

Inhoud

Hoofdstuk 7. Straling

1. Beschrijving 7 - 1
 - 1.1 Benaming van de grootheid 7 - 1
 - 1.2 Definities; omschrijving van de begrippen 7 - 1
 - 1.3 Eenheden 7 - 3
 - 1.4 Beschrijving van de variabelen 7 - 3
 - 1.5 Elementcodes 7 - 4
 2. Operationele eisen 7 - 7
 - 2.1 Bereik 7 - 7
 - 2.2 Waarneemresolutie in verband met berichtgeving 7 - 7
 - 2.3 Operationeel vereiste nauwkeurigheid 7 - 8
 - 2.4 Vereiste waarneemfrequentie 7 - 8
 3. Instrumenten en techniek 7 - 11
 - 3.1 Techniek en specificaties 7 - 11
 - 3.2 Onderhoud- en calibratieprocedures 7 - 12
 4. Procedures 7 - 13
 - 4.1 Procedures bij uitval automatische waarnemingen 7 - 13
 - 4.2 Procedures voor achteraf validatie 7 - 13
 - 4.3 Procedures voor inspectie 7 - 14
 5. Afgeleide grootheden 7 - 17
 - 5.1 Bepaling zonneshijnduur uit 10'-waarden globale straling 7 - 17
 - 5.2 Referentie gewasverdamping volgens Makkink 7 - 17
 6. Opstellingseisen en omgevingscondities 7 - 19
- Referenties 7 - 21



7. Straling

1. Beschrijving

1.1 Benaming van de grootheid

Algemene benaming: straling

Internationale aanduiding: radiation(WMO no.8, ref. 1)

1.2 Definities; omschrijving van de begrippen

1.2.1 Spectraalgebieden

Metingen van straling betreffen een aantal relevante spectraalgebieden. Twee hoofdgebieden worden hierbij onderscheiden: kortgolvlige straling en langgolvlige straling. De grens ligt ongeveer bij $4 \mu\text{m}$ (= 4000 nanometer (nm)). Het zogeheten kortgolvlige gebied wordt ruwweg bepaald door het spectrale energiegebied van de zon. Feitelijk gaat het hierbij om de met het menselijke oog zichtbare straling plus een deel van de ultraviolette (UV)-straling en een deel van de nabije infrarode (IR)-straling. Het langgolvlige gedeelte wordt bepaald door het spectrale energiegebied van het aardoppervlak en de atmosfeer. Meer specifiek worden de metingen gericht op de volgende golflengte gebieden:

a) kortgolvlige straling

- het grootste deel van het hele kortgolvlige gebied; het instrument dat door het KNMI voor de operationele metingen wordt gebruikt (par. 3.1), heeft een spectraal venster van $0,305\text{--}2,800 \mu\text{m}$ (Velds, ref. 10, pag 45);
- UV-A straling: golflengte: $0,315$ (of $0,32$) - $0,4 \mu\text{m}$;
- UV-B straling: golflengte: $0,28$ - $0,315 \mu\text{m}$;

b) langgolvlige straling: golflengte: $4\text{--}100 \mu\text{m}$ (het IR-gebied) (ref. 10 en 16)

1.2.2 Kortgolvlige straling


In de meteorologie en de klimatologie gaat het bij de grootheid kortgolvlige straling om straling van de zon die direct of indirect het aardoppervlak bereikt. Langgolvlige straling is de straling die vanuit het aardoppervlak of de aardatmosfeer wordt uitgezonden. In het kader van de grootheid kortgolvlige straling worden de volgende subgrootheden onderscheiden: "globale straling", "directe straling", "diffuse straling", "uitgaande kortgolvlige straling" en "netto kortgolvlige straling". De (sub)grootheden "zonneshijnduur" en "relatieve zonneshijnduur" worden afgeleid uit de "directe straling". Deze twee grootheden worden uitgebreid besproken in hoofdstuk 8 van dit handboek.

- globale straling

De globale straling is de totale inkomende kortgolvlige straling die het aardoppervlak bereikt (= de som van de directe en de diffuse straling). Bedoeld wordt de totale inkomende kortgolvlige stralingsenergie flux door een horizontale oppervlakte-eenheid. Deze grootheid wordt in de regel uitgedrukt in de hoeveelheid energie per tijdseenheid per oppervlakte-eenheid (W/m^2).

- directe straling

De directe straling is de inkomende kortgolvlige straling, die het aardoppervlak



rechtstreeks bereikt. De overgedragen energie wordt bij de meting bepaald in een hoeveelheid energie per tijdseenheid per oppervlakte-eenheid in een vlak loodrecht op de invalrichting van de zon (W/m^2). Gebruik makend van de invalshoek van de directe straling op het aardoppervlak kan de gemeten waarde directe straling worden herleid tot de hoeveelheid energie per tijdseenheid per oppervlakte-eenheid (W/m^2) in het horizontale vlak, zodat de samenhang van de directe straling met de globale en diffuse straling kan worden gevalideerd.

- diffuse straling

De diffuse straling is de inkomende kortgolvlige straling, die het aardoppervlak door verstrooiing en reflectie in de atmosfeer bereikt. De overgedragen energie wordt in de regel uitgedrukt in een hoeveelheid energie per tijdseenheid per oppervlakte-eenheid (W/m^2) in het horizontale vlak.

- uitgaande kortgolvlige straling

De uitgaande kortgolvlige straling is een gedeelte van de globale straling, dat aan het aardoppervlak wordt gereflecteerd of verstrooid in de richting van de atmosfeer. De overgedragen energie wordt in de regel uitgedrukt in een hoeveelheid energie per tijdseenheid per oppervlakte-eenheid (W/m^2) in het horizontale vlak.

- netto kortgolvlige straling

De netto kortgolvlige straling is de globale straling minus de uitgaande kortgolvlige straling, feitelijk dus de door het aardoppervlak geabsorbeerde straling.

1.2.3 Meetgrootheden per spectraalgebied

De subgrootheden directe straling, globale straling en diffuse straling zijn specifiek van toepassing op de onder 1.2.1.a aangeduide operationele meetgebieden. We krijgen aldus de volgende relevante specifieke meetgrootheden:

- *het grootste deel van het hele kortgolvlige gebied: 0,305–2,800 μm*
 - globale straling
 - directe straling
 - diffuse straling

- *UV-A: 0,315 (of 0,32) - 0,4 μm*
 - globale UV-A straling
 - directe UV-A straling
 - diffuse UV-A straling

- *UV-B : 0,28 - 0,315 μm*
 - globale UV-B straling
 - directe UV-B straling
 - diffuse UV-B straling

De uitgaande kortgolvlige straling wordt niet operationeel door het KNMI gemeten. Daarmee kan ook de netto kortgolvlige straling niet uit de metingen worden herleid.

De componenten langgolvlige straling, te weten de inkomende langgolvlige straling en de uitgaande langgolvlige straling, worden niet operationeel door het KNMI gemeten. Daarmee kunnen ook de netto langgolvlige straling (= inkomend - uitgaand), alsmede de netto straling (= netto langgolvlige + netto kortgolvlige straling) niet uit de metingen worden herleid.

1.2.4 Zonneconstante en extraterrestrische straling

Een grootheid die in diverse berekeningen omtrent de ontvangen zonne-energie een rol speelt is de zogeheten zonneconstante. Deze constante is een maat voor de energiesterkte van de zon. Deze vertegenwoordigt de ontvangen hoeveelheid stralingsenergie per tijdseenheid van de zon bij afwezigheid van de atmosfeer op een willekeurige vlak in de ruimte loodrecht op de invalrichting van de zonnestralen. De afstand van dit vlak tot het middelpunt van de zon is gelijk aan de gemiddelde afstand tussen de middelpunten van de aarde en de zon. Bij gemiddelde afstand bedraagt de waarde van de constante ca. 1367 W/m^2 . (ref. 10: par.5.10 op pag. 100, en ref.16). Mede op basis van de zonneconstante kan berekend worden wat de inkomende stralingsenergie per tijdseenheid per oppervlakte-eenheid op het horizontale vlak aan de rand van de atmosfeer is. Men spreekt hierbij van de extraterrestrische straling (ref. 10).

1.3 Eenheden

De gebruikte standaard eenheid voor straling als energiestroom (irradiantie) is conform SI (ref. 8) en is als volgt: $\text{W/m}^2 = \text{Js}^{-1}\text{m}^{-2}$ {W: Watt, J: Joule, s: seconde, m: meter}.

In toepassingen wordt ook straling als energiestroom gebruikt, zoals bij de berekening van verdamping, zie hoofdstuk 10 van dit handboek. De standaard eenheid bij deze stralingsparameter is J/m^2 : {J: Joule, m: meter}. Omdat dit bij deze eenheid veelal resulteert in bizar grote getallen wordt door het KNMI voor straling als energiestroom de eenheid J/cm^2 gebruikt {J: Joule, cm: centimeter}.

1.4 Beschrijving van de variabelen

Bij de operationele metingen globale straling, directe straling en diffuse straling met betrekking tot de grootheden gehele kortgolfige spectrum c.q. UV-A c.q. UV-B worden de volgende variabelen geregistreerd:

Maximum straling

De maximum straling in een bepaald tijdvak (10-minuten, uur, dag) betreft de hoogste 12 seconde waarde in dit tijdvak (W/m^2).

Minimum straling

De minimum straling in een bepaald tijdvak (10-minuten, uur, dag) betreft de laagste 12 seconde waarde in dit tijdvak (W/m^2).

Gemiddelde straling

De gemiddelde straling in een bepaald tijdvak (10-minuten, uur, dag) betreft het gemiddelde van alle metingen in dit tijdvak (W/m^2).

Stralingssom

De stralingssom in een bepaald tijdvak (10-minuten, uur, dag) betreft het product van de gemiddelde straling en de duur van dat tijdvak in seconden, uitgedrukt in J/m^2 , of dit getal gedeeld door 10000 en dan uitgedrukt in J/cm^2 .

1.5 Elementcodes

1.5.1 Symbolen in SIAM (ref. 6)

Spectrum	Grootheid	Variabele	Symbol	Naam
Kortgolvig	Globaal	Gemiddelde	QG	Globale straling
		Minimum	QGN	Minimum Globale straling
		Maximum	QGX	Maximum Globale straling
	Direct	Gemiddelde	QD	Directe straling
		Minimum	QDN	Minimum Directe straling
		Maximum	QDX	Maximum Directe straling
	Diffuus	Gemiddelde	QF	Diffuse straling
		Minimum	QFN	Minimum Diffuse straling
		Maximum	QFX	Maximum Diffuse straling
UV-A	Globaal	Gemiddelde	QV	UV-A Globale straling
		Minimum	QVN	Minimum UV-A Globale straling
		Maximum	QVX	Maximum UV-A Globale straling
	Direct	Gemiddelde	QA	UV-A Directe straling
		Minimum	QAN	Minimum UV-A Directe straling
		Maximum	QAX	Maximum UV-A Directe straling
	Diffuus	Gemiddelde	QY	UV-A Diffuse Straling
		Minimum	QYN	Minimum UV-A Diffuse Straling
		Maximum	QYX	Maximum UV-A Diffuse Straling
UV-B	Globaal	Gemiddelde	QU	UV-B Globale straling
		Minimum	QUN	Minimum UV-B Globale straling
		Maximum	QUX	Maximum UV-B Globale straling
	Direct	Gemiddelde	QB	UV-B Directe straling
		Minimum	QBN	Minimum UV-B Directe straling
		Maximum	QBX	Maximum UV-B Directe straling
	Diffuus	Gemiddelde	QZ	UV-B Diffuse Straling
		Minimum	QZN	Minimum UV-B Diffuse Straling
		Maximum	QZX	Maximum UV-B Diffuse Straling

1.5.2 Internationale codes SYNOP

Globale straling

- groep 53 Q_h, Q_h, Q_h

Gemeld wordt de uursom globale straling afgerond op hele joules/cm²

Bij instrumentuitval wordt /// gecodeerd.

(ref.9)

1.5.3 Nationale codes: NF 11 STRALING - Specifieke stralingsgegevens

(QQQQ)_{ni}: Stralingstype en meetwaarde

Deze code wordt alleen gebruikt door station 06262 (Straling station De Bilt).

Toelichting:

n: 1,2,3,...,9,0

1 = Directe straling
2 = Diffuse straling
3 = Globale straling
4 = UV-A Directe straling
5 = UV-B Directe straling
6 = UV-A Globale straling
7 = UV-B Globale straling
8 = UV-A Diffuse straling
9 = UV-B Diffuse straling
0 = Netto Totale straling*

t: G = 10-minuten gemiddelde waarde
 X = Maximale waarde over de afgelopen 10 minuten
 N = Minimale waarde over de afgelopen 10 minuten

Per stralingscomponent zijn per waarde slechts 4 posities in de code beschikbaar. Het gecodeerde getal betreft derhalve de meetwaarde in een aangepaste eenheid:

- globale straling, directe straling, diffuse straling: W/m^2 ;
- UV-A globale, directe, diffuse straling: $10^{-2} W/m^2$;
- UV-B globale, directe, diffuse straling: $10^{-4} W/m^2$;
- Netto totale straling*: W/m^2

(ref.9)

* niet operationeel gemeten

2. Operationele eisen

2.1 Bereik

Globale straling wordt op 33 locaties in Nederland operationeel door het KNMI gemeten. Een overzicht is te vinden in hoofdstuk 1, bijlage 3, van dit handboek. De stralingscomponenten directe straling, diffuse straling, UV-A straling (globaal, direct, diffuus) en UV-B straling (globaal, direct, diffuus) worden alleen in De Bilt operationeel door het KNMI gemeten.

De ondergrens met betrekking tot de operationele metingen van bovengenoemde stralingscomponenten wordt bepaald door het feit dat het in alle gevallen gaat om van bovenaf inkomende straling. Het teken van de waarde is derhalve altijd positief. De principiële ondergrens is aldus voor alle metingen 0 W/m^2 . Geregistreerde negatieve waarden (die het gevolg kunnen zijn van een instrumentele afwijking) worden op 0 gezet.

Het vaststellen van de bovengrens van de operationele metingen globale straling is gebaseerd op de grootste uursom die ooit in De Bilt is gemeten, te weten $3,3 \text{ MJ / m}^2$. Deze waarde correspondeert met een gemiddelde stralingsflux in dat uurvak van 917 W/m^2 .

(Velds, ref. 10, par.4.1.4, tabel 4.8). Een meetgrens van 2000 W/m^2 voor alle variabelen globale straling kan als veilig worden beschouwd. Dezelfde maximumwaarde kan worden gehanteerd voor de meetvariabelen van de componenten directe en diffuse straling, welke in dezelfde orde van grootte vallen als de variabelen van globale straling.

De maximummeetwaarde met betrekking tot globaal c.q. diffuus c.q. direct van UV-A en UV-B is gebaseerd op experimentele UV-metingen bij het KNMI (Kuik, ref. 12, par. 2.2, tabel 2.2).

Op grond van de bovengegeven informatiebronnen komen we tot onderstaande tabel voor het operationeel vereiste meetbereik van stralingscomponenten.

<i>Naam</i>	<i>Ondergrens (W/m²)</i>	<i>Bovengrens(W/m²)</i>
Globale straling	0	2000
Directe straling	0	2000
Diffuse straling	0	2000
UV-A Globaal straling	0	16
UV-A Directe straling	0	16
UV-A Diffuse Straling	0	16
UV-B Globaal straling	0	0,6
UV-B Directe straling	0	0,2
UV-B Diffuse Straling	0	0,6

2.2 Waarneemresolutie in verband met berichtgeving

De vereiste waarneemresolutie mbt gem., max. en min. van de componenten

- globale straling
- directe straling
- diffuse straling

is: 1 W/m^2 .

De vereiste waarneemresolutie mbt gem., max. en min. van de componenten

- globale UV-A straling
- directe UV-A straling
- diffuse UV-A straling

is: $0,01 \text{ W/m}^2$.

De vereiste waarneemresolutie mbt gem., max. en min. van de componenten

- globale UV-B straling
- directe UV-B straling
- diffuse UV-B straling

is: $0,0001 \text{ W/m}^2$.

De WMO spreekt zich alleen uit over resolutie netto straling: $1 \text{ (MJ/m}^2 \text{) /dag}$ (ref.1)

2.3 Operationeel vereiste nauwkeurigheid

WMO- guide no.8, Guide to meteorological instruments and methods of observations , geeft geen richtlijnen met betrekking tot de vereiste nauwkeurigheid in de berichtgeving van de variabelen gemiddelde, maximum en minimum van de operationeel gemeten stralingscomponenten. In deze WMO-guide is uitsluitend een eis geformuleerd voor de netto totale straling. Deze is als volgt:

- $\pm 5 \%$ op dagsombasis igv dagsom $> 8 \text{ MJ/m}^2\text{dag}$
- en $\pm 0.4 \text{ MJ/m}^2\text{dag}$ igv dagsom $\leq 8 \text{ MJ/m}^2\text{dag}$

(ref.1).

Het Baseline Surface Radiation Network (BSRN), dat in 1988 in het kader van het World Climate Research Program (WCRP) is geïnitieerd, hanteert wel richtlijnen voor de nauwkeurigheid en calibratie van stralingsmeetinstrumenten. Zie:

<http://www.cmdl.noaa.gov/star/bsrn.html>

De nauwkeurigheid in de berichtgeving van de operationele stralingscomponenten is gegrond op de nauwkeurigheid van de gebruikte instrumenten (zie par. 3.1).

2.4 Vereiste waarneemfrequentie

Van alle operationeel gemeten stralingscomponenten worden per 12 seconde de volgende waarden in de betreffende SIAM geregistreerd (ref.6):

- SAMPLE: de momentane energieflex (W/m^2) {NB de responsie van de stralingsmeters is enkele seconden; derhalve wordt op het 12"tijdstip de flux gegeven die "enkele" seconden daarvoor was geregistreerd};
- MINUUT: de gemiddelde energieflex (W/m^2) over de afgelopen 1 minuut: deze wordt bepaald door middel van het rekenkundig gemiddelde van de laatste vijf bovengedefinieerde 12" - registraties (dit is inclusief de laatst geregistreerde momentane waarde);
- 10GEM: de gemiddelde energieflex (W/m^2) over de afgelopen 10 minuten: deze wordt bepaald door middel van het rekenkundig gemiddelde van de laatste vijftig bovengedefinieerde 12"-registraties (dit is inclusief de laatst geregistreerde momentane waarde);

- MAX: de maximum energieflex (W/m^2) over de afgelopen 10 minuten: deze is de hoogste waarde van de laatste vijftig bovengedefinieerde 12"-registraties (dit is inclusief de laatst geregistreerde momentane waarde);
- MIN: de minimum energieflex (W/m^2) over de afgelopen 10 minuten: deze is de laagste waarde van de laatste vijftig bovengedefinieerde 12"-registraties (dit is inclusief de laatst geregistreerde momentane waarde);
- STD: de standaarddeviatie in de energieflex (W/m^2) over de afgelopen 10 minuten: deze is de standaarddeviatie in de reeks van de laatste vijftig bovengedefinieerde 12"-registraties (dit is inclusief de laatst geregistreerde momentane waarde).

In de 10-minutendataopslagsystemen wordt per hele 10-minuten de op boven-aangegeven wijze berekende 10-minuut waarde gemiddelde, maximum en minimum over het tijdvak van 5 minuten voor tot 5 minuten na het betreffende tijdstip geregistreerd.

Voorbeeld: de 10' gemiddelde waarde globale straling (W/m^2) op het tijdstip 14u10'00" is het rekenkundig gemiddelde van de momentane waarden globale straling(-sflux) zoals geregistreerd op de tijdstippen 14u05'12", 14u05'24", 14u05'36", 14u05'48" tot en met 14u15'00" (totaal 50 waarden).

Voor alle operationeel gemeten stralingscomponenten worden ieder uur (op tijdstip 10 minuten voor het gehele uur) de volgende uurwaarden berekend:

- het uurgemiddelde, dit is het (rekenkundig) gemiddelde van de laatste 300 bovengedefinieerde 12"-registraties (dit is inclusief de laatst geregistreerde momentane waarde) (W/m^2);
- de uursom, deze is de energiestroom over de afgelopen 1 uur (= 3600 seconde * uurgemiddelde) (J/m^2).

Van de component globale kortgolvlige straling wordt over een waarneemperiode van 1 etmaal (00-24 UTC) de energiestroom over deze periode van 24 uur berekend en opgeslagen (J/m^2). Deze etmaalwaarde is de som van 24 uurwaarden energiestroom.

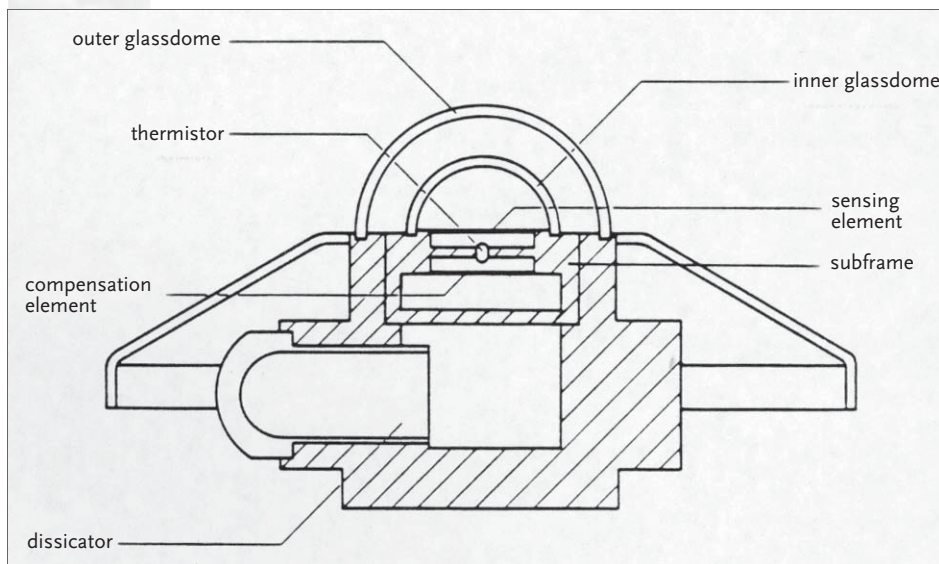
3. Instrumenten en techniek

3.1 Techniek en specificaties

Het KNMI gebruikt instrumenten van de fa. Kipp & Zonen B.V. te Delft voor de metingen van de stralingscomponenten. Gedetailleerde instrumentele specificaties zijn beschreven in de Instruction manuals van fa. Kipp & Zonen (ref. 21, 22 en 23), alsmede in de KNMI Technisch Rapporten TR-200 en TR-235 (ref. 12 en 24). De meest relevante specificaties volgen in onderstaande tabel

Component	Instrument	Instrumentele on- excl. Zero offset (W/m ²) (ref.22)	Meetbereik (W/m ²)	Spectraal venster (nm)
Globale straling	P ranometer CM11	± 19	0 – 4000	305 – 2800
Directe straling	P rheliometer CH1	± 10	0 – 4000	305 – 2800
Diffuse straling	P ranometer CM11	± 7	0 – 4000	305 – 2800
UV-A Globale straling	Radiometer CUVA1	p.m.	0 – 20	358 – 378*
UV-A Directe straling	Radiometer CUVA2	p.m.	0 – 20	358 – 378*
UV-A Diffuse Straling	Radiometer CUVA1	p.m.	0 – 20	358 – 378*
UV-B Globale straling	Radiometer CUVB1	p.m.	0 – 1,2	304 – 308*
UV-B Directe straling	Radiometer CUVB2	p.m.	0 – 1,2	304 – 308*
UV-B Diffuse Straling	Radiometer CUVB1	p.m.	0 – 1,2	304 – 308*

* spectraal venster bestrijkt een groot deel van het spectrale gebied dat behoort bij de betreffende component (zie par 1.2)



figuur 1. Schets pyranometer CM11 (ref.21)



figuur 2. CM11 Soesterberg {foto: Ronald van de Vate}

De CM11 pyranometers die in het KNMI meetnet operationeel worden gebruikt voor metingen globale c.q. diffuse straling worden niet geventileerd en zijn niet verwarmd. Onderzoek heeft uitgewezen dat een en ander geen noemenswaardige bijdrage levert aan verbetering van de meetresultaten. (ref.11).

3.2 Onderhoud- en calibratieprocedures

De meetinstrumenten dienen te voldoen aan de internationale nauwkeurigheidseisen (zie ook par.2.3). Hiertoe is periodiek onderhoud nodig, waarbij de instrumenten door middel van calibratie op meetgebied intervallen worden getoetst en gejusteerd aan de gestelde eisen. Een calibratiecertificaat wordt vastgesteld, waarbij de referentie meetwaarden volledig herleidbaar zijn naar de internationaal erkende standaard van het World Radiation Center WRC in Davos. Zie:

<http://www.pmodwrc.ch/>

en

<http://www.pmodwrc.ch/pmod.php?topic=calibration>

De KNMI afdeling Insa is verantwoordelijk voor de calibratieprocedures die zijn vastgelegd in het (ISO-9001) kwaliteitssysteem van Insa, als onderdeel van de procedure 2.2.3 “Beheersprocedure preventief onderhoud” (ref.4).

4.Procedures

4.1 Procedures bij uitval automatische waarnemingen

Niet van toepassing, aangezien de waarden globale straling c.q. stralingscomponenten in de operationele berichtgeving niet real time worden gebruikt. De procedures bij eventuele uitval zijn derhalve gekoppeld aan de validatie van waarden achteraf. Zie paragraaf 4.2.

4.2 Procedures voor achteraf validatie

4.2.1 Validatie globale straling

De invoer van data globale straling in KIS (Klimatologisch Informatiesysteem) geschiedt op dagbasis en betreft de uurlijkse waarden van het afgelopen etmaal (uurvakken $h = 00$ t.m. 23 UTC). Alle nieuw in KIS ingevoerde waarden globale straling worden onderworpen aan automatische controleprocedures die in het KIS-systeem zijn geprogrammeerd. Het gaat om de volgende procedures per station (ref.5):

a. Automatische controle van hoge waarden

Indien de uursomwaarde van globale straling in de betreffende maand de hieronder in de tabel aangegeven waarde (eenheid in tabel: J/cm^2) overschrijdt is bedoelde uursomwaarde verdacht:


januari:	118	juli:	299
februari:	184	augustus:	276
maart:	225	september:	232
april:	269	oktober:	185
mei:	308	november:	114
juni:	307	december:	89

De gegevens zijn ontleend aan ref. 5, en gebaseerd op klimatologische expertise met betrekking tot extreme waarden globale straling.

b. Automatische controle van nulwaarden

Indien de uursomwaarde van globale straling in de aangegeven uurvakken (in UTC) per in de tabel aangeduide periode een waarde $\neq 0 J/m^2$ heeft, is deze uursomwaarde verdacht:

21 november - 11 januari:	0..7 en 17..23 UTC
12 januari - 10 februari:	0..7 en 18..23
11 februari - 16 februari:	0..6 en 18..23
17 februari - 13 maart:	0..6 en 19..23
14 maart - 25 maart:	0..5 en 19..23
26 maart - 7 april:	0..5 en 20..23
8 april - 25 april:	0..4 en 20..23
26 april - 3 mei:	0..4 en 21..23
4 mei - 31 mei:	0..3 en 21..23
1 juni - 19 juli:	0..3 en 22..23
20 juli - 6 augustus:	0..3 en 21..23
7 augustus - 20 augustus:	0..4 en 21..23
21 augustus - 8 september:	0..4 en 20..23
9 september - 14 september:	0..5 en 20..23
15 september - 10 oktober:	0..5 en 19..23
11 oktober - 14 oktober:	0..5 en 18..23
15 oktober - 12 november:	0..6 en 18..23
13 november - 20 november:	0..6 en 17..23



Het gaat dus steeds om de controle of de in KIS opgeslagen ongevalideerde waarde buiten daguren een waarde 0 J/m^2 heeft.

De subafdeling Beheer Waarnemingen en Stations BWS van de afdeling Operationele Data OD is verantwoordelijk voor de uiteindelijke validiteit van de waarden van globale straling in KIS.

OD/BWS beoordeelt in dit proces in principe iedere nieuwe waarde van globale straling, daarbij geholpen door de output van de bovenbeschreven testprocedures. Een verdachte waarde wordt zo mogelijk vervangen.

De alternatieve waarde kan worden gebaseerd op onder meer:

- lineaire interpolatie van aangrenzende (correcte) waarden in de tijdreeks;
- ruimtelijke interpolatie op grond van synchrone waarden van 2 of meer nabije stations;
- inschatting van de uurwaarde op grond van de tijdreeksen 10-minuten gegevens.

Vervanging geschiedt handmatig.

4.2.2 Validatie overige stralingscomponenten

De in KIS ingevoerde waarden van de overige stralingscomponenten (betreft alleen station De Bilt) worden niet onderworpen aan automatische controleprocedures. De controle van de data van deze componenten geschiedt op basis van de ervaring en expertise van de betrokken medewerkers van OD/BWS. Hierbij wordt met name gecontroleerd of per component voldaan is aan het “rondreken” criterium: “globaal” = “diffuus” + “direct” x “sinus zonshoogte”.

4.3 Procedures voor inspectie

4.3.1 Inspectie metingen van globale straling

Iedere locatie waar operationele metingen van globale straling plaatsvinden, wordt gemiddeld één maal per jaar geïnspecteerd door een stationsinspecteur van OD/BWS. Tevens kan op verzoek van de sector WA/ KNMI of de afdeling WM/KD een extra tussentijdse inspectie plaatsvinden, indien de (validatie van) de data daartoe aanleiding geeft.


Bij voorkeur vindt inspectie plaats:

- in het geval van de plaatsing van de opstelling plus stralingsensor op een nieuw meetstation c.q. verplaatsing van de opstelling plus sensor op een bestaand meetstation;
- (ad hoc) bij vervanging van de sensor.

In deze situaties is de procedureafspraken dat OD/BWS vooraf door Meet-systemen Beheer van de instrumentele afdeling Insa/MSB geïnformeerd wordt door middel van een tijdsplan van de ophanden zijnde plaatsing c.q. vervanging. Binnen 1 week na plaatsing c.q. vervanging ontvangt OD/BWS hieromtrent bericht, inclusief toezending ijkbewijs, zodat een inspectie kan geschieden.

De inspectie van de metingen van globale straling omvat in principe de volgende controles:

- a) Controle op het waterpas zijn van het instrument en zonodig corrigeren.
- b) Controle of de glazen bol van het instrument schoon is; zo nodig schoon maken, c.q. zorg dragen voor vervanging; de beheerder aanspreken over zijn taak in deze.

- 
- c) Controle of de draden rond het instrument ter afstoting van vogels optimaal gespannen zijn; zonodig vervangen.
 - d) Controle of de ijktermijn van het meetinstrument nog niet is verlopen; is dit het geval dan wordt Insa/MSB hierover geïnformeerd, opdat uitwisseling zal plaatsvinden.
 - e) Gemiddeld éénmaal per 2 jaar met behulp van een theodoliet de "horizon" bekijken en schetsen op een zonnebaandiagram.
 - f) Een (visuele) beoordeling of de opstelling en de meetomstandigheden, incl. omgeving aan de gestelde condities voldoen (zie par. 6). Indien dit niet het geval is, rapporteert de inspecteur hieromtrent (ook schriftelijk) aan WM/KD, WA en Insa/MSB. Afhankelijk van de situatie beoordeelt WM/OD c.q. Insa/MSB welke correctieve acties ondernomen dienen te worden om een en ander te herstellen conform de operationele eisen. De acties kunnen variëren van een 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.

Van alle inspectiebezoeken wordt een rapport opgesteld door de stationsinspecteur.

4.3.2 Inspectie overige stralingscomponenten

De instrumenten voor de metingen van de overige stralingscomponenten (directe kortgolvlige straling, diffuse kortgolvlige straling, globale UV-A straling, directe UV-A straling, diffuse UV-A straling, globale UV-B straling, directe UV-B straling, diffuse UV-B straling) zijn geplaatst op een platform op het dak van het B-gebouw van het KNMI in De Bilt. Hoogte instrumenten ten opzichte van maaiveld: 22,5 meter. Bij de metingen van diffuse straling en directe straling van alle componenten is de instelling van de meetinstrumenten afhankelijk van de plaats van de zon. Hiertoe zijn de betreffende instrumenten gemonteerd op een zonnevolger (merk Sci-Tec). De inspectie van de betreffende instrumenten, alsmede van de meetopstelling en van de zonnevolger geschiedt thans onder verantwoordelijkheid van de afdeling MI/Insa. Een en ander volgens interne MI/ Insa procedures.

5. Afgeleide grootheden

5.1 Bepaling zonneshijnduur uit 10'-waarden globale straling

Op alle stations waar globale straling wordt gemeten, wordt ook de zonneshijnduur bepaald. De berekening hiervan geschiedt met behulp van een algoritme, het zogeheten "Algoritme Slob" (ref.14 en 15).

De invoerdata in dit algoritme zijn per 10'-tijdvak de 10' waarden maximum, minimum en gemiddelde globale straling, alsmede de berekende 10'- waarde extraterrestische straling (dus zonnestraling aan de rand van de aardatmosfeer), en de bij het 10'-tijdvak behorende gemiddelde zonshoogte.

Het algoritme wordt beschreven in hoofdstuk 8, "Zonneshijnduur", van dit handboek.

5.2 Referentie gewasverdamping volgens Makkink

De waarde van de referentie gewasverdamping wordt berekend met behulp van de zogeheten "formule Makkink". De formule wordt beschreven in paragraaf 5 van hoofdstuk 10, "Verdamping", van dit handboek.

Een van de basis invoergegevens in de formule Makkink is de etmaalsom globale kortgolvlige straling.

6. Opstellingseisen en omgevingscondities

Globale straling

De CM11-sensoren voor de metingen globale straling worden gemonteerd op een vertikaal statief en bevinden zich op een hoogte van 1,5 m boven vlak terrein, in principe kortgemaaid gras. Er zijn in de omgeving van de meetlocatie geen obstakels die 5 graden of meer uitsteken boven de horizon bekeken vanuit de sensor. In de directe omgeving van de meetlocatie, dat wil zeggen binnen een straal van 200 meter vanaf de sensor, bevinden zich geen obstakels van welke aard dan ook die door uitstraling de metingen kunnen beïnvloeden.

Het horizontale vlak van de instrumenten voor de metingen globale straling is waterpas.

De glazen bollen van de instrumenten zijn vrij van stof en rijpaanslag. De beheerder van het meetterrein heeft in principe dagelijks toezicht en draagt zorg voor het schoon zijn van de instrumenten.

Rond het instrument zijn ter afstoting van vogels draden gespannen.

(WMO no.8, ref. 1)

Overige stralingscomponenten

Voor de overige stralingscomponenten (directe kortgolelige straling, diffuse kortgolelige straling, globale UV-A straling, directe UV-A straling, diffuse UV-A straling, globale UV-B straling, directe UV-B straling, diffuse UV-B straling), die alleen in De Bilt operationeel worden gemeten, geldt als basisvoorwaarde dat in het hemelgewelf vanaf 5 graden boven de horizon de lijn tussen de zon en de meetlocatie (dit is het platform op het dak van het B-gebouw van het KNMI) niet wordt onderbroken door een obstakel. De instrumenten voor de metingen zijn gemonteerd op een plateau van de zonnevolger, dat waterpas is. Hoogte plateau: 20,97 meter ten opzichte van maaiveld. De instrumenten voor de metingen directe straling (incl. UV-componenten) zijn door een mechanisme in de zonnevolger te allen tijde op het middelpunt van de zon gericht, dat wil zeggen in de periode dat de zon boven de horizon staat. Het zelfde mechanisme draagt er zorg voor dat de instrumenten voor de metingen diffuse straling (incl. UV-componenten) zich te allen tijde in de schaduw van een bol bevinden die op de volger is gemonteerd.



figuur 3.
Zonnevolger De Bilt
(foto: Willem Hovius)

Referenties

1. Guide to meteorological instruments and methods of observations, WMO, no.8, 6th edition, i.h.b. Hoofdstukken 7 en 8, 1996
2. Statement of operational accuracy requirements of level II data, according to WMO codes SYNOP, SHIP, METAR and SPECI; Annex X van WMO no.807 (CIMO XI)
3. Synoptische en klimatologische waarnemingen en codes, Elementaire Vakopleiding Meteorologie(EVM), module A4/B1, E.Chavanu, KNMI-document, 1996
4. Calibratieprocedures van het KNMI-IJklaboratorium volgens ISO-9001, A. van Londen, Insa/IO, KNMI-document, 1994
5. Basisontwerp Vernieuwing Operationeel Klimatologisch Informatiesysteem VOKIS, KNMI-document, 1992
6. X-SIAM-specificatie, J.R.Bijma, Insa Document ID-30-015, versie 1.8, KNMI-Insa, KNMI-document, 2001
7. Klimatologische gegevens van Nederlandse stations: normalen en extreme waarden van de 15 hoofdstations voor het tijdvak 1961- 1990; KNMI, publicatienummer 150-27, 1992
8. Het Internationale Stelsel van Eenheden (SI), Nederlands Meetinstituut NMI, 1994
9. KNMI-handboek Meteorologische codes, P.IJ.de Vries, november 2001
10. Zonnestraling in Nederland , C.A.Velds, KNMI, De Bilt, 1992
11. Global Radiation Measurements in the Operational KNMI Meteorological Network, Effects of pollution and ventilation, F.Kuik, KNMI Technical Report TR-197, 1997
12. Operationale UV-metingen bij het KNMI, F.Kuik, KNMI Technical Report TR-200, 1997
13. An introduction to Atmospheric Radiation Measurements in Meteorology, climatology and industry, K. van den Bos, E. Hoeksema, Kipp & Zonen, 1997
14. Bepaling van directe en diffuse straling en van zonneshijnduur uit 10-minuutwaarden van de globale straling, W.H.Slob et al, KNMI Technical Report TR-136, 1992
15. Het programma voor berekening van zonneshijnduur uit globale straling, U.Bergman, KNMI Technical Report TR-158, 1993
16. An introduction to solar radiation, M.Iqbal, Academic Press, London, 390 pp, 1983
17. Inwincomputer AWS, Softwareversie 8.1, A.N. Mazee, 26 oktober 1998
18. Variability of the solar "constant", C.Fröhlich, In: Long and short term variability of climate, H.Wanner and U.Siegenthaler (eds), Lecture notes in Earth Sciences 16, Springer-Verlag, Berlin, pp. 6 – 17, 1988
19. XQ1, XDo, XFo-SIAM Straling, J.R.Bijma, Insa Document ID-30-008, versie 2.0, KNMI-Insa, KNMI document, 1994
20. XV0-SIAM UV-straling, J.R.Bijma, Insa Document ID-30-041, versie 1.0, KNMI-Insa, KNMI document, 1998
21. Instruction manual pyranometer CM 11/14, Kipp & Zonen Delft BV, 1992
22. Instruction manual CUVB1/CUVA1 Scientific Narrowband UV Radiometers Global Radiation, Kipp & Zonen Delft BV, 1995
23. Instruction manual pyrliometer CH 1, Kipp & Zonen Delft BV, 1992
24. Uncertainty in pyranometer and pyrliometer measurements at KNMI in De Bilt, J.S. Henzing and W.H. Knap, KNMI Technical Report TR-235, 2001
25. International Standard, Solar energy – Reference solar spectral irradiance at the ground at different receiving conditions – Part 1: Direct normal and hemispherical solar irradiance for air mass 1,5, ISO 9845-1, first edition, 1992