

Inhoud

Hoofdstuk 11. Bodemtemperatuur

1. Beschrijving 11-1
 - 1.1 benaming van de grootheid 11-1
 - 1.2 definitie; omschrijving van het begrip 11-1
 - 1.3 eenheden 11-1
 - 1.4 beschrijving van de variabelen 11-2
 - 1.5 elementcode: 11-2
2. Operationele eisen 11-5
 - 2.1 bereik 11-5
 - 2.2 waarneemresolutie in verband met de berichtgeving 11-5
 - 2.3 operationeel vereiste nauwkeurigheid 11-5
 - 2.4 vereiste waarneemfrequentie 11-5
 - 2.5 vereiste data-aanwezigheid per specifieke periode 11-6
3. Instrumenten en techniek 11-9
 - 3.1 techniek en specificaties 11-9
 - 3.2 onderhoud- en calibratieprocedures 11-9
4. Procedures 11-11
 - 4.1 procedures bij uitval automatische waarnemingen 11-11
 - 4.2 procedures voor achteraf validatie temperatuurwaarden 11-11
 - 4.3 procedures voor inspectie 11-12
5. Opstellingseisen en omgevingscondities 11-15

Referenties 11-17

Bijlage: Procedure for placing soil temperature-sensors 11-19



11. Bodemtemperatuur

1. beschrijving

1.1 benaming van de grootheid

Algemene benaming: Bodemtemperatuur
Internationale aanduiding (conform WMO, zie: WMO-No.8.- ref. 1): Soiltemperature

1.2 definitie; omschrijving van het begrip

De temperatuur in de bovenste laag van de aardkorst, kortweg aangeduid met bodem, volgt in hoge mate de ontwikkeling in het weer. Door beschijning van de zon warmt de toplaag van de bodem op. Deze warmte wordt vervolgens verdeeld over latente en voelbare warmte in de atmosfeer en deels doorgeleid naar diepere bodemlagen. Hierdoor ontstaat tot een zekere diepte een temperatuurprofiel, dat door metingen zichtbaar wordt gemaakt.

De bodemtemperatuur volgt in hoge mate de dagelijkse en jaarlijkse gang van de zon. Middels toepassing van de wet van behoud van energie en een lineaire vergelijking, die de samenhang tussen het warmtetransport en de temperatuurgradiënt beschrijft, is de bodemtemperatuur goed te modelleren. In dit model wordt het verloop van de temperatuur op een zekere diepte beschreven door een sinusoidale golf, waarvan de amplitude met de diepte afneemt. Tot een diepte van 20 cm beneden maaiveld is de dagelijkse gang van de zon nog goed te herkennen. Op grotere diepte is de amplitude van de dagelijkse gang dusdanig gedempt, dat deze nauwelijks nog in het dagelijks temperatuurverloop zichtbaar is. De jaarlijkse gang is dan nog wel zichtbaar. Onder 1 m beneden het maaiveld blijkt ook de jaarlijkse gang snel uit te dempen, waardoor op deze diepte een vrijwel constante temperatuur heerst. In onze streken bedraagt deze ca. 10 °C. Op grotere diepten, meer op geologische schaal doet de invloed van de temperatuur van de aardkern zich gelden. Bestudering van dit fenomeen wordt met de metingen van het KNMI niet beoogd.

De thermische eigenschappen van de bodem worden beschreven met een warmtegeleidingscoëfficiënt en de warmtecapaciteit. Beide parameters zijn sterk afhankelijk van de bodemsamenstelling en -structuur. Vooral het vochtgehalte is van grote invloed. Omdat vochtgehalte nogal sterk afhangt van neerslag en verdamping, zijn deze parameters door het jaar genomen verre van constant.

Voor de fysische definitie van temperatuur wordt verwezen naar Hoofdstuk 2 van dit Handboek.

1.3 eenheden

De blijvend erkende eenheid volgens SI (ref. 6) voor de thermodynamische temperatuur, dus ook voor bodemtemperatuur, 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 grootheid celsiustemperatuur t . De erkende SI-erkende eenheid daarvoor is de graad Celsius, symbool °C, die gelijk is aan de kelvin. De celsiustemperatuur is gedefinieerd als het verschil $t = T - T_0$, waarbij $T_0 = 273,15$ K (zie ref. 6 en ref. 1, par. 2.1.2.). Dus:

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

De eenheid “graden fahrenheit”, symbool °F, waarvoor geldt

$$t_{\text{F}}/^{\circ}\text{F} = 9/5 t/^{\circ}\text{C} + 32,$$

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 ref. 11 en ref. 1, hfd. 2, Annex). Uitgedrukt in de celsiustemperatuur geldt voor deze schaal:

$$\begin{aligned} t_{90} [\text{vriespunt H}_2\text{O}] &= 0,000 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ t_{90} [\text{tripelpunt H}_2\text{O}] &= 0,010 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ t_{90} [\text{kookpunt H}_2\text{O}] &= 99,974 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

1.4 beschrijving van de variabelen

In de meteorologie en de klimatologie wordt de grootheid temperatuur weergegeven in graden Celsius. In deze vakgebieden wordt de grootheid temperatuur, enigszins verwarrend met de thermodynamische aanduiding (ad par. 1.3), aangeduid met de hoofdletter “T”.

- *bodemtemperatuur*

De bodemtemperatuur is de actuele temperatuur die wordt bepaald op een zekere diepte beneden het aardoppervlak. In het KNMI betreft het 5 dieptes, te weten resp. 5, 10, 20, 50 en 100 cm beneden het aardoppervlak.

- *maximum bodemtemperatuur*

De maximum bodemtemperatuur is de hoogst bereikte bodemtemperatuur (op resp. 5 en 10 cm diepte) in een tijdvak van 6 uur (voor het KNMI geldt: tussen 00 en 06, 06 en 12, 12 en 18, 18 en 00 UTC).

- *minimum bodemtemperatuur*

De minimum bodemtemperatuur is de laagst bereikte bodemtemperatuur (op resp. 5 en 10 cm diepte) in een tijdvak van 6 uur (voor het KNMI geldt: tussen 00 en 06, 06 en 12, 12 en 18, 18 en 00 UTC).

1.5 elementcode:

- 1.5.1 KLIM

In de nationale code KLIM, is sectie 3 bestemd voor de bodemtemperaturen:

$$\begin{array}{lll} 333 & 1s_n T_{b1} T_{b1} T_{b1} & 2s_n T_{b2} T_{b2} T_{b2} & 3s_n T_{b3} T_{b3} T_{b3} \\ & 4s_n T_{b4} T_{b4} T_{b4} & 5s_n T_{b5} T_{b5} T_{b5} & 6s_n T_{xb1} T_{xb1} T_{xb1} \\ & 7s_n T_{nb1} T_{nb1} T_{nb1} & 8s_n T_{xb2} T_{xb2} T_{xb2} & 9s_n T_{nb2} T_{nb2} T_{nb2} \end{array}$$

Deze wordt opgenomen in de rapporten van 00, 06, 12 en 18 uur UTC, uitsluitend door stations die uitgerust zijn met sensoren voor het bepalen van de bodemtemperatuur.

(KNMI-Handboek Meteorologische Codes, P.Y.de Vries, Nationale Codes, KLIM, versie 5.0, januari 2000, ref.7)

Toelichting:

- 333: kencijfer groep van sectie 3;
- s_n : het teken van de waarde, cf. code tabel 3845:
 - . 0 positieve temperatuur of 0° Celsius,
 - . negatieve temperatuur.

- $T_{b1} T_{b1} T_{b1}$ - Bodemtemperatuur op 5 cm diepte, in 0,1 C;
- $T_{b2} T_{b2} T_{b2}$ - Bodemtemperatuur op 10 cm diepte, in 0,1 C;
- $T_{b3} T_{b3} T_{b3}$ - Bodemtemperatuur op 20 cm diepte, in 0,1 C;
- $T_{b4} T_{b4} T_{b4}$ - Bodemtemperatuur op 50 cm diepte, in 0,1 C;
- $T_{b5} T_{b5} T_{b5}$ - Bodemtemperatuur op 100 cm diepte, in 0,1 C;

$T_{xb1} T_{xb1} T_{xb1}$ - Maximumtemperatuur in het voorafgaande 6-uurvak, in 0,1 C op 5 cm diepte;

$T_{nb1} T_{nb1} T_{nb1}$ - Minimumtemperatuur in het voorafgaande 6-uurvak, in 0,1 C op 5 cm diepte;

$T_{xb2} T_{xb2} T_{xb2}$ - Maximumtemperatuur in het voorafgaande 6-uurvak, in 0,1 C op 10 cm diepte;

$T_{nb2} T_{nb2} T_{nb2}$ - Minimumtemperatuur in het voorafgaande 6-uurvak, in 0,1 C op 10 cm diepte.

Weergave in tienden van graden Celsius:

Voorbeeld: $1s_n T_{b1} T_{b1} T_{b1} = 10126$: bodemtemperatuur op 5 cm diepte = + 12,6 ° Celsius

- 1.5.2 KIS

De in de KLIM gegenereerde waarden bodemtemperatuur worden opgeslagen in het Klimatologisch Informatiesysteem KIS. De codering in dit systeem is als volgt:

Bodemtemperatuur TB:

- TB1 : 5 cm diepte, iedere 6 uur: 00, 06, 12, 18 UTC
- TB2 : 10 cm diepte, iedere 6 uur: 00, 06, 12, 18 UTC
- TB3 : 20 cm diepte, iedere 6 uur: 00, 06, 12, 18 UTC
- TB4 : 50 cm diepte, iedere 6 uur: 00, 06, 12, 18 UTC
- TB5 : 100 cm diepte, iedere 6 uur: 00, 06, 12, 18 UTC

Maximum bodemtemperatuur TXB:

- TXB1 : 5 cm diepte, afgelopen 6 uur op 00, 06, 12, 18 UTC
- TXB2 : 10 cm diepte, afgelopen 6 uur op 00, 06, 12, 18 UTC

Minimum bodemtemperatuur TNB:

- TNB1 : 5 cm diepte, afgelopen 6 uur op 00, 06, 12, 18 UTC
- TNB2 : 10 cm diepte, afgelopen 6 uur op 00, 06, 12, 18 UTC

- 1.5.3 SIAM

In de SIAM-specificatie is de code voor bodemtemperaturen als volgt: T1..T6. T1..T6 zijn de temperaturen gemeten op toenemende dieptes in de bodem.

In de praktijk:

- T1 : 5 cm.
- T2 : 10 cm
- T3 : 20 cm
- T4 : 50 cm
- T5 : 100 cm.
- T6 : nvt

Eenheid: 0,1° Celsius

Presentatie: drie digits met teken, voorbeeld: -067 -> 6,7 ° Celsius onder nul.



Per 12 seconden het volgende bericht:

SAMPLE: 12"seconden momentane waarde;

MINUUT: minuut-gemiddelde: rekenkundig gemiddelde van de laatste 5 samples;

MAX: maximum minuut-gemiddelde van de laatste 10 minuten;

MIN: minimum minuut-gemiddelde van de laatste 10 minuten;

10GEM: rekenkundig gemiddelde van de laatste 10 minuten;

STD: standaarddeviatie van de laatste 10 minuten;

(X-SIAM-specificatie, J.R.Bijma, KNMI-Insa, KNMI-document, Insa Documentnummer ID-30-015, Versie 1.8, september 2001, ref.4)

2. Operationele eisen

In deze paragraaf worden de operationele eisen beschreven met betrekking tot het waarnemen van de bodemtemperatuur op 5, 10, 20, 50 en 100 cm beneden het aardoppervlak.

2.1 bereik

Het operationeel gebied (range) voor de waarnemingen van de bodemtemperatuur: $-30 - +40^{\circ}\text{C}$. Dit betreft zowel de puntwaarden als de extremen.

2.2 waarneemresolutie in verband met de berichtgeving

In de klimatologie is de vereiste resolutie in de waarnemingen van de bodemtemperatuur : $0,1^{\circ}\text{C}$.

2.3 operationeel vereiste nauwkeurigheid

De vereiste nauwkeurigheid (onzekerheid) in de gemeten bodemtemperatuur: $0,1^{\circ}\text{C}$.

2.4 vereiste waarneemfrequentie

1' gemiddelden

Overeenkomstig de richtlijnen van de WMO (ref. 1 en 12) dient de berichtgeving gebaseerd te zijn op 1' gemiddelde waarden. Deze gemiddelden betreffen steeds het rekenkundig gemiddelde van de continue waarnemingen van de afgesloten periode, in dit geval een minuut. In data-acquisitie via digitale systemen, zoals bij de SIAM, worden hierbij 5 achtereenvolgende 12" momentane temperatuurwaarden (samples) gebruikt. Deze methode is voldoende nauwkeurig.

In 10-minutendataopslagsystemen worden iedere 10-minuten de meest recente 1-minuut gemiddelden geregistreerd.

Voorbeeld: de 1'waarde op het tijdstip 14u10'00" is het gemiddelde van de momentane waarden op de tijdstippen 14u09'12", 14u09'24", 14u09'36", 14u09'48" en 14u10'00".

10' waarden

Er is een duidelijke internationale ontwikkeling gaande in het presenteren van gegevens met een 10 minuten resolutie. Om hieraan te voldoen is de generatie van 10'gemiddelden, maxima, minima en standaard deviaties wenselijk.

Overigens zijn deze parameters een goed hulpmiddel voor de validatie van de metingen zelf. Voor het bepalen van de standaard deviatie, gemeten met digitale instrumenten, dient de sample frequentie voldoende hoog te zijn. Voor bodemtemperaturen zijn 12" samples goed geschikt.

• extremen: maxima en minima

Iedere 12 seconden berekent een SIAM de 10' maximum en de 10' minimum bodemtemperatuur, gemeten op 5, 10, 20, 50 en 100 cm diepte over de afgelopen 10 minuten. Deze extremen zijn gebaseerd op een gemiddelde uit een

tijdvak van 1 minuut, dus bij een waarneeminterval van 12 s gebaseerd op 5 aaneengesloten waarnemingen. Voor een 10' extreem is dus sprake van een van de 50 overlappende 1' gemiddelden (zie ook ref. 4).

In 10-minutendataopslagsystemen wordt per hele 10-minuten en per variabele bodemtemperatuur het aldus berekende 10' maximum respectievelijk 10' minimum over de afgelopen 10 minuten geregistreerd volgens het schema HH:05, HH:15, HH:25, HH:35, HH:45, HH:55.

- *gemiddelde en standaard deviatie*

De 10' gemiddelde bodemtemperatuur en bijbehorende standaard deviatie, gemeten op 5, 10, 20, 50 en 100 cm diepte heeft betrekking op de afgelopen 10 minuten. Dit is het rekenkundig gemiddelde van een voldoende groot aantal metingen, bijvoorbeeld op basis van vijftig 12"-waarden, inbegrepen de momentane bodemtemperatuur op het laatste tijdstip van het 10 minuten vak. In de 10-minutendataopslagsystemen wordt op ieder heel 10' tijdstip per bodemtemperatuurvariabele het gemiddelde over de afgelopen 10 minuten periode gepresenteerd volgens het schema HH:05, HH:15, HH:25, HH:35, HH:45, HH:55.

Voorbeeld: de 10' gemiddelde waarde bodemtemperatuur op 50 cm diepte op het tijdstip 13u15'00" is het gemiddelde van 50 momentane waarden bodemtemperatuur op 50 cm diepte:

13u05'12", 13u05'24", 13u05'36" enz. t.m. 13u15'00".

6-uurwaarde bodemtemperatuur

De 6-urbodemtemperatuurwaarde op resp. 5, 10, 20, 50 en 100 cm diepte is een gemiddelde over de afgelopen 1-minuut en bepaald op precies 10 minuten voor het gehele uur 00, 06, 12, 18, UTC (dit is dus de 1 minuut gemiddelde waarde over het tijdvak van 11 minuten voor het gehele uur tot precies 10 minuten voor het gehele uur 00 c.q. 06 c.q. 12 c.q. 18 UTC). Deze waarneemtijd ligt binnen de periode die (internationaal) gesteld wordt voor het verrichten van de SYNOP - waarnemingen (ca. 15 minuten voor het gehele uur tot uiterlijk 2 minuten voor het gehele uur, zie ook ref. 3).

6-uurmaximum- c.q. 6-uurminimumwaarde bodemtemperatuur


Op 00, 06, 12, 18 UTC wordt een vermelding vereist van de maximum- c.q. de minimumwaarde van de bodemtemperatuur op 5 cm c.q. 10 cm diepte over de afgelopen periode van 6 uur. De maximumwaarde is de hoogste waarde van alle 10' maxima in dat tijdvak en de minimumwaarde is de laagste waarde van alle 10' minima.

Voorbeeld: TXB2 op 18UTC: de hoogste 10' maximumwaarde van de bodemtemperatuur op 10 cm diepte over de periode 11u50' tot 17u50' (periode duurt 6 uur, dus de hoogste van 36 10' maxima, dit is feitelijk de hoogst geregistreerde 1' gemiddelde bodemtemperatuurwaarde uit $6 \times 60 \times 5 = 1800$ 12" registraties over de periode 11u55'12" tot en met 17u55'00").

2.5 vereiste data-aanwezigheid per specifieke periode

1' gemiddelde en 10' gemiddelde

Een gemiddelde over 1 minuut of 10 minuten kan worden gebaseerd op beschikbare 12" momentane waarden. Gelet op de aard van de parameter is voor het (operationeel) vaststellen van een 1-minuut- c.q. 10-minutengemiddelde een 100% beschikbaarheid van de 12" meetwaardes in het onderhavige tijdvak niet vereist. In het SIAM-bericht dient wel het percentage afwezige 12" momentane waarden te worden vermeld (ref.4). Indien in het geheel geen



meetwaarde beschikbaar is wordt een 1'gemiddelde c.q. 10'gemiddelde waarde als "ontbrekend" beschouwd.

10' maximum en 10' minimum

Voor het vaststellen van een 10-minuten maximum, c.q. minimum is het niet noodzakelijk dat alle 50 onderhavige en overlappende 1'gemiddelden beschikbaar zijn. Wel is vereist dat in deze 10 minutenperiode tenminste voor alle aansluitende 1-minuutvakken een 1'gemiddelde is vastgesteld. Is niet aan deze eis voldaan, dan wordt bedoeld 10-minuten maximum, c.q. minimum als "ontbrekend" beschouwd.

maximum, minimum over periode van 6 uur

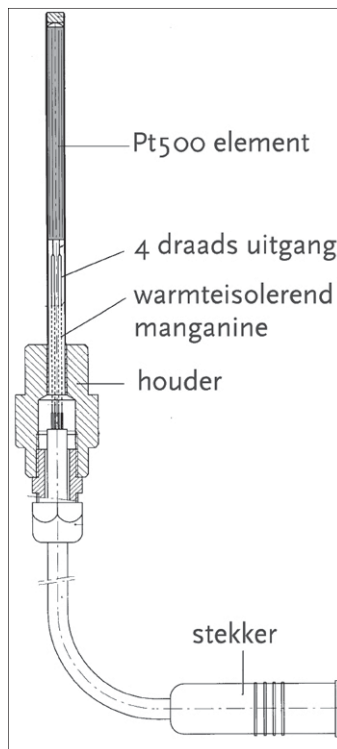
Voor het vaststellen van een maximum- c.q. minimumbodemtemperatuur op 5 cm c.q. 10 cm diepte over een 6 uur periode gelden de volgende criteria. In de 6 uur periode mogen van de 36 aaneensluitende 10-minutenblokken niet meer dan 5 (niet aaneengesloten) blokken ontbreken cq mag niet meer dan één blok van 2 aaneengesloten 10-minutenblokken ontbrekend zijn.

3. Instrumenten en techniek

3.1 techniek en specificaties

Als standaardsensor voor de operationele metingen bodemtemperatuur op 5, 10, 20, 50, 100 cm beneden het aardoppervlak (maaiveld) gebruikt het KNMI een platina weerstandselement (Pt 500), welke geplaatst is in een zgn. temperatuurmeetnaald van roestvrij staal. Zie figuur in paragraaf 3 van hoofdstuk 2 van dit handboek. Gekozen is voor een vrij hoge weerstandswaarde (500 Ω), omdat hierbij de warmtedissipatie gering genoeg is om met de vereiste onzekerheid van $<0,1$ °C te kunnen meten (met een 100 Ω Pt element is dit namelijk niet mogelijk). Om ervoor te zorgen dat de warmtelekken van sensor naar meetdraden minimaal zijn, is de sensor en de verdere bedrading aan elkaar gesloten via manganine bedrading, dat warmte slecht geleid. Gebruik wordt gemaakt van vier-draads meettechniek omdat daarmee significante systematische fouten worden voorkomen, die kunnen optreden door thermo-elektrische effecten, stroomlekken of te grote extra weerstand door lange bedrading. De kwaliteit van het Pt500 element is zodanig dat binnen het gestelde bereik de systematische fout, uitgedrukt in °C, niet groter is dan 0,05 °C. De temperatuurmeetnaald wordt horizontaal in de bodem geplaatst op de beoogde diepte beneden het oppervlak (zie par.6). Het instrument (sensor, incl. SIAM-transmitter) is kalibreerbaar met een onzekerheid van $<0,1$ °C. De resolutie (van de SIAM output) is in 0,1 °C. Het bereik is -30 tot $+40$ °C. (Referentie: ref.4). De instrumentele specificaties zijn dus conform de gestelde operationele eisen.

Figuur: meetnaald met sensor



3.2 onderhoud- en calibratieprocedures

De meetinstrumenten dienen te voldoen aan de nauwkeurigheidseisen. Hiertoe is periodiek onderhoud nodig, waarbij instrumenten door middel van calibratie en justering op door ervaring bepaalde intervallen worden getoetst of aan de gestelde eisen is voldaan. Voor elk interval wordt een calibratiecertificaat vastgesteld, waarbij de referentie meetwaarden volledig herleidbaar zijn naar een door de RvA/NKO erkende standaard. De instrumentele afdeling Insa van het KNMI is verantwoordelijk voor deze procedures die vastgelegd zijn in de calibratie procedures van het KNMI-ijklaboratorium. De ijktermijn van de gebruikte Pt500-sensoren is 38 maanden. Op zich voldoen deze procedures aan het kwaliteitshandboek van INSA, dat is erkend volgens

aan ISO 9001 (ref. 5). Aan de Europese norm voor calibratie en testlaboratoria, EN 45001, of aan enige NKO certificering wordt (nog) niet voldaan.

4. Procedures

4.1 procedures bij uitval automatische waarnemingen

Niet van toepassing, aangezien de waarden bodemtemperatuur niet real time worden gebruikt (bijvoorbeeld in SYNOP of METAR). De procedures bij eventuele uitval zijn derhalve gekoppeld aan de validatie van de waarden achteraf. Zie paragraaf 4.2.

4.2 procedures voor achteraf validatie temperatuurwaarden

Het Klimatologische Informatiesysteem (KIS) van het KNMI bevat van 4 waarnemstations (De Bilt, Nieuw Beerta, Wilhelminadorp en Marknesse) de volgende gearchiveerde waarnemingen bodemtemperatuur:

Bodemtemperatuur TB:

Iedere 6 uur (00, 06, 12, 18 UTC) de waarde bodemtemperatuur:

- TB1 : 5 cm diepte
- TB2 : 10 cm diepte
- TB3 : 20 cm diepte
- TB4 : 50 cm diepte
- TB5 : 100 cm diepte

Maximum bodemtemperatuur TXB:

Iedere 6 uur (00, 06, 12, 18 UTC) het maximum van de afgelopen 6 uur:

- TXB1 : 5 cm diepte
- TXB2 : 10 cm diepte

Minimum bodemtemperatuur TNB:

Iedere 6 uur (00, 06, 12, 18 UTC) het minimum van de afgelopen 6 uur:

- TNB1 : 5 cm diepte
- TNB2 : 10 cm diepte

De datainvoer in het KIS-systeem geschiedt op dagbasis en betreft de 6-uurlijkse waarden van het afgelopen etmaal (uurvakken HH = 00 t/m. 23). De nieuw in KIS ingevoerde bodemtemperatuurwaarden op 5, resp. 10 cm. diepte worden onderworpen aan automatische controleprocedures die in het systeem ingeprogrammeerd zijn. Het gaat om de volgende procedures per station:

• TB1

Indien niet aan onderstaande eisen is voldaan, dan wordt de waarneming als 'verdacht' aangemerkt:

- a) $TB1 \geq TNB1$
- b) $TB1 \leq TXB1$
- c) $TB1 > TXB1 - 5,0 \text{ }^\circ\text{C}$
- d) $TB1 < TNB1 + 5,0 \text{ }^\circ\text{C}$

• TNB1

Indien niet aan onderstaande eis is voldaan, dan wordt de waarneming als 'verdacht' aangemerkt:

$$TNB1 \leq TB1(h-6)$$

- TXB_1

Indien niet aan onderstaande eisen is voldaan, dan wordt de waarneming als 'verdacht' aangemerkt::

- a) $TXB_1 < TNB_1 + 5,0 \text{ } ^\circ\text{C}$
- b) $TXB_1 \geq TNB_1$
- c) $TXB_1 \geq TB_1$ (h-6)

- TB_2

Indien niet aan onderstaande eisen is voldaan, dan wordt de waarneming als 'verdacht' aangemerkt:

- e) $TB_2 \geq TNB_2$
- f) $TB_2 \leq TXB_2$
- g) $TB_2 > TXB_2 - 5,0 \text{ } ^\circ\text{C}$
- h) $TB_2 < TNB_2 + 5,0 \text{ } ^\circ\text{C}$

- TNB_2

Indien niet aan onderstaande eis is voldaan, dan wordt de waarneming als 'verdacht' aangemerkt:

$TNB_2 \leq TB_2$ (h-6)

- TXB_2

Indien niet aan onderstaande eisen is voldaan, dan wordt de waarneming als 'verdacht' aangemerkt::

- a) $TXB_2 < TNB_2 + 5,0 \text{ } ^\circ\text{C}$
- b) $TXB_2 \geq TNB_2$
- c) $TXB_2 \geq TB_2$ (h-6)

Voor bodemtemperatuur waarden op dieptes van 20 cm en meer, bestaan geen automatische controleprocedures. De betreffende data wordt "met het oog" gecontroleerd. Zie voor verdere details, ref. 9.


De subafdeling Beheer Waarnemingen en Stations BWS van de afdeling Operationele Data OD van het KNMI is verantwoordelijk voor de uiteindelijke validiteit van de temperatuurwaarden in KIS. BWS beoordeelt daartoe in principe ieder nieuwe waarde, daarbij geholpen door de output van de bovenbeschreven testprocedures. Een ontbrekende waarde, of een waarde die overduidelijk onjuist is, wordt zo mogelijk vervangen op grond van vastgelegde procedures. De alternatieve waarde kan worden gebaseerd op onder meer:

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

Vervanging geschiedt handmatig, waarbij iedere situatie individueel wordt beoordeeld. In het kwaliteitsgetal wordt aangegeven dat het niet (meer) de oorspronkelijke meetwaarde betreft maar een "met de hand" gecorrigeerde waarde.

4.3 procedures voor inspectie

De inspectie van de waarnemingen bodemtemperatuur is onderdeel van de reguliere inspectie van het gehele meetveld. Dit betekent dat iedere locatie waar operationele metingen bodemtemperatuur worden gedaan, in principe 2 maal per jaar wordt geïnspecteerd door een stationsinspecteur van OD/BWS. De inspectie richt zich hierbij voornamelijk op de meetomstandigheden boven de grond, zoals de eventuele aanwezigheid van obstakels in de buurt of de



hoogte van het gras. Een extra tussentijdse inspectie kan plaatsvinden, indien de validatie van data daartoe aanleiding geeft.

Verder vindt inspectie plaats in het geval van installatie van sensoren op een meetstation waar bodemtemperatuurmetingen gestart worden c.q. op een locatie waar reeds operationele bodemtemperatuurmetingen plaatsvinden en de sensoren vervangen worden. In beide gevallen is OD/BWS van tevoren door Meetsystemen Beheer van de Instrumentele afdeling (Insa/MSB) geïnformeerd over de ophanden zijnde plaatsing c.q. vervanging. Binnen 1 week na plaatsing c.q. vervanging wordt OD/BWS omtrent deze acties door Insa/MSB bericht, inclusief toezending ijkbewijzen, zodat een inspectie kan geschieden. De installatieprocedure wordt beschreven in de bijlage bij dit hoofdstuk.

Een reguliere inspectie omvat de volgende controles:

- a) Vooraf controle aan de hand van een lijst of de ijktermijn van de meetinstrumenten nog niet is verlopen. Is dit wel het geval dan wordt Insa/MSB hierover geïnformeerd, opdat vervanging zal plaatsvinden.
- b) Een visuele beoordeling of de meetomstandigheden en de omgeving aan de gestelde condities voldoen (zie par.6). Hierover wordt gerapporteerd in het inspectierapport. Afhankelijk van de situatie beoordeelt de stationsinspecteur welke correctieve acties ondernomen dienen te worden om een en ander te herstellen conform de operationele eisen. De acties kunnen variëren van een opdracht, c.q. verzoek aan de beheerder van het betreffende waarneemterrein tot aanpassing van de terreinsituatie tot de start van een procedure om een nieuw waarneemterrein te zoeken. Bij defecten wordt een opdracht voor herstel aan Insa/MSB gestuurd.

Van alle inspectiebezoeken wordt een rapport opgesteld door de stationsinspecteur. Dit rapport wordt KNMI breed verspreid, volgens een lijst van betrokken medewerkers, opgesteld door Hoofd OD/BWS.

5. Opstellingseisen en omgevingscondities

De directe omgeving van de plaats waarin de bodemthermometers zijn gemonteerd ($\geq 75 \text{ m}^2$) dient vlak en onbedekt te zijn en (maximaal) begroeid te zijn met kort gras ($\leq 10 \text{ cm.}$). De bodem is ongeroerde grond. Er mogen geen obstakels in de buurt staan, die (langdurige) beschaduwning zouden kunnen veroorzaken. De bodemmaterie en -structuur is representatief voor het betreffende gebied. In de stationsbeschrijving zal een indicatie gegeven moeten worden van de eventuele bodembedekking (begroeiing) en de bodemeigenschappen: soort, vochtigheid e.d.

De installatie en de plaatsing van sensoren c.q. de vervanging van sensoren geschieden volgens de instructies zoals beschreven in het protocol voor de plaatsing van sensoren bodemtemperatuurmetingen, zie bijlage bij dit hoofdstuk: "Procedure for placing soil temperature-sensors" en de betreffende referentie (ref.8). Een belangrijk hulpmiddel bij de installatie is de zogeheten "prikmal", die beschreven wordt in de bijlage. Tijdens de installatie dient er een bodemkundige opname plaats te vinden, welke onderdeel is van het installatieverslag.

Indien de bodem van het meetterrein bedekt is met sneeuw, is dit geen bezwaar, mits er sprake is van representativiteit (dwz dat er sprake is van grootschalige sneeuwbedekking).

Literatuur: WMO - No. 8, par.2.2.1.4. en 2.2.2.3 (ref.1)

Referenties

1. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observations, WMO-No. 8, Sixth edition, World Meteorological Organization WMO, Genève, 1996
2. Meteorologische Instrumenten, Elementaire Vakopleiding Meteorologie (EVM), module A11, J.G. van der Vliet, KNMI document, 1993
3. Synoptische en klimatologische waarnemingen en codes, Elementaire Vakopleiding Meteorologie (EVM), module A4/B1, E.Chavanu, KNMI document, 1996
4. X-SIAM-specificatie, J.R.Bijma, KNMI-Insa, KNMI-document, Insa Documentnummer ID-30-015, Versie 1.8, september 2001
5. Calibratieprocedures van het KNMI-IJklaboratorium, A. van Londen, Insa/IO, KNMI-document (valt onder ISO 9001), 1994
6. Het Internationale Stelsel van Eenheden (SI), Nederlands Meetinstituut NMI, 1994
7. KNMI-Handboek Meteorologische Codes, P.Y.de Vries, Nationale Codes, KLIM, versie 5.0, januari 2000
8. Verbetering Bodemtemperatuurmetingen, A.N. Mazee and R. Jilderda, KNMI-Technisch Rapport TR-280, 21 maart 2005
9. Basisontwerp Vernieuwing Operationeel Klimatologisch Informatiesysteem VOKIS, KNMI-document, 1992
10. Fundamentals of Classical Thermodynamics, G.J. Van Wylen and R.E. Sonntag, John Wiley & Sons, NewYork, 1978
11. The International Temperature Scale of 1990, H. Preston-Thomas (Comité International des Poids et Mesures), Metrologica 27,1989
12. Manual on Codes, WMO-No. 306, World Meteorological Organization WMO, Genève, 1995
13. Bodemkunde van Nederland, deel 1, Algemene bodemkunde, red. W.P. Locher en H.de Bakker; ihb Hoofdstuk 13, warmtehuishouding, 1990
14. Grondtemperaturen, P.C.T.van der Hoeven, W.N.Lablans, KNMI, WP 92-05, 1992

Bijlage bij hoofdstuk 11. Bodemtemperatuur

Procedure for placing soil temperature-sensors

- 1 An inspector of KNMI- department Beheer Waarnemingen en Stations (BWS) indicates the location, and supervises the procedure.
- 2 The pit is dug according to drawing “Opstelling grondtemperatuur”, no. 04-04-073 (see appendix 1 and 2).
- 3 The top layer of the soil of 10 cm. is removed and placed aside, including the grass, so it can be replaced as top layer again afterwards.
- 4 The next soil is removed in about 4 layers of about 25 cm. The layers are put aside on plastic and will be replaced in the same order afterwards.
- 5 The vertical wall, in which the sensors will be placed, is made smooth, so that BWS can note the profile of the soil (=take pictures of the wall using a ruler for reference, and describe the quality of the soil layers). (Photos 1 and 5)
- 6 Record the location of the needles with reference to the junction box and in which direction the needles will be placed.
- 7 The top plate of the template is placed on the surface of the ground. Use a plumb line or spirit level to make sure that the template is vertical in the pit. The grass on the surface should be as short as possible and the soil made even. (Photo 2)
- 8 All holes for the 5 sensors should first be made with the accompanying bodkin. (Photo 3)
- 9 The template is removed.
- 10 The guidance rod is placed on the bottom of the pit. A small layer of earth of about 5 cm. is placed on its base plate. (Photo 4)
- 11 The sensor needles are stuck in their appropriate holes in the wall as far as possible. (they are not straight above each other, see drawing “Mal ten behoeve van grondtemperatuur elementen”, no. 04-04-074, appendix 2) (Photo 5)
- 12 The cables of the sensors are connected to the guidance rod with cable ties. The remaining end of the cable ties should point away from the sensors to help to locate the sensors when the pit has to be dug again for replacing the sensors.
- 13 The technical department of KNMI checks whether all sensors function well.
- 14 The pit is closed, layer by layer in the same sequence. Every layer is firmed carefully. (Photos 6 and 7)
- 15 Where the cables rise above the surface, a flexible protection of about 10 cm. is used, up to the junction box. (Photo 8)
- 16 If any soil remains it is placed on top so the surface will become level when it settles. The top layer with grass is replaced.
- 17 The top of the guidance rod will stick out of the ground and will be marked and protected by a colourful and hard cover. (Photos 9, 10 and 11)
- 18 The technical department checks again whether the sensors function well.
- 19 The grass needs watering frequently. The grass will be checked after some weeks and replaced when and where necessary.

P. van Eif, KNMI, 6 December 2002.

Taken from “Verbetering Bodemtemperatuurmetingen” by A.N. Mazee and R. Jilderda (ref. 8).



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10

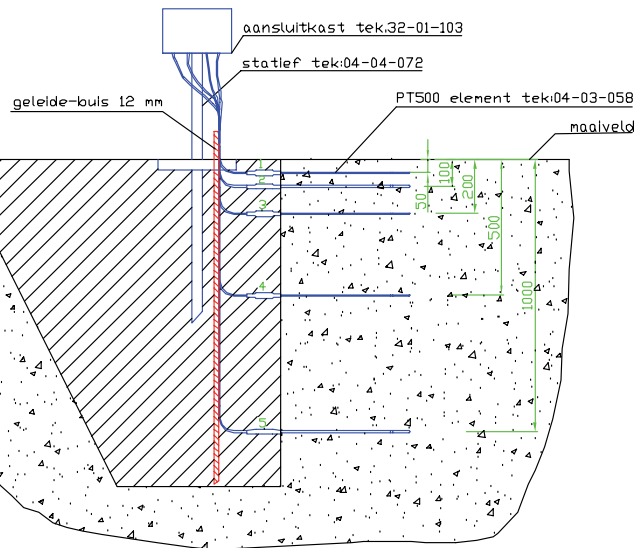
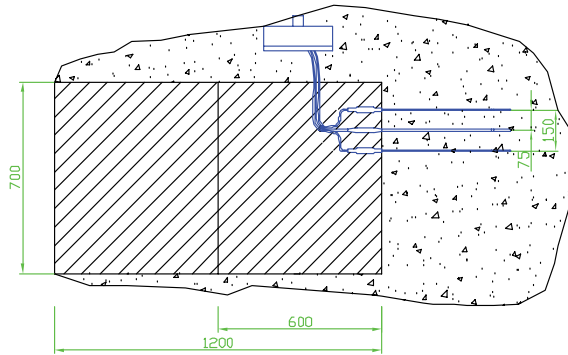


11



Appendix 1

Auteursrechten voorbehouden volgens de wet



Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut



	naam	datum	schaal: 1 : 1		formaat
Get:	vdb	23-01-01	behoort bij tek:		A4
Gew.:			opm:		

postbus 201, 3730 AE De Bilt
Wilhelminalaan 10
Telefoon: 030-2206911
Telefax: 030-2210407

Opstelling grondtemperatuur

04-04-073

Appendix 2

