

De berekening van het zuurstofverzadigingspercentage van water

1. Inleiding

Voor de beoordeling van de waterkwaliteit is het zuurstofverzadigingspercentage een belangrijke parameter. Verschillende beoordelingssystemen baseren zich onder andere op dit percentage. Voorbeelden zijn het systeem voor waterkwaliteitsbeoordeling op ecologische grondslag [1] dat in Noord- en Zuid-Holland wordt gebruikt en het elders nog gangbare systeem van het eerste Indicatief Meerjaren Programma Water [2].



W. FIEGGEN
Hoogheemraadschap van de
uitwaterende sluizen in
Kennemerland en Westfriesland

Het zuurstofverzadigingspercentage volgt, zoals de naam al aangeeft, uit het gemeten zuurstofgehalte en de verzadigingswaarde van het betrokken water. Bepalend voor de laatstgenoemde waarde zijn de temperatuur en het zoutgehalte van het water en de luchtdruk. Wanneer men waterkwaliteitsgegevens met de hand bewerkt kan men de zuurstofverzadigingswaarden uit tabellen aflezen. Bij gegevensbewerking via computers is het praktischer om met formules te werken.

Enkele jaren geleden heeft Peters al een berekeningswijze aangegeven [3]. Er zijn twee redenen om op dit onderwerp hier terug te komen:

- 1. De in de Nederlandse norm uit 1969 [4] voorkomende en nog door Peters gebruikte tabel voor de zuurstofverzadigingswaarde is inmiddels nationaal en internationaal vervangen door een herziene tabel [5].
- 2. De door Peters gegeven berekening is nauwkeurig tot op 0,1 mg/l, dus van dezelfde orde als de meetfouten. Het is wenselijk rekenfouten een factor 10 kleiner te doen zijn dan meetfouten. Genoemde redenen zijn aanleiding hier een verbeterde berekening te geven en wel in een vorm geschikt voor mini-computers.

2. Berekeningen

De verwerking van analysegegevens begint meestal met een aantal resultaten voor een bepaald punt uit een meetperiode te verzamelen in een matrix. Een volgende bewerking kan zijn het zuurstofverzadigingspercentage per meting te berekenen uit temperatuur, zuurstof- en chloridegehalte en luchtdruk. Een hiervoor bruikbaar programma-onderdeel is opgenomen in de box op deze pagina. Het is geschreven in BASIC voor de bij het hoogheemraadschap gebruikte HP-apparatuur. Dit programma-onderdeel is als volgt opgebouwd:
Regels 10-50 geven aan hoe de analysegegevens zijn vastgelegd in de matrix A(*). Regel 60 geeft een niet essentiële, maar wel handige deling van de temperatuur. Regel 70 geeft de berekening van de zuurstofverzadigingswaarde voor zuiver water bij 101,3 kPa (= 1 atmosfeer) als functie van de temperatuur. Regel 80 en 90 berekenen de saliniteit in g/l [6]. Als de waarde voor het chloridegehalte ontbreekt, wat met een groot positief getal wordt aangegeven, wordt dit op 100 mg/l gesteld. Regel 100 berekent een temperatuursafhankelijke factor voor de saliniteitscorrectie. Regel 110 berekent de dampdruk van water in kPa en regel 120 de factor voor het corrigeren voor een luchtdruk die afwijkt van 101,3 kPa, het laatste zoals aangegeven in ISO 5814.

Regels 130 en 140 tenslotte geven de berekening van zuurstofverzadigingswaarde en -percentage.

Het nieuwe van de hier gegeven berekening is te vinden in de regels 70, 100 en 110. De coëfficiënten van de vergelijkingen in regels 70 en 100 zijn via polynoomregressie bepaald. Proefondervindelijk is nagegaan hoeveel termen per polynoom nodig zijn voor de gewenste nauwkeurigheid en hoeveel decimalen per coëfficiënt. Regel 110 geeft een vrij ruwe maar voor een correctieterm voldoende nauwkeurige benadering van de dampdruk van water.

De voorafgaande aanwijzingen moeten voor geïnteresseerden voldoende zijn om de berekening van het zuurstofverzadigingspercentage in te passen in hun programmatuur.

3. Berekeningsresultaten

Welke overeenstemming bestaat tussen zuurstofverzadigingswaarden volgens de hier gepresenteerde berekening en de tabellen zal worden aangetoond aan de hand van enkele voorbeeldberekeningen. Daarbij zijn voor druk en chloridegehalten de volgende waarden gekozen:
1° druk = 101,3 kPa en
Cl⁻gehalte = 0 mg/l
2° druk = 101,3 kPa en
Cl⁻gehalte = 20.000 mg/l
3° druk = 103,5 kPa en
Cl⁻gehalte = 0 mg/l.

BASIC-programma zuurstofverzadiging

```
10 REM A(*) bevat analysegegevens
20 REM A(L,2) => temperatuur
30 REM A(L,3) => zuurstofgehalte
40 REM A(L,4) => zuurstofverzadigingspercentage
50 REM A(L,16) => chloridegehalte

60 Te=A(L,2)/10
70 Oxo=14.6393-4.3174*Te+1.17217*Te^2-.2565*Te^3+.027825*Te^4
80 IF A(L,16) < Ow THEN Sal=.001805*A(L,16)+.03
90 IF A(L,16) >= Ow THEN Sal=.21
100 Delta=.09216-.03316*Te+.007089*Te^2-.000759*Te^3
110 Pwi=.638*EXP(Te*.643)
120 Fact=(Bar-Pwi)/(101.3-Pwi)
130 Ox=(Oxo-Sal*Delta)*Fact
140 A(L,4)=A(L,3)*100/Ox
```

TABEL I

Druk = 101,3 kPa, Cl ⁻ = 0 mg/l				Druk = 101,3 kPa, Cl ⁻ = 2000 mg/l				Druk = 103,5 kPa, Cl ⁻ = 0 mg/l			
Zuurstofgehalten				Zuurstofgehalten				Zuurstofgehalten			
Temp.	Tabel	Berekend	Afwijking	Temp.	Tabel	Berekend	Afwijking	Temp.	Tabel	Berekend	Afwijking
0	14,64	14,639	-0,001	0	11,30	11,310	0,010	0	14,95	14,959	0,009
5	12,74	12,743	0,003	5	9,95	9,952	0,002	5	13,03	13,022	-0,008
10	11,26	11,265	0,005	10	8,90	8,905	0,005	10	11,51	11,513	0,003
15	10,08	10,076	-0,004	15	8,06	8,059	-0,001	15	10,29	10,298	0,008
20	9,08	9,086	0,006	20	7,34	7,348	0,008	20	9,29	9,288	-0,002
25	8,25	8,251	0,001	25	6,75	6,744	-0,006	25	8,45	8,436	-0,014
30	7,56	7,565	0,005	30	6,25	6,265	0,015	30	7,72	7,737	0,017

Voor deze omstandigheden geeft tabel I tabelwaarden volgens referentie 5, berekende waarden en afwijkingen tussen deze voor temperaturen variërend van nul tot dertig °C. Een chloridegehalte van 20.000 mg/l komt overeen met een saliniteit van 36,13 g/l, zie box, regel 80.

Uit tabel I volgt dat de afwijkingen steeds kleiner zijn dan 0,02 mg/l en in de meeste gevallen ook kleiner dan 0,01 mg/l. Een open vraag is daarbij of de fouten alleen een gevolg zijn van onnauwkeurigheden in de berekening of deels ook toe zijn te schrijven aan afwijkingen in de tabel. Over de tabelwaarden bestaat namelijk internationaal nog niet volledige overeenstemming. Als illustratie van verschillen geef ik de volgende zuurstofverzadigingswaarden voor 101,3 kPa en chloridegehalte 20.000 mg/l:

t°C	ISO 5814	Standard Methods (p. 413/414)
0	11,30	11,36
10	8,90	8,96
20	7,34	7,35
30	6,25	6,20

De internationaal aanvaarde norm ISO 5814 verdient hier de voorkeur boven Standard Methods. De waarden van Standard Methods wijken duidelijk meer af van ISO 5814 dan de volgens het gegeven programma berekende waarden. Voor de praktijk, waarbij zuurstofgehalten tot op 0,1 mg/l worden bepaald, zijn de volgens het programma berekende waarden voldoende nauwkeurig.

Literatuur

1. Hovenkamp-Obbema, I. R. M., Klapwijk, S. P. en Landman, J. E. F. (1982). *Biologische beoordeling van de waterkwaliteit in Noord- en Zuid-Holland*. H₂O (15) 1982 nr. 16, p. 406-412.
2. Indicatief Meerjarenprogramma 1975-1979. 's-Gravenhage (1975). *De bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater*. Pagina 43.
3. Peters, H. (1984). *Zakrekenmachines en de zuurstofverzadigingswaarde van water*. H₂O (17) 1984, nr. 4, p. 73.
4. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft (1986). *Methoden voor de analyse van afvalwater - Bepaling van zuurstof*. NEN 3235-5.2.
5. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft (1986). *Water-Bepaling van het gehalte aan zuurstof en het zuurstofverzadigingspercentage. Elektrochemische methode*. NEN 6632.
Water quality - Determination of dissolved oxygen - Electrochemical probe method. International Organization for Standardization, Genève (1984). ISO 5814.
6. *Standard Methods for the examination of Water and Wastewater*. Washington, 1985, 16 ed., p. 101.

● ● ●

WLO-Werkgroep
Ecohydrologie opgericht

De Werkgemeenschap Landschaps-ecologisch Onderzoek (WLO) heeft een werkgroep Ecohydrologie opgericht. Op de eerste bijeenkomst 16 november jl. bleek daarvoor onder ecologen en hydrologen veel belangstelling en enthousiasme te bestaan. Het voorlopige bestuur van de Werkgroep Ecohydrologie is 17 januari jl. bijeengekomen om de inhoudelijke en organisatorische aspecten nader in te vullen.

Doelstelling van de nieuwe werkgroep is het vergroten van het inzicht in de samenhang tussen (geo)hydrologische en ecologische processen en patronen en de verdere ontwikkeling en afstemming van door hydro- en ecologen gebruikte methoden en begrippen.

Het is uitdrukkelijk de bedoeling dat de werkgroep meer is dan een platform voor de uitwisseling van informatie over lopend en uit te voeren onderzoek. De werkgroep dient produkten af te leveren zoals studiedagen, workshops en artikelen.

- Die produktgerichte benadering heeft geresulteerd in de vaststelling van afzonderlijke themagroepen die bepaalde thema's en regio's nader onderzoeken en daarover publiceren. Als thema's en regio's zijn vastgesteld:
- technische aspecten
 - methode-ontwikkeling
 - terminologie
 - regio's:
 - Duinen en Waddeneilanden
 - Gooi- en Vechtstreek
 - Drents Plateau
 - West-Brabant/Antwerpse Kempen

In elke thema-/regiogroep participeert een bestuurslid van de werkgroep Ecohydrologie. Aan de aanwezigen op de oprichtingsvergadering is inmiddels verzocht hun voorkeur voor een thema-/regiogroep aan te geven.

Andere belangstellenden worden hierbij uitgenodigd zich aan te melden voor de werkgroep en de thema-/regiogroepen. Daarbij wordt met name gedacht aan onderzoekers en minder aan beleidsmensen. Voor aanmelding alsook voor nadere informatie kunt u contact opnemen met Claire Vos, WLO-secretariaat, tel. 085 - 45 29 91.



Vereniging voor Waterleidingbelangen in Nederland

COSWA: Nascholing voor Waterleidingmedewerkers

Voorlichtingsbijeenkomst over cursus Hygiënisch werken in productie en distributie

In april start de COSWA in samenwerking met de Stichting Opleidingen Installatie-techniek (SOI) de tweedaagse cursus 'Hygiënisch werken in productie en distributie'. Deze cursus is bedoeld voor medewerkers die in direct contact komen met het reine water, en zij die hierop toezien. Deelname kost f 400,- per cursist als de cursus 'in-company' wordt gegeven, en f 450,- als de cursus wordt gegeven op SOI-locatie.

De bedrijven hebben onlangs schriftelijke informatie over de cursus ontvangen. Het blijkt echter dat veel bedrijven behoefte hebben aan extra informatie. Vandaar dat er een voorlichtingsbijeenkomst is georganiseerd. De bijeenkomst is bestemd voor allen die nader willen beoordelen in welke mate de inhoud van de cursus aansluit bij het opleidingsdoel van het bedrijf. Tijdens de voorlichtingsbijeenkomst wordt onder meer ingegaan op:

- het doel van de cursus;
- de doelgroepen;
- het cursusprogramma;
- de syllabus.

Tevens zal er informatie worden verstrekt over het cursusaanbod van de COSWA. De bijeenkomst wordt 21 april 1989 gehouden, op een nader te bepalen plaats in het centrum van het land. Aanvang: 9.30 uur. Sluiting: 12.30 uur. Aan deelname zijn geen kosten verbonden. U kunt zich voor deze voorlichtingsbijeenkomst aanmelden bij de heer J. F. Heida (VEWIN-opleidingen), telefoon 070 - 95 34 42.