep stakeholders. Ter verificatie wordt het meetprotocol in 2020 in de praktijk getest. Op basis van deze bevindingen – en de toepasbaarheid van het meetprotocol in relatie tot de benodigde middelen – wordt het meetprotocol in 2021 van een update voorzien. De initiatiefnemers van dit meetprotocol verzoeken nadrukkelijk om opgedane praktijkervaringen met het meetprotocol of andere aanpassingen die wenselijk zijn, door te geven aan het Nationaal Consortium Zon in Landschap via het e-mailadres info@zoninlandschap.nl.

2. Basisnatuurkwaliteit en maatwerk

Uitgangspunt voor het meetprotocol biodiversiteit zonnevelden is het streven naar een basisnatuurkwaliteit. De basisnatuurkwaliteit is in dit document gedefinieerd als 'de aanwezigheid van soorten die zich relatief gemakkelijk vestigen', oftewel soorten die niet zeer kritisch zijn.

In het huidige agrarische landschap hebben deze soorten het door het intensieve gebruik moeilijk en zijn ze in aantallen sterk achteruitgegaan. Voor het gehele Nederlandse landschap – dus niet enkel voor het agrarische landschap – bestaat de ambitie om via 'kringlooplandbouw' en 'natuurinclusieve landbouw' de biodiversiteit weer te laten toenemen. Dit doel wordt onder meer nagestreefd via het Deltaplan Biodiversiteitsherstel. Een biodiversiteitsdoel voor zonnevelden kan onderdeel zijn van dit deltaplan.

Zonnevelden worden weliswaar niet gerealiseerd op locaties die al een hoge biodiversiteitswaarde kennen – zoals natuurgebieden – maar desondanks kunnen specifieke natuurwaarden in een zonneveld wel een doel zijn. In dat specifieke geval is bij monitoring van de biodiversiteit maatwerk nodig; een extra meetinspanning ten opzichte van het

standaard meetprotocol. Alle meetwaarden – dus ook die nodig zijn voor maatwerk – grijpen terug op de in het kader van het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM) ontwikkelde protocollen. Het NEM is het samenwerkingsverband van overheidsorganisaties voor de monitoring van de natuur in Nederland. Een uitgebreidere beschrijving, handleidingen en onderzoekbeschrijvingen vindt men op de website van het NEM, te weten www.netwerkecologischemonitoring.nl/meetnetten.

De inrichting en het beheer van zonnevelden kunnen gericht zijn op biodiversiteit, maar ook op het behoud van de bodemvruchtbaarheid en het behoud en/of de opbouw van de koolstofvoorraad in de bodem. In alle zonnevelden – ook die zonder ambitie voor biodiversiteit (ambitie 0 in tabel 1) – wordt na het eerste jaar jaarlijks de vegetatie opgenomen en de Nabij Infrarood Spectrometrie (NIRS-)methode toegepast. Daarbij vindt allereerst een uitgebreide nulmeting van de bodemindicatoren plaats. De stabiele fractie organische stof (OS) en een biologische indicator worden om de 5 jaar bepaald.

Toepassing in de praktijk en samenwerking met PGO's

In deze paragraaf wordt beschreven wat een meting volgens het meetprotocol inhoudt. Bij toepassing van het meetprotocol zullen de nulmeting en de jaarlijkse monitoring van zonneveld tot zonneveld gepland moeten worden. Dat is altijd maatwerk. Vaak is een zonneveld overzichtelijk en homogeen en is dit als een geheel, 1 opname/behandeling, te beschrijven. Soms zijn zonnevelden echter uitgestrekt en divers. Ze bestaan bijvoorbeeld uit een nat en een droog gedeelte die een andere bodem of beheer kennen. Er is dan sprake van verschillende 'behandelingen' die een eigen opname vereisen.

In het NEM werken alle natuurdata-verzamende organisaties – oftewel Particuliere Gegevensbeherende Organisaties (PGO's) zoals RAVON, Sovon Vogelonderzoek Nederland en FLORON – en het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) samen om verspreidingsdata van soorten te verzamelen. Vrijwilligers spelen een belangrijke rol voor de uitvoering van het veldwerk voor het NEM. Hierdoor kan men landelijke trends in de aantallen vaststellen. De professionele PGO's coördineren de vrijwilligers en beheren de databases waarin de data veelal rechtstreeks met behulp van apps worden opgeslagen. Het streven is het organiseren van een grote maatschappelijke betrokkenheid bij de aanleg en het beheer van zonnevelden. Dit is onder andere vastgelegd in de 'Gedragscode Zon op Land' (zie www.hollandsolar.nl/gedragscodezonopland). Idealiter resulteert deze maatschappelijke betrokkenheid in de inzet van lokale vrijwilligers bij de monitoring van de biodiversiteit van zonnevelden.

De overheid en publiek-private samenwerkingsverbanden moeten het onderzoek organiseren. Kennisinstellingen en ecologische bureaus kunnen de monitoring volgens het meetprotocol verzorgen. Het gaat vaak om organisaties die bekend zijn met de NEM-methoden en de bijbehorende monitoring. Vaak zijn deze organisaties aangesloten

bij het Netwerk Groene Bureaus. Naast deze professionele inzet kunnen vrijwilligers een belangrijke rol spelen. Voor het vastleggen en interpreteren van de resultaten kan gebruikgemaakt worden van de databases van de PGO's en van de verzamelde data in de Nationale Databank Flora Fauna (NDFF).

Nulmeting en lokale referenties

Het meetprotocol biodiversiteit zonnevelden is een opsomming van standaardmeetmethoden. Deze methoden zijn beproefd en geschikt bevonden om een deel van de biodiversiteit te meten. Ze beogen het doelbereik te meten van de genomen maatregelen in zonnevelden. Deze maatregelen worden genomen om een basisnatuurkwaliteit te realiseren. Een kwaliteit die geïndiceerd wordt door het voorkomen, voor wat betreft milieuomstandigheden, van niet zeer kritische dier- en plantensoorten.

Het meetprotocol biodiversiteit zonnevelden richt zich op soortgroepen waarvoor een goede referentie bestaat om zo de meetresultaten eenduidig te kunnen interpreteren. Voor maatwerk dat plaatsvindt in verband met wettelijke eisen of specifieke natuurdoelen zijn aanvullende metingen nodig. Het beschikbaar zijn van een nationale trend als referentie is nog niet voldoende om conclusies te kunnen trekken over een ontwikkeling op de betreffende locatie. Er kunnen immers lokale, autonome ontwikkelingen zijn die het effect van het zonneveld beïnvloeden.

Om deze reden dienen lokale referenties beschikbaar te zijn van metingen in een vergelijkbare situatie, maar dan zonder de ontwikkeling van een zonneveld. Ook is een 'nulmeting' noodzakelijk, die plaats moet vinden op basis van het meetprotocol. Deze nulmeting moet uitgevoerd worden voorafgaand aan de ingreep op de locatie waar het zonneveld gerealiseerd wordt. De uitgangssituatie voor de ingreep moet immers volledig bekend zijn om veranderingen te kunnen vaststellen. Dit heet een Before–After–Control–Impact (BACI-)aanpak.



3. Het meetprotocol zonnevelden

Het meetprotocol zonnevelden richt zich op de jaarlijks voor biodiversiteit- en bodemmonitoring uit te voeren metingen. De nulmeting van biodiversiteit is identiek aan de jaarlijkse meting. Voor de bodemdiversiteit is de nulmeting echter uitgebreider.

Vegetatie

Voor de meeste fauna is een goede ontwikkeling van de vegetatie de belangrijkste levensvoorwaarde. Idealiter zijn de gehele zomer bloeiende planten beschikbaar met een niet te dichte vegetatie, maar wel een vegetatie die voldoende dekking biedt. Of de vegetatie voldoet, kan worden vastgesteld met een aantal vegetatieopnames volgens de Braun-Blanquet methode. Hierbij wordt ook genoteerd of de planten bloeien.

In plots van 4 bij 4 meter – of in een andere vorm van ten minste 16 vierkante meter – wordt van de aanwezige soorten de abundantie (talrijkheid) en/of de bedekking beschreven. De Amersfoortcoördinaten (Rijksdriehoekscoördinaten) van de hoekpunten worden vastgelegd zodat dezelfde locatie steeds opnieuw kan worden teruggevonden. Er dienen plots onder de zonnepanelentafels, tussen de rijen met zonnepanelen en onbeschadwd in de rand van het veld gelegd te worden. Daarnaast worden de elders in het veld, maar niet in de plots waargenomen soorten gescoord. De waarnemingen worden direct in het veld of ook thuis in de FLORON- en SynBioSys-databank ingevoerd. Er dienen ten minste 2 opnamen gemaakt te worden, te weten aan het begin en aan het eind van de zomer; oftewel in mei en in september. Met de bedekking van de vegetatie kan ook de productie van droge stof worden bijgehouden. Dit is met name van belang onder de zonnepanelen.

Vogels

In goed beheerde zonnevelden zijn naar verwachting kansen voor vogels van het open agrarisch cultuurlandschap. Door het veelal ontbreken van bemesting en tal van grond-

bewerkingsmaatregelen is er ruimte voor insecten en kleine zoogdieren – prooien van vogels – en kunnen eieren ongestoord worden uitgebroed. Er zijn een aantal soorten (zeldzame) vogels die in de zonnepaneelinstallaties zelf broeden.

Akker- en weidevogels houden van open landschappen en mijden naar verwachting de beslotenheid van een zonneveld. Dit is echter niet zeker, omdat er te weinig ervaring is met zonnevelden en te weinig onderzoek is gedaan in de landschappen waar deze vogelsoorten voorkomen. Vast staat wel dat rietstroken, bosjes, struweelranden of hagen rondom een zonneveld gemakkelijk worden geaccepteerd door moeras- en struweelvogels.

Om de broedvogelsoorten en aantallen in open landschappen vast te stellen, zijn minimaal 6 tellingen nodig in het broedseizoen van maart tot en met juni/juli. Sovon Vogelonderzoek Nederland heeft hiervoor het protocol Broedvogelmonitoring (BMP) agrarisch ontwikkeld. De waarnemingen kun-



Omvang proefvak



Een piramideval

nen in het veld met de app Avimap worden ingevoerd in de Sovon-database. De onderscheiden territoria worden doorgegeven aan de NDFF. Met de Avimap kunnen ook buiten het broedseizoen vlakdekkende tellingen van niet-broedvogels worden ingevoerd. Om vast te stellen in hoeverre zonnevelden een functie vervullen voor pleisterende trekvogels buiten het broedseizoen – zoals vinken en lijsters – zijn ten minste 3 tellingen buiten het broedseizoen nodig.

Biomassa vliegende insecten

De biomassa aan insecten is in Nederland de afgelopen decennia met 75 procent afgenomen. Dit kan een verklaring kan zijn voor de afname van diverse insecteneters. Het intensieve grondgebruik in het agrarisch gebied speelt hierbij een belangrijke rol. Het streven is om met onderzoek vast te stellen of bij het extensieve grondgebruik in een zonneveld het aantal (soorten) insecten terugkeert naar een hoog niveau.

De meetmethode om dit vast te stellen is het plaatsen van 5 piramidevallen – of soms meer – van 1 vierkante meter, verspreid over representatieve plekken in het zonneveld. De piramidevallen worden gedurende 2 weken 3 keer op verschillende plekken opgesteld. Na 2 weken worden de piramidevallen geleegd, wordt de totale biomassa gewogen en wordt de inhoud geconserveerd voor eventuele

analyse. Analyse vindt plaats als er middelen beschikbaar zijn en de methode van metabarcoding verder is ontwikkeld. De monsters worden opgeslagen door de organisatie die de piramidevallen plaatst en conserveert.

Biomassa bodemorganismen bovengronds

Ook op de grond is bij extensief grondgebruik een grote variatie aan kleine dieren te vinden: spinnen, kevers, pissebedden, krekels, enzovoorts. Net als bij de vliegende insecten is het zeer arbeidsintensief om alle soorten op naam te brengen en te tellen, maar is het al nuttig om de totale biomassa vast te stellen. De monsters worden verzameld met 5 potvallen per piramide en eveneens per 2 weken geleegd. Ook voor deze groep worden de monsters opgeslagen voor geautomatiseerde determinatie (op een later tijdstip) als er middelen beschikbaar zijn en/of in een ander verband.

Dagvlinders

Dagvlinders vormen een goed onderzochte soortengroep, waarvoor honderden vrijwilligers van de Vlinderstichting in de zomer – bij voorkeur iedere week – vlindertransecten lopen. Als dit niet haalbaar is, levert een kleiner aantal gestandaardiseerde bezoeken eveneens bruikbare informatie op. In een zonneveld wordt minimaal 5 keer een vlindertransect van 1 kilometer gelopen; verdeeld in secties van ten minste 50 meter. Deze secties hoeven niet op één lijn te liggen en kunnen deels in het referentiegebied naast het zonnepark gepositioneerd worden. Indien haalbaar zijn er aparte transecten in het zonneveld en in de referentie. Deze secties moeten homogeen zijn voor wat betreft de 'behandeling': volledig tussen de rijen met zonnepanelen, volledig in de rand, volledig in een begraasd gedeelte, enzovoorts. De waargenomen soorten en aantallen dagvlinders kunnen direct via een app worden opgenomen in de database van de Vlinderstichting en belanden zo ook in de NDFF. Diverse waarnemers kennen ook soorten uit andere insectengroepen – zoals libellen, sprinkhanen, zweefvliegen, hommels en bijen – en kunnen deze soorten eveneens

invoeren. Voor bestuivende insecten kan een EIS-transect van 100 meter worden gelopen in april, mei-juni en juli. Een groot aantal dagvlinderwaarnemers houdt zich ook bezig met nachtvinders. De standaardmethode voor deze soortengroep is het opstellen van een lichtval gedurende de nacht. De vangsten kunnen met behulp van een app op naam worden gebracht en worden doorgegeven aan de betreffende databanken.

Zoogdieren

Grotere dagactieve zoogdieren worden bij de vogelbezoeken waargenomen en ingevoerd. Alle niet-vliegende zoogdieren kunnen vandaag de dag systematisch en deels automatisch worden geregistreerd met behulp van cameravallen die reageren op infrarood en/of warmte. 2 of 3 slim opgestelde cameravallen voldoen voor een niet al te groot zonneveld. Indien de data niet via mobiele telefoons worden verstuurd, moet de geheugenkaart iedere 2 weken worden verwisseld of geleegd. Voor kleine marterachtigen dienen waarnemingen ten minste 6 weken achter elkaar te worden uitgevoerd in de periode waarin deze soorten het actiefst zijn. Om de aanwezigheid en abundantie van muizen vast te stellen, kunnen aanvullend bij de vegetatieopnamen het aantal holletjes worden geteld en uitwerpselen worden verzameld om deze via DNA-analyse op naam te stellen. Dit hoort niet bij het standaardmeetprotocol.

Vleermuizen

Vleermuizen zijn in Nederland wettelijk beschermd. In veel gevallen is het daarom nodig om speciale aandacht te schenken aan deze soortgroep. Vleermuizen mijden open ruimten en bevinden zich veelal in de buurt van opgaande landschapselementen zoals bomen en huizen. Het is niet bekend of vleermuizen in een zonneveld ook de 'open ruimten' gaan benutten, bijvoorbeeld omdat hier veel insecten vliegen. Dankzij nieuwe, deels geautomatiseerde waarneemapparatuur is een opname van de vleermuizenstand en -activiteit minder arbeidsintensief en haalbaar in dit protocol.

In zonnevelden worden in het midden van het veld in het kraamseizoen – en de 8 weken na het kraamseizoen – zogenaamde batloggers opgesteld. Voor de interpretatie van de waarnemingen is het nodig dat een vleermuiswaarnemer een nacht met een infraroodcamera aanvullende visuele waarnemingen doet. De waarnemingen worden opgeslagen in de database van de Zoogdiervereniging en in de NDFF.

Beheer

Voor het meten van het beheer moeten ten minste de volgende zaken geregistreerd worden: óf en met welk mengsel het zonneveld (deels) is ingezaaid, óf en hoe vaak het wordt gemaaid en of het maaisel wordt afgevoerd. Bij begrazing moet geregistreerd worden of, hoe en hoeveel mest wordt gebruikt, welke grazers worden ingezet en of de dieren jaarrond aanwezig zijn. Ten slotte moet bij begrazing het aantal dieren per hectare geregistreerd worden, of er periodiek wordt begrast, hoelang dit gebeurt en met welke tussenpozen.

Waterpeil

Het meten van het grondwaterpeil is belangrijk om de processen in de bodem – en indirect in de fauna – en de ontwikkeling van de vegetatie te kunnen begrijpen. Monitoring kan daarom niet plaatsvinden zonder dat het grondwaterpeil opgenomen wordt. Deze taak kan toegekend worden aan een regelmatige bezoeker, zoals de uitvoerder van het vogelonderzoek. Indien er bij het zonneveld sloten aanwezig zijn, wordt het slootpeil ook vastgelegd. In alle andere gevallen dient alleen het peil in minimaal 1 te plaatsen grondwaterbuis te worden geregistreerd. Het aantal te plaatsen grondwaterbuizen is afhankelijk van de grootte van het zonneveld en de te verwachten variatie door zaken als hoogteligging en grondsoort.



Bodemfysische indicatoren

In het meetprotocol is van de bodemfysische indicatoren alleen de indringingsweerstand van de bodem opgenomen. Deze kan gemeeten worden met een penetrometer. In eerste instantie kan zo geïnventariseerd worden waar en in welke mate de werkzaamheden om het zonneveld aan te leggen voor verdichting van de bodem hebben gezorgd. Hiertoe is een meting voor én na de aanleg van het zonneveld nodig. Vervolgens kan bij de jaarlijkse monitoring worden volstaan met een meting op de bodemmonsterlocaties.

Bodembemonstering, organische stof en NIRS

Voor het bepalen van een aantal bodemin indicatoren moeten minimaal 1 keer per jaar in de nazomer bodemonsters worden genomen. Deze monsters kunnen het beste gestoken worden op dezelfde locaties als de vegetatieopnames. De monsters bestaan uit 3 tot 4 porties bodem uit de bovenste 10 tot 20 centimeter van de bodem, exclusief de zode. Een gezamenlijk mengmonster van 0,5 kilogram is toereikend. Een monster wordt genomen onder de zonnepanelen, tussen de rijen met zonnepanelen en in de rand van het veld. Dit betekent dat er 3 mengmonsters genomen moeten worden per 'behandeling', of per zonneveld indien het een homogeen veld is. Uit de bodem-

monsters worden in het laboratorium de indicatoren voor organische stof, de chemische indicatoren en indien gewenst ook de fysische indicatoren bepaald. De bodembemonstering kan eenvoudig gecombineerd worden met bezoeken voor vogels, vegetatie en/of insecten.

Volgens het meetprotocol is de monitoring op de eerste plaats gericht op het volgen van de voorraad organische stof in de bodem; stabiel en instabiel. Na de nulmeting volgt staat een jaarlijkse meting van de instabiele organische stof. De hoeveelheid stabiel organische stof verandert zeer langzaam en de trend in de instabiele organische stof is hiervoor een goede voorspeller. De instabiele organische stof wordt bepaald als heet water extraheerbaar koolstof (HWC).

De kosten van bodemanalyses lopen, zeker bij toepassing van de traditionele analysemethoden, snel op. Er zijn echter nieuwe methoden in ontwikkeling die sneller en voordeliger zijn, zoals de NIRS-methode. De uitslag van traditionele bodemindicatoren correleert met de NIRS-uitslag. Vooral de totale hoeveelheid koolstof en stikstof in de bodem is goed te voorspellen. Hetzelfde geldt voor de hoeveelheid fosfaat (P), de kationenomwisselingscapaciteit (CEC) – met de kationen waterstof (H), kalium (K), magnesium (Mg) en calcium (Ca) – en ook de zuurgraad (pH). De NIRS-methode wordt ook gebruikt om de hoeveelheid bacteriën en schimmels te schatten. De bruikbaarheid is voor dit doel echter omstreden en hiernaar vindt nog volop onderzoek plaats.

Vanwege de kosten is in het meetprotocol biodiversiteit zonnevelden gekozen voor een jaarlijkse toepassing van de NIRS-methode. Daarnaast vindt in het eerste jaar als ijking een nulmeting plaats met behulp van de traditionele methoden. Op basis van inzichten uit lopend onderzoek kan deze keuze over 1 of 2 jaar worden aangepast. Met de NIRS-methode worden behalve organische stof ook chemische waarden en een biologische parameter bepaald die helpen de processen in de bodem te begrijpen.



4. Installatie

Een centraal overzicht van de eigenschappen van de zonnenvelden ontbreekt. Om deze reden moet eenmalig worden vastgelegd wat de kenmerken van het zonnenveld zijn. De volgende kenmerken dienen te worden vastgelegd:

Omschrijving	Eigenschappen
Nummer zonnenveld	
Naam zonnenveld	
Opname door	
Contactgegevens	
Plaats of gemeente	
Bezoekdatum	
Tijd	
Jaar van installatie	
Aantal (n) zonnepanelen	
Totale oppervlakte zonnenveld <i>(in hectare)</i>	
Oppervlakte afgedekt door zonnepanelen	
Randbreedte tot zonnepanelen	
Rijafstand tussen zonnepanelen	
Aantal (n) rijen met zonnepanelen	
Rijlengte	
Orientatie van zonnepanelen	
Minimale hoogte <i>(in meters)</i>	
Maximale hoogte <i>(in meters)</i>	
Breedte werkelijk en horizontaal geprojecteerd <i>(in meters)</i>	
Spleten horizontaal	
Spleten verticaal	
Beheer, (on)gemaaid, aantal keren per jaar, jaarrond begraasd of periodiek begraasd aantal weken	
Grondgebruik oost	
Grondgebruik zuid	
Grondgebruik west	
Grondgebruik noord	

Tabel 1. Meetprotocol in zonnevelden zonder en met ambitie voor biodiversiteit.
 Per soortgroep / indicator wordt de jaarlijkse inspanning beknopt weergegeven.
 Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar de beschrijvingen zoals bij het NEM en de NDFF.

Soortgroep / indicator	Omschrijving (aantal metingen per jaar)	Ambitie	
		<i>o</i>	<i>Basis</i>
<i>Vegetatie</i>	- Braun-Blanquet met opname van 4 keer 4 maanden plus score van bloeiende planten; 4 opnames + herhaling per 'behandeling' met bezoek aan het begin en aan het einde van de zomer; - opslag in de databanken van FLORON en SynBioSys.	Jaarlijks	
<i>Alle vogels</i>	- BMP van Sovon met 6 tot 7 bezoeken plus minimaal 3 karteringenbuiten het broedseizoen; - opslag via de Avimap-app in het veld, in de databank van Sovon en in de NDFF.		Jaarlijks
<i>Insecten</i>	- Methode totale insectenbiomassa met 5 piramide-vallen van 1 vierkante meter (m2), 3 keer 2 weken opstellen en de vangst wegen; - opslag bij een kennisinstelling voor latere metabarcoding.	Jaarlijks	
<i>Bodemorganismen Bovengronds</i>	- In combinatie met methode totale insectenbiomassa; 5 standaard potvallen per insectenpiramide en de vangst wegen; - opslag bij een kennisinstelling voor latere metabarcoding.	Jaarlijks	
<i>Dagvlinders</i>	- Standaard vlindertransect van de Vlinderstichting, 1 kilometer met secties van 50 meter, liefst wekelijks in de zomer, minimaal 5 keer per jaar; - opslag bij de Vlinderstichting en in de NDFF.	Jaarlijks	
<i>Zoogdieren (dagactief)</i>	- Dagactieve zoogdieren worden geregistreerd via een BMP; - opslag bij de Zoogdierversenigingen in de NDFF.	Jaarlijks	
<i>Zoogdieren (nachtactief)</i>	- Cameravallen iedere 2 weken uitlezen of versturen per mobiele telefoon; - minimaal 6 weken onderzoek en neem ook dagactieve zoogdieren waar; - opslag in database van de Zoogdierverseniging en in de NDFF.	Jaarlijks	
<i>Vleermuizen</i>	- In het kraamseizoen en minimaal 8 weken later, bat-loggers opstellen midden in de open ruimte gedurende 1 tot 2 nachten en aangevuld met visuele waarnemingen met behulp van een infraroodcamera; - opslag in database van de Zoogdierverseniging en in de NDFF.	Jaarlijks	

Soortgroep / indicator	Omschrijving (aantal metingen per jaar)	Ambitie	
		<i>o</i>	<i>Basis</i>
<i>Installatie, grond-water en beheer</i>	- Essentieel voor de interpretatie van de resultaten is dat het gevoerde beheer jaarlijks goed wordt beschreven; - ook de zonnepaneelinstallatie – hoogte, breedte, expositie, licht- en waterdoorval, enzovoorts – moet goed beschreven worden, evenals eventuele aanpassingen.	Jaarlijks	
<i>Organische stof (OS) en Koolstofgehalte</i>	Percentage (%) gloeiverlies via Dumas/ NIRS.	Jaarlijks	
<i>Organische stof (OS) stabiele fractie</i>	Percentage (%) oxidatie en permanganaat (POXC).	Elke 5 jaar	
<i>Heetwater extraheerbaar Koolstof</i>	Milligram per kilogram (mg/kg), gram per hectare (g/ha) en extractie heet water.	Jaarlijks	
<i>Indringingsweerstand</i>	Megapascals (MPa) met penetrometer.	Jaarlijks	
<i>Zuurgraad</i>	Extractie in calcium chloride (CaCl2).	Jaarlijks	
<i>N-totaal</i>	Gram per kilogram (g/kg), kilogram per hectare (kg/ha) via Kjeldahl / NIRS.	Jaarlijks	
<i>Stikstof Potentieel mineraliseerbaar</i>	Milligram per kilogram (mg/kg), gram per hectare (g/ha), Anaerobe incubatie via NIRS.	Jaarlijks	
<i>Fosfaatstatus</i>	Gram per kilogram (g/kg), kilogram per hectare (kg/ha), milligram per 100 gram (mg/100g) of millimeter (ml) extractie in ammoniumlactaatazijnzuur CaCl2.	Jaarlijks	
<i>Kalistatus</i>	- Gram per kilogram (g/kg), kilogram per hectare (kg/ha), milligram per 100 gram (mg/100g) of ml extractie in waterstofchloride (HCL) en oxaalzuur NIRS + - extractie in CaCl2.	Jaarlijks	
<i>Een biologische indicator</i>	Bacteriën en schimmels, aaltjes of regenwormen	Elke 5 jaar & NIRS	

Het meetprotocol biodiversiteit zonnevelden is tot stand gekomen via onderzoek dat is uitgevoerd door Alex Schotman van Wageningen Environmental Research. Dit is gebeurd met medewerking van onderstaande personen.



Naam	Organisatie
Alma, Rwene	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO)
Beumer, Jos	Provincie Noord-Holland
Bink, Ruud	WUR Wettelijke onderzoektaken PBL
Bloem, Jaap	Wageningen Environmental Research
Cesar, Kay	TNO
Cornelissen, Hans	Vrije Universiteit Amsterdam
Erberveld, Mattijs	Rijkswaterstaat
Foppen, Ruud	Sovon
Grashof, Carla	Wageningen Environmental Research
Groot, Arjen de	Wageningen Environmental Research
Gulliker, Wouter	Astroenergy/Chint
Haver, Wim	Gemeente De Ronde Venen
Heinen, Marius	Wageningen Environmental Research
Huijsmans, Karen	Sweco
Huizinga, Friso	LC Energy
Kleijn, Davis	Wageningen Universiteit
Koppers, Robin	Provincie Utrecht
Kursten, Rob	Engie
La Haye, Maurice	Zoogdiervereniging
Lammersma, Dennis	Wageningen Environmental Research
Leenen, Maaïke	Bureau Eelerwoude
Limpens, Herman	Zoogdiervereniging
Lowik, Sandor	Brabantse Milieufederatie
Mol, Erik	Gemeente Bronckhorst
Morel, Toine	Rijkswaterstaat
Mulders, Rob	Sunrock
Ottburg, Fabrice	Wageningen Environmental Research
Rooijen, Nils van	Wageningen Environmental Research
Sander, Dianne	Wageningen Environmental Research
Schapp, Helen	Bureau Waardenburg
Schmaal, Jeroen	Sunvest
Schotman, Alex	Wageningen Environmental Research
Sibbing, Sjoerd	Provincie Gelderland
Terpstra, Marijn	Adviesbureau Altenburg en Wymenga
Visser, Saskia	Wageningen Environmental Research
Vliegendhart, Albert	Vlinderstichting
Wijlen, Willemieke van	Omgevingsdienst Rijn en IJssel
Wit, Francisca	Naturalis

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Mattijs Erberveld van Rijkswaterstaat en namens het Nationaal Consortium Zon in Landschap.

Er is een aparte notitie beschikbaar over hoe het meetprotocol biodiversiteit zonnevelden tot stand is gekomen. Daarbij wordt aandacht besteed aan de keuzen die zijn gemaakt, hoe dit aansluit op het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM), hoe omgegaan moet worden met nulmetingen en nationale referenties en wat de relatie is tussen metingen aan boven- en ondergrondse biodiversiteit. Dit document is beperkt tot een toelichting op het meetprotocol.

