



Bepaling van de geleidendheid en saliniteit - veldmeting

nr. 913.00.W008

Goede Meet Praktijk

Rijkswaterstaat Voorschriften

Serie Rijkswaterstaat Voorschriften ISSN nr. 1383 - 6749.

Goede Meet Praktijk (GMP) is een samenwerkingsverband tussen specialistische diensten en de meetdiensten van de regionale directies van Rijkswaterstaat.

Dit Rijkswaterstaat Voorschrift is binnen GMP-kader een gezamenlijke uitgave van het Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ en het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA.

Hoewel bij deze uitgave de uiterste zorg is nagestreefd, kunnen fouten en onvolledigheden niet geheel worden uitgesloten. Het RIKZ en het RIZA en/of de leden van hun commissies in het kader van GMP aanvaarden derhalve geen enkele aansprakelijkheid, ook niet voor directe of indirecte schade, ontstaan door of verband houdende met toepassing van een door RIKZ en RIZA gepubliceerde uitgave.

Correspondentieadres:

Rijksinstituut voor Kust en Zee
t.a.v. GMP - secretariaat
Postbus 20907
2500 EX Den Haag



Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 913.00.W008

Bepaling van de geleidendheid en saliniteit - veldmeting

1. ONDERWERP

Dit RWSV beschrijft de methode voor de bepaling van de geleidendheid en saliniteit van oppervlaktewater met behulp van RWS-standaard toestellen/meetsystemen.

De meting wordt in het veld uitgevoerd, rechtstreeks in het oppervlaktewater of in een (steek)monster oppervlaktewater genomen met een emmer of een pomp.

2. TOEPASSINGSGBIED

De methode is geschikt voor het meten van geleidendheid in oppervlaktewater en voldoet aan de eisen gesteld aan metingen in het kader van het Milieumeetnet Rijkswateren.

Saliniteit wordt berekend uit de gemeten geleidendheid en temperatuur (en bij dieptemetingen de druk) van het oppervlaktewater volgens de Unescoformule, ref. [2]. De berekeningswijze is geldig voor een temperatuurrange van -2 tot 35°C, een druk van 0 tot 1000 bar en een saliniteit van 2 tot 42. De nauwkeurigheid van de bepaling is afhankelijk van de gebruikte meetinstrumenten (par. 4.1).

3. DOCUMENTATIE

Referentie (par.)	Onderwerp	Codering (RWSV)
6.2.1	Bepaling van de temperatuur	913.00.W009
6.2.2	Monsterneming van oppervlaktewater m.b.v. een emmer	913.00.W001
6.2.3	Monsterneming van oppervlaktewater m.b.v. van een pompsysteem	913.00.W002
7.	Logboek	Meetdienst-eigen



**Rijkswaterstaat Voorschrift**

nr: 913.00.W008

4. APPARATUUR, HULPMIDDELEN EN REAGENTIA**4.1 RWS standaardapparaten**

Referentie (par.)	Apparaat	Beheer en onderhoud (RWSV)
6.1	WTW geleidendheidmeter LF196, MB196	923.00.E003
6.1	ME meetinstrument ECO en OTS 1500	923.00.E006
6.2.1	MCC data-acquisitiesysteem	923.00.E010

4.1.1 WTW geleidendheidmeters

- De WTW geleidendheidmeters zijn standaard uitgerust met een TetraCon 96 meetcel met geïntegreerde temperatuursensor. Middels een ingebouwde microprocessor kan automatisch voor de invloed van de temperatuur gecompenseerd worden.

Toelichting

De geleidendheid van oppervlaktewater is afhankelijk van de temperatuur van het water. Temperatuurcompensatie betekent in dit verband dat de geleidendheid bij de watertemperatuur waarbij de meting is uitgevoerd, wordt omgerekend naar geleidendheid bij een referentie-temperatuur (voor zoet oppervlaktewater 20 °C). De correctie, slechts geldig in water met een geleidendheid tot 100 mS/m, bedraagt 2%/°C.

4.1.2 ME meetinstrument

Meetinstrument voor het rechtstreeks meten in oppervlaktewater van onder andere geleidendheid, temperatuur en druk. De simultaan ingewonnen signalen worden door het MCC data-acquisitiesysteem (par. 4.1.3) verwerkt.

4.1.3 MMC-data-acquisitiesysteem (MMC-DAS)

Voorziening o.a. in de RWS milieumeetcontainer (MMC), voor het (simultaan) inwinnen van



Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 913.00.W008

sensorsignalen en daaruit berekenen en presenteren van chemische/fysische waterkwaliteitsparameters waaronder geleidendheid, temperatuur en saliniteit.

4.2 Hulpmiddelen en reagentia

- Kaliumchloride-oplossing 0.010 mol/l (voor metingen in zoetwater).
- Kaliumchloride-oplossing 0.20 mol/l (voor metingen in zout/brak water).

5. UITVOERINGSOPDRACHT

Een werkopdracht-/meetformulier met aanwijzing van:

- Naam/coördinaten van de meetlocatie en diepte van monsterneming/meting.
- Soort meting (verticaal, continu, steekmonster e.d.).
- Nauwkeurigheidseisen van de meting en voor geleidendheid de referentie-temperatuur.
- Het veldapparaattype, b.v. emmer of pomp, in geval van meting in een (steek)monster oppervlaktewater.
- De wijze van registratie (op werkopdracht-/meetformulier of tape/disc).

6. WERKWIJZE

6.1 Controle van de geleidendheid- en temperatuurmeter

- Houd met de keuze van de meetinstrumenten (par. 4.1) rekening met de gevraagde nauwkeurigheid in geleidendheid en/of saliniteit (zie uitvoeringsopdracht).
- Controleer de geleidendheidmeter dagelijks voorafgaand aan de uitvoering van de metingen (meetsessie/monstertocht).
- Controleer de temperatuurmeter (en zonodig de drukmeter) met een frequentie van 1 keer per week.

Opmerking 1

De werkwijze voor controle van de meetinstrumenten staat beschreven in het RWSV voor beheer en onderhoud van het betreffende apparaat (par. 4.1).





Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 913.00.W008

Opmerking 2

Afhankelijk van de frequentie waarmee de instrumenten worden gebruikt of de gewenste nauwkeurigheid van de uit te voeren metingen, kan de eindverantwoordelijke voor de meetresultaten besluiten meer of minder frequent een controlemeting uit te laten voeren. De aanwijzing moet in een logboek vastgelegd worden.

6.2 Uitvoering van de meting

6.2.1 Algemeen

- Raadpleeg de uitvoeringsopdracht voor het soort meting (verticaal, continu, steekmonster).
- Zorg ervoor dat bij geleidendheidsmetingen met aparte temperatuurmeting, de temperatuursensor zich in de directe omgeving van de geleidendheidsmeetcel bevindt.
- Vermijd de aanwezigheid van luchtbelletjes in de geleidendheidsmeetcel tijdens de meting.
- Neem bij gebruik van meetinstrumenten in combinatie met het MMC-DAS steeds de MMC-DAS-uitlezing als meetwaarde. Beschouw de aanwijzingen/displays van meetinstrumenten als indicatieve waarden; deze waarden kunnen afwijken van de MMC-DAS meetwaarden.

Bepaling van geleidendheid in zoet oppervlaktewater

- Voer bij WTW instrumenten **zonder** MMC-DAS toepassing, de geleidendheidsmetingen uit met de automatische instrumentele temperatuurcompensatie op 2% en bij een referentietemperatuur van 20°C.
- Voer bij WTW instrumenten **met** MMC-DAS toepassing, de geleidendheidsmetingen uit **zonder** automatische instrumentele temperatuurcompensatie (dus op 0). De temperatuurcompensatie wordt in dat geval softwarematig door MMC-DAS uitgevoerd volgens par. 7.1.

Opmerking

Voor zoet oppervlaktewater geldt, tenzij anders in de uitvoeringsopdracht staat vermeld, een referentie-temperatuur van 20 °C.

Bepaling van geleidendheid/saliniteit in zout/brak oppervlaktewater

- Voer de metingen altijd uit **zonder** automatische instrumentele temperatuurcompensatie.
- Reken achteraf de geleidendheid om naar gevraagde referentie-temperatuur en/of saliniteit (zie par. 7.2)

6.2.2 Meting in een steekmonster oppervlaktewater - emmer



Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 913.00.W008

- Neem een monster met een emmer zoals omschreven in RWSV 913.00.W001.
- Dompel de meetcel drie maal onder in het water; laat haar na iedere onderdompeling geheel leeglopen. Plaats vervolgens de meetcel en de temperatuursensor in het water en lees, als de aanwijzing constant is, de geleidendheid van de meter af alsmede de watertemperatuur.

Opmerking

Gebruik dit emmermonster i.v.m. de kans op contaminatie, daarna **niet** voor het afvullen van monsterflessen t.b.v. laboratoriumonderzoek.

6.2.3 Meting in een (steek)monster oppervlaktewater - pompsysteem/MMC

- Regel het pompsysteem in zoals omschreven in RWSV W002. Let hierbij op het juiste debiet in het leidingsysteem, de juiste lokatie/diepte en voldoende doorspoelen van het systeem inclusief doorstroomcuve-MMC.
- Plaats de geleidendheidsmeetcel en temperatuursensor in de doorstroomcuve en registreer de meetwaarden middels het MMC-DAS of door aflezing van de meter als de aanwijzing constant is.

6.2.4 Meting rechtstreeks in het oppervlaktewater

Breng de sensorcombinatie (geleidendheidsmeetcel, temperaturen eventueel druksensor) op de aangegeven diepte, bijvoorbeeld met behulp van de meetvis van het pompsysteem, en registreer de meetwaarden middels het MMC-DAS of door aflezing van de meter als de aanwijzing constant is.

6.3 Controle van de geleidendheidsmeter bij einde meting

- Controleer aan het einde van meetsessie/monstertocht op het optreden van drift in de meting (elektronica en/of biofouling sensor).
 - Meet hiertoe:
 - De geleidendheid van een 0.010 mol/l KCl oplossing (bij metingen in zoetwater) resp. 0.20 mol/l KCl oplossing (bij metingen in zout/brak water) (par. 4.2) en vergelijk de meetwaarde met de theoretische waarde bij de gegeven temperatuur (zie bijlage).
- of:
- De geleidendheid van een controle steekmonster genomen volgens RWSV 913.00.W001/W002 en vergelijk de meetwaarde met een gevalideerde laboratoriummeting van geleidendheid/saliniteit in het monster.





Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 913.00.W008

- Toets of de gemeten waarde niet meer dan $\pm 2\%$ afwijkt van de theoretische waarde van de KCl-oplossing c.q. de laboratoriummeting. Voor de theoretische waarde van de KCl-oplossingen zie tabel bijlagen.

Opmerking 1

De nauwkeurigheidseis van $\pm 2\%$ geldt in zijn algemeenheid voor metingen in oppervlaktewater (Milieumeetnet Rijkswateren). Bij projectgericht onderzoek kunnen andere eisen gesteld worden (zie par. 5; uitvoeringsopdracht).

Opmerking 2

Afhankelijk van de stabiliteit van de meetresultaten (dag op dag variatie) en de gewenste nauwkeurigheid van de uit te voeren metingen, kan de eindverantwoordelijke voor de meetresultaten besluiten meer of minder frequent een controlemeting uit te laten voeren. De aanwijzing moet in een logboek vastgelegd worden.

7. BEREKENING EN RAPPORTAGE

7.1 Berekening geleidendheid zoet water

Als de geleidenheid gemeten is **zonder** instrumentele temperatuurcompensatie, bereken dan de geleidendheid bij 20°C volgens ref. [2]:

$$\text{GELEID } 20^{\circ}\text{C} = \frac{\text{GELEID } t^{\circ}\text{C}}{\{1+0.0191*(t-20)\}}$$

waarin:

GELEID $t^{\circ}\text{C}$ = de gemeten geleidendheid bij de watertemperatuur van $t^{\circ}\text{C}$.

7.2 Berekening geleidendheid en saliniteit zout water

7.2.1 Berekening geleidendheidsverhouding

Bereken de geleidendheidsverhouding R_t van het gemeten zoute water tot de geleidendheid van standaard zeewater volgens ref. [3]:

$$\frac{\text{GELEID}_m}{\text{GELEID}_{st,15}} = R_t * R_p * r_t \quad (\text{vergelijking 1})$$



Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 913.00.W008

of:

$$R_t = \frac{\text{GELEID}_m}{4291 * R_p * r_t}$$

waarin:

GELEID_m = de geleidendheid het gemeten zoute water bij een temperatuur van t °C en een druk van p atm.

$\text{GELEID}_{st,15}$ = 4291 mS/m = de geleidendheid van standaard zeewater (praktische saliniteit van 35.0000) gemeten bij 15 °C en een druk van 1 atm.

R_t = de verhouding van de geleidendheid van het gemeten zoute water tot de geleidendheid van zeewater met een praktische saliniteit van 35.0000, bij een temperatuur van t °C en een druk van p atm.

r_t = correctie voor de temperatuur volgens:

$$r_t = c_0 + c_1 t + c_2 t^2 + c_3 t^3 + c_4 t^4 \quad (\text{vergelijking 2})$$

waarin: $c_0 = 0.6766097$

$$c_1 = 2.00564 * 10^{-2}$$

$$c_2 = 1.104259 * 10^{-4}$$

$$c_3 = -6.9698 * 10^{-7}$$

$$c_4 = 1.0031 * 10^{-9}$$

t = gemeten temperatuur in °C

R_p = correctie voor de waterdruk; waarbij p de druk is boven 1 standaard atmosfeer, volgens:

$$R_p = \frac{1 + \{p(e_1 + e_2 p + e_3 p^2)\}}{\{1 + d_1 t + d_2 t^2 + (d_3 + d_4 t)R\}} \quad (\text{vergelijking 3})$$

waarin:

$$e_1 = 2.070 * 10^{-4} \quad d_1 = 3.426 * 10^{-2}$$

$$e_2 = -6.370 * 10^{-8} \quad d_2 = 4.464 * 10^{-4}$$

$$e_3 = 3.989 * 10^{-12} \quad d_3 = 4.215 * 10^{-1}$$

$$d_4 = -3.107 * 10^{-3}$$

p = de druk boven 1 standaard atmosfeer, in bars (10^5 Pa)

$$R = \frac{\text{GELEID}_m}{\text{GELEID}_{st,15}}$$





Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 913.00.W008

Opmerking

Bij oppervlaktemetingen is p gelijk aan nul dus $R_p = 1$.

7.2.2 Berekening van de geleidendheid bij 20°C

Bereken de geleidendheid bij 20°C volgens:

$$\text{GELEID } 20^\circ\text{C} = R_t * \text{GELEID}_{st,15} * r_{20}$$

waarin:

R_t = geleidendheidsverhouding volgens 7.2.1 vergelijking 1.

$\text{GELEID}_{st,15}$ = 4291 mS/m = de geleidendheid van standaard zeewater (praktische saliniteit van 35.0000) gemeten bij 15 °C en een druk van 1 atm.

r_{20} = 1.11649 = correctie voor de temperatuur bij $t=20$ °C volgens par. 7.2.1 vergelijking 2.

7.2.3 Berekening van de praktische saliniteit

Bereken de praktische saliniteit S volgens ref.^[3]:

$$S = a_0 + a_1 R_t^{0.5} + a_2 R_t + a_3 R_t^{1.5} + a_4 R_t^2 + a_5 R_t^{2.5} + S_d$$

waarin

$$a_0 = 0.0080$$

$$a_1 = -0.1692$$

$$a_2 = 25.3851$$

$$a_3 = 14.0941$$

$$a_4 = -7.0261$$

$$a_5 = 2.7081$$

$$S_d = \frac{(t-15)}{\{1+0.0162(t-15)\}} \times \{b_0 + b_1 R_t^{0.5} + b_2 R_t + b_3 R_t^{1.5} + b_4 R_t^2 + b_5 R_t^{2.5}\}$$

waarin $b_0 = 0.0005$

$$b_1 = -0.0056$$



Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 913.00.W008

$$b_2 = -0.0066$$

$$b_3 = -0.0375$$

$$b_4 = 0.0636$$

$$b_5 = -0.0144$$

t = gemeten temperatuur van het zoute water in °C

R_t = de verhouding van de geleidendheid van het gemeten zoute water tot de geleidendheid van zeewater met een praktische saliniteit van 35.0000, bij een temperatuur van t °C en een druk van p atm. Voor berekening zie par. 7.2.1 vergelijking 1.

7.3 Rapportage

Zoet water

- Rapporteer de geleidendheid (middels werkopdracht-/meetformulier of diskette), tenzij anders vermeld in de werkopdracht, in mS/m bij 20°C.
- Rapporteer desgevraagd de temperatuur, tenzij anders vermeld in de werkopdracht, in 0.1 °C.

Zout/brak water

- Rapporteer de geleidendheid (middels werkopdracht-/meetformulier of diskette), tenzij anders vermeld in de werkopdracht, in mS/m bij 20 °C.
- Rapporteer de saliniteit (middels werkopdracht-/meetformulier of tape/disc) tenzij anders vermeld in de werkopdracht, in 1 decimaal bij gebruik van WTW meetinstrumenten en in 2 decimalen bij gebruik van ME meetinstrumenten.
- Rapporteer de temperatuur, tenzij anders vermeld in de werkopdracht, voor WTW instrumenten in 0.1 °C en ME instrumenten in 0.01 °C.

8. KWALITEITSBORGING

- Controleer vóór de meting of de nauwkeurigheid van het gebruikte meetapparaat in overeenstemming is met de gestelde eisen in de uitvoeringopdracht.
- Toets bij de controlemeting aan het einde van de meetsessie (6.3) of het verschil tussen de gemeten waarde en de theoretische waarde c.q. de laboratoriummeting voldoet aan de nauwkeurigheidseis genoemd in de uitvoeringsopdracht of, indien niet expliciet gesteld, aan aan de eis zoals aangegeven onder par. 6.3.



**Rijkswaterstaat Voorschrift****nr: 913.00.W008**

- Meld eventuele overschrijdingen direct aan de eerstverantwoordelijke/opdrachtgever opdat tijdig correctieve acties ondernomen kunnen worden.

9. VEILIGHEID EN MILIEU

Niet van toepassing.

10. REFERENTIES

- [1] NEN-ISO 7888: Water - Bepaling van elektrische geleidendheid: elektrochemische methode
- [2] Standaard methods for examination of water and wastewater; 18th edition 1992, American Public Health Ass, Washington, 2-46/2-48.
- [3] The Practical Salinity Scale 1978 and the International Equation of State of Seawater 1980; Unesco 1981, Unesco technical papers in marine science 36.
- [4] Wijnstok, N. Beschrijving van meetprincipe van zuurstof, zuurgraad en geleidbaarheid. DBW/RIZA werkdocument 90-033X.

11. BIJLAGE

- Bijlage 1: Geleidendheid in mS/m van kaliumchloride-oplossing 0.01 mol/l, in afhankelijkheid van de temperatuur.
- Bijlage 2: Geleidendheid in mS/m van kaliumchloride-oplossing 0.20 mol/l, in afhankelijkheid van de temperatuur.



Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 913.00.W008

BIJLAGE 1 Geleidendheid in mS/m van kaliumchloride-oplossing 0.01 mol/l, in afhankelijkheid van de temperatuur.

T in °C ↓	mS/m →										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
15	114,4	114,6	114,9	115,2	115,4	115,7	116,0	116,2	116,5	116,8	
16	117,1	117,3	117,6	117,9	118,1	118,4	118,7	118,9	119,2	119,5	
17	119,7	120,0	120,3	120,5	120,8	121,1	121,3	121,6	121,9	122,2	
18	122,4	122,7	123,0	123,2	123,5	123,8	124,0	124,3	124,6	124,8	
19	125,1	125,4	125,6	125,9	126,2	126,4	126,7	127,0	127,2	127,5	
20	127,8	128,1	128,3	128,6	128,9	129,1	129,4	129,7	129,9	130,2	
21	130,5	130,7	131,0	131,3	131,5	131,8	132,1	132,3	132,6	132,9	
22	133,2	133,4	133,7	134,0	134,2	134,5	134,8	135,0	135,3	135,6	
23	135,8	136,1	136,4	136,6	136,9	137,2	137,4	137,7	138,0	138,2	
24	138,5	138,8	139,1	139,3	139,6	139,9	140,1	140,4	140,7	140,9	
25	141,2	141,5	141,7	142,0	142,3	142,5	142,8	143,1	143,3	143,6	
26	143,9	144,2	144,4	144,7	145,0	145,2	145,5	145,8	146,0	146,3	
27	146,6	146,8	147,1	147,4	147,6	147,9	148,2	148,4	148,7	149,0	
28	149,2	149,5	149,8	150,1	150,3	150,6	150,9	151,1	151,4	151,7	
29	151,9	152,2	152,5	152,7	153,0	153,3	153,5	153,8	154,1	154,3	
30	154,6	154,9	155,2	155,4	155,7	156,0	156,2	156,5	156,8	157,0	

Berekeningswijze:

$$\text{GELEID}_{t^{\circ}\text{C}} = \text{GELEID}_{25^{\circ}\text{C}} * \{1 + 0.019(t - 25)\}$$

waarin

$$\text{GELEID}_{25^{\circ}\text{C}} = 141.2 \text{ mS/m}$$





Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 913.00.W008

BIJLAGE 2 Geleidendheid in mS/m van kaliumchloride-oplossing 0.20 mol/l, in afhankelijkheid van de temperatuur.

T in °C	mS/m →									
↓	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
15	2006	2010	2015	2019	2024	2029	2033	2038	2042	2047
16	2052	2056	2061	2066	2070	2075	2080	2084	2089	2093
17	2098	2103	2107	2112	2117	2121	2126	2131	2136	2140
18	2145	2150	2154	2159	2164	2168	2173	2178	2182	2187
19	2192	2197	2201	2206	2211	2216	2220	2225	2230	2234
20	2239	2244	2249	2253	2258	2263	2268	2273	2277	2282
21	2287	2292	2296	2301	2306	2311	2316	2320	2325	2330
22	2335	2340	2344	2349	2354	2359	2364	2368	2373	2378
23	2383	2388	2393	2397	2402	2407	2412	2417	2422	2426
24	2431	2436	2441	2446	2451	2456	2460	2465	2470	2475
25	2480	2485	2490	2495	2500	2504	2509	2514	2519	2524
26	2529	2534	2539	2544	2549	2553	2558	2563	2568	2573
27	2578	2583	2588	2593	2598	2603	2608	2613	2618	2623
28	2627	2632	2637	2642	2647	2652	2657	2662	2667	2672
29	2677	2682	2687	2692	2697	2702	2707	2712	2717	2722
30	2727	2732	2737	2742	2747	2752	2757	2762	2767	2772

Berekeningswijze ref.^[3]:

$$\text{GELEID}_t = \text{GELEID}_{25} * \frac{r_t}{r_{25}}$$

waarin:

$\text{GELEID}_{25} = 2480 \text{ mS/m}$ en $r_{25} = 1,2365374$

$r_t = 0,6766097 + 2,00564 * 10^{-2}t + 1,104259 * 10^{-4}t - 6,9698 * 10^{-7}t + 1,0031 * 10^{-9}t$

t = gemeten temperatuur in °C.

RIKZ • RIZA • MID • Meetdiensten: Noord-Nederland • Noord-Holland • Zuid-Holland • Zeeland • IJsselmeergebied • Oost-Nederland • Limburg • Noordzee

