

Gebruik Ecologische Sleutelfactoren - een eerste toepassing door Rijkswaterstaat

Susan Sollie, Mirjam Hulbos-Bloemerts en Susanne Boon (Tauw), Ria Kamps (Rijkswaterstaat)

Rijkswaterstaat Midden-Nederland heeft een watersysteemanalyse uitgevoerd voor Randmeren-Oost. Het was de eerste keer dat Rijkswaterstaat hiervoor gebruik maakte van de Ecologische Sleutelfactoren (ESF's). De systeemanalyse was vooral gericht op het creëren van systeembegrip. Uit de analyse blijkt dat het denkkader van de ESF-systematiek goed toepasbaar is op grotere rijkswateren. Er is meer inzicht in het functioneren van het systeem. Knelpunt in de watersysteemanalyse is het huidige meetnet. Voor sommige parameters is er te weinig informatie om het heterogene gebied goed in de vingers krijgen. Aanpassing van het meetnet wordt geadviseerd.

Rijkswaterstaat stelt voor elk waterlichaam in haar beheergebied een watersysteemrapportage op. Deze watersysteemrapportage verzamelt de meest recente (meet)gegevens van de drie basisfuncties veiligheid, voldoende water en schoon en ecologisch gezond water, aangevuld met de relevante gebruiksfuncties uit het Beheer- en ontwikkelplan rijkswateren. Een watersysteemrapportage geeft vooral inzicht in de ontwikkeling van een watersysteem en maar beperkt in het functioneren. Belangrijke input voor de basisfunctie 'schoon en ecologisch gezond water' is daarom de informatie uit een watersysteemanalyse.

Voor Rijkswaterstaat was het de eerste keer dat gebruik werd gemaakt van de Ecologische Sleutelfactoren (ESF's) bij de watersysteemanalyse. Het doel van de analyse was dan ook tweeledig:

- inzicht in de werking van het aquatisch ecosysteem van de Randmeren-Oost, met de Kaderrichtlijn Water (KRW) als uitgangspunt.
- inzicht in de bruikbaarheid van de ESF's in grote (rijks)watersystemen.

In het najaar van 2019 hebben Tauw en HKV de watersysteemrapportage voor het waterlichaam Randmeren-Oost opgesteld in opdracht van Rijkswaterstaat [1]. Tauw heeft parallel hieraan de watersysteemanalyse uitgevoerd [2]. Dit artikel geeft de belangrijkste ervaringen weer van de watersysteemanalyse Randmeren-Oost.

Randmeren-Oost is een helder systeem

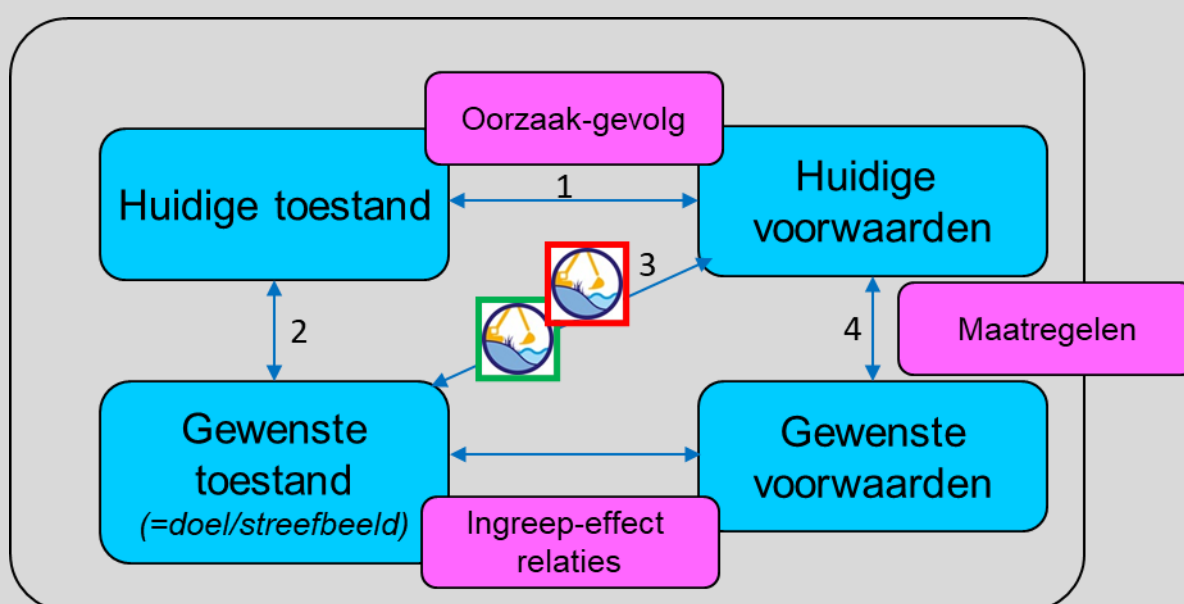
De Randmeren-Oost vormen de grens tussen Flevoland en de Veluwe en bestaan uit de vier meren Nuldernauw, Wolderwijd, Veluwemeer en Drontermeer. De meren zijn ontstaan bij de inpoldering van Oostelijk en Zuidelijk Flevoland (1955-1968). Bij elkaar zijn de meren 40 kilometer lang, tussen 0,5 en 4 kilometer breed en hebben een totale oppervlakte van 65 km².

In de huidige toestand vormen de Randmeren-Oost een helder watersysteem met een hoge bedekking aan waterplanten. Het voorkomen van grote velden kranswieren is een teken dat de waterkwaliteit goed is. De biologische kwaliteitselementen fytoplankton, macrofyten en macrofauna voldoen aan de gestelde doelen. Vis scoort echter matig. De populatie Brasem is relatief groot en het aandeel van plantminnende en zuurstoftolerante vissen in de totale visbiomassa is laag. Ook al voldoen de meeste biologische kwaliteitselementen, er zijn voor enkele specifieke aspecten wel verbeterpunten: er

komen weinig kenmerkende soorten macrofauna voor, emerse vegetatie en drijfbladplanten ontbreken en de kruidlaag in de oeverzone is beperkt aanwezig en onvoldoende ontwikkeld. Vanwege de relatief goede ecologische toestand is de systeemanalyse niet zozeer gericht op het onderzoeken van knelpunten in het ecologisch functioneren, maar meer op het verkrijgen van systeembegrip en mogelijkheden om het systeem robuuster te maken en eventuele toekomstige knelpunten voor te zijn. Bij de watersysteemanalyse zijn de ESF's als hulpmiddel gebruikt.

Ecologische Sleutelfactoren

De Ecologische Sleutelfactoren (ESF's) zijn ontwikkeld voor regionale wateren en rijkswateren, voor zowel stilstaande (M-typen) als stromende wateren (R-typen) [6]. Ze brengen de voorwaarden onder de aandacht die bepalend zijn voor de ecologische toestand van oppervlaktewateren. Het gebruik ervan moet leiden tot systeembegrip bij de waterbeheerder.



Afbeelding 1. Denkkader watersysteemanalyse

Het gebruikte denkkader is gevisualiseerd in afbeelding 1, waarbij de basis ligt in het uiteen halen van 'toestand' en 'voorwaarden' en van de huidige en gewenste toestand. De toestand is de resultante van de voorwaarden die op dát moment aanwezig zijn. En omgekeerd zijn voorwaarden de fysisch, chemische en biologische omstandigheden die tezamen een bepaalde toestand veroorzaken. Parameters kunnen zowel een toestand als een voorwaarde zijn. Bijvoorbeeld, een soortenrijke plantengemeenschap (als toestand) is het gevolg van een goed doorzicht (voorwaarde) en deze soortenrijke plantengemeenschap (als voorwaarde) vormt een goede habitat voor limnofiele (een voorkeur hebbend voor stilstaand water met waterplanten) vis (toestand).

De huidige toestand en voorwaarden (1) gaan hand in hand. Het bestuderen van de huidige toestand en voorwaarden in relatie tot elkaar leidt tot systeembegrip: waarom is het ecosysteem zoals het is? Bekende ingreep-effectrelaties helpen bij het verkrijgen van systeembegrip. Bij het bestuderen van de huidige toestand en voorwaarden vindt nog geen oordeel plaats. Omdat de huidige toestand en voorwaarden bij elkaar horen, wordt niet gepraat over knelpunten.

De huidige toestand kan wel of niet gelijk zijn aan de gewenste toestand (2). In het laatste geval dient de gewenste toestand als doel of streefbeeld. Om de gewenste toestand (het doel) te behalen vindt een beoordeling plaats van de huidige voorwaarden in relatie tot de gewenste toestand (3). Welke voorwaarden zorgen dat de gewenste toestand op dit moment niet voorkomt? Bij de beoordeling wordt gebruik gemaakt van de ESF-systematiek. De huidige voorwaarden worden naast grenswaarden/vuistregels gelegd om uit te zoeken of er een knelpunt is (rood) of niet (groen). Misschien zijn er ook onduidelijke (grijs) of minder belangrijke knelpunten (oranje). Belangrijk is dat de gebruikte grenswaarden, vuistregels etc. passen bij het type waterlichaam. Ten slotte kunnen voor de geïdentificeerde (rode) knelpunten maatregelen bedacht worden om de huidige voorwaarden te veranderen in gewenste voorwaarden (4). Deze gewenste voorwaarden passen bij de gewenste toestand, waarmee de verwachting is dat met de genomen maatregelen de gewenste toestand zal ontstaan. Wanneer de maatregelen niet (allemaal) uitgevoerd kunnen worden en de gewenste voorwaarden niet bereikbaar zijn, zal een haalbare gewenste toestand geformuleerd moeten worden.

Dit denkkader is de theorie. In de praktijk blijkt dat analyses met ESF's toch knelpunten lijken aan te geven die in de praktijk niet te zien zijn en andersom. Juist die discrepanties zijn onderwerp van discussie en leiden tot meer systeembegrip.

Toepassing op Randmeren-Oost

De watersysteemanalyse is systematisch aangepakt door eerst te onderzoeken of ondergedoken waterplanten voor (kunnen) komen en hoe de bepalende voorwaarden daarbij een rol spelen (de sleutelfactoren productiviteit water, doorzicht en productiviteit bodem). Vervolgens is gekeken naar de volgende drie sleutelfactoren die de voorwaarden voor specifieke soortgroepen omvatten. Dat zijn habitatgeschiktheid, verspreiding en verwijdering. Daarna naar specifieke omstandigheden van organische belasting en toxiciteit en ten slotte naar de sleutelfactor Context: de afweging tussen functies binnen het watersysteem. In dit artikel zijn de beknopte resultaten (samengenomen voor het gehele watersysteem) beschreven in tabel 1a-d. De uitgebreide onderbouwing, met waar nodig analyse van deelgebieden binnen Randmeren-Oost, is opgenomen in het Tauw-rapport [2].

Voorwaarden voor groei van onderwaterplanten




De eerste drie sleutelfactoren beantwoorden de vraag of ondergedoken waterplanten voor kunnen komen in het systeem. Daarvoor is inzicht nodig in de **productiviteit van het systeem** (ESF1), het lichtklimaat (ESF2) en de productiviteit van de bodem (ESF3). In dit project is, vanwege de grote inspanning in combinatie met een gebrek aan voldoende data, niet het uitgebreide model PCLake gebruikt, maar het alternatieve metamodel [3]. Het model geeft aan dat de actuele belasting boven de kritische belasting ligt; Randmeren-Oost zou een troebel systeem zijn. In werkelijkheid is het systeem al jaren helder met een hoge waterplantenbedekking. Deze discrepantie is interessant en kan een aanwijzing zijn dat het systeem dicht bij een omslagpunt naar troebel water ligt (het verschil tussen de twee kritische belastingen valt binnen de onzekerheidsmarge). Dit leidt tot het advies om veranderingen/werkzaamheden in het watersysteem te toetsen op het effect op belasting van het systeem. Stappen die gezet kunnen worden om beter inzicht te krijgen in de relatie tussen belasting en kritische belasting zijn het verbeteren van de water- en stoffenbalans (na metingen), onderzoek

naar de rol van mosselen, van vis, van moeraszones en visserijdruk. Wanneer deze gegevens er zijn is het zinvol om een aanvullende ruimtelijke analyse met PCLake uit te voeren.

Voor bepaling van het **lichtklimaat** waren voldoende gegevens beschikbaar om de quick-scan van de ratio doorzicht/diepte én de berekening met de rekenmodule Onderwaterlicht uit te voeren. Deze tools zijn goed toepasbaar op grote wateren, mits er voldoende meetpunten zijn om ruimtelijke verschillen in kaart te kunnen brengen. De uitkomst laat een vergelijkbaar beeld zien met de huidige toestand. Het doorzicht is voldoende voor de groei van onderwaterplanten.

De **productiviteit van de bodem** en nalevering uit de bodem kunnen in een groot systeem ruimtelijk sterk verschillen. Denk aan loef- en lijzijdes van een groot watersysteem waarbij zich plaatselijk slib kan ophopen, maar ook de variatie in bodemtypen. Voor Randmeren-Oost was slechts één meting van de bodemkwaliteit uit 2008 beschikbaar (laag fosfaatgehalte). Dit zegt dus niet veel over de huidige situatie en over het gehele watersysteem. De lage chlorofylgehalten en de aanwezigheid van kranswieren geven aan dat de waterbodem waarschijnlijk niet voedselrijk is. Voor Randmeren-Oost is dan ook geen nadere analyse uitgevoerd. In troebele systemen (met woekerende waterplanten) zouden meer gegevens (metingen van fosfaat, ijzer en sulfide in de waterbodem en het poriewater) nodig zijn om grip te krijgen op de rol van de waterbodem.

Tabel 1a. Resultaat ESF1-3: kunnen ondergedoken waterplanten voorkomen?

ESF	Conclusie
	Productiviteit water: De huidige fosfaatbelasting ligt boven de kritische belasting. Dit betekent dat er in theorie een troebel watersysteem met algen verwacht wordt. De huidige toestand is echter een helder systeem. Deze discrepantie geeft aan dat het systeem mogelijk dicht bij een omslagpunt zit.
	Lichtklimaat: Gekeken is naar de ratio doorzicht/diepte en de extinctie. In beide gevallen is de conclusie dat het lichtklimaat voldoende is voor een goede ontwikkeling van ondergedoken waterplanten. Dit is in lijn met de huidige toestand.
	Productiviteit bodem: Eén waterbodemmonster (laag fosfaatgehalte), de lage chlorofyl-gehalten en de aanwezigheid van kranswieren, geven een indicatie dat de productiviteit van de waterbodem geen knelpunt is.

Voorwaarden voor gewenste soorten/soortgroepen

Sleutelfactoren habitatgeschiktheid (ESF4), verspreiding (ESF5) en verwijdering (ESF6) zijn aanvullende voorwaarden voor het voorkomen van specifieke soorten en soortgroepen als oevervegetatie, vissen en macrofauna.




Voor de grove analyse van de sleutelfactor **habitatgeschiktheid** is gebruik gemaakt van het analyse-instrument van habitatstructuur. Randmeren Oost is echter een groot watersysteem met zeer veel ruimtelijke variatie in habitattypen en -kwaliteit. Door gebrek aan (vlakdekkende) gegevens van talud, oevervorm (NVO, beschoeiing hout/stenen), bedekking van functionele vegetatiegroepen, slibdichtheid, voedselrijkdom van de bodem, golfslag, vraatdruk en kansen voor overstromingsgrasland, was het in de analyse niet mogelijk de habitatgeschiktheid over de gehele randmeren in kaart te brengen met het analyse-instrument. Een grove beschouwing van het systeem laat zien dat het oeverhabitat niet goed ontwikkelt is en dat overstromingsgrasland ontbreekt. Dit zijn knelpunten voor oevervegetatie, emerse vegetatie, plantminnende vis en macrofauna. Daarom is het

wenselijk om voor Randmeren-Oost een nadere habitatanalyse uit te voeren. Resultaten uit het project 'Zicht op structuur' [4] bieden hiervoor handvaten en adviezen.

Voor de uitwerking van de **verspreidings**kansen voor organismen van en naar de Randmeren-Oost is alleen de quickscan uitgevoerd en niet gebruik gemaakt van het instrumentarium voor de globale analyse. Het gebruik van het instrumentarium voor het volledige gebied en alle soortengroepen is voor grote watersystemen zoals Randmeren-Oost erg intensief. Het meest effectief is om vanuit de quickscan voor de belangrijkste soortgroepen de grootste knelpunten en meest kansrijke deelgebieden te selecteren. Gebiedskennis van mogelijke bronpopulaties is daarbij van essentieel belang. De analyse met *expert judgement* heeft opgeleverd dat verspreiding geen primair knelpunt is, maar dat er wel verbetering mogelijk is.

Voor de ecologische sleutelfactor **verwijdering** zijn een quickscan en het verwijderingsinstrument beschikbaar. De quickscan is uitgevoerd én er is een start gemaakt met het verwijderingsinstrument. Direct kwam een beperking in het gebruik van het verwijderingsinstrument naar voren: dit gaat uit van een homogene verdeling van bijvoorbeeld vraat door vogels en maaimethode. In grotere systemen zoals Randmeren-Oost wordt dan het aantal aanwezige vogels verdeeld over het complete gebied en daarmee de druk automatisch laag. Het is echter bekend dat de druk van watervogels zich concentreert en lokaal een knelpunt kan zijn. Ook het maai-beheer is niet homogeen over het gebied. Een oplossing ligt in opdelen van het gebied in deelgebieden, maar hierbij blijft de migratie van grazers een lastig op te lossen aspect. Voor Randmeren-Oost is die diepgang niet nodig, omdat uit de quickscan is gebleken dat verwijdering geen knelpunt is voor de biologische kwaliteitselementen.

Tabel 1b. Resultaat ESF4-6: zijn de voorwaarden voor specifieke soortgroepen aanwezig?

ESF	Conclusie
	<p>Habitatgeschiktheid: De habitatgeschiktheid is goed in de ondiepe zone, maar vormt in de oeverzone een knelpunt: de overgang tussen de droge oever en de ondiepe zone is te scherp door steile (basalt)oeveren en een tegennatuurlijk peilbeheer. De emerse zone is relatief op te weinig plekken ontwikkeld en daardoor draagt de oeverzone onvoldoende bij aan het systeemfunctioneren. Overstromingsgrasland ontbreekt vrijwel volledig. Waarschijnlijk ligt hierin de oorzaak van de beperkte hoeveelheid plantminnende vis die afhankelijk is van deze zone tijdens het paaiseizoen.</p>
	<p>Verspreiding: Het watersysteem van de Randmeren-Oost is via sluisen verbonden met de omliggende rijkswateren. Dit is een belemmering voor de verspreiding van soorten. Op de planning staat wel een vispassage bij het Reevecomplex in het Drontermeer. Het achterliggende gebied kan vrij (beken) of via gemalen (polders) afwateren. Deze gemalen zijn niet vispasseerbaar. Dit vormt een matig knelpunt voor de verspreiding naar de achterliggende polders, die als paai- en leefgebied kunnen dienen voor bijvoorbeeld plantminnende en zuurstoftolerante vis. Deze knelpunten in verspreiding vormen echter geen primair knelpunt voor vis in Randmeren-Oost. Dat is de aanwezigheid van diverse habitats (zie ESF4).</p>
	<p>Verwijdering: Op basis van het maai-beleid, de ingeschatte graasdruk van watervogels, de bedekkingen van waterplanten en de quickscan is de conclusie dat verwijdering geen knelpunt vormt.</p>



Voorwaarden in specifieke situaties

In specifieke situaties kunnen organische belasting (ESF7) en/of toxiciteit (ESF8) een dominante rol spelen in het systeemfunctioneren en de biologische toestand.

Voor de **organische belasting** van Randmeren-Oost is een globale analyse gedaan door de meetgegevens te analyseren en door toepassing van het model Oxy-Val. Uit de berekening met Oxy-Val blijkt dat het systeem een laag risico heeft op een knelpunt door organische belasting. Ook zijn er geen aanwijzingen dat er lokaal problemen zijn door organische belasting. Er is daarmee geen aanleiding voor verder onderzoek.

Voor de analyse van de **toxische druk** op organismen in Randmeren-Oost is gebruik gemaakt van het chemie-spoor. Het toxicologie-spoor is niet uitgevoerd, omdat hiervoor geen data beschikbaar zijn (er moeten effectmetingen uitgevoerd worden met behulp van bioassays). Aandachtspunt bij toepassing van de tools van ESF8 is de ruimtelijke en temporele verdeling. Dit speelt in elk watersysteem, maar voor grotere systemen, zoals Randmeren-Oost, is het effect extra groot. Het was niet mogelijk om met deelgebieden te werken, omdat er slechts één meetpunt aanwezig is. De resultaten van het chemie-spoor wijzen op een mogelijk knelpunt voor planten en macrofauna.


Tabel 1c. Resultaat ESF7 en 8: zijn er specifieke omstandigheden?

ESF	Conclusie
	Organische belasting: De grove analyse wijst erop dat er geen problemen zijn met de organische belasting. Er is ook geen aanleiding vanuit de toestand om hier verder naar te kijken.
	Toxiciteit: Omdat de msPAF-waarde in de Randmeren-Oost in het laatste meetjaar meerdere malen de grenswaarde van 0,5% overschrijdt vormt ESF 8 toxiciteit een mogelijk knelpunt.

Voorwaarden die de omgeving stelt

Voor de analyse van de sleutelfactor **context** (SF9) is gebruik gemaakt van de tabel met indicatoren die hiervoor ontwikkeld is [5]. Per relevante indicator/gebruiksfunctie is een beschrijving gemaakt en bekeken hoe deze functie de ecologische waterkwaliteit raakt. Dit was goed bruikbaar voor de analyse in Randmeren-Oost. Er is geen gebruik gemaakt van de SF Context omdat deze een afwegingskader vormt bij het nemen van maatregelen, wat binnen dit project niet aan de orde was. De analyse laat zien dat andere functies in het gebied een goede ontwikkeling van de waterkwaliteit momenteel niet, maar mogelijk in de toekomst wel belemmeren.

Tabel 1d. Resultaat SF9: context

SF	Conclusie
	Context: functies in het gebied hebben deels tegenstrijdige belangen met de waterkwaliteit en een goede ecologische ontwikkeling van het watersysteem. Op dit moment leidt dit niet tot knelpunten, maar de verbeterpunten voor de waterkwaliteit staan in veel gevallen haaks op de eisen en wensen van één of meer van de overige functies in het gebied.

Bruikbaarheid Ecologische Sleutelfactoren voor rijkswateren

De watersysteemanalyse voor Randmeren-Oost heeft laten zien dat de ESF's voor systeemanalyses in Rijkswateren als denkrichting voor begrip van een systeem zeer nuttig zijn. Alle aspecten van het watersysteem krijgen een plaats en de analyse leidt tot inzicht in wat goed gaat en welke onderdelen onvoldoende ontwikkeld zijn.

Bij een watersysteemanalyse is het belangrijk om vooraf te bepalen wat de belangrijkste vragen zijn over de biologische toestand of het functioneren. Voor Randmeren-Oost was dit gericht op het creëren van systeembegrip en inzicht in sturende processen. Er waren vooraf weinig specifieke vragen over knelpunten, omdat het een helder systeem betreft waar het grootste deel van de biologische kwaliteitselementen voldoet aan het gestelde doel. In een systeem waar 'meer aan de hand' is, zullen vooraf meer gerichte vragen zijn waar de watersysteemanalyse zich op kan richten. Of een systeem nu een goede, matige of slechte waterkwaliteit heeft, een goede systeemanalyse volgt altijd de gehele route van ESF's om geen belangrijke processen over het hoofd te zien.

In de watersysteemanalyse Randmeren-Oost is gebleken dat het huidige meetnet onvoldoende is om het watersysteem goed 'in de vingers' te krijgen. Sommige parameters worden niet gemeten, maar vaker nog worden metingen op slechts één of enkele locaties uitgevoerd, terwijl in grote wateren de ruimtelijk variatie in nutriënten, habitat, toxiciteit, stromingsdynamiek, slibafval en cetera een zeer grote rol speelt. Lokale specifieke omstandigheden maken dat een groot watersysteem een grote variatie aan habitats en daarmee aan soorten en soortgroepen kan herbergen. Er is een meetnet nodig dat de ruimtelijke en temporele variatie goed dekt. Zeker wanneer er onvoldoende meetdata zijn, moet ook worden gekeken naar andere vormen van analyse, buiten de ESF-methodiek om. Bijvoorbeeld door een analyse van luchtfoto's om de variatie aan oevers te bekijken.

Referenties

1. Tauw en HKV (2019). *Watersysteemrapportage Randmeren Oost 2019*. In opdracht van Rijkswaterstaat. Tauw rapport: 1271414-WRA
2. Boon, S. & M. Hulsbos-Bloemerts (2019). *Watersysteemanalyse Randmeren Oost 2019*. In opdracht Rijkswaterstaat. Tauw rapport: 1271414-WSA
3. <https://themasites.pbl.nl/modellen/pclake/>. Geraadpleegd 8 juli 2020
4. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (2017). *Zicht op structuur*. STOWA-rapport 2017-02
5. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (2017). *Sleutelfactor context. Handvatten voor maatschappelijke afwegingen*. STOWA-rapport 2018-31
6. <https://www.stowa.nl/publicaties/esf-tools-en-instrumenten>. Geraadpleegd 8 juli 2020