



**Richtlijn 2400**  
**Metingen geofysische en on site meettechnieken**

**SIKB-Handreiking 2402**

**Handreiking**  
**Uitvoering metingen met de**  
**Multi Parameter Probes (MPP)**

## Colofon

### Eigendomsrecht

Deze handreiking is opgesteld in opdracht van en uitgegeven door de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB). Het Centraal College van Deskundigen (CCvD) en Accreditatiecollege Bodembeheer, ondergebracht bij SIKB, beheert deze handreiking inhoudelijk. De actuele versie van deze handreiking staat op de website van SIKB ([www.sikb.nl](http://www.sikb.nl)) en is op elektronische wijze tegen ongewenste aanpassingen beschermd. Het is niet toegestaan om wijzigingen aan te brengen in de originele en door het CCvD en Accreditatiecollege Bodembeheer goedgekeurde en vastgestelde teksten met het doel hieraan rechten te (kunnen) ontlenen.

### Vrijwaring

SIKB is behoudens in geval van opzet of grove schuld niet aansprakelijk voor schade die bij de gebruiker of derden ontstaat door het toepassen van dit document.

### © Copyright 2025 SIKB

Overname van tekstdelen is toegestaan met bronvermelding. Alle rechten berusten bij SIKB.

### Bestelwijze

Dit document is in digitale vorm kosteloos te verkrijgen op bij SIKB ([www.SIKB.nl](http://www.SIKB.nl)).

### Helpdesk/gebruiksaanwijzing

Voor vragen over inhoud en toepassing van dit document kunt u terecht bij SIKB.

## Inhoudsopgave

<b>1.</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>4</b>
1.1	<i>Doel en onderwerp.....</i>	4
1.2	<i>Reikwijdte.....</i>	5
1.3	<i>Leeswijzer.....</i>	5
<b>2.</b>	<b>Samenhang met normatieve verwijzingen.....</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Termen, definities en afkortingen.....</b>	<b>7</b>
3.1	<i>Termen en definities .....</i>	7
3.2	<i>Afkortingen.....</i>	8
<b>4.</b>	<b>Geëiste prestatiekenmerken .....</b>	<b>9</b>
<b>5.</b>	<b>Opleidingseisen uitvoerder MPP metingen.....</b>	<b>10</b>
<b>6.</b>	<b>Werkvoorbereiding .....</b>	<b>11</b>
6.1	<i>Voorinformatie.....</i>	11
6.2	<i>Toestellen en hulpmiddelen.....</i>	12
<b>7.</b>	<b>Monstername en monstervoorbehandeling .....</b>	<b>13</b>
<b>8.</b>	<b>Meetprocedure .....</b>	<b>14</b>
<b>9.</b>	<b>Kwaliteitscontrole .....</b>	<b>15</b>
9.1	<i>Eerstelijnscontrole.....</i>	15
9.2	<i>Tweedelijnscontrole .....</i>	17
9.3	<i>Derdelijnscontrole .....</i>	18
<b>10.</b>	<b>Meetresultaten en berekeningen .....</b>	<b>19</b>
<b>11.</b>	<b>Meetrapport .....</b>	<b>20</b>
11.1	<i>Kerngegevens.....</i>	20
11.2	<i>Meetresultaten .....</i>	20
<b>12.</b>	<b>Referenties.....</b>	<b>21</b>
	<i>Bijlage A. Geëiste prestatiekenmerken van de multiparameter probes.....</i>	22

# 1. Inleiding

## 1.1 Doel en onderwerp

Geofysische en on-site meettechnieken worden binnen het werkterrein van milieuhygiënisch bodemonderzoek relatief weinig toegepast. Deze technieken hebben zich echter al wel bewezen binnen zowel bodemonderzoek als andere aanverwante werkvelden (o.a. archeologie, wegenbouw, materiaalidentificatie, etc.). Ze bieden kansen voor punt-, lijn- en vlakdekkende metingen, en voor het veel nauwkeuriger in kaart brengen van kenmerken en kwaliteiten van bodem en grondwater dan met de klassieke meettechnieken.

Om de kansen die geofysische en on-site meettechnieken bieden voor het werkterrein bodembeheer van SIKB te kunnen 'verzilveren', heeft SIKB handreikingen voor het uitvoeren van metingen met de volgende geofysische en on-site meettechnieken uitgebracht:

- Handheld Röntgen Fluorescentie XRF (HXRF);
- Multiparameter probes (MPP);
- Photo Ionisation Detector (PID).

De voorliggende handreiking beschrijft de eisen voor metingen met de Multiparameter probes (MPP).

Een MPP bestaat uit meerdere sensoren/elektrodes waarmee diverse parameters kunnen worden gemeten in grond of grondwater. De probe kan in de grond worden geplaatst/gestoken of in een peilbuis (of doorstroomcel) worden geplaatst. Met een multimeter of logger kunnen de meetwaarden worden uitgelezen/gelogd. MPP's kunnen uitgerust zijn met verschillende sensoren/elektrodes, waaronder de zuurgraad (pH), elektrische geleidbaarheid (Ec), temperatuur (T), Redox, opgelost zuurstof (DO) en troebelheid in grondwater en de pH, Ec, T, Redox en (volumetrisch) bodemvocht in de grond. De eisen aan het bepalen van deze parameters worden hier beschreven.

### **Doel van deze handreiking**

Dit document is ontwikkeld om een goede uitvoering te bevorderen bij het analyseren van grond en grondwater met MPP's. Door de gestelde eisen op te volgen, kunnen met MPP's de parameters pH, Ec, T, Redox, DO en troebelheid in grondwater en pH, Ec, T, Redox en bodemvocht in grond op zodanige wijze worden geanalyseerd dat de kans op milieuschade door onbetrouwbare onderzoeksresultaten wordt verkleind.

### **Reikwijdte**

De in dit document beschreven eisen hebben betrekking op MPP-metingen in het kader van milieuhygiënisch bodemonderzoek.

### **Doelgroepen**

Veldwerkbureaus/adviesbureaus kunnen door het volgen van de eisen in deze handreiking zorgen voor een kwalitatief goede uitvoering van metingen met de MPP, waardoor de analyseresultaten van de MPP-metingen betrouwbaar zijn.

Opdrachtgevers kunnen bij het uitzetten voor een opdracht waarin toepassing van de MPP voor bodemonderzoek is gewenst, aangeven dat metingen met de MPP volgens deze handreiking uitgevoerd moet worden.

## 1.2 Reikwijdte

De in dit document beschreven eisen hebben betrekking op MPP-metingen in het kader van milieuhygiënisch bodemonderzoek.

## 1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de samenhang met normatieve verwijzingen. Hoofdstuk 3 geeft een toelichting op de gebruikte termen, definities en afkortingen in deze handreiking.

De hoofdstukken 4 t/m 11 beschrijven de eisen voor toepassing van de MPP. Deze eisen hebben betrekking op:

- 1) De geëiste prestatiekenmerken (hoofdstuk 4);
- 2) De opleidingseisen uitvoerder MPP-metingen (hoofdstuk 5);
- 3) De werkvoorbereiding (hoofdstuk 6);
- 4) De monstername en monstervoorbehandeling (hoofdstuk 7);
- 5) De meetprocedure (hoofdstuk 8);
- 6) De kwaliteitscontrole (hoofdstuk 9);
- 7) Meetresultaten en berekeningen (hoofdstuk 10);
- 8) Meetrapport (hoofdstuk 11).

## 2. Samenhang met normatieve verwijzingen

### **Nederlandse en internationale normen**

De volgende normatieve documenten bevatten bepalingen die, doordat ernaar wordt verwezen, tevens bepalingen van dit document zijn. Op het ogenblik van publicatie van onderhavig document waren de vermelde versies van kracht. Alle normatieve documenten kunnen echter worden herzien; partijen die overeenkomsten sluiten op basis van dit document wordt daarom aanbevolen na te gaan of het mogelijk is de meest recente versie van de onderstaande normatieve documenten toe te passen.

NEN 5744: 2011 *Bodem – Monsterneming van grondwater*

NEN 6603: 2010 *Milieu en voedingsmiddelen – Eerstelijnscontrole met controlekaarten voor chemische en microbiologische analyses*

NEN 7777:2012 *Milieu en voedingsmiddelen – Prestatiekenmerken van meetmethoden*

NEN 7778: 2014 *Milieu – Gelijkwaardigheid van meetmethoden*

NEN 7779: 2018 *Milieu – Meetonzekerheid*

NEN-EN 7888: 1994 *Water – Bepaling van het elektrisch geleidingsvermogen*

NEN-ISO 10390: 2021 *Bodem – Bepaling van de pH waarde*

NEN-EN-ISO 10523: 2012 *Water – Bepaling van de pH*

NEN-EN 17075: 2018 + A1: 2023 *Water – Algemene prestatie-eisen en conformiteitstestmethoden voor watermonitorsapparatuur – Meetapparatuur*

### **Normatieve documenten in beheer bij SIKB**

AS SIKB 2000: 2014 *Veldwerk bij milieuhygiënische bodem- en waterbodemonderzoek.*

BRL SIKB 2000: 2022 *Veldwerk bij milieuhygiënische bodem- en waterbodemonderzoek.*

AS SIKB 3000: 2016 *Laboratoriumanalyse voor grond-, grondwater- en waterbodemonderzoek.*

SIKB Protocol 2001 *Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen*

SIKB Protocol 2002 *Het nemen van grondwatermonsters*

SIKB Protocol 2003 *Veldwerk bij milieuhygiënisch waterbodemonderzoek*

## 3. Termen, definities en afkortingen

### 3.1 Termen en definities

Voor de toepassing van dit document gelden de volgende termen en definities:

#### **Aantoonbaarheidsgrens**

Dit is het laagste gehalte van een component (element) in het monster waarvan de aanwezigheid nog met een bepaalde betrouwbaarheid kan worden vastgesteld. Bij röntgen fluorescentie spectrometrie wordt de aantoonbaarheidsgrens ook wel 'limit of detection (LOD)' genoemd.

*OPMERKING: De door de leverancier gehanteerde aantoonbaarheidsgrens kan afwijken van de aantoonbaarheidsgrens zoals door NEN gedefinieerd.*

#### **Bias**

Gemiddeld verschil tussen het meetresultaat en de referentiewaarde voor een groot aantal monsters (bijvoorbeeld standaard referentiematerialen of rondzendmaterialen met consensuswaarden).  
[ontleend aan NEN 7777]

#### **Drift:**

Langzame verandering van output, bij een constante input, van een meetsysteem.  
[ontleend aan NEN-EN 17075]

#### **Geschatte limietwaarde:**

Waarde van een prestatiekenmerk, verkregen uit eerder validatieonderzoek of uit andersoortige schattingen, die beoogt een limietwaarde te zijn voor het desbetreffende prestatiekenmerk.  
[ontleend aan NEN 7777]

#### **Juistheid**

Mate van overeenstemming tussen het gemiddelde van een oneindig aantal opeenvolgende meetresultaten en een referentiewaarde.  
[ontleend aan NEN 7777]

#### **Justeren**

Het aanpassen van de meetafwijking van een meetinstrument, op basis van standaarden, zodat het meetresultaat binnen de toegestane afwijking valt.

#### **Kalibreren**

Het vergelijken van een systeem of apparaat met een standaard of standaarden om de eigenschappen vast te stellen.

#### **Rapportagegrens**

Laagste waarde van de meetgrootte die kwantitatief wordt gerapporteerd.  
[ontleend aan NEN 7777]

#### **Reproduceerbaarheid (repeatability)**

Mate van overeenstemming tussen meetsignalen of meetresultaten van opeenvolgende metingen van hetzelfde object of gelijkende objecten in reproduceerbaarheidsomstandigheden.  
[ontleend aan NEN 7777]

### Veldwerker

Medewerker die op grond van zijn registratie in de zin van art. 9, lid 2, Bbk veldwerk bij milieuhygiënisch bodem- en waterbodemonderzoek mag uitvoeren.

### 3.2 Afkortingen

AG:	Aantoonbaarheidsgrens
d:	Bias
DO:	Opgelost zuurstof (dissolved oxygen in het Engels)
Ec:	Elektrische geleidbaarheid (electrical conductivity in het Engels)
FAU:	Formazin Attenuation Unit
FNU:	Formazin Nephelometric Unit
FTU:	Formazin Turbidity Unit
geslim:	Geschatte limietwaarde
MPP	Multiparameter probe
pH:	Zuurgraad (activiteit van waterstof)
Redox:	Reductie oxidatie (oxidatie reductie potentiaal: ORP)
RG:	Rapportagegrens
T:	Temperatuur
vcRw:	vc = variatiecoëfficiënt; Rw = intralaboratoriumreproduceerbaarheid

## 4. Geëiste prestatiekenmerken

Alleen MPP's die voldoen aan de geëiste prestatiekenmerken, zoals weergegeven in Tabel A1 (Bijlage A), mogen worden ingezet voor de bepaling van de zuurgraad (pH), elektrische geleidbaarheid (Ec), temperatuur (T), Redox, opgelost zuurstof (DO), troebelheid in grondwater en de pH, Ec, T, Redox en (volumetrisch) bodemvocht in de grond. Het betreft de volgende prestatiekenmerken: RGgeslim (indien relevant), vcRw,geslim (repeatability), dgeslim (bias) en drift (indien relevant). Middels een prestatiekenmerkenrapport dient de gebruiker aan te tonen dat de MPP voldoet aan de gestelde eisen. Dit dient eenmalig per MPP te worden vastgesteld. Alleen als sensoren en/of elektroden van de MPP zijn vervangen, dienen de prestatiekenmerken (van deze sensoren en/of elektroden) opnieuw vastgesteld en gerapporteerd te worden. In Bijlage A wordt beschreven hoe de geëiste prestatiekenmerken kunnen worden bepaald.

*TOELICHTING: de gebruiker van de MPP kan de prestatiekenmerken zelf vaststellen of laten vaststellen door, bijvoorbeeld, de leverancier/producent of een extern bureau.*

## 5. Opleidingseisen uitvoerder MPP metingen

- Alvorens aan een uitvoerder de bevoegdheid tot het verrichten van MPP metingen wordt verleend, wordt een inwerkprocedure doorlopen. De inwerkprocedure bestaat uit de volgende stappen:
  - Het door de leidinggevende toewijzen van een trainer aan de uitvoerder.
  - Het bestuderen van het betreffende werkvoorschrift of procedure.
  - Het meekijken met een ervaren medewerker (meestal de trainer).
  - Het uitvoeren van de werkzaamheden onder begeleiding van de trainer.
- Op voordracht van de trainer kan de leidinggevende aan de uitvoerder de bevoegdheid tot het uitvoeren van de betreffende verrichting verlenen.
- Als een uitvoerder de MPP metingen meer dan een jaar niet heeft uitgevoerd, dan dient opnieuw een (eventueel verkorte) inwerkprocedure te worden doorlopen. Een dergelijke verkorte inwerkprocedure kan bestaan uit het (opnieuw) bestuderen van het betreffende werkvoorschrift of procedure.
- De uitvoerde MPP metingen behoort aantoonbaar te beschikken over de volgende skills:
  - Het kunnen kalibreren en/of justeren van de MPP probe.
  - Het kunnen uitvoeren van de kwaliteitscontrole conform de daarvoor geldende eisen/richtlijnen.
  - Het kunnen verrichten van MPP metingen conform het betreffende werkvoorschrift of procedure.

## 6. Werkvoorbereiding

### 6.1 Voorinformatie

De uitvoerder MPP metingen stelt vast of hij beschikt over alle informatie die hij nodig heeft om de analyses met de MPP goed te kunnen uitvoeren. Deze informatie omvat tenminste een meetplan, met daarin tenminste opgenomen:

- Gegevens waaruit eenduidig de locatie van elk te analyseren bodemmonster (grond of grondwater) blijkt. Bij het niet beschikbaar zijn van deze gegevens, een beschrijving van de maatregelen die de uitvoerder MPP metingen neemt om aan het einde van de metingen eenduidig de locaties van de geanalyseerde bodemonsters te kunnen weergeven;
- Als uit de voorinformatie blijkt dat de te nemen bodemonsters (grond of grondwater) mogelijk verontreinigd zijn, regels voor de arbeidsveiligheid bij het werken met verontreinigde bodem;
- Gegevens waaruit blijkt dat wordt voldaan aan de technische eisen van uitvoering;

*TOELICHTING: de prestatiekenmerken van de MPP dienen te voldoen aan de gestelde eisen (zie hoofdstuk 2 en Bijlage A) en te zijn gerapporteerd in het prestatiekenmerkenrapport.*

- De doelstelling van de inzet van de MPP in het kader van het uit te voeren bodemonderzoek;

*TOELICHTING: specificeer onder andere welke parameters moeten worden gemeten en wat de eventuele toetsingscriteria zijn.*

- De geschiktheid van de MPP voor de beoogde toepassing;

*TOELICHTING: controleer aan de hand van de technische specificaties in de handleiding of de MPP geschikt is voor de beoogde toepassing.*

*VOORBEELD 1: valt de verwachte waarde van de te meten parameter in het gespecificeerde meetbereik van de MPP (bv, als het gespecificeerde meetbereik van een MPP,  $4 < \text{pH} < 10$  is en de pH van de grond / het grondwater is  $< 4$  dan is die MPP niet geschikt voor metingen in die grond / dat grondwater). Als de meting buiten het meetbereik valt, dient dit wel te worden gerapporteerd.*

*VOORBEELD 2: is er mogelijk sprake van storende invloeden (bv,  $\text{H}_2\text{S}$  bij Redox metingen)?*

*VOORBEELD 3: Hoe frequent dient de MPP gekalibreerd te worden, en hoe verhoudt dit zich bijvoorbeeld met de monitoringsduur?*

*VOORBEELD 4: Wat is de drift van een specifieke parameter van de MPP, hoelang wordt gemonitord en blijft de drift dan binnen de gestelde prestatie-eis?*

- Informatie over de wijze hoe de MPP analyseresultaten dienen te worden geregistreerd en vastgelegd;

*TOELICHTING: data export in xml-format volgens SIKB datastandaard 0101.*

- Informatie over de wijze hoe de (eerstelijns) kwaliteitscontrole dient te worden uitgevoerd (zie hoofdstuk 7).

*TOELICHTING: het meetplan kan deel uitmaken van de offertefase.*

## 6.2 Toestellen en hulpmiddelen

### **Multiparameter probe**

De prestatiekenmerken van de MPP dienen te voldoen aan de eisen gesteld in onderhavig document (zie Bijlage A).

### **Reagentia en standaard referentiematerialen**

Raadpleeg de handleiding van de MPP voor de te gebruiken reagentia en standaard referentiematerialen (zoals pH buffers en Ec en ORP (Redox) standaarden).

## 7. Monstername en monstervoorbehandeling

1. Metingen met een MPP kunnen zowel worden verricht in een genomen monster (al dan niet in een doorstroomcel) of direct in het grondwater of in de grond.
2. Als er sprake is van monstername dan dienen grondwater- en grondmonsters respectievelijk genomen te worden conform de gestelde eisen in protocol 2001 en 2002 en AS/BRL SIKB 2000. Er dient voldoende monstermateriaal te worden genomen om met de MPP metingen te kunnen verrichten. Raadpleeg hiervoor de handleiding(en) van de desbetreffende MPP.
3. Als de metingen direct in het grondwater en of in de grond worden verricht, dienen de instructies in de handleiding van de leverancier van de MPP te worden opgevolgd.
4. Raadpleeg de instructies in de handleiding van de leverancier van de MPP voor eventueel noodzakelijk monstervoorbehandeling.

## 8. Meetprocedure

1. Metingen met een MPP kunnen eenmalige metingen betreffen of metingen in een tijdreeks (monitoring). Voor de eenmalige metingen van pH, Ec, DO en troebelheid in water zijn al protocollen en richtlijnen beschikbaar. Voor alle overige metingen nog niet.
  - A. Eenmalige metingen van de pH, Ec, DO en troebelheid in grondwater dienen te worden uitgevoerd conform de voorschriften in protocol 2002 en NEN 5744.
  - B. Alle overige metingen dienen te worden uitgevoerd conform de voorschriften in de handleidingen van de MPP's.
2. Uitvoering van de meting vindt plaats door de uitvoerder MPP metingen.

*Toelichting: tijdens de uitvoering van de meting kan de uitvoerder MPP metingen zich bij laten staan door één of meerdere assistent uitvoerders.*

3. De uitvoerder MPP metingen zorgt ervoor dat alle in het meetplan aangegeven gegevens en eventueel voorvallende afwijkingen en bijzonderheden worden vastgelegd.

*Toelichting: Gibs et al. (2007) hebben een document geschreven waarin het gebruik van MPP's in het veld wordt beschreven. Dit document geeft tips en adviezen voor het gebruik van MPP's.*

## 9. Kwaliteitscontrole

De kwaliteitscontrole bestaat uit een eerste- en tweedelijnscontrole. De derdelijnscontrole (deelname aan ringtesten) is optioneel.

### 9.1 Eerstelijnscontrole

1. Metingen met een MPP kunnen eenmalige metingen betreffen of metingen in een tijdreeks (monitoring).

#### Eenmalige metingen

2. Voor de eenmalige metingen van pH, Ec, DO en troebelheid in water zijn al protocollen en richtlijnen beschikbaar. Voor alle overige metingen nog niet.

- A. De eerstelijnscontrole van eenmalige metingen van de pH, Ec, DO en troebelheid in grondwater dient te worden uitgevoerd conform de voorschriften in protocol 2002 en NEN 5744.

*TOELICHTING: In protocol 2002 en NEN 5744 wordt de eerstelijnscontrole veelal kwaliteitscontrole en/of kalibratie genoemd. Als de afwijking tussen de getoonde meetwaarde en de meetwaarde van de secundaire (of primaire) standaard te groot is dient gejusteerd te worden zodat het apparaat weer de juiste waarde aanwijst.*

- B. De eerstelijnscontrole van eenmalige metingen van de parameters die niet in protocol 2002 en NEN 5744 worden genoemd (Redox en T in grondwater, en pH, Ec, T, Redox en Bodemvocht in grond (bodem)), dienen te worden uitgevoerd conform de voorschriften in tabel 1.

*TOELICHTING op tabel 1: Kalibreren is het vergelijken van een systeem of apparaat met een standaard om de eigenschappen vast te stellen. Bij het kalibreren worden geen ingrepen in het instrument verricht. Justeren (of afstellen) is het proces waarbij het instrument zodanig wordt aangepast dat het binnen de gewenste specificaties valt.*

**Tabel 1.** Voorschriften voor de eerstelijnscontrole (kalibreren/justeren) voor de bepaling van Redox en T in grondwater, en pH, Ec, T, Redox en Bodemvocht in grond (bodem).

Parameter/eisen	Frequentie kalibratie	Standaard(en)	Acties
Redox (grondwater)	Dagelijks (of na gebruik in abnormale situaties en/of voorafgaand aan een nieuwe belangrijke meetreeks/locatie)	ORP standaard zoals een Light, Zobell of Quinhydrone oplossing.	Justeren als afwijking $\geq 10$ mV  Controlekaart bijhouden conform NEN 6663
T (grondwater)	Jaarlijks door een daarvoor bevoegde organisatie. De resultaten dienen in een kalibratiecertificaat te	Vergelijken met extern gekalibreerde masterthermometer in hetzelfde meetmedium of meetvat	Justeren als afwijking $\geq 0,3$ °C

Parameter/eisen	Frequentie kalibratie	Standaard(en)	Acties
	worden vastgelegd. Dit hoeft niet in het veld te worden uitgevoerd.		
pH (grond)	Dagelijks (of na gebruik in abnormale situaties en/of voorafgaand aan een nieuwe belangrijke meetreeks/locatie)	pH 4 en pH 7 buffer	Justeren als afwijking $\geq 0,2$ pH eenheden  Controlekaart bijhouden conform NEN 6663
Ec (grond)	Dagelijks (of na gebruik in abnormale situaties en/of voorafgaand aan een nieuwe belangrijke meetreeks/locatie)	KCl standaarden (meetwaarde tussen 1 en 5 mS/cm)	Justeren als afwijking $> 5$ % relatief.  Controlekaart bijhouden conform NEN 6663
T (grond)	Jaarlijks door een daarvoor bevoegde organisatie. De resultaten dienen in een kalibratiecertificaat te worden vastgelegd. Dit hoeft niet in het veld te worden uitgevoerd.	Vergelijken met extern gekalibreerde masterthermometer in hetzelfde meetmedium of meetvat	Justeren als afwijking $\geq 0,3$ °C
Redox (grond)	Dagelijks (of na gebruik in abnormale situaties en/of voorafgaand aan een nieuwe belangrijke meetreeks/locatie)	ORP standaard zoals een Light, Zobell of Quinhydrone oplossing.	Justeren als afwijking $\geq 10$ mV  Controlekaart bijhouden conform NEN 6663
Bodemvocht (grond)	Jaarlijks door een daarvoor bevoegde organisatie. De resultaten dienen in een kalibratiecertificaat te worden vastgelegd. Dit hoeft niet in het veld te worden uitgevoerd.  Dagelijks (of na gebruik in abnormale situaties en/of voorafgaand aan een nieuwe belangrijke meetreeks/locatie)	Bijvoorbeeld meting in lucht en demiwater (mogelijk ook in daarvoor geschikte standaarden)  Meting in de lucht	Justeren als afwijking $\geq 2,5$ volume % bij 0 – 25 % VWC. Justeren als afwijking $\geq 5,0$ volume % bij 25 – 50 % VWC.  Vochtgehalte dient 0 % te zijn

Voor Redox en pH geldt dat een temperatuur-correctie dient te worden uitgevoerd.

- De meetresultaten van de standaard(en) dienen in controlekaarten te worden gerapporteerd, met uitzondering van de parameter T in grondwater en bodem, en bodemvocht. De controlekaarten dienen te worden opgesteld conform NEN 6603. Stel bij alle vormen van

overschrijdingen van de actiecriteria, zoals beschreven in NEN 6603, een onderzoek in naar de mogelijke oorzaak van de onbeheerste kwaliteit. Documenteer het onderzoek en de correctieve maatregelen. Zie NEN 6603 voor een nadere toelichting.

Als aanvulling op NEN 6603 dient:

A.  $VC_{RW} \leq VC_{RW, geslim}$

*TOELICHTING:  $VC_{RW}$  kan worden bepaald door de meting van de standaard(en) voor en na een meetreeks (veelal een meetdag) te beschouwen als een duplobepaling en  $VC_{RW}$  te berekenen conform de werkwijze in NEN 7778. Hierbij is het toegestaan dat de duplometing op 1 dag is uitgevoerd.*

B. een halfjaarlijks performance-onderzoek te worden uitgevoerd conform de eisen beschreven in AS SIKB 3000.

4. Procedure kwaliteitscontrole: Een meting (lees: meetdag of meetserie) dient te beginnen met de kwaliteitscontrole en te eindigen met de kwaliteitscontrole. De volgende opzet dient hierbij te worden gehanteerd:
- Standaard(en)
  - Grondwater / bodem (monsters)
  - Standaard(en)

Als uit de kwaliteitscontrole (a en c) blijkt dat de metingen (meetresultaten) niet voldoen aan de gestelde kwaliteitseisen, dan dienen de voorafgaand gemeten bodemmonsters opnieuw gemeten te worden.

*TIP: Door vaker (op een dag) de standaard(en) te meten, kan regelmatigiger worden vastgesteld of een voorafgaande serie aan monsters voldoet aan de gestelde eisen.*

### **Tijdreeks (monitoring)**

5. Voor de kwaliteitscontrole bij een tijdreeks aan metingen (monitoringsreeks) geldt hetzelfde als voor de eenmalige metingen (zie punt 1 t/m 4). In het geval van tijdreeks metingen (monitoring) is het echter niet mogelijk om dagelijks de kwaliteitscontrole uit te voeren. Hiervoor geldt dat bij aanvang en na afloop van de monitoring de kwaliteitscontrole dient te worden uitgevoerd. De afwijking mag niet groter zijn dan de prestatie-eisen die door SIKB worden gesteld aan drift (zie bijlage tabel A1 in bijlage A). Als de afwijking wel groter is, dan dient dit vermeld te worden in de rapportage. De gegevens dienen dan te worden aangemerkt als semi-kwantitatief.

## **9.2 Tweedelijnscontrole**

Wanneer niet wordt deelgenomen aan ringonderzoeken dient een tweedelijnscontrole te worden uitgevoerd. De tweedelijnscontrole dient minimaal 1 keer per jaar te worden uitgevoerd. Zie AS SIKB 3000 voor een toelichting op de tweedelijnscontrole.

*OPMERKING. De tweedelijns analyses dienen blind te worden uitgevoerd. Dit houdt in dat diegene die de analyse uitvoert niet de (gecertificeerde) waarden van de standaard(en) kent. De tweedelijnscontrole kan bijvoorbeeld worden uitgevoerd door het bedrijf dat het jaarlijkse onderhoud en/of controle van de MPP's uitvoert. Door een standaard of standaarden mee te sturen (met voor*

*het bedrijf onbekende waarden) kan dit bedrijf de analyses van de tweedelijscontrole verrichten. Het is ook mogelijk om dit aan een test/kalibratie-organisatie uit te besteden.*

Voor temperatuur is tweedelijscontrole met controlemonsters niet mogelijk. De borging van temperatuurmetingen vindt plaats door vergelijking met een extern gekalibreerde masterthermometer in hetzelfde meetmedium of meetvat. Voor opgelost zuurstof (DO) geldt dat, indien zuurstofverzadiging in % wordt gebruikt of gerapporteerd, duidelijk moet zijn op basis van welke invoerparameters en randvoorwaarden deze waarde is bepaald.

### **9.3 Derdelijscontrole**

De derdelijscontrole bestaat uit deelname aan ringtesten. Dit wordt niet verplicht gesteld in onderhavig document. Indien wel wordt deelgenomen aan ringtesten dan hoeft de tweedelijscontrole niet te worden uitgevoerd.

## 10. Meetresultaten en berekeningen

Het meetresultaat dat wordt gerapporteerd aan de opdrachtgever zijn de gemeten concentraties of gehalten van de parameters gemeten met de MPP. Voor de pH en Ec metingen geldt dat deze temperatuur gecorrigeerd moeten zijn. Indien voor opgelost zuurstof (DO) zuurstofverzadiging in % wordt gebruikt of gerapporteerd, moet duidelijk zijn op basis van welke invoerparameters en randvoorwaarden deze waarde is bepaald.

## 11. Meetrapport

Per meting of meetserie stelt de uitvoerder MPP metingen een veldwerkverslag op met daarin ten minste opgenomen de kerngegevens en meetresultaten.

### 11.1 Kerngegevens

- Naam project;
- Informatie waarmee de locatie eenduidig kan worden geïdentificeerd;  
Toelichting: bijvoorbeeld locatie naam, adresgegevens (straatnaam, huisnummer en postcode), coördinaten, indien van toepassing deellocatie.
- Naam opdrachtgever;
- Betrokken projectleider en uitvoerder MPP metingen;
- Gebruikte MPP (merknaam, type en serienummer) en verwijzingen naar dit document, het eventueel aanwezige techsHEET en naar het meetplan.

### 11.2 Meetresultaten

- Datum monsterneming;
- Unieke monsternaam;
- Datum en tijdstip uitvoering MPP meting (wordt vaak door automatisch geregistreerd);
- Meetnummer(s) (veelal automatisch gegenereerd);
- Situering van de meetlocatie(s) en, indien van toepassing, de (meet)dieptes;
- Meetresultaten;
- Beschrijving van de uitgevoerde kwaliteitscontroles;
- Afwijkingen ten opzichte van het meetplan, inclusief motivatie, en bijzonderheden tijdens uitvoering;
- Wijze van correctie van de ruwe veldgegevens;
- Optioneel: een kaart met de meetresultaten (indien relevant / van toepassing).

## 12. Referenties

Gibs *et al.* (2007). Use of multiparameter instruments for routine field measurements (ver. 1.0): U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations, book 9, chap. A6, section 6.8, available only on-line at [https://pubs.usgs.gov/twri/twri9a6/twri9a68/twri9a6\\_6.8.pdf](https://pubs.usgs.gov/twri/twri9a6/twri9a68/twri9a6_6.8.pdf)

## Bijlage A. Geëiste prestatiekenmerken van de multiparameter probes

Voor een aantal parameters zijn al prestatie-eisen opgenomen in SIKB protocollen (o.a. 3010 – 3090 en 3110 - 3190). Er zijn prestatie-eisen voor de laboratorium bepaling van pH in grond en voor pH en Ec in grondwater. In NEN-EN 17075 (Water – Algemene prestatie-eisen en conformiteitstestmethoden voor watermonitoringsapparatuur - Meetapparatuur) worden ook prestatie-eisen genoemd voor parameters die gemeten kunnen worden met MPP's. Het betreft de bepaling van de pH, Ec, T, DO en troebelheid in water. In SIKB protocollen en NEN-EN 17075 zijn geen prestatie-eisen opgenomen voor Redox in water en Ec, Redox, T en bodemvocht in grond (bodem).

In tabel A1 zijn de eisen opgenomen voor de prestatiekenmerken van MPP's voor de bepaling van de pH, Ec, T, Redox, DO en troebelheid in grondwater en de pH, Ec, T, Redox en bodemvocht in grond. Deze eisen zijn gebaseerd op de eisen genoemd in de SIKB protocollen, NEN-EN 17075 en praktijkervaring, waarbij de eisen in de SIKB protocollen prevaleren boven de eisen genoemd in NEN-EN 17075 en boven eisen gebaseerd op praktijkervaring.

Gebruikers van MPP's dienen de prestatiekenmerken van het apparaat per parameter vast te (laten) stellen. Hierbij dienen de volgende prestatiekenmerken te worden bepaald: RG<sub>geslim</sub> (indien relevant),  $vcR_{w,geslim}$  (repeatability),  $d_{geslim}$  (bias) en drift (indien relevant). De prestatiekenmerken van de MPP's dienen te voldoen aan de prestatie-eisen die aan de MPP's worden gesteld (Tabel A1).

Voor het vaststellen van de prestatiekenmerken van de parameters, die genoemd worden in SIKB protocollen, wordt verwezen naar NEN 7777+C1 (Milieu en voedingsmiddelen – prestatiekenmerken van meetmethoden) en NEN 7778 (Milieu- gelijkwaardigheid van meetmethoden). In deze NEN normen staan richtlijnen voor het bepalen van  $RG_{geslim}$ ,  $S_{rw,geslim}$  en  $d_{geslim}$ . De SIKB prestatie-eisen voor de bepaling van de pH in de bodem zijn gebaseerd op de pH-CaCl<sub>2</sub> bepaling. pH sensoren in een MPP voor bodemmetingen, meten de pH direct in de grond. Voor het bepalen van de prestatiekenmerken dient in plaats van CaCl<sub>2</sub>, demiwater te worden gebruikt.

In de SIKB protocollen zijn geen eisen en methodes opgenomen voor de bepaling van drift (7 dagen). Voor de methodes om drift vast te stellen wordt verwezen naar NEN-EN 17075. De drift (7 dagen) hoeft alleen vastgesteld te worden als de MPP wordt gebruikt voor meerdaagse monitoringsdoeleinden.

Voor het vaststellen van de prestatiekenmerken van de parameters, die niet worden genoemd in SIKB protocollen, maar wel in NEN-EN 17075, wordt verwezen naar NEN-EN 17075 voor de te hanteren methodes.

Voor de bepaling van Redox in water en Redox, T, Ec en bodemvocht in grond (bodem) zijn nog geen methodes beschikbaar voor het vaststellen van de prestatiekenmerken. Deze dienen nog te worden opgesteld.

Middels een prestatiekenmerkenrapport dient te worden aangetoond dat de MPP voldoet aan de gestelde eisen in tabel A1. Dit dient eenmalig per MPP te worden vastgesteld. Alleen als sensoren en/of elektroden van de MPP zijn vervangen, dienen de prestatiekenmerken (van deze sensoren en/of elektroden) opnieuw vastgesteld en gerapporteerd te worden.

**Tabel A1:** Geëiste prestatiekenmerken voor de bepaling van de pH, Ec, T, Redox, DO en troebelheid in grondwater en de pH, Ec, T, Redox en bodemvocht in grond met MPP's.

Element	Matrix	Referentie / normmethode	Waarde	RGgeslim	S <sub>rw,geslim</sub> (repeatability)	d <sub>geslim</sub> (bias)	Drift (7 dagen)	Voorwaarden
pH (units)	Grondwater	SIKB 3110 / NEN-EN-ISO 10523	< 8,00	n.v.t.	< 0,10	< 0,4	0,1 <sup>#1</sup>	T correctie Potentiometrie
			> 8,00	n.v.t.	< 0,20	< 0,4	0,2 <sup>#1, #3</sup>	
Ec (mS/m)	Grondwater	SIKB 3110 / NEN-EN 7888	-	3	<5	n.v.t.	1% error <sup>#1</sup>	T correctie. Controle celconstante (kalibratie)
T (°C)	Grondwater	NEN-EN 17075 / handleiding	-	n.v.t.	0,2	0,3	0,2	Tweedelijnscontrole met controlemonsters is niet mogelijk. Borging via vergelijking met extern gekalibreerde masterthermometer in hetzelfde meetmedium of meetvat.
opgelost zuurstof (DO)	Grondwater	NEN-EN 17075 / handleiding	-	n.v.t.	2,5 Of 0,1 mg/l Of 1 % sat.	5 Of 0,2 mg/l Of 2 % sat.	2,5	Zuurstofverzadiging in % is afgeleid uit opgelost zuurstof en aanvullende invoerparameters, waaronder temperatuur en, waar relevant, saliniteit en barometerdruk.
Troebelheid (% error)	Grondwater	NEN-EN 17075 / handleiding	-	n.v.t.	2,5 Of 0,5 FTU, FNU of FAU	5 Of 1 FTU, FNU of FAU	2,5	-
Redox (mV)	Grondwater	Praktijkervaring / handleiding	-	n.v.t.	5	10	5	ORP test oplossing
pH (units)	Grond	SIKB 3010 / NEN-ISO 10390 en NEN-EN 15933	< 7,00	n.v.t.	< 0,15	< 0,4	0,15 <sup>#2</sup>	L/S ratio Extractie-vloeistof (demiwater) Potentiometrie
			7,00 < pH < 7,50	n.v.t.	< 0,20	< 0,4	0,20 <sup>#2</sup>	
			7,50 < pH < 8,00	n.v.t.	< 0,30	< 0,4	0,30 <sup>#2</sup>	
			> 8,00	n.v.t.	< 0,40	< 0,4	0,40 <sup>#2</sup>	
Ec (% error)	Grond	Praktijkervaring / handleiding	-	n.v.t.	1	2 Of 0,01 % range Of 10 µS/cm	1	-
Redox (mV)	Grond	Praktijkervaring / handleiding	-	n.v.t.	5	10	5	ORP test oplossing
Bodemvocht (% VWC)	Grond	Praktijkervaring / handleiding	0 - 25	n.v.t.	1,25	2,5	1,25	-
	Grond	Praktijkervaring / handleiding	25 - 50	n.v.t.	2,5	5,0	2,5	-

#1 Conform eisen en methodes genoemd in NEN-EN 17075

#2 Gelijkgesteld aan S<sub>rw,geslim</sub>

#3 NEN-EN 17075 maakt geen onderscheid in pH niveaus voor de eis ten aanzien van drift. Om aan te sluiten bij de overige eisen (uit SIKB 3110) is dat voor de drift ook gedaan. De eis voor drift (7 dagen) bij een pH >8,00 is gelijkgesteld aan 0,2 in plaats van 0,1.

*TOELICHTING: De prestatiekenmerken kunnen worden vastgesteld door de analyse van verschillende typen monsters: referentiematerialen, monsters met een consensuswaarden (zoals de ISE's), synthetische laboratoriummonsters of additie aan praktijkmonsters. De voorkeur gaat uit naar het gebruik van referentiematerialen en monsters met consensuswaarden. Als deze niet of in onvoldoende mate beschikbaar zijn voor bepaalde elementen voor het relevante meetbereik dan gaat de voorkeur uit naar de additie aan praktijkmonsters. Het gebruik van synthetische laboratoriummonsters wordt gezien als laatste optie.*

---