

Inhoud

18. Zeewatertemperatuur

- 1. Beschrijving 18-1
 - 1.1 inleiding 18-1
 - 1.2 definitie, omschrijving van het begrip 18-1
 - 1.3 eenheden 18-1
 - 1.4 elementcode 18-2
 - 2. Operationele eisen 18-5
 - 2.1 bereik 18-5
 - 2.2 waarneemresolutie in verband met de berichtgeving 18-5
 - 2.3 operationeel vereiste nauwkeurigheid 18-5
 - 2.4 vereiste waarneemfrequentie 18-5
 - 3. Instrumenten en techniek 18-7
 - 3.1 techniek en specificaties 18-7
 - 3.2 onderhoud- en calibratieprocedures 18-7
 - 4. Procedures 18-9
 - 4.1 procedures bij uitval automatische waarnemingen 18-9
 - 4.2 procedures voor achteraf validatie 18-9
 - 4.3 procedures voor inspectie 18-9
 - 5. Herleiding andere parameters 18-11
 - 6. Opstellingseisen en omgevingscondities 18-13
- Referenties 18-15
- Bijlage.1 Beheersplan Pt2000 sensor in meetnet Noordzee 18-17
- Bijlage.2 Temperatuur sensor 18-24



Zeewatertemperatuur

1. Beschrijving

1.1 inleiding

In dit hoofdstuk wordt de grootte “Zeewatertemperatuur” beschreven. Internationale aanduiding : Sea-surface temperature.

{ WMO,no.8, Guide to meteorological instruments and methods of observations, 6th edition, Part 2, Chapter 4, Marine observations, par. 4.2.II, ref.4}

Dit hoofdstuk beperkt zich, conform de context van het Handboek, tot de metingen zeewatertemperatuur op de vaste waarnemstations aan de Nederlandse kust en op de Noordzee. De data van deze metingen wordt middels de zogeheten ZEET-code verspreid. De metingen zeewatertemperatuur vanaf mobiele stations, i.c. schepen, worden niet in dit hoofdstuk beschreven. Hier voor kan verwezen worden naar de Guide van de UK Met.Office, de betreffende WMO-guide en KNMI-handboek scheepswaarnemingen. Teneinde het onderscheid met de ZEET-code te preciseren wordt in par. 1.4 wel kort de SHIP-code voor zeewatertemperatuur data beschreven. Voor de goede orde: de SHIP-code is feitelijk alleen van toepassing op de scheepswaarnemingen.

1.2 definitie, omschrijving van het begrip

Voor de fysische definitie van het begrip “temperatuur” wordt verwezen naar H.2, Temperatuur, par. 1.2.

De zeewatertemperatuur, zoals in dit hoofdstuk beoogd, betreft de temperatuur van het laagje zeewater dat direct grenst aan het wateroppervlak. Hierbij moet rekening worden gehouden met de (gewoonlijk) wisselende waterhoogte vanwege golven. Het verschil van deze watertemperatuur en de luchttemperatuur van de luchtlaag direct boven het wateroppervlak kan een indicatie geven met betrekking tot de mate van stabiliteit van de atmosfeer, alsmede over de mate van verdamping.

{WMO,no.8, Guide to meteorological instruments and methods of observations, 6th edition, Part 2, Chapter 4, Marine observations, par. 4.2.II, ref.4}

1.3 eenheden

Het gehanteerde eenhedenstelsel “zeewatertemperatuur” is identiek aan dat van luchttemperatuur. (zie:H.2, Temperatuur, par. 1.3).

De blijvend erkende eenheid volgens SI (ref. 7) voor de thermodynamische temperatuur T is kelvin (K). Deze eenheid is gedefinieerd als de fractie $1/273,16$ van de temperatuur van het tripel punt van water.

Naast de thermodynamische temperatuur T (ook wel kelvintemperatuur genoemd) kent men de grootte celsiustemperatuur t . De erkende SI-eenheid daarvoor is de graad Celsius, symbool °C. De celsiustemperatuur is gedefinieerd als het verschil $t = T - T_0$, waarbij $T_0 = 273,15$ K (zie ref.7 en ref.4, part I, par. 2.1.2.). Dus:

$$t/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273,15.$$

De eenheid "graden fahrenheit" , symbool °F, waarvoor geldt

$t_v/^{\circ}\text{F} = 9/5 t/^{\circ}\text{C} + 32$, wordt in Nederland niet als erkende grootheid gebruikt.

De huidige internationale temperatuurschaal waarvoor T en t sinds 1990 zijn gedefinieerd, is volgens ITS-90 (zie o.m. ref. 4, part I, hfd. 2, Annex). Uitgedrukt in de celsiustemperatuur geldt voor deze schaal:

t_{90} [vriespunt H_2O]	=	0,000 °C
t_{90} [tripelpunt H_2O]	=	0,010 °C
t_{90} [kookpunt H_2O]	=	99,974 °C

1.4 elementcode

Stations van het RWS Meetnet Zeeuwse Getijdenwateren Zege en van het RWS Meetnet Noordzee meten continu de temperatuur van het (zee-)wateroppervlak. Een overzicht van de betreffende stations, alsmede in grafische vorm de actuele meetgegevens van deze stations wordt gepresenteerd via de internetsite "Actuele waterdata" van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. <http://www.actuelewaterdata.nl>

Het KNMI kan beschikken over de data. Voor een selectie van stations van het Meetnet Zege en van het Meetnet Noordzee wordt op basis van de data zeewatertemperatuur een uurlijks bericht gegenereerd (overzicht stations in de onderstaande stationslijst). De berichtgeving geschiedt onder de nationale codenaam ZEET. De Centrale Weerkamer CWK van de Sector WA maakt gebruik van deze berichtgeving bij het samenstellen van een maritiem weerbericht. De data zeewatertemperatuur wordt tevens gebruikt bij validatie van satellietdata, in data assimilatie modellen (o.m. ijsgroeimodel) en in klimatologie.

Het uurlijkse ZEET-rapport is als volgt samengesteld:

Sectie o: $M'_i M'_i M'_i M'_i$ YYGG/

Sectie r: $IIiii$ $o_s T_w T_w T_w$ LLLL

Toelichting:

$M'_i M'_i M'_i M'_i$: Identificatie groep: het zeewatertemperaturenbericht wordt geïdentificeerd door: $M'_i M'_i M'_i M'_i = \text{ZEET}$

YYGG/ : Datum-tijdgroep

YY: Dag van de maand

GG: Waarnemingstijd in hele uren UTC

/ : Aanvulling tot 5 tekens

II - Bloknummer (Nederlandse stations: 99)

iii - Stationsnummer (zie bijlage Stationslijst)

o - kencijfer

s_n - teken van de waarde (o: positieve temperatuur of 0° C; r: negatieve temperatuur)

$T_w T_w T_w$ - zeewatertemperatuur in tienden van graden Celsius

LLLL - 4-letter afkorting stationsnaam (zie bijlage Stationslijst)

Stationslijst Zeewatertemperaturen

Meetnet Zege*

Stations naam	Blok-/stations- nummer	Geografische positie		Afkorting stationsnaam
		<i>lliii</i>	<i>N</i>	
Brouwershaven Gat 2	99501	51°46'	03°37'	BGo2
Brouwershaven Gat 8	99502	51°45'	03°49'	BGo8
Bommenede	99503	51°44'	03°58'	BOMM
Haringvliet 10	99504	51°52'	03°52'	HA10
Hoofdplaat	99505	51°23'	03°40'	HFPL
Marollegat	99506	51°29'	04°12'	MARG
Oosterschelde 4	99507	51°39'	03°42'	OSo4
Langbekken/ Philipsdam	99508	51°40'	04°09'	KRAM
Volkerak	99509	51°39'	04°19'	VOLK
Veersemeer	99510	51°31'	03°42'	VEER
Volkeraksluizen	99511	51°42'	04°24'	VOLS
Vlakte van Raan	99512	51°30'	03°15'	RAAN

* Wel metingen watertemperatuur, niet opgenomen in ZEET-bericht:
Antwerps Kanaalpand, Baalhoek, Bath, Mond Bathse Spuikanaaal, Vlissingen,
Vossemeer

Meetnet Noordzee*

Stations naam	Blok-/stations- nummer	Geografische positie		Afkorting stationsnaam
		<i>lliii</i>	<i>N</i>	
Schiermonnikoog	99513	53°36'	06°10'	SCHI
IJmuiden	99514	52°28'	04°34'	YMUI
Eierlandse Gat	99516	53°17'	04°40'	EIER
Lichteiland Goeree	99517	51°56'	03°40'	GOER
Euro Platform	99518	52°00'	03°17'	EURO
Meetpost Noordwijk	99519	52°16'	04°18'	MEET

* Wel metingen watertemperatuur, niet opgenomen in ZEET-bericht: Auk-Alpha,
Den Helder, Hoek van Holland, IJ-geul munitiestortplaats, K13-Alpha, North Cor-
morant, Eemshaven, Kornwerderzand buiten, Anasuria

Verwijzing: Nationale Code, ZEET, document versie 5.0, januari 2000,
P.Y. de Vries (ref.6)

Opmerking:

Door meteorologische waarnemers op een groot aantal schepen wordt de zee-
watertemperatuur gemeten. In sectie 2 van de SHIP-code voor het synoptisch
weerrapport zoals die door de Nederlandse schepen wordt gehanteerd, is de
gecodeerde waarde voor de zeewatertemperatuur opgenomen : $os_s T_w T_w T_w$:

SECTIE 0- $M_i M_j M_k M_l$ of $D \dots D$
 $Y Y G G i_w 99 L_a L_a L_a Q_c L_o L_o L_o$
 $A_b n_b n_b n_b$

SECTIE 1- $i_{R_x} i_h V V N d d f f (o o f f f) 1 s_n T T T 2 s_n T_d T_d T_d 3 P_o P_o P_o$
 $4 P P P P 5 a p p p 7 w w W_1 W_2 8 N_h C_L C_M C_H$

SECTIE 2- $2 2 2 D_s v_s (o s_s T_w T_w T_w) (1 P_{wa} P_{wa} H_{wa} H_{wa}) (2 P_w P_w H_w H_w)$
 $((3 d_{w1} d_{w1} d_{w2} d_{w2}) (4 P_{w1} P_{w1} H_{w1} H_{w1}) (5 P_{w2} P_{w2} H_{w2} H_{w2}))$

$6 I_s E_s E_s R_s$ $c_s b_i D_i z_i$
 (of) $(7 o H_{wa} H_{wa} H_{wa}) (8 s_w T_b T_b T_b) (ICE + \text{ of })$
 ICING + klare taal klare taal

s_s : het teken van de waarde en type meting van de zeewatertemperatuur

Code-cijfer	Teken	Type meting
0	Positief of 0	Inlaat
1	Negatief	Inlaat
2	Positief of 0	Puts
3	Negatief	Puts
4	Positief of 0	Contact sensor aan de huid
5	Negatief	Contact sensor aan de huid
6	Positief of 0	Andere type meting
7	Negatief	Andere type meting

$T_w T_w T_w$: Zeewatertemperatuur in tienden van graden Celsius

Voorbeelden:

$T_w = -1,2 \text{ }^\circ\text{C}$, meting met puts $\rightarrow o s_s T_w T_w T_w = 03012$

$T_w = +13,0 \text{ }^\circ\text{C}$, meting met inlaat $\rightarrow o s_s T_w T_w T_w = 00130$

Voor toelichting en details, zie: Internationale Code, SHIP, document versie 5.0, januari 2000, P.Y. de Vries:

<http://info.knmi.nl/wm-ow/algdoc/codebeheer/handboek.htm> (ref. 5)

2. Operationele eisen

2.1 bereik

Het operationeel gebied (range) voor de waarnemingen zeewatertemperatuur is cf. WMO-norm: $-2 - +40^{\circ}\text{C}$.

{WMO,no.8, Guide to meteorological instruments and methods of observations, 6th edition, Part I, chapter 1, annex 1.B, Operational accuracy requirements and typical instrument performance, ref.4}

2.2 waarneemresolutie in verband met de berichtgeving

In de synoptische meteorologie is de vereiste resolutie in de waarnemingen van de zeewatertemperatuur : $0,1^{\circ}\text{C}$. Een en ander is conform WMO.

{WMO,no.8, Guide to meteorological instruments and methods of observations, 6th edition, Part I, chapter 1, annex 1.B, Operational accuracy requirements and typical instrument performance, ref.4}

2.3 operationeel vereiste nauwkeurigheid

De vereiste nauwkeurigheid (onzekerheid) in de gemeten zeewatertemperatuur is: $0,1^{\circ}\text{C}$. Deze eis is conform WMO.

De maximaal acceptabele operationele onzekerheid in de synoptische berichtgeving zeewatertemperatuur is: $0,2^{\circ}\text{C}$. Dit is conform WMO voorschriften.

{WMO,no.8, Guide to meteorological instruments and methods of observations, 6th edition, Part I, chapter 1, annex 1.B, Operational accuracy requirements and typical instrument performance, ref.4}

2.4 vereiste waarneemfrequentie

Het middelingstijdvak dat volgens internationale regels minimaal vereist voor het kunnen bepalen van een representatieve waarde zeewatertemperatuur is 1 minuut: "operational requirement with respect to the output averaging time" {WMO,no.8, Guide to meteorological instruments and methods of observations, 6th edition, Part I, chapter 1, annex 1.B, Operational accuracy requirements and typical instrument performance, ref.4}

Het tijdskenmerk van de parameters ligt in het midden van de waarnemingsperiode. Voor een 1'-gemiddelde loopt de waarnemingsperiode van 30 seconden voor de hele minuut tot dertig seconden erna.

In het geval van een 10'-gemiddelde loopt de waarnemingsperiode van 5 minuten voor de hele 10 minuten tot 5 minuten erna. De tijdskenmerken bestaan uit een vast 1-minuut- en 10-minuten-schema: HH:00, HH:01, HH:02 etc., en HH:00, HH:10, HH:20 etc. Sommige parameterwaarden ("steekwaarden") hebben het tijdskenmerk van de 10'-periode waartoe ze behoren. Dit geldt ook voor parameterwaarden die het 1-minuut-gemiddelde van de laatste minuut uit een 10'-periode representeren.

3. Instrumenten en techniek

3.1 techniek en specificaties

Voor de meting van de zeewatertemperatuur gebruikt RWS een Pt2000-weerstandsthermometer. Dit instrument bestaat uit een temperatuur afhankelijke platina weerstand van 2000 Ohm, welke in serie is geschakeld met een precisie weerstand van 2120 Ohm. De thermometer is aangesloten op een transmitter (Aanderaa-unit), die het uitgangssignaal via een kabel doorgeeft aan de betreffende SESAM-aanpassingsmodule op het waarnemstation. (SESAM: *SE*nsor- *S*ignal *A*anpassings*M*odule). Detailinformatie over de temperatuursensor in bijlagen 1 en 2.

De nauwkeurigheid en resolutie van de meting is in 0,1 °C. Het bereik is -10,0 tot +40,0 °C. Hiermee is (ruimschoots) voldaan aan de gestelde operationele eisen (zie par.2).

De meetwaarden worden op het waarnemstation direct automatisch gecontroleerd middels:

- Een grenswaarde check; hierbij wordt gecontroleerd of een meetwaarde binnen het gestelde temperatuurgebied valt (-10, 40 °C);
- Een zogeheten delta check; hierbij wordt gecontroleerd of het absolute verschil van de nieuwe meetwaarde ten opzichte van de voorafgaande meetwaarde binnen een gestelde toegestane maximumwaarde blijft.

De meetresultaten worden via directe radioverbindingen doorgegeven aan de verwerkingscentra. Daar worden de signalen verwerkt. Deze verwerking bestaat eerst uit een controle van het binnenkomende signaal. Eenvoudige korte verstoringen van het signaal (orde 1 seconde) worden gecorrigeerd. Bij langer aanhoudende fouten (>> 1 seconde) of bij langdurige onderbrekingen in het signaal wordt de datareeks c.q. een deel van de reeks afgekeurd. De data van de meetlocaties behorende tot het Meetnet Noordzee worden verwerkt bij RWS Directie Noordzee in Rijswijk. De data van de meetlocaties behorende tot het meetnet Zeeland (ZEGE) gaan naar het Verwerking Centrum Zeeland (VCZ) van de Directie Zeeland van Rijkswaterstaat te Middelburg.


Informatie over meetprocessen en verwerking meetresultaten in:

- projectrapport Rijkswaterstaat Meetnet Infrastructuur (RMI), ref.8;
- internetsite "Watermarkt" van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat:
<http://www.watermarkt.nl/index.cfm?page=meetprocessen.fysica.f4m>

3.2 onderhoud- en calibratieprocedures

De meetinstrumenten behoren tot het Landelijk Instrumenten Bestand LIB dat onder beheer staat van het RIKZ. Het goede functioneren van de meetinstrumenten, inclusief onderhoud en eventuele vervanging, geschiedt onder verantwoordelijkheid van het RIKZ conform eigen procedures.

Een meetinstrument voor zeewatertemperatuurmetingen wordt iedere 2 jaar vervangen door een recent geijkt instrument. De calibratie van de instrumenten is door RWS uitbesteed aan het KNMI. De instrumentele afdeling van het KNMI (INSA) is verantwoordelijk voor de procedures die vastgelegd zijn in het ISO-9001 kwaliteitssysteem Operationeel Handboek Instrumentele afdeling van INSA, in het bijzonder de procedurebeschrijvingen in par. 2.2.3, Beheersprocedure preventief onderhoud, en par. 2.2.5, Uitvoeren van IJkingen



{<http://info.knmi.nl/mi-insa/iso/isoinh.html>} (ref.2)

De (her-)ijking van de operationeel gebruikte c.q de te gebruiken instrumenten geschiedt in het IJklaboratorium van het KNMI. In de ijkprocedure worden de instrumenten op door ervaring bepaalde intervallen getoetst of aan de gestelde eisen is voldaan. Voor elk interval wordt een calibratie certificaat vastgesteld, waarbij de referentie meetwaarden volledig herleidbaar zijn naar de internationaal erkende standaard.

Detailinformatie over de calibratie en het onderhoud met betrekking tot de Pt2000 thermometer in bijlage 1.

4.Procedures

4.1 procedures bij uitval automatische waarnemingen

Na melding van problemen met data wordt Rijkswaterstaat RWS Directie Noordzee c.q. Zeeland geïnformeerd. Deze dienst draagt zorg voor herstel conform eigen procedures.

4.2 procedures voor achteraf validatie

In het Klimatologische Informatiesysteem KIS worden op dagbasis uit de ZEET-bulletins de uurwaarden van het afgelopen etmaal (01- 24 UTC) van de bovengenoemde stations van het Meetnet Noordzee c.q. het Meetnet Zege ingelezen en gearhiveerd. Code: TW.

Alle nieuw in KIS ingevoerde waarden TW worden onderworpen aan automatische controleprocedures die in het systeem ingeprogrammeerd zijn. Het gaat om de volgende procedures per station:

TW

Indien de uurwaarde TW buiten het per onder genoemde maand aangegeven interval valt, is de waarde TW verdacht:

januari:	[10,90]	juli	[130,190]
februari:	[0,80]	augustus:	[140,200]
maart:	[0,80]	september:	[130,190]
april:	[30,110]	oktober:	[100,170]
mei:	[60,140]	november:	[60,140]
juni:	[100,160]	december:	[30,110]

(in eenheid 0,1°C !!)

Indien $\text{abs}\{TWh - TWh-1\} \geq 4$ (d.i. dus in een uur tijd een temperatuurdaling of -stijging ≥ 0.4 °C) dan verdacht.

(ref.3)

De validatie met betrekking tot de nieuw ingevoerde waarden geschiedt op dagbasis (alleen op werkdagen) onder verantwoordelijkheid van de afdeling WM/OD/BWS. Verdachte c.q. ontbrekende waarden worden zo mogelijk vervangen.

De alternatieve waarde wordt gebaseerd op:

- lineaire interpolatie van aangrenzende (correcte) waarden in de tijdreeks;
- inschatting van de uurwaarde op grond van de tijdserie 10-minuten waarden.

Vervanging geschiedt handmatig. Deze vervanging wordt in het databestand aangegeven met een kwaliteitsindicator.

4.3 procedures voor inspectie

De inspectie valt onder de verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat RWS.

5. Herleiding andere parameters

Parameter TW_{10}

- Omschrijving: 10'-gemiddelde van de watertemperatuur;
- Berekening: $TW_{10} = p/n$
 - p: de som van de goede TW_m -waarden in de afgelopen 10 minuten;
 - n: het aantal goede TW_m -waarden in de afgelopen 10 minuten;
- Kwaliteitscontrole: aantallen-check en verspreidings-check.

Parameter TW_{10S}

- Omschrijving: 10'-steekwaarde; dit is de eerste goede TW-waarde in de waarnemingsperiode;
- Berekening: $TW_{10} = TW_m$;
- Kwaliteitscontrole: aantallen-check.

Toelichting:

- $TW_m = a * x + b$
 - a: schaalfactor
 - x: ontvangen meetwaarde
 - b: offset
- Aantallen check: het aantal goede meetwaarden in de betreffende waarnemingsperiode dient boven een gesteld minimum te zijn:
 $TW_{10} \rightarrow 54$, $TW_{10S} \rightarrow 1$;
- Verspreidingscheck: de tijdsafstand tussen goede meetwaarden dient aan een eis te voldoen: $TW_{10} \rightarrow$ maximaal 61 seconden.

(ref.8)

6. Opstellingseisen en omgevingscondities

De opstellingseisen en omgevingscondities zijn niet door het KNMI geformuleerd omdat de metingen niet onder eigen verantwoordelijkheid geschieden. Ook internationaal zijn er nauwelijks opstellingseisen en omgevingscondities ten aanzien van operationele zeewatertemperatuurmetingen beschreven. Ref. 4 geeft bescheiden informatie. Meer details staan in ref. 9.

Referenties

1. MFPS/Meetnet informatiebulletin, RIKZ/Directie Noordzee/Directie Zeeland/RIZA/Dir.Zuid-Holland/Dir.Noord-Brabant, nummer 1, 2000;
2. ISO-9001 kwaliteitssysteem Operationeel Handboek Instrumentele afdeling van INSA, ihb Calibratieprocedures van het KNMI-IJklaboratorium, A. van Londen, Insa/IO, KNMI, De Bilt, 1994;
3. Basisontwerp Vernieuwing Operationeel Klimatologisch Informatiesysteem VOKIS, KNMI-document, 1992;
4. WMO no.8, Guide to meteorological instruments and methods of observations, part II, hoofdstuk 4, Marine observations;
5. Internationale Code, SHIP, document versie 5.0, januari 2000, P.Y. de Vries:
<http://info.knmi.nl/wm-ow/algdoc/codebeheer/handboek.htm>
6. Nationale Code, ZEET, document versie 5.0, januari 2000, P.Y. de Vries:
<http://info.knmi.nl/wm-ow/algdoc/codebeheer/handboek.htm>
7. Het Internationale Stelsel van Eenheden (SI), Nederlands Meetinstituut NMI, 1994;
8. De Rijkswaterstaat standaard voor de inwinning, verwerking en uitgifte van hydrologische en meteorologische gegevens uit operationele meetnetten, projectrapport Rijkswaterstaat Meetnet Infrastructuur (RMI), versie 1.1, 3 oktober 1995;
9. WMO-No. 471, Guide to Marine Meteorological Services.

Bijlage.1

Beheersplan Pt2000 sensor in meetnet Noordzee

1 Samenvatting

Dit document geeft een beschrijving van beheersplan van de Pt2000 water-temperatuur sensor in het Meetnet Noordzee. Hoofdstuk 3 geeft de specificaties weer van de Pt2000 sensor zoals deze is opgenomen in het Meetnet. De Pt2000 is zo goed mogelijk afgestemd op de specificaties van de Pt2000 van Aanderaa.

Hoofdstuk 4 geeft een uitgebreide beschrijving van de kalibratie methode van de sensor en een beknopte beschrijving van welke procedure gevolgd moet worden. Het installeren van de Pt2000 in het meetnet wordt beschreven in hoofdstuk 5. Aandachtspuntjes voor de installatie worden toegelicht samen met een beknopte installatie procedure. Verder wordt er in hoofdstuk 6 en 7 het onderhoud van de Pt2000 en de vervangingstermijn behandeld. Als laatste is er een checklist toegevoegd, welke ingevuld moet worden tijdens het kalibreren en installeren.

2 Inleiding

De Pt2000 is per 1 juni 1999 opgenomen in het “nieuwe” Meetnet Noordzee. Het “nieuwe” meetnet Noordzee zal vanaf die datum operationeel zijn en opgebouwd zijn uit de zogenaamde RMI bouwstenen. Met de Pt2000 wordt in het meetnet Noordzee de watertemperatuur gemeten. De Pt2000 sensor bestaat uit een temperatuur afhankelijke platina weerstand van 2000 Ohm in serie geschakeld met een precisie weerstand van 2120 Ohm.

Deze platina weerstand is een maat voor de omgevingstemperatuur. De Pt2000 wordt op een transmitter (Aanderaa display unit) aangesloten, welke een digitaal signaal geeft aan een TW SESAM. Deze maakt hiervan een standaard TW bericht welke verder in het meetnet opgenomen wordt.

3 Specificaties

Specificaties van de Pt2000 sensor volgens Thermo elektra

Weerstandselement 1xPt2000 3 leider in combinatie met 2120 Ohm weerstand.

Model CA 2021-S-‘lengte in mm’-G58-G22-K8

Aansluitkop	:Schroefdeksel
Kop uitvoering	:BBK, IP65
Kop materiaal	:Nylon
Kabel ingang	:PG16
Extensie	:nippel met gat Ø 25 inw.
Extensie lengte	:40 mm
Extensie materiaal	:SS316
Meetinzet diameter	:6 mm
Meetinzet materiaal	:RVS 316
Lengte:	:(lokatie afhankelijk / zie tabel)
Isolatie:	:MgO
Nauwkeurigheid Pt2000	:IEC751 klasse B
Krimpkous	:Over de laatste 1 meter van voeler

Specificaties per lokatie

Lokatie	Hoogte sensor	Sensor lengte	Aantal sensoren
Goeree	-6,0m n.a.p.	13,4 m	2
Meetpost Noordwijk	-2,3m n.a.p.	14,0 m	2
Europlatform	-6,0m n.a.p.	15,1 m	2

4 Het kalibreren van de Pt2000 watertemperatuur sensor.

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de het kalibreren van de Pt2000 sensor aan de hand van de volgende 4 stappen:

- 4.1 kalibratie meting
- 4.2 berekening van de coëfficiënten
- 4.3 invoeren van de coëfficiënten in het display unit
- 4.4 kalibratie procedure

4.1 Kalibratie metingen

De display unit kalibreert aan de hand van een vergelijking (3de graads polynoom). Deze is als volgt:

$$T = A + N \cdot B + N^2 \cdot C + N^3 \cdot D$$

Hierbij is T de gepresenteerde temperatuur op het display unit. A, B, C en D zijn de kalibratie coëfficiënten en N is de ruwe data gemeten door het display unit.

Voor het bepalen van de kalibratie coëfficiënten (per sensor) dienen er 4 ijkmetingen verricht te worden. Per meting moet de ruwe data N_x en de bijbehorende temperatuur T_x bepaald worden. De ruwe data (N) is een decimaal getal tussen de 0 en 1023 welke door het display unit bepaald wordt d.m.v. een binair getal van 10 bits, (voorbeeld: 111111111 (binair) = 1023 (decimaal)). De range van de ruwe data (N) is 0 t/m 1023. Het binaire getal is een maat voor de gemeten weerstand van het Pt2000 element in de sensor.

Bepaling van de ruwe data via het display unit

De ruwe data kan weergegeven worden op het display unit door de coëfficiënten A, C en D op nul te zetten en de coëfficiënt B op 1:

$$A=0, B=1, C=0 \text{ en } D=0 \text{ invullen in } T(\text{display unit}) = A + N \cdot B + N^2 \cdot C + N^3 \cdot D$$

De kalibratie vergelijking die het display unit hanteert is nu:

$$T(\text{display unit}) = 0 + 1 \cdot N + 0 \cdot N^2 + 0 \cdot N^3 \rightarrow$$

$$T(\text{display unit}) = N$$

De gepresenteerde temperatuur T op het display unit is gelijk aan de gemeten ruwe data N.

Bepaling van de bijbehorende temperatuur

Via een gekalibreerde temperatuur meting bij het KNMI kan de ruwe data (N) en de daarbij horende temperatuur (T) bepaald worden. Het is belangrijk te overwegen in welk temperatuur gebied de sensor gekalibreerd moet worden. De Pt2000 zal voornamelijk metingen verrichten in het temperatuur gebied van -5,0 °C tot ca.+25,0 °C (temperatuur uitersten van het zeewater in de Noordzee). Kalibratie over een klein meetbereik geeft een nauwkeuriger resultaat dan over een groot meetbereik. N wordt bepaald voor 4 temperaturen -5°C, +5°C, +15°C en +25°C.

4.2 De berekening van de kalibratie coëfficiënten A, B, C en D

Nu er per Pt2000 sensor 4 temperatuur metingen verricht zijn, met de daarbij bepaalde ruwe data N, kunnen aan de hand van de methode, x vergelijkingen met x onbekenden, de kalibratie coëfficiënten A,B,C en D per sensor bepaald worden. De volgende tabel geeft 4 metingen weer van de ruwe data (N) en de daarbij horende temperatuur T(in °C) voor drie sensoren.

Tabel: Voorbeeld van 4 ruwe data en temperatuur metingen per sensor

	Meting 1		Meting 2		Meting 3		Meting 4	
Activa nummer	N1	T1	N2	T2	N3	T3	N4	T4
14.070.108	76	-5	296	+5	508	+15	711	+25
14.070.109	74	-5	294	+5	504	+15	707	+25
14.070.163	76	-5	296	+5	507	+15	710	+25

Het bepalen van de kalibratie coëfficiënten wordt weergegeven aan de hand van het volgende voorbeeld.

Voorbeeld: bepaling kalibratie coëfficiënten voor "sensor 1"

Met behulp van de 4 meetpunten (N1,T1), (N2,T2), (N3,T3) en (N4,T4) kunnen 4 vergelijkingen opgesteld worden voor sensor 1:

$$\text{vergelijking 1: } T_1 = A + N_1 \cdot B + N_1^2 \cdot C + N_1^3 \cdot D$$

$$\text{vergelijking 2: } T_2 = A + N_2 \cdot B + N_2^2 \cdot C + N_2^3 \cdot D$$

$$\text{vergelijking 3: } T_3 = A + N_3 \cdot B + N_3^2 \cdot C + N_3^3 \cdot D$$

$$\text{vergelijking 4: } T_4 = A + N_4 \cdot B + N_4^2 \cdot C + N_4^3 \cdot D$$

Invullen van (N1,T1), (N2,T2), (N3,T3) en (N4,T4) in de vergelijkingen geeft het volgende:

$$\text{vergelijking 1: } -5 = A + 76 \cdot B + (76)^2 \cdot C + (76)^3 \cdot D$$

$$\text{vergelijking 2: } 5 = A + 296 \cdot B + (296)^2 \cdot C + (296)^3 \cdot D$$

$$\text{vergelijking 3: } 10 = A + 508 \cdot B + (508)^2 \cdot C + (508)^3 \cdot D$$

$$\text{vergelijking 4: } 25 = A + 711 \cdot B + (711)^2 \cdot C + (711)^3 \cdot D$$

Omdat het aantal vergelijkingen (4) gelijk is aan het aantal onbekenden (4; namelijk A,B,C en D) kunnen A,B,C en D wiskundig bepaald worden. Tabel x geeft de kalibratie coëfficiënten weer van de sensoren 1, 2 en 3.

De coëfficiënt A (offset) ligt meestal rond de -8,00 E+00 [°C], deze waarde is

de minimale temperatuur die gemeten kan worden. B ligt in de orde grootte van $4,40 \text{ E-}02$. Dit is de steilheid en is vergelijkbaar met de temperatuur afhankelijkheid van het Pt2000 element [$^{\circ}\text{C}/\Omega$]. Met behulp van coëfficiënt C wordt het parabolisch (2de graads) verloop van de Pt2000 gecorrigeerd. Deze ligt zo tussen de $2\text{E-}06$ tot $7\text{E-}06$. De coëfficiënt D ligt in de orde grootte van $1\text{E-}09$ tot $1\text{E-}11$ en duidt aan dat een 3de graads correctie meestal niet noodzakelijk is.

Acti a nummer	Coëff. A	Coëff. B	Coëff. C	Coëff. v
14.070.108	-8,384E+00	4,433E-02	2,490E-06	1,683E-09
14.070.109	-8,236E+00	4,326E-02	6,491E-06	-1,671E-09
14.070.163	-8,354E+00	4,379E-02	4,480E-06	2,047E-11

Kalibratie coëfficiënten van de sensoren

4.3 Het invoeren van de kalibratie coëfficiënten in het Display Unit

Het invoeren van de kalibratie coëfficiënten in het display unit gaat m.b.v. het programming pad 3262. Zet de draaiknop op het display unit in de COEFF A & B of COEFF C & D. Door te switchen tussen beide draaiknop posities op het display unit, kunnen de coëfficiënten van de 5 sensoren zichtbaar gemaakt worden. Met de toets "pos" op het programming pad kan de positie van de cursor verplaatst worden en met "char" en "shift" kan het karakter gewijzigd worden.


4.4 Kalibratie procedure

1. Controleer of de Pt2000 sensor een activa nummer heeft. Zo niet, voorzie dan de sensor met een activa nummer.
2. Zet de coëfficiënten A, B, C en D in het display unit op 0, 1, 0 en 0.
3. Noteer de gepresenteerde ruwe waarde op het display unit bij vier verschillende temperaturen -5°C , $+5^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$ en $+25^{\circ}\text{C}$.
4. Voer de ruwe waarden N_1 t/m N_4 in de Excel file (coef ABCD berekening. xls) of in een rekenmachine die 4 vergelijkingen met vier onbekenden kan oplossen (Texas Instruments TI-68). De coëfficiënten kunnen ook handmatig bepaald worden.
5. Voer de coëfficiënten in het display unit en controleer aan de hand van 4 referentie metingen bij de temperaturen -5°C , $+5^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$ en $+25^{\circ}\text{C}$ of de gemeten temperatuur met de Pt2000 overeenkomt met de ijkmeting bij het KNMI (maximale fout van $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$).
6. Noteer in de checklist het activa nummer met de 4 ruwe meetwaarden en de berekende coëfficiënten.
7. Vraag om ijkrapport van het KNMI.
8. Verbind de coëfficiënten op een onlosmakelijke manier aan de sensor zelf.

5 Installeren van de Pt2000 in het Meetnet

5.1 Algemeen

De kop van de Pt2000 bestaat uit een schroefdeksel, welk op de kop van de



Pt2000 geschroefd kan worden. In de kop bevinden zich 4 schroef connectoren waarvan er drie gebruikt zullen worden. De lijn vanaf het Pt2000 element tot aan het Aanderaa display unit deel maakt uit van een analoge meting. Hierbij moet de verbinding tussen sensor en display unit zo goed mogelijk zijn. Dit houdt onder andere in:

1. streven naar een zo laag mogelijke overgangsweerstand bij een draadverbinding. Let op overgangsweerstand in de kop van de Pt2000.
2. zeewater geleidt elektriciteit en kan hierdoor een desastreuze werking hebben op de meting. De kop van de Pt2000 moet hiervoor beschermd worden. De kop van de sensor wordt met 3M Gella 4441gevuld om te voorkomen dat de draden in de kop van de sensor in contact komen met vocht en zout. De schroefdeksel op de kop van de sensor kan ook nog eens extra afgesloten worden met vulcaniserende tape.
3. Het gebruik van connectoren met een lage overgangsweerstand om verlies van het analoge signaal te minimaliseren.
4. De kabellengte tussen de Pt2000 sensor (Let op!!! inclusief sensorlengte) naar het display unit moet zo kort mogelijk zijn. De weerstand in (lange) kabels beïnvloeden de meting (niet langer dan 75 meter anders moet er een correctie toegepast worden).

De draadverbinding tussen Pt2000 en het Aanderaa display unit waarover een analoge signaal loopt mag absoluut niet vergeleken worden met die van een digitaal signaal (bijv. RS232). Verliezen in het analoge signaal als gevolg van een slechte verbinding zal resulteren in een meetfout. Deze dient geminimaliseerd te worden.

Drie draden worden met kabelschoentjes op de schroef connectoren in de kop van de Pt2000 bevestigd. Na het monteren van de draden op de kop van de Pt2000 zal de kop afgeschermd moeten worden van weer en wind. Hiervoor wordt 3M Gella 4441gebruikt. Dit is een twee componenten kunsthar die zacht blijft en vocht en zout buiten houdt.

5.2 Installatie procedure

1. Controleer of de sensor is voorzien van een (het juiste) activa nummer.
2. Voer de specifieke kalibratie coëfficiënten (deze horen onlosmakelijk aan de sensor te zitten) van de sensor in het display unit op kanaal 2 en controleer dat er geen 9V batterij in het display unit zit.
3. Monteer het display unit in het 19" lade. Zet de lade en display unit aan.
4. Wijzig de kalibratie coëfficiënten op het 19" lade.
5. Maak de kop van de sensor goed droog (eventueel met een föhn).
6. Plaats de sensor in de daarvoor bestemde stalen pijp op het platform.
7. Bevestig de kabelschoentjes aan de kabel (3 stuks).
8. Bevestig de kabel met kabelschoentjes aan de schroef connectoren in de kop van de sensor en zorg dat er een goede afgeschermd verbinding is tussen sensor en display unit.
9. Maak een verbinding met aarde en de sensor.
10. Controleer of beide display units dezelfde waarde aangeven. Is dit niet het geval ga dan terug naar 1. (controleer eventueel ook de andere sensor op punt 1 t/m12)
11. Boor in de schroefdeksel van de oude sensor een gat van ca. 14mm.
12. Plaats op de kop van de nieuwe sensor het schroefdeksel met gat.
13. Maak 3M Gella kunsthar gereed volgens gebruiksaanwijzingen op de verpakking (warm maken) en giet dit door het schroefdeksel met gat.

14. Laat de kunsthars uitharden (het blijft relatief zacht) en verwijder na ca. 40 min. de schroefdeksel.
15. Plaats nu de schroefdeksel zonder gat op de kop van de sensor.
16. Plak de draadgang van de Pt2000 kop dicht met vulcaniserende tape.
17. Vul de checklist per sensor in.

6 Onderhoud plegen aan de Pt2000

6.1 Onderhouds procedure

1. Controleer beide display units op gemeten watertemperatuur. Een afwijking groter dan 0,1 graad Celsius moet gemeld worden als een storing.
2. Controleer de kop van de sensor op het loslaten van het ge vulcaniseerde tape / schroefdeksel.
3. Controleer klemmenstroken / connectoren.

7 Vervangingstermijn

De Pt2000 zal in tweevoud ingezet worden op de lokaties Meetpost Noordwijk, Europlatform en Licht Eiland Goeree. Omdat de Pt2000 een nieuw instrument is in het meetnet Noordzee zal deze om wat extra aandacht vragen.

Streven

Binnen MTZV wordt gestreefd naar een maximum vervangingstermijn van 2 jaar. De vervangingstermijn voor de Pt2000 is vanwege gebrek aan ervaring nog niet bekend.

Controle na 1 jaar

Na 1 operationeel jaar (augustus 2000) zal er voor EPL, LEG, MPN een Pt2000 sensor vervangen worden. De sensor afkomstig van het platform zal opnieuw geijkt worden bij het KNMI. Opnieuw zal voor de Pt2000 de coëfficiënten bepaald worden. Door eventueel verloop van de Pt2000 kunnen deze verschillen met de coëfficiënten die eerst bepaald zijn.

Nu zijn er twee functies

$$\begin{aligned} 1 \quad T_1 &= A_1 + N \cdot B_1 + N^2 \cdot C_1 + N^3 \cdot D_1 \\ 2 \quad T_2 &= A_2 + N \cdot B_2 + N^2 \cdot C_2 + N^3 \cdot D_2 \end{aligned}$$

Hierbij zijn A_1 , B_1 , C_1 en D_1 de coëfficiënten die als eerst te bepaald zijn en A_2 , B_2 , C_2 en D_2 na herkalibratie. Het verschil tussen beide functies is het volgende:

$$(T_1 - T_2) = (A_1 - A_2) + N \cdot (B_1 - B_2) + N^2 \cdot (C_1 - C_2) + N^3 \cdot (D_1 - D_2)$$

Indien voor de variabele N een waarde ingevuld wordt tussen 0 en 1023, mag het verloop ($T_1 - T_2$) niet groter zijn dan 0,1 graad Celcius. Is dit wel het geval dan is het verloop van het instrument over het vervangings termijn (van 1 jaar!!!) te groot.



Aan de hand van het Excel programma (Pt2000 Herkalibratie.xls) kunnen de coëfficiënten voor en na herkalibratie ingevoerd worden, hetgeen een indruk geeft over het verloop van de sensor.

Indien het verloop van Pt2000 over zijn operationele tijd groter is dan de gestelde eis van een meetnauwkeurigheid van 0,1 graad Celcius. Zal de Pt2000 dan vaker gekalibreerd moeten worden of regelmatigervangen worden.

Blijkt uit de eerste herkalibratie (na het eerste jaar) dat het verloop van de sensor minimaal is, dus kleiner dan 0,1 graad Celcius, dan zal de minimale vervangingstermijn 1 jaar zijn. Deze kan nog verlengd worden naar 2 jaar als blijkt dat de Pt2000 na 2 jaar nog steeds aan de specificaties voldoet.

Bijlage 2.

Temperatuur sensor



AANDERAA INSTRUMENTS
DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND SEA AND AIR



TEMPERATURE SENSOR 3444

A platinum sensor for water and soil temperature measurements

The Temperature Sensor 3444 is designed for water and soil temperature measurements but it is also well suited for measuring temperature in most liquids because of the physical properties of the stainless steel it is made of. It can be installed in tanks or molded into concrete structures for monitoring purposes.

The sensor is intended for use with Aanderaa sensor scanning and reading units.

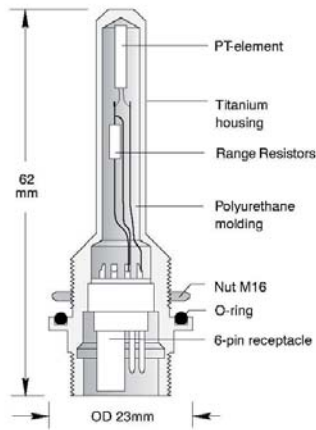
The sensor consists of a titanium probe with the platinum element and range resistors inside. It is 62mm long with a 6-pin watertight receptacle in one end. The sensor has a flange with an O-ring and nut for chassis mounting and watertight installation in tanks. The mating plug has part number 2828A.

The sensor is based on the ohmic half-bridge principle (VR-22) and employs a 2000 film-type platinum resistor as the sensing element. Standard temperature ranges are -7.5 to $+41^{\circ}\text{C}$, -30 to $+60^{\circ}\text{C}$ and -60 to $+30^{\circ}\text{C}$. Other ranges are available on request.

Standard sensor cables in different lengths of up to 500 meters are available. For cables longer than 75 meters however, the wire resistance will influence the measurements and must be corrected for (see overleaf).

Cables exceeding 10 meters in length should be shielded or kept as close to the ground as possible to avoid pick-up of atmospheric electricity.

SPECIFICATIONS FOR TEMPERATURE SENSOR 3444



Measuring Ranges:

Part No. 3444:	-7.5 to +41°C
" 3444A:	-30 to +60°C
" 3444B:	-60 to +30°C
" 3444S: to°C

Sensing Element:

Pt 2000

Range Resistor:

Part No. 3444:	R ₁ :	R ₂ :
" 3444A:	2120Ω	Pt2000 + 0Ω
" 3444B:	4020Ω	Pt2000 + 1920Ω
" 3444S:	3985Ω	Pt2000 + 2120Ω
Ω	Pt2000 +

Resolution:

0.1% of range

Accuracy:

±0.1% of range

Sensor Output:

Aanderaa half-bridge (VR-22)

Time Constant (63%):

In water: 12 seconds

Electrical Connection:

Watertight Plug 2828A

Material and Finish:

Titanium and polyurethane

Degree of Protection:

IP68

Net Weight:

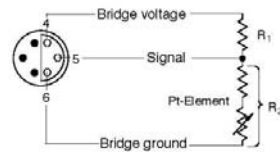
25 grams

Warranty:

Two years against faulty materials and workmanship

Circuit Diagram

Receptacle, exterior view; pin = ●; bushing = ○



Connecting Cable 2842 (a 10 meter cable with Watertight Plugs), is available for connecting this sensor to Aanderaa data-logging systems. Other lengths, or separate plugs and cables, are available on request. If connecting cables longer than 75 meters for the 3444 or 150m for the 3444A or B are used, the reading N should be corrected for cable resistance. Add a correction factor for each 10 meters of Cable 2842 as follows: (N-512)x0.00023 for the 3444 sensor and (N-512)x 0.00011 for the 3444A and 3444B sensors.

Representative's Stamp



Latest version is on the Internet

PO BOX 160, NESTTUN
5852 BERGEN, NORWAY

FANAVEIEN 13B
5221 NESTTUN, NORWAY

TEL. +47 55 109900
FAX. +47 55 109910

E-MAIL: info@aanderaa.no
WEB: http://www.aanderaa.com

DATA SHEET D 277, SEPTEMBER 2001

2