

Aanbevelingen voor de monitoring van filtereffecten van de TEO-installatie in het Merwedekanaal te Utrecht



Aanbevelingen voor de monitoring van filtereffecten van de TEO-installatie in het Merwedekanaal te Utrecht

Auteur(s)

Suzanne van der Meulen

Aanbevelingen voor de monitoring van filtereffecten van de TEO-installatie in het Merwedekanaal te Utrecht

Opdrachtgever	RWS-WVL
Contactpersoon	Arianne de Vries
Referenties	
Trefwoorden	TEO, aquathermie, monitoring, ecologie, waterkwaliteit

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	25-11-2024
Projectnummer	11210320-024
Document ID	11210320-024-BGS-0001
Pagina's	20
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

	Suzanne van der Meulen	

Inhoud

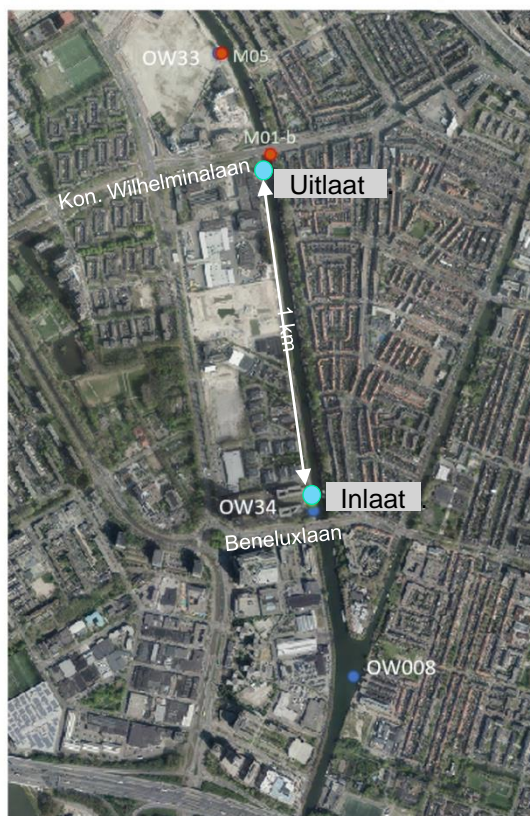
1	Inleiding	5
1.1	Achtergrond	5
1.2	Doel	6
1.3	Leeswijzer	6
2	Aanbevelingen voor de monitoringsstrategie	7
2.1	Parameters	7
2.1.1	Fytoplankton en zoöplankton	7
2.1.2	Macrofauna	8
2.1.3	Vis	8
2.2	Meetstrategie voor impact op individueel- en populatieniveau	9
2.3	Meetlocaties	9
2.3.1	Impact op individuen	9
2.3.2	Impact op populaties	10
2.4	Monitoringsperiode	11
2.4.1	Impact op individuen	11
2.4.2	Impact op populaties	12
3	Analyse en interpretatie van de meetresultaten	14
3.1	Biodiversiteit	14
3.2	Trends	14
3.3	Hypothesen	14
4	Bijdrage aan kennisontwikkeling	15
5	Samenvatting van de voorgestelde strategie	17
	Referenties	19

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Een initiatiefnemer heeft van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (hierna HDSR) een vergunning gekregen voor een TEO-installatie in het Merwedekanaal te Utrecht bij de nieuwbouw van 6000 woningen (Figuur 1). Op basis van een ecologische beoordeling (Witteveen+Bos, 2023a) en een second opinion (Tauw, 2024) konden negatieve effecten op zoöplankton en planktivore- en juveniele vis niet geheel uitgesloten worden. Daarom heeft HDSR een vereffeningseis toegevoegd aan de vergunning. Deze houdt in dat de initiatiefnemer nieuw habitat voor zoöplankton en planktivore- en juveniele vis realiseert met een oppervlakte van 75 m² in het Merwedekanaal. HDSR verwacht hierdoor geen netto effect op de ecologie in het Merwedekanaal.

De initiatiefnemer monitort zelf de lozingstemperatuur, temperatuur van het ontvangende oppervlaktewater en het totale lozingsdebiet zoals verplicht volgens de vergunning. Er is echter weinig kennis over de impact van waterpassage door TEO-installaties op de aquatische ecologie, het zogenaamde 'filtereffect'. Daarom willen HDSR en Rijkswaterstaat (hierna RWS) via een aanvullend monitoringsprogramma in het Merwedekanaal bijdragen aan kennisontwikkeling hierover. De onderzoeksvraag hierbij is: *Wat is het effect van de filtering van de TEO-installatie op de ontwikkeling van juveniele vis, macrofauna, zoöplankton en fytoplankton?*



Kenmerken van de TEO-installatie:

- Debiet: 560 m³ /uur
- Instroomsnelheid inlaatconstructie: max 0,15 m/sec
- Innamesnelheid bij fijnfilter: <0,5 m/s
- Maaswijdte groffilter: 1,5 mm
- Maaswijdte fijnfilter: 0,2 mm

Figuur 1 Locaties van de inlaat en de uitlaat (groene stippen) van de TEO-installatie in het Merwedekanaal te Utrecht (op basis van informatie van HDSR) en kenmerken van de installatie (Witteveen+Bos, 2023a).

1.2 Doel

Het doel van deze adviesnotitie is om aanbevelingen te leveren voor de opzet van een ecologisch monitoringsplan bij de TEO-installatie in het Merwedekanaal te Utrecht. Het monitoringsplan zal worden opgesteld door HDSR en RWS. Bij het opstellen van dit advies wordt rekening gehouden met de door ecologen van HDSR en RWS reeds uitgekozen soortgroepen en met specifieke vragen die door HDSR zijn gesteld in een werkdocument en in overleg met Deltares. Daarom wordt in deze adviesnotitie ingegaan op onderstaande onderwerpen:

- Welke monitoringsparameters worden voorgesteld? Is het zinvol om naast plankton ook macrofauna en viseitjes en -larven te onderzoeken?
- Hoe worden de monitoringslocaties, meetperiode en meetfrequentie bepaald? Momenteel is het plan om minimaal 4 jaar te monitoren (waarvan 1 nulmeting en 3 meetjaren); is het beter om hier vanaf te wijken? Het doel is om uiterlijk in 2029 (minstens voorlopige) conclusies te kunnen trekken m.b.t. de onderzoeksvraag.
- Hoe kan men in het monitoringsplan omgaan met de getrapte ingebruikname van de TEO-installatie? De installatie wordt in 2027 in gebruik genomen, draait in 2029 op 50% en jaren later op 100%.
- Zijn er verschillende monitoringsvarianten mogelijk zodat op basis van het beschikbare budget gekozen kan worden?
- Hoe draagt de voorgestelde monitoring bij aan de landelijke kennisontwikkeling? Hoe verhoudt het voorstel zich tot andere onderzoeken naar het filtereffect? Wat zijn overeenkomsten of afwijkingen, met een onderbouwing van de achterliggende redenen.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden aanbevelingen gedaan voor de monitoringsstrategie. Hierbij wordt waar mogelijk onderscheid gemaakt tussen een basisvariant en een uitgebreidere volledige variant. Dit onderscheid kan helpen bij het maken van keuzes indien er niet voldoende budget is voor een volledig monitoringsprogramma. In Hoofdstuk 3 worden aanbevelingen gegeven voor de analyse en interpretatie van de meetresultaten. Hoofdstuk 4 bevat aanbevelingen om de bijdrage van de monitoring in het Merwedekanaal aan generieke kennisontwikkeling te versterken. Daarnaast wordt besproken hoe de adviezen in deze notitie zich verhouden tot de monitoringsstrategie in andere projecten waarin de impact van het filtereffect wordt onderzocht. Tenslotte worden in Hoofdstuk 5 de aanbevelingen voor de monitoring samengevat.

2 Aanbevelingen voor de monitoringsstrategie

2.1 Parameters

Voor de soortgroepen die door HDSR en RWS zijn aangemerkt als (mogelijk) relevant wordt hieronder besproken of monitoring nuttig is en welke hypothesen getoetst dienen te worden met de monitoring. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de parameters die wij adviseren op te nemen in de basis- en volledige monitoringsvarianten.

2.1.1 Fytoplankton en zoöplankton

Hypothese 1: Het verschil in levende fytoplankton individuen is 20% lager bij de uitlaat in vergelijking met de inlaat (Witteveen+Bos, 2023a; Teurlincx, 2023; De Jong en Dionisio Pires, 2022).

Deze inschatting is gebaseerd op een studie van Li et al, (2018) bij een waterkrachtcentrale in China. Zoals ook Tauw (2024) aangeeft, is dit de beste inschatting die gedaan kan worden maar er kan niet bepaald worden hoe realistisch deze is voor een TEO-installatie. Dit komt mede doordat er informatie ontbreekt over de eigenschappen van de waterkrachtcentrale.

Hypothese 2: Het sterftepercentage van zoöplankton tussen in- en uitlaat bedraagt 30% (Witteveen+Bos, 2023b).

Dit percentage is gebaseerd op een (aannname in een) modelstudie van Teurlincx (2023).

Hypothese 3: Er wordt verwacht dat een effect op zoöplankton en fytoplankton op verdere afstand van de installatie niet meer meetbaar is (HDSR en RWS). Voor het berekenen van de afstand in het Merwedekanaal waar het effect niet meer meetbaar is kan de methode van Tauw (2024) gebruikt worden (zie paragraaf 2.3.2).

Advies:

Wij adviseren om fyto- en zoöplankton op te nemen in het basis monitoringsprogramma omdat het verwachte filtereffect op aquatische organismen op basis van literatuuronderzoek het grootst is voor fytoplankton en zoöplankton (de Jong en Dionisio Pires, 2022). Bovendien is er geen veldonderzoek uitgevoerd bij TEO-installaties en is hypothese 1 gebaseerd op beperkt onderzoek bij een ander soort installatie, waar bovendien weinig gegevens over bekend zijn. Daarnaast raden we aan om op verschillende afstanden van de installatie te monitoren zodat inzichtelijk wordt tot waar de invloedzone komt .

In de basisvariant bestaat de analyse uit het bepalen van aantallen en diversiteit van fyto- en zoöplankton door middel van microscopie. Hiermee wordt bepaald hoeveel plankton maximaal de passage door de TEO-installatie overleeft. Een deel kan echter dood uit de uitlaat van de installatie komen. Daarom is het raadzaam ook te bepalen of organismen dood of levend¹ zijn (volledige variant). Dat kan via een zogenaamde 'stainingsprotocol' waarin een kleurstof (Aniline Blue voor zoöplankton en SYTOX Green voor fytoplankton) wordt toegevoegd aan de monsters. De kleurstoffen dringen door tot de cellen van organismen die beschadigd zijn na fysieke schade of afbreken na overlijden. In beide varianten raden wij aan om voor fytoplankton de samenstelling niet op soort- maar op geslachtsniveau te bepalen omdat er binnen een geslacht variaties in soorten tussen jaren zijn en bij de determinatie regelmatig niet kan worden bepaald welke soort het betreft. Determinatie op geslachtsniveau zal een accurater resultaat opleveren.

¹ NIOO biedt deze analyse aan. Vanaf 2025 kan Deltares deze analyse waarschijnlijk ook uitvoeren.

Er dient echter ook rekening gehouden te worden met het feit dat organismen dusdanig beschadigd zijn dat ze niet meer tot een bepaald geslacht gedetermineerd kunnen worden. In dat geval dienen beschadigde organismen genoteerd te worden als “beschadigd, niet determineerbaar”.

2.1.2 Macrofauna

Hypothese 4: De impact op macrofauna is naar verwachting ‘beperkt’ (Tauw, 2024).

Deze hypothese is gebaseerd op het feit dat de meeste macrofauna op harde structuren of de bodem leeft (Tauw, 2024). Op basis van zwemsnelheden van diverse macrofaunagroepen en de aanzuigsnelheid van het groffilter wordt verwacht dat macrofauna in de buurt van het aanzuigfilter wel naar binnen wordt gezogen, op het fijnfilter blijft hangen, en bij terugspoelen weer in het oppervlaktewater komt (Witteveen+Bos, 2023a; Tauw, 2024). Het is niet bekend in hoeverre macrofauna beschadigd raakt of sterft en of de regeneratie voldoende is om de populatie op peil te houden (Tauw, 2024).

Advies:

Omdat er geen onderzoek is gedaan naar de impact van TEO-installaties op macrofauna adviseren wij om macrofauna (aantallen en diversiteit) op te nemen in de basis monitoringsvariant. Hiermee kan worden getoetst of de impact daadwerkelijk zo klein is dat de populatie in het kanaal niet wordt aangetast. Dood:levend ratio kan in de volledige variant worden meegenomen (naast aantallen en diversiteit). Mosselen zouden kunnen worden uitgesloten omdat die stevig verankerd zijn aan het substraat waarop ze leven en niet zullen worden los gezogen door de stroming vanuit de TEO-installatie.

2.1.3 Vis

Hypothese 5: Het effect op vissen is ‘verwaarloosbaar’. (Witteveen+Bos, 2023a; Tauw, 2024).

Deze hypothese is gebaseerd op de verwachting dat een deel van de vissen in een kleine zone van 0,5 meter tot enkele meters rond het aanzuigfilter niet tegen de stroom in kunnen zwemmen (Witteveen+Bos, 2023a; Tauw, 2023; De Jong en Dionisio Pires, 2022). Dit betreft vooral juveniele en kleine vissen die kunnen sterven of beschadigd raken door botsing met de aanzuigkorf of stress (De Jong en Dionisio Pires, 2022). Eitjes en kleine larven worden de installatie ingezogen en worden door het fijnfilter tegengehouden. Het aantal dat wordt aangezogen is echter beperkt omdat eitjes niet vrij rondzweven en omdat de TEO-installatie alleen actief is op het moment dat de meeste eitjes al zijn uitgekomen (Tauw, 2024). Het sterftepercentage voor vislarven is niet bekend (Tauw, 2024).

Advies:

Vanwege het gebrek aan veldonderzoek raden wij aan om de naar verwachting beperkte impact op vispopulaties te verifiëren. Voor de impact van de TEO-installatie op vis zijn vooral het uitfilteren van larven en aanzuiging van juveniele en kleine vissen van belang (De Jong en Dionisio, 2022; Teurlinx, 2023; Tauw, 2024). Daarom adviseren we monitoring (aantallen en diversiteit) van larven en jonge en kleine vissen in de basis monitoringsvariant. In de volledige variant zouden naast aantallen en soortensamenstelling ook het percentage dood/levend en de zichtbare conditie (verwondingen, afwijkende activiteit) moeten worden bepaald.

Tabel 1 Voorgestelde parameters in de basisvariant en volledige variant.

Soortgroep	Basis monitoring	Volledige monitoring
Fytoplankton	X	X
Zoöplankton	X	X
Macrofauna		X
Vis		X

2.2 Meetstrategie voor impact op individueel- en populatieniveau

De TEO-installatie kan direct invloed hebben op het niveau van individuele organismen en op het niveau van populaties in het Merwedekanaal. Dit blijkt ook uit de hypothesen in sectie 2.1. Zo worden bijvoorbeeld vooral zeer lokale effecten verwacht op fytoplankton en zoöplankton individuen die de installatie in worden gezogen (hypothesen 1 en 2). De impact daarvan op de populatiegrootte in het kanaal wordt echter verwaarloosbaar verwacht (hypothese 3). Voor deze verschillende niveaus van impact zijn verschillende meetstrategieën nodig.

Veranderingen in populaties kunnen ook leiden tot veranderingen op het niveau van het voedselweb. In secties 2.3 en 2.4 wordt ingegaan op de monitoringsstrategieën voor individueel- en populatieniveau, omdat de impact op deze twee niveaus als eerst moet worden vastgesteld.

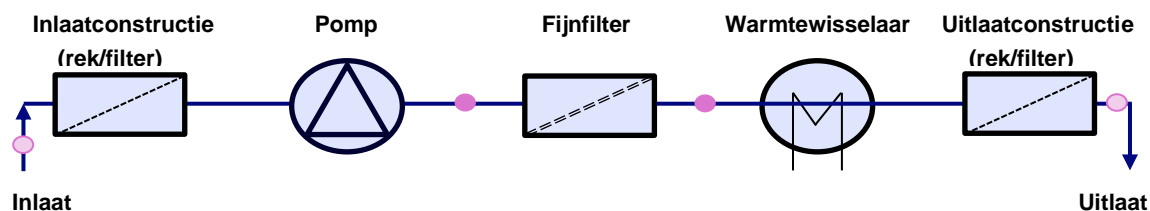
2.3 Meetlocaties

2.3.1 Impact op individuen

Om het filtereffect te kunnen scheiden van andere effecten, zoals temperatuurveranderingen en stroming in het kanaal, adviseren wij om fytoplankton & zoöplankton (basisvariant) en macrofauna & vissenlarven (volledige variant) te monitoren bij de inlaat en de uitlaat van de installatie. Het laatste meetpunt ligt bij voorkeur nog net in de installatie zodat nog geen menging met het ontvangende water heeft plaatsgevonden (Figuur 2, basisvariant).

Indien het wenselijk is om ook te bepalen waardoor in de installatie sterfte plaatsvindt, zou dit op twee verschillende plekken in de installatie bemonsterd moeten worden, bijvoorbeeld voor en na het fijnfilter (Figuur 2, volledige variant). Sterfte van of schade aan organismen kan namelijk veroorzaakt worden door verschillende stressoren tijdens passage door de installatie zoals trekspanning, drukverschillen, schuifkrachten, stroomsnelheid, botsingen of predatie (de Jong en Dionisio Pires, 2022). Daarnaast kan predatie van plankton plaatsvinden door bijvoorbeeld *filter feeders* in de installatie (de Jong en Dionisio Pires, 2022).

Vissen worden alleen gemonitord bij de inlaat omdat geen enkele vis door de hele installatie reist. Door een inventarisatie nabij de inlaatconstructie wordt duidelijk welke soorten en aantallen aan juveniele en kleine vissen worden aangezogen.



Figuur 2 Schematische weergave van de TEO-installatie (gebaseerd op De Jong en Dionisio Pires, 2022) met twee meetpunten voor de basismonitoring (lichte kleur) en vier voor de volledige monitoring (lichte en donkere meetpunten).

2.3.2 Impact op populaties

We stellen voor om onderzoek te doen naar de impact op populaties alleen als uit de studie naar de impact op individuen blijkt dat er veel individuen schade ondervinden. Indien er sprake is van veel schade dan volgt in deze paragraaf het advies voor onderzoek naar populaties.

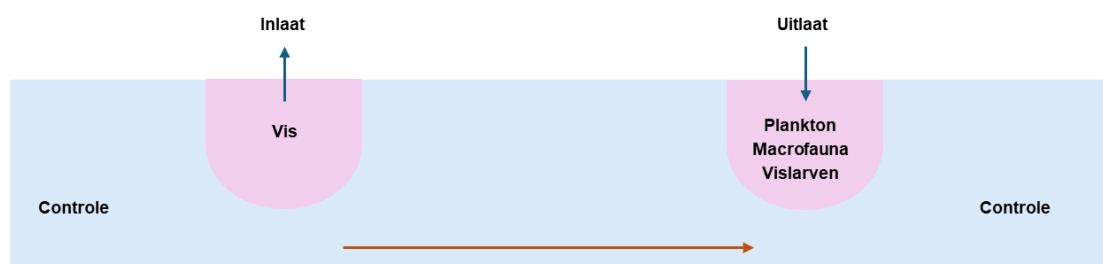
Voor onderzoek naar de impact op populaties adviseren we om te monitoren op diverse locaties in het Merwedekanaal. Om te kunnen bepalen of eventuele veranderingen veroorzaakt kunnen worden door de TEO-installatie zijn meetpunten binnen (effectmeetpunten) en buiten (controlepunten) de verwachte invloedssfeer van de TEO-installatie nodig.

Behalve de invloed van de TEO-installatie moeten condities bij de controlemeetpunten vergelijkbaar zijn met die bij de effectmeetpunten. Harezlak (2022) gaat nader in op het selecteren van controlepunten en de mogelijkheid om gebruik te maken van bestaande meetpunten voor macrofauna (Figuur 3). We adviseren om de controlepunten ook op te nemen in de nul monitoring (zie paragraaf 2.4.2). Harezlak (2022) bespreekt ook geschikte locaties voor vispopulatieonderzoek: “in mei tot en met oktober 2023 1 keer per maand rond de avondschemering vijf raaien (twee langs de oever, één in het midden en twee tussen de oevers en het midden in) over het Merwedekanaal te varen met SONAR”.



Figuur 3 Overzichtskaart van het projectgebied in het Merwedekanaal met drie voorgestelde zones voor het monitoren van effecten van de TEO-installatie op macrofauna. Geel zijn de controle zones, en licht en donkergroen zijn de effectzones, waarbij in de lichtgroene zone de meeste effecten worden verwacht. In alle zones moeten nulmetingen worden uitgevoerd. Gele punten zijn de huidige macrofauna monitoringslocaties. Figuur uit Harezlak (2022).

Voor het selecteren van effectmeetpunten dient eerst de invloedzone van de TEO-installatie ingeschat te worden. Dit kan berekend worden door middel van de methode die ontwikkeld is door Tauw (2024). In deze methode wordt de invloedzone bepaald door de instroomsnelheid te berekenen en deze te relateren aan de stroomsnelheid en breedte van het Merwedekanaal. Hierbij wordt de instroomsnelheid berekend aan de hand van het innamedebiet delen door het stroomvlak (=de oppervlakte van een halve bol: $2\pi r^2$). Tauw hanteert hierbij 3 fasen: tot 1.25 m vanaf het instroompunt (Fase 1), tot overzijde kanaal (35 m, Fase 2) en een stroomafwaartse lengte > 35 m (Fase 3, breedte en diepte kanaal zijn vanaf dan constant). Voor een gedetailleerde beschrijving van de berekening, zie het rapport van Tauw (2024). Voor de impact op plankton is de impact het grootst nabij de uitlaat van de TEO-installatie (Figuur 4). Daar wordt immers water geloosd waar een deel van het plankton uitgefilterd zal zijn en waarin een deel mogelijk beschadigd of dood zal zijn. Hetzelfde geldt voor macrofauna en vislarven. De impact op vissen zal het grootste zijn nabij de inlaat van de installatie omdat een deel van de jonge en kleine vissen kan worden aangezogen tegen de inlaatconstructie en daardoor sterft of beschadigd raakt, al is de kans daarop wel minimaal omdat het groffilter veel dieper zit in de inlaatconstructie en de instroomsnelheid lager is.



Figuur 4 De effectmeetpunten voor juveniele en kleine vissen liggen nabij de inlaat van de installatie (in de linker roze impactzone); effectmeetpunten voor plankton, macrofauna en vislarven liggen in de buurt van de uitlaat van de TEO-installatie (in de rechter roze impactzone). Controlemeetpunten liggen buiten de verwachte invloedssfeer van de TEO-installatie (in de blauwe zone, boven- en benedenstrooms). Bruine pijl geeft de stromingsrichting van het water in het kanaal aan.

Controlemeetpunten liggen buiten de verwachte invloedzone van de TEO-installatie. Daarbij is het punt bovenstrooms het echte referentiepunt. De benedenstroomse locatie is meer voor een vergelijking met de situatie bovenstrooms en deze kan eventueel weggelaten worden. Bij weinig stroming is het raadzaam om in drie richtingen buiten de invloedzone meetpunten te kiezen.

2.4 Monitoringsperiode

2.4.1 Impact op individuen

Voor onderzoek naar het effect op individuen wordt gemonitord tijdens activiteit van de TEO-installatie. Dit onderzoek kan tijdens één draaiseizoen van de TEO-installatie plaatsvinden omdat het effect van passage door de installatie geen variatie tussen jaren kent, mits er niets verandert aan de TEO-installatie en het gebruik ervan. Tijdens het seizoen is er wel variatie in de populaties organismen, niet alleen in aantallen maar ook in stadia waarin de individuen verkeren, waardoor het relevant is om op een aantal momenten tijdens het draaiseizoen te monitoren. Daarnaast kan er tijdens het draaiseizoen variatie zijn in de activiteit van de TEO-installatie. Wij adviseren om in ieder geval te monitoren wanneer de installatie op maximaal vermogen draait (zoals gepland is dat in 2030 of later). Bij voorkeur wordt er ook gemonitord op momenten dat de installatie niet op vol vermogen draait of wanneer er andere verschillen optreden zoals andere filters of reinigingsprocedures.

2.4.2 Impact op populaties

Om te kunnen bepalen of eventuele veranderingen in populaties waarschijnlijk veroorzaakt worden door de TEO-installatie is het belangrijk om te monitoren voor ingebruikname van de installatie (nulmeting) en tijdens activiteit van de installatie (effectmeting). Voor dit populatieonderzoek dient per locatie de soorts- en/of geslachtsdiversiteit bepaald te worden alsmede de abundantie per soort/geslacht voor de vier eerder genoemde groepen. Wij adviseren om zowel de nulmeting als de effectmeting gedurende minimaal drie jaar uit te voeren. Hierdoor wordt rekening gehouden met variatie tussen jaren. Daarnaast wordt voor de KRW de ecologische kwaliteit deels bepaald op basis van data van drie jaren. In de KRW is zoöplankton echter niet opgenomen waardoor analyse van de effecten ervan niet conform een KRW systematiek kunnen. Wij adviseren daarom om de Shannon-Wiener Index op de meetresultaten toe te passen. Wij adviseren om dit ook te doen voor het fytoplankton, vis en macrofauna zodat alle groepen op dezelfde manier geanalyseerd zijn waardoor inzichtelijk gemaakt kan worden welke groepen het kwetsbaarst zijn.

Een nulmeting gedurende drie jaren is echter niet mogelijk aangezien HDSR en RWS hebben aangegeven dat de monitoring in 2025 start en de TEO-installatie in 2027 in gebruik wordt genomen. Daarom wordt als best mogelijke periode 2025-2026 voorgesteld (Tabel 2). Voor de effectmeting is de moeilijkheid dat de installatie niet direct op volledige capaciteit zal draaien. Om toch al in 2029 een voorlopig beeld te krijgen van de filtereffecten van de TEO-installatie stellen wij een basis effectmeting voor in de periode 2027-2029 en een volledige effectmeting (dus inclusief dood:levend bepaling) gedurende drie jaren waarin de installatie op (bijna) volledige capaciteit draait. Indien men in 2025 begint met monitoring aan individuen in de TEO installatie dan is het goed om voorlopige resultaten alvast mee te nemen in de besluitvorming voor het populatie onderzoek anders kan deze laatste in 2025 niet starten (mocht dat nodig zijn). Eventueel kan het onderzoek van Waternet voor aanvullende informatie zorgen en besluitvorming over wel of niet populatie onderzoek in het Merwedekanaal ondersteunen. Indien monitoring aan individuen in de TEO installatie in 2025 niet of te laat opstart en de resultaten van Waternet niet beschikbaar zijn, dan is het advies om in 2025 een minimale nul monitoring op te starten op de twee locaties van de toekomstige TEO installatie. Daar kan dan in ieder geval onderzoek naar plankton, zwemmend macrofauna en vislarven plaatsvinden. Voor volwassen vis raden wij aan dat nog niet te doen omdat voor volwassen vis eventuele effecten enkel bij de inlaat verwacht worden.

Tabel 2 Voorstel voor de jaren waarin de nulmeting (voor ingebruikname van de TEO-installatie) en de effectmeting plaatsvinden (tijdens activiteit van de TEO-installatie) voor onderzoek naar het effect op populaties.

Jaar:	2025	2026	2027	2028	2029	2030 of later ²	2031 of later ²	2032 of later ²
TEO-activiteit	0%	0%	>0-50% ¹	>0-50% ¹	50%	100%	100%	100%
Nulmeting	x	x						
Effectmeting (basis)			x	x	x			
Effectmeting (volledig)						x	x	x

¹ De installatie wordt naar verwachting in gebruik genomen in 2027 en draait in 2029 op 50%. In de jaren erna bereikt de installatie 100% van de capaciteit.

² De volledige effectmeting vindt plaats gedurende drie jaren vanaf het bereiken van de maximale capaciteit van de installatie.

Het is belangrijk om in ieder jaar tijdens dezelfde periode te monitoren en bij voorkeur ook op hetzelfde moment van de dag. Eerder uitgevoerde monitoring van macrofauna voor de KRW is bijvoorbeeld niet bruikbaar voor trendanalyse omdat de meetperiodes in verschillende jaren niet overeenkomen terwijl macrofauna zeer gevoelig is voor het moment van monitoren (Harezlak, 2022). Wij stellen voor om de monitoringsfrequentie te laten aansluiten op de frequentie van het onderzoek naar de impact van koudelozing. Harezlak (2022) adviseert daarvoor:

- Fytoplankton: 6x in het zomerhalfjaar;
- Zoöplankton en vislarven: 6x in het zomerhalfjaar;
- Macrofauna: 4x per zomerhalfjaar monitoren volgens een gestandaardiseerde methode, zoals de door STOWA opgestelde methode (Bijkerk et al. 2014), namelijk het Ebeo systeem voor kanalen (bemonsteren met standaard macrofauna-net, in voor-of najaar, determineren tot familie of genusniveau). Alle habitats binnen de invloedzone (zie boven).

De voorgestelde frequenties zijn ambitieuzer dan de frequenties die in het Handboek Hydrobiologie voor fytoplankton en macrofauna worden genoemd (delen II en III uit STOWA 2010). Aangezien het hier gaat om een ingreep in een watersysteem, waarvan de effecten nog nooit zijn onderzocht, adviseren wij om de door Harezlak (2022) geadviseerde frequenties aan te houden.

Voor vis adviseren wij om geen populatie onderzoek te doen aangezien het niet de verwachting is dat volwassen vis ingezogen zal worden. Vislarven kunnen mogelijk wel ingezogen worden, maar deze kunnen meegenomen worden tijdens het eerder beschreven planktononderzoek.

3 Analyse en interpretatie van de meetresultaten

De meetresultaten van de monitoring kunnen op verschillende manieren geanalyseerd worden. Wij adviseren om via drie lijnen naar de resultaten te kijken:

- 1 Veranderingen in biodiversiteit van elke groep (Shannon-Wiener Index)
- 2 Ruimtelijke en temporele trends per parameter
- 3 De hypotheses uit sectie 2.1

3.1 Biodiversiteit

Zoals eerder aangegeven stellen wij voor om de metingen te analyseren door middel van het bepalen van veranderingen in biodiversiteit per groep (fytoplankton, zoöplankton, vis en macrofauna). Deze index (H) heeft de volgende formule (Begon et al. 1990):

$$H = \sum_{i=1}^S (p_i \ln p_i).$$

Hierin is S het aantal soorten (hier kan ook het aantal geslachten voor gebruikt worden), i soort (of geslacht) i , p is het aandeel van elk soort (of geslacht) in elke meting. Shannon-Wiener houdt dus zowel met het aantal soorten (of geslachten) als met de abundantie van elke soort (geslacht) rekening.

3.2 Trends

Het is belangrijk om te kijken of er in ruimte of tijd trends waar te nemen zijn en hoe groot veranderingen zijn. Dit geeft namelijk aanwijzingen voor mogelijke veranderingen op andere locaties bij andere TEO-installaties. Bovendien vindt de effectmonitoring in het Merwedekanaal in eerste instantie plaats terwijl de TEO-installatie nog maar op gedeeltelijke capaciteit draait. Mogelijk laat de monitoring in de eerste jaren zien dat er weliswaar nog geen sprake is van achteruitgang maar dat de trend wel die kant op gaat en interpolatie kan dan laten zien dat bij vol vermogen van de installatie waarschijnlijk wel een achteruitgang (van de diversiteit of abundanties op zich) wordt bereikt.

3.3 Hypotheses

Ten slotte zijn er op basis van de beperkte kennis over het filtereffect hypotheses opgesteld (zie sectie 2.1) voor de impact op plankton, macrofauna en vis. Door aan de hand van de monitoringsresultaten deze hypotheses te toetsen wordt een belangrijke stap gezet in de kennisontwikkeling over de impact van TEO. De hypotheses zijn namelijk niet gebaseerd op metingen bij TEO-installaties maar op modelberekeningen en/of vertaling van empirisch onderzoek bij andersoortige installaties. Het filter effect op individu niveau is wat duidelijk maakt wat de effecten van het filter zelf kunnen zijn. De monitoring op populatieniveau in het oppervlaktewater bevat zowel effecten van de filters als van de koudelozing. Om onderscheid te kunnen maken tussen beide vormen van impact op populatieniveau (en eventueel doorvertaling naar het voedselweb) zal het nodig zijn om een modelstudie op te zetten. Het blijft nuttig om informatie op populatieniveau in het veld te verzamelen om daar het model mee te valideren, maar ook omdat zoöplankton monitoring in Nederland weinig wordt uitgevoerd en als die monitoring hier niet uitgevoerd wordt dan blijven we met de vraag zitten wat het effect op populatieniveau is.

4 Bijdrage aan kennisontwikkeling

Er zijn op enkele lopende onderzoeken (Sloterplas en Plas van Buijsen, zie tekst na Tabel 2) na, voor zover bekend, geen veldonderzoeken gedaan waarin de impact van het filtereffect van TEO-installaties op ecologische waterkwaliteit is bepaald. Er zijn wel onderzoeken uitgevoerd naar de impact van andere installaties die water innemen en weer uitlaten maar door een gebrek aan informatie over de installaties is het niet mogelijk om de resultaten daarvan met redelijke zekerheid te vertalen naar TEO-installaties (de Jong en Dionisio Pires, 2022). Om de resultaten van de monitoring in het Merwedekanaal te kunnen vergelijken met die van andere onderzoeken en te gebruiken voor vertaling naar meer generieke kennis over het filtereffect van TEO op ecologische waterkwaliteit, is het belangrijk om kenmerken van de TEO-installatie en het Merwedekanaal vast te leggen. Op basis van de literatuurstudie door De Jong en Dionisio (2022) is een overzicht gemaakt van belangrijke eigenschappen van een TEO-installatie (Tabel 2). Wij adviseren om deze gegevens op te vragen bij de beheerder van de TEO-installatie.

Tabel 2 Relevante informatie over de TEO-installatie (aangepaste versie van een tabel in het concept projectplan voor het KEEN-project in de Plas van Buijsen, op basis van de Jong en Dionisio Pires, 2022).

Onderwerp	Relevantie
Schematische tekening TEO-installatie: aanzuigfilter-pomp-fijn filter-warmtewisselaar-uitlaat en leidingenwerk	Indien bemonstering in de installatie plaatsvindt is inzicht nodig in de locatie t.o.v. diverse onderdelen.
Diepte inlaatpijp (waterdiepte) [m]	Fytoplankton leeft vooral in bovenste waterlaag.
Locatie inlaatpijp [x,y-coördinaten]	Zoöplankton: vooral nabij de oever en/of op vegetatie
Stroomsnelheid [m/s] bij aanzuigkorf, fijn filter en in warmtewisselaar	Vissen kunnen bij <0.15 m/s tot < 0.5 m/s de aanzuigkorf ontwijken. De stroomsnelheid geeft aan wanneer de installatie in bedrijf is.
Debiet [m ³ /s] bij inlaat, uitlaat en warmtewisselaar	Voor vergelijking van resultaten uit andere installaties; Warmtewisselaars: positieve relatie lengte traject, druk en versnelling en schade verwacht.
Druk(verschillen) in de installatie	
Lengte [m] afstand inlaat-uitlaat (doorstroomroute in installatie)	
Maaswijdte aanzuigkorf	Doorlaten/uitfilteren organismen op basis van hun omvang
Maaswijdte fijn filter	Doorlaten/uitfilteren organismen op basis van hun omvang
Minimale en maximale temperatuur [°C] in de installatie	Bij zoöplankton is sterfte vaak het gevolg van hoge temperaturen in de installatie (>30°C)
Vindt chlorering plaats?	Bij zoöplankton is sterfte vaak het gevolg van chlorering
Type fijn filter en reinigingsprocedures [hydraulisch druk- of discfilter / mechanisch suction of Bernoullifilte; frequentie en locatie van residulozing]	Hydraulische reiniging veroorzaakt naar verwachting minder schade aan organismen dan mechanische reiniging. Continue spoelen van het filter beperkt schade aan organismen. Onderwater lozen i.p.v. aan het oppervlak voorkomt dat vis een makkelijke prooi zijn voor vogels. Residu relatief ver van de inlaat afvoeren voorkomt dat organismen herhaaldelijk de installatie in worden gezogen.

Op dit moment lopen er, voor zover bij ons bekend, op twee locaties onderzoeken naar de effecten van filters op biota in binnenwateren: Sloterplas (project Waternet) en Plas van Buijsen (project Deltares). Het project in de Sloterplas is in september 2023 gestart en loopt het langst (3 jaar) van deze twee pilots. Daarin wordt gekeken naar de hoeveelheid plankton (fyto- en zoöplankton) die op de filters achterblijft en welk percentage daarvan dood of levend is. Het onderzoek geeft inzicht in de hoeveelheid plankton die wordt uitgefilterd en welk deel sterft door filterpassage. Hiermee richt het project zich op het effect van de filters op individuen plankton en niet op de populatie in het ecosysteem. Het is bij ons niet bekend of, en welke, kenmerken van de TEO-installatie worden gerapporteerd. Het onderzoek in de Plas van Buijsen zal in het najaar van 2025 opgestart worden en ongeveer twee jaar lopen. Het doel om te kijken naar het effect van filters op plankton (en de effecten van koudelozing). Getracht zal worden om bij de filters ook het dood/levend percentage te bepalen, conform het protocol dat is ontwikkeld in het project bij de Sloterplas. In de Plas van Buijsen wordt het effect van TEO op de populatie in het ecosysteem verkend en daarvoor zal er ook in de plas zelf gemonitord worden. Kenmerken van de TEO-installatie zullen door Deltares opgevraagd worden bij de beheerder van de installatie. In 2025 zal Waternet een nieuw project opstarten in de Amsterdamse Waterleidingduinen naar de effecten van TEO op aquatische biota. Daarin zal ook aandacht zijn voor de filters, maar de focus zal liggen op alternatieven voor schoonmaak ervan (chemie-vrije oplossingen).

De monitoringsduur van de projecten bij de Sloterplas en de Plas van Buijsen is (om praktische/budgettaire redenen) korter dan het hier geboden advies van vijf tot acht jaar en het aantal organismen dat wordt onderzocht is beperkter. Zoals in sectie 2.4 is toegelicht is een langere monitoringsperiode noodzakelijk om meer zekerheid te krijgen over de impact op populaties in het ecosysteem en om een goede analyse te kunnen maken van de eventuele impact op de KRW-score en trends in de tijd (zie hoofdstuk 3). De onderzoeken in de Sloterplas en Plas van Buijsen zijn beiden gericht op plankton. In dit advies wordt aangeraden om naast fyto- en zoöplankton ook macrofauna en vis mee te nemen in de monitoring omdat de hypothesen voor het filtereffect op deze organismen nog niet eerder getoetst zijn met veldonderzoek (zie secties 2.1.2 en 2.1.3).

5 Samenvatting van de voorgestelde strategie

Dit adviesrapport bevat aanbevelingen voor het monitoringsplan van HDSR en RWS dat als doel heeft de kennis te ontwikkelen over het filtereffect van TEO-installaties op ecologische waterkwaliteit. Op verzoek van de opdrachtgever zijn er twee monitoringsvarianten onderscheiden zodat op basis van het beschikbare budget prioriteiten gesteld kunnen worden bij het maken van het monitoringsplan. De voorgestelde basisvariant voor de monitoringsstrategie biedt inzicht in de impact van het filtereffect op **fytoplankton, zoöplankton, macrofauna en vislarven**. De volledige variant biedt daarnaast inzicht in de impact op **volwassen vis**. De voorgestelde monitoring maakt onderscheid tussen de impact op individuen en de impact op populaties van de genoemde soortgroepen.

Voor de **impact op individuen** wordt in de basisvariant bemonsterd bij de **inlaat en de uitlaat** van de installatie. Dit geeft inzicht in **het effect van passage** van water en daarin voorkomende organismen **door de installatie**. In de volledige variant worden ook monsters genomen op **diverse plekken in de installatie** waardoor kan worden bepaald **welke onderdelen van de installatie het meeste effect hebben** op de organismen. Bovendien kijkt het naar de **dood:levend ratio van elke groep**. Dit onderzoek kan tijdens één draaiseizoen van de TEO-installatie plaatsvinden mits er niets verandert aan de TEO-installatie en het gebruik ervan. Anders dient de monitoring herhaald te worden tijdens nieuwe gebruikscondities; dit levert tevens inzicht in het effect van verschillende gebruikscondities.

Voor de **impact op populaties** wordt gemonitord binnen de verwachte invloedzone van de TEO-installatie (**effectmeetpunten**) en op **controlepunten** waar geen invloed van de installatie wordt verwacht. Voor het aantal locaties is een voorstel gedaan door Harezlak (2022, zie ook Figuur 3). Effectmeetpunten voor fyto- en zoöplankton, macrofauna en vislarven liggen nabij de uitlaat van de TEO-installatie. Effectmeetpunten voor volwassen vissen liggen nabij de inlaat van de installatie. De voorgestelde monitoringsperiode voor de **nulmeting is 2025-2026** (basis- en volledige variant). Idealiter beslaat de nulmeting drie jaren; indien de ingebruikname vertraging oploopt kan hier mogelijk een jaar aan worden toegevoegd. De **effectmonitoring** wordt in de basisvariant uitgevoerd in de eerste drie jaren dat de TEO-installatie in gebruik is: **2027-2029**. Dit geeft inzicht in de impact van het filtereffect wanneer de installatie op maximaal 50% vermogen draait. Op basis hiervan kan al enigszins ingeschat worden hoe groot het effect zou kunnen zijn wanneer de TEO-installatie op 100% van de capaciteit draait. Dit kan geïmplementeerd worden met nog drie jaren monitoring (volledige variant) vanaf het moment dat de installatie op volle kracht draait, naar verwachting vanaf **2030 of later**.

Indien uit het onderzoek op individu- en populatieniveau blijkt dat er veel negatieve effecten zijn, dan adviseren wij om te **analyseren** wat eventuele veranderingen in de onderzochte soortgroepen betekenen op **populatieniveau** in het Merwedekanaal en uiteindelijk de **biodiversiteit**.

Voor een **effectieve bijdrage aan de kennisontwikkeling** over het filtereffect op ecologische waterkwaliteit is het belangrijk om de methode en resultaten van het monitoringsprogramma goed vast te leggen en te publiceren. Daarbij is het ook noodzakelijk om **kenmerken van de TEO-installatie en het Merwedekanaal** vast te leggen. Hierdoor wordt het mogelijk om resultaten te vergelijken met metingen op andere locaties en conclusies te vertalen naar generieke kennis die ook van toepassing is in een andere context (andere locaties en andere installaties). Indien er in de monitoringsperiode vereffeningsmaatregelen zijn getroffen, dan moet de informatie hierover (moment van aanleg, type en omvang maatregel, locatie etc.) meegenomen worden in de analyse van de monitoringsresultaten. Dit betreft dan de analyse op populatieniveau. De monitoring kan eventueel uitgebreid worden afhankelijk van het type vereffeningsmaatregel. Eventueel kan er een modelstudie uitgevoerd worden om te zien wat het resultaat zou zijn, indien er geen vereffeningsmaatregelen getroffen zouden worden.

Referenties

- Begon, M. (199) Ecology: individuals, populations, and communities. Michael Begon, John L. Harper, Colin R. Townsend – 2nd ed. Blackwell Publishing.
- Bijkerk, R. (red) (2014) Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. Deels aangepaste versie. Rapport 2014 - 02, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Amersfoort
- De Jong, A. & M. Dionisio Pires (2022) Effecten van filters en warmtewisselaars op het aquatische ecosysteem: Een literatuurstudie. STOWA 2022-38.
- Harezlak, V., (2022). Monitoringsplan Merwedekanaal; Effecten van koudelozingen op waterkwaliteit en biologische elementen. Deltares-rapport 11208357-000-ZWS-0011.
- Li, H., Zhao, W., Tang, X., Li, Q., Guo, W., Gong, D. (2018) Entrainment effects of a small-scale diversion-type hydropower station on phytoplankton. Ecological Engineering, 116: 45-51, <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.02.030>.
- STOWA (2010) Handboek hydrobiology. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren, delen II en III. STOWA 2010-28.
- Tauw (2024). Ecologische impact TEO Merwedekanaalzone; Second opinion en advies. 25 januari 2024. Kenmerk: R001-1293497SBO-V02-sss-NL.
- Teurlinx (2023). Modelling van de impact van thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) op ecologie – Verkenning van de effecten van een TEO-installatie in een virtuele case van een ondiep meer. STOWA 2023 – 29.
- Witteveen+Bos (2023a). Ecologische advisering TEO Merwedekanaal; effecten op de waterkwaliteit. Referentie: 137614/23-014.201, 4 september 2023.
- Witteveen+Bos (2023b). Handreiking voor beoordeling van ecologische effecten van TEO-systemen. 136187/23-016.409, 17 oktober 2023.

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl