



# memo

Bijlage 2 bij aanbiedingsbrief M&V-2021-0127  
Samenvatting "quicksan: Inzicht in impact stoffen  
wind op zee"

## Aanleiding

Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) heeft het RIVM gevraagd om inzicht te geven in de impact van (de milieu-emissies van) de stoffen die in de levenscyclus van windturbines op zee worden gebruikt.

## Aanpak en scope

In overleg met het SodM is gekozen voor een aanpak in twee stappen:

1. Uitvoeren quickscan: zijn er emissies (of kans op) van stoffen, wat is het risico en welke (preventieve) maatregelen zijn mogelijk (bij windenergie op zee)?
2. Afhankelijk van de uitkomsten quickscan gericht vervolgonderzoek / uitvoeren risico-analyses .

Deze samenvatting beschrijft de belangrijkste resultaten en aanbevelingen op basis van de quick scan en de bespreking in de bijeenkomst *WOZ risicosturing* op 15 juli 2021. In de bijlage is een powerpoint rapportage opgenomen met de resultaten van de quickscan.

In het literatuuronderzoek ligt de focus op de levensfase van windturbines op zee: van ingebruikname tot en met buitengebruikstelling en de hergebruiks-/afvalfase. Emissies tijdens de productiefase en transport zijn buiten beschouwing gelaten. Uitgangspunt van het onderzoek is normaal gebruik (calamiteiten zijn niet meegenomen). Naast de windturbines is er ook gekeken naar de substations.

## Resultaten

*Er is een kans op emissies van stoffen met name in het gebruik en onderhoud.*

De onderstaande tabel geeft de stoffen weer die mogelijke emitteren naar het milieu per levensfase en onderdeel van de windturbines op zee. Bij de monopile wordt vooral tijdens het gebruik en het onderhoud mogelijke emissies verwacht. Dit komt onder andere door de uitloging van stoffen uit de coating zoals

hormoonverstorende fenolen (o.a. BPA) en microplastics. Daarnaast kunnen metalen van de kathodische bescherming emitteren. Voor de internals is de mogelijke emissie van het broeikasgas SF<sub>6</sub> en hydraulische olie een punt van aandacht. De bladen kunnen eroderen, met mogelijk emissie van PFAS en microplastics. Bij substations zijn meerdere emissies mogelijk: SF<sub>6</sub>, fenolen o.a. BPA van de coating en/of metalen van de kathodische bescherming.

*Tabel 1: Bevindingen van de quick scan emissies windturbines op zee. De mogelijke emissies staan per levensfase en onderdeel vermeld.*

Onderdeel	Installatie	Gebruik en onderhoud	Ontmanteling	Recycling / end-of-life
<b>Monopile</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fenolen BPA/F en 4-tBP</li> <li>○ Microplastics</li> <li>○ Metalen kathodische bescherming</li> </ul>		...
<b>Internals</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hydraulische olie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hydraulische olie</li> <li>○ SF<sub>6</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ SF<sub>6</sub></li> </ul>	...
<b>Bladen</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ PFAS</li> <li>○ Microplastics</li> </ul>		...
<b>substation</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ SF<sub>6</sub></li> <li>○ Metalen kathodische bescherming</li> <li>○ toekomstig: grotere substations andere emissies mogelijk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ SF<sub>6</sub></li> </ul>	...

## Conclusies

### 1. Meeste risico verwacht bij “multi-use scenario’s”

Gelet op de groei in aantal (en omvang) van windparken op zee in combinatie met de ontwikkeling waarbij verschillende activiteiten worden gebundeld (denk aan windturbines gecombineerd met algenvelden, oesterkwekerij en kweken van vissen voor menselijke consumptie), worden de meeste risico verwacht in kader van deze “multi-use scenario’s”. Figuur 1 geeft een schets van een multi-use scenario<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> [Programmaliijn Wind op zee en de omgeving | Topsector Energie](#)



*Figuur 1: Schets van een multi-use scenario.*

*Afbeelding afkomstig van: <https://www.topsectorenergie.nl/tki-wind-op-zee/innovatieprogramma>*

2. Hormoonverstorende stoffen zoals BPA die kunnen uitlogen uit de monopile coating en microplastics kunnen een negatief effect (ecotoxicologisch) hebben op bijvoorbeeld oesters- of vissenkweek.
  
3. *Nog weinig bekend over end of life, vooral voor de bladen*  
 Nederland zet in op een circulaire economie in 2050. Dat betekent dat grondstoffen in principe in de kringloop blijven (afval = grondstof). Dat betekent dat in de ontwerpfase al zo goed mogelijk rekening wordt gehouden met de *end of life fase*. Met name voor de bladen van de windturbines is nog weinig bekend over mogelijke recyclingmethoden en de milieu-impacts daarvan.

## Aanbevelingen

### **1. Preventieve maatregelen mogelijk**

Voor een aantal in Tabel 1 genoemde stoffen zijn preventieve maatregelen mogelijk:

- Maak een veilige(re) keuze in type coatings voor de monopile;
  - uit de literatuur blijkt dat sommige coatingsystemen uitloging hebben van bijvoorbeeld de zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) bisfenol A en 4-tert-butylfenol. Sommige coatingsystemen lijken deze uitloging niet te hebben.
- Verminder erosie van de bladen;
  - door het verstevigen van het aangrijpingspunt van erosie op de bladen ('leading edge protection'), of het aanpassen van

operationele procedures kan erosie en daarbij vrijkomende deeltjes verminderd worden (en daarmee verminderen van mogelijke emissies PFAS en microplastic).

- SF<sub>6</sub> voorkomen en beheersen;
  - SF<sub>6</sub> alternatieven zijn mogelijk voor turbines, (nog) niet voor substations (wegens hoger voltage). Zowel bij de substations als bij de turbines waar SF<sub>6</sub> is toegepast is monitoring belangrijk. Momenteel is er geen rapportageplicht voor SF<sub>6</sub> gebruik bij Wind op Zee.

Deze aandachtpunten kunnen worden gebruikt in bijvoorbeeld onderhoudsplannen of bij inspectie, maar ook bij afspraken over nieuwe windparken.

## **2. Suggesties voor vervolgonderzoek**

### **a) *Breng risico's van multi-use scenario's in beeld***

De grootste milieu-impact wordt verwacht bij multi-use scenario's. Aanvullend onderzoek om een risico-inschatting uit te voeren voor de stoffen die kunnen emitteren vanuit de windturbines en substations (zie tabel 1 onder gebruik en onderhoud) is aan te bevelen. Dit kan in eerste instantie door een (theoretische) worst-case benadering toe te passen. Daarbij wordt een inschatting gemaakt van de (potentiële) emissies en door middel van een model risico's in beeld worden gebracht. Op basis van een worst-case benadering kan worden onderbouwd of aanvullend onderzoek nodig is, of kan meer onderbouwd worden aangegeven dat risico's niet of slecht beperkt aanwezig zijn (eventueel in combinatie met een voorstel voor preventieve maatregelen).

### **b) *Breng risico's bij calamiteiten in beeld***

In dit onderzoek is gekeken naar regulier gebruik en zijn eventuele calamiteiten buiten beschouwing gebleven. Bij een aanvullend onderzoek (zoals beschreven onder a) zou ook een scenario kunnen worden gemodelleerd op basis van een mogelijke calamiteit. Uitgangspunt zijn daarbij ook de stoffen zoals genoemd in tabel 1 onder gebruik en onderhoud (bijvoorbeeld de aanwezigheid van SF<sub>6</sub>). De te modelleren calamiteit (denk aan brand, aanvaring) zal in overleg met SOdM worden bepaald.

### **c) *Doe onderzoek naar end of life van de bladen***

End-of-life onzekerheden zijn nog onbekend, vooral bij bladen. Een vervolgonderzoek zou kunnen bestaan uit twee onderdelen:

- a. Bladen van bestaande windturbines (de "bestaande voorraad"): wat zijn mogelijke knelpunten bij veilige recycling (op basis resultaten quickscan);
- b. Nieuwe bladen: Hoe kan er gekomen worden tot circulair and safe (re)design? Indien mogelijk kan ook onderzocht worden hoe- en

onder wat voor voorwaarden (bepaalde) oude bladen veilig gerecycled kunnen worden. Bijvoorbeeld via hergebruik van oude bladen voor dezelfde functie. Hierbij zou de SodM mogelijk kunnen aanhaken bij bestaande onderzoekstrajecten bijv. Circo track<sup>2</sup> of Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI Wind op zee)<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> CIRCO activeert – met steun van de overheid – ondernemers en creatieve professionals om producten, diensten en businessmodellen te (her)ontwerpen om vervolgens circulair te ondernemen. [CIRCO | Circulaire businessmodellen & duurzame ontwerpstrategieën \(circonl.nl\)](https://circonl.nl)

<sup>3</sup>Het TKI Wind op Zee jaagt aan en faciliteert in samenwerking met RVO offshore wind innovatie door middel van onderzoek, ontwikkeling, demonstratie. [TKI Wind op Zee | Topsector Energie](https://www.tki.nl/onderwerpen/wind-op-zee)