



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Deltares
Enabling Delta Life 

Handreiking Analyse en Beoordeling in Monitoringsprojecten



Handreiking Analyse en Beoordeling in Monitoringsprojecten

Willem van Loon (RWS-WVL)
Ingeborg van Splunder (RWS-WVL)
Arjen Boon (Deltares)
Myra van der Meulen (Deltares)



Uitgegeven door	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en de Leefomgeving Afdeling Data en Informatiemanagement Lelystad
Review	Petra Damsma, RWS WVL
Informatie	Willem van Loon, willem.van.loon@rws.nl
Uitgevoerd door	Rijkswaterstaat WVL in samenwerking met Deltares
Opmaak	Deltares
Datum	22 april 2016
Status	definitief
Versienummer	V2.0

Trefwoorden

Monitoring aquatische projecten, handreiking, stappenplan, aggregatie, analyse, beoordeling, integratie, kwaliteit

Samenvatting

Dit rapport geeft een handreiking voor de opzet en uitvoering van de stappen Analyse en Beoordeling in grote monitoringsprojecten van het aquatische milieu. De handreiking is bedoeld voor algemene en technische projectleiders, en specialisten, binnen en buiten Rijkswaterstaat en vormt een onderdeel van de Werkwijzer Mariene Monitoring. Het kan voor algemene projectleiders enige inspanning kosten om deze handreiking door te lezen. Dit wordt niettemin van harte aanbevolen, gezien het te verwachten rendement hiervan.

Deze handreiking bevat een stappenplan voor het ontwerp en de uitvoering van de Analyse en Beoordeling op basis van (a) de projectvragen en –deelvragen, (b) via de keuze van indicatoren en te meten parameters, (c) tot en met de keuze van aggregatie-, analyse- en integratie-methoden. Dit stappenplan is voor praktisch gebruik beschikbaar als een tabel in de vorm van een Excel werkblad.

Verder geeft deze handreiking een globaal overzicht van de methoden van Analyse en Beoordelen voor monitoringsprojecten; en een lijst met gangbare begrippen hiervoor.

Verder wordt kwaliteitsborging van het ontwerp en de uitvoering van de Analyse en Beoordeling met name voorgesteld in de vorm van peer review.

Deze handreiking wordt sterk aanbevolen om te gebruiken voor RWS monitoringsprojecten, en daarvoor mee te geven als instructie in de opdrachtbeschrijving.

Deze technisch-inhoudelijke handreiking gaat niet over het verdere gebruik van de hiermee geproduceerde technisch-inhoudelijke analyses en beoordelingen in de politiek-bestuurlijke context; en is geen handreiking voor projectevaluatie.

Dit rapport is een co-creatie van Deltares en RWS-Water, Verkeer en Leefomgeving, afdeling Data en Informatie-management.



Inhoud

Afkortingen en begrippen	3
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Overzicht van Methodes voor Analyse en Beoordeling	9
1.3 Doelen van de Handreiking Analyse en Beoordeling	12
2 Stappenplan Analyse en Beoordeling	15
2.1 Inleiding	15
2.2 Stappenplan Analyse en Beoordeling	15
2.3 Toelichting gebruik Tabel Analyse en Beoordeling	24
2.4 Voorbeelden invulling Tabel Analyse en Beoordeling	25
3 Referenties	29
Bijlage(n)	
A Voorbeelden van indicatoren	A-1
B Digitaal: Format Tabel Analyse en Beoordeling (apart Excel bestand)	B-1



Afkortingen en begrippen

Aggregatie-methode

Rekenkundige methode waarmee meerdere data of indicatorwaarden worden geaggregeerd tot 1 gecombineerde dataset of 1 gemiddelde indicatorwaarde. Aggregeren kan zowel in de ruimte worden uitgevoerd (b.v. jaargemiddelde van een gebied berekenen) als in de tijd worden uitgevoerd (b.v. een 3-jaarsgemiddelde berekenen voor de KRW-beoordeling). Zie KRW-protocol Toetsen en Beoordelen voor meer informatie over aggregatie (Faber et al., 2013).

Analysemethode

De statistische methode die gebruikt wordt om de meetresultaten te analyseren, en eventueel te beoordelen. Voorbeelden trendanalyse en correlatieanalyse. Normtoetsing wordt hier niet gezien als een analysemethode, omdat de geaggregeerde waarde direct met het indicatordoel wordt vergeleken.

Assessment

Een veelgebruikt Engelstalig begrip dat zowel Analyse als Beoordeling omvat.

Beoordeling

Het vergelijken van een geaggregeerde waarde of een analyseresultaat met een kwantitatieve norm of een aantal normklassen. Voorbeelden zijn een chemische norm en ecologische kwaliteitsklassen.

Betrouwbaarheid

Een statistische grootheid die aangeeft hoe betrouwbaar o.a. een normoverschrijding, correlatie of een trend is. Vaak wordt de significantie uitgedrukt als de p-waarde. De betrouwbaarheid kan dan worden geschat als $1 - p$, en kan daarbij worden uitgedrukt in %. Bijvoorbeeld: een p-waarde van 0,1 komt overeen met een betrouwbaarheid van 0.9 ~ 90%. Vaak wordt in trendanalyse een minimale trendsignificantie van $p < 0,05$ aangehouden, wat overeenkomt met een betrouwbaarheid van $> 95\%$. Echter, bij een normoverschrijding is feitelijk sprake van een betrouwbaarheid van $\geq 50\%$ (Walvoort en Van Loon 2014). Daarom is feitelijk de gewenste betrouwbaarheid een arbitraire keuze, die in de range van 50-99% kan worden gemaakt. Daarbij wordt wel aangeraden om een minimale betrouwbaarheid van 90% aan te houden.

Cyclus

De periodiciteit van een specifiek monitoringsprogramma op jaarniveau. B.v. monitoren 1 x 3 jaar.

Deelvraag

De nadere uitwerking van een projectvraag. Een projectvraag bevat vaak meerdere deelvragen.

Drukindicator

Een indicator die de omvang van een druk indiceert, bijvoorbeeld mate van omwoeling van bodem door boomkorvisserij of hoeveelheid weggevangen vis. De P (Pressure) in het DPSIR-model. Zie het Driver Pressure State Impact Response model (Boon et al. 2011).

Effectindicator

Een indicator die het effect van een of meerdere drukken op het habitat of leefgemeenschap aangeeft. De I (Impact) in het DPSIR-model (Boon et al. 2011)

Frequentie

Het aantal keer dat binnen een monitoringsjaar de betreffende meting wordt uitgevoerd.

Gebied

Dit duidt vaak een deel van een waterlichaam of ecosysteem aan. Bijv. de Noordzee omvat de gebieden Oestergronden, Doggersbank, Friese front etc. In de kustzone kan een gebied een deel van een KRW-waterlichaam aanduiden, b.v. het gebied waarin een RWS-project wordt uitgevoerd en de effecten hiervan gemonitord en beoordeeld.

Gegevensinwinning

Inwinnen van gegevens, hetzij in de vorm van het verzamelen van bestaande gegevens, hetzij door het genereren van gegevens door een model, hetzij door nieuwe metingen (monitoring).

Habitat

Een habitat is een gebied met vergelijkbare fysisch-chemische condities zoals diepte, zoutgehalte, bodemsamenstelling en temperatuur. In een habitat is de kans op het vinden van vergelijkbare levensgemeenschappen groter.

Indicator

Een indicator is een meetbare of berekenbare maat voor veranderingen in het fysisch chemische milieu of ecosysteem, zoals bijvoorbeeld soortenrijkdom (berekenbare biologische indicator) of de concentratie cadmium in water of sediment (meetbare chemische indicator).

Indicatordeel

Dit is het doel dat een bepaalde indicator wordt geacht te bereiken. Het gaat hierbij om een formeel doel, opgelegd door een bepaalde wet, vergunning of projectdoel.

Informatiebehoefte

De vragen naar informatie afkomstig uit beleid, beheer of andere delen van de samenleving. Het is vaak van belang om de informatiebehoefte SMART geformuleerd te krijgen. Dit wordt gedaan in een proces van vraagarticulatie (Graveland et al. 2013).

Informatieverzamelstrategie

Strategie om tot een monitoringprogramma te komen op basis van de informatiebehoefte, gebiedskenmerken en beschikbare methoden van gegevensinwinning.

Inwinning

Inwinning wordt gedefinieerd in deze handreiking als het verzamelen van data en/of informatie via de Informatieverzamelstrategieën Meten, Modelleren, Databases of Literatuur.

Kennisvraag

Een vraag gerelateerd aan het ontwikkelen van fundamentele of toegepaste kennis over het functioneren, beheren en gebruiken van b.v. een watersysteem.

Kwaliteitsborging

Aquolex definitie: onderdeel van het kwaliteit management dat zich richt op het verzorgen van zekerheid of de kwaliteitseisen vervuld zullen worden. (EN ISO 9000:2000 E, Quality management systems - fundamentals and vocabulary. European Committee for Standardization, ICS 00.004.03)

Methoden om te organiseren en verzekeren dat het monitoringsproject met de gewenste kwaliteit wordt ontworpen en uitgevoerd. Methoden hiervoor zijn o.a. het gebruik van standaard methoden, het laten motiveren van ontwerpkeuzes, het controleren van de uitvoering van monitoring, en het laten reviewen van een ontwerp en het concept product door een onafhankelijke partij.

Meetplan / Inwinningsplan

Volledig operationele uitwerking van het monitoringprogramma, met scheepsinzet, meetpunten met coördinaten, monsternamen-methoden, etc.

Monitoring

Aquolex definitie: het verzamelen van meetgegevens volgens een vaste strategie of bemonsteren volgens een vaste werkwijze, op een vaste plaats op gezette tijden en het analyseren ervan.

Soms wordt ook het gebruik van modellen onder monitoring gerekend. Vaak wordt monitoren vertaald in 'meten'. De afdeling Data en Informatie-management van RWS-WVL verstaat onder monitoren het volgen van de ontwikkeling in de toestand van het waterlichaam, of dit nu gebeurt aan de hand van gegevens die al om een andere reden werden verzameld (dus bestaande gegevens), door een model gegenereerde gegevens of door nieuwe metingen.

Monitoringprogramma (vgl. Aquo-lex)

Vastgesteld programma van metingen om de effecten van maatregelen en ingrepen te kunnen volgen. In het monitoringsprogramma zijn concrete keuzes gemaakt voor te meten parameters, frequenties, locaties en bemonsterings- en meetinstrumenten. Dit monitoringsprogramma is de basis van het Inwinningsplan.

Parameters

Per indicator moeten 1 of meerdere parameter(s) in het veld worden gemeten om de indicatorwaarde te verkrijgen of berekenen. In bepaalde gevallen, zoals bij stoffen, is de parameter die wordt gemeten direct ook de indicator. In andere gevallen, zoals b.v. soortenrijkdom, wordt deze indicator berekend uit de gemeten soortensamenstelling van een soortgroep in monsters.

MEP

Monitoring en Evaluatie Programma.

Projectdoel

Het achterliggende doel waarom een project wordt uitgevoerd. Dit wordt bepaald door het Watermanagement (beheer en beleidsmakers) en is vaak gerelateerd aan een specifiek doel uit de MER of MEP.

Project/MEP vraag

De hoofdvraag die in het project beantwoord dient te worden, mogelijk gebaseerd op het MEP.

SMART

Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch en Tijdgebonden.

Toetsvraag

De toetsvraag is de verdere specificatie van de deelvraag tot op indicatorniveau. De indicator moet meetbaar zijn, en de indicatorwaarden moeten toetsbaar zijn.

Vraagbundeling

- Term voor het praktisch bundelen van informatiebehoeften in thema's, om het proces van actualiseren van de informatiebehoefte en het programmeren van de gegevensinwinning efficiënt te laten verlopen.
- Het bundelen van de vragen op basis van inhoud, om zoveel mogelijk te kunnen werken volgens het principe van eenmalig inwinnen en meervoudig gebruik. Voorbeeld: ecotopen voor toetsinstrumentarium BPRW en ecotopen voor de vegetatielegger.



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Er wordt jaarlijks door Rijkswaterstaat veel overheidsgeld geïnvesteerd in de monitoring, data-analyse (hierna analyse genoemd) en beoordeling van grote projecten, zoals Compensatie Tweede Maasvlakte, Wind op Zee, de Zandmotor en verschillende kustsuppleties. Om de opzet en uitvoering van deze projecten te stroomlijnen wordt binnen Rijkswaterstaat (RWS) al lange tijd gewerkt met een Monitoringscyclus. Recent is deze cyclus hernoemd tot een **Informatie- en Monitoringscyclus** (Graveland et al., 2014). Deze cyclus is de basis van het denken over, en ontwerpen en uitvoeren van, monitorings- en assessmentprogramma's binnen RWS. Om in de grote monitoringprojecten het onderdeel monitoring en evaluatie zo goed mogelijk uit te voeren worden handreikingen opgesteld (uniformering en kennisoverdracht). Deze handreikingen komen tot stand m.b.v. de kennis en ervaringen uit deze zelfde projecten (lessons learned en kennisontwikkeling).

Door de projectleiders van grote mariene monitoringsprojecten binnen Rijkswaterstaat wordt al langer een behoefte ervaren om dit proces van monitoring, analyse en beoordeling meer transparant en gestructureerd te maken. Het is essentieel om in monitoringprojecten projectvragen echt 'SMART' te definiëren, waardoor het monitoringprogramma precies die informatie levert om de projectvragen te kunnen beantwoorden (bijv. er zitten heel wat specificatie-slagen voordat de projectvraag "hebben de compenserende maatregelen effect gehad?" SMART gedefinieerd is). Ook kan het blijken dat in de data-analysefase niet alle benodigde parameters gemeten zijn om de technisch-inhoudelijke analyse uit te voeren. Voorgaande heeft een slechter projectresultaat tot gevolg en kan besluitvorming vertragen of mogelijk leiden tot verkeerde conclusies en hieruit volgende maatregelen. Door in de voorbereidende fase van een project gestructureerd na te denken over enerzijds indicatorkeuze (zie deze handreiking en de Handreiking Informatieverzamelstrategie (Mulder et al. 2015) en over de aanpak van analyse en beoordeling wordt een solide basis gelegd voor de technisch-inhoudelijke analyse. In deze Handreiking is op basis van opgedane kennis en ervaring in zowel andere mariene projecten (zie bv evaluatiemethodiek MONEOS-project), landelijke RWS MWTL monitoringprogramma's en daarbij ontwikkelde systematiek (KRW-toetsen en beoordelen) als kennis uit relevante literatuur een stappenplan gemaakt om gestructureerd te denken over en werken aan Analyse en Beoordeling.

Hiermee wordt (a) een hogere kwaliteit behaald, (b) monitoring en evaluatie efficiënter uitgevoerd en hierdoor (c) de kosten en doorlooptijd van een project verlaagd. Deze handreiking is gemaakt om in deze behoeften te voorzien. Met een heldere en logische methode, in de vorm van een stappenplan, willen we als RWS de analyse en beoordeling in monitoringsprojecten in de voorbereidende fase van een project, voorafgaand aan de start van de monitoring, ontwerpen en volgens dit ontwerp gaan uitvoeren na afloop van de monitoring.

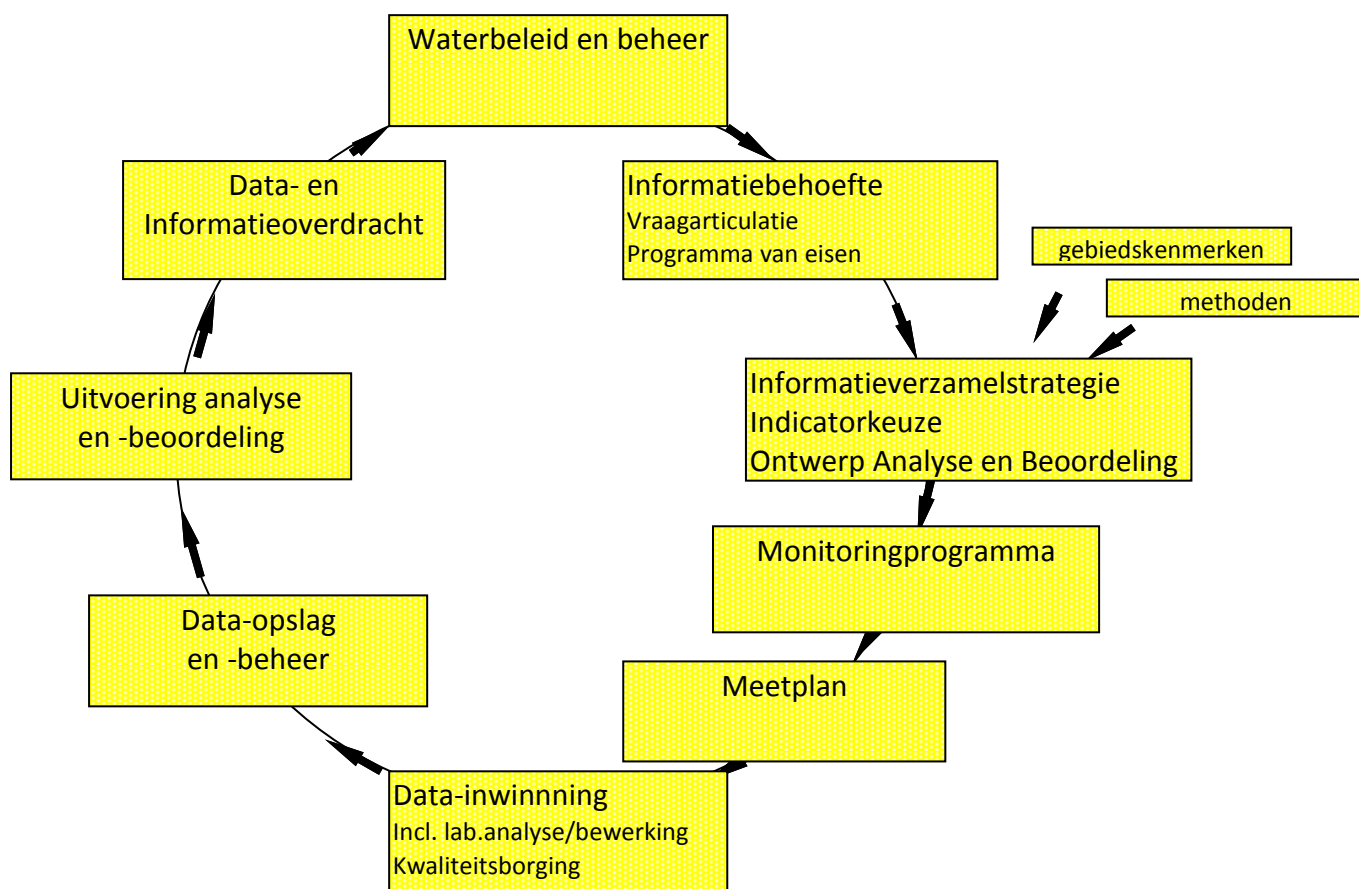
Deze handreiking is onderdeel van de Werkwijzer Mariene Monitoring, en hangt sterk samen met het kaderdocument Informatie- en Monitoringscyclus van RWS (Graveland et al. 2014; zie Figuur 1), met de Handreiking Vraagarticulatie (Graveland et al. 2013) en met de Handreiking Informatieverzamelstrategie (Mulder et al. 2015).

De doelgroepen van deze handreiking zijn (a) primair technisch-inhoudelijke specialisten die de analyse en beoordeling van monitorings- en onderzoeksprojecten ontwerpen en uitvoeren, en (b) secundair projectleiders die voor dit werk opdracht geven en de producten beoordelen. Het zal met name voor algemene projectleiders enige inspanning kosten om deze handreiking door te lezen. Dit wordt niettemin van harte aanbevolen, gezien het te verwachten rendement hiervan.

De status van deze handreiking is dat in de RWS-lijst van kaderdocumenten/handreikingen is opgenomen, en sterk wordt aanbevolen te gebruiken in de opdrachtverlening van RWS voor monitoringsprojecten, en in de projectuitvoering door marktpartijen. Het is een handreiking omdat het 'op maat' moet worden toegepast in een project; er zijn per stap in principe meerdere keuzemogelijkheden. Deze handreiking zal in principe in alle opdrachten van RWS waterprojecten gaan worden opgenomen, en geeft projectleiders goede mogelijkheden om het ontwerp- en uitvoeringsproces van de Analyse en Beoordeling te volgen en bij te sturen. De projectleider heeft de mogelijkheid, en wordt aangemoedigd, om gewenste specifieke analysemethoden, indicatordoelen, integratie-methoden etc., indien deze er zijn, mee te geven in een opdracht.

Na opstellen van het concept Ontwerp Analyse en Beoordeling zal de projectleider dit ontwerp inhoudelijk zelf reviewen, en laten reviewen door twee inhoudelijke specialisten, waarna mogelijk door de projectleider nog aanpassingen van dit ontwerp kunnen worden gevraagd aan de opdrachtnemer. Ook de resultaten van de uitvoering van de Analyse en Beoordeling zullen inhoudelijk worden gereviewed door de projectleider en twee inhoudelijke specialisten, en uiteindelijk, na mogelijk nog gevraagde aanpassingen, door de projectleider geaccordeerd.

Hoewel deze handreiking is gebaseerd op de grote mariene monitoringsprojecten zoals hierboven genoemd, kan deze handreiking ook worden gebruikt voor projecten in de overgangswateren en zoete wateren, en mogelijk ook voor droge milieuprojecten.



Figuur 1: Informatie- en Monitoringscyclus van RWS

1.2 Overzicht van Methoden voor Analyse en Beoordeling

Analyse en Beoordeling is een relatieve jongere inhoudelijke discipline binnen RWS, vergeleken met de oude discipline monitoring/meten van waterkwantiteit en waterkwaliteit. Fysische, chemische en fysisch-chemische analyse en beoordeling is relatief de meest ontwikkelde subdiscipline, omdat normtoetsingen en trendanalyses van waterstanden, toxische stoffen, nutriënten en temperatuur al decennia lang worden uitgevoerd. Met de komst van de KRW heeft vooral de ecologische beoordeling een grote sprong voorwaarts gemaakt, zoals gedefinieerd in KRW-maatlatten (van der Molen et al. 2012). Ook is er een flinke sprong voorwaarts gemaakt in het ruimtelijk en temporeel aggregeren van data en EKR-scores, zoals vastgelegd in het KRW-protocol toetsen en beoordelen (Faber et al. 2013). Echter in mariene projecten van RWS wordt deze waardevolle KRW-kennis nog niet vaak hergebruikt, en dit wordt met deze handreiking mede beoogd.

De volgende onderdelen zijn essentieel in Analyse en Beoordeling:

- a. Aggregatie (ruimtelijk en temporeel) van data en indicatorscores
- b. Statistische analysemethoden
- c. Normtoetsingen en betrouwbaarheid van beoordelingen
- d. Integratie van toetsresultaten tot antwoorden op project(deel)vragen
- e. Kwaliteitsborging van Ontwerp en Uitvoering Analyse en Beoordeling

Voor deze onderdelen wordt hierna eerst geïnventariseerd welke essentiële methoden en informatie hier al beschikbaar zijn.

a. Aggregatiemethoden

Analyse en beoordeling start met de aggregatie van de data. Bijvoorbeeld: worden alle data samen genomen voor analyse; of wordt een indicatorberekening per meetpunt uitgevoerd en worden de indicatorwaarden van alle meetpunten daarna geaggregeerd. Het KRW-protocol Toetsen en Beoordelen wordt aanbevolen als basisliteratuur (Faber et al. 2013). Verder wordt in Baggelaar et al. (2010) en Van Herpen et al. (2009) de statistiek van data-aggregatie en trendanalyse om toetswaarden voor de KRW-beoordeling goed te bepalen in detail beschreven.

b. Statistische analysemethoden en software

Het statistische webboek van Smit (2015) geeft een goed en gemakkelijk overzicht van gangbare statistische methoden. In Baggelaar et al. (2010) en Van Herpen et al. (2009) worden diverse eenvoudige statistische analysemethoden beschreven. In het boek van De Gruyter et al. (2006) wordt een grondig overzicht gegeven van bemonsteringsstatistiek.

Aanbeveling: een algemeen advies is om de te gebruiken statistische analysemethoden in de analyse en beoordeling van monitoringsresultaten zo eenvoudig mogelijk te houden.

Grote voordelen hiervan zijn dat de transparantie en begrijpelijkheid van eenvoudige statistiek (zoals bv. betrouwbaarheidsintervallen en trendanalyses) veel groter is dan meer geavanceerde statistiek (zoals bv. factoranalyse en discriminantanalyse), waardoor de acceptatie van de statistische uitkomsten bij beheerders, vergunningsverleners en beleidsmakers veel groter zal zijn. Multivariate methoden vaak ook moeilijker te kwantificeren dan eenvoudige statistische methoden. Verder wordt de uitvoering van de analyse en beoordeling met relatief eenvoudige statistische methoden ook efficiënter en meer kosteneffectief.

Goed werkbare en interpreteerbare tussenvormen van meer geavanceerde statistiek zijn o.a. Multilineaire Regressie (MLR, Walvoort en Van Loon 2016) en Multidimensional Scaling (MDS, Sammon 1969).

Aanbeveling: gebruik voor trendanalyse bij voorkeur niet-parametrische technieken, met name Mann-Kendall trendanalyse (Baggelaar et al. 2014; bv freeware Mystat 2015). Deze methode is meestal meer geschikt voor niet-normaal verdeelde milieu-data, en geeft meestal duidelijk meer significante trendanalyse-resultaten.

c. Normtoetsingen en betrouwbaarheid

Normtoetsingen zijn inhoudelijk relatief eenvoudig uit te voeren, omdat een geaggregeerde toetswaarde wordt vergeleken met een norm (voor stoffen, fysische en fysisch-chemische parameters of indicatoren) of een klassegrens (voor ecologische indicatoren). Normtoetsingen kunnen in beginsel eenvoudig worden uitgevoerd in een spreadsheet. Voor de KRW normtoetsingen is de integrale Aquokit software beschikbaar.

(<http://www.informatiehuiswater.nl/pagina/producten/aquo-kit.html>).

Aanbeveling: als bepaalde toetsingen en beoordeling relatief vaak en op relatief veel data moeten worden toegepast, wordt het aanbevolen om hiervoor een eenvoudig en kosteneffectief automatisch tooltje te laten bouwen en goed te laten documenteren. Hiervoor zijn b.v. Excel en R geschikte programma's. Hierdoor worden de analyse- en beoordelingsresultaten transparant en efficiënt berekend en zijn reproduceerbaar, wat voor belangrijke monitoringsprojecten nodig kan zijn.

Het bepalen van normen is daarbij een complexe taak, omdat normen in het algemeen zijn gebaseerd op veel ecotoxicologische kennis (voor stoffen en fysisch-chemische indicatoren), complexe berekeningen van overstromingsrisico's (voor bv hydrologische indicatoren), of complexe biologische kennis van soortgroepen (bepalen wat de goede toestand is) en hun respons op menselijke drukken (voor bv ecologische KRW maatlatten). Bekende normdocumenten zijn de richtlijn prioritare stoffen (EU 2013) en de KRW-maatlatten voor ecologische indicatoren (Van der Molen 2012). Normen zijn deels afkomstig vanuit de EU zoals voor prioritare stoffen, en worden deels nationaal bepaald zoals bv ecologische KRW maatlatten.

De KRW stelt ook eisen aan het bepalen en rapporteren van de betrouwbaarheid van chemische en ecologische beoordelingen. De basis voor het bepalen van de betrouwbaarheid van een beoordeling is de precisie van de geaggregeerde parameterwaarde of indicatorwaarde. De basismethode om precisie te berekenen is het gebruik van standaarddeviatie en betrouwbaarheidsintervallen. Beide statistische indicatoren zijn eenvoudig te berekenen en bieden veel inzicht in de precisie en betrouwbaarheid van de resultaten. Als volgende stap kan met de precisie van een geaggregeerde waarde de overschrijdingskans van de gebruikte norm worden berekend. Voor dit doel is door RWS een eenvoudig "Confidence tool" ontwikkeld, waarmee de overschrijdingskans of onderschrijdingskans van een norm of klassegrens relatief eenvoudig kan worden berekend (Walvoort en Van Loon 2014, Baggelaar et al. 2010).

Aanbeveling: laat in analyses en beoordelingen, en de rapportage ervan, altijd betrouwbaarheidsintervallen (bv 90%) van de geaggregeerde toetswaarden berekenen, omdat dit heel informatief is en eenvoudig uitvoerbaar. Voor belangrijke beoordelingen wordt aanbevolen om de overschrijdingskans of onderschrijdingskans van de norm ook te laten bereken, met het Confidence tool.

d. Integratie van beoordelingen tot antwoorden op projectvragen

In het stappenplan (Hoofdstuk 2) wordt beschreven hoe projectvragen eerst worden uitgesplitst in deelvragen, en daarna per deelvraag in toetsvragen. Per toetsvraag wordt 1

indicator berekend en beoordeeld. In de integratie-stap worden de beoordelingen per indicator weer geïntegreerd tot respectievelijk een beoordeling per deelvraag, gevolgd door een integratie tot een beoordeling per vraag. Hiervoor zijn diverse methoden beschikbaar, die vaak afkomstig zijn uit KRW-methoden (Faber et al. 2013, Van der Molen et al. 2012). De review van Borja et al. (2014) geeft een goed overzicht van de actueel gebruikte integratiemethoden. Bekende integratiemethoden zijn “One Out All Out” (alle beoordelingen van de betreffende indicatoren moeten Goed zijn); het specificeren van het percentage indicatoren dat goed moet scoren (bv 75% van de gebruikte indicatoren scoort Goed); en het specificeren van welke essentiële indicatoren Goed moeten scoren, en welke niet-essentiële indicatoren Niet Goed mogen scoren.

In dit stappenplan wordt een onderscheid gemaakt tussen Beoordelvragen en Kennisvragen. Voor beoordelvragen wordt door wettelijke eisen een beoordeling vereist voor de betreffende vragen. Voor kennisvragen is het doel het vergroten van specifieke kennis van het watersysteem/ecosysteem, zonder dat hier een beoordeling wordt gevraagd. Voor kennisvragen zal daarom de integratie van kennisresultaten een andere vorm hebben, of mogelijk in bepaalde gevallen zelfs niet nodig zijn.

e. **Kwaliteitsborging van Ontwerp en Uitvoering Analyse en Beoordeling**

Het gebruik van peer review om het concept Ontwerp Analyse en Beoordeling door (a) de projectleider EN (b) twee onafhankelijke en zeer ervaren specialisten op het gebied van het monitoringsproject, van binnen of buiten RWS, te laten reviewen. Het commentaar van de reviewer moet dan of worden verwerkt of weerlegd die de Analyse en Beoordeling heeft ontworpen. De verwerking van het commentaar door de schrijvers van het ontwerp Analyse en Beoordeling wordt gecontroleerd door beide reviewers, en uiteindelijk geaccordeerd door de projectleider van RWS. Peer review zal naar verwachting een duidelijke verbetering van de kwaliteit en effectiviteit van het Ontwerp Analyse en Beoordeling hebben, en wordt daarom sterk aanbevolen.

Na de uitvoering van de Analyse en Beoordeling moet eveneens een peer review van het concept product worden uitgevoerd. Deze peer review wordt eveneens door de projectleider EN twee specialisten van binnen of buiten RWS uitgevoerd. De verwerking van de commentaren door de uitvoerende partij wordt weer gecontroleerd door beide reviewers, en geaccordeerd door de projectleider van RWS. Ook deze peer review wordt sterk aanbevolen.

Ter illustratie: Deltares en IMARES gebruiken systematisch peer review bij het afronden van hun rapporten.

1.3 Doelen van de Handreiking Analyse en Beoordeling

Dit document heeft de volgende doelen:

1. Het verbeteren van de technisch-inhoudelijke Analyse en Beoordeling in monitoringsprojecten. Hiermee wordt bedoeld: (a) een verhoogde transparantie, kwaliteit en verbeterde communicatie van het ontwerp van de Analyse en Beoordeling, (b) het ontwerpen van een mogelijk meer kosteneffectief monitoringsprogramma, en (c) een hogere kwaliteit en efficiency in de uitvoering van de Analyse en Beoordeling.

2. Het geven van een globaal overzicht van de methode van Analyse en Beoordelen voor monitoringsprojecten; en gangbare begrippen, methoden en technieken hiervoor.

Deze technisch-inhoudelijke handreiking gaat niet over het verdere gebruik van de technisch-inhoudelijke analyses en beoordelingen in de politiek-bestuurlijke context; en is geen handreiking voor projectevaluatie.



2 Stappenplan Analyse en Beoordeling

2.1 Inleiding

Het stappenplan Analyse en Beoordeling is gebaseerd op de Informatie- en Monitoringscyclus (zie Figuur 1). In deze cyclus komen 9 fasen aan de orde:

1. Watermanagement (beleids- en beheervragen; projectdoelen)
2. Informatiebehoefte (zie Handreiking Vraagarticulatie)
3. Informatieverzamelstrategie (zie Handreiking Informatieverzamelstrategie)
(deze Handreiking Analyse en Beoordeling)
4. Monitoringsprogramma
5. Meetplan
6. Inwinning
7. Dataopslag en beheer
8. Uitvoering Analyse en Beoordeling (deze Handreiking Analyse en Beoordeling)
9. Data- en informatieoverdracht

De verschillende Handreikingen richten zich op het uitvoeren van werkzaamheden in bepaalde fasen. De Handreiking Beoordeling en Analyse wordt zowel gebruikt in fase 3 (Informatie-verzamelstrategie) als fase 8 (Uitvoering Analyse en Beoordeling). In fase 3 vinden de voorbereiding en keuzes plaats; fase 8 gaat over de uitvoering hiervan. Fase 2 wordt uitgewerkt in de Handreikingen Vraagarticulatie en Informatieverzamelstrategie.

Hieronder in paragraaf 2.2 worden de stappen voor Analyse en Beoordeling besproken, met een nummering die verwijst naar een van de bovenstaande fasen in de Informatie- en Monitoringscyclus. Alle fasen en stappen worden genoemd, maar alleen de stappen die relevant zijn voor Analyse en Beoordeling worden besproken.

Het stappenplan dat hieronder wordt toegelicht wordt gebruikt in het apart meegeleverde *Tabel Analyse en Beoordeling* (in Excel). In paragraaf 2.3 wordt het gebruik van deze tabel nader toegelicht.

2.2 Stappenplan Analyse en Beoordeling

De projectleider zal meestal samen met een of meerdere inhoudelijke specialisten op het gebied van de gewenste indicatoren de Tabel Analyse en Beoordeling gaan invullen, aan de hand van dit Stappenplan. De projectleider kan ook het invullen van deze tabel geheel door een marktpartij laten doen. Maar ook in dit geval wordt inhoudelijke betrokkenheid van de projectleider bij het ontwerpen van de Analyse en Beoordeling wordt aanbevolen, omdat de projectleider hiermee meer begrip van en controle op de Analyse en Beoordeling, en de hiervoor benodigde Monitoring, zal krijgen.

1. WATER MANAGEMENT

De waterbeheerder die de waterkwaliteitsdoelen stelt kan zijn de Europese Commissie, nationale beleidsmakers en nationale of regionale waterbeheerders zoals b.v. RWS en de Provincie. In projecten zijn de waterkwaliteitsdoelen vaak afkomstig uit het MEP of MER.

2. INFORMATIEBEHOEFTE

De hierboven genoemde waterkwaliteitsdoelen worden vertaald in concrete vragen en deelvragen.

2.1 Vraagnummer en Vraagbeschrijving

Er worden in deze handreiking eenvoudige vraagnummers gebruikt (1, 2, 3 etc.). De volledige vraag wordt hier beschreven. Dit zullen vaak project/MEP vragen zijn, maar kunnen ook wettelijke Europese vragen zijn. De vraagbeschrijving staat omwille van de compactheid van de Tabel Analyse- en Beoordeling in een apart werkblad Vraag-Deelvraag.

2.2 Deelvraagnummer en Deelvraagbeschrijving

Het Deelvraagnummer is de centrale ingang van het werkblad Analyse en Beoordeling, waaraan een of meerdere indicatoren aan zijn gekoppeld. De beschrijving van de deelvraagnummer staat omwille van de compactheid van het formulier Analyse- en Beoordeling in een apart werkblad Vraag-Deelvraag.

2.3 Beoordeling of Kennisvraag

Per indicator wordt aangegeven of deze wordt beoordeeld voor het geven van normatieve beoordelingen van vragen, of alleen wordt gebruikt ter verkrijging van meer kennis van het watersysteem. Deze kennis is nodig om een beoordeling te kunnen onderbouwen: de resultaten van de kennisindicator(en) kunnen de plausibiliteit/aannemelijkheid van de gerelateerde beoordeling verstevigen.

3. INFORMATIEVERZAMELSTRATEGIE

In deze stap valt het belangrijkste deel van analyse en beoordeling. Er wordt uitgaande van de gespecificeerde vragen stap voor stap nagedacht en keuzes gemaakt over de benodigde (a) monitoring en (b) analyse en beoordeling. In deze fase wordt per deelvraag gespecificeerd hoe de benodigde informatie zal gaan worden verzameld.

3.1 Indicator

Per deelvraagcode zal er minimaal 1, en mogelijk meerdere indicatoren worden gebruikt om de deelvraag te gaan beantwoorden. Het kiezen van indicatoren wordt met name behandeld in de Handreiking Informatieverzamelstrategie (Mulder et al. 2015). Bij de indicatorkeuze wordt rekening gehouden met de deelvraag, de specifieke watersysteemkenmerken, het aanbod van monitoringmethoden en de kosten hiervan. In Bijlage 1 wordt ter inspiratie een globaal (niet uitputtend) overzicht gegeven van voorbeelden indicatoren die kunnen worden gebruikt.

3.2 Parameters

Parameters zijn de grootheden die daadwerkelijk worden gemeten om een indicator te kunnen invullen of berekenen. In bepaalde gevallen is de parameter gelijk aan de indicator, zoals bv bij chemische stoffen of individuele typische soorten. In andere gevallen wordt de indicator berekend uit meer complexe data, zoals bv. de samenstelling van bodemdieren (soorten en aantallen) in een bodemmonster.

3.3 Gebied

Een heldere en geografisch goed gedefinieerde gebiedsafbakening is van groot belang voor de analyse en beoordeling van data. Er moet namelijk worden bepaald welke data wel en niet

in een specifieke gebiedsanalyse moeten worden meegenomen. Het gebruik van GIS-tools en Google Earth technieken is hier heel waardevol voor het (niet) selecteren van monsters en wordt sterk aanbevolen.

3.4 Habitat

In een gebied kan het nodig zijn als meerdere habitats te onderscheiden, als de verschillen in fysisch-chemische condities zoals diepte, zoutgehalte, bodemsamenstelling of temperatuur groot genoeg zijn om dit te rechtvaardigen. Door het onderscheiden van duidelijke verschillende habitats kunnen vaak in de analyse indicatortrends beter worden gevonden, omdat de ruimtelijke variatie per habitat vaak minder is dan in data van alle habitats samengevoegd.

Aanbeveling: voorkom het verdelen van de monitoringsdata over onnodig veel habitats, omdat hiermee de statistische power van de analyse per habitat onvoldoende kan worden. Bepaal daarom eerst statistisch hoeveel data er per habitat minimaal nodig zijn, door de populatie-variatie te berekenen van de gewenste indicatoren en hiermee de betrouwbaarheidsvallen van de indicatoren te berekenen (Knotters en Brus 2012). Met deze betrouwbaarheidsintervallen per indicator kan worden ingeschat of de hoeveelheid monsters per habitat voldoende is, of nog moet worden verhoogd door (a) het samenvoegen van habitats of (b) meer meten. Voor het berekenen van deze betrouwbaarheidsintervallen van benthos indicatoren is een nieuw package beschikbaar, BENMMI (Walvoort en Van Loon 2016). Zie verder voor een eenvoudige Minimum Sample Size (Power) berekening het artikel van Nickel et al. 2014.

3.5 Cyclus

De cyclus is de periodiciteit van monitoring op jaarniveau. Voorbeelden zijn jaarlijkse monitoring, monitoring 1 x 3 jaar en monitoring 1 x 6 jaar. Jaarlijkse monitoring heeft als grote voordeel dat het benodigde aantal datapunten voor normtoetsing (3 jaar data) en trendanalyse (4 à 5 jaren) sneller bereikt zal zijn. Daarom zal in projecten, waarin relatief snelle beoordeling van de effecten van maatregelen gewenst is, vaak jaarlijkse monitoring worden toegepast.

3.6 Frequentie en periode

De frequentie is het aantal metingen per jaar. De benodigde frequentie is van belang om mogelijke seizoensvariatie goed te kunnen meten. Bv chemische stoffen en fysisch-chemische parameters tonen vaak een duidelijke seizoensvariatie, waardoor minimaal kwartaalmetingen nodig zijn om deze seizoensvariatie goed weer te geven. Voor bv benthos wordt in verband met de hoge monitoringskosten vaak volstaan met metingen in 1 seizoen dat daarvoor het meest geschikt is, vaak het najaar.

De periode geeft aan hoe de metingen over een jaar verdeeld zijn. Vaak worden kwartaalmetingen gebruikt, waarbij 1 x per kwartaal een meting wordt verricht. In bepaalde gevallen, zoals bv. fytoplankton, worden zomermetingen verricht omdat dat fytoplankton bloei kan vertonen.

3.7 Aantal datajaren

Het aantal benodigde datajaren wordt in eerste instantie bepaald door (a) de mate van natuurlijke variatie van de betreffende indicator/parameter en (b) ecosysteemkennis van de snelheid van ecologisch herstel na ingrepen in en effecten op de betreffende

gemeenschap/habitat. Door bijvoorbeeld zware storm of een strenge winter kan een specifieke benthos populatie sterk worden gereduceerd (voor een overzicht van drukken op mariene benthos, zie Van Loon et al. 2015). Verder is voor benthos inmiddels bekend dat herstel relatief langzaam verloopt en met een hersteltijd van 8 tot meer dan 15 jaar rekening moet worden gehouden (Kaiser et al. 2006, Hering et al. 2010).

Het aantal benodigde datajaren wordt verder bepaald door de gewenste statistische analyse. Voor het verkrijgen van een goed temporeel gemiddelde of toestandsbeoordeling, waarin de jaar-tot-jaar variatie voldoende is uitgemiddeld, is met grote voorkeur 3 jaar nodig (Faber et al. 2010; Herpen et al. 2009). In bepaalde gevallen kan met 2 jaar data worden volstaan, maar het betrouwbaarheidsinterval wordt daarbij 2 maal zo groot als het bij het gebruik van 3 jaar, waardoor de geaggregeerde waarde vaak relatief minder betrouwbaar wordt. Bijvoorbeeld, bij het gebruik van 2 datajaren is de kans vrij groot dat hier een afwijkend jaar in zit, wat dan niet voldoende temporeel wordt uitgemiddeld.

Voor het statistisch zinvol kunnen uitvoeren van een trendanalyse zijn minimaal 4 à 5 datajaren nodig. Met 3 datajaren is het in principe ook mogelijk om een trendanalyse uit te voeren, maar het is dan in de praktijk moeilijk om een significante trend te vinden. In het door RWS gebruikte programma Trend Analyst (Baggelaar en Van der Meulen 2012) en wordt 4,5 jaar gesteld als minimumeis voor trendanalyse.

3.8 Periode

Op basis van informatie over de cyclus (zie 3.5) en het benodigde aantal datajaren kan de minimale periode worden berekend die nodig is voor de gewenste analyse(s). Bijv. voor een normtoetsing zijn 3 datajaren nodig. Met jaarlijkse meting is dan een periode van 3 jaar voldoende om normtoetsing te kunnen uitvoeren.

3.9 Bemonsteringsstrategie

De bemonsteringsstrategie is van essentieel belang voor het verkrijgen van het gewenste type informatie (De Gruijter et al. 2006). Enkele belangrijke strategieën die RWS gebruikt zijn: random sampling, vaste locaties en raabemonstering. Iedere strategie heeft voor- en nadelen, die hieronder kort worden beschreven.

- a. Voor het verkrijgen van het meest accurate ruimtelijke gemiddelde, met de minste bias, is probability sampling (ook vaak random sampling genoemd) de beste methode.
- b. Voor het verkrijgen van de beste trendinformatie zijn vaste locaties het beste, omdat je hiermee de ruimtelijke variatie uitschakelt. Door het met experts zorgvuldig kiezen van de ruimtelijke spreiding van de locaties kan de ruimtelijke bias beperkt blijven.
- c. Raabemonstering wordt minder toegepast, maar kan bv geschikt zijn voor het kalibreren van modellen in relatief kleine projectgebieden waarin bv een model voor een vaargeul moet worden gekalibreerd. Het nadeel van raabemonstering is dat een relatief klein gebied intensief wordt bemeten. Hierdoor wordt er wel goede trendinformatie verkregen, maar is de ruimtelijke informatie naar verwachting minder goed.
- d. Raabemonstering met morfologische aanpassing. In deze methode, toegepast in de monitoring van zandsuppleties op Ameland, worden de raailocaties jaarlijks aangepast aan de gewenste morfologische posities (op de top van de zandbank, in het dal van de trog, en op de helling daartussen).

3.10 Bemonsteringsapparaat en –oppervlak

Het bemonsteringsapparaat wordt bepaald door (a) het kwaliteitselement en (b) de hoogteligging van de bemonsteringslocatie. Als voorbeeld wordt hier de bemonstering van bodemdieren besproken. Voor diepe subtidale monsters (>2 m diep) wordt met grote voorkeur de boxcorer van 0.078 m² gebruikt, omdat deze voldoende grote monsters oplevert voor een betrouwbare benthos meting, en omdat het monsteroppervlak en -volume goed is gedefinieerd. Grab samplers hebben niet de voorkeur, omdat hierbij het monstervolume minder goed is gedefinieerd, en de ondiepe delen beter worden bemonsterd dan de diepe delen (selectiviteit is niet constant). Schaven moeten bij voorkeur 30 cm diep opereren (tot waar er nog benthos voorkomt), wat alleen het geval is voor de NIOZ Triple-D schaar. Bij schaven die ondiep schaven treedt er een selectiviteit op voor de ondiep levende individuen, wat gewenst kan zijn in het geval van schelpdierssurveys, maar ongewenst kan zijn als de gehele benthische gemeenschap moet worden gemeten.

Voor ondiepe monsters (< 2 m diep) is de vacuümsteekbuis een geschikt apparaat. Let hierbij op dat er per locatie net zoveel kleine steekbuizen worden genomen, dat het totale monsteroppervlak gelijk is aan dat van een sublitorale boxcore (0,078 m²).

Voor litorale monsters zijn kleine steekbuizen geschikt. Let ook hier op dat per locatie het totale monsteroppervlak gelijk is aan dat van een sublitorale boxcore (0,078 m²).

3.11 Aantal monsters/bemonsteringsoppervlak per habitat

Het aantal monsters per habitat of gebied wordt meestal gebaseerd op expert judgement of is historische bepaald. Het is echter aan te bevelen om het aantal monsters te optimaliseren, door betrouwbaarheidsintervallen van de gemiddelde indicatorwaarde per gebied of habitat te berekenen. Deze betrouwbaarheidsintervallen kunnen zowel voor het jaargemiddelde als het driejaarsgemiddelde worden berekend. Uiteindelijk is het van belang om het betrouwbaarheidsinterval van het driejaarsgemiddelde van belang om te weten, zowel als karakterisering van de precisie van de beoordeling en als middel om de bemonsteringsinspanning zonodig aan te passen. De hier genoemde berekeningen kunnen of met reeds beschikbare benthosdata voor het betreffende gebied/habitat worden uitgevoerd, of met het eerste jaar meetdata van het projectgebied worden uitgevoerd.

Als voorbeeld wordt hier het kwaliteitselement benthos verder uitgewerkt. In Tabel 1 worden indicaties gegeven voor het kiezen van het aantal bodemmonsters voor de meting van benthos per habitat, afhankelijk van de natuurlijke variatie, grootte van het habitat en het ambitieniveau van de waterbeheerder. Het is verder van belang om informatie te gaan verzamelen over het betrouwbaarheidsinterval (90%) van de benthos indicatorwaarden en MMI-waarden die met deze bemonsteringsinspanning worden verkregen. Het nieuwe benthos optimalisatie-tool BENMMI (Walvoort en Van Loon 2015) is hiervoor geschikt en wordt aanbevolen om te gebruiken.

Tabel 1: indicaties voor het kiezen van het aantal monsters van 0,078 m² per habitat op basis van expert judgement. Het totale aantal benodigde boxcores wordt geschat door vermenigvuldiging van de verschillende gewichtsfactoren met elkaar. In het geval van kleine steekbuizen moet per locatie het aantal monsters worden gekozen om totaal circa 0,078 m² bemonsteringsoppervlak te geven. N.B.: voor meer precieze schattingen van het benodigde aantal monsters kan o.a. het gewenste betrouwbaarheidsinterval worden gebruikt, of statistisch verder uitgewerkte Power analyses (bv Nickel et al. 2014).

criterium	Toelichting	Gewichtsfactor
Basismonitoring	Het statistische minimum voor bemonstering is 3 monsters per habitat.	1
Natuurlijke variatie per essentieel ecotoop	Hoog (zoute wateren) of Laag (zoete wateren). N.B.: door het onderscheiden van essentiële habitats wordt de natuurlijke variatie deels al gereduceerd.	2 of 1
Grootte gebied	Groot of Klein Bv Waddenzee, Nieuwe Waterweg	2 of 1
Ambitieniveau RWS	Hoog of Laag Bv Waddenzee, Nieuwe Waterweg	2 of 1

3.12 Meetmethode

De fysische, chemische of biologische meetmethode. Indien beschikbaar moeten RWS standaard analyse-voorschriften gebruikt, omdat hiermee de uitwisselbaarheid met andere RWS monitoringsdata wordt geoptimaliseerd.

3.13 Aggregatiemethode

Omdat er meestal in een gebied of habitat meerdere monsters worden genomen, is er meestal aggregatie van data of indicatorwaarden nodig om een geaggregeerde waarde te maken die kan worden geanalyseerd of getoetst. Voor een illustratief overzicht van KRW-aggregatie-methoden zie Faber et al. 2013. De volgende aggregatie-methoden worden veel toegepast:

Jaargemiddelde (ruimtelijk) per gebied of habitat

N.B.: het jaargemiddelde kan op verschillende manieren worden berekend; o.a. als rekenkundig gemiddelde, mediaan (50 percentielwaarde) of een andere percentielwaarde (bv 90 percentielwaarde voor de beoordeling van watertemperatuur). Het rekenkundig gemiddelde is eenvoudigste methode en is geschikt voor het berekenen van normale betrouwbaarheids-intervallen, maar is gevoelig voor extreme waarden. De mediaan is niet gevoelig voor extreme waarden, maar mag niet worden gebruikt voor berekeningen zoals standaard deviatie, betrouwbaarheidsinterval e.d. Hiervoor moet dan een non-parametrische methode worden toegepast, zoals bv de Mean Absolute Difference. Daarom wordt zo mogelijk het rekenkundig gemiddelde aanbevolen om te gebruiken als betrouwbaarheids-intervallen gewenst zijn. In bijzondere gevallen kan de mediaan of andere percentielwaarde nodig zijn.

Driejaarsgemiddelde van jaargemiddelden

Met deze methode wordt de variatie van het meerjaarsgemiddelde, en het betrouwbaarheidsinterval, aanzienlijk verkleind (Van Herpen et al. 2010; Baggelaar et al. 2011).

Milieu-data hebben vaak een scheve verdeling, wat bv typisch het geval is voor chemische stoffen (Van Herpen et al 2010). Een belangrijk voordeel van het middelen van data en indicatorwaarden is dat door het middelen van een voldoende ruim (bv >10-15) aantal data/waarden het gemiddelde hiervan in voldoende mate een statistisch *normale verdeling* krijgt. Dit wordt in de statistiek de centrale limietstelling genoemd. Door deze voldoende normale verdeling is het statistisch verantwoord om *betrouwbaarheidsintervallen* te gaan berekenen van de betreffende gemiddelde waarden. Deze betrouwbaarheidsintervallen zijn van veel waarde om de precisie en betrouwbaarheid van de geaggregeerde data of waarden inzichtelijk te maken, en worden volgens deze handreiking standaard berekend en geregistreerd in de tabel Analyse en Beoordeling.

Zowel voor het jaargemiddelde, als het driejaarsgemiddelde kunnen betrouwbaarheidsintervallen eenvoudig worden berekend, bv in Excel. Gebruik hiervoor de Excel functie "Vertrouwelijkheid" (2 opties), of de statistische toolkit in Excel (Opties/Analysis Toolpak). In het benthos analysetool BENMMI (Walvoort en Van Loon 2015) worden standaard betrouwbaarheidsintervallen van de gekozen indicatoren berekend en gerapporteerd.

3.14 Analysemethode

De methode waarmee geaggregeerde waarden, of ongeaggregeerde meetwaarden, statistisch worden geanalyseerd. In het geval van een normtoetsing wordt de geaggregeerde waarde direct met de norm vergeleken, en wordt er geen analyse uitgevoerd. De analysemethode levert bepaalde analyseresultaten op, zoals bv de helling van een trend, de significantie van een trend, en de correlatiecoëfficiënt.

Veelgebruikte analysemethoden zijn:

- a. Betrouwbaarheidsinterval van de geaggregeerde waarde (voor de gespecificeerde betrouwbaarheid)
- b. Trendanalyse – lineaire regressie
- c. Trendanalyse – Mann Kendall (non-parametrische methode) met Sen-Teil hellingschatting
- d. Correlatieanalyse: het berekenen van de correlatie-coëfficiënt (R^2) tussen een reeks van twee gepaarde indicatorwaarden.
- e. Multilineaire regressie (MLR): Eenvoudige, transparante en effectieve multi-variate methode om meerdere indicatoren te combineren in een multi-metrische index (zie bijv. BENMMI, Walvoort en Van Loon 2016).
- f. Multidimensional scaling (MDS): Een multivariatie presentatie-methode waarbij diverse factoren worden gecomprimeerd tot een 2-dimensionale figuur (Sammon 1963). De MDS figuren zijn kwalitatief illustratief om verschillende clusters van soorten zichtbaar te maken, bv in verschillende habitats of uitbijters in benthos monsters.
- g. Principale component analyse (PCA): Het multivariaat correleren van diverse indicatoren en het resultaat in 1 figuur (principale componenten plot) presenteren. Deze methode is geschikt voor exploratieve data-analyse. Het nadeel van deze methode is dat de

correlaties tussen de verschillende indicatoren niet kwantitatief worden gegeven zoals bijv. in correlatieanalyse.

3.15 Indicatordeel

In het geval van beoordeling wordt de geaggregeerde waarde van een indicator of (b) een analyseresultaat vergeleken met een norm, klassegrens of een ander indicatordeel. In het geval van een norm is er een binaire beoordeling: de geaggregeerde waarde van de indicator kan als Goed of Niet Goed worden beoordeeld. In het geval van meerdere kwaliteitsklassen (zoals bv in KRW ecologische maatlaten) zijn er meerdere normen die de verschillende klassen afbakenen. Echter ook in dit geval gaat het om de klassegrens Goed – Niet Goed, de overige klassegrenzen zijn van minder belang. Daarom wordt er in deze handreiking alleen gesproken over de norm Goed – Niet Goed.

Veelgebruikte typen indicatordeelen zijn:

- | | |
|--|-------------------------|
| a. Geaggregeerde waarde </> Norm | |
| b. Helling </> waarde | |
| c. Significantie (p) <waarde | ($0 < p < 1$) |
| d. Betrouwbaarheid (geschat als 1-p) >waarde | (Betrouwbaarheid 1-99%) |
| e. Correlatiecoëfficiënt > waarde | ($0 < R^2 \leq 1$) |

Toelichting:

b. de helling moet kleiner of groter zijn dan de gespecificeerde waarde. Bv in het geval van geen achteruitgang van een kwaliteitsindicator.

c, d. Er wordt in bepaalde gevallen een eis aan de significantie (p-waarde) van een trend gesteld. Het advies is hier om geen onnodig hoge eisen te stellen aan de significantie, omdat hiermee de benodigde meetinspanning groter zal worden. Een p-waarde van < 0.1 of < 0.2 kan al bruikbaar zijn, omdat dit een geschatte betrouwbaarheid van de trend van 1-p (respectievelijk $> 90\%$ en $> 80\%$) geeft. In de statistiek wordt momenteel geleidelijk aan minder waarde gehecht aan de trendsignificantie.

d. De correlatiecoëfficiënt R^2 is een belangrijke maat voor de precisie van een correlatie tussen 2 variabelen; en ook voor de verklaarde variantie in de Y-variabele door de X-variabele. Hoe groter de waarde van R^2 , hoe beter de 2 variabelen correleren en elkaar verklaren. Enkele voorbeelden: bij een $R^2 = 1$ liggen alle punten op een rechte lijn. Bij een R^2 van 0.5 wordt 50% van de variantie in Y verklaard door de variantie in X. Een $R^2 > 0.25$ geeft al een bruikbare correlatie aan. Als alternatief voor R^2 wordt ook vaak de Pearson correlatiecoëfficiënt r gebruikt. Maar om statistische redenen heeft R^2 de voorkeur.

3.16 Integratiemethode per deelvraag en per vraag

Per deelvraag moeten de uitkomsten van de indicatoren die worden beoordeeld worden geïntegreerd tot 1 beoordeling per deelvraag. Antwoorden op kennisvragen worden in principe niet geïntegreerd. Enkele voor de hand liggende methoden hiervoor zijn:

- One Out All Out: alle beoordelingsindicatoren moeten Goed scoren.
- Two Out All Out: 1 beoordelingsindicator mag Niet Goed scoren.
- Bijv. Indicatoren 1 en 3 moeten Goed scoren; Indicator 2 mag zowel Goed of Niet Goed scoren.
- Percentage van het aantal beoordelingsindicatoren per vraag dat Goed moet scoren

Echter andere integratie-methoden, indien logisch en meer geschikt dan bovenstaande methoden en goedgekeurd door de projectleider, mogen ook worden toegepast.

N.B.: er wordt in deze handreiking geen integratie meer uitgevoerd van antwoorden op projectvragen naar het projectdoel, omdat dit als niet meer zinvol wordt beschouwd

4. MONITORINGSPROGRAMMA

Het product van de Informatieverzamelstrategie is het Monitoringsprogramma.

5. MEETPLAN

Het meetplan is het praktisch uit te voeren en in detail uitgewerkte monitoringsprogramma.

6. INWINNING

De inwinning van data en/of informatie via meten, modelleren, databases of literatuur.

7. DATAOPSLAG EN –BEHEER

Deze fase wordt niet beschreven in deze handreiking.

8. UITVOERING ANALYSE EN BEOORDELING

In onderstaande stappen worden de resultaten van de bij 3 gespecificeerde Aggregatiemethode, Analyse- en Beoordelingsmethoden, en Integratiemethoden gegeven.

8.1 Geaggregeerde waarde(n)

8.2 Analyseresulta(a)t(en)

8.3 Beoordeling(en)

8.4 Integratie-resultaat Deelvraag

8.5 Integratie-resultaat Vraag

9. DATA- EN INFORMATIEOVERDRACHT

Deze stap wordt verder niet behandeld in deze handreiking.

10. KWALITEITSBORGING

Kwaliteitsborging is een activiteit die in iedere fase van de Informatie- en Monitoringscyclus van belang is. Het wordt erg aanbevolen om *peer review* om het *concept Ontwerp Analyse en Beoordeling* door (a) de projectleider EN (b) twee onafhankelijke en ervaren specialisten op het gebied van het monitoringsproject, van binnen of buiten RWS, te laten reviewen. Het commentaar van de reviewer moet dan of worden verwerkt of weerlegd door de schrijvers van het Ontwerp Analyse en Beoordeling. De verwerking van het commentaar door de schrijvers van het ontwerp Analyse en Beoordeling wordt gecontroleerd door beide reviewers, en uiteindelijk geaccordeerd door de projectleider van RWS. Peer review zal naar verwachting een duidelijke verbetering van de kwaliteit en effectiviteit van het Ontwerp Analyse en Beoordeling hebben, en wordt daarom erg aanbevolen.

Na de uitvoering van de Analyse en Beoordeling moet eveneens een *peer review* van het *concept product* worden uitvoeren. Deze *peer review* wordt eveneens door de projectleider uitgevoerd, en twee specialisten van binnen of buiten RWS. De verwerking van de commentaren door de uitvoerende partij wordt weer gecontroleerd door beide reviewers, en geaccordeerd door de projectleider van RWS. Ook deze peer review wordt aanbevolen.

Peer review van rapportages wordt vaak toegepast, bijvoorbeeld standaard door Deltares en IMARES.

2.3 Toelichting gebruik Tabel Analyse en Beoordeling

In het formulier Analyse en Beoordeling wordt *per projectvraag 1 tabblad* gebruikt, waarin overzichtelijk en compleet alle fasen en stappen van de Informatie- en Monitoringcyclus in kolomvorm worden getoond. Per indicator wordt 1 kolom gemaakt en ingevuld. Per indicator kunnen zo nodig meerdere analyses in dezelfde kolom/cel worden vermeld, om zodoende deze tabel redelijk compact te houden.

N.B.: in deze handreiking wordt geïntegreerd tot op het niveau van 1 vraag, maar niet over meerdere vragen heen. Dit laatste wordt niet meer zinvol geacht.

Voor toepassing in Analyse en Beoordeling moeten de fasen Informatiebehoefte, Informatieverzamelstrategie en Analyse en Beoordeling volledig worden ingevuld. De overige fasen hoeven niet te zijn ingevuld.

De vragen en deelvragen worden voor de overzichtelijkheid van de tabel Analyse en Beoordeling geplaatst in een apart tabblad. N.B.: er worden eenvoudige vraagnummers (1, 2, 3...) en deelvraagnummers (1.1, 1.2, 1.3...) gebruikt voor de duidelijkheid.

Voor de makkelijke leesbaarheid worden in principe geen codes gebruikt in dit formulier. Bij herhaling van methoden etc wordt het teken “%” gebruikt.

Motivatie kan per keuze optioneel worden toegevoegd, als een Opmerking bij het betreffende Excel veld. Deze opmerking is zichtbaar op het scherm en bij afdrukken als een rood driehoekje in de rechterbovenhoek van de betreffende cel.

NB: voor het kopiëren van informatie in deze tabel naar een Word document kunnen zo nodig niet gebruikte kolommen en velden worden verborgen.

2.4 Voorbeelden invulling Tabel Analyse en Beoordeling

In deze tabellen worden de stappen gevolgd zoals beschreven in deze handreiking. Er worden twee voorbeelden gegeven voor respectievelijk benthos en zandsuppleties. Iedere kolom beschrijft 1 indicator. % betekent een herhaling van een veld erboven of ervoor. N.B.: deze voorbeelden zijn fictief!

Voorbeeld 1: Benthos

FASE – STAP	Invulling stap	Invulling stap
1. WATERMANAGEMENT		
2. INFORMATIE-BEHOEFTTE		
2.1 Vraag	Zie tabblad Vragen-Deelvragen	Zie tabblad Vragen-Deelvragen
2.2.2 Deelvraagbeschrijving	%	%
2.2.1 Deelvraagnummer	1.1	1.2
2.3 Beoordelings-/kennisvraag	B	B
3. INFORMATIE-VERZAMELSTRATEGIE		
3.1 Indicator	Soortenrijkdom	Totale biomassa
3.2 Parameter(s) voor indicator	Benthos soorten + abundantie per soort	Benthos soorten + biomassa per soort
3.3 Gebied	Voordelta Natuurcompensatiegebied	Voordelta Natuurcompensatiegebied
3.4 Habitat(s) per gebied	Ondiep (<3 m) en diep (>3 m)	Ondiep (<3 m) en diep (>3 m)
3.5 Cyclus	Jaarlijks	Jaarlijks
3.6 Frequentie en periode	1 x per jaar; najaar (sept-okt)	1 x per jaar; najaar (sept-okt)
3.7 Aantal datajaren	5	5
3.8 Periode	2000-2004	2000-2004
3.9 Bemonsteringsstrategie	Vaste locaties	Vaste locaties
3.10 Bemonsteringsapparaat en -oppervlak	Boxcorer (diep, 0078 m2) Vacuümsteekbuis (ondiep; 0.02 m2)	Boxcorer (diep, 0078 m2) Vacuümsteekbuis (ondiep; 0.02 m2)
3.11 Aantal monsters/bemonsteringsoppervlak per habitat	Volgens richtlijn: 6 per habitat; 0.5 m2.	Volgens richtlijn: 6 per habitat; 0.5 m2.
3.12 Inwinningmethode	Benthos RWSV	Benthos RWSV
3.13 Aggregatiemethode	Jaargemiddelde	Jaargemiddelde
3.14 Analysemethode	Trendanalyse-Mann Kendall	Trendanalyse-Mann Kendall
3.15 Indicatordeel	Helling >0, p<0.2	Helling >0, p<0.2
3.16.1 Integratiemethode per deelvraag	Alle beoordelingsindicatoren Goed	Alle beoordelingsindicatoren Goed
3.16.2 Integratiemethode per vraag	Vraag 1.1 Goed, Vraag 1.2 Goed	Vraag 1.1 Goed, Vraag 1.2 Goed
4. MONITORINGSPROGRAMMA	Product van de Informatieverzamelstrategie	
5. MEETPLAN	Gedetailleerd praktisch meetprogramma	
6. INWINNING		
7. DATAOPSLAG EN –BEHEER		
8. UITVOERING ANALYSE EN BEOORDELING		

FASE – STAP	Invulling stap	Invulling stap
8.1 Geaggregeerde waarde(n)	PM	PM
8.2 Analyseresultaat(en)	+.1.5 per jaar; p=0.15	+.3; p=0.55
8.3 Beoordeling(en)	Goed	Niet Goed
8.4 Integratie-resultaat deelvraag	Niet Goed	Niet Goed
8.5 Integratie-resultaat vraag	PM	PM
9. DATA- EN INFORMATIE-OVERDRACHT	PM	PM
10. KWALITEITSBORGING	Peer review	Peer review

Voorbeeld 2: Zandsuppleties

FASE – STAP	Invulling Stap	Invulling Stap
1. WATERMANAGEMENT		
2. INFORMATIE-BEHOEFTTE		
2.1 Vraag	Zie tabblad Vragen-Deelvragen	Zie tabblad Vragen-Deelvragen
2.2.2 Deelvraagbeschrijving	%	%
2.2.1 Deelvraagnummer	2.1	2.2
2.3 Beoordelings-/kennisvraag	B	B
3. INFORMATIE-VERZAMELSTRATEGIE		
3.1 Indicator	Duinvoetvolume + duinvoetpositie	MKL posities
3.2 Parameter(s) voor indicator	posities meetpunten	geodetische opnames x, y, z, posities meetpunten
3.3 Gebied	Zandmotor, duinen, vooroever	Zandmotor, duinen, vooroever
3.4 Habitat(s) per gebied	Zand	Zand
3.5 Cyclus	Jaarlijks	Jaarlijks
3.6 Frequentie en periode	1 x per jaar	1 x per jaar
3.7 Aantal datajaren		
3.8 Periode	1990-2010 (T0), 2011-2016 (T1)	1990-2010 (T0), 2011-2016 (T1)
3.9 Bemonsteringsstrategie	Vlakdekkend meten	Vlakdekkend meten
3.10 Bemonsteringsapparaat en -oppervlak	NVT	NVT
3.11 Aantal monsters/bemonsteringsoppervlak per habitat	Vlakdekkend meten	Vlakdekkend meten
3.12 Meetmethode	JARKUS, LIDAR, Argus	JARKUS, LIDAR, Argus
3.13 Aggregatiemethode	Temporele aggregatie (5 j) per duinvoetpositie en duinvolume (nog gedetailleerder invullen)	Temporele aggregatie (1j) positie MKL
3.14 Analysemethode	Voor/Na & trend 1990-2015: regressieanalyse, overschrijdingskans	Voor/Na & trend 1990-2015: regressieanalyse. overschrijdingskans
3.15 Indicatordeel	Minimaal gelijk blijven t.o.v. de voorgaande (ref)periode	Suppletie-volume neemt af
3.16.1 Integratiemethode per deelvraag	Beide indicatoren Goed	NVT (want maar 1 indicator)
3.16.2 Integratiemethode per vraag	Nader te bepalen	Nader te bepalen
4. MONITORINGSPROGRAMMA		
5. MEETPLAN		
6. INWINNING		
7. DATAOPSLAG EN –BEHEER		
8. UITVOERING ANALYSE EN		

FASE – STAP	Invulling Stap	Invulling Stap
BEOORDELING		
8.1 Geaggregeerde waarde(n)	PM Verwijzing rapport/tabel	PM Verwijzing rapport/tabel
8.2 Analyseresultaat(en)	PM	PM
8.3 Beoordeling(en)	Goed	Goed
8.4 Integratie-resultaat deelvraag	Goed	NVT
8.5 Integratie-resultaat vraag	Nader te bepalen	Nader te bepalen
9. DATA- EN INFORMATIE- OVERDRACHT	PM	PM
10. KWALITEITSBORGING	Peer review	Peer review



3 Referenties

N.B.: in principe zijn alle publicaties (in opdracht) van RWS te vinden in: <http://publicaties.minienm.nl>.

A. Borja, T. Prins, N. Simboura, J.H. Andersen, T. Berg, J.C. Marques, J.M. Neto, N. Papadopoulou, J. Reker Johnny, H. Teixeira, L. Uusitalo, 2014. Tales from a thousand and one ways to integrate marine ecosystem components when assessing the environmental status, *Frontiers in Marine Science*, vol. 1(2014) p. 72.

EU, 2013. RICHTLIJN 2013/39/EU VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 12 augustus 2013 tot wijziging van Richtlijn 2000/60/EG en Richtlijn 2008/105/EG wat betreft prioritair stoffen op het gebied van het waterbeleid

P. Baggelaar, O. van Tongeren, R. Knoben en W. van Loon, 2010. Betrouwbaarheid van KRW-beoordelingen etc, H₂O.

P.K. Baggelaar and E.C.J. van der Meulen, 2014. Evaluation and fine-tuning of a procedure for statistical analysis of beach litter data, Report AMO/Icastat.

P.K. Baggelaar en E.C.J. van der Meulen, 2012. Trendanalist Gebruikershandleiding, AMO/Icastat.

A. Boon, A. Gittenberger and W.M.G.M. van Loon, Review of marine benthic indicators and metrics for the WFD and design of an optimized BEQI, report, Deltares, 2011.

J. de Gruijter, D. Brus, M. Bierkens and M. Knotters, 2006. Sampling for natural resource monitoring, Springer.

W. Faber, D. Wielakker, A. Bak, J.L. Spier, C. Smulders, 2011; update 2014. Richtlijn KRW Monitoring Oppervlaktewater en Protocol Toetsen & Beoordelen.

J. Graveland, A. Mulder, A. I. van Splunder (2014). De informatiecyclus: opbouw, rolverdeling binnen RWS, definities. Memo Rijkswaterstaat, versie 19 november 2014.

D. Hering, A. Borja, J. Carstensen, J., et al., 2010. The European Water Framework Directive at the age of 10: a critical review of the achievements with recommendations for the future. *Sci. Total Environ.* 408, 4007–4019.

M.J. Kaiser, K.R. Clarke, H. Hinz, M.C.V. Austen, P.J. Somerfield, I. Karakassis, I., 2006. Global analysis of response and recovery of benthic biota to fishing. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 311, 1–14.

M. Knotters en D. Brus, 2012. KRW-monitoring rivieren: analyse van het benodigde aantal macrofaunamonsters. Alterra-rapport 2368, Wageningen.

A. Mulder, I. van Splunder (2015). Kaderdocument 'Toepassing Informatieverzamelstrategie'. Rijkswaterstaat, Versie 2.0, januari 2015.

D. van der Molen et al., 2012. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kader Richtlijn Water 2015-2021, Stowa rapport 2012-31.

Mystat statistical freeware. <http://www.systat.com/MystatProducts.aspx>

S. Nickel, A. Hertel, R. Pesch, W. Schröder, E. Steinnes, H.T. Uggerud, 2015. Correlating concentrations of heavy metals in atmospheric deposition with respective accumulation in moss and natural surface soil for ecological land classes in Norway between 1990 and 2010. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2015 Jun;22(11):8488-98. doi: 10.1007/s11356-014-4018-x.

F. van Herpen, O. van Tongeren, R. Knoben, P. Baggelaar en W. van Loon, Quick Scan Precisie en Betrouwbaarheid KRW-monitoringsprogramma's, Rapport, Haskoning, 2009.

W.M.G.M. van Loon, A.R. Boon, A. Gittenberger, D.J.J. Walvoort, M. Lavaleye, G.C.A. Duineveld, A.J. Verschoor, Application of the Benthic Ecosystem Quality Index 2 to benthos in Dutch transitional and coastal waters, *Journal of Sea Research*, Volume 103, September 2015, Pages 1-13, ISSN 1385-1101, <http://dx.doi.org/10.1016/j.seares.2015.05.002>.

J.W. Sammon (1969) A non-linear mapping for data structure analysis. *IEEE Trans. Comput.*, C-18 401–409.

I. van Splunder, 2015. Werkwijzer Mariene Monitoring.

I. van Splunder, J. Graveland, 2013. Kaderdocument 'Vraagarticulatie'. Rijkswaterstaat. Versie april 2013.

D. Walvoort en W. van Loon, 2016. User manual BENMMI package: an optimization tool voor benthos Multi-Metric Indices. <http://publicaties.minienm.nl/documenten/user-manual-benmmi>

D. Walvoort en W. van Loon, 2014. Confidence tool. <http://cran.r-project.org/web/packages/confidence/index.html>

Smith (2015). Statistical Analysis Handbook: <http://www.statsref.com/HTML/index.html?introduction.html>

A Voorbeelden van indicatoren

De indicatorkeuze wordt bepaald door de projectvraag. Een indicator is een meetbare en toetsbare maat voor veranderingen in het milieu. In deze tabel worden veel gebruikte indicatoren en parameters weergegeven voor het in kaart brengen van de diverse elementen van het (mariene) milieu afgeleid van indicatoren uit de KRM, KRW en OSPAR gebaseerd op Tsangaris et al. (2014). De woorden die in *italics* zijn weergegeven worden niet gebruikt binnen OSPAR, maar wel in andere regionale zeeën.

Thema	Component	Sub-thema	Te meten indicator/parameter
Biodiversiteit, soorten en soortgroepen	<ul style="list-style-type: none"> • Zeezoogdieren • Vis • Cephalopoden • Vogels 	Verspreidingsgebied	<ul style="list-style-type: none"> • Voortplantingsgebied • Verharingsgebieden • Strandingssgegevens en strandingsgebied • Relatieve abundantie en populatie trends
	<ul style="list-style-type: none"> • Zeezoogdieren • Vis • Cephalopoden • Vogels 	Populatie abundantie en/of biomassa	<ul style="list-style-type: none"> • Aantal soorten • Biomassa • Stabiele isotopen • Maaginhoud (vis)
	<ul style="list-style-type: none"> • Zeezoogdieren • Vis • Cephalopoden • Vogels 	Demografische karakteristieken populatie (uitgedrukt in gewichts- of lengteklasse structuur, sex ratio, vruchtbaarheid, overleving/mortaliteit)	<ul style="list-style-type: none"> • Aantal pups • Bijvangst • Jaarlijks broedsucces • Jaarlijkse faalkans • Observaties van aanwezigheid/afwezigheid van niet inheemse of invasieve soorten • Aandeel grote individuen (vis) • Gemiddelde maximum lengte vis en haaien/roggen • Biomassa • Stabiele isotopen of analyse maaginhoud (vis)
Biodiversiteit, habitats en ecosystemen	<ul style="list-style-type: none"> • Waterkolom habitats • Plankton 	Verspreidingsgebied	<ul style="list-style-type: none"> • Abundantie of biomassa (per taxon) • Biodiversiteitsindices
	<ul style="list-style-type: none"> • Zeebodem • Waterkolom habitats • Plankton 	Habitat (toestand typische soorten en gemeenschappen)	<ul style="list-style-type: none"> • Gegevens over menselijke activiteiten (bijv. EIAs) • Biologische gegevens (soortensamenstelling en relatieve abundantie)

	<ul style="list-style-type: none"> • Vis 		<ul style="list-style-type: none"> • Milieu (abiotische karakteristieken substraat en water) en verstoring karakteristieken • Biodiversiteitsindex • Soorten en distributie • Aantal individuen per grootteklasse (vis) • Gemiddelde maximale lengte (vis)
		Habitat (fysieke, hydrologische en chemische omstandigheden)	<ul style="list-style-type: none"> • Oppervlakte van beschadigd gebied (bijzonder en veelvoorkomend): bemonstering en modellering

Thema	Component	Sub-thema	Te meten indicator/parameter
Commerciële visserij en schelpdiervisserij	<ul style="list-style-type: none"> • Vis • Schelpdieren • Schaaldieren 	Vissterfte Paaibiomassa	<ul style="list-style-type: none"> • Ton • F-MSY • B-MSY
Eutrofiëring	<ul style="list-style-type: none"> • Nutriëntconcentratie in de waterkolom • Nutriëntratio's (silicium, nitraat en fosfor), waar toepaselijk 	Nutriënt niveau	<ul style="list-style-type: none"> • PO4 • TP • NH4 • NO2 • NO3 • TN • DIN • DON • DOM • POC • TIP • DIP • SI • Fosfaat compositie • Secchi diepte
	<ul style="list-style-type: none"> • Chlorofylconcentratie in de waterkolom • Water transparantie 	Directe effecten van nutriëntverrijking	<ul style="list-style-type: none"> • Chl a • Fytoplankton biomassa • Fytoplankton biovolume

Thema	Component	Sub-thema	Te meten indicator/parameter
	<p>gerelateerd aan toename in pelagische algen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abundantie van opportunistische macroalgen • Soortverschuiving in bloeicompositie bijv. diatomee-flagellaat ratio, bentische tot pelagische verschuiving, en ook toxische algenbloei veroorzaakt door menselijke activiteiten 		<ul style="list-style-type: none"> • Pelagische en bentische verschuiving • Fytoplankton aanwezigheid • Fytoplankton bloei • Aanwezigheid toxische algen • Bloei cyanobacteriën • % Dinoflagellaten, • Fytoplankton kwaliteit • Fycocyanine • Eutro_plankton index • Fytoplankton natgewicht • Fytoplankton koolstofinhoud • Fytoplankton cel volume, • Fytoplankton soortsniveau bepaling • Fytoplankton relatieve abundantie • Fytoplankton relatieve biomassa

Thema	Component	Sub-thema	Te meten indicator/parameter
Eutrofiëring	<ul style="list-style-type: none"> • Aanwezigheid van meerjarige zeeieren en zeegrassen negatief beïnvloedt door afname in watertransparantie • Opgeloste zuurstof, o.a. verandering als gevolg van toename in afbraak organisch materiaal en grootte van het beïnvloede gebied 	Indirecte effecten van nutriëntverrijking	<ul style="list-style-type: none"> • DO • BOD • BEQI2 • (m)AMBI • COD • <i>Zuurstofloosheid</i> • Totaal vaste stoffen in oplossing • <i>Organisch gehalte</i> • Benthossterfte • Abundantie meerjarige zeeieren • <i>Fytobenthos distributie</i> • Zeegrasdistributie

Thema	Component	Sub-thema	Te meten indicator/parameter
			<ul style="list-style-type: none"> • Macroalgen distributie • MM Skew index • Macroalgen conditie
Gevaarlijke stoffen	<ul style="list-style-type: none"> • Concentratie van contaminanten in de relevante matrix (zoals biota, sediment en water) 	Concentratie contaminanten	<ul style="list-style-type: none"> • Gechlorineerdeparaffines • Chlorobifeniels • Cyclodienes • DDTs, • Herbicides • Hexachlorohexaans • Metalen en metaalachtigen • Monocyclische aromatische koolwaterstoffen • Organische esters • Organische bromiden • Organische chloren • Organische fluorides • Organisch-metaalachtige stoffen • Organische fosfatische pesticiden • Pesticiden (algemeen) • PAHs • Triazine pesticides

Thema	Component	Sub-thema	Te meten indicator/parameter
Gevaarlijke stoffen	<ul style="list-style-type: none"> • Effecten van vervuiling op relevante ecosysteem component(en), waarbij de biologische processen en taxonomische groepen waar een oorzaak-effect relatie is vastgesteld in acht worden 	Effecten van contaminanten	Zeer sterk gerelateerd aan de projectvraag/deelvraag/toetsvraag

Thema	Component	Sub-thema	Te meten indicator/parameter
	<p>genomen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aanwezigheid, oorspong (waar mogelijk), omvang van significante acute vervuiling (bijv. olie lek) en hun impact op biota die fysiek beïnvloed worden door deze vervuiling 		
	<ul style="list-style-type: none"> • Daadwerkelijke niveaus van contaminanten die zijn gemeten en aantal contaminanten dat de maximale toegestane waarde hebben overschreden. • Frequentie van het overschrijden van het regelgevend niveau 	<p>Niveau, aantal en frequentie van contaminanten</p>	<p>Zeer sterk gerelateerd aan de projectvraag/deelvraag/toetsvraag</p>
<p>Fysisch</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Trend kustlijn • Morfologie • Sedimenteigenschappen • Hydrodynamiek 		<ul style="list-style-type: none"> • Liggingkustlijn • Bodemligging • Bodemschuifspanning • Bodemruwheid • Korrelgrootteverdeling, • Erosie/sedimentatiedynamiek • Sedimentvolume • Slibgehalte • Temperatuur • Zoutgehalte • Doorzicht • Frontvorming en stratificatie • Getij • Stromingsrichting

Thema	Component	Sub-thema	Te meten indicator/parameter
			<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="1382 387 1597 411">• Stroomsnelheid<li data-bbox="1382 419 1576 443">• Golfdynamiek

B Digitaal: Format Tabel Analyse en Beoordeling (apart Excel bestand)

Deze bijlage is te downloaden van:

<http://publicaties.minienm.nl/documenten/handreiking-analyse-en-beoordeling-in-monitoringsprojecten-bijlage-b>