

# Zakrekenmachines en de zuurstofverzadigingswaarde van water

## Zakrekenmachines in de gezondheidstechniek

### 1. Inleiding

In de uitvoeringsbesluiten van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren wordt voor de vaststelling van de zuurstofverzadigingswaarden van water bij verschillende temperaturen en chloridegehalten verwezen naar de desbetreffende tabel van het normblad NEN 3235 uit de Onderzoekingsmethoden voor afvalwater [1, 2]. Fair, Geyer en Okun geven voor de zuurstofverzadigingsconcentratie van zoet water als functie van de temperatuur een derdegraads polynoom [3]. De verzadigingswaarden voor



PROF. IR. H. PETERS  
Vakgroep Procesbeheersing  
en Milieubeheer  
Technische Hogeschool Twente

brak water kunnen volgens dezelfde auteurs worden benaderd door die voor zoet water te vermenigvuldigen met  $(1-9 \cdot 10^{-6} \cdot n)$ , waarin  $n$  het chloridegehalte in mg/l voorstelt.

TABEL I.

01 *LBL "AQUOX"	38 ARCL %
02 *LBL C	39 "FMG/L"
03 *TEMP?	40 AVIEW
04 PROMPT	41 RTN
05 ENTER↑	42 *LBL D
06 ENTER↑	43 CF 29
07 ENTER↑	44 XEQ C
08 -97 E-6	45 AVIEW
09 *	46 PSE
10 850 E-5	47 ENTER↑
11 +	48 "OX?(MG/L)"
12 *	49 PROMPT
13 .4	50 -
14 -	51 CLA
15 *	52 "D="
16 14,594	53 ARCL X
17 +	54 "FMG/L"
18 RDN	55 AVIEW
19 RDN	56 RTN
20 8 E-3	57 *LBL G
21 *	58 LASTX
22 ,532	59 +
23 -	60 LASTX
24 *	61 X<>Y
25 16,35	62 /
26 +	63 I00
27 1 E-5	64 *
28 *	65 CLA
29 CLA	66 FIX 0
30 "CL?(MG/L)"	67 ARCL X
31 PROMPT	68 "FSAT"
32 *LBL 01	69 AVIEW
33 *	70 RTN
34 -	71 *LBL A
35 FIX 1	72 4333
36 CLA	73 STO 01
37 "C*="	74 END

TABEL II - Zuurstofgehalte in mg/l.

TEMP (°C)	NEN 3235	AQUOX	AQUOX (in 2 dec.)
12	10,9	10,8	10,85
17	9,7	9,8	9,77
18	9,5	9,6	9,58
22	8,8	8,9	8,88

Door middel van een dubbele regressie-analyse werden nu zowel voor de temperatuur- als voor de chlorideafhankelijkheid van de verzadigingswaarden uit de Nederlandse tabel polynomen berekend.

De resultaten van het op basis daarvan opgestelde programma blijken slechts op een beperkt aantal punten kleine afwijkingen te vertonen van de uitgangswaarden. Bovendien kunnen moeiteloos interpolaties worden uitgevoerd.

Ook is een subroutine opgenomen waarmee het zuurstofdebit en het verzadigingspercentage kunnen worden berekend bij bekend zuurstofgehalte.

### 2. Regressieanalyses en vastgestelde verbanden

Voor het vaststellen van de polynomen werd gebruik gemaakt van de programma's Σ POLYC en Σ POLYP uit de toepassings-module STAT PAC IB bij de HP41C van Hewlett Packard. Voor de verzadigingswaarden van chloridevrij water in het temperatuurtraject van 0-30 °C werd de volgende polynoom berekend:

$$C^* = 14,594 - 4 \cdot 10^{-1} \cdot t + 8,5 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 - 9,7 \cdot 10^{-5} \cdot t^3$$

De correctiefactor per mg Cl/l blijkt in het gebied van 0-20.000 mg Cl/l te kunnen worden berekend als functie van de temperatuur met de tweedegraads polynoom

$$- \{ 16,35 - 5,32 \cdot t^{-1} + 8 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 \} 10^{-5}$$

### 3. Programmatuur

Het in tabel I gegeven interactieve programma AQUOX voor de HP41C vraagt na het aanroepen achtereenvolgens om invoer van temperatuur en chloridegehalte en berekent daarna de zuurstofverzadigingswaarde  $C^*$ .

Wanneer in plaats van het chloridegehalte de toets A wordt ingedrukt, verkrijgt men de verzadigingswaarde voor huishoudelijk afvalwater, gebaseerd op de correctiefactor 0,95.

De subroutine D vraagt bovendien om de actuele zuurstofconcentratie en berekent vervolgens het zuurstofdeficiet. Het indrukken van de keuzetoets G (onder het %-teken) geeft daarna het overeenkomstige zuurstofverzadigingspercentage.

Daar AQUOX geen geheugenregisters

gebruikt kan het zonder gevaar in elk ander programma als subroutine toegepast worden.

### 4. Voorbeeldberekeningen (in 'user'-modus)

	Toetsen	Display
zoet water:	XEQ AQUOX	TEMP?
	6 R/S	CL? (MG/L)
	0 R/S	C* = 12,5 MG/L
brak water:	C	TEMP?
	6 R/S	CL? (MG/L)
	12.000 R/S	C* = 10,9 MG/L
huishoudelijk afvalwater:	C	TEMP?
	20 R/S	CL? (MG/L)
	A	C* = 8,8 MG/L
zuurstofdeficiet en verzadigingspercentage:	D	TEMP?
	10 R/S	CL? (MG/L)
	0 R/S	C* = 11,3 MG/L
	5,1 R/S	OX? (MG/L)
	G	D = 6,2 MG/L
		45% SAT

### 5. Nauwkeurigheid

De afwijkingen van de tabel bedragen nergens meer dan 0,1 mg/l. Daar zowel de door het apparaat als de door de tabel gegeven waarden op 1 decimaal zijn afgerond, doch de rekenmachine voor verdere berekeningen de exact berekende waarde gebruikt, zal de werkelijke fout in feite kleiner zijn. (Bedoelde waarde is na de berekening aanwezig in het X-register.) Voor chloridevrij water werden de in tabel II gegeven afwijkingen geconstateerd.

Bij nadere beschouwing blijkt niet het programma maar de tabel onregelmatigheden te vertonen in de achtereenvolgende verzadigingswaarden! Eerlijkheidshalve dient echter vermeld te worden dat de desbetreffende bijzondere normcommissie deze indertijd (onder voorzitterschap van schrijver) bewust heeft opgenomen.

### Geraadpleegde literatuur

1. *Uitvoeringsbesluit Verontreiniging Rijkswateren*, 5 november 1970.
2. *Methoden voor de Analyse van Afvalwater*, NEN 3235-5.2. Nederlands Normalisatie Instituut Rijswijk, 1969.
3. Fair, G. M., Geyer, J. C. and Okun, D. A. (1968). *Water and Waste water Engineering*. Vol. 2, New York.

