

Een handreiking voor vergunningverlening van ‘zon op water’

Sibren Loos, Sacha de Rijk (Deltares), Rick Wortelboer (Arcadis, voorheen Deltares), Simon Handgraaf (Colibri Advies), Michelle Talsma (STOWA) en Rik Jonker (Rijkswaterstaat)

Voor vergunningverlening zijn zonneparken op water een nieuw verschijnsel. De door STOWA en Rijkswaterstaat opgestelde handreiking biedt handvaten aan zowel vergunningverleners als initiatiefnemers. De handreiking bestaat uit twee ondersteunende instrumenten: een Stroomschema en een Analysetool. Het Stroomschema geeft inzicht in de noodzakelijke vergunningen en de Analysetool in de mogelijke effecten van het zonnepark op de waterkwaliteit. Dit artikel laat zien hoe de instrumenten zijn opgesteld en hoe ze te gebruiken.

Nederland staat voor de grote opgave om de transitie van fossiele naar duurzame energie te maken. Om de ambitieuze doelstellingen van het Klimaatakkoord voor 2030 en 2050 te behalen speelt zonne-energie als duurzame energiebron een belangrijke rol. Voor grootschalige aanleg van zonneparken is ruimte nodig. Hierbij wordt zowel gekeken naar het land als naar het wateroppervlak. Onlangs publiceerde het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) een Routekaart waarin de kansen en risico's voor zonne-energie uit parken op water worden geschetst [1]. Met ruim 8000 km² liggen er kansen op binnenwateren. Vragen van vergunningverleners waren aanleiding voor Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) en Rijkswaterstaat (RWS) om een studie te starten. Deze vragen gingen over de effecten en anderzijds het wettelijke kader van zonneparken op water.

Aanpak

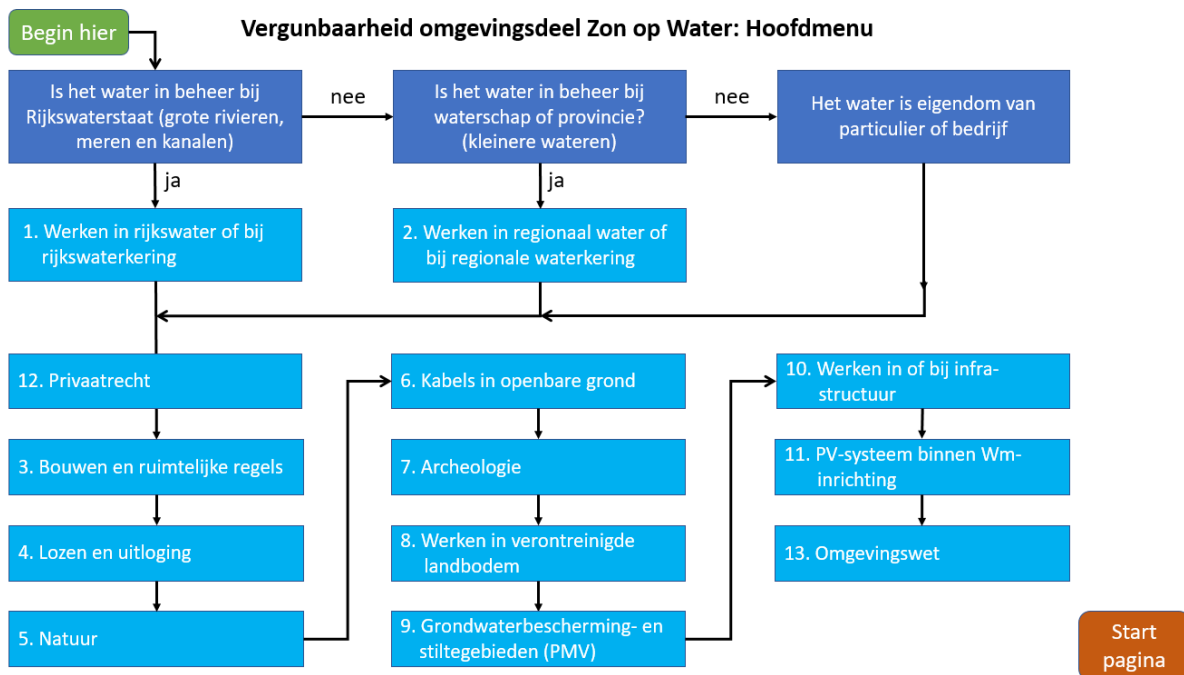
Om de vragen van waterbeheerders te beantwoorden hebben STOWA en RWS een handreiking [2] opgesteld en twee ondersteunende tools ontwikkeld; het Stroomschema en de Analysetool. Tevens zijn de wettelijke kaders in een document toegelicht. Het Stroomschema helpt inzicht te krijgen in de benodigde vergunningen. Dit zijn in ieder geval een omgevingsvergunning (afgegeven door gemeente) en een watervergunning (afgegeven door RWS of waterschap, afhankelijk van bevoegd gezag). Als een drijvend zonnepark aangelegd wordt in een natuurgebied, is ook een natuurvergunning van de provincie nodig. Het indienen van een verzoek voor een watervergunning kan via het omgevingsloket of rechtstreeks bij het bevoegd gezag. Het Stroomschema is behulpzaam bij de stappen in het proces van aanvraag en verkrijgen van vergunningen voor de realisatie van een zonnepark op water. De Analysetool geeft inzicht in de mogelijke effecten van een zonnepark op de waterkwaliteit. Beide instrumenten bieden handvatten voor zowel de initiatiefnemer als de vergunningverlener voor zonneparken op zoete wateren. De handreiking is echter geen beoordelingstool, maar een hulpmiddel bij het vergunningstraject.

Het Stroomschema: wettelijke kaders

Op het aanleggen, in stand houden en verwijderen van een zonnepark op water zijn verscheidende regels van toepassing. Naast de waterwetgeving – regels over het gebruik van oppervlaktewater en het leggen van kabels door waterkeringen – spelen ook de regels over ruimtelijke ordening, natuur, bodem, archeologie en infrastructuur een rol. Elk van deze rechtsgebieden heeft zijn eigen instrumenten en procedures.

De regelgeving die van toepassing is rond de plaatsing van zonnepanelen op water kan in beeld worden gebracht met behulp van het Stroomschema, dat de gebruiker door de verschillende vergunningsaspecten heen loodst (afbeelding 1). In vergunningen kunnen allerlei eisen worden opgenomen, zoals het monitoren van de waterkwaliteit en voorwaarden ten aanzien van de tijdelijkheid van de vergunningen.

Aanvullend gelden er regels voor de bouw van een zonnepark, zoals bijvoorbeeld vergunningen voor aanvoer van materiaal naar de bouwplaats. De bouwgerelateerde regels zijn echter sterk afhankelijk van de locatie en hebben geen invloed op de toelaatbaarheid van het zonnepark. Ze zijn daarom buiten beschouwing gelaten.



Afbeelding 1. Het stroomschema. De gebruiker dient met dit schema te beginnen, het schema laat alle eisen zien die vanuit de wettelijke kaders worden gesteld. De handreiking geeft voorbeelden voor het gebruik van het Stroomschema en de Analysetool en de kansrijkheid van zonneparken in verschillende watertypen

Mogelijke waterkwaliteitseffecten

Zonnepanelen op het water kunnen een directe invloed hebben op milieufactoren en waterkwaliteitsprocessen (afbeelding 2). Zonnepanelen nemen licht weg. Dit kan gevolgen hebben voor waterplanten en algen die licht gebruiken voor de productie van biomassa. Daarnaast betekent minder lichtenergie enerzijds minder opwarming van het water en anderzijds kan door bedekking van het water minder verdamping en dus minder koeling plaatsvinden.

Zonnepanelen dekken het water af, waardoor de wind minder aangrijpt op het wateroppervlak. Dit vermindert de menging over de waterkolom, met mogelijk stratificatie als gevolg. Door afdekking met zonnepanelen wordt enerzijds de uitwisseling van zuurstof tussen de lucht en het water geremd. Dit kan een lagere zuurstofconcentratie in het water tot gevolg hebben, met nadelige effecten voor bijvoorbeeld vissen. Aan de andere kant creëert de luwte onder de panelen mogelijk een nieuwe habitat voor vis.

Onder zonnepanelen kan ook een zuurstoftoename optreden doordat de productie van waterplanten en algen (minder biomassa) afneemt en er minder organisch materiaal op de bodem terecht komt. Hierdoor wordt de zuurstofvraag van de bodem om het organische materiaal af te breken geringer. Kortom: er kunnen verschillende effecten optreden. In een modelstudie zijn deze effecten zo veel mogelijk in beeld gebracht.



Afbeelding 2. Potentiele effecten van zonnepanelen op water. De daadwerkelijke effecten zijn afhankelijk van het watertype en de eigenschappen van het zonnepark. In de modelstudie ten behoeve van de handreiking is gekeken naar effecten op licht, temperatuur, zuurstof en chlorophyl-a

De Analysetool

Met de Analysetool (een MS Excel-applicatie) kunnen de mogelijke effecten van zonnepanelen op de waterkwaliteit in beeld worden gebracht. De kennis in de Analysetool is opgesteld met behulp van een Delft-3D-modelstudie. De resultaten hiervan zijn vertaald naar waterkwaliteitseffecten

3D-modellering

De 3D-modellering gebeurt in 2 stappen; eerst worden de (windgedreven) stroming, warmtebalans en watertemperatuurverdeling berekend en als tweede stap de effecten op de waterkwaliteit. Er is gekozen voor een 3D-model, omdat processen in het horizontale en verticale vlak expliciet beschreven worden en geen aannames gedaan worden die de resultaten onzeker maken.

Bij het doorrekenen van effecten is gekozen voor een ronde plas, zonder verversing van buitenaf waarvan effecten te verwachten zijn. Het Delft-3D-waterkwaliteitsmodel is toegepast op een plas met een groot aantal combinaties van systeemkenmerken:

- De grootte van een plas (1, 10, 100, 1000 of 10000 ha.);
- De diepte van een plas (2, 4, 10 of 25 m);
- De nutriëntensituatie; een mesotrofe situatie (stikstofdepositie 1400 mol/ha/jaar en fosfordepositie 1 mg P/m²/dag) en een eutrofe situatie (3500 mol/ha/jaar en 5 g P/m²/dag);
- Bodemtype: zand of veen.

De kenmerken van de zonnepanelen zijn zo gekozen dat ze het meest aansluiten bij de huidige praktijk van aangelegde systemen. Er is gerekend met een bedekking door zonnepanelen van 1, 10, 25, 50 of 90 procent van de plas. Daarnaast is gerekend met panelen die 0, 10 of 25 procent van het opvallende licht doorlaten. In totaal zijn er ruim 700 modelconfiguraties doorgerekend om een zo compleet mogelijk beeld te krijgen van de verschillende situaties die op stilstaande watersystemen in Nederland aangetroffen kunnen worden.

Waterkwaliteitseffecten

Voor de effecten op de waterkwaliteit zijn zeven indicatoren ontwikkeld die gezamenlijk een beeld geven van mogelijke veranderingen. Sommige indicatoren zijn gesplitst in verschillende aspecten. Het gaat om de volgende waterkwaliteitsindicatoren:

1. Fractie van het areaal van de bodem geschikt voor de groei van waterplanten.
2. Licht. Gemiddelde lichtintensiteit onder de zonnepanelen (W/m²).
3. Watertemperatuur. Gemiddelde watertemperatuur (°C) gedurende het zomerhalfjaar (april t/m september). Hier wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende dieptes: 3a oppervlaktelaag; 3b middelste laag en 3c bodemlaag.
4. Watertemperatuur. De maximale watertemperatuur gedurende het zomerhalfjaar.
5. Gemiddeld zuurstofgehalte in het water (mg/l) op verschillende dieptes: 5a oppervlaktelaag; 5b middelste laag en 5c bodemlaag.
6. Zuurstofloosheid in onderste waterlagen, uitgedrukt in:
fractie van het areaal (6a: grens 6 mg/l, 6c: grens 5 mg/l, 6e: grens 3 mg/l) en
intensiteit ((fractie areaal x duur); 6b: grens 6 mg/l, 6d: grens 5 mg/l, 6f: grens 3 mg/l)
7. Chlorofyl-A-concentraties tijdens zomerhalfjaar in de oppervlaktelaag (µg/l). 7a: totaal, 7b: onder de zonnepanelen, 7c: buiten de bedekking van zonnepanelen.

Met de Analysetool kan de gebruiker aan de hand van een reeks invoervelden inzicht krijgen in de verwachte effecten op de bovenstaande waterkwaliteits indicatoren. De te kiezen invoervelden bestaan uit de gebiedskenmerken van het watersysteem en de eigenschappen en bedekkingsgraad van de te gebruiken zonnepanelen (PV). Hiermee kan de gebruiker (initiatiefnemer of vergunningverlener) een beeld krijgen van de verwachte impact van het geplande zonnepark op de waterkwaliteit. Afbeelding 3 geeft hier een voorbeeld van.

Analysetool Zon op Water

Invoer gebiedseigenschappen

Grootte van water: 100 ha

Maximale diepte: 4 m

Nutriëntenstatus: Eutroof

Bodemtype: Zand

Invoer PV-eigenschappen

Oppervlakte PV-systeem: 10 % van wateroppervlakte (= 100000 m²)

Lichtdoorlatendheid PV-systeem: 10 % van opvallend licht (panelen + constructie)

bekijk uitgangspunten onderliggend

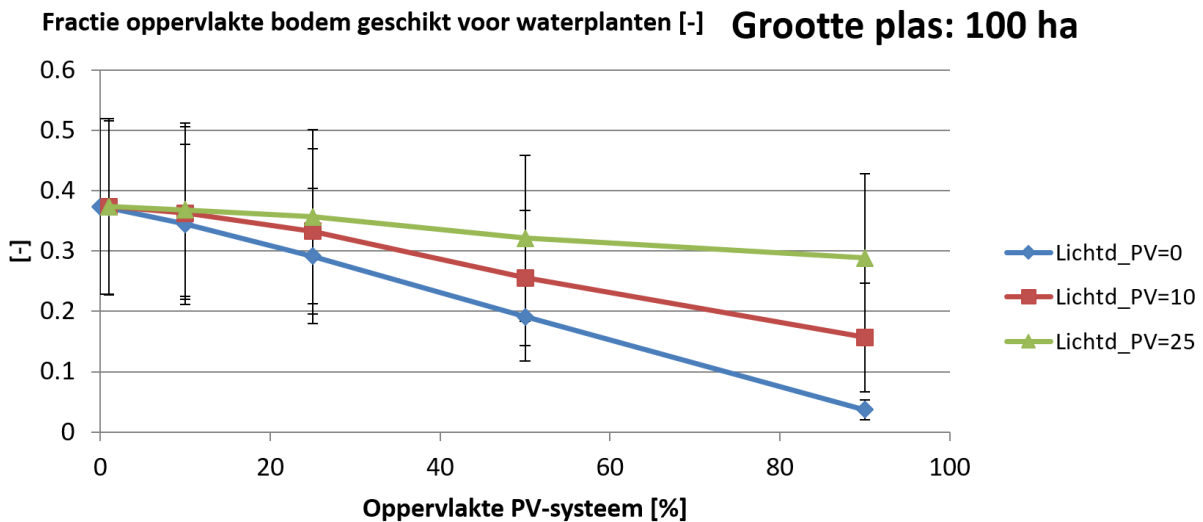
Toon resultaten

Indicator	Referentie	PV	Δ	Δ (%) Omschrijving
1	0.58	0.58	0.00	-0.5 Fractie oppervlakte bodem geschikt voor waterplanten [-]
2	141.36	15.92	-125.44	-88.7 Gemiddelde lichtintensiteit onder het PV-systeem [W/m2]
3a	17.06	17.05	-0.01	-0.1 Gemiddelde watertemperatuur in zomerhalfjaar (apr-sep) (oppervlaktelaag) [°C]
3b	16.72	16.67	-0.04	-0.3 Gemiddelde watertemperatuur in zomerhalfjaar (apr-sep) (middelste laag) [°C]
3c	16.28	16.27	-0.01	-0.1 Gemiddelde watertemperatuur in zomerhalfjaar (apr-sep) (bodemlaag) [°C]
4	28.52	27.60	-0.93	-3.3 Maximum watertemperatuur in zomerhalfjaar (apr-sep) [°C]
5a	8.53	8.60	0.08	0.9 Gemiddelde zuurstofgehalte in het water op verschillende dieptes (oppervlaktelaag) [mg/l]
5b	8.57	8.65	0.08	0.9 Gemiddelde zuurstofgehalte in het water op verschillende dieptes (middelste laag) [mg/l]
5c	8.39	8.48	0.09	1.1 Gemiddelde zuurstofgehalte in het water op verschillende dieptes (bodemlaag) [mg/l]
6a	0.29	0.27	-0.02	-7.7 Fractie areaal bodem in onderste waterlagen waarover zuurstofloosheid optreedt (grens: 6 mg/l) [-]
6b	0.00	0.00	0.00	-19.1 Intensiteit in de onderste waterlagen waarover zuurstofloosheid optreedt (grens: 6 mg/l) [-]
6c	0.06	0.05	-0.01	-16.6 Fractie areaal bodem in onderste waterlagen waarover zuurstofloosheid optreedt (grens: 5 mg/l) [-]
6d	0.00	0.00	0.00	-38.8 Intensiteit in de onderste waterlagen waarover zuurstofloosheid optreedt (grens: 5 mg/l) [-]
6e	0.00	0.00	0.00	nvt Fractie areaal bodem in onderste waterlagen waarover zuurstofloosheid optreedt (grens: 3°C) [-]
6f	0.00	0.00	0.00	nvt Intensiteit in de onderste waterlagen waarover zuurstofloosheid optreedt (grens: 3 mg/l) [-]
7a	21.12	20.87	-0.25	-1.2 Chlorofyl-a concentratie in zomerhalfjaar, oppervlaktelaag, totaal [µg/l]
7b	23.23	23.11	-0.12	-0.5 Chlorofyl-a concentratie in zomerhalfjaar, oppervlaktelaag, buiten PV [µg/l]
7c	26.58	26.96	0.38	1.4 Chlorofyl-a concentratie in zomerhalfjaar, oppervlaktelaag, onder PV [µg/l]

Afbeelding 3. Voorbeeld van uitvoer van de Analysetool voor een plas van 100 ha, een diepte van 4 m, een eutrofe toestand en zandige bodem. Het zonnepark bedekt 10% van de plas en de lichtdoorlatendheid van de panelen is 10%

Grafische weergave

De Analysetool geeft ook de mogelijkheid om de variaties in de bedekkingsgraad en lichtdoorlatendheid van de zonnepanelen in te schatten. Hiermee kan worden bekeken met welke combinatie effecten op de waterkwaliteit kunnen worden verminderd. Afbeelding 4 geeft een voorbeeld van een dergelijke grafiek.



Afbeelding 4. Berekend deel van de plas dat voldoende licht ontvangt om groei van waterplanten mogelijk te maken. Voor deze plas van 100 ha. is in de situatie zonder zonnepark 38% van de bodem geschikt voor waterplanten (waar de grafiek de y-as kruist), in de overige 62% valt te weinig licht op de bodem omdat het doorzicht te gering is of de waterdiepte te groot is. Hoe groter de bedekking van het zonnepark (x-as), hoe meer het areaal afneemt dat geschikt is voor waterplanten (y-as). Lichtdoorlatendheid van het zonnepark (gekleurde lijnen, 0%, 10% en 25% in de figuur) compenseert dit effect deels. De verticale lijnen geven een indicatie van de spreiding in het getoonde gemiddelde van de in totaal 750 simulaties die hieraan ten grondslag liggen

Aanbevelingen

De ontwikkelde Analysetool is gebaseerd op een Delft-3D-waterkwaliteitsmodel. Het model is niet gevalideerd met monitoringsgegevens omdat deze data niet voor handen zijn. Een belangrijke aanbeveling is dan ook om bij bestaande zonneparken te gaan monitoren en zo de daadwerkelijke effecten in het veld te bepalen. Voor het monitoren van effecten is een Meetadvies opgesteld dat aangeeft welke parameters en meetfrequentie de voorkeur hebben [3]. Het Meetadvies sluit aan bij de indicatoren van de Analysetool. Bij monitoring is het van belang dat de situatie zonder zonnepanelen (de nulsituatie) vastgelegd wordt.

Het aspect doorstroming is in de modelstudie niet meegenomen. Uit een recente studie voor RWS Zee en Delta blijkt dat de doorstroming en de concentraties van stoffen in het ingelaten water het effect van de zonnepanelen verminderen [4]. Het aspect van doorstroming is daarmee een relevante parameter om ook mee te nemen bij het bepalen van effecten.

Naast onderwaternatuur kunnen zonneparken invloed hebben op andere organismen, in het bijzonder vogels. Het gedrag en de aanwezigheid van vogels rond zonneparken dient nader onderzocht te worden.

Momenteel worden op diverse locaties zonneparken aangelegd. Het strekt tot aanbeveling om de monitoringsdata in een gezamenlijke database vast te leggen en te analyseren. Hiermee kunnen de ontwikkelde handreiking en de bijbehorende Analysetool om effecten op de waterkwaliteit te bepalen verbeterd en gevalideerd worden.

Referenties

1. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2021). *Kamerbrief over Routekaart zon op water* – 2 februari 2021; <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/02/02/kamerbrief-over-routekaart-zon-op-water>
2. Loos, S. en Wortelboer, R. (2018). *Handreiking voor vergunningverlening drijvende zonneparken op water*. STOWA 2018-73, ISBN 978.90.5773.832.6. <https://www.stowa.nl/publicaties/handreiking-voor-vergunningverlening-drijvende-zonneparken-op-water>
3. Dionisio, M. en Loos, S. (2020). *Ecologisch meetadvies Zon op Water*. Deltares Rapport 11204838-002-ZWS-0002. <https://www.topsectorenergie.nl/tki-urban-energy/kennisbank/kennis-hernieuwbare-elektriciteitsopwekking/ecologisch-meetadvies-zon>
4. Loos, S. en Linden, A. van der (2020). *Haalbare bedekking zonnepanelen vanuit perspectief waterkwaliteit voor Bekkens Krammersluizen*. Deltares rapport 11205558-002-ZWS-0002.