

De natuurlijke temperatuur Wat is dat?

Een discussie naar aanleiding van metingen in het IJsselmeer

1. Inleiding

De temperatuur van het oppervlaktewater is in principe gemakkelijk te bepalen. Met een eenvoudige kwikthermometer van enkele tientallen gulden kan de temperatuur al tot op 0,1 °C nauwkeurig gemeten worden. De meting is zo eenvoudig dat we van de weeromstuit ook het resultaat van de meting, een temperatuur, vaak als een eenvoudige en makkelijk interpreteerbare grootheid gaan beschouwen. Dat mag, zolang niet al te veel consequenties verbonden worden aan het gemeten getal. Maar



DRS. H. E. SWEERS
NV KEMA
Afdeling Milieu-onderzoek

zodra ingrijpende beslissingen genomen worden op basis van temperatuurverschillen van één of enkele graden, dan blijkt de grootheid 'temperatuur' niet zo'n eenvoudige grootheid meer te zijn.

Elektrische centrales lozen koelwater. Deze lozing moet voldoen aan een aantal normen. Bij moderne met zoet water gekoelde centrales gelden in ons land voorlopig de volgende normen:

- De temperatuur mag nergens in het koelcircuit hoger zijn dan 30 °C.
- Het koelwater mag 's zomers niet meer dan 7 °C, 's winters niet meer dan 15 °C opgewarmd worden.
- De Rijn en de Maas mogen gemiddeld over het totale debiet nooit meer dan 3 °C opgewarmd worden.
- Een meer mag gemiddeld niet meer dan x °C opgewarmd worden over een oppervlakte van y m². (Voor x en y zijn nog geen normen gesteld. Deze wijze van normeren is overigens nog in discussie, waarbij het niet onmogelijk is dat t.z.t. een andere wijze van normeren gekozen zal worden.)

De eerste twee normen zijn eenvoudig te hanteren. Om te bepalen of de temperatuur in een koelcircuit niet boven de 20 °C komt, kan achter de condensor een goede registrerende thermometer geplaatst worden. Om de opwarming in de condensor te meten, kunnen twee registrerende thermometers gebruikt worden, geplaatst in de inlaat en de uitlaat. Deze metingen zijn relatief eenvoudig uit te voeren omdat de juiste locatie voor de te gebruiken thermometers direct uit de voorlopige norm volgt. De laatste twee normen zijn minder goed te

controleren. Om te bepalen of een rivier niet meer dan 3 °C opgewarmd wordt, kan alleen volstaan worden met een eenvoudige vergelijking van de warmtelozing met het rivierdebiet als er bovenstrooms van het lozingspunt geen andere warmtelozingen zijn. In Duitsland staan echter al centrales langs de Rijn, en in België langs de Maas. Beide rivieren zijn daardoor al opgewarmd als ze ons land binnenkomen. De temperatuur van de rivier in afwezigheid van door de mens veroorzaakte warmtelozingen, de zgn. natuurlijke temperatuur, kan dus niet meer gemeten worden, die komt niet meer voor in ons land. Dat betekent dat de referentie-temperatuur, ten opzichte waarvan de 3-graden-norm gedefinieerd is, niet gemeten kan worden.

Eenzelfde probleem doet zich voor bij het bepalen van de opwarming van een meer. De temperatuur nabij een warmtebron kan gemeten worden. De referentie, de natuurlijke temperatuur, kan in principe gemeten worden op voldoende grote afstand van de warmtebron. In het IJsselmeer bijv., kan de opwarming rond de Flevocentrale bepaald worden door de temperatuur midden in het IJsselmeer als referentie te gebruiken.

Daarbij wordt impliciet echter een zeer essentiële aanname gedaan, namelijk dat de natuurlijke temperatuur overal in het IJsselmeer gelijk is. Dit laatste is slechts bij benadering waar (binnen 0,5 à 1 °C) als de seizoen-gemiddelde temperaturen beschouwd worden. Voor dag-gemiddelde temperaturen, en zeker voor instantane waarden, geldt dit helemaal niet: Zelfs op relatief korte afstanden kan de natuurlijke temperatuur graden uiteen lopen.

In dit artikel worden allereerst enkele definities gegeven die van belang zijn voor een goed begrip van de optredende processen. Vervolgens wordt aan de hand van metingen in het IJsselmeer een beeld gegeven van de variabiliteit van de natuurlijke temperatuur in een groot meer.

Tot slot volgt een discussie van de consequenties hiervan voor de controle in het veld van gestelde normen en de problemen die daarbij optreden. De KEMA is met dit onderzoek gestart om een beter inzicht te krijgen in de mogelijkheden en begrenzingen van dit soort controles.

2. Enkele definities

Zoals in de inleiding reeds opgemerkt is, blijkt het begrip 'watertemperatuur' minder eenvoudig te zijn dan de meesten onzer zich herinneren van de schoolbanken. Om de in het water optredende verschijnselen goed te kunnen beschrijven moeten een aantal begrippen geïntroduceerd worden:

— *Evenwichts-temperatuur.* Dit is de temperatuur die het water aanneemt als het in evenwicht is met zijn omgeving. De evenwichts-temperatuur is een temperatuur die in de vrije natuur nooit bereikt wordt, omdat de omstandigheden voortdurend wijzigen. De meteorologische toestand verandert van uur tot uur onder andere door de dag-nacht cyclus, maar ook van dag tot dag. In water met een diepte van 4 m zou de evenwichtstemperatuur pas na enkele weken bereikt worden bij gelijkblijvende weersomstandigheden en afwezigheid van een dag-nacht cyclus. Dat komt in de werkelijkheid niet voor.

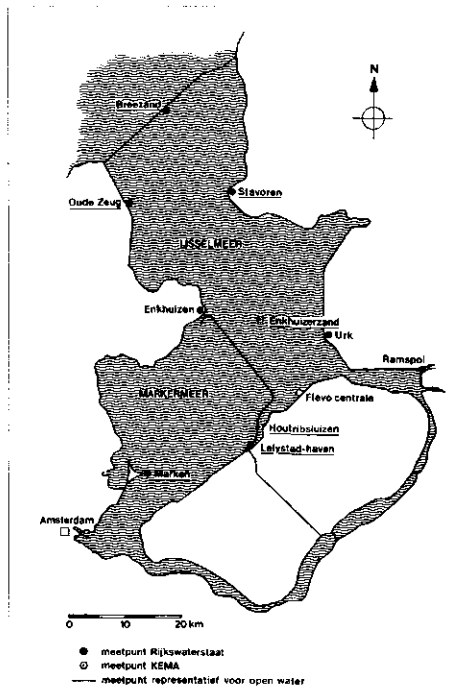
— *Natuurlijke temperatuur.* Dit is de in tijd en plaats variërende temperatuur die het water in werkelijkheid heeft indien er geen door de mens veroorzaakte warmtelozingen plaatsvinden. De natuurlijke temperatuur wordt bepaald door de meteorologische omstandigheden, de diepte van het water en door eventuele stromingen in het water. Hoe ondieper het water, hoe dichter deze temperatuur de evenwichts-temperatuur zal benaderen. De natuurlijke temperatuur kan beïnvloed worden door waterstaatkundige werken, zoals de aanleg van dammen, het veranderen van stromingspatronen en het baggeren van geulen of zandgaten.

— *Achtergrond-temperatuur.* Dit is de temperatuur bij afwezigheid van specifieke, met name genoemde, menselijke invloeden. Het is als het ware de achtergrond waartegen de opwarming tengevolge van een gegeven warmtebron bepaald wordt. Bijvoorbeeld: als er op een rivier bovenstrooms van A nergens warmte geloosd is, dan zijn de natuurlijke en de achtergrond-temperatuur ter plaatse gelijk aan elkaar. Als daarentegen bovenstrooms van A wel warmte geloosd wordt, dan is de achtergrond-temperatuur bij A in principe hoger dan de natuurlijke temperatuur (tenzij de geloosde warmte ondertussen geheel aan de atmosfeer afgegeven is).

— *Gelaagdheid:* Er wordt over gelaagdheid gesproken als op verschillende diepten water gevonden wordt met verschillende eigenschappen. In dit artikel wordt over gelaagdheid gesproken zodra het temperatuurverschil tussen oppervlakte en bodem op een gegeven plek groter is dan 1 °C. Gelaagdheid kan ook optreden in afwezigheid van kunstmatige warmtelozingen. In dat geval is de natuurlijke temperatuur een functie van de diepte.

3. Temperatuurmetingen in het IJsselmeer

Rijkswaterstaat voert reeds decennia lang regelmatig temperatuurmetingen uit in het



Afb. 1 - Locatie gebruikte meetpunten.

IJsselmeer op een achttal vaste meetpunten (zie afb. 1). Deze metingen worden dagelijks om 8h00 's ochtends net onder de oppervlakte gedaan met behulp van kwikthermometers. Daarnaast is de KEMA in 1974 gestart met een gedetailleerd onderzoek naar de dagelijkse temperatuurvariaties en het optreden van gelaagdheid in ondiep water. Het eerste jaar is gemeten vanaf de Houtribsluizen, vlak bij de oever in een relatief beschut deel van het IJsselmeer. Vanaf 1975 wordt gebruik gemaakt van een door Rijkswaterstaat op het Enkhuzerzand geplaatst ponton. Met behulp van nauwkeurige, continu registrerende thermometers wordt de temperatuur op een groot aantal diepten tussen oppervlakte en bodem gemeten. De meetnauwkeurigheid is plus of min 0,1 °C.

Beide meetpunten van de KEMA liggen in ongestoord water, dat wil zeggen dat de watertemperatuur ter plaatse niet beïnvloed wordt door kunstmatige warmtelozingen. De enige grote kunstmatige warmtebron in het IJsselmeer is de Flevo-centrale vlakbij Lelystad. Uit metingen rondom deze centrale is gebleken dat de koelwaterpluim zich relatief vaak in noordoostelijke richting langs de dijk van de Flevopolder beweegt. In die gevallen waarin het water zich in noordwestelijke richting van de kust af beweegt, strekt de koelwaterpluim zich niet verder uit dan tot hoogstens 1 à 2 km van de centrale. De Houtribsluizen liggen ca. 10 km ten zuidwesten van de Flevo-centrale, het ponton op het Enkhuzerzand 15 km ten noord-noordwesten van de centrale. Beïnvloeding van de temperatuur

op deze twee locaties door de centrale is dus uitgesloten. Op beide meetpunten is de gemeten temperatuur gelijk aan de natuurlijke temperatuur.

4. Klimatologische omstandigheden in de meetjaren

De klimatologische omstandigheden in de drie bestudeerde zomers liepen sterk uiteen. De zomer van het eerste jaar, 1974, was relatief koud (1,1 °C onder de norm) en vrij winderig met een normaal aantal uren zonneshijn. De zomer van het tweede jaar, 1975, begon aan de koele kant, maar in augustus liepen de temperaturen sterk op en bleef de windsnelheid laag. Gemiddeld over de hele zomer was de temperatuur aan de hoge kant (0,9 °C boven de norm), de windsnelheid normaal en de hoeveelheid zonneshijn duidelijk boven normaal. De derde zomer was extreem warm (gemiddelde temperatuur 1,6 °C boven de norm), rustig en erg zonnig.

5. De meetresultaten

Allereerst is onderzocht in hoeverre de resultaten van de metingen bij de Houtribsluizen en het Enkhuzerzand overeen komen met die op de vaste meetpunten van Rijkswaterstaat. Vervolgens wordt ingegaan op de dagcyclus van de temperatuur en op het optreden van gelaagdheid. Daarbij wordt speciaal ook aandacht besteed aan een dag waarop extreem hoge temperaturen, tot 28 °C, opgetreden zijn. Tenslotte wordt een relatie gelegd tussen de kans op het optreden van gelaagdheid in relatief ondiep water (4 à 5 m) als functie van de geabsorbeerde zonnearmte (globale straling) en de windsnelheid. Voor een gedetailleerde beschrijving van de metingen wordt verwezen naar Sweers, 1977.

5.1. Relatie tussen de temperatuur midden op het IJsselmeer en langs de kust

De vaste meetpunten van Rijkswaterstaat zijn ingetekend in afbeelding 1. Het blijkt dat op vijf van deze punten temperaturen gemeten worden die representatief zijn voor het open IJsselmeer: Breezand, Oude Zeug, Stavoren, Marken en Lelystadhaven (onderstreept in afb. 1). Marken ligt niet meer in het IJsselmeer sinds de Markerwaard in 1975 afgesloten is. Toch wordt dit punt in de beschouwingen meegenomen, omdat de Markerwaard zowel qua afmetingen als qua diepte vergelijkbaar is met het klein-IJsselmeer. De temperaturen in de overige drie stations, Ramspol, Urk en Enkhuzen staan onder invloed van plaatselijke lozingen en zijn daardoor niet representatief voor het open IJsselmeer.

Tabel I geeft een overzicht van de gemid-

TABEL I - Gemiddelde watertemperaturen voor de meetstations van Rijkswaterstaat in de zomers van 1974 t/m 1976. Ter vergelijking is tevens het zomer-gemiddelde van de luchttemperatuur opgegeven.

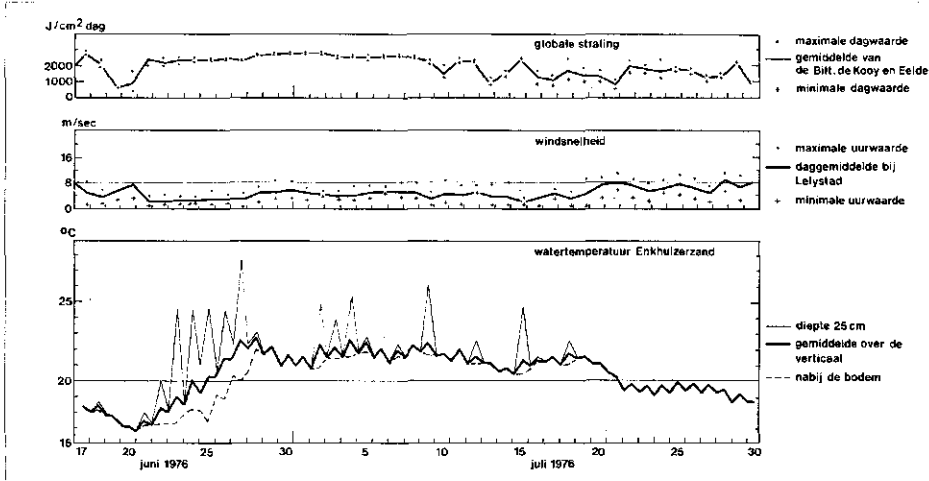
| | gem. temperatuur in de zomer van | | | gem. temperatuur over de drie zomers |
|------------------|----------------------------------|------|------|--------------------------------------|
| | 1974 | 1975 | 1976 | |
| Breezand | 16,9 | 18,4 | 19,1 | 18,1 |
| Oude Zeug | 17,3 | 18,7 | 18,9 | 18,3 |
| Stavoren | 17,4 | 18,5 | 19,0 | 18,3 |
| Marken | 17,2 | 18,7 | 19,5 | 18,5 |
| Lelystad | 17,6 | 18,8 | 19,3 | 18,6 |
| gemiddeld | 17,3 | 18,6 | 19,2 | 18,4 |
| luchttemperatuur | 14,9 | 16,9 | 17,6 | 16,5 |

delde temperaturen gemeten in de vijf representatieve meetpunten van Rijkswaterstaat gedurende de drie bestudeerde zomers. Gemiddeld over deze drie zomers neemt de temperatuur ongeveer 0,5 °C toe, gaande van het meest noordelijke station, Breezand, naar het meest zuidelijke station, Lelystadhaven. Om het resultaat van deze metingen te vergelijken met die van twee KEMA-meetpunten zijn de waarnemingen voor alle stations ook gemiddeld over de dagen waarop de meetapparatuur op alle stations gefunctioneerd heeft. In 1974 is de gemiddelde temperatuur, gemeten om 8h 's ochtends nabij de oppervlakte bij Lelystadhaven en bij de Houtribsluizen, op beide stations 17,7 °C. De temperatuur midden op het IJsselmeer bij het Enkhuzerzand is in 1975 slechts 0,1 °C lager en in 1976 slechts 0,3 °C lager dan het gemiddelde van de kuststations.

Uit het voorgaande kan geconcludeerd worden dat de gemiddelde temperatuur van het water langs de kust 's zomers vrijwel gelijk is aan de temperatuur midden op het IJsselmeer. Deze conclusie versterkt in zekere zin het in de inleiding geschetste te eenvoudige beeld dat de temperatuur van het meer een makkelijk te beschrijven en te meten parameter is. Zodra echter naar dag-gemiddelden of instantane waarden gekeken wordt, verdwijnt de eenvoud van het beeld. Bij een nadere analyse blijkt bijv. dat de op een gegeven dag gemeten temperaturen bij de verschillende meetpunten regelmatig enkele graden tot maximaal ca. 5 °C uit elkaar lopen.

5.2. Dagcyclus van de watertemperatuur

De watertemperatuur blijkt 's zomers een vrij grote dagelijkse cyclus te doorlopen, zowel bij de Houtribsluizen (diepte 6 m) als op het Enkhuzerzand (diepte 3,85 m). Gemiddeld over de zomer is de temperatuur nabij de oppervlakte overdag ca. 1 °C hoger dan 's nachts, op rustige warme dagen kan dit verschil wel oplopen tot 3 à 6 °C. Nabij de bodem zijn de fluctuaties veel kleiner, gemiddeld slechts 0,2 à 0,3 °C.

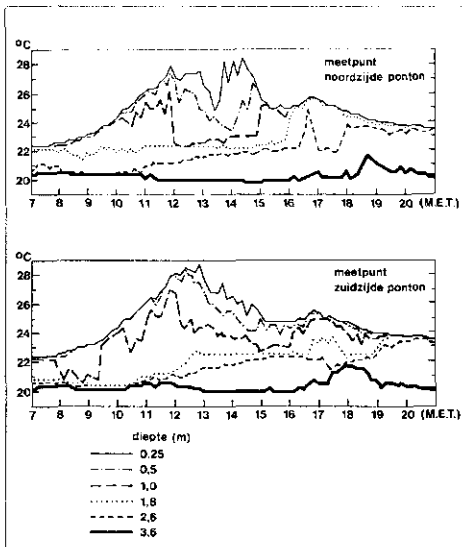


Afb. 2 - Een voorbeeld van karakteristieke variaties in ruimte en tijd van de natuurlijke temperatuur op het Enkhuizerzand; let op het verband tussen de grootte van de temperatuurvariaties en het weer.

Gemiddeld over de verticaal bedraagt deze fluctuatie ca. 0,5 °C.

De grootte van de dagcyclus wordt duidelijk geïllustreerd in afb. 2, die het verloop van de temperatuur toont gedurende een periode met uitzonderlijk warm en rustig weer in juni en juli 1976. Het karakteristieke zig-zag-beeld in deze afbeelding is ontstaan doordat voor elke dag slechts twee punten uitgezet zijn: de laagste waarde 's nachts en de hoogste overdag. Bij winderig weer treedt geen gelaagdheid op, zoals geïllustreerd wordt in de laatste week van juli. De hoogst gemeten temperatuur nabij de oppervlakte is 28 °C. Deze extreem hoge waarde is gemeten op een bijzonder rustige en warme dag, 27 juni 1976. Afb. 3 toont een gedetailleerd beeld van de op die dag geregistreerde temperaturen. Op het ponton waren twee onafhankelijke meetopstellingen

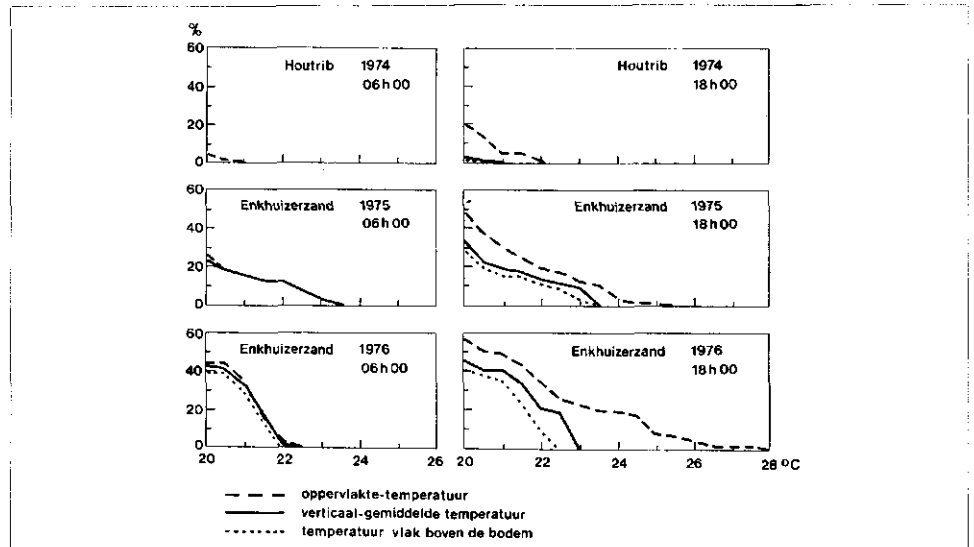
Afb. 3 - Detail van het temperatuurverloop op de warmste dag (27 juni 1976); een vergelijking van de waarnemingen met de beide meetopstellingen op het ponton bij het Enkhuizerzand.



geplaatst op een onderlinge afstand van 9 m, aan de noord- resp. zuidzijde. De registraties van beide meetpunten zijn in de afbeelding opgenomen, om een beeld te geven van de zeer grote lokale inhomogeniteiten die onder deze omstandigheden kunnen ontstaan in het temperatuurbeeld. Deze ontstaan vermoedelijk onder invloed van een lichte waterstroming langs het ponton, waardoor achter de poten turbulentie ontstaat. Vaak is deze zichtbaar in de vorm van stroomdraden.

Het blijkt dat de natuurlijke temperatuur vooral op rustige, warme dagen, sterk varieert niet alleen met de tijd van de dag, maar ook met de diepte en zelfs over kleine afstanden met de plaats. Het wordt onder deze omstandigheden moeilijk om aan te geven welke temperatuur gebruikt zou moeten worden om de opwarming tenge-

Afb. 4 - Kans op overschrijding van temperaturen ≥ 20 °C bij de Houtribsluizen en op het Enkhuizerzand. Langs de verticale as het percentage van het aantal meedagen in de zomer waarop de, langs de horizontale as gegeven, temperaturen overschreden worden.



volge van een kunstmatige warmteafvoer te bepalen. Denk maar aan de volgende vragen:

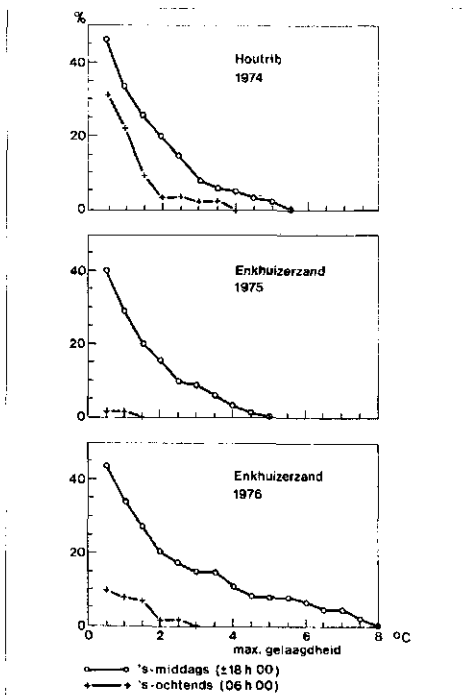
- Van welke diepte wordt het water ingezogen in het koelcircuit?
- Welke invloed heeft het rondpompen en de daarmee gepaard gaande menging van het water (zonder er warmte aan toe te voegen) op de natuurlijke temperatuur?

5.3. Temperaturen en gelaagdheid in de zomers van 1974 t/m 1976

De kans op het optreden van temperaturen boven de 20 °C is het ene jaar groter dan het andere jaar, en is groter nabij de oppervlakte dan vlak boven de bodem. Afb. 4 is opgezet om deze effecten te illustreren. In de relatief koude zomer van 1974 is de over de verticaal gemiddelde temperatuur 's nachts nooit en overdag slechts enkele keren boven de 20 °C geweest. In de warme tot extreem warme zomers van 1975 en 1976 daarentegen wordt op 20 °C regelmatig overschreden, namelijk 30 - 45 % van de tijd. Ook in deze jaren is het verschil tussen de overschrijdingskans 's nachts en overdag duidelijk te zien.

Afb. 4 laat tevens zien dat er 's middags aan de oppervlakte veel vaker hoge temperaturen voorkomen dan nabij de bodem, zelfs in het ondiepe en volkomen onbeschutte water bij het Enkhuizerzand. 's Ochtends vroeg, na de nachtelijke afkoeling, zijn deze verschillen klein en in 1975 zelfs vrijwel afwezig.

Uit de waarnemingen volgt dat er overdag regelmatig gelaagdheid optreedt. Dit wordt nog duidelijker geïllustreerd door afb. 5, waarin het percentage van het aantal meedagen gegeven wordt met een gelaagd-



Afb. 5 - Sterkte van gelaagdheid. De afbeelding toont het percentage van het aantal meedagen in de zomer (verticaal) waarop het temperatuurverschil tussen oppervlakte en bodem groter is dan het opgegeven aantal graden (horizontaal).

heid groter dan of gelijk aan het opgegeven temperatuurverschil tussen oppervlakte en bodem. Bij het relatief beschutte meetpunt Houtribsluizen is het water op bijna de helft van alle dagen in de zomer van 1974 gelaagd. Bovendien blijft de gelaagdheid (in een waterdiepte van 6 m) 's nachts regelmatig bestaan. Ook bij het onbeschutte meetpunt Enkhuizerzand komt gelaagdheid in de warme zomer van 1975 en 1976 overdag op bijna de helft van de dagen voor, hoewel de waterdiepte ter plaatse nog geen 4 m is. In vergelijking met de Houtribsluizen is het effect van de open, onbeschutte ligging wel duidelijk: Gelaagdheid blijft hier 's nachts alleen bij extreem rustig weer bestaan. In 1975 is dit nauwelijks voorgekomen, in 1976 in ca. 9 nachten waarvan een aaneengesloten periode van 7 dagen! (zie ook afb. 2).

5.4. *Conditie waaronder gelaagdheid optreedt*

Het is interessant na te gaan onder welke omstandigheden gelaagdheid kan ontstaan en weer wordt afgebroken. Het is duidelijk dat, afgezien van de locatie, het weer de voornaamste bepalende factor is, met name de inkomende zonnewarmte en de windsnelheid. Gelaagdheid kan alleen ontstaan als aan de bovenste waterlagen veel warmte toegevoerd wordt, en verdwijnt als het water onder invloed van de wind goed gemengd wordt. Afb. 6 is opgezet om de

invloed van deze twee factoren op de gelaagdheid te illustreren.

De drie meetjaren zijn apart uitgewerkt in afb. 6. De ingestraalde zonnewarmte, de zgn. globale straling, is verdeeld in drie groepen: weinig instraling (< 1200 J . cm⁻² . dag⁻¹), matige instraling (1200-2000 J . cm⁻² . dag⁻¹) en sterke instraling (> 2000 J . cm⁻² . dag⁻¹). De windsterkte is op soortgelijke wijze ingedeeld in vier groepen. Hierdoor ontstaat een matrix, waarin voor iedere combinatie van instraling en windsnelheid opgegeven wordt het aantal dagen dat deze combinatie voorkwam in de beschouwde zomer en het percentage dat er overdag gelaagdheid opgetreden is. Midden in het open IJsselmeer, bij het Enkhuizerzand, treedt gelaagdheid alleen op als de instraling groter is dan 1200 J . cm⁻² . dag⁻¹ en de windsnelheid kleiner dan 8 m . s⁻¹. Bij hoge instraling en windsnelheden kleiner dan 4 m . s⁻¹ treedt gelaagdheid vrijwel altijd op. De meer beschutte ligging van de Houtribsluizen is evident: gelaagdheid kan hier bij lagere instraling en/of iets hogere

windsnelheden optreden dan bij het Enkhuizerzand. Gemiddeld is in alle drie zomers op ongeveer 40 % van de meetdagen gelaagdheid geweest.

Het onderzoek wordt voortgezet om na te gaan in hoeverre dit beeld alleen geldt voor warme zomers zoals 1975 en 1976 of ook voor normale zomers.

6. *Discussie*

De natuurlijke temperatuur van het IJsselmeer blijkt sterk te variëren, zowel met de plaats als met de diepte en het tijdstip waarop waargenomen wordt. Het definiëren van een referentiekader voor het bepalen van de opwarming tengevolge van een kunstmatige warmtelozing wordt daardoor erg moeilijk. Welke methode ook gekozen wordt, er moet rekening gehouden worden met de in de natuur voorkomende variabiliteit van de gekozen referentie. De variabiliteit omvat een aantal componenten:

● *vervolg op pagina 20*

Afb. 6 - Kans op het optreden van stratificatie in de zomers van 1974, 1975 en 1976. De omvang van de cirkels in de afbeelding is evenredig met de kans op het optreden van bepaalde combinaties van windsnelheid en globale straling in de drie gemeten zomers (zie ook het getal onder de cirkel). De grootte van de zwarte sectoren is evenredig met de kans op het optreden van stratificatie onder die omstandigheden (getal tussen haakjes).

| | globale straling J/cm ² dag | windsnelheid in m/sec | | | |
|-----------------------|---|-----------------------|--------|--------|------|
| | | ≤ 3,5 | 4-5,5 | 6-7,5 | ≥ 8 |
| Houtrib 1974 | ≤ 1200 | 6(83) | 8(13) | 13(0) | 4(0) |
| | 1200-2000 | 8(88) | 14(71) | 10(10) | 5(0) |
| | ≥ 2000 | 9(89) | 5(100) | 8(63) | 8(0) |
| Enkhuizerzand 1975 | ≤ 1200 | 3(0) | 4(0) | 5(0) | 1(0) |
| | 1200-2000 | 14(69) | 15(29) | 5(0) | 3(0) |
| | ≥ 2000 | 8(100) | 21(68) | 16(13) | 2(0) |
| Enkhuizerzand 1976 | ≤ 1200 | 0 | 3(0) | 2(0) | 7(0) |
| | 1200-2000 | 5(100) | 15(22) | 14(0) | 2(0) |
| | ≥ 2000 | 19(100) | 27(56) | 7(25) | 0 |

• *vervolg van pagina 5*

De natuurlijke temperatuur . . . wat is dat?

— De seizoen-gemiddelde temperaturen van de meetpunten zijn plaats-afhankelijk en variëren in de drie meetjaren max. 0,7 °C.
— De horizontale spreiding van de instantaan gemeten temperaturen 's ochtends om 8 uur is veel groter en kan bij rustig, warm weer zelfs oplopen tot 3 à 5 °C.
— De verticale spreiding van de gemeten temperatuur is 's ochtends vroeg veel kleiner dan later op de dag, zij kan 's ochtends incidenteel oplopen tot 3 à 4 °C in een waterdiepte van 4 - 6 m, midden op de dag zelfs tot 5 à 8 °C.

De verspreiding van de warmte rond een lozingspunt kan gemeten worden met een varende meting, waarbij de ligging en de omvang van de koelwaterpluim afgetast wordt. De interpretatie van deze metingen is moeilijk als bij erg rustig, warm weer gevaren wordt, omdat juist dan de instantane spreiding van de natuurlijke temperatuur het grootst is. Als de meting uitgevoerd wordt op een koele, winderige dag is de referentie-temperatuur ten opzichte waarvan de opwarming bepaald wordt minder variabel, en kan de meting beter geïnterpreteerd worden.

De normen voor de opwarming zijn alleen controleerbaar als ze gebaseerd zijn op seizoen-gemiddelde temperaturen en als bovendien rekening gehouden wordt met een horizontale variabiliteit van de referentie-temperatuur van 0,5 tot 1,0 °C.

7. Conclusies

— Zelfs in ondiep water, midden in het IJsselmeer, treedt 's zomers regelmatig gelaagdheid op. Deze gelaagdheid wordt 's nachts meestal weer afgebroken.
— De natuurlijke temperatuur kan van plek tot plek sterk uiteen lopen; zelfs over betrekkelijk korte afstanden. In het IJsselmeer komen regelmatig verschillen voor van 2 à 3 °C tussen de verschillende meetpunten, deze verschillen kunnen in perioden met rustig warm weer zelfs oplopen tot een graad of vijf.
— Onder natuurlijke omstandigheden kan de temperatuur in het water op extreem rustige warme dagen oplopen tot 25 à 28 °C, zelfs midden in het IJsselmeer.
— Bij het stellen van normen, gebaseerd op de opwarming van het ontvangende water, moet rekening gehouden worden met de variabiliteit van de natuurlijke temperatuur.

Literatuur

Sweers, H. E., 1977, *De natuurlijke temperatuur in het IJsselmeer: Enkele beschouwingen naar aanleiding van metingen in de zomers van 1974 t/m 1976*. KEMA-rapport MO-K/77-84 d.d. 78-01-06.

Publicatie ter kritiek

Door het NNI zijn ter kritiek gepubliceerd de ontwerp-normen:

NPR 6906 - Aanleg van ondergrondse leidingen bestaande uit aan de buitenzijde met epoxybeklede stalen buizen en hulpstukken.

NEN 6909 - Pijpwikkelbanden — Type C — Kunststofbanden.

De ontwerpen kunnen besteld worden bij het Nederlands Normalisatieinstituut, Polakweg 5, Rijswijk (ZH).
De prijs van de ontwerp NPR 6906 is f 8,76, van de ontwerp NEN 6909 f 11,68. Beide excl. 4 % BTW en verzendkosten.
Voor eventuele kritiek kan men zich rechtstreeks tot het NNI wenden.



Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening

RID mededeling 78-4

Geohydrologische gegevens van Zuidelijk Flevoland en de Gelderse Vallei

C. R. Meinardi, m.m.v. C. van den Akker, C. J. Dekker, G. J. Heij en J. W. Kieft

In deze mededeling is aandacht gegeven aan de topografische en waterstaatkundige beschrijving van de Gelderse Vallei en Zuidelijk Flevoland, aan de geologische situatie, aan de aangenomen geohydrologische schematisering van de ondergrond, aan de patronen in de grondwaterstroming, aan de grootte van het doorlaatvermogen van watervoerende pakketten en de weerstand van slecht doorlatende lagen en tenslotte aan de samenstelling van het grondwater. Er is naar gestreefd het beschikbare materiaal zoveel mogelijk in kaartvorm te presenteren, zodat de gegevens als basis kunnen dienen voor hydrologische berekeningen van diverse aard.

RID mededeling 78-5

De tijdsafhankelijkheid van de verlagingen als gevolg van grondwaterwinning nabij Glindhorst (Gelderse Vallei)

ir. H. A. J. van Lanen en ir. G. J. Heij

In het kader van een onderzoek, uitgevoerd door de Werkgroep Wateronttrekking Gelderse Vallei, naar de gevolgen van een geprojecteerde grondwaterwinning te Glindhorst, is gewerkt met een geïntegreerd model voor grondwaterstroming en

verdamping (model SUM-2). Uit berekeningen met dit model is gebleken dat bij grondwaterwinning uit het diepe watervoerende pakket, de verlagingen van het ondiepe grondwater in de loop van één jaar in veel sterkere mate zullen variëren dan de verlagingen van het diepe grondwater. De ondiepe verlagingen hangen nauw samen met de weersgesteldheid zoals die zich in de loop van de seizoenen voordoet. In deze mededeling worden benaderende formules gegeven, waarmee het verloop van de verlagingen van het ondiepe grondwater gedurende winter, voorjaar en zomer geschat kan worden. De gegeven betrekkingen zijn het resultaat van beschouwingen over stromingsveranderingen die in de diverse te onderscheiden hydrologische deelsystemen zullen optreden als gevolg van diepe grondwaterwinning. Ze zijn primair bedoeld om inzicht te krijgen in het hydrologisch systeem van de Gelderse Vallei; de invloed van het seizoen, van extreme klimatologische omstandigheden en van de gebiedseigenschappen op het verloop van de verlagingen van het ondiepe grondwater is ermee na te gaan. De afgeleide betrekkingen geven verder de mogelijkheid van controle en interpretatie van de berekeningsresultaten verkregen met het model SUM-2.

Het is gebleken dat voorzichtigheid is geboden met het toepassen van stationaire oplossingsmethoden voor het vaststellen van de hydrologische consequenties in het zomerhalfjaar, van grondwaterwinning in de Gelderse Vallei en hydrologisch vergelijkbare gebieden.

RID mededeling 78-6

Introduction of chemical compounds into drinking water during distribution

B. C. J. Zoeteman en B. J. A. Haring

In het kader van een door de EG gesubsidieerd onderzoek werden gedurende de periode 1975-1976 gegevens verzameld over de diverse leidingmaterialen die voor drinkwaterdistributie in de EG konden worden toegepast. Tevens werden hierbij de potentiële risico's i.v.m. de afgifte van bepaalde toxische stoffen door deze leidingmaterialen toegelicht.

Aanvullend werd in 10 Nederlandse gemeenten een oriënterend onderzoek uitgevoerd naar de verschillen in concentratie van een aantal metalen en polycyclische aromaten in het drinkwater zoals dit het pompstation verlaat en zoals dit aan de tapkraan de consument bereikt. Hierbij werd geconstateerd dat met name voor de loodconcentratie in drinkwater in een aantal gevallen overschrijdingen van de WHO norm van 100 µg/l plaats vonden.