



Vlaamse
Vereniging voor
Weerkunde

Handleiding

*voor het waarnemen
van het weer*



Inhoud

1	Inleiding.....	5
2	Wat meten we?.....	6
2.1	Temperatuur.....	6
2.1.1	Apparatuur	6
2.1.2	Opstelling	9
2.1.3	Metten voor de VVW.....	12
2.2	Neerslaghoeveelheid en -intensiteit	13
2.2.1	Apparatuur	13
2.2.2	Opstelling	16
2.2.3	Metten voor de VVW.....	16
2.3	Neerslagsoorten	17
2.4	Luchtdruk.....	19
2.4.1	Apparatuur	19
2.4.2	Metten voor de VVW.....	22
2.4.3	IJken.....	22
2.5	Windrichting	23
2.5.1	Apparatuur	23
2.5.2	Opstelling	24
2.5.3	Metten voor de VVW.....	24
2.6	Windsnelheid.....	25
2.6.1	Apparatuur	25
2.6.2	Opstelling	29
2.6.3	Metten voor de VVW.....	29
2.7	Bewolkingsgraad, zonneschijnduur en globale straling	29
2.7.1	Apparatuur	29
2.7.2	Opstelling	32
2.7.3	Metten voor de VVW.....	33
2.8	Luchtvochtigheid	34
2.8.1	Wat is de luchtvochtigheid?.....	34
2.8.2	Apparatuur	35

2.8.3	Opstelling	36
2.8.4	Metten voor de VVW.....	36
2.9	Verdamping	37
3	Invullen van het waarnemingsformulier	38
3.1	Klassieke waarnemingen	38
3.1.1	Grasminimumtemperatuur	38
3.1.2	Luchtdruk	38
3.1.3	Temperatuur in de weerhut.....	40
3.1.4	Neerslag.....	41
3.1.5	Bewolkingsgraad	41
3.1.6	Windkracht.....	42
3.1.7	Windrichting.....	43
3.1.8	Weerelementen	45
3.1.9	Weergetal.....	46
3.1.10	Minimaal zicht	46
3.1.11	Sneeuwdek	47
3.2	Automatische waarnemingen	47
3.2.1	Luchtdruk	50
3.2.2	Temperatuur	50
3.2.3	Relatieve vochtigheid	50
3.2.4	Neerslagsom.....	50
3.2.5	Neerslagintensiteit	50
3.2.6	Verdamping.....	50
3.2.7	Windrichting.....	50
3.2.8	Windkracht.....	51
3.2.9	Zonneschijnduur.....	51
3.2.10	Globale straling	51
4	Waarnemersmodule	54
4.1	Een rondleiding door de site	54
4.2	Invoeren van waarnemingen.....	56
4.2.1	Via formulier.....	56
4.2.2	Via upload.....	57

5	Bijzonder weer	60
5.1	Waarnemingen van onweer.....	60
5.2	Waarnemingen van sneeuw.....	61
5.3	Beschrijvende waarnemingen	63
6	Optische verschijnselen	64
6.1	Wat zijn optische verschijnselen?	64
6.2	Maten	64
6.2.1	Plaats in de hemelkoepel	64
6.2.2	Afmetingen schatten.....	65
6.3	De verschijnselen.....	65
6.3.1	Ijshalo's	65
6.3.2	Watersverschijnselen.....	71
6.3.3	Andere optische verschijnselen	73
7	Een bondig overzicht.....	75
7.1	Manuele metingen	75
7.2	Automatische waarnemingen	76
8	Appendix: het afstellen van de Vantage Pro regenmeter.	78
9	Bronnen.....	80
10	Nuttige info en adressen	80

1 Inleiding

Deze handleiding is niet aan haar proefstuk toe. In de loop der jaren werden reeds verschillende edities ervan uitgebracht. De laatste versie was intussen al 15 jaar oud, en in die tijd is er veel gebeurd op het vlak van technologie, wat ook zijn invloed heeft op onze weerhobby. Zo zijn de elektronische weerstations intussen gemeengoed, waardoor er nood is aan wat diepgaandere informatie voor de gebruikers hiervan. Ook zijn er een aantal nieuwe variabelen bereikbaarder geworden voor de weeramateur, zoals bijvoorbeeld het meten van de zonneschijnduur. Ook de manier van meten is veranderd. Terwijl vroeger de weeramateur dagelijks minstens een keer naar zijn weerhut liep, zijn nu vele weerliefhebbers eigenaar van een digitaal weerstation dat aan de computer kan gekoppeld worden. De metingen worden nu dikwijls rechtstreeks van op de computer verwerkt. Hierdoor zijn veel metingen geautomatiseerd en worden statistieken dikwijls automatisch berekend. Toch laten we de “oudere” generatie niet in de steek: de handleiding bevat nog steeds de werkwijze voor manuele berekeningen.

De eerste handleiding is nog van de hand van Lucien Landuyt, in de vorm van ons gekende maandblad Halo, met als titel “Het weer waarnemen”. Later zijn er al enkele uitbreidingen en updates geweest van handleidingen om de onzekerheden te verduidelijken of foutjes recht te zetten. Ook deze handleiding kan weer als een uitbreiding gezien worden van de vorige versie. Nieuwigheden zijn de hoofdstukken over automatische waarnemingen en over de online waarnemersmodule en hoe daar gegevens in te geven. Ook bij de algemene informatie over weersverschijnselen zijn er updates gebeurd i.v.m. de ijking van instrumenten. Ook het hoofdstuk over optische verschijnselen is uitgebreid met gedetailleerdere informatie. Voor klassieke waarnemingen zijn de spelregels zo veel als mogelijk gelijk gehouden met vroeger en is er vooral geprobeerd om enkele moeilijke punten duidelijker uit te leggen. Op het einde van deze handleiding is nog een bondig overzicht met de belangrijkste punten onder het meten (tijdstip, grootte, ...) voor een snel antwoord op dit soort vragen.

Vanaf deze plaats wil ik meteen ook van de gelegenheid gebruik maken om iedereen die ook maar iets heeft bijgedragen aan het tot stand komen van dit bundeltje, te bedanken. Daarbij denk ik aan al wie zowel vroeger als nu, rechtstreeks of onrechtstreeks heeft geholpen. Ik ga geen namen opnoemen omdat ik dan zeker en vast mensen zou vergeten, maar bij deze dus: dank aan allen, hoe klein jullie bijdrage ook was.

Ik zou zeggen; neem alles eens rustig door en hopelijk mag deze Handleiding een leidraad of zelfs een directe aanleiding zijn om ook gebeten te worden door de weermicrobe. Want wat is er nu mooier en wordt ons bovendien ook nog eens volledig gratis aangeboden?...

Mark Cox, december 2019

2 Wat meten we?

2.1 Temperatuur

2.1.1 Apparatuur

Voor het meten van de temperatuur is een minimum- en maximumthermometer vereist. Hiervan bestaan verscheidene soorten die ofwel manueel ofwel elektronisch werken. Enkel de meest gangbare types worden hier besproken. Bij de manuele thermometers zijn er 2 hoofdtypes te onderscheiden: vloeistofthermometers en thermometers met een bimetaal. De elektronische thermometers werken op basis van een temperatuursafhankelijke weerstand.

Vloeistofthermometers

Bij de vloeistofthermometer zit een vloeistof opgesloten in een reservoir, met daarop aangesloten een smalle buis. Naarmate het kouder of warmer wordt, zal de vloeistof minder of meer volume innemen. Het overschot van de vloeistof bevindt zich in de buis. Aangezien de warme vloeistof het meeste plaats inneemt, zal deze ook het hoogst staan in de buis.

Sixthermometer

Het meest voorkomende type van minimum- maximumthermometers is de Sixthermometer. Deze zie je regelmatig ergens op een terras tegen de muur hangen.

Deze thermometer bestaat uit een tweemaal omgebogen capillair (a op de tekening) dat verbonden is met een langgerekt reservoir (b) en aan de rechterzijde eindigt in een expansievat (c). Dit geheel is bevestigd op een (meestal plastic) plaatje (d) met daarop de verdeling in graden Celsius. In het reservoir bevindt zich creosoot als vloeistof terwijl zich tussen de punten (e) en (f) op de tekening een kwikdraad bevindt. Ook in het expansievat bevindt zich vervolgens opnieuw creosoot en zelfs wat creosootdampen (c). De glazen staafjes (g en h) die zich in het capillair bevinden bestaan uit ijzeren kerntjes en zijn aan de uiteinden voorzien van glazen wimpertjes welke voldoende wrijving uitoefenen op de binnenwanden van het capillair om op hun plaats te blijven zitten. Het creosoot kan echter wel vrij langsheen deze staafjes stromen. Op het plaatje is dus de schaalverdeling aangebracht in graden Celsius; dit zowel aan de linker- als aan de rechterkant. Maar deze twee schaalverdelingen zijn precies tegengesteld aan elkaar (zie ook figuur). Links lees je naar boven gaande een steeds lagere temperatuur en rechts een steeds hogere. De werking van deze thermometer is dan ook als volgt: bij stijgende temperaturen zet het creosoot in (b) naar boven uit en duwt het kwik omhoog in de rechterkolom. Hierbij blijft de linkerindex op zijn plaats en wordt het rechterstaafje omhoog geduwd, samen met het kwik. De index blijft tenslotte zitten op de plaats waar de hoogste temperatuurwaarde werd bereikt. Omgekeerd: bij dalende temperaturen krimpt het creosoot (b) in. De kwikdraad volgt dit inkrimpende creosoot onder invloed van de dampdruk die in (c) voorkomt en het gewicht van het creosoot boven (f). De index (g) wordt dus omhoog geduwd tot aan de laagste stand die bereikt wordt.

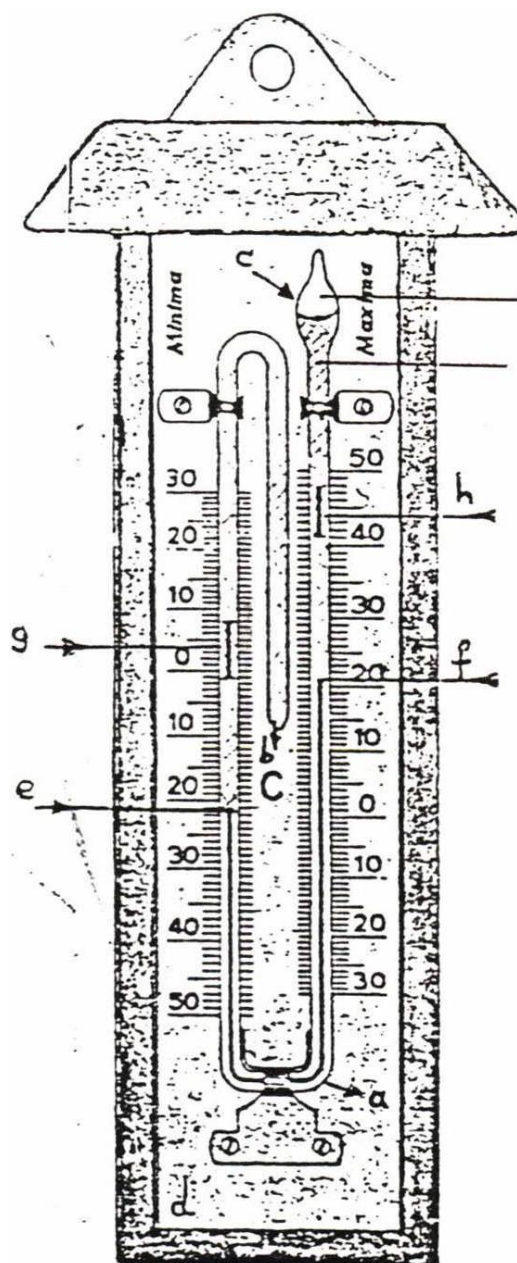
Het aflezen van de minimum- en maximum-temperatuur gebeurt bij deze thermometer door te kijken naar de temperatuur aan de onderkant van de indexen.

Na een meetperiode kunnen de twee index-staafjes met behulp van een magneetknop weer tot tegen de kwikdraad gebracht worden en is je thermometer klaar voor nieuwe metingen. Als je van plan bent om zo'n thermometer aan te kopen dien je er bij aankoop zeer goed op te letten dat het kwik **in de beide benen van het instrument precies dezelfde temperatuur** aanwijst. Inderdaad is dit de zwakke plek van deze thermometer en kunnen net daar nogal eens problemen voorkomen.

Meteorologische thermometer

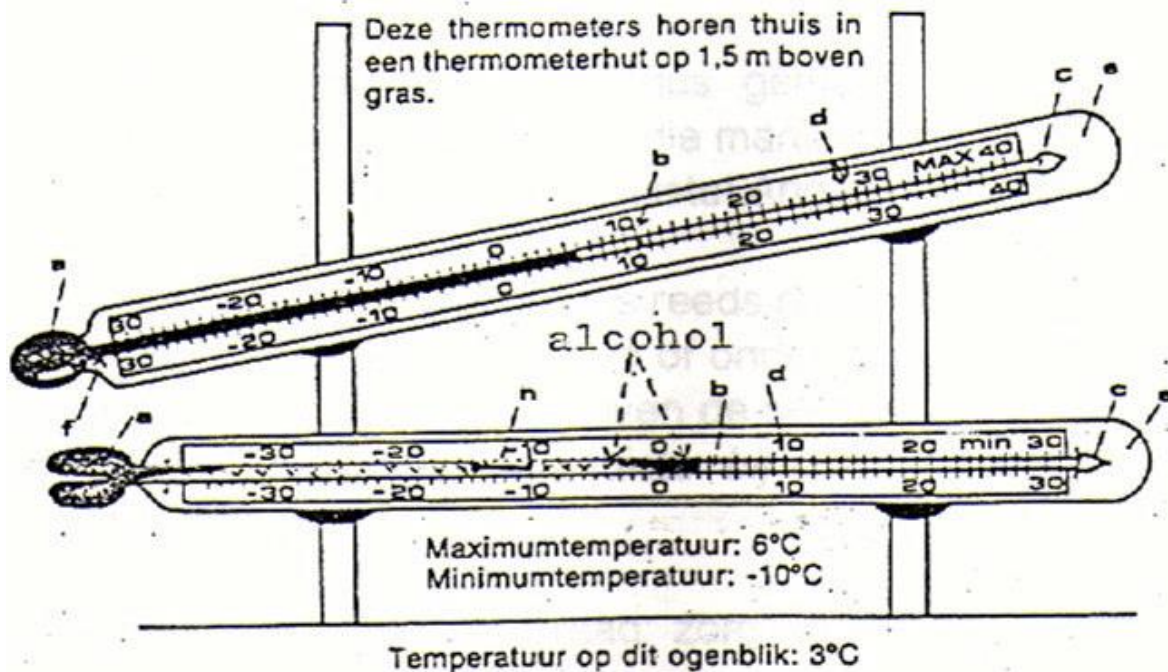
Een thermometer bestaat uit diverse delen (zie ook de figuur op de volgende pagina):

- Een glazen omhulsel (e).
- Een reservoir (a): Daarin zit de vloeistof waarmee de thermometer gevuld is. Afhankelijk van de soort thermometer is dit - meestal - alcohol of kwik. Alcohol wordt vooral bij minimumthermometers gebruikt omdat het vriespunt ervan beduidend lager ligt.
- Het capillair (d): Dit is de dunne glazen buis waarin zich het kwik of de alcohol bevindt.
- Een expansievat (c): Dit bevindt zich helemaal bovenaan de thermometer en doet dienst als opvangruimte bij oververhitting. Als ook dit expansievat helemaal vol zou raken met vloeistof, dan springt de thermometer. In België is daar echter niet vlug gevaar voor, tenzij je je thermometer in de volle zon gaat leggen. In dat geval meet je echter niet de temperatuur van de lucht, maar de temperatuur van je thermometer die op dat moment als 'miniserre' gaat fungeren. We kennen allemaal wel die verhalen van op reis "Waar het minstens 40°C was in de zon!" Laat je niets wijs-maken: hierbij zijn ook die verhalen meteen naar het fabelenrijk verwezen. Toch kan ook de temperatuur in de zon gemeten worden, maar dat gebeurt met speciale thermometers die extra beschermd zijn.



1: Sixthermometer

- Een vaste schaal (b): Bij ons wordt hiervoor meestal een indeling in graden Celsius gebruikt. In veel landen (vooral Angelsaksische) meet men de temperatuur ook in graden Fahrenheit.
 - $^{\circ}\text{F} = (9/5 \times ^{\circ}\text{C}) + 32$ $^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F} - 32)$



2: meteorologische thermometers, opstelling en aflezen

Sommige minimum- en maximumthermometers bevatten ook nog een klein staafje dat op de kwik- respectievelijk alcoholkolom is ingebracht en dat «blijft hangen» op de laagste of hoogste temperatuur die bereikt werd in het gemeten tijdvak. Het volstaat dus om 's avonds dit staafje opnieuw tot tegen de vloeistof te brengen, nadat je de uitersten gemeten hebt natuurlijk. Dit soort thermometers dient wel op de juiste manier opgesteld te worden. Een minimumthermometer dient immers anders opgesteld te worden dan een maximumthermometer. Beide thermometers worden best horizontaal geplaatst in de hut, waarbij we de maximumthermometer lichtjes schuin laten aflopen in de richting van het reservoir. De reden daarvoor is vrij simpel: door de thermometers horizontaal te plaatsen kan het staafje wat de bereikte temperaturen aanduidt, niet wegzakken. Een andere reden waarom de maximumthermometer, die meestal met kwik gevuld is, wat schuin geplaatst dient te worden, is omdat het kwik zich anders doorheen het hele capillair kan verspreiden. Het aflezen van het opgetreden extreem dient te gebeuren aan het einde van het staafje dat zich aan de kant van het vloeistofoppervlak bevindt.

Maximumthermometers werken soms ook anders, namelijk volgens het principe van een koortsthermometer. Het kwik zet bij het oplopen van de temperatuur uit en komt aldus vanuit het reservoir in het capillair terecht. Op de scheiding tussen reservoir en capillair is echter een vernauwing aangebracht zodat er als het ware een breuk zit tussen het kwik in het reservoir en

dat in het capillair. Telkens de temperatuur een klein beetje uitzet, komt wat van het kwik uit het reservoir terecht in het capillair. De temperatuur stijgt dus eigenlijk met 'sprongetjes'. Nu kan het kwik dat in het reservoir zit wel naar het capillair stromen, maar de vernauwing tussen de twee belet het terugstromen van dit kwik in het reservoir. 's Avonds moet je dan gewoon je thermometer 'afschudden' zoals een koortsthermometer.

Bijgevolg kun je her en der in Vlaanderen - weer of geen weer om er de hond door te jagen -'s avonds mensen naar een wit hokje in de tuin zien lopen, daar een glazen buisje uithalen, dit goed bekijken (eventueel wat op een meegebracht papiertje schrijven) om er vervolgens wat mee te staan zwaaien en dan weer naar binnen te gaan, dit soms tot meelijwekkend hoofdgeschud en wenkbrauwgefrons van de burens die dit tafereel met lede ogen gadeslaan. Wie zei daar ook alweer dat het weer een hobby als een ander is...?!

Bimetaal thermometers

Bij de thermometers met een bimetaal baseert de werking zich ook op het uitzettingsprincipe. In deze thermometer bevindt zich een metalen plaatje dat uit 2 verschillende lagen metaal bestaat. Deze metalen zetten in verschillende mate uit als ze opgewarmd worden. Hierdoor wordt het plaatje krom gebogen als de temperatuur verandert. De mate van de kromming is een maat voor de temperatuur. Deze vervorming is op zich klein, maar wordt via een mechanisme vergroot en daarna overgebracht naar een wijzer die over een schaal beweegt. Dit type van thermometer wordt slechts zeer zelden gebruikt om een minimum- of maximumtemperatuur te bepalen.

Elektronische thermometers

Over het algemeen werken elektronische thermometers op basis van een weerstand. Bij elke stof is de soortelijke weerstand afhankelijk van de temperatuur, waardoor eenzelfde weerstand bij verschillende temperaturen een andere waarde heeft. Zodra men de variatie in weerstand in functie van de temperatuur kent (is meestal een bijna lineair verband), kan men uit de weerstandswaarde de temperatuur afleiden. Hoogwaardige thermometers werken meestal op basis van een platinum weerstand omdat dit metaal niet gemakkelijk aangetast wordt door de omgeving. Bij de hoogwaardige thermometers zal de nauwkeurigheid steeds beter dan 1°C zijn. De goedkope types durven wel eens 2°C of meer af te wijken, zeker als ze verouderen.

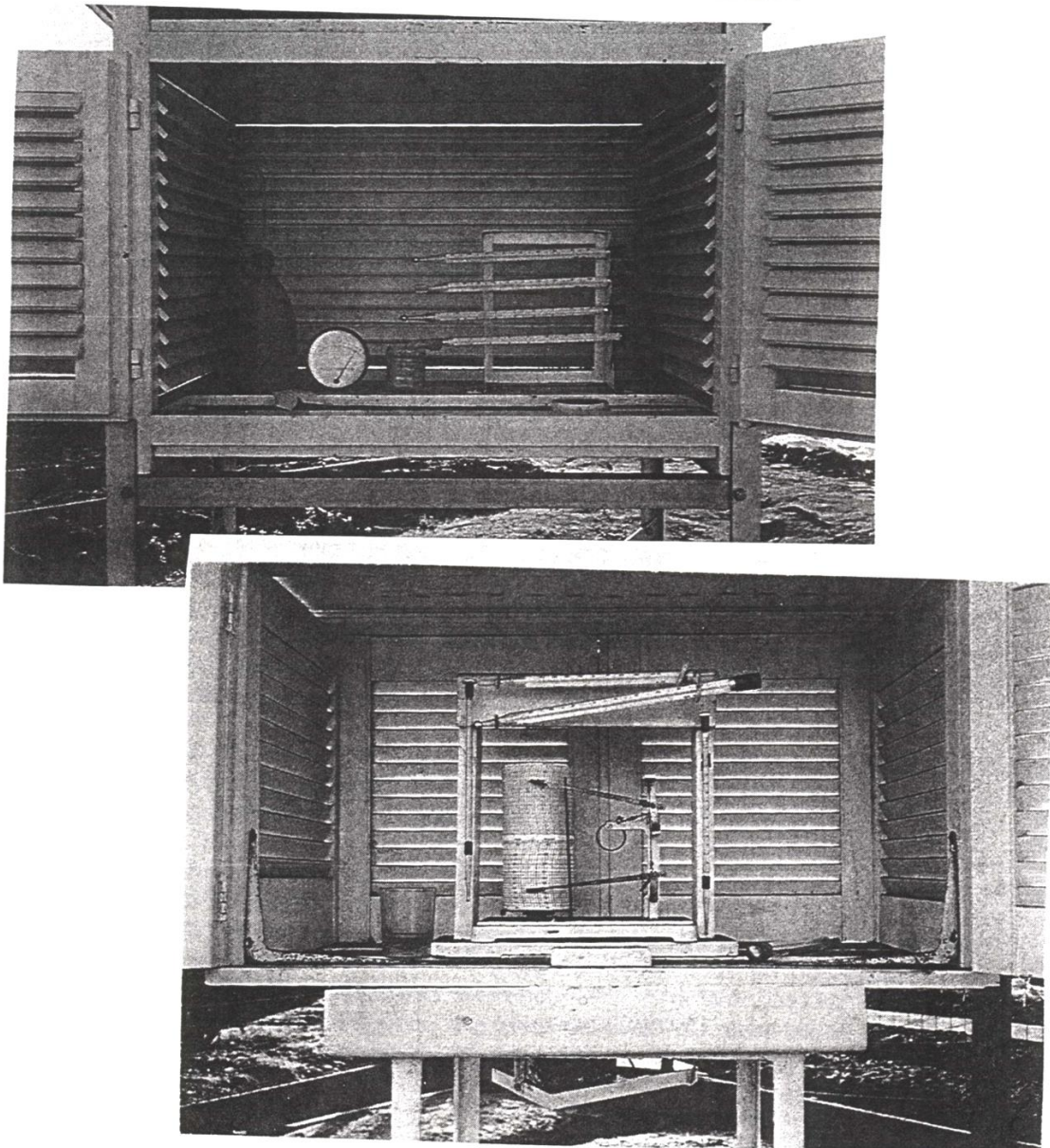
2.1.2 Opstelling

In thermometerhut

De meest voorkomende meting is de temperatuur in thermometerhut. De thermometerhut is een witte kast, met een grootte van ongeveer een halve meter in elke richting en bevindt zich op ongeveer 1,50 meter boven het gazon. De functie van de thermometerhut is het afschermen van de straling. Daarom is deze wit geschilderd. Om een realistische meting te krijgen moeten we echter wel steeds verse buitenlucht krijgen, dus daarom heeft een thermometerhut jaloezieën aan de zijkanten en is er een smalle spleet tussen de wanden en het dak. Op die manier kan de wind nog wel voldoende door de hut blazen. De deur van de hut staat bij voorkeur

naar het noorden gericht, zodat de kans dat de zon bij een open deur op de thermometer schijnt minimaal is.

Binnenzicht van een thermometerhut:



3:instrumenten in de weerhut

Voor iemand die net met de weerhobby begonnen is, is het bezitten van een weerhut niet zo evident. Daarom nog de volgende meer eenvoudige en spotgoedkope oplossing: hang je thermometer op een open plaats in de tuin op ongeveer anderhalve meter hoogte en zorg ervoor dat de zon nooit op je thermometer kan schijnen. Doe dit door op een paal een houten kistje te nagelen met de opening naar het noorden en schilder dit in het wit. Daarbinnen hang je dan je thermometer. De metingen zijn niet 100% juist, maar eens dit lukt, zul je vanzelf zin krijgen om een "echte" hut te gaan bouwen.

Een tip nog: kijk eens in Halo als er in je buurt geen waarnemers zijn (neem desnoods contact op met iemand van de Haloredactie die je wel zal weten te vertellen waar iemand zit die waarnemingen doet) en ga eens kijken bij een ander hoe de metingen gebeuren en hoe de weerhut werd gebouwd.

Tip twee: de Werkgroep kan je bouwtekeningen bezorgen over de precieze vorm en afmetingen van een officiële weerhut (bestelwijze: zie Halo).

Tegenwoordig worden ook kleinere sensorhutten gebruikt bij de elektronische weerstations. Hiervan is de kwaliteit lang niet altijd goed. Omdat de hutten klein zijn, kan er toch wat straling nabij de sensor komen, waardoor de temperatuur bij felle zon te hoog zal gemeten worden. Die afwijking kan soms ook tot 2°C oplopen en treedt in hoofdzaak 's zomers op bij windstil weer met veel zon. Dit kan grotendeels verholpen worden door de hut actief te ventileren met een ventilator, waardoor de lucht sneller ververst wordt en bijgevolg veel minder kans heeft om in de hut verwarmd te worden. De afwijking door intense straling zal dan in de regel nooit meer dan 0,5°C bedragen.



4: opstelling weerhut in tuin

De hut dient zo vrij mogelijk opgesteld worden boven een grasperk. Een andere ondergrond leidt al snel tot sterk afwijkende metingen, zeker bij zonnig weer.

Zeker asfalt en donkere stenen ondergronden zijn te mijden plekken voor een weerhut. Het vrij opgesteld staan is noodzakelijk om voldoende wind en dus ventilatie in de hut te hebben. De hut zelf dient dus ook maximaal in de zon te staan. Bij officiële metingen dient de afstand tot een ander voorwerp minstens 4 maal de hoogte van dat voorwerp te zijn. Er zijn natuurlijk weinig weeramateurs die goed aan deze laatste eis kunnen voldoen, zeker in een stedelijke omgeving. Het is voor ons dus enkel een richtlijn om de metingen zo vergelijkbaar mogelijk te houden. De foto op pagina 11 geeft een opstelling weer die als zeer goed mag beschouwd worden. De weerhut staat op een gazon. Er liggen weliswaar klinkers nabij de hut, maar deze hebben een vrij lichte kleur en het gaat over een vrij kleine oppervlakte. Ze staat goed vrij, zodat de wind de hut goed bereikt.

Boven gras

Soms wordt ook de minimumtemperatuur boven het gras gemeten. Hiermee wordt onder andere de zogenaamde grondvorst waargenomen. Binnen de VVW is afgesproken dat deze temperatuur wordt gemeten door de thermometer los op het gazon neer te leggen, zonder enige afscherming. Het gras dient wel voldoende kort te zijn (liefst < 5cm). In de winter kan het al eens voorvallen dat er een laag sneeuw ligt. In dat geval is afgesproken dat de thermometer bovenop de sneeuw gelegd wordt. Let er wel op dat je thermometer overdag bij zonnig weer niet stuk springt door oververhitting!

Bodemtemperatuur

Op grotere meteorologische stations wordt ook de temperatuur onder de grond gemeten. Hierin zijn er ook enkele veel voorkomende standaarddieptes, bijvoorbeeld 5, 20, 50 en 100 cm. Binnen de VVW wordt dit type metingen niet bijgehouden en zijn er bijgevolg ook geen afspraken hier rond.

2.1.3 Meten voor de VVW

Periode

De meetperiode voor de temperatuur is vastgesteld op 18h-18h UTC, wat overeenstemt met 19h-19h bij de wintertijd en 20h-20h bij de zomertijd. De reden voor deze keuze is dat veel mensen op dit tijdstip thuis en nog wakker zijn. Op het einde van deze periode moet zowel de minimum- als maximumtemperatuur afgelezen worden. Bij elektronische weerstations wordt de gemiddelde temperatuur van de dag ook bepaald als het gemiddelde van alle metingen binnen deze tijdsspanne. Het gebeurt regelmatig dat de temperatuur 's avonds reeds lager is dan de nacht voordien. In dat geval leidt later aflezen tot een lagere minimumtemperatuur dan je collega's die op tijd hebben gemeten, wat de onderlinge vergelijkbaarheid vermindert.

Grootheid

We meten de temperatuur altijd in graden Celsius, met een resolutie van minstens 1°C, maar het kan ook tot op 0,1°C.

Ijking

De grondigste ijking die we zelf kunnen doen met een waterdichte thermometer is hem plaatsen in een waterbad met ijs. Zodra dit mengsel in evenwicht is, zou de temperatuur van het water exact 0°C moeten zijn. Het moet wel zuiver water zijn, en de omgeving van dit mengsel is best ook ongeveer 0°C (bijvoorbeeld in de koelkast) omdat er anders geen mooi temperatuursevenwicht in het waterbad zal komen.

Is je thermometer waterdicht en heb je een ouderwetse koortsthermometer (dus niet digitaal) bij de hand, dan kan je nog een tweede ijkpunt nemen. Maak een waterbad klaar met een temperatuur van ongeveer 37°C en leg de gewone en de koortsthermometer in dit bad. De koortsthermometer moet rond deze temperatuur nauwkeurig zijn om van nut te zijn, dus kan je door vergelijking kijken wat de fout is van je thermometer rond deze temperatuur.

Het beste alternatief om je thermometer snel te controleren zonder je metingen te onderbreken is tijdens een winderige dag zonder zon. Dan is er weinig verschil in temperatuur bij naburige stations (controleer dit wel eerst via internet of teletekst en let op of die waarnemingen actueel zijn) en kan je kijken wat de afwijking bedraagt van jouw station. Indien je metingen enkel bij zonnig weer sterk afwijken, dan is er sprake van tuineffect. Soms kan dit verminderd worden door een plek te kiezen waar de wind meer vrij spel heeft. Klassieke thermometers blijven meestal meerdere jaren goed. In principe verslijten ze niet, al kan een tussentijdse controle nooit kwaad. Bij de elektronische variant is het toch nuttig om deze minstens 2 keren per jaar na te kijken en steeds je maandgemiddelde temperatuur te vergelijken met die van anderen. Soms kan een elektronische thermometer door een defect op korte tijd duidelijk afwijken.

2.2 Neerslaghoeveelheid en -intensiteit

2.2.1 Apparatuur

De hoeveelheid neerslag wordt gemeten met een pluviometer. Hiervan zijn een aantal verschillende soorten te onderscheiden: op basis van een maatglas, op basis van kantelmechanisme dat bij een vaste hoeveelheid neerslag omkiept. Er zijn nog enkele andere soorten (optische neerslagmetingen), maar die worden omwille van de prijs niet door weeramateurs gebruikt. Elektronische weerstations met een regenmeter met kantelmechanisme geven dikwijls ook de neerslagintensiteit door. Deze wordt berekend door de vaste hoeveelheid neerslag van een kanteling te delen door de tijd tussen 2 signalen. Dit type regenmeter blijkt in de praktijk echter minder betrouwbaar dan de klassieke regenmeter.

Maatglas

Standaard regenmeter

De gewone standaard regenmeter is zeer algemeen bekend. Deze bestaat uit een beker met een bovenaan sterk verbrede hals. Omdat het opvangoppervlak veel groter is dan de doorsnede ter hoogte van de schaal zal er als er 1 mm neerslag is gevallen de kolom neerslag ter hoogte van de schaalverdeling hoger dan 1 mm zijn.

De afstand tussen 2 maatstreepjes wordt gegeven door $(\text{diameter trechter})^2 / (\text{diameter bij schaalverdeling})^2$. Indien de beker ter hoogte van de schaal 3 maal smaller is dan aan het opvangoppervlak, dan zal het lijntje van 1 mm dus 9 mm boven de bodem staan. De meeste regenmeters meten per mm, maar er zijn er ook met grotere resolutie beschikbaar. Je kan uit voorgaande berekeningen ook afleiden dat een groter opvangoppervlak een nauwkeuriger meetresultaat zal geven.

Voor mensen die een maatglas in milliliter ter beschikking hebben:

$$\text{neerslag (mm)} = (\text{aantal milliliter} \times 10) / \text{oppervlakte trechter in cm}^2$$

Voordeel van de gewone regenmeter is dat deze geen onderhoud vraagt, geen herijking vereist en de zeer lage aankoopprijs. Nadelen zijn de mogelijkheid tot verdampen van neerslag bij warme dagen en de kans op stuk vriezen in de winter. Bij zeer veel neerslag bestaat de kans dat de regenmeter over loopt.

Hellmann regenmeter

Bij de Hellmann regenmeter wordt de neerslag opgevangen in een reservoir binnen een metalen omhulsel. Omdat de neerslag nu afgeschermd is van de zon, verdampt deze veel minder. Bij het waarnemen wordt de neerslag uit het reservoir in een maatglas omgeschud. Daarin kan de neerslaghoeveelheid afgelezen worden, meestal met een nauwkeurigheid van 0,1 mm. Deze regenmeter is veel duurder dan een gewone regenmeter, maar gaat over het algemeen levenslang mee. Er is geen onderhoud en herijking nodig, verdamping is geen probleem meer en de kans op stuk vriezen is ook veel kleiner omdat het reservoir uit minder hard materiaal kan opgebouwd worden en enigszins is geïsoleerd is door het omhulsel. Wel bestaat er bij zeer veel neerslag (meer dan 60 mm) nog de kans dat deze over loopt.

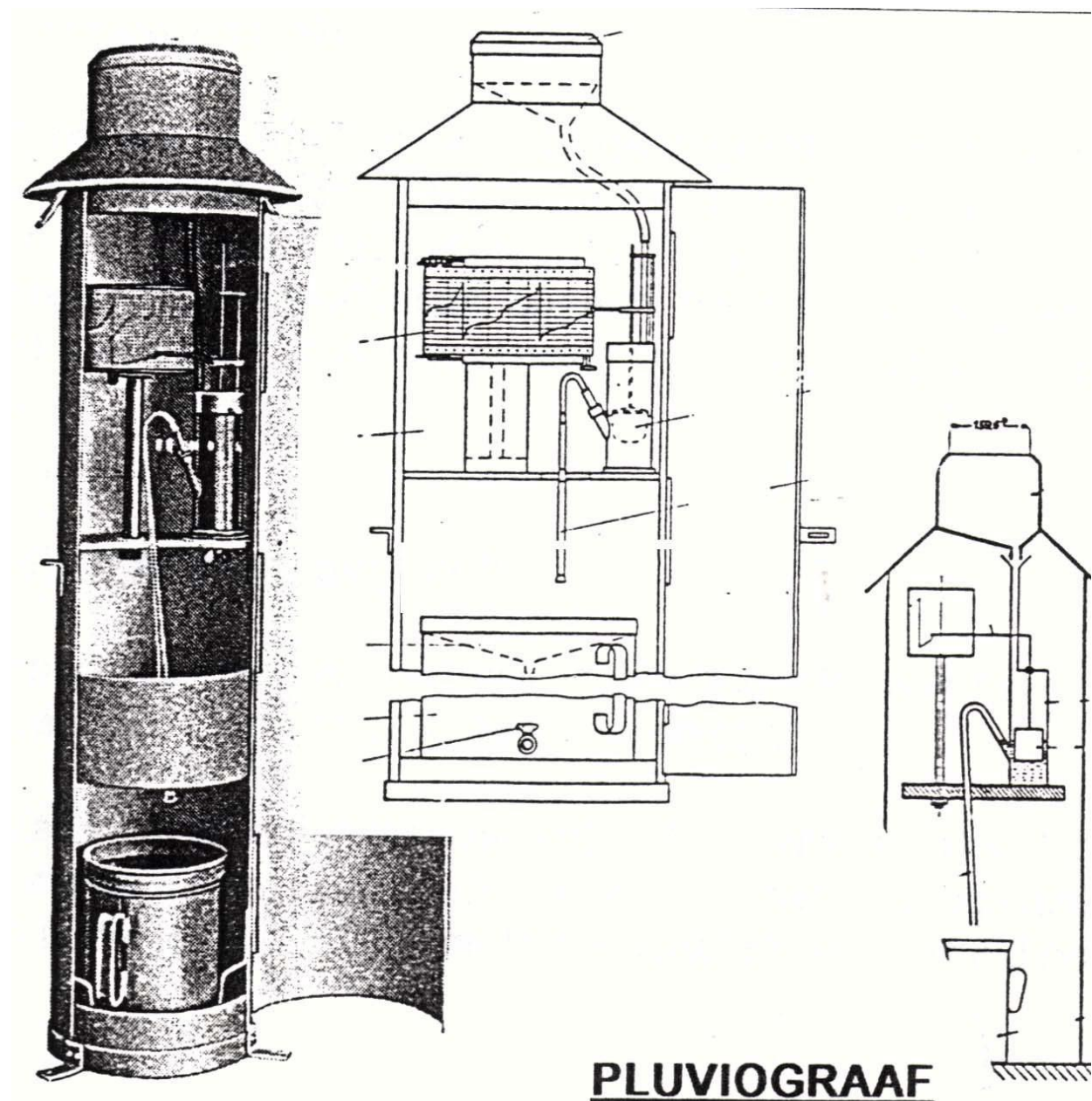


5: hellman regenmeter

Kiepmechanisme

Het kiepmechanisme is het meest bekend van de elektronische regenmeters, maar wordt soms ook gebruikt bij pluviografen. Onder de tuit van de trechter bevindt zich een kantelbaar reservoir dat uit 2 compartimenten bestaat. Het hoogst staande compartiment wordt gevuld met verse neerslag. Afhankelijk van de opbouw van het mechanisme zal dit mechanisme na een vaste hoeveelheid neerslag omkiepen waarbij het gevulde reservoir snel leeg loopt en het andere nu gevuld kan worden.

Bij het omkiepen wordt een magnetisch contact eventjes gesloten, zodat een signaal wordt doorgestuurd naar de ontvanger en deze weet dat het neerslagtotaal een stapje hoger uitkomt. Bij de pluviograaf wordt via een overbrenging de pen een stukje omhoog getild.



Het voordeel van deze regenmeter is dat deze eenvoudig is af te lezen, nooit kan over lopen door het zelfledigende mechanisme en om dezelfde reden ongevoelig is aan bevriezing of verdamping. Als extra parameter kan bij dit soort regenmeter ook de **neerslagintensiteit** gemeten worden. Er zijn ook enkele nadelen aan dit type regenmeter: er zijn bewegende

onderdelen, waardoor deze regenmeter gevoelig is aan slijtage. Vuil in het kantelmechanisme kan de nauwkeurigheid van de metingen onderuit halen. Bij intense neerslag kunnen soms ook afwijkingen optreden omdat er dan een niet te verwaarlozen deel van de neerslag nog in het zakkende reservoir valt tijdens het kantelen van het mechanisme, waardoor een onderschatting van de neerslag wordt doorgegeven. Soms kan de hoeveelheid neerslag ook lager uitvallen bij dit mechanisme. Indien het mechanisme om de mm een signaal doorgeeft, dan zal bij 1,9 mm regen dit mechanisme slechts 1 mm doorgeven want het mechanisme kantelt pas opnieuw 2,0 mm.



7: elektronische regenmeter

bij

2.2.2 Opstelling

De regenmeter dient op ongeveer een halve meter boven de grond te staan met zijn opvangoppervlak. Deze geringere hoogte is zo gekozen omdat de wind dan niet zo snel de regen over de meter heen blaast. Bij hevige wind is het namelijk een probleem dat de neerslag onderschat kan worden door dit effect. De regenmeter moet ook uit de buurt van obstakels staan, de regel is net als bij de thermometerhut dat alles minstens 4 maal zijn hoogte als afstand tot de regenmeter moet hebben. Bij sommige weerstations is het niet eenvoudig om zowel de regenmeter als de thermometer volgens de normen te plaatsen omdat ze als 1 geheel zijn gemaakt. In dat geval is de opstelling van de thermometer het belangrijkste.

2.2.3 Meten voor de VVW

Periode

De meetperiode voor de temperatuur is vastgesteld op 18h-18h UTC, wat overeenstemt met 19h-19h bij de wintertijd en 20h-20h bij de zomertijd. Op het einde van deze periode moet zowel de neerslaghoeveelheid van de afgelopen 24 uur afgelezen worden. **In het geval van sneeuw moet deze op waarnemingstijd gesmolten worden** om het equivalent van de hoeveelheid regen te kunnen meten. De sneeuw laten zitten tot deze vanzelf smelt is niet juist volgens deze afspraken. Belangrijk is ook dat mist en dauw niet als neerslag worden meegerekend. Vooral in de herfst komt het regelmatig voor dat elektronische stations een klein neerslagsignaal geven hierdoor.

Hoe smelt ik sneeuw?

Manuele regenmeter: indien er voorlopig geen neerslag meer bij gaat vallen kan je deze gewoon binnen halen en de sneeuw rustig laten smelten. Indien er rond waarnemingstijd wel nog neerslag valt, wil je de regenmeter zo snel mogelijk weer operationeel hebben. In dat geval kan je een **bekende** hoeveelheid warm water gebruiken om de sneeuw te smelten. Als je deze

bekende hoeveelheid later weer aftrekt van het totaal, dan houd je de gevallen hoeveelheid over.

Elektronische regenmeter: de enige effectieve methode om hier de vaste neerslag te meten is het installeren van een verwarmingselement in de trechter om deze onmiddellijk te smelten. De methode met toevoegen van warm water zal hier niet werken omdat het water dan te snel door de trechter gaat lopen, wat leidt tot sterk afwijkende resultaten. In het geval van losstaande sensoren is binnen halen en de sneeuw rustig laten smelten ook een mogelijke oplossing.

Bij elektronische weerstations kan ook de maximale **neerslagintensiteit** over dezelfde periode worden bepaald. Indien de neerslag als sneeuw/korrelhagel gevallen is en de regenmeter hierdoor (tijdelijk) verstopt was, heeft de gemeten neerslagintensiteit geen betekenis en wordt deze bij voorkeur niet doorgegeven.

Grootheid

De neerslaghoeveelheid wordt in mm gemeten, wat overeenstemt met l/m². De resolutie kan tussen 0,1 en 1 mm zijn. De neerslagintensiteit wordt gemeten in mm/h. De neerslag-intensiteit bereikt bij egale regen meestal waarden tussen 0,5 (lichte regen) en 5 mm/h (plensregen). Buien kunnen intensere neerslag leveren, in de winter tot 20 à 50 mm/h. Zomerse onweersbuien kunnen nog heviger uitpakken met intensiteiten tot 100 à 200 mm/h, in bijzonder extreme gevallen zelfs tot 500 mm/h.

Ijking

Neerslaghoeveelheden zijn zeer variabel op korte afstanden, waardoor deze niet kunnen geïjkt worden door vergelijking met naburige stations. De klassieke regenmeter is in principe altijd juist, zolang de verdamping niet groot is (warm, zonnig weer is dus nadelig). Bij de elektronische regenmeters met kiepmechanisme is dikwijls wel een duidelijke afwijking te merken, dus raden we ten eerste aan om een klassieke regenmeter als vergelijkingspunt te gebruiken. Fouten van meer dan 10% worden regelmatig opgemerkt bij niet afgestelde elektronische regenmeters. Enkele keren per jaar controleren is een goede routine. Voor de kalibratie van regenmeters bij de Vantage Pro en andere Davis weerstations: zie appendix A achteraan in de handleiding. Deze kan ook gebruikt worden voor andere elektronische weerstations, maar dan dien je rekening te houden met de andere afmetingen van de regenmeter.

2.3 Neerslagsoorten

Regen: de meest algemene neerslagvorm in ons land. Deze neerslag valt in de vorm van water en blijft ook vloeibaar nadat deze op de grond is gevallen. De neerslagdruppels zijn groter dan 0,5 mm.

Motregen: de neerslagdruppels zijn kleiner dan 0,5 mm, de andere eigenschappen zijn dezelfde als gewone regen. Motregen komt normaal alleen voor bij aanhoudende regen en niet bij buien. In zeldzame gevallen kan dichte motregen verward worden met mist, maar mist maakt de grond nooit echt nat in open gebieden. Motregen is een typisch herfst- en winterverschijnsel.

Sneeuw: de neerslag valt in de vorm van herkenbare vlokken en is niet gemengd met water. De sneeuw kan wel smelten nadat hij op een warme ondergrond is gevallen. Sneeuw komt over het algemeen niet voor bij temperaturen boven 4°C, in de meeste gevallen is het koeler dan 1°C eer droge sneeuw voorkomt. Hoe droger de lucht is, hoe hoger de temperatuur kan zijn terwijl de neerslag als sneeuw valt omdat de verdamping sneller verloopt en warmte onttrekt aan de sneeuwvlok zodat deze onder 0°C blijft. Als de temperatuur weinig of niet boven 0°C ligt, wordt meestal een sneeuwdek gevormd. Als het vriest zijn sneeuwvlokken meestal vrij klein en is de structuur van het sneeuwdek losser. 1 cm verse sneeuw stemt dan overeen met 0,5 tot 1 mm regen. Boven 0°C zijn de vlokken groter, soms zelfs meerdere cm. Het sneeuwdek is dan ook zwaarder. Meestal is het aantal mm water na smelten dan iets groter dan het aantal cm sneeuw.

Smeltende sneeuw: er vallen zowel sneeuwvlokken als regendruppels. De temperatuur is in deze gevallen meestal tussen 0,5 en 3°C. Een sneeuwdek wordt vrijwel nooit gevormd bij smeltende sneeuw. Het kan echter wel zijn dat bij droge sneeuw het sneeuwdek wel wegsmelt, vooral als er nog veel warmte in de grond zit.

Korrelsneeuw: lijkt zeer veel op piepschuim bolletjes. Ze zijn wit van kleur, meestal kleiner dan 5 mm en kunnen gemakkelijk samengedrukt worden met de vingers. Komt het meest voor in winterse buien bij een noordelijke tot noordoostelijke stroming.

Korrelhagel: kan verward worden met korrelsneeuw. Er zijn echter belangrijke verschillen: ze hebben een glaziger uiterlijk en kunnen niet samengedrukt worden met de vingers. De afmetingen zijn wel dezelfde: kleiner dan 5 mm. Deze komen vooral bij buien uit het noordwesten voor in de winter en het vroege voorjaar.

Ijsnaalden: een bijzonder zeldzame neerslagsoort omdat deze zeer lage temperaturen vereist, onder ca. -10°C. Dit is ook de enige neerslagsoort waarvoor geen bewolking nodig is. Ze bestaat uit ijskristallen die spontaan ontstaan in de lucht en ter plekke neerdwarrelen. Ijsnaalden zijn heel kleine, losse kristallen, geen vlokken zoals bij sneeuw.

Hagel: is een neerslagvorm die vooral in de zomer bij hevige onweersbuien voorkomt. Dit zijn doorschijnende of witte bollen met een glasachtig uiterlijk. Ze kunnen net als hun kleinere neefjes niet samengedrukt worden. Meestal is hagel kleiner dan 1 cm, maar afmetingen van 5-6 cm zijn ook mogelijk in ons land. Vanaf 3 cm doorsnede is schade door de hagel mogelijk, vooral aan gewassen.

Ijzel: ontstaat als een warmere luchtlaag van duidelijk meer dan 0°C over een koudere dan 0°C luchtlaag schuift en er neerslag valt. Dit komt meestal voor aan het einde van een langere vorstperiode waarbij de koude aan de grond slechts moeizaam verdreven wordt. De neerslag valt dan als regen in de zachte luchtlaag, maar koelt tot onder 0°C af in de koude luchtlaag. De regen bevriest desondanks nog niet (onderkoeling), totdat het iets aanraakt. Dan zal de regen onmiddellijk als ijs neerslaan. Je kan heel gemakkelijk het onderscheid maken tussen gewone regen die aanvriest op een bevroren ondergrond en echte ijzel. Alleen echte ijzel vormt namelijk ook een ijslaag op takken van bomen en andere hogere objecten. In het andere geval wordt enkel een ijslaag gevormd op de vaste ondergrond.

Ijsregen: heeft een vergelijkbaar ontstaansmechanisme als ijzel, met als belangrijke verschil dat deze regen wel reeds aan het bevroren is voordat deze de grond raakt. Ijsregen is te herkennen aan het kenmerkende ritselende geluid als deze valt. Ook hier is het risico op gladheid groot.

Op het waarnemingsformulier (weerelementen)

Regen, motregen, ijzel, ijsregen: regen

Sneeuw, korrelsneeuw, ijsnaalden: sneeuw

Hagel, korrelhagel: hagel

Smeltende sneeuw: sneeuw en regen

Soms zijn er ook bijzondere verschijnselen mogelijk bij neerslag, zoals saharazand of stuifmeel. Deze kunnen ook vermeld worden bij de aparte rubriek bijzonder weer.

2.4 Luchtdruk

2.4.1 Apparatuur

De luchtdruk wordt gemeten met een barometer. Bij de klassieke barometers gebruikt de werking meestal een van volgende 3 principes:

- Vervorming van een luchtledige doos door uitwendige druk
 - De klassieke barometer met wijzer of aneroïde barometer
- Balansbarometer
 - Kwikbarometer
 - Contrabarometer
- Gasdrukbarometer



8: aneroïde barometer

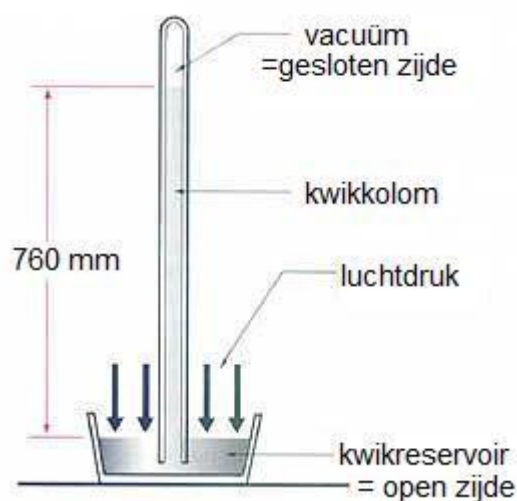
- Eco celli barometer
- Tendensbarometer

Bij het **luchtledige doos principe** gaat men er van uit dat de vervorming van de doos evenredig is met de luchtdruk. De vervorming van de doos wordt vervolgens via een hefboommechanisme vergroot, zodat de wijzer over een duidelijk afleesbare schaal kan bewegen. Voordelen van dit type barometer zijn de prijs en het milieuvriendelijke materiaal. Nadeel is echter dat de doos door veroudering andere eigenschappen kan krijgen, waardoor de barometer na verloop van tijd minder gevoelig wordt. Dit zelfde kan ook gebeuren door slijtage van de inwendige mechaniek. Constante afwijkingen kunnen bij deze barometer gecorrigeerd worden met een stelschroef, meestal aan de achterzijde terug te vinden.

De **kwikbarometer** is het eenvoudigste principe van een balansbarometer. Men kan beide benen van de barometer als een schaal van een balans bekijken. Op de ene balans staat dan de kwikkolom, op de andere schaal staat een kolom lucht die doorloopt tot het bovenste van de atmosfeer plus het kleine stukje kwik dat aan die kant in de buis zit. Indien de luchtdruk stijgt, dan zakt de balans aan de kant van de luchtkolom. Om deze terug in evenwicht te krijgen, moet een gedeelte van het stukje kwik dus verschuiven naar de grote kwikkolom. Het hoogteverschil van het kwik tussen links en rechts is de maat voor de luchtdruk, welke wordt gegeven door de formule $P = \rho \times g \times h$. Hierin is

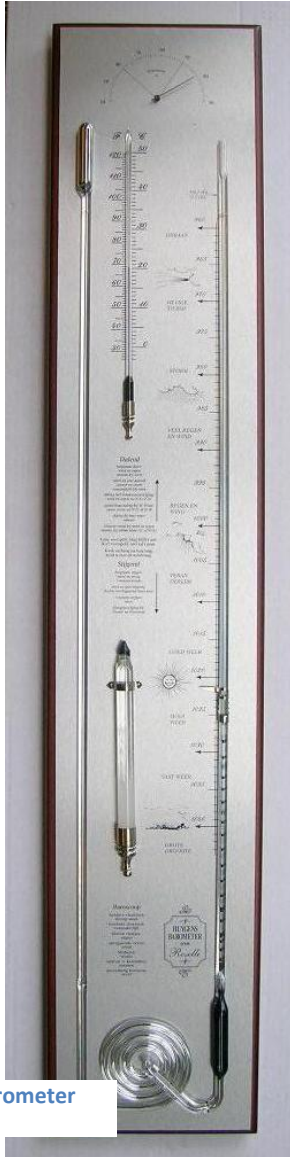
- ρ : dichtheid kwik (13600 g/m^3)
- g : zwaartekrachtsversnelling (9.81 m/s^2)
- h : hoogteverschil kwikkolom in m
- P : de druk in Pa (waarde delen door 100 geeft waarde in hPa)

Omdat het kwik bij een drukstijging niet alleen stijgt aan de gesloten kant, maar ook daalt aan de open kant, is bij een goede barometer 1 cm kwikdruk op de schaal wat kleiner dan 1 cm op een meetlat (bij gelijke diameter links en rechts zou het overeen stemmen met 0,5 cm op de meetlat). Men streeft er wel naar om de diameter aan de open zijde veel groter te maken dan deze aan de gesloten zijde, zodat de schommeling aan de open zijde minimaal en aan de kant met schaal dus maximaal is.



9: principe kwikbarometer

De **contrabarometer** gebruikt hetzelfde principe, maar in dit geval wordt er een veel lichtere vloeistof bovenop het kwik gegoten aan de open zijde van de barometer. De grens kwik/andere vloeistof zit op een stuk buis waarvan de diameter groot is, terwijl het bovenste van de lichte vloeistof terug in een smal stuk buis zit. Hierdoor wordt de beweging van het bovenste vloeistofoppervlak sterk uitvergroot. Omdat men nu de aflezing aan de open kant van de buis doet, is nu de diameter van het vloeistofoppervlak het grootst in de gesloten arm, en oppervlak



10: contrabarometer

van kwik kleiner aan de open arm. Op die manier reageert het kwik het sterkst aan de open zijde op luchtdrukveranderingen. Deze eis is dus wat tegenstrijdig met deze van de lichte vloeistof, waarvoor het kwikoppervlak in de open buis net zo groot mogelijk moet zijn.

Nadelen van deze barometers zijn het kwik, een gevaarlijk metaal. Hierdoor is transport ook minder evident. De barometers zijn in principe wel accuraat, aangezien er geen mechaniek aan te pas komt. Wel is er een beperkte invloed van de temperatuur op de dichtheid van kwik, wat dus een afwijking kan geven bij de aflezing als de barometer in een omgeving met sterk wisselende temperatuur hangt. Men zou ook het kwik kunnen vervangen door water, maar in dit geval zou je een barometer van meer dan 10 meter hoog nodig hebben!

Bij **gasdrukbarometers** (het bekendste type hiervan is tegenwoordig de eco-celli) wordt een gasreservoir afgesloten van de buitenwereld door een vloeistof. De druk van het gasreservoir en de buitenlucht moeten in evenwicht blijven. Hierdoor zal bij een lage druk de vloeistof van het gasreservoir weg stromen, aangezien deze moet uitzetten om diezelfde lage druk te bereiken. Het volume dat het gas inneemt is omgekeerd evenredig met de luchtdruk. Dit werkingsprincipe is zeer eenvoudig, maar er is een belangrijke complicatie: het volume dat een gas inneemt is ook afhankelijk van de temperatuur, waarvan de invloed zelfs 3x groter is per °C dan van de druk per hPa. Een gasdrukbarometer is dus enkel te gebruiken in combinatie met een thermometer, zodat de schaal kan verschoven

worden om de temperatuursinvloed te compenseren.

Nadeel van deze barometer is de vrij omslachtige manier van aflezen, en ook dit instrument is meestal vrij groot en dus moeilijk te hanteren bij transport. Voordeel is dat deze barometer milieuvriendelijk gemaakt kan worden en ook geen mechaniek met bijhorende slijtage heeft. Ook werkt deze barometer correct bij een groot temperatuursbereik (afhankelijk van de thermometer).



11: eco-celli

De **elektronische barometer** werkt feitelijk ook op het luchtledige doos principe. Het enige verschil is dat men nu niet mechanisch de vervorming gaat uitvergroten, maar minieme verschillen in elektrische weerstand van geleiders op de doos door de vervorming hiervan gaat opmeten en omzetten naar een luchtdrukwaarde. Ook hier is er dus risico dat de metingen op termijn gaan afwijken door veroudering van het materiaal.

2.4.2 Meten voor de VVW

Periode

Bij de manuele metingen wordt de luchtdruk om 18h UTC, wat overeenstemt met 19h bij de wintertijd en 20h bij de zomertijd. De gemiddelde luchtdruk (2^{de} kolom van luchtdrukmetingen in het formulier) van die dag wordt berekend als het gemiddelde van de meting van die dag om 18h UTC en de meting van de dag voordien om 18h UTC.

Ook bij de elektronische metingen wordt de luchtdruk gemeten. In dat geval wordt het gemiddelde van alle luchtdrukmetingen tussen 18h UTC van de vorige dag en 18h UTC van de huidige dag doorgegeven. De luchtdruk dient in deze periode minstens om het uur gemeten te zijn. Meer metingen mag ook (bijvoorbeeld om het kwartier), zolang het maar steeds met dezelfde tussenperiode is.

Grootheid

De huidige gangbare grootheid voor luchtdruk is de hectopascal (hPa), welke overeenstemt qua grootte met de vroegere millibar (mb). Er zijn ook barometers die nog een schaal hebben in mm kwikdruk, om deze om te rekenen moet je de kwikdruk in mm met 4/3 vermenigvuldigen om de waarde in hPa te verkrijgen. Zo is bijvoorbeeld 750 mm kwikdruk gelijk aan 1000 hPa. We meten de luchtdruk herleid naar zeeniveau. Op vrijwel alle publieke media wordt de luchtdruk ook op deze manier weergegeven. Er bestaat ook de absolute luchtdruk, maar deze hangt af van de hoogteligging en is dus niet bruikbaar voor vergelijking tussen weerstations op verschillende hoogte. De absolute luchtdruk daalt met 1 hPa per 8 meter in de onderste luchtlagen. Zo is de absolute luchtdruk op de Botrange gemiddeld ongeveer 85 hPa lager dan aan de kust. In de zomer blijft de luchtdruk meestal tussen 1000 en 1025 hPa, in de winter zijn de schommelingen duidelijk groter met dan waarden bijna altijd tussen 970 en 1040 hPa.

2.4.3 Ijken

Het beste moment om een barometer te ijken is als er weinig variatie in luchtdruk is in de omgeving. Deze situatie is gemakkelijk te herkennen aan het feit dat er vrijwel geen wind is. Op zo'n moment kan je de luchtdrukwaarden in de omgeving gaan bekijken, bij voorkeur van officiële stations (teletekst bij VTM of internet, KMI). De luchtdrukwaarde van jouw station zou dan zeer dicht in de buurt van die waarden moeten liggen. Ijken van kwikbarometers en contrabarometers gebeurt door het buizenwerk naar boven of onder te verschuiven t.o.v. de schaalverdeling. Dit dient in principe maar 1 keer te gebeuren zolang de barometer op dezelfde plaats blijft hangen, hoewel een tussentijdse controle zeker niet overbodig is. Doosbarometers kunnen best jaarlijks eens nagekeken worden, omdat deze wel slijtage kunnen vertonen. Ook elektronische barometers hebben wat meer aandacht nodig, 2 keer per jaar eens controleren kan interessant zijn.

2.5 Windrichting

2.5.1 Apparatuur

De windrichting kan op 4 verschillende manieren gebeuren. De eenvoudigste manier is dat de waarnemer zelf buiten voelt uit welke richting de wind komt of kijkt in welke richting rookpluimen waaien of takken/bladeren doorbuigen. De enige vereiste is dan dat de waarnemer weet in welke richting het noorden op dat moment ligt. De richting waarin wolken bewegen is echter **geen** goede indicator, want de wind komt op wolkenhoogte dikwijls uit een andere richting dan op 10 meter! Nadeel van deze methode is dat er voldoende wind moet staan om duidelijk aan te kunnen voelen van waar de wind juist komt. Vooral bij zwakke wind is de nauwkeurigheid dus laag, bij een matige wind of sterker is er meestal geen probleem.

De populairste manier is de meting met een windwijzer. Hiervan moet bij de installatie de windroos juist georiënteerd worden. De windwijzer staat ook bij voorkeur op een plaats waar de wind goed aan kan en niet te veel beïnvloed wordt door de omgeving, bijvoorbeeld minstens 2 meter boven de nok van het dak. Het aflezen van de windrichting gebeurt door te kijken boven welk gedeelte van de windroos de kop of pijl van de windwijzer staat.

Hoewel dit een vrij eenvoudig instrument is, is er toch een groot verschil in kwaliteit bij de windwijzers. Er zijn enkele punten waar je op kunt letten om te weten of je een goed exemplaar in handen hebt. Een voor de hand liggend kenmerk is dat de windwijzer vlot om zijn as moet kunnen draaien, aangezien deze anders niet reageert op zwakke wind. Een groter oppervlak van de wijzer kan dit enigszins compenseren.

Het tweede punt is minder voor de hand liggend, maar wel belangrijk voor de duurzaamheid van je windwijzer. Het zwaartepunt van de wijzer moet namelijk in het verlengde van de as waar hij rond draait liggen. Als dit niet zo is, dan is de wijzer uit balans en zal de as zwaarder belast worden. Dit leidt al vrij snel tot een lagere gevoeligheid van je windmeter. Bijkomend probleem is dan dat als je windmeter niet helemaal waterpas staat, de wijzer de neiging krijgt om de staart naar het laagste punt te laten draaien als de wind zwak is omdat de zwaartekracht het dan wint van de luchtweerstand. Je meting zal dan bijgevolg fout zijn. Je kan eenvoudig controleren of de windwijzer in balans is. Als je hem scheef houdt, zou de wijzer zijn stand moeten behouden, hoe hij ook staat. Als hij slechts zeer langzaam naar onder draait, is de afwijking meestal ook nog aanvaardbaar.



12: elektronische windwijzer en anemometer

De elektronische windwijzer zoals deze bij veel elektronische weerstations wordt geleverd werkt op basis van een variabele weerstand. De vaan is dan gekoppeld met een knop die de waarde van de weerstand instelt, wat op zijn beurt dan weer een maat is voor de windrichting. Bij de elektronische windwijzer moet je op dezelfde punten letten als bij de klassieke windwijzer. Daarnaast hangt de windmeting ook af van de kwaliteit van de regelbare weerstand. Elke weerstand

van dit type met draaiknop heeft namelijk een bepaalde hoek waarin de weerstand geen stroom doorlaat en de meting dus niet wordt doorgegeven. Bij goedkope weerstanden is deze blinde vlek breder (soms 30° of meer) dan bij de duurdere exemplaren (minder dan 10°). In de meeste gevallen zal het weerstation bij noordenwind in de blinde hoek terecht komen, dit is dan ook de reden waarom elektronische weerstations een noordenwind aangeven als de windwijzer stuk is.

Een laatste manier gebeurt bij de ultrasone windmeters, op voorwaarde dat het om een vast geïnstalleerd exemplaar gaat. In dat geval zal de windmeter opmeten hoe snel de wind in noord-zuid richting en oost-west richting gaat, en op basis hiervan de richting van de samengestelde snelheid bepalen. Aangezien ultrasone windmeters nog vrij duur zijn en niet geleverd worden bij de gangbare weerstations voor weeramateurs wordt deze meettechniek nog niet toegepast bij ons.

2.5.2 Opstelling

De windwijzer komt het best tot zijn recht op een plaats waar de wind weinig gehinderd wordt. De officiële richtlijn is op 10 meter hoog in open veld, maar dit is voor slechts weinig weeramateurs bereikbaar. Wel kan je het best de windwijzer zo hoog mogelijk opstellen op een plaats waar bomen de minste invloed hebben, bijvoorbeeld ca. 2 meter boven de nok van het dak.

2.5.3 Meten voor de VVW

Periode

De windrichting wordt 3 keren per dag gemeten: om 9h, 13h en 17h lokale tijd. De combinatie van deze metingen bepaalt de windrichting voor deze dag. Om de gemiddelde windrichting te bepalen zijn er speciale rekenregels gemaakt. Dit wordt besproken in de sectie “invullen van het waarnemingsformulier”.

Bij de elektronische metingen wordt de windrichting ook gemeten. In dat geval is de windrichting voor die dag de meest voorkomende windrichting tussen 18h UTC de dag voordien en 18h UTC op de dag zelf.

Grootheid

Bij de manuele metingen gebruiken we als maximale nauwkeurigheid de tussenwindrichtingen, dus bijvoorbeeld N, NO, O, ZO, ...

Bij de elektronische metingen zijn ook de tussentussenwindrichtingen toegelaten, dus N, NNO, NO, ONO, ...

Ijken

Het ijken van de windmeter is in principe alleen nodig tijdens de installatie hiervan. Het richten van de windmeter gebeurt best op basis van een kompas. Later onderhoud beperkt zich tot het soms controleren of de wijzer nog licht loopt rond zijn as.

2.6 Windsnelheid

2.6.1 Apparatuur

Er zijn 3 manieren waarop de windkracht meestal gemeten wordt tegenwoordig. De eenvoudigste en oudste manier is de rechtstreekse waarneming door de waarnemer op basis van de beaufortschaal. De nauwkeurigheid is wat lager, maar deze methode vereist geen enkel apparaat en is dus voor elke weeramateur bereikbaar.

De schaal van Beaufort:

Kracht 0 = Windstil

De wind is minder dan 1 km/h (< 0.3 m/s). Rook stijgt recht omhoog. De zee is spiegelglad.

Kracht 1 = Zwakke wind

1 à 5 km/h (0.3 – 1.6 m/s). De windrichting is goed herkenbaar aan rookpluimen. Windvanen reageren praktisch niet. De zee heeft een geschubd aanzicht door kleine golfjes, er is geen schuimvorming.

Kracht 2 = Zwakke wind, Flauwe koelte

6 à 11 km/h (1.7 – 3.2 m/s). De wind is merkbaar in het gelaat. Bladeren ritselen, gewone windvanen bewegen. Op zee zijn er kleine, nog korte golven, maar ze zijn beter gevormd. De toppen hebben een glasachtig uiterlijk en breken niet, ze zijn hooguit een 20-tal centimeter hoog.

Kracht 3 = Matige wind, Lichte koelte

12 à 19 km/h (3.3– 5.5 m/s). Bladeren en twijgen zijn voortdurend in beweging, de wind strekt een wimpel. Op zee komen kleine golven voor met een hoogte tot 50 centimeter. De golftoppen beginnen te breken en het schuim heeft een overwegen glasachtig uiterlijk terwijl hier en daar op zichzelf staande witte schuimkoppen kunnen voorkomen.

Kracht 4 = Matige wind, Matige koelte

20 à 28 km/h (5.6 – 8.0 m/s). Stof en papier dwarrelen op van de grond en kleine takken komen in beweging. De golven op zee worden langer en de witte schuimkoppen beginnen vrij veel voor te komen. De golfhoogte loopt op tot anderhalve meter.

Kracht 5 = Vrij krachtige wind, Frisse bries

29 à 38 km/h (8.1 – 10.7 m/s). Kleine bebladerde takken maken een zwaaiende beweging. Gekuifde golven op meren en kanalen, matige golven van aanmerkelijk grotere lengte op zee waarbij er overal witte schuimkoppen voorkomen en hier en daar opwaaiend schuim te zien is. Golven tot 2.5 meter.

Kracht 6 = Krachtige wind, Stijve bries

39 à 49 km/h (10.8 – 13.8 m/s). Grote takken bewegen, de wind wordt hoorbaar in draden en regenschermen kunnen maar met moeite vastgehouden worden. Op zee komen grotere golven met een hoogte van 3 à 4 meter voor met brekende koppen. Opwaaiend schuim komt veelvuldig voor.

Kracht 7 = Harde wind

50 à 61 km/h (13.9 – 17.1 m/s). Gehele bomen komen in beweging en het lopen tegen de wind in is hinderlijk. De golven worden nog groter (4 à 5.5 meter) en het schuim ontwikkelt zich als strepen in de richting van de wind.

Kracht 8 = Stormachtig

62 à 74 km/h (17.2 – 20.7 m/s). Twijgen breken af van de bomen en het ingaan tegen de wind in wordt knap moeilijk. Op zee komen matig hoge golven voor tot 7.5 meter met aanmerkelijke kamlengte. De toppen van de golven waaien af en vormen goed ontwikkelde schuimstrepen die in richting van de wind uitwaaien.

Kracht 9 = Storm

75 tot 88 km/h (20.8 – 24.6 m/s). Er wordt lichte schade veroorzaakt aan gebouwen, schoorsteenkappen en dakpannen worden afgerukt. De golven worden hoog: 7 tot 10 meter en zware strepen schuim in de richting van de wind komen voor. De karakteristieke rollers beginnen zich te vormen. Het zicht kan beïnvloed worden door verwaaid schuim.

Kracht 10 = Zware storm

89 tot 102 km/h (24.7 – 28.5 m/s). Bomen worden ontworteld en er is aanzienlijke schade aan gebouwen. Zeer hoge golven (9 tot 12.5 meter) vormen zich met overstortende golfkammen waardoor de zee er wit uitziet. Er komen zware overslaande rollers voor en het zicht vermindert door verwaaid schuim.

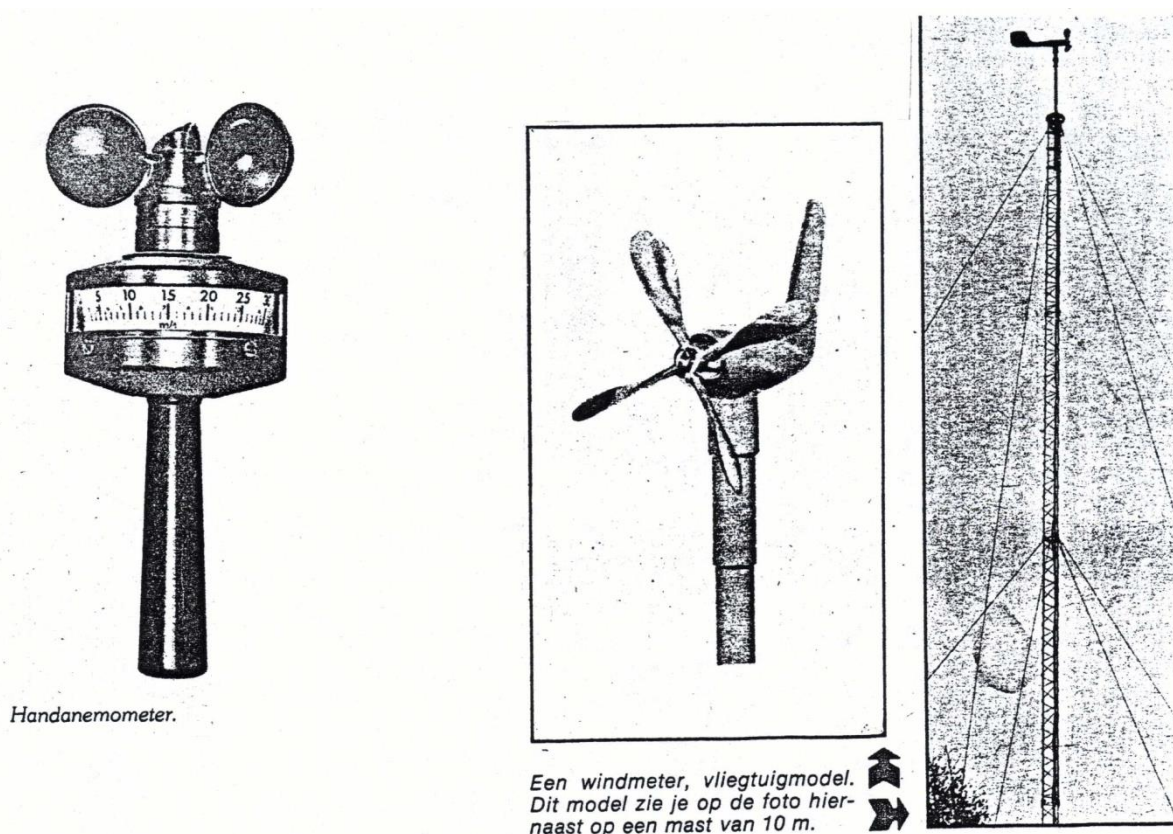
Kracht 11 = Zeer zware storm

103 tot 117 km/h (28.6 – 32.5 m/s). Veroorzaakt uitgebreide schade (maar komt bij ons zelden voor). Buitengewone golven: 11.5 tot 16 meter. Kleine en middelmatige schepen verliezen elkaar in de golfdalen tijdelijk uit het zicht. Er is overal schuim en de golfkammen verwaaien overal. Het zicht is sterk verminderd.

Kracht 12 = Orkaan

Meer dan 117 km/h (>32.5 m/s). De schade is enorm, komt aan land (bij ons) niet voor. De lucht op zee is volledig gevuld met schuim en verwaaid zeewater. De zee is volkomen wit door schuim en zicht op enige afstand bestaat niet meer.

Tegenwoordig zijn de cup anemometers het populairste hulpmiddel om de windsnelheid wat nauwkeuriger te bepalen. Deze molentjes draaien op basis van een verschil in luchtweerstand door de vorm. De luchtweerstand van een holle vorm is enkele keren groter dan deze van een bolle vorm, ook al zijn ze beide even groot. Hierdoor wordt het molentje sterker aangedreven aan de zijde waar de schepjes met hun holle zijde de wind opvangen dan dat aan de andere kant de afremming gebeurt aan de bolle kant. Het eindresultaat is dat het molentje draait aan een snelheid die ongeveer evenredig is met de windsnelheid. Indien de lagers zonder weerstand zouden lopen, zou de evenredigheid ook perfect zijn. Hoe slechter het molentje loopt, hoe groter de afwijking is, zeker bij lage windsnelheden. Hier zit dan ook het belangrijkste verschil tussen goede en slechte anemometers. De beste windmeters reageren vanaf een windsnelheid van 1,5-2 km/h, de minder goede modellen pas vanaf 4-6 km/h. Deze laatste afwijking is al vrij groot als je weet dat de jaargemiddelde windsnelheid in België tussen 10 km/h (binnenland) en 16 km/h (kust) ligt. Experimenteel is vastgesteld dat een anemometer met 3 cups het best werkt.



13: enkele modellen van de anemometer

De aflezing van een cupanemometer kan op verschillende manieren gebeuren. Oorspronkelijk was 1 cup anders gekleurd en werd geteld hoeveel toeren de windmeter per minuut maakte. Later zijn er elektronische uitleestoestellen bijgekomen. In het begin werd een magneet aan de as van de windmeter gekoppeld, zodat deze als alternator werkt en de hoeveelheid opgewekte stroom de maat voor de windsnelheid was. De snelheidsmeter van auto's werkt ook op deze manier.

Nadeel van deze techniek was dat de cups dan zwaarder gaan lopen. Tegenwoordig is de populairste techniek het gebruik van een reed switch. Dit is een contactje dat sluit wanneer een magneet op de as dit contact passeert. Het aantal stroompulsen is dan de maat voor de windsnelheid. Deze techniek heeft veel minder invloed op het goed lopen van de cups. Nadeel is wel dat de reed switch gevoelig is aan stuk gaan in de loop der jaren. Er zijn nog enkele andere meettechnieken, maar deze worden minder gebruikt.

Naast de cupanemometer wordt soms ook een propellermodel of vliegtuigmodel gebruikt. Op zich is de propeller efficiënter om de luchtstroom in een draaiende beweging om te zetten. Het probleem is echter dat de as van de propeller steeds parallel met de luchtstroom moet staan en dus variabel van richting is, terwijl die van de cupanemometer verticaal moet blijven. Doordat de propeller moet kunnen veranderen van richting, is de koppeling van een uitleeseenheid veel moeilijker en de betrouwbaarheid van dit type windmeter dus lager.



14: ultrasone anemometer

De modernste windmeters zijn de ultrasone windmeters. De werkingsbasis van dit type windmeters is de verplaatsings-snelheid van geluid door de lucht. De windmeter heeft een zendertje en een ontvanger op ongeveer 20 cm van elkaar staan. Bij deze windmeter zit ook een thermometer, zodat de normale geluidssnelheid nauwkeurig kan berekend worden. In de realiteit kan de geluidssnelheid wat hoger of lager zijn, omdat het luchtpakketje dat het geluid draagt zelf ook een bepaalde snelheid (de windsnelheid) kan hebben die mee of tegenwerkt op de geluidssnelheid. Op hetzelfde moment wordt een geluidspuls gestuurd en wat later ontvangen bij het ontvanger.

Op basis van de 20 cm en het tijdsverschil tussen zenden en ontvangen kan worden berekend wat de werkelijke geluidssnelheid tussen die 2 bepaald worden. Het verschil tussen de gemeten geluidssnelheid en de berekende is de windsnelheid. Nu is de windsnelheid wel enkel gemeten in de richting tussen de 2 ontvangers, terwijl de wind waarschijnlijk ook een snelheid heeft in de dwarse richting. Daarom heeft een ultrasone windmeter voor meteorologie altijd 2 paren van zenders en ontvangers die haaks op elkaar meten. Op die manier kan de windsnelheid in beide richtingen gemeten worden. Door het samenstellen van de snelheidscomponenten kan de totale snelheid bepaald worden en krijg je er als bonus de windrichting ook bij. Dit type windmeter is vrij nauwkeurig, aangezien er geen bewegende onderdelen zijn. Alleen kan water de geluidssnelheid beïnvloeden, waardoor de berekeningen niet meer kloppen. Daarom hebben dit type windmeters een afdakje, wat in de meeste omstandigheden voldoende beschermt. Ook beïnvloedt het apparaat zelf hierdoor de windsnelheid enigszins.

2.6.2 Opstelling

De windwijzer komt het best tot zijn recht op een plaats waar de wind weinig gehinderd wordt. De officiële richtlijn is op 10 m hoog in open veld, maar dit is voor slechts weinig weeramateurs bereikbaar. Wel kan je het best de windmeter zo hoog mogelijk opstellen op een plaats waar bomen de minste invloed hebben, bijvoorbeeld ca. 2 meter boven de nok van het dak.

2.6.3 Meten voor de VVW

Periode

Net als de windrichting wordt de windsnelheid ook gemeten om 9h, 13h en 17h lokale tijd voor de manuele waarnemingen.

De gemiddelde windkracht van die dag wordt berekend als het gemiddelde van de 3 metingen, afgerond naar het dichtstbijzijnde gehele getal.

Bij de elektronische waarnemingen wordt gemeten tussen 18h UTC en 18h UTC. De windsnelheid is dan het gemiddelde van alle metingen van gemiddelde windsnelheid over deze periode.

Grootheden

Hoewel de windsnelheid bij het grote publiek meestal in Beaufort voor gemiddelde windsnelheid en km/h voor windstoten wordt medegedeeld, is in de meteorologie vooral de meter per seconde (m/s) gangbaar. Om van km/h naar m/s te gaan, moet je de waarde delen door 3,6. Op officiële stations is het jaargemiddelde meestal tussen 3,5 m/s en 4 m/s, terwijl de maandgemiddelden tussen 2,5 m/s (rustige zomermaand) en 6 m/s (stormachtige wintermaand) zijn. Bij de gemiddelde weeramateur zal de meting dikwijls enkele tientallen procenten lager uitkomen.

Binnen de VVW werken we bij de manuele waarnemingen met aparte codes die samen hangen met een bepaalde windsnelheid. De informatie hierover vind je onder “invullen van het waarnemingsformulier”. Bij de automatische weerstations gebruiken we de m/s.

Ijken

Is in principe niet nodig. Wel kan het nuttig zijn om na enkele jaren dienst eens af en toe te controleren of de windmeter nog goed loopt en of er geen speling op de lagers komt. In dat geval kunnen de cups rammelen of stroever lopen, wat ook veel verliezen geeft in de metingen.

2.7 Bewolkingsgraad, zonneshijnduur en globale straling

2.7.1 Apparatuur

Bewolkingsgraad en zonneshijnduur zijn 2 grootheden die nauw met elkaar verbonden zijn, wat de reden is om ze onder 1 hoofdstuk te bespreken. Ook de globale straling heeft een sterke samenhang hiermee. Als de bewolkingsgraad bekend is kan de zonneshijnduur berekend worden en omgekeerd. De meeste weeramateurs vertrekken vanuit de bewolkingsgraad, omdat deze zonder apparatuur kan worden ingeschat. Over het algemeen kan dit vrij betrouwbaar

uitgevoerd worden zolang de waarnemer voldoende vrij zicht heeft op de hemel. Het enige duidelijke probleem voor het schatten van bewolkingsgraad in functie van de zonneshijnduur zijn de dunne wolken. Zo is een hemel volledig bedekt met cirrostratus bijvoorbeeld in principe voor 8/8 bewolkt, maar toch schijnt de zon continu. Hoe dit wordt behandeld, wordt besproken in het stukje “Invullen van het waarnemingsformulier”.

De andere weg is het meten van de zonneshijnduur. Het klassieke toestel hiervoor is de Campbell-Stokes zonneshijnmeter, welke bestaat uit een glazen bol met daarachter een papierstrook met schaalverdeling in uren. De glazen bol dient dan als brandglas voor de zonnestraling. Als de zon intens genoeg schijnt, dan wordt een streep door het papier gebrand. Door de lengte van de brandsporen samen te tellen kan de zonneshijnduur berekend worden.



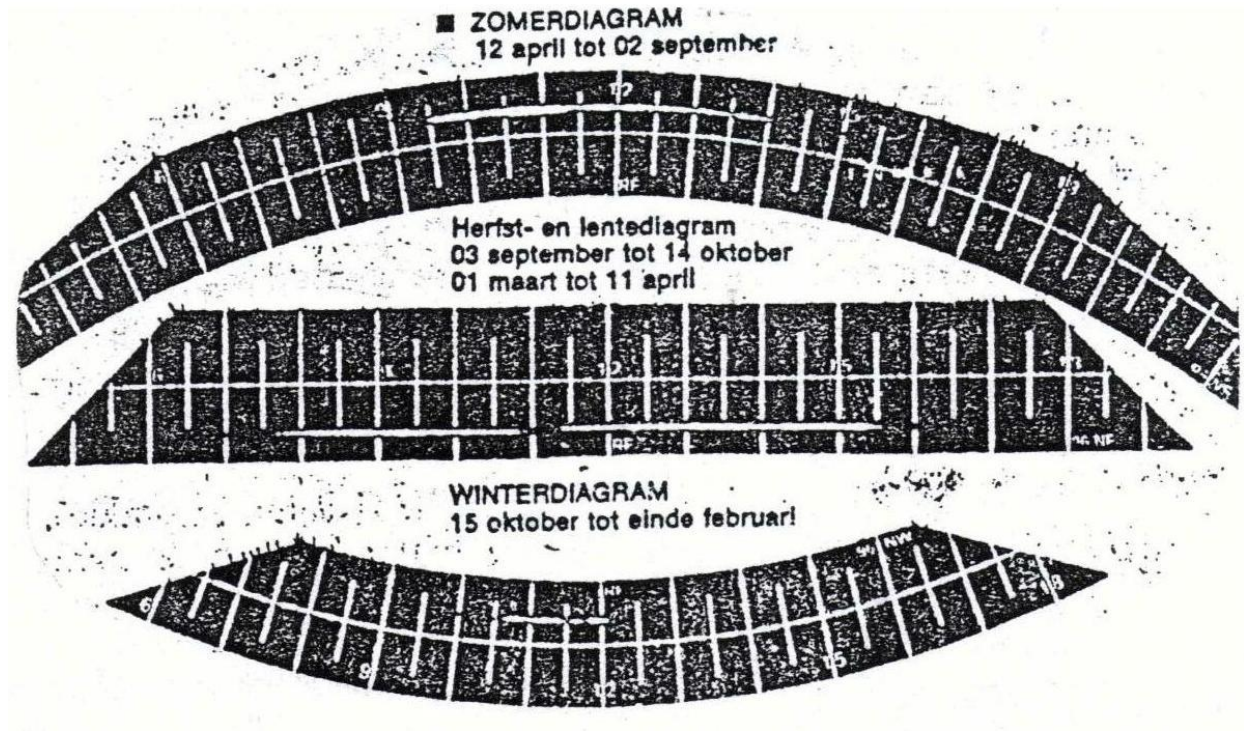
15: Campbell-Stokes zonneshijnmeter

Dit toestel heeft enkele nadelen:

- Dauw op de glazen bol verstoort de brandglaswerking, dus wordt zonneshijngemist
- Bij buien wordt de papieren strook nat, waardoor deze minder snel inbrandt als het opklaart, dus wordt er weer zonneshijngemist
- Het papier moet dezelfde kleur behouden, aangezien een donkere strook meer licht en warmte absorbeert brandt deze sneller in en registreert dus meer zonuren dan een lichtere strook.

- Meting afhankelijk van de interpretatie van de waarnemer: is een verschroeid, maar niet doorgebrand stuk wel of geen zon?
- Moet de hele dag blootgesteld zijn aan de zon, maar toch ook gemakkelijk bereikbaar zijn voor de waarnemer die dagelijks de papierstrook moet vervangen. Montage op een mast is dus uitgesloten.

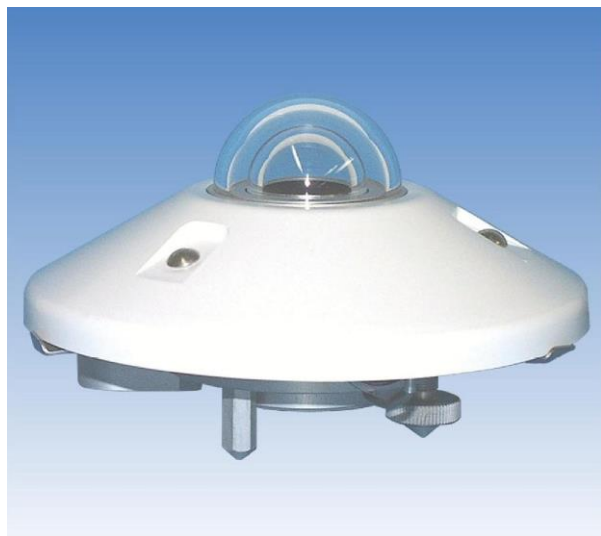
Dit toestel is zeer duur (ca. 2000€) en daardoor bijna nooit te vinden bij weeramateurs.



16: registratiestroken van Campbell-Stokes zonneshijnmeter

Tegenwoordig is het gangbaar om de zonneshijnduur te meten via de straling die gemeten wordt. Dit kan op 2 manieren die elk hun voor- en nadelen hebben. De definitie van de WMO voor “de zon schijnt” is “er is 120 W/m^2 aan stralingsvermogen dat rechtstreeks van de zon afkomstig is”. Als we deze definitie nagaan, dan betekent dit dat we, om de exacte zonneshijnduur te meten, enkel het licht mogen meten dat van de zonneshijf afkomstig is, maar niets van weerkaatst licht van bewolking of de lucht. In de praktijk wordt dit gedaan door de stralingssensor aan het einde van een buisje in te bouwen. Via een soort uurwerkmechanisme blijft dit buisje dan op de zon gericht, zodat de straling kan opgemeten worden. Het apparaat telt dan zonneshijnduren op indien de sensor voldoende belicht wordt. Het voordeel is dat dit toestel exact de definitie volgt, en dus de zonneshijnduur juist berekent als de sensor goed geijkt is en goed uitgelijnd is. Belangrijke nadelen zijn de bewegende onderdelen. Deze leiden tot een lagere betrouwbaarheid omdat dit sneller stuk gaat, en dit maakt de prijs ook een heel stuk hoger (tegenwoordig rond 1000€).

Een minder kostbare methode die dikwijls wordt gebruikt is het meten van de zonneshijnduur via de globale straling op een horizontaal vlak. De globale straling kan opgevat worden als de hoeveelheid energie die vanuit de hemel naar de grond straalt. Een deel van deze energie komt rechtstreeks van de zon, maar ook de weerkaatsing door bewolking en de lucht zelf vormen een belangrijke bijdrage van enkele tientallen procenten. Een stralingsmeter is heel wat goedkoper dan een zonneshijnmeter, voor 200 € zijn ze al beschikbaar bij de uitgebreidere automatische weerstations. Het probleem bij deze meetmethode is dat alle straling wordt gemeten, dus niet alleen die straling die rechtstreeks van de zon afkomstig is, maar ook van andere objecten in de hemel. De gemeten straling is dus heel wat hoger dan die van de sensor van de



17: stralingsmeter

zonneshijnmeter. Er zijn al een aantal formules uitgewerkt op basis van praktijkervaring, waarmee relatief betrouwbaar de zonneshijnduur kan berekend worden. Deze formules geven een grenswaarde aan de gemeten stralingswaarde op basis van de stand van de zon. De VVW gebruikt een van de eenvoudigste formules, namelijk “als de gemeten straling hoger is dan 40% van het theoretische maximum zonder atmosfeer, dan schijnt de zon”. Hiervoor is een Excel rekenblad beschikbaar binnen de vereniging. Praktijkervaring wijst uit dat over een periode van een maand de metingen zeer goed

overeenstemmen met officiële metingen van het KNMI. Op dagbasis kunnen er soms wel flinke afwijkingen zijn. Zo blijkt dat bij dagen met stapelwolken de zonneshijnduur dikwijls onderschat wordt, maar dat bij dagen met middelhoge bewolking de zonneshijnduur net overschat wordt. Deze 2 situaties blijken elkaar op de langere duur te compenseren.

2.7.2 Opstelling

Het is vanzelfsprekend dat eender wat moet dienen voor het meten van de zonneshijnduur, bewolgingsgraad of globale straling een zo vrij mogelijk zicht moet hebben op de hemel. Het toestel dient zo lang mogelijk door de zon beschenen te kunnen worden. Dit is niet altijd even goed mogelijk, maar voor een sensor kan het al heel wat schelen als deze enkele meters boven de grond staat opgesteld om de schaduw van omliggende bebouwing te ontwijken. Als er toch hoge voorwerpen in de buurt staan, is het het beste als deze ten noorden van de sensor staan omdat de zon daar toch nooit komt. Toch heeft, voor een globale stralingsmeter, zelfs een voorwerp in het noorden enige invloed, hoewel dit in de meeste gevallen beperkt is als dit voorwerp niet veel hoger is dan de opstelling van de sensor of zeer smal is. Een stralingsmeter moet recht naar boven kijken, dus met het meetoppervlak evenwijdig aan de grond. Bij sommige modellen is een waterpas geïntegreerd om dit zo uit te lijnen.

2.7.3 Meten voor de VVW

Periode

De waarnemingen van de bewolkingsgraad gebeuren drie maal daags: om 9h, om 13h en om 17h lokale tijd. We gaan hierbij als volgt te werk: om bijvoorbeeld de bewolkingsgraad om 9h te weten, doen we drie waarnemingen, één rond 8h45, één rond 9h00 uur en één rond 9h15 uur en we letten er daarbij op dat we telkens een zo groot mogelijk deel van de hemelkoepel zien. Idem gaan we te werk bij de waarnemingen van 13h00 en 17h00.

Bij de automatische metingen gaan we uit van de meting van zonneshijnduur. Omdat zonneshijnduur en globale straling enkel overdag meetbaar aanwezig zijn is de meetperiode hiervan 0h00 – 24h00 lokale tijd. 's Nachts schijnt de zon nooit en is de globale straling te laag om gemeten te worden, doch niet helemaal nul.

De zonneshijnduur wordt in uren uitgedrukt als decimaal getal, bijvoorbeeld 8,5 uren. De globale stralingsenergie wordt gemeten in J/cm² (wordt automatisch berekend in het rekenblad voor de zonneshijnduur). J staat voor Joule, wat de geleverde energie is bij een vermogen van 1 Watt gedurende 1 seconde. Het rekenblad met conversie en bijhorende handleiding zijn apart beschikbaar. Op een weerstation zal je meestal een waarde in W/m² zien, omdat dit het stralingsvermogen op dat moment is. Om tot de totale energie te komen moet je het gemiddelde vermogen vermenigvuldigen met de tijdsspanne waarover dit gemiddelde is berekend. Als je bijvoorbeeld gemiddeld 250 W/m² meet over een periode van 20 minuten (of 1200 seconden), dan is de ontvangen energie te berekenen als volgt:

$$250 \text{ W/m}^2 \times 1200 \text{ s} = 300\,000 \text{ W s} / \text{m}^2 = 300\,000 \text{ J} / \text{m}^2 = 300\,000 \text{ J} / 10\,000 \text{ cm}^2 = 30 \text{ J/cm}^2$$

Om de totale stralingsenergie van een dag te meten moet je de waarden van elk blokje van bijvoorbeeld 20 minuten samentellen. De tijdsduur van zo'n blokje stemt overeen met het opslaginterval van de software van je weerstation.

Op maandbasis wordt de totaalsom van de globale straling en de zonneshijnduur berekend.

Grootheden

Bij officiële instanties wordt de bewolkingsgraad gemeten in octa's of achtsten. Bij de VVW gebruiken we een wat grover indeling in kwarten. De details hierover vindt u terug in de sectie "invullen van het waarnemingsformulier".

De zonneshijnduur wordt uitgedrukt in uren (decimaal, bijvoorbeeld 6,75 uren), de globale straling in J/cm². Hoe dit laatste moet gedaan worden, wordt uitgelegd bij "invullen van het formulier". Bij helder weer is de maximale zonneshijnduur eind december 7 à 7,5 uren, oplopend tot 15,5 uren eind juni. De stralingsintensiteit bij helder weer is 's middags ongeveer 250-300 W/m² eind december en kan oplopen tot 900 W/m² eind juni. Soms wordt er gedurende korte tijd nog iets meer straling gemeten bij licht tot wisselend bewolkt weer omdat witte wolken meer licht weerkaatsen dan blauwe lucht.

Ijken

Het enige toestel waarvan bekend is dat dit geijkt moet worden is de stralingsmeter, omdat deze in de loop der jaren wat minder gevoelig wordt. Dit is echter moeilijk uit te voeren, omdat we weinig of geen referenties hebben. De enige tip die we hier kunnen geven is: kijk of je waarnemingen ongeveer overeenstemmen met die van je collega's. Is de afwijking regelmatig rond de 10% of meer op maandbasis, dan is er waarschijnlijk iets mis. Eventueel kan je het ook laten ijken bij de verkoper/producent, maar dit is wellicht niet gratis. Enkele richtwaarden waarbinnen de meeste metingen moeten vallen zijn terug te vinden in de handleiding van het formulier om de zonneshijnduur te berekenen.

Het wel belangrijk om de stralingsmeter regelmatig te reinigen (om de paar maanden, minstens 3 keer per jaar), want stof kan na verloop van tijd een merkbare invloed krijgen op de metingen. Verder zijn de stralingsmeters ook ooit het “slachtoffer” van vogelpoep, wat de metingen meteen waardeloos maakt. Bij het opstellen van de stralingsmeter is het evident dat dit toestel maximaal in de zon moet staan, waarbij het meetoppervlak recht omhoog kijkt. Het is vooral bij lage zonnestanden (en nog het meest in de winter) dat je moet opletten met omliggende bebouwing en nabije bomen die hun schaduw op de sensor kunnen werpen en zodoende tot te lage metingen leiden. Een mogelijkheid is het monteren van de sensor op een hogere mast, waarbij het nadeel dan wel kan zijn dat hij moeilijker te bereiken is voor reiniging.

2.8 Luchtvochtigheid

2.8.1 Wat is de luchtvochtigheid?

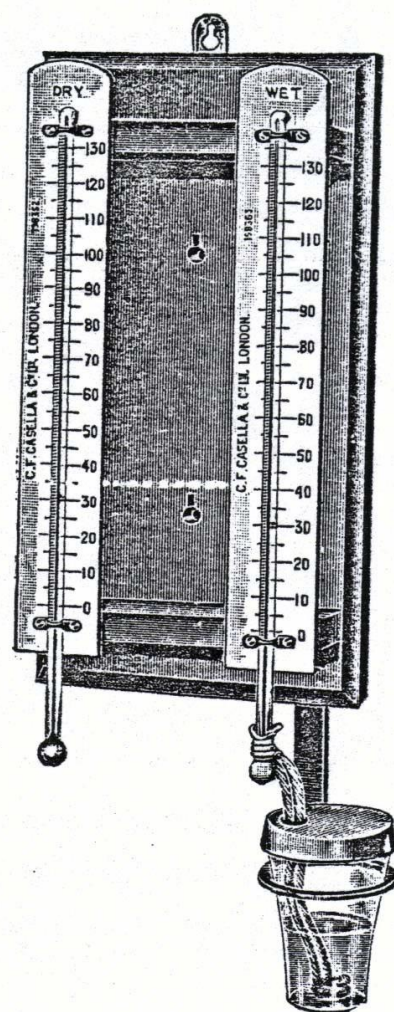
De lucht kan een bepaalde hoeveelheid waterdamp in zich opnemen zonder dat deze zichtbaar wordt als bewolking of mist. Dit wordt meestal uitgedrukt in g waterdamp per m³ lucht, wat de absolute vochtigheid wordt genoemd. Hoeveel waterdamp op deze manier kan opgeslagen worden in de lucht is in onze dampkring bijna uitsluitend afhankelijk van de temperatuur. Omwille van deze reden wordt ook regelmatig het dauwpunt berekend. Dit is de temperatuur waarbij de lucht verzadigd is met vocht als de hoeveelheid waterdamp dezelfde blijft. De actuele temperatuur is dus altijd hoger dan of gelijk aan het dauwpunt. Warme lucht kan veel meer vocht opslaan dan koude lucht, dus betekent een hoog dauwpunt ook een hoge absolute vochtigheid. Het dauwpunt is dus géén temperatuur, maar eerder een indicator voor de absolute vochtigheid. Het verschil tussen zomer en winter van deze opslagcapaciteit is ongeveer een factor 5. Dit is dan ook een belangrijke reden waarom zware buien veel meer voor komen in de zomer. In de praktijk zijn er veel meetinstrumenten die niet voelen hoeveel gram vocht er in de lucht zit, maar wel hoeveel % van de maximale opslagcapaciteit is verbruikt. Dit is ons bekend als de relatieve vochtigheid. Bij een lage waarde kan er nog veel vocht verdampen en droogt het wegdek bijvoorbeeld vrij snel op na een bui. Is de waarde dicht bij 100%, dan is de kans vrij groot dat er 's nachts lage bewolking of mist gaat ontstaan.

De absolute vochtigheid is een goede maat voor hoe zwaar buien zich kunnen ontwikkelen, vooral in de zomer. De relatieve vochtigheid is dan weer een goede indicator voor de kans op vorming van mist of lage bewolking.

2.8.2 Apparatuur

Met de klassieke instrumenten kan de luchtvochtigheid op 2 verschillende manieren waargenomen worden. Het meest voorkomende toestel is de hygrometer, welke rechtstreeks de relatieve luchtvochtigheid meet. Het belangrijkste onderdeel van de hygrometer is een haarstreng die is behandeld met soda. Hierdoor reageert het haar op de luchtvochtigheid. Het haar zet uit bij hoge vochtigheid en krimpt terug als het droger wordt. Dit wordt dan via een mechanisme omgezet naar de wijzer die over een schaal beweegt. De nauwkeurigheid is ongeveer 3-5%.

Het andere klassieke instrument is de psychrometer. Deze bestaat uit een gewone thermometer en een nattebolthermometer. De nattebolthermometer is op zich ook een gewone thermometer, maar rond het reservoir van deze thermometer is een vochtig doekje gewikkeld. Dit doekje wordt vochtig gehouden met een potje gedestilleerd water, waaruit het dit kan opzuigen. Het is belangrijk dat dit water gedestilleerd is, omdat onzuiverheden veel invloed op de verdampingssnelheid kunnen hebben. De verdamping van water kost energie, waardoor de nattebolthermometer sneller afkoelt naarmate er meer vocht uit het doekje verdampt. Is de vochtigheid 100%, dan is er geen verdamping en geven beide thermometers dezelfde waarde aan. Is de relatieve vochtigheid lager, dan is er wel ruimte voor verdamping aan het doekje. Hierdoor koelt de nattebolthermometer af en zal deze enkele graden lager komen te staan tegenover de droge. Nu hangt het verschil niet enkel af van de relatieve vochtigheid, maar ook van de temperatuur. Warme lucht heeft veel meer capaciteit om vocht op te slaan, dus verdampt bij een gelijke relatieve vochtigheid toch meer water in de warme lucht omdat deze nog meer grammen per m^3 extra kan opnemen. Hierdoor wijkt de nattebolthermometer ook meer af van de droge thermometer bij warm weer dan bij koud weer. In de winter is de afwijking bijna altijd minder dan $5^{\circ}C$, terwijl dit in de zomer $10^{\circ}C$ en in extreme gevallen zelfs bijna $15^{\circ}C$ kan zijn. In feite meet de psychrometer het verschil tussen de huidige absolute vochtigheid en de maximaal mogelijke absolute vochtigheid bij de huidige (droge) temperatuur. Op basis van de droge temperatuur en het verschil tussen droge en natte temperatuur kan de relatieve vochtigheid bepaald worden via tabellen die meegeleverd worden met een psychrometer. De nauwkeurigheid van een psychrometer hangt vooral af van hoe zuiver het gebruikte water is en hoe duidelijk de thermometers af te lezen zijn.



18: psychrometer

Meestal staan ze opgesteld in de weerhut. In elk geval moeten beide thermometers dezelfde temperatuur aangeven als er geen doekje is gewikkeld rond de nattebolthermometer.

Tegenwoordig zijn er ook elektronische vochtigheidsmeters, welke ook op basis van de relatieve vochtigheid werken. In plaats van een haar zit hier een vochtigheidsgevoelige condensator in, die meer of minder stroom kan opslaan naargelang de luchtvochtigheid. Door deze stroomcapaciteit te meten kan men de relatieve vochtigheid dan weer afleiden. Het verschil tussen de dure en goedkope toestellen is dat men bij de duurdere toestellen een condensator inbouwt waarvan men de capaciteit preciezer kent (elke elektronische component heeft een beperkte afwijking van zijn bedoelde waarde, deze afwijking is in de regel kleiner bij duurdere componenten). Een goede hygrometer heeft een nauwkeurigheid van ongeveer 3%, de goedkopere zijn hoogstens 5% nauwkeurig en slechter komt ook voor.

2.8.3 Opstelling

De absolute luchtvochtigheid is in de buitenlucht overal vrijwel gelijk, zolang er voldoende wind staat. Binnenshuis wijkt deze echter wel praktisch altijd sterk af. De vochtigheid binnenshuis meten is dus uit den boze. Omdat de meeste toestellen de relatieve vochtigheid meten, moet dit bij dezelfde temperatuur gebeuren als de thermometer in de weerhut om geen afwijkingen te krijgen. De enige goede plaats voor een vochtigheidsmeter is dus in de weerhut. Bij een psychrometer is het ook belangrijk dat de ventilatie goed is, omdat anders het verdampte vocht te zeer bij de meter blijft hangen en zodoende de meting verstoort.

2.8.4 Meten voor de VVW

Periode

Bij de manuele metingen is er niets voorzien om de luchtvochtigheid door te geven. Pas met de opkomst van elektronische weerstations is deze parameter er bij gekomen. Hier verwachten we dat de metingen tussen 18h UTC gisteren en 18h UTC vandaag gebeuren. Van deze periode wordt de hoogste, laagste en gemiddelde relatieve vochtigheid in procenten doorgegeven. De gemiddelde vochtigheid is het gemiddelde over alle metingen, dus niet het gemiddelde van minimum en maximum. Net als bij de barometerstand dienen de metingen met regelmatige tussenpozen te gebeuren, minimaal om het uur. Om het kwartier is dus bijvoorbeeld ook toegelaten.

Grootheden

Voor de relatieve vochtigheid worden procenten gebruikt.

Ijken

Een goede psychrometer blijft in principe steeds in orde onder de voorwaarde dat het water van goede kwaliteit (gedestilleerd) blijft. Eventueel kan gecontroleerd worden of beide thermometers dezelfde waarde blijven aangeven zonder doekje.

De haarhygrometer kan eens per jaar gecontroleerd worden. Bij mistig weer zou de naald minstens op 98% moeten staan, bij langdurig dichte mist is dit normaal 100%. Via een stelschroef kan dit normaal gezien bijgesteld worden.

Ook elektronische hygrometers kunnen op deze manier gecontroleerd worden en eventueel bijgesteld via de software van het weerstation. Je kan op jaarbasis ook de kwaliteit controleren door naar de jaargemiddelde vochtigheid te kijken. Deze zou meestal dicht bij 78% moeten liggen en wijkt zelden meer dan 5% hier van af, met uitzondering van de kust en de Ardennen. Bij het jaaroverzicht van het KMI kan je de gemiddelde waarde opzoeken.

2.9 Verdamping

De verdamping is een waarde die door een automatisch weerstation wordt berekend. De betekenis hiervan is hoeveel water er terug kan verdampen onder ideale omstandigheden (met water verzadigde ondergrond, goed bereikbaar voor zon en wind), met de huidige weersomstandigheden. In de winter gaat dit meestal om enkele tienden van een mm per dag, hooguit 1 mm bij stormachtig weer. In de zomer kan dit bij heet, zonnig weer met een stevige bries oplopen tot ongeveer 7 mm per dag, terwijl het gemiddelde dan 3-4 mm/dag is. De echte verdamping is meestal minder omdat de bovenste laag van de bodem gewoonlijk niet verzadigd is met water. De formules om deze waarden te berekenen zijn bepaald door experimenten. Om verdamping te berekenen moet je weerstation minstens de relatieve vochtigheid, temperatuur, windsnelheid en globale straling meten. Ontbreekt een van deze gegevens, dan kan de verdamping niet correct bepaald worden.

3 Invullen van het waarnemingsformulier

Voor de waarnemingen binnen de VVW hebben we enkele formulieren gemaakt, waarvan hieronder wordt uitgelegd hoe deze ingevuld moeten worden. Er bestaan zowel elektronische als papieren varianten, met uitzondering van het formulier voor elektronische weerstations. Het voordeel van de elektronische variant is dat je enkel de waarnemingen nog moet invullen en dat de maandsommen en extremen dan automatisch berekend worden. Elk formulier wordt na het einde van de maand verzonden naar de vereniging. De meeste parameters worden van 18h-18h UTC gemeten, dit is 19h-19h in de wintertijd en 20h-20h in de zomertijd.

3.1 Klassieke waarnemingen

Het klassieke waarnemingsformulier is het formulier dat gebruikt wordt om de dagelijkse waarnemingen en de maandsommen te noteren. Een ingevuld voorbeeld van de recentste versie vind je terug op de voorgaande pagina. Het rekenblad zal automatisch minima, maxima en maandtotalen berekenen, maar we bespreken het correct bepalen hiervan nog wel voor de waarnemers die het formulier manueel invullen.

3.1.1 Grasminimumtemperatuur

In de eerste kolom wordt de dagelijkse grasminimumtemperatuur genoteerd. Dit is de laagste temperatuur die vlak boven het gazon wordt gemeten tussen 18h UTC van de vorige dag en 18hUTC op de huidige dag. De dagelijkse waarde kan per 1 of 0,1°C genoteerd worden. Rechts naast deze kolom is nog een kolom voorzien om de laagste maandwaarde aan te duiden. Op het einde van de maand kunnen we onderaan deze kolom de eindbalans opmaken en het aantal dagen invullen waarop de grastemperatuur lager was dan 5°C, 0°C, -5°C en -10°C. Helemaal onderaan is er plaats voorzien om de laagste temperatuur van de maand in te vullen en de dag waarop deze voorkwam (indien op meerdere dagen eenzelfde waarde werd bereikt noteren we de eerste keer dat dit gebeurde).

3.1.2 Luchtdruk

Onder de 2de en 3de kolom noteren we de luchtdrukgegevens in gehele hPa. In de 2de kolom, met hoofding “W” vullen we de actuele luchtdrukwaarde om 18h UTC in. In de 3de kolom, met hoofding “R” vullen we de gemiddelde luchtdruk in (het rekenblad doet dit automatisch). Deze wordt berekend als het gemiddelde van de meting onder “W” van gisteren en vandaag. Om deze berekening op 1 januari te laten kloppen, moet in het tabblad van januari in cel D3 de waarneming van 31 december 18h UTC ingevuld worden (standaard staat er 1013 ingevuld). Indien het gemiddelde op een halve hPa uitkomt, dan ronden we naar boven af.

Onder A zetten we een + teken of een - teken indien de gemiddelde luchtdruk (kolom “R”) hoger is dan of gelijk is aan 1025 hPa (+), respectievelijk lager is dan 1005 hPa (-). Op het einde van de maand kunnen we alweer de eindbalans opmaken en de gemiddelde luchtdruk noteren, alsook het aantal dagen met + en -. Tenslotte noteren we ook de dag met hoogste luchtdruk en die met de laagste. Onder de U-kolom duiden we dit aan door “Um” (voor de kleinste waarde uit kolom “R”) of “UM” in te vullen (voor de grootste waarde uit kolom “R”).

[illegible]

3.1.3 Temperatuur in de weerhut

De maxima en de minima worden ingevuld onder de kolommen MAX°T en MIN°T. De gemiddelde temperatuur wordt ingevuld onder de kolom GEM°T (automatisch in het rekenblad). Al deze temperaturen meten we over een periode van 24 uur en dit tussen 18 UTC en 18 UTC. Elk van deze kolommen is alweer verder opgesplitst in drie kleinere kolommetjes: één met de vermelding U, één met de vermelding W en één met de vermelding A.

- Onder W kunnen we alle temperaturen tot op één tiende graad invullen, maar net als bij de grasminima hoeft dit niet, maar het mag natuurlijk wel. Het verschil tussen 9.6°C en 9.7°C is immers niet zo significant. Wie wil en over precieze meetinstrumenten beschikt, kan dit echter natuurlijk zonder problemen wel doen, maar andere metingen zijn minstens even waardevol!
- De A-kolom is voorzien voor het invullen van een + of een - en wel als volgt:
 - MAX°T: Er komt een - in de kolom A als de maximumtemperatuur lager was dan 10°C; was ze hoger of gelijk aan 20°C dan zetten we daar een +
 - MIN°T: Er komt een - in deze kolom bij minima lager dan 0°C en een + voor minima hoger of gelijk aan 10°C. Let dus op: een minimum gelijk aan 0.0°C is géén vorstdag! De temperatuur dient wel degelijk onder het nulpunt (< 0.0°C) gezakt te zijn voordat je een - mag zetten !
 - GEM°T: Hier zetten we een - als de gemiddelde temperatuur onder 5°C uitkomt en een + bij een temperatuur die gelijk aan of hoger was dan 15°C.

Vermelden we trouwens maar meteen dat een ijsdag dus een dag is waarop de temperatuur de hele dag onder 0.0°C is gebleven; een dag met een maximumtemperatuur van net 0.0°C is dus géén ijsdag! Andere definities in dit verband zijn:

- vorstdag: dag waarin de temperatuur minstens één keer -0.1°C is geweest of lager.
- matige vorst: temperatuur is -5.1°C of lager
- strenge vorst: temperatuur is -10.1°C of lager
- zeer strenge vorst: temperatuur is -15.1°C of lager
- ijsdag: maximumtemperatuur was -0.1°C of lager
- warme dag: dag waarop de maximumtemperatuur 20°C of hoger was.
- zomerse dag: dag waarop de maximumtemperatuur 25°C of hoger was.
- tropische dag: dag waarop de maximumtemperatuur 30°C of hoger was.
- hittegolf: 5 dagen zomerse dagen op rij, waarvan minstens 3 tropisch waren.
- Koudegolf: 5 ijsdagen op rij, waarbij het op minstens 3 dagen streng gevroren heeft (minimumtemperatuur).
- Tot slot is er nog de U-kolom: hier kunnen we de uitersten van de maand aanduiden. Met een M kunnen we de datum met de hoogste temperatuur aanduiden en met een m de laagste. Werd dezelfde temperatuur op meerdere dagen bereikt, dan neem je gewoon de eerste datum waarop je deze waarde tegenkomt (cfr. grasminima).

Al deze gegevens worden op het einde van de maand nog eens verwerkt onderaan het formulier. Daar kun je dan alle gemiddelde temperaturen invullen, het aantal dagen met + en -, en de bereikte uitersten én de dag waarop ze voorkwamen; het waarnemingsformulier is zodanig opgesteld geworden dat veel van deze zaken eigenlijk zichzelf uitwijzen.

In het nieuwste rekenblad is er ook een berekening voorzien voor het koude- en warmtegetal in het tabblad met het jaaroverzicht. De berekening van het warmtegetal verloopt volledig

automatisch omdat de zomerperiode midden in het jaar valt. Het koudegetal wordt echter berekend over de winter, die over 2 kalenderjaren loopt. Hierdoor wordt het koudegetal in het rekenblad opgesplitst tussen het voor- en najaar. Om het koudegetal van de afgelopen winter te berekenen is het nodig dat je het koudegetal van het vorige najaar invult op het tabblad. Dit kan onder cel I59 (er staat een opmerking op deze cel om ze gemakkelijk te vinden, te herkennen aan het rode hoekje rechtsboven in de cel)

3.1.4 Neerslag

Met de kolom NESS/neerslag zijn we beland bij de neerslagwaarnemingen die gedaan worden over een periode van 24 uur en ook weer van 18 UTC tot 18 UTC. In het geval van bevroren neerslag zoals sneeuw, dient deze op dit tijdstip gedooid te worden om deze in vloeibare vorm te meten. Ook hier is er de mogelijkheid om tot op één cijfer na de komma waar te nemen, maar alweer is dit geen verplichting. Verder wordt onder de A-kolom een + gezet als de neerslag 5 mm of meer bedroeg en een - als het niet heeft geregend tijdens de waarnemingsperiode (vermelden we voor alle duidelijkheid nog even dat meetbare neerslag minstens 0.1 mm moet bedragen!). Op het einde van de maand wordt de balans gemaakt: het totaal wordt opgeteld, de dagen met + en - worden opgeteld en de dag met de grootste som, die onder U met een M wordt aangeduid, wordt nog eens expliciet vermeld.

3.1.5 Bewolkingsgraad

Er wordt steeds van uit gegaan dat de bewolkingsgraad wordt geschat door de waarnemer. We noteren drie maal daags de bewolkingsgraad aan de hand van een codesysteem van vijf cijfers, namelijk:

1. volledig bewolkt of betrokken.
2. zware bewolking; ongeveer 3/4 van de hemel is bedekt met wolken
3. half bewolkt; ongeveer de helft van de hemel is met wolken bedekt.
4. lichte bewolking; ongeveer 1/4 van de hemel is met wolken bedekt.
5. onbewolkt.

Hierop zijn er twee uitzonderingen, te weten:

- Als er minstens één blauwe opening is in een voor de rest betrokken hemel dan noteren we codegetal 2.
- Als er enkel wolken zijn die echter nooit de zonneschijn onderbreken (dit is vooral het geval bij cirrusbewolking) dan houden we het op code 5. Als je nog scherp begrensde schaduwen kunt onderscheiden, dan beschouwen we de bewolking als transparant.

De eerste metingen doen we om 9h, de 2^{de} om 13h en de laatste om 17h, steeds de lokale tijd. De waarden worden ingevuld onder de kolommen “9”, “1” en “5” onder het kopje BWKG. De bewolkingsgraad over de gehele dag wordt berekend als het gemiddelde van de 3 codes, afgerond naar het dichtstbijzijnde gehele getal. Dit wordt aangegeven door een “x” onder de bijhorende kolom met hoofding 1 tot 5.

Op het einde van de maand zijn er een aantal berekeningen te doen. Ten eerste tellen we het aantal dagen met de respectievelijke codes voor onbewolkt, zwaar bewolkt, enzovoort...

Voor het berekenen van de gemiddelden ligt één en ander niet zo eenvoudig. Neem nu gewoon aan dat de zon op een onbewolkte dag 90% van de totale mogelijke duur zal schijnen. Op een licht bewolkte dag schijnt ze 75%, op een half bewolkte dag 45%, op een zwaar bewolkte dag 15% en op een betrokken dag 0%.

Stel dat we in de maand januari 3 heldere, 2 zwaar bewolkte, 2 half bewolkte, 8 zwaar bewolkte en 16 betrokken dagen hadden. Dan berekenen we de procentuele zonneshijnduur als volgt:

$$((3 \times 90\%) + (2 \times 75\%) + (2 \times 45\%) + (8 \times 15\%) + (16 \times 0\%))/31 = 20\%$$

De metingen in dit voorbeeld zijn van januari, de totale zonneshijnduur bedraagt dan maximaal 258 uur. Bijgevolg scheen de zon in deze maand $(258/100) \times 20 =$ tot op één uur afgerond 52 uur. Het maandgemiddelde van de bewolgingsgraad bedroeg hier bijgevolg: $100\% - 20\% = 80\%$ (ook dit getal afronden op een geheel getal!).

De maximale zonneshijnduur per maand bedraagt:

- | | |
|--|----------------------|
| • Januari: 258 uur | • Juli: 489 uur |
| • Februari: 275 uur (schrikkeljaar: 286 uur) | • Augustus: 444 uur |
| • Maart: 363 uur | • September: 375 uur |
| • April: 409 uur | • Oktober: 327 uur |
| • Mei: 474 uur | • November: 264 uur |
| • Juni: 486 uur | • December: 242 uur |

3.1.6 Windkracht

Met het vak WIKR zijn we beland bij de waarnemingen van de windsnelheid. Deze worden net als de bewolgingsgraad uitgevoerd om 9h, om 13h en om 17h lokale tijd. De codes en gemiddelden worden op dezelfde manier ingevuld en berekend. Op het einde van de maand maken we ook hier de eindbalans op en noteren we het aantal dagen zonder wind, met zwakke wind, met matige wind, met krachtige wind en met hevige wind. Hieronder de codes met bijhorende verschijnselen bij bomen.

1. Stormweer (gehele bomen bewegen, takken breken af)
2. Vrij krachtige tot krachtige wind (zware takken bewegen)
3. Matige wind (dunne takken bewegen)
4. Zwakke wind (enkel twijgen en bladeren bewegen)
5. Zeer zwakke wind (bladeren bewegen praktisch niet)

In de praktijk komt absolute windstilte vrijwel nooit voor, maar indien dit toch zou voorkomen, dan mag je een “-” invullen in plaats van een code.

Het maandgemiddelde wordt omgerekend naar m/s. Om dit om te rekenen geldt als gemiddelde windsnelheid op een dag:

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1. 10 m/s (6 Beaufort of meer) | 4. 3.3 m/s (2-3 Beaufort) |
| 2. 7.8 m/s (5 Beaufort) | 5. 1.1 m/s (0-1 Beaufort) |
| 3. 5.6 m/s (4 Beaufort) | |

Op basis van de dagelijkse windsnelheden kan dan het maandgemiddelde berekend worden. Stel dat we in onze voorbeeldmaand januari 7 heel rustige dagen, 9 dagen met zwakke wind, 8 dagen met matige wind, 5 dagen met vrij krachtige wind en 2 zeer winderige dagen hebben, dan berekenen we de windsnelheid als volgt (afgerond tot op één cijfer na de komma): $((7 \times 1.1 \text{ m/s.}) + (9 \times 3.3 \text{ m/s.}) + (8 \times 5.6 \text{ m/s.}) + (5 \times 7.8 \text{ m/s.}) + (2 \times 10 \text{ m/s.})) / 31 = 4.6 \text{ m/s.}$

3.1.7 Windrichting

De windrichting wordt aangeduid in het vak WIRI en wordt eveneens gemeten om 9h, 13h en 17h lokale tijd. De codes worden ingevuld op dezelfde manier als bij de bewolgingsgraad en de windkracht en ook de gemiddelden worden op dezelfde manier genoteerd. De codes staan als volgt voor een windrichting:

- | | |
|-------|-------|
| 0. N | 4. Z |
| 1. NO | 5. ZW |
| 2. O | 6. W |
| 3. ZO | 7. NW |

Bij het berekenen van de gemiddelde windrichting op een dag gaan we als volgt te werk:

Uit de drie beoordelingsgetallen (9h, 13h en 17h) leiden we een middelwaarde af die we met een kruisje noteren onder 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 of 7. Bij de afleiding van dit gemiddelde kunnen hoogstens drie situaties voorkomen:

- Is het verschil tussen het grootste en het kleinste beoordelingsgetal hoogstens 3, dan is de middelwaarde gelijk aan het tot op een geheel getal afgerond gemiddelde van deze drie beoordelingsgetallen. Bijvoorbeeld 3-1-4 geeft als gemiddelde 2,7 en wordt afgerond naar 3.
- Is het verschil tussen twee van de drie beoordelingsgetallen juist gelijk aan 4 dan is hun middelwaarde gelijk aan het derde beoordelingsgetal. Bijvoorbeeld 4-0-6 wordt gemiddeld 6.
- Alle andere mogelijkheden staan in onderstaande tabel (de volgorde van waarnemingen kan verschillen, dus 7-2-7 vind je hier terug onder 2-7-7):

0-0-5→7	0-0-6→7	0-0-7→0	0-1-7→0	0-2-5→1	0-2-7→0	0-1-6→0
0-3-5→4	0-3-6→7	0-5-5→6	0-5-6→6	0-5-7→7	0-6-6→7	0-6-7→7
0-7-7→7	1-1-6→0	1-1-7→0	1-2-7→1	1-3-6→2	1-4-6→5	1-4-7→0
1-6-6→7	1-6-7→7	1-7-7→0	2-2-7→1	2-4-7→3	2-5-7→6	2-7-7→0

Op het einde van de maand tellen we het aantal dagen met dezelfde windrichting en dit kunnen we dan invullen op de windroos onderaan het formulier. De berekening van de

gemiddelde windrichting vergt ook wat rekenwerk waarbij we als volgt te werk gaan: Neem aan dat we x winden uit NW en y winden uit NO als volgt optellen: $0.7 \times (x + y)$ winden uit noord.

Als voorbeeld nemen we een fictieve maand maart met een windverdeling als volgt:

- | | |
|---------------|---------------|
| • N: 1 dag | • Z: 5 dag |
| • NO: 4 dagen | • ZW: 4 dagen |
| • O: 4 dagen | • W: 3 dagen |
| • ZO: 8 dagen | • NW: 2 dagen |

In ons voorbeeld krijgen we dan per richting als aantal winden:

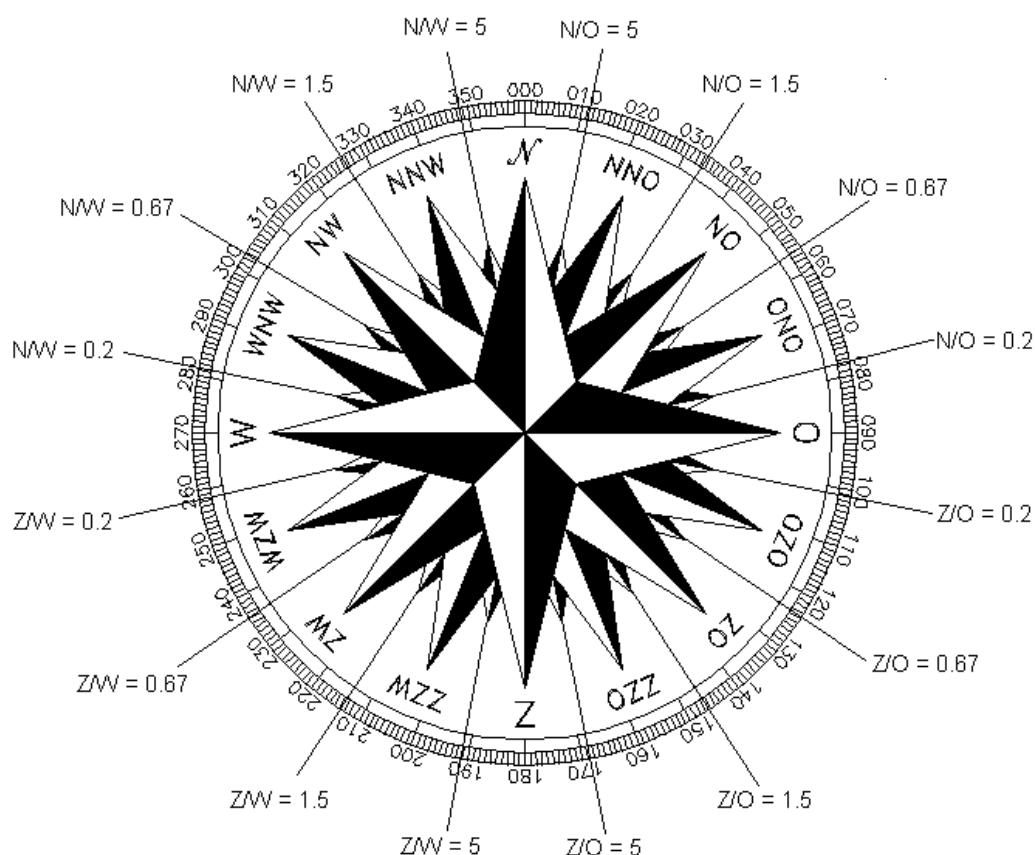
$$N: 1 \times N + 0,7 \times (NO + NW) = 1 + (0,7 \times (4+2)) = 5.2 \quad Z: 1 \times Z + 0,7 \times (ZO + ZW) = 5 + (0,7 \times (8+4)) = 13.4$$

$$O: 1 \times O + 0,7 \times (NO + ZO) = 4 + (0,7 \times (4+8)) = 12.4 \quad W: 1 \times W + 0,7 \times (ZW + NW) = 3 + (0,7 \times (4+2)) = 7.2$$

Er zijn dus 8.2 meer winden uit zuid dan uit noord en 5.2 meer winden uit oost dan uit west. De gemiddelde windrichting is bijgevolg ofwel Z, ZZO, ZO, OZO of O. Als we nu het aantal zuidenwinden delen door het aantal oostenwinden, dan komen we uit op $Z/O = 1.58$. Op de onderstaande windroos zien we dat als Z/O tussen 1.5 en 5 ligt, de bijhorende windrichting ZZO is.

Bijkomende opmerkingen bij de figuur:

- Stel dat de waarde van de deling groter is dan 5, dan is de windrichting altijd zuid of noord
- Is de waarde kleiner dan 0,2, dan is de windrichting altijd oost of west.



20: hulpafbeelding voor het bepalen van de gemiddelde windrichting

Noot: Als er écht geen wind waar te nemen is, mag op het WW-formulier per uitzondering ook een streepje gezet worden onder de desbetreffende kolom.

3.1.8 Weerelementen

Onder de kolom WELM noteren we de weerelementen die in de maand zijn voorgekomen: regen, sneeuw, hagel, onweer en mist kunnen genoteerd worden. Let op: er dient sprake te zijn van meetbare neerslag (>0.1 mm) vooraleer de neerslagvormen onder deze weerelementen aangeduid mogen worden!! Het feit dat er een oude sneeuwlaag op de grond ligt, is niet voldoende als voorwaarde om “sneeuw” aan te kruisen. In Excel gebruiken we de kleine letter x om een kruisje te zetten. Als er meetbare neerslag is, verwachten we ook dat minstens 1 van deze elementen is aangeduid. Een waarnemingsdag loopt hier ook van 18h-18h UTC, dus bijvoorbeeld onweer om 22h hoort bij de volgende waarnemingsdag.

- R: indien de neerslag viel als regen, motregen, smeltende sneeuw, ijzel of ijsregen
- S: indien de neerslag viel als smeltende sneeuw, droge sneeuw, korrelsneeuw of ijsnaalden
- H: indien de neerslag viel als hagel of korrelhagel
- O: indien de donder vanuit het weerstation hoorbaar was, enkel een bliksem of weerlicht zien telt niet!

- M: als het zicht de afgelopen 24 uur ooit minder dan 1000 meter geweest is door een mistlaag. Stortregen met sterk verminderd zicht of stofstormen tellen niet mee als mist.

Onderaan de kolom kan je het totaal aantal dagen per maand noteren waarop deze verschijnselen voorkwamen.

3.1.9 Weergetal

Hiermee komen we terecht op het enige wat niet gemeten wordt, maar afgeleid wordt uit enkele andere neerslagelementen. WEGT staat voor weergetal en dit is een waarde die we aan het weer van een bepaalde dag toekennen aan de hand van de volgende parameters: regen, wind en bewolking.

We gaan daarbij als volgt te werk:

- Onder de kolom B (bewolking) zetten we een + als de gemiddelde bewolkingsgraad van die dag 4 of 5 was. Was ze 3 dan komt daar een 0 te staan en bij een gemiddelde bewolkingsgraad van 1 of 2 wordt dit een -.
- Onder W (windkracht) komt een - als de gemiddelde windsnelheid code 1 of 2 heeft. In alle andere gevallen zetten we hier een 0.
- Onder N (neerslag) komt een - te staan als er overdag (van 6h UTC tot 18h UTC) regen van betekenis viel, dit wil zeggen: ofwel minstens 0.5 mm ofwel minstens een half uur regen. Anders komt ook hier een 0 te staan.

Vervolgens tellen we deze 3 waarden op (Let op: - is -1 en + is +1) en tellen bij dit resultaat nog eens 4 op. Het cijfer dat we op die manier bekomen duiden we met een kruisje aan onder de kolommen 1 tot en met 5. Om de maandscore van het weergetal te berekenen, moet je als volgt te werk gaan:

$(100 \times \text{aantal code 5} + 75 \times \text{code 4} + 50 \times \text{code 3} + 25 \times \text{code 2}) / \text{aantal dagen in de maand}$

Op deze manier kan de score tussen 0 en 100 uitkomen.

3.1.10 Minimaal zicht

VV is de voorlaatste kolom op het formulier en is voorzien voor het invullen van de minimale zichtbaarheid op een dag waarin er tijdens de waarnemingsperiode mist voorkwam. Mist wordt dus genoteerd vanaf een zichtbaarheid die lager wordt dan 1000 meter. Onderaan het formulier is plaats voorzien om het aantal dagen te noteren met een minimale zichtbaarheid respectievelijk lager dan 500, 200 en 100 meter. Ook de dag met de laagste zichtbaarheid kan worden genoteerd.

3.1.11 Sneeuwdek

Er is ook een kolom “Sneeuwdek” voorzien, waar je de dikte van een sneeuwdek in cm kunt doorgeven. Het is de bedoeling dat dit sneeuwdek gemeten wordt op een kort gemaaid gazon, want het type ondergrond heeft meestal veel invloed op de dikte van het sneeuwdek erop. Je meet op 3 plaatsen waar de sneeuw er onverstoord bij ligt en er geen objecten vlakbij zijn die de sneeuwval verstoren (heggen, bomen, huis, ...). Het gemiddelde van deze 3 metingen is de waarde die je doorgeeft (afgerond op gehele cm). In sommige omstandigheden is het sneeuwdek niet uniform. In het geval van een gebroken sneeuwdek (op plaatsen waar het sneeuwdek weinig of niet is verstoord) geef je de waarde 0,5 door. Soms worden er ook sneeuwduinen gevormd als er veel wind staat tijdens de sneeuwval. Is hier sprake van, dan vul je 99 in. Een goede richtlijn om te bepalen of er sprake is van sneeuwduinen, is de spreiding in je metingen. Er moet minstens 5 cm verschil zijn tussen je hoogste en laagste meting, bij een dik sneeuwdek (≥ 10 cm) moet de hoogste waarde minstens 1,5x de laagste zijn. Duinen zijn ook visueel zichtbaar als golven in het sneeuwdek. We verwachten dat je de maximale sneeuwdikte die er bij je thuis gelegen heeft binnen de waarnemingsdag (18-18h UTC) doorgeeft. Als er 's morgens geen sneeuw ligt, 's middags na een sneeuwbuï is er een tijdelijk dekje van gemiddeld 2 cm en 's avonds is dat terug gesmolten, dan mag je 2 cm doorgeven als waarneming.

3.2 Automatische waarnemingen

Sinds 2009 is er binnen de VVW nog een extra formulier uitgewerkt, omdat de elektronische weerstations toen sterk in opkomst waren. Deze kunnen nog verscheidene andere parameters meten, afhankelijk van het type, welke in dit speciale formulier kunnen genoteerd worden. Van dit formulier bestaat enkel de elektronische variant, omdat men de metingen van een elektronisch weerstation over het algemeen via de computer verwerkt. Een algemene afspraak die we willen vastleggen is het aantal metingen per dag dat benodigd is om de gemiddelden te bepalen. Bij de meeste weerstations die aan de computer gekoppeld kunnen worden kan het interval waarmee dit wordt opgeslagen ingesteld worden. Bij voorkeur worden de metingen om de 10 minuten opgeslagen en zeker minstens uurlijks. De metingen moeten altijd met regelmatige tussenpozen worden opgeslagen. Metingen achtereenvolgens om 9h00, 9h20, 9h25, ... laten we dus niet toe. Wel o.k. is 9h00, 9h15, 9h30, ...

Veel waarnemingen zullen over dezelfde periode berekend worden als de klassieke waarnemingen om de onderlinge vergelijkbaarheid te behouden. Een uitzondering zijn de zonnenschijnduur en de globale straling, omdat we deze enkel overdag ervaren. Dat we hier de grens op middernacht leggen is in principe geen probleem, omdat deze gegevens achteraf op de computer uitgelezen kunnen worden en de waarnemer hier dus niet voor wakker moet blijven. Ook voor de vergelijkbaarheid is er geen probleem, aangezien de klassieke waarnemingen voor bewolkingsgraad/zonnenschijnduur binnen dezelfde meetdag vallen.

Een voorbeeldformulier waarnaar regelmatig wordt verwezen in de uitleg staat op de volgende pagina.

Handleiding VVW waarnemingen – editie december 2019

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM					
1	Station:		KSV		Naam waarnemer:				Mark		Maand/Jaar:				September		2013																											
2					Adres:				Kloterstraat				N-breedte:				51,11		O-lengte:				5,33		hoogte, m:				47															
3																																												
4	da-		LUCHTDRIUK hPa				Max. temperatu		Min. temperatu		Gem. temperatu		Vochtigheid %				RR som		RR intensiteit		Verdamping		Wind-		Windkracht m/s		Uren zon		Straling (J/cm²)		da-													
5	tum	Gem	Max	UM	Min	UM	W	UM	UM	W	UM	UM	W	UM	UM	Gem	Max	UM	Min	UM	mm	UM	mm/u	UM	mm	UM	UM	richting	Gem	UM	Max	dagtotaal	UM	UM	dagtotaal	UM	UM	tum						
6	1	1027,0	1028		1025		20,6		6,0		13,2		72	98	38	0,0		0		2,7		NW	2,0	5	8,83		1592									1								
7	2	1025,5	1027		1024		22,9		7,8		14,2		79	97	48	0,0		0		2,6		NW	2,1	7	7,00		1489									2								
8	3	1025,4	1026		1024		23,1		11,4		16,5		84	98	59	0,0		0		1,6		WNW	1,0	4	2,83		1021									3								
9	4	1023,5	1025		1021		26,1		9,2		17,2		78	99	42	0,0		0		3,1		NNO	1,3	4	11,67		1826									4								
10	5	1022,7	1025		1021		21,7		14,4	5	17,5		76	96	50	0,0		0		2,3		NNW	3,0	8	4,67		1170									5								
11	6	1027,7	1030	6	1025		21,1		9,2		14,8		72	96	41	0,0		0		2,2		N	1,6	5	5,17		1359									6								
12	7	1025,0	1026		1023		25,0		7,8		15,3		73	96	41	0,0		0		3,4		WNW	3,0	8	11,33		1803									7								
13	8	1022,1	1024		1018		28,1		8,5		17,7		70	98	28	0,0		0		3,2		WNW	1,3	4	11,67		1815									8								
14	9	1015,2	1019		1011		30,1	9	8,9		18,8		70	99	26	9	0,0		0		3,6	9	OZO	2,2	7	12,17		1765								9								
15	10	1012,9	1015		1011		26,4		12,8		19,0	10	72	91	50	0,0		0		2,6		ZZW	2,5	8	6,67		1343									10								
16	11	1011,9	1013		1011		22,9		14,2		17,5		88	96	66	8,6	11	35		0,7	11	ZW	2,7	11	0,17		444									11								
17	12	1014,5	1015		1013		17,4		9,2		12,3		82	97	42	0,5		0		2,0		NW	2,6	10	4,33		1118									12								
18	13	1015,1	1019		1012		17,9		9,8		12,9		84	98	59	5,8	25		1,3		Z	2,2	5	1,83		761									13									
19	14	1015,0	1020		1011		17,0		8,9		12,4		88	96	81	0,5		2		1,0		ZW	3,8	11	0,50		439									14								
20	15	1016,8	1019		1012		19,5		10,4		14,5		81	96	52	0,0		0		2,1		W	2,8	7	4,83		1152									15								
21	16	1016,2	1018		1012		22,9		8,2		14,2		80	98	50	0,3		0		3,0		ZW	2,4	8	11,00		1669									16								
22	17	1013,6	1016		1012		19,3		10,9		14,3		88	96	71	0,0		0		1,1		ZW	2,4	6	2,33		658									17								
23	18	1012,6	1014		1011		18,9		11,6		15,2		78	94	49	0,0		0		2,0		ZW	4,0	9	5,00		958									18								
24	19	1018,4	1022		1014		16,9		6,9		11,4		75	96	42	0,8		0		2,6		W	3,9	12	8,83		1346									19								
25	20	1023,2	1024		1022		16,8		6,2		11,0		78	95	49	1,8	14		1,9		WZW	3,0	8	7,50		1080										20								
26	21	1018,2	1022		1013		17,6		4,5	21	10,0		80	98	44	0,0		0		1,4		WZW	0,9	4	3,00		941									21								
27	22	1015,4	1020		1012		17,3		6,6		11,5		79	97	42	1,3	4		2,3		W	2,8	8	6,67		1373										22								
28	23	1016,6	1021		1005		13,7	23	4,5	23	9,0	23	86	97	68	0,0		0		1,0		NO	2,2	8	0,00		564									23								
29	24	996,3	1006		990	24	20,9		10,6		14,2		85	99	24	67	7,6	37	24	1,5		OZO	5,4	24	17	0,00		557									24							
30	25	996,6	998		995		16,4		11,8		14,0		81	92	67	1,3	1		1,8		Z	5,5	12	2,67		728										25								
31	26	998,7	1001		997		15,5		11,1		13,2		87	97	72	5,3	3		1,3		ZZO	4,6	9	1,00		611										26								
32	27	1004,2	1010		1001		17,4		9,2		12,7		89	96	67	4,8	12		1,5		Z	3,7	10	4,67		914										27								
33	28	1015,4	1017		1010		18,2		9,0		12,8		83	97	50	0,3	0		2,1		ZW	3,8	10	5,50		1150										28								
34	29	1016,3	1019		1015		16,7		10,1		12,7		82	95	55	1,5	5		1,9		ZZW	3,8	9	6,67		1053										29								
35	30	1021,7	1023		1019		17,9		5,1		10,3		77	95	46	0,0	0		2,4		WNW	2,6	8	10,67		1439										30								
36																																												
37																																												
38	max:		1030		max:		30,1		max:		14,4		max:		19,0		max:		99		max:		8,6		max:		37,1		max:		3,6		max:		17		max:		12,17		max:		1826	
39	dat:		6		dat:		9		dat:		5		dat:		10		dat:		4		dat:		11		dat:		24		dat:		9		dat:		24		dat:		9		dat:		4	
40	min:		990		min:		13,7		min:		4,5		min:		9,0		min:		26		min:				min:		0,7		min:		11		min:		0,00		min:		439					
41	dat:		24		dat:		23		dat:		21		dat:		23		dat:		9		dat:				dat:				dat:				dat:		23		dat:		14					
42	>= 1025		5		>= 20		13		>= 10		11		>= 15		9																													
43	<= 1005		4		< 10		0		< 0		0		< 5		0																													
44	gem:		1016,1		gem:		20,2		gem:		9,2		gem:		14,0		gem:		79,9		som:		40,1		som:		62,0		gem:		2,8		totaal		169,2		totaal		34138					
45																																												

invoer / jan / feb / maa / apr / mei / jun / jul / aug / **sep** / okt / nov / dec / jaar

21: formulier automatische waarnemingen

3.2.1 Luchtdruk

Deze wordt gemeten in de periode 18h-18h UTC in hPa. In kolom B vullen we het gemiddelde van alle luchtdrukmetingen in deze periode in. In kolom C komt de maximale waarde van de periode, in kolom E de minimale.

3.2.2 Temperatuur

De temperatuur wordt ook over de periode 18h-18h UTC gemeten in °C. Kolom G bevat de maxima, kolom J de minima, en de gemiddelde temperatuur vullen we in kolom M in. Dit gemiddelde is ook het werkelijke gemiddelde van alle metingen in deze periode.

3.2.3 Relatieve vochtigheid

De relatieve vochtigheid wordt eveneens over de periode 18h-18h UTC gemeten. Het gemiddelde van alle metingen komt nu onder kolom P. Daarnaast noteren we nog de maximale en minimale waarde van de periode in kolommen Q en S in. Het %-teken wordt weggelaten.

3.2.4 Neerslagsom

Net als bij de klassieke waarnemingen meten we dit tussen 18h-18h UTC. Het invullen van deze waarde heeft geen enkele zin indien er hagel of sneeuw in de regenmeter blijft hangen, aangezien de meting dan sterk zal afwijken van de werkelijkheid. Ook de dagen waarop de sneeuw van eerdere dagen smelt in de regenmeter geven geen geldige meting. Als je manuele metingen uitvoert, kan je deze metingen als alternatief invullen in dit formulier op zulke dagen. De metingen worden ingevuld onder kolom U.

3.2.5 Neerslagintensiteit

Ook de neerslagintensiteit wordt van 18h-18h UTC gemeten, waarvan we de maximale waarde in kolom W invullen. In geval van sneeuw die (tijdelijk) blijft liggen wordt deze waarde niet correct gemeten, tenzij de regenmeter verwarmd is. In dat geval vullen we hier beter geen waarde in. De eenheid is mm/h.

3.2.6 Verdamping

De verdamping kan enkel ingevuld worden als de volgende metingen ook beschikbaar zijn:

- Relatieve vochtigheid
- Temperatuur
- Windsnelheid
- Globale straling

De waarde wordt gemeten in mm en komt onder kolom Y terecht. Op weerstations staat de waarde meestal vermeld als “ET”, wat de afkorting is van evapotranspiration.

3.2.7 Windrichting

Bij de windrichting vullen we de meest voorkomende windrichting in tussen de periode 18h-18h UTC. Het formulier is voorzien op tussentussenwindrichtingen, dus waarden als N, NNO, NO, ... zijn toegelaten. De waarde komt onder kolom AB terecht.

3.2.8 Windkracht

De windkracht wordt ook van 18h-18h UTC gemeten. Hiervan houden we de gemiddelde windsnelheid en de maximale windstoot in de periode bij. De waarde wordt hier in m/s genoteerd. Om metingen van km/h naar m/s om te rekenen moet je de waarde delen door 3,6. Het gemiddelde komt onder kolom AC, de windstoten onder AE.

3.2.9 Zonneschijnduur

Omdat zonneschijn een fenomeen is dat zich 's nachts niet voordoet, wordt deze gemeten van 0h-24h. Om de zonneschijnduur te kunnen berekenen is een stralingssensor nodig. Over het algemeen berekent de software van een weerstation zelf de zonneschijnduur niet, ofwel wordt een onrealistisch model gebruikt. Bij de VVW hebben we een apart rekenblad voor deze metingen uitgewerkt. Dit wordt meegeleverd bij het pakket waarnemingsformulieren. Het basisprincipe van de berekening van zonneschijnduur binnen ons rekenblad is dat wanneer er meer dan 40% van de theoretisch mogelijke straling wordt gemeten binnen een korte periode, de zon in die periode geschenen heeft. Bij helder weer bereikt de straling ongeveer 70% van deze maximale waarde. De zonneschijnduur wordt onder kolom AF ingevuld.

3.2.10 Globale straling

Net als de zonneschijnduur wordt ook de globale straling van 0h-24h gemeten omdat de waarde hiervan 's nachts vrijwel nul is. De meeste weerstations met stralingssensor geven enkel het stralingsvermogen op dat moment weer, in W/m^2 . Door het gemiddelde vermogen te vermenigvuldigen met de tijd waarover dit gemiddelde is berekend, kunnen we de totaal opgenomen stralingsenergie berekenen. De gangbare grootheid hiervoor is J/cm^2 . De berekening van deze waarde is eveneens voorzien in het speciale rekenblad voor de zonneschijnduur. De bekomen waarde vullen we in onder kolom AI.

De maand- en jaargemiddelden worden automatisch berekend door het waarnemingsformulier, dus deze hoeft je niet bij te werken. Wil je het koudegetal van de afgelopen winter kennen, dan moet je wel nog het koudegetal van het voorafgaande najaar invullen in de cel AA5 in het tabblad met het jaaroverzicht (gemarkeerd met een rood driehoekje rechtsboven)

3.2.11 Formulier op basis van CSV bestand invullen

Veel eigenaars van een groter elektronisch weerstation hebben een softwarepakket waarmee gegevens ook kunnen geëxporteerd worden als een tekst- of csv-bestand. Het is mogelijk om met dit exportbestand het waarnemingsformulier automatisch in te vullen, met uitzondering van de zonneschijnduur dat het aparte rekenblad vereist. Dit rekenblad is gemaakt op basis van WeatherLink, maar zou in principe ook met andere software moeten kunnen werken. Bewaar van dit rekenblad steeds het originele voorbeeldbestand, het bestand dat je invult is het volgende jaar niet meer bruikbaar omdat de formules worden overschreven! Hiervoor moeten maandelijks de volgende stappen worden gevolgd

- Exporteer de gegevens van de vorige maand met de software van het weerstation (WeatherLink, Cumulus, ...) naar een tekst- of csv-bestand.

- Importeer de gegevens van een ruime maand geleden in het werkblad “Blad1” (als je juli wint invullen het bestand van juni). Dit kan dmv een rechtermuisklik in dit werkblad en in dat menu “verversen” te kiezen. Je kan dan het bestand kiezen in de volgende dialoog.
- Kopieer van deze gegevens alle records van de laatste dag die NA 19h (wintertijd op die dag) of 20h (zomertijd op die dag), dus niet het record van 19/20h zelf. Plak deze in het werkblad “invoer” op rij 2.
- Is dit de eerste keer dat je het formulier gebruikt, dan moet je nu de hoofding instellen (die blijft daarna correct tot je software van het weerstation verandert). Volgende hoofdingen moeten ingesteld worden (datum en tijd zijn noodzakelijk, de andere enkel invullen als je die waarnemingen beschikbaar hebt):
 - **datum** (kolom met datums van de records)
 - **tijd** (kolom met tijdstip waarop het record is aangemaakt)
 - **TX** (kolom met maximale temperatuur)
 - **TG** (kolom met gemiddelde temperatuur)
 - **TN** (kolom met minimale temperatuur)
 - **RHG** (kolom met relatieve vochtigheid)
 - **WG** (kolom met gemiddelde windsnelheid)
 - **WR** (kolom met dominante windrichting)
 - **WX** (kolom met maximale windsnelheden)
 - **PG** (kolom met (gemiddelde) luchtdruk)
 - **RR** (kolom met neerslaghoeveelheid)
 - **RI** (kolom met neerslagintensiteit)
 - **GR** (kolom met globale straling)
 - **ET** (kolom met verdamping/evapotranspiratie)
 - In kolom BA staat de hoofding **WRT**, die hoort daar te blijven staan.
- Importeer nu de gegevens van de pas afgelopen maand in het werkblad “Blad1”.
- Kopieer alle records uit dit blad, zonder de hoofdingen bovenaan, en plak deze onder de andere records in het blad “invoer”. In het voorbeeldbestand zie je hoe het werkblad “invoer” gevuld zou moeten zijn.
- In maart springen de records van 1:xx naar 3:00 op het moment dat we overgaan van winter- naar zomertijd. Daar dien je de records vanaf 3:00 naar onder te schuiven naar waar ze zouden staan als dit gat er niet zou zijn (bij een interval van 10 minuten zijn dat 6 rijen). Anders worden de gegevens over een verkeerde periode berekend vanaf het moment dat de zomertijd in gaat voor die maand.
- Je kan nu in het werkblad van de betreffende maand kijken of de gegevens daar zijn ingevuld zoals je verwacht. Is dat in orde, dan kan je de eventuele gegevens van de zonneshijnduur nog invullen in de betreffende kolom AF.
- Zijn alle waarnemingen ingevuld en in orde, dan kopieer je in het werkblad van de maand de rijen 6-36 en kies je na een rechtermuisklik in cel A6 voor “plakken speciaal”

en dan de optie “waarden”. Hiermee zorg je ervoor dat de waarden volgende maand niet overschreven worden met die van de volgende maand.

- Daarna kan je het best het werkblad “invoer” en “Blad1” leeg maken op de hoofdingen na. Hiermee wordt de bestandsgrootte beduidend minder vooraleer je dit doormailt naar ons.

4 Waarnemersmodule

In de periode voor de waarnemersmodule werden alle waarnemingen verzameld door een verantwoordelijke binnen de VVW. Deze gegevens werden wel bijgehouden, maar niet echt georganiseerd op een manier dat deze snel beschikbaar zijn voor de buitenwereld. Hiervoor biedt de waarnemersmodule een oplossing. Van elke weeramateer kunnen de daggegevens opgeslagen worden, zodat deze in een centrale databank terecht komen. De in- en uitvoer gebeurt via de website. Via de website kunnen ook de gegevens op een eenvoudige manier opgevraagd worden. Zowel de dagelijkse metingen als klimatologische gegevens kunnen hier opgevraagd worden. Door deze nieuwe technologie kwam ook de mogelijkheid erbij om de metingen onderling te vergelijken, wat nu voor een aantal parameters gebeurt in de vorm van kaarten. De beschikbare parameters zijn beperkt tot neerslag, temperatuur, zonnestraling en bewolking omdat van andere metingen de afwijkingen door opstelling en/of apparatuur groter zijn dan door de plaats in ons land. De waarnemersmodule is bereikbaar via de URL

<http://www.weerkunde.be/waarnem/paginas/beheer/startpagina.php>

4.1 Een rondleiding door de site

Je komt in eerste instantie op de loginpagina, waar je je kunt aanmelden. Indien je wilt aanmelden als nieuw meetstation en je hebt nog geen gegevens, dan kan je naar de inschrijvingspagina (Inschrijven op het menu). Indien je geen weerstation hebt en wel de data wil bekijken, dan kan je inloggen met het gastaccount. Hiermee kan je alle gegevens van anderen bekijken, maar je kan zelf niets ingeven.

Op die inschrijvingspagina worden een aantal gegevens over jezelf en je station gevraagd. Deze invulvelden dienen allemaal zo juist mogelijk ingevuld te worden, het vak voor website mag leeg blijven indien je geen site hebt. Via je mailadres zal de administrator later je logingegevens doorgeven zodra hij je account geactiveerd heeft. Onder deze invulvelden staan de mogelijkheden van bij te houden waarnemingen. Elke meting die je wilt ingeven op de site moet hier aangevinkt worden, zodat deze geactiveerd wordt. Je kan dit later ook nog aanpassen als je geregistreerd en ingelogd bent. Je moet dan wel uitloggen en opnieuw inloggen om de wijzigingen correct door te voeren.

Na het inloggen heb je toegang tot de volledige waarnemersmodule. Je kan wel enkel je eigen gegevens aanpassen. Indien je met een eigen account inlogt, zie je standaard je eigen gegevens, met het gastaccount moet je eerst een station kiezen eer je gegevens kunt zien. De site structuur is als volgt (met een *: enkel beschikbaar als je de gegevens van je eigen station bekijkt):

- Kaarten (overzichtskaartjes van metingen)
 - Dagwaarden (kaartjes met metingen van 1 dag)
 - Maandwaarden (kaartjes met maandgemiddelden)

- Metingen (dagelijkse metingen van het gekozen station)
 - Upload gegevens (invoeren gegevens via bestand van eigen computer)*
 - Invoer gegevens (invoeren gegevens via formulier op de site)*
 - Grafieken (daggegevens in de vorm van een grafiek bekijken)
 - Daggegevens (daggegevens in tabelvorm bekijken, per maand)
- Klimaat (klimatologische gegevens van het gekozen station)
 - Dagextremen (normalen en extremen voor een bepaalde dag opzoeken)
 - Maandextremen (top 5 van extremen in een maand/seizoen/jaar)
 - Tabellen (overzicht van alle gemiddelden van een maand/seizoen/jaar per jaar en in totaal)
 - Grafieken (grafiek van normalen en extreme gemiddelden van een meting per maand)
- Beheer (kiezen van een te bekijken station, beheer eigen account)
 - Uitloggen
 - Over dit station (kort overzicht van stationsgegevens en gemeten waarden)
 - Andere waarnemers (lijst met waarnemers waarvan je gegevens kunt bekijken)
 - Mijn gegevens (je eigen stationsgegevens en welke gegevens je zelf meet)*



22: homepagina na inloggen

Er zijn enkele vast terugkerende elementen op elke pagina:

- Logingegevens (linksboven):
 - als wie je bent ingelogd
 - wiens gegevens je bekijkt (indien niet eigen station)
 - een link om naar je eigen gegevens te gaan (indien niet eigen gegevens)
 - een link om uit te loggen van de site
- Stijlschakelaar
 - Standaard layout: met paarse achtergrond zoals getoond
 - Hoog contrast: een witte achtergrond met zwarte tekst voor slechtzienden
- Hoofdmenu
- Submenu

4.2 Invoeren van waarnemingen

Het invoeren van waarnemingen op de waarnemersmodule is mogelijk op 2 manieren: via een formulier (geschikt voor een beperkt aantal dagen) of via een CSV-bestand (geschikt voor een groter aantal dagen). Een CSV-bestand is in feite een vrij eenvoudig tekstbestand met een bepaalde structuur in zijn inhoud, wat je eenvoudig met Excel kunt bewerken.

4.2.1 Via formulier

Je komt op het invulformulier terecht via *Metingen > Invoeren waarnemingen*. In dit formulier staat voor elk gegeven dat je bij de registratie hebt aangevinkt een invulveld. Het is dus normaal dat niet elk veld dat hieronder wordt opgesomd voor jou aanwezig is.

- Weerelementen: aanvinken wat die dag is voorgekomen
- Zon
 - Bewolkingsgraad: kies uit de lijst wat voor die dag geldt (helder, ...)
 - Zonneschijnduur: vul de uren zon in (als uren:minuten zoals 10:40 of het aantal uren als decimaal getal zoals 10.7)
 - Straling: vul de hoeveelheid globale straling hier in, afgerond op een geheel getal en uitgedrukt in J/cm²
 - Opmerking: zonneschijnduur en bewolking kunnen niet samen voorkomen in 1 formulier omdat het ene het andere automatisch vastlegt.
- Temperatuur
 - Vul de passende temperatuur in elk veld in, afgerond op 0.1°C of 1°C.
- Neerslag en druk
 - Hoeveelheid: het aantal gevallen mm neerslag voor die dag afgerond op 0.1 of 1 mm
 - Max. intensiteit: de hoogste neerslagintensiteit voor die dag, afgerond op 0.1 of 1 mm/uur
 - Verdamping: de opgetreden verdamping voor die dag in mm (afgerond op 0.1 mm). Dit wordt vermeld als “evaporation” of “ET” bij automatische weerstations en kan enkel gemeten worden als er een stralingsmeter is.
 - Luchtdruk: de gemiddelde luchtdruk in hPa.
- Vochtigheid
 - Vul de minimale, gemiddelde en maximale relatieve luchtvochtigheid hier in, gemeten in %.
- Wind
 - Richting: met de passende afkorting invullen (N, NNO, NO, ...)
 - Max stoot: de maximale windstoot voor die dag in km/h
 - Gemiddelde: de gemiddelde windsnelheid in km/h

Als een bepaalde sensor een storing heeft waardoor er een meting ontbreekt, dan kan je in het betreffende veld aangeven dat er een storing was door --- in te vullen.

Standaard stelt het formulier voor om nieuwe gegevens aan te vullen voor eerste dag waarvan nog geen gegevens ingevuld zijn sinds je laatste invoer. Soms kan het ook voorkomen dat je een typefout hebt gemaakt bij een eerdere waarneming of enkele dagen wilt overslaan omwille van een vakantieperiode. In dat geval kan je in het bovenste datumveld een andere datum invullen en dan op “Laad gegevens op” klikken. De datum van het formulier wordt dan gewijzigd, en indien er gegevens beschikbaar zijn worden die al vooraf ingevuld. Op die manier hoeft je enkel maar in te vullen wat gewijzigd of nieuw is.

Er is een beperkte validatie op het formulier om typefouten op te vangen, zoals per ongeluk een luchtdruk van 101 hPa ingeven of een hogere minimumwaarde dan maximumwaarde, zodat deze snel gecorrigeerd kunnen worden. Dit zal zeker niet alle fouten wegfilteren, dus is het nog steeds nodig om je aandacht erbij te houden. Het is bijvoorbeeld wel mogelijk om een minimumtemperatuur van -5°C in de zomer in te geven.

4.2.2 Via upload

Velen onder ons houden hun waarnemingen bij in een Excelbestand, waardoor het voor hen handig is om bestanden via de site te kunnen opladen, waarna deze automatisch worden ingelezen. Hier is ook iets voor voorzien onder het menu *Metingen > Upload gegevens*. Hier is een invoerveld voorzien om een bestand op te laden. Er is op die pagina ook een voorbeeldbestand beschikbaar waarin je kunt zien hoe alles moet ingevoerd worden. Na het inlezen zal je indien alle gegevens in orde waren meteen doorverwezen worden naar de pagina waar je je metingen kunt bekijken. Zijn er wel problemen met de gegevens, dan worden deze opgesomd in een scherm met witte achtergrond.

Inhoud van het bestand

In de eerste rij staat een hoofding, zodat we weten in welke kolom welk gegeven staat. In de volgende rijen staat voor elke dag een meting. Je mag kolommen verwijderen of van plaats verwisselen, maar de namen zelf in de hoofding mogen niet veranderd worden. Dus niet bijvoorbeeld Tmax hernoemen naar maximumtemperatuur. Anders zal de kolom niet herkend worden en de bijhorende gegevens niet ingelezen worden.

De namen van de hoofdingen (hoofdlettergevoelig!) met bijhorende betekenis zijn:

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| • datum | • Tmax |
| ○ Datum waarneming | ○ Maximumtemperatuur |
| • regen | • Tmin |
| ○ Weerelement regen | ○ Minimumtemperatuur |
| • sneeuw | • Tgras |
| ○ Weerelement sneeuw | ○ Grasminimumtemperatuur |
| • hagel | • Pgem |
| ○ Weerelement hagel | ○ Gemiddelde luchtdruk |
| • onweer | • zonduur |
| ○ Weerelement onweer | ○ Zonneschijnduur |

- bewolking
 - Bewolkingsgraad
- straling
 - Globale straling
- neerslag
 - Neerslaghoeveelheid
- NSint
 - Maximale neerslagintensiteit
- ET
 - Verdamping
- Vmin
 - Minimum relatieve vochtigheid
- Vgem
 - Gemiddelde relatieve vochtigheid
- Vmax
 - Maximum relatieve vochtigheid
- WR
 - Windrichting
- WSNmax
 - Maximale windstoot
- WSN24
 - Gemiddelde windsnelheid

De inhoud van elk veld voor de meetwaarde moet als volgt opgemaakt zijn:

- Datum (dag/maand/jaar als 10/05/2012)
- Weerelementen: 0 als het niet is voorgekomen, 1 of x als het wel is voorgekomen.
- Zon
 - Bewolkingsgraad: waarde van 1 tot 5, overeenstemmend met de code die we in het gewone waarnemingsformulier gebruiken.
 - Zonneschijnduur: vul de uren zon in (als uren:minuten zoals 10:40 of het aantal uren als decimaal getal zoals 10.7)
 - Straling: vul de hoeveelheid globale straling hier in, afgerond op een geheel getal en uitgedrukt in J/cm²
 - Opmerking: zonneschijnduur en bewolking dienen niet samen voor te komen omdat het ene het andere automatisch vastlegt.
- Temperatuur
 - Vul de passende temperatuur in elk veld in als decimaal getal, afgerond op 0.1 °C of 1 °C.
- Neerslag en druk
 - Hoeveelheid: het aantal gevallen mm neerslag voor die dag afgerond op 0.1 of 1 mm
 - Max. intensiteit: de hoogste neerslagintensiteit voor die dag, afgerond op 0.1 mm/h of 1 mm/h
 - Verdamping: de opgetreden verdamping voor die dag in mm (afgerond op 0.1 mm). Dit wordt vermeld als “evaporation” of “ET” bij automatische weerstations en kan enkel gemeten worden als er een stralingsmeter is.
 - Luchtdruk: de gemiddelde luchtdruk in hPa.
- Vochtigheid
 - Vul de minimale, gemiddelde en maximale relatieve luchtvochtigheid hier in, gemeten in % en afgerond op gehele getallen. Het %-teken zelf dient hier niet bij te staan.

- Wind
 - Richting: met de passende afkorting invullen (N, NNO, NO, ...), de Engelse variant mag ook (NE, SSW)
 - Max stoot: de maximale windstoot voor die dag in km/h (geheel getal)
 - Gemiddelde: de gemiddelde windsnelheid in km/h (geheel of 1 decimaal na de komma)

Een ontbrekend gegeven kan aangegeven worden door ---. Excel kan soms problemen geven doordat het dit probeert te interpreteren als een formule, wat niet correct is. Door '---' te typen wordt dit wel aanvaard. Het aanhalingsteken geeft dan aan dat dit geen formule is, maar letterlijke tekst.

Opslaan als CSV-bestand

Om dit bestand in te kunnen lezen is het wel vereist dat het bestand een CSV-bestand is. Excel zal dit niet standaard op deze manier opslaan. Om dit te doen moet je in Excel kiezen voor "Opslaan als". Er komt dan een dialoogvenster waarin je kunt kiezen waar je het bestand gaat opslaan en hoe je het wilt noemen. Je kan daar onder de bestandsnaam de indeling kiezen. Daar kies je voor "CSV (gescheiden door lijstscheidingstekens) (*.csv)". Het kan zijn dat de tekst licht afwijkt, maar er moet zeker *.csv in staan. Zodra dit gebeurd is, kan je op "Opslaan" klikken. Daarna komt er hoogst waarschijnlijk nog een boodschappenvenster tevoorschijn dat je verwittigt dat er bepaalde functies of opmaak verloren zal gaan. Hier klik je op "Ja". Soms is er ook een venster dat zegt dat er slechts 1 werkblad kan opgeslagen worden, ook hier mag je op "Ja" klikken. Zorg er in dit geval wel voor dat je op het moment van opslaan ook op het werkblad zit waar je gegevens staan die opgeslagen moeten worden.

Een oud CSV-bestand dat je opnieuw opslaat, zal standaard opnieuw als CSV-bestand opgeslagen worden. Hiervoor hoeft je voorgaande stappen dus niet meer te doorlopen. Enkel de dialoogvensters kunnen dan nog verschijnen.

5 Bijzonder weer

Bijzonder weer heeft een apart formulier dat naar de verantwoordelijke voor de inzendingen voor het artikel “Bijzonder weer” mag verstuurd worden. Dit formulier is inbegrepen in het pakket formulieren dat we bij kennismaking met nieuwe leden verzenden.

Er worden enkele gewone dagelijkse gegevens ingevuld op dit formulier, namelijk de minimum- en maximumtemperatuur, de grasminimumtemperatuur en de neerslaghoeveelheid. Dit betreffen dezelfde waarden als die we op het gewone waarnemingsformulier invullen.

Bovenaan op de pagina zijn 2 balken te vinden, welke kunnen gebruikt worden voor waarnemingen i.v.m. onweer en sneeuw.

5.1 Waarnemingen van onweer.

Als een bijzonder weerverschijnsel, zoals een frontpassage vooral onweer veroorzaakt, zal dit verschijnsel in zijn geheel bij 'onweer' behandeld worden. Dit is ook het geval bij verschijnselen die een duidelijke correlatie met de elektrische activiteit vertonen zoals bijvoorbeeld hagel. Onderstaand zijn de symbolen die we gebruiken voor de verschillende onweerssituaties.

- $\mathbb{R}$ = onweer op afstand (> 10 km, donder hoorbaar)
- $\mathbb{K}$ = alleen donder
- $\angle$ = alleen weerlicht
- $\mathbb{R}^\bullet$ = onweer met regen
- $\mathbb{R}^\wedge$ = onweer met hagel
- $\mathbb{R}^*$ = onweer met sneeuw (en eventueel regen)
- $\mathbb{R}$ = onweer op minder dan 10km afstand zonder neerslag
- $\mathbb{R}^{\oplus}$ = onweer met veel opwaaiend stof/zand

Nog even kort herhalen dat we slechts van een onweersdag spreken indien er op het station minstens één donderslag werd gehoord. Weerlicht alleen is dus niet voldoende om van een onweersdag te spreken! Je mag waarnemingen van weerlicht echter wél insturen.

Tijdens het onweer is het belangrijk om de waarnemingen zeer precies uit te voeren. Dit in verband met het mogelijk lokaliseren van onweershaarden en om eventueel vergelijkingen met radarkaarten mogelijk te maken. Zet als er onweer op komst is je horloge dan ook gelijk met een tijdsein (telefoon, radio of via TV).

Enkele waarnemingen waar je speciaal kan op letten zijn:

- Bij zomers onweer: de verschillende wolkensoorten die voor en na het onweer voorkomen.
- Eventuele registraties van luchtdruk, temperatuur en luchtvochtigheid.
- De hoeveelheid neerslag (+ eventuele neerslagvormen) die tijdens de bui viel en eventueel registraties hiervan.

Een interessante tip kan zijn om in plaats van alle gegevens te noteren, gebruik te maken van een bandrecorder met microfoon in combinatie met een radio. Op de magneetband wordt nu zowel de bliksem ("de kraker" in de radio), als de donderslag (de microfoon vlak bij een open raam opstellen) vastgelegd. Zo hoef je geen seconden te tellen en ook andere gegevens kunnen worden ingesproken zonder dat je daarbij tijd verliest aan het opschrijven ervan. Naderhand kan je dan rustig alle gegevens op het formulier overnemen.

Als de bliksem heel dichtbij inslaat, probeer dan te ontdekken waar dat precies gebeurde (neem desnoods foto's) en ga de gevolgen ervan na. Let daarbij dan op volgende zaken:

- Was er een bliksem afleider in de buurt? Zo ja, waar?
- Regende het tijdens de inslag?
- De precieze plaats en tijdstip (in lokale tijd).
- Maak een korte beschrijving van de omgeving. Waren er hoge punten dichtbij?
- Werde er een zogenaamde "zwaveldamp" geroken meteen na de inslag?
- Welke grondsoort vind je terug op de plaats van de inslag?
- Waren er in het gebouw of in de buurt grote massa's metaal?
- Bij een inslag in een boom: welke soort boom?
- Wat was de uitwerking op het getroffen dier/voorwerp? Volgde er brand?
- Werde er een bolbliksem gezien? Gegevens daarvan?...

5.2 Waarnemingen van sneeuw

Sneeuwmeldingen hoeven enkel doorgegeven te worden in één van de volgende situaties:

- Er is een meetbare hoeveelheid neerslag met sneeuw gevallen (er mag voor of na de periode met sneeuw gewone regen gevallen zijn)
- De grond is bedekt met een (eventueel onderbroken) sneeuwlaag

In de bovenste rij van de balk voor sneeuwwaarnemingen vullen we de aard van de neerslag in. Hiervoor zijn volgende mogelijkheden voorzien:

- * Sneeuw: Dit is neerslag van ijskristallen waarvan de meeste (soms stervormig) vertakt zijn. De kristallen kleven boven -10°C gemakkelijk tot vlokken aaneen.

-  Regen en sneeuw die valt als gemengde neerslag. Dit is niet altijd gemakkelijk waarneembaar omdat de sneeuw soms bijna helemaal gesmolten is. Tegen een raam zijn de kristallen echter wel nog duidelijk te zien. Let op: natte sneeuw is iets anders. Deze kan immers ook zonder gelijktijdige regen optreden, namelijk bij temperaturen boven 0°C. 'Droge' sneeuw valt alleen bij temperaturen onder nul.
-  Motsneeuw. Dit is neerslag van zeer kleine, witte en ondoorzichtige ijskorreltjes welke min of meer afgeplat of langwerpig zijn en een diameter bezitten die over het algemeen kleiner is dan 1 mm. Motsneeuw valt meestal uit stratus en nooit uit buien en de hoeveelheden zijn altijd zeer gering.
-  Korrelsneeuw en korrelhagel. Korrelsneeuw is neerslag van witte, ondoorzichtige ijskorreltjes die bolvormig, soms kegelvormig zijn en een diameter bezitten van ongeveer 2 mm à 5 mm. Ze zijn broos en gemakkelijk samen te drukken. Korrelsneeuw ontstaat bij buiig weer en bij temperaturen om het vriespunt. Ze wordt dikwijls afgewisseld door regen, sneeuw en korrelhagel. Korrelhagel bestaat uit sneeuwkorreltjes die omgeven zijn door een dun laagje ijs. De korrels zijn bolvormig of onregelmatig gevormd, maar zelden kegelvormig. De diameter van de korrels bedraagt hoogstens 5 mm. Korrelhagel valt meestal bij temperaturen boven nul en tijdens buig weer. De korrels springen ook met een hoorbaar geluid op van de grond.
-  Hagel: neerslag van ijsknikers of ijsbrokken waarvan de middellijn 5 mm tot 50 mm of nog meer kan bedragen en die, hetzij los, hetzij in onregelmatig samengeklonterde brokken valt. Het verschil met korrelhagel zit hem in de afmeting van de korrels. Hagel treedt vaak op bij een zomers onweer en is in de winter niet altijd algemeen.
-  Ijsregen. De vorm van deze korrels is ongeveer gelijk aan die van korrelhagel. De diameter ervan bedraagt hoogstens 5 mm. Ijsregen bestaat uit bevroren regendruppels of grotendeels gesmolten en weer bevroren sneeuwvlokken. De korrels bestaan uit helder ijs. Vaak is het een voorteken van dooi en wordt ijsregen gevolgd door regen.
-  Onderkoelde regen of motregen. Regen, respectievelijk motregen waarvan de druppels bevriezen zodra ze in aanraking komen met de grond of andere voorwerpen. De temperatuur van de grond en van de voorwerpen moet omstreeks of beneden het vriespunt liggen. De zo gevormde ijslaag wordt ijzel genoemd. Verwar dit niet met ijsregen waarvan de druppels al tijdens de val bevroren zijn!
-  Ijsnaalden. Dit zijn onvertakte ijskristallen in de vorm van naalden, zuilen en plaatjes. Ze zijn dikwijls zo klein, dat het lijkt of ze zweven. Ze kunnen zowel uit een bewolkte als uit een heldere hemel vallen en dit alleen maar voor bij strenge vorst.

- Driftsneeuw. Driftsneeuw is geen neerslag, maar sneeuw die door een sterke wind wordt opgewerveld. Wordt er alleen maar driftsneeuw waargenomen zonder dat er ook effectief neerslag valt, dan is uit geen sneeuwdag. Wél vormen zich dan vaak sneeuwduinen zodat het toch wel een belangrijk verschijnsel betreft dat op het formulier moet ingevuld worden. Er is sprake van twee vormen:
 - ➦ Lage driftsneeuw. Sneeuw die door de wind tot geringe hoogte boven de grond wordt opgewerveld en het horizontale zicht op ooghoogte (tot 1.80 meter) niet merkbaar vermindert.
 - ➦ Hoge driftsneeuw. Sneeuw die door de wind hoog boven de grond wordt opgewerveld zodat het horizontale zicht op ooghoogte erg slecht is.

In de onderste balk kan de sneeuwhoogte in cm doorgegeven worden. Dit betreft de maximale sneeuwhoogte die is opgetreden voor die waarnemingsperiode (dus 18-18h UTC). Het is de bedoeling dat de sneeuwhoogte op een open plaats wordt gemeten waar de sneeuw niet opgehoopt ligt, bij voorkeur op een gazon omdat de ondergrond ook een belangrijk verschil kan maken. Is de sneeuwlaag onderbroken, dan noteren we een “R” in de balk.

In het geval dat er sneeuwduinen zijn, kan hier ook vermelding van worden gemaakt. Deze duinen dienen wel op relatief vlakke ondergrond gevormd te zijn, dus niet aan greppels of sloten.

5.3 Beschrijvende waarnemingen

Niet alles kan met een eenvoudig symbooltje of getal worden beschreven, dus is er op het formulier rechts ook een grote ruimte voorzien om bijzondere weersituaties te beschrijven. Het is beter om enkel de echt bijzondere verschijnselen een beperkt aantal dagen te beschrijven dan om van elke dag een korte beschrijving van het weer te noteren. Het verslag mag vrij lang zijn bij extreme situaties, desnoods kan je op de achterkant van het formulier verder schrijven of zelfs een extra blad toevoegen.

6 Optische verschijnselen

6.1 Wat zijn optische verschijnselen?

Lichtstralen kunnen niet ongehinderd door de dampkring dringen. Ze ontmoeten allerlei deeltjes, zoals waterdruppeltjes, stofjes of ijskristalletjes. Die deeltjes hebben elk hun specifieke uitwerking op lichtstralen, en leiden zo elk tot bepaalde verschijnselen aan de hemel. Met name regelmatig gevormde deeltjes, zoals waterdruppeltjes en ijskristalletjes, hebben spiegelende en lichtbrekende eigenschappen waardoor ze in staat zijn het invallende licht elders aan de hemel of in het landschap te bundelen. Die lichtbundeling gaat vaak gepaard met kleurschifting en gebeurt ten opzichte van bepaalde vaste punten aan de hemel, zoals de lichtbron zelf of het zenit. Daarom hebben deze lichtverschijnselen veelal de gedaante van een boog of een cirkel. Omdat al deze verschijnselen te verklaren zijn door middel van de leer van het licht, de optica, worden ze optische verschijnselen genoemd. Strikt genomen zijn dit dus geen meteorologische verschijnselen maar alleen natuurkundige: het voorkomen van de verschijnselen staat natuurlijk wel in nauw verband met de weergesteldheid en omdat weerkundigen nu eenmaal de hele dag door met hun hoofd in de wolken lopen, maken ze ook de meeste kans om deze dingen te zien te krijgen.

PAR	Parhelische ring	LOW	Boog van Lowitz
ZUIL	Zuil	CIR	Circumzenitale en –horizontale boog
KK	Kleine kring (22° halo)	LN	Lichtende nachtwolken
GK	Grote kring (46° halo)	R	Regenboog
LBZ/RBZ	Bijzonnen (links of rechts)	IRI	Irisatie
BER/BOR	Beneden- en bovenraakboog (22°)	KR	Krans
OH	Omhullende halo	P	Poollicht
PY	Parryboog	DB	Dauwboog
INF/SUP	Infralaterale/supralaterale boog (46°)	MB	Mistboog
		PW	Parelmoerwolk

6.2 Maten

6.2.1 Plaats in de hemelkoepel

De hemel boven zich kan men opvatten als een halve bolvormige koepel. Twee punten daarop kunnen we verbinden door een lijn die op een bol echter een cirkeldeel vormt. De afstand tussen twee punten moet dus worden uitgedrukt in cirkeldelen oftewel hoekgraden. Een cirkel omvat 360 graden. De hemelkoepel dus 180 graden, van horizon tot horizon. Bij het bepalen van de hoogte aan de hemelkoepel noemen ze de horizon 0 graden; het punt recht boven ons hoofd, het zenit, staat zo dus op 90 graden boven de horizon. De poolster staat in ons land op 51 graden boven de horizon. Behalve de hoogte van een punt aan de hemel moet voor de plaatsbepaling ook de windrichting ervan worden aangegeven. Daartoe is de horizon rondom onderverdeeld in 360 graden. Hoekafstanden, gemeten langs de horizon worden azimuth-

afstanden genoemd. Bijvoorbeeld: de azimuthale afstand tussen noordoost en zuidoost is 90 graden. Dit geldt dus voor alle hoogten aan de hemel, ook nabij het zenit!

6.2.2 Afmetingen schatten

In sommige gevallen is het nodig om de afmetingen van een verschijnsel te schatten om te bepalen welke soort het juist is. Er zijn enkele eenvoudige richtlijnen om dit in het vrije veld te bepalen. Bij al deze methodes wordt gekeken naar je eigen hand, dat je met gestrekte arm in het zichtveld houdt.

- Afstand tussen top van duim en pink bij uitgespreide vingers: 20°
- Breedte handpalm: 10°
- Dikte wijsvinger: 1-2°

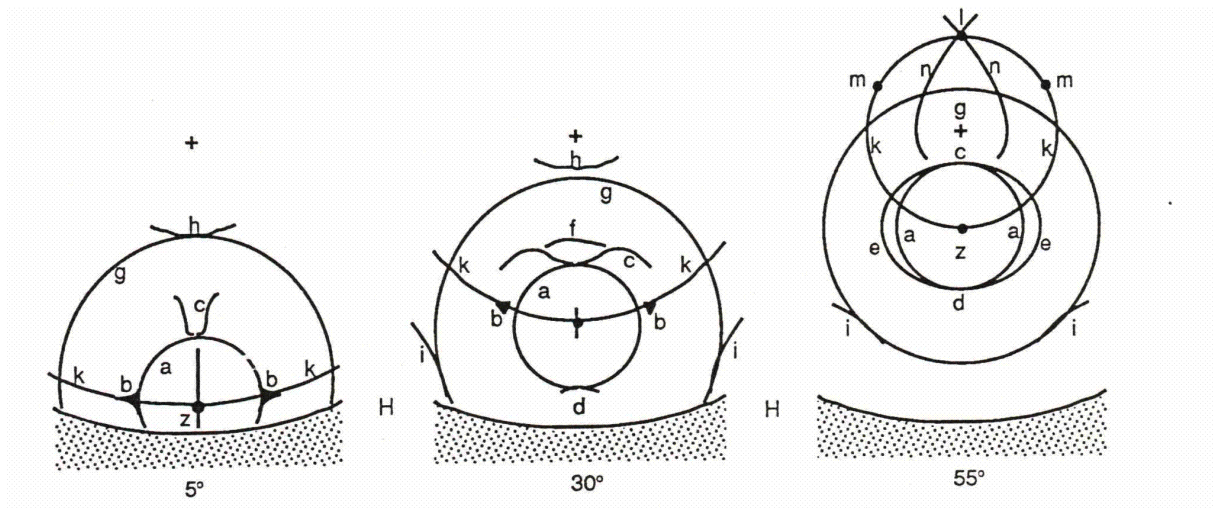
Voor al de bepaling van de 20° afstand is handig, want hiermee kan je snel bepalen of een halo op ongeveer 22° van de zon zit, of eerder op 46°. Is de afstand tussen zon en halo ongeveer even veel als de afstand tussen pinktop en duimtop, dan is het een 22° halo, is de afstand eens zo groot, dan is het een 46° halo.

6.3 De verschijnselen

De meeste optische verschijnselen zijn in 2 hoofdgroepen te verdelen: de ijshalo's, die worden gevormd licht dat invalt op ijskristallen en de waterverschijnselen die worden gevormd door licht dat invalt op waterdruppels. De lichtende nachtwolken en het poollicht vormen een uitzondering en vallen niet binnen deze verdeling en treden op in de hogere atmosfeer, buiten het weergebeuren. Voor al deze optische verschijnselen is er een site met zeer uitgebreide informatie te vinden op <http://www.atoptics.co.uk>.

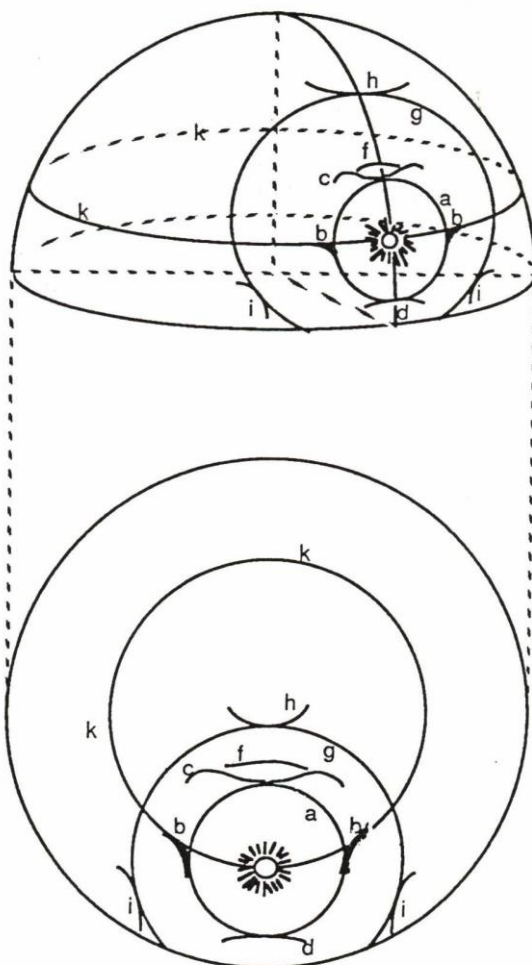
6.3.1 Ijshalo's

De term haloverschijnselen vormt de verzamelnaam van een grote groep optische verschijnselen die worden teweeggebracht door ijskristalletjes. Door de veelvormigheid van de ijskristalletjes kunnen zich tal van uiteenlopende halovormen voordoen. Sommige ervan zijn heel gewoon, maar er zijn ook vele halovormen die maar heel zelden te zien zijn. In onderstaand overzicht worden de belangrijkste halovormen genoemd. Het spreekt van zelf dat bijvoorbeeld door onregelmatigheden van de bewolking, de haloverschijnselen lang niet altijd compleet zijn. Vaak is bijvoorbeeld maar één bijzon te zien of maar een stukje van de kleine kring. Wij wijzen erop dat voor wie zich in deze materie echt wil verdiepen, er goede literatuur bestaat. Een overzicht is opgenomen aan het einde van deze handleiding. Hieronder zijn enkele afbeeldingen toegevoegd om een idee te hebben van waar elke halo zich vormt. In de onderstaande afbeelding zijn enkele vaste elementen terug te vinden: de lijn H is de horizon, de + is het zenit en het punt z is de zon zelf. In deze afbeelding is te zien hoe halo's van vorm kunnen veranderen bij een andere zonshoogte (die staat onder elke afbeelding).



23: optische verschijnselen bij kijkrichting naar de zon

De afbeelding op deze pagina is een 3D-afbeelding van vele mogelijke haloverschijnselen, met daaronder een bovenaanzicht van dezelfde verschijnselen. In ons overzicht van de mogelijke haloverschijnselen zullen we ook verwijzen naar de letters die bij elke halo in deze afbeeldingen staan.



- a. Kleine kring of 22° halo
- b. 22° bijzonnen
- c. Bovenraakboog
- d. Benedenraakboog
- e. Omhullende halo
- f. Boog van Parry
- g. Grote kring of 46° halo
- h. Circumzenitale boog
- i. Infralaterale boog
- j. Zuil
- k. Parhelische ring
- l. Tegenzon
- m. 120° bijzonnen
- n. Wegener boog

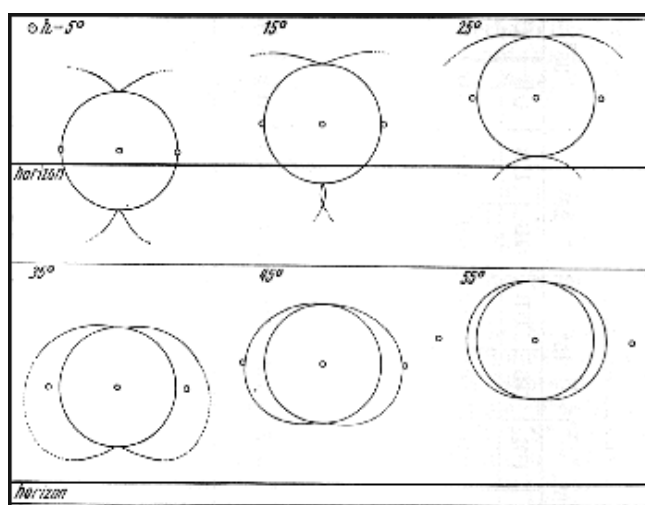
24: optische verschijnselen aan de hemelkoepel (3D)

22° halo of kleine kring (a)

Ontzaglijk groot lijkt deze kring om de zon voor wie hem voor het eerst ziet. Deze kring is het algemeenste haloverschijnsel. Dit komt omdat de verantwoordelijke zeszijdig zuilvormige ijskristalletjes in willekeurige volgorde rondom de zon mogen georiënteerd zijn. Hierdoor wordt het zonlicht langs alle kanten gebroken en verlaat het ijskristal onder een minimale brekingshoek van 22°. Vandaar dat deze kring voor onze ogen zichtbaar wordt op een straal van 22°. De hoek van 22 graden kunnen we ongeveer aflezen aan de afstand tussen de toppen van pink en duim als we bij gestrekte arm naar de wijd gespreide hand kijken. Bij de kleine kring is de kleurscheiding niet zo sterk en valt meestal vooral de rode kleur op. Deze halo komt zeer regelmatig voor, maar is meestal niet zo fel.

Bijzonnen (b)

Dit zijn heldere, gekleurde lichtvlekken aan weerszijden van de zon. Bij de maan spreken we van bijmanen. Vaak is er maar één van beide te zien. Bijzonnen zijn het resultaat van lichtbreking in zeshoekige platte en horizontaal georiënteerde ijskristalletjes. Er zijn dus al iets meer voorwaarden nodig om deze halo's te zien in vergelijking met de kleine kring. Om zich horizontaal te gaan leggen heb je al een vrij rustige atmosfeer nodig. Naarmate de zon hoger aan de hemel komt, verwijderen de bijzonnen zich van de kleine kring, waaraan ze raken als de zon aan de horizon staat. Soms zijn de bijzonnen langgerekt en nemen ze de vorm van een verticaal boogje aan. Dan zien we het begin van de bogen van Lowitz, die zich in hun volledige ontwikkeling uitbreiden tot aan de kleine kring onder de bijzonnen. Bijzonnen kunnen soms extreem helder worden, tot bijna oogverblindend omdat er soms zeer veel zonlicht op éénzelfde plaats wordt gebroken. Soms is enkel de rode kleur zichtbaar, maar soms zijn ook de andere kleuren mooi te zien. Bijzonnen komen ook zeer regelmatig voor, de bogen van Lowitz zijn daarentegen zeer zeldzaam. Bij zonnestanden van meer dan 60° hoogte vallen de zonnestralen te schuin in op de ijskristallen zodat de bijzonnen verdwijnen.

Benedenraakboog (c), bovenraakboog (d) en omhullende halo (e)

25: verloop vormen met de zonshoogte

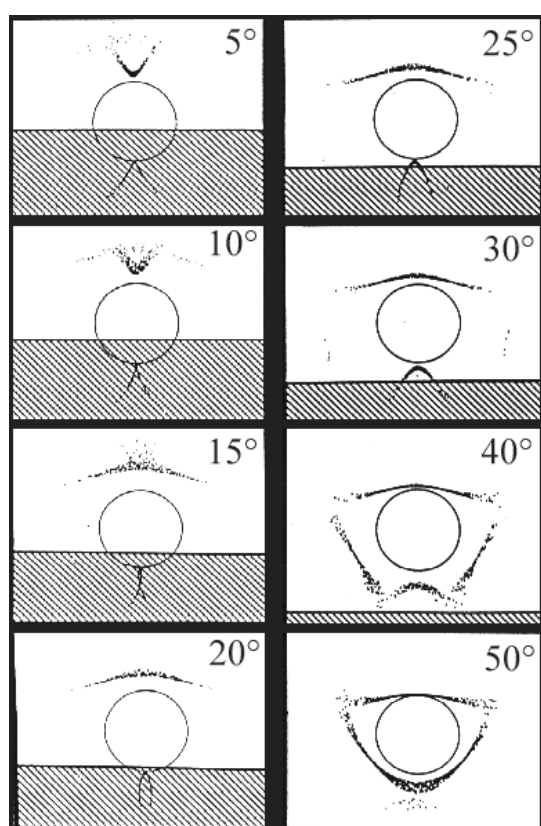
Deze 3 optische verschijnselen zijn zeer sterk aan elkaar gerelateerd en worden allen door dezelfde soort (zuilvormige) ijskristallen gevormd. De beneden- en bovenraakboog worden bij een lage zonnestand gevormd. Dit zijn bogen die aan de onder- en bovenkant van de kleine kring raken en daarvan een stukje weg buigen. Bij een hoge zonnestand (vanaf ca. 30° zonshoogte) kunnen de raakbogen aan elkaar groeien en vormen ze samen de omhullende halo.

Bij zeer hoge zonnestanden komt de omhullende halo zeer dicht bij de kleine kring te liggen, waardoor het soms moeilijk is om deze van elkaar te onderscheiden, zeker als slechts een van

beide aanwezig is. Bij de omhullende halo zullen de kleuren wel veel mooier gescheiden zijn en zijn groen en blauw bijna altijd goed zichtbaar. Deze halo kan ook veel feller worden dan de kleine kring.

Boog van Parry (f)

De boog van Parry is een eerder zeldzame halo die slechts een paar keer per jaar in ons land gezien wordt. In feite zijn er 4 verschillende bogen met deze naam die elk bij een andere zonshoogte zichtbaar worden. Wat de bogen van Parry wel allemaal gemeenschappelijk hebben is dat ze samen optreden met de beneden-, bovenraakboog of omhullende halo omdat dezelfde zuilvormige ijskristallen die nodig zijn voor de parryboog ook voornoemde halo's vormen. Ze ontstaan in zeer uitzonderlijke atmosferische omstandigheden waarbij de oriëntatie van het kristal aan tal van voorwaarden moet voldoen.



Bij lage zonnestanden ($< 10\text{--}15^\circ$) kan de Parryboog zichtbaar zijn als een V-vorm tussen de benen van de bovenraakboog. Deze wordt soms ook de bovenste convexe parryboog genoemd. Dit is een eerder zeldzame vorm.

Vanaf $5\text{--}10^\circ$ zonshoogte kan er boven de bovenraakboog nog een tweede soort parryboog verschijnen. Dit is een boog die een eindje boven de bovenraakboog hangt als een “deksel” zonder deze te raken. Dit is de soort die het meest wordt gezien en wordt de concave bovenste parryboog genoemd. In zeldzame gevallen kunnen beide bovenste parrybogen tegelijk gezien worden bij zonshoogtes rond 10° . Hoe hoger de zon staat, hoe korter dit boogje bij de kleine kring zal staan.

Ook nabij de benedenraakboog of onder de omhullende halo kunnen Parrybogen gevormd worden, maar die kunnen nooit eerder zichtbaar

26: verloop vormen parryboog met zonshoogte

worden dan wanneer de zon hoger dan 25° staat. Bij die hoogte is de parryboog een ondersteboven V die tussen de benen van de benedenraakboog staat. Dit wordt de onderste convexe parryboog genoemd. Deze is zeer zeldzaam. Bij zonshoogtes van meer dan $35\text{--}40^\circ$ ontstaat deze ook niet meer.

Bij nog grotere zonshoogtes van meer dan 40° kan onder de kleine kring ook nog een 4^{de} soort parryboog ontstaan die als een ondiepe kom onder de kleine kring zal gevormd worden. Dit is de onderste concave parryboog. Dit is een bijzonder zeldzame soort.

Grote kring of 46° halo (g)

De grote kring heeft een straal van 46 graden en ligt dus ruim tweemaal zover van de zon dan de kleine kring. Net als bij de kleine kring is rood meestal de duidelijkst zichtbare kleur, maar de helderheid van de grote kring is zwak, slechts ongeveer 1/6 van die van de kleine kring. Doorgaans zijn maar (kleine) gedeelten te zien. Door de zwakke lichtsterkte van deze halo is ze zeer zeldzaam in onze streken. Er zijn wel andere halo's die bij bepaalde zonshoogtes bijna samenvallen met de grote kring, waardoor het onderscheid zeer moeilijk kan zijn. Als richtlijn kan men aannemen dat, als de kleine kring niet zeer helder is of er een duidelijke boven- en onderraakboog of omhullende halo is, de halo op 46° vrijwel zeker geen grote kring is.

Circumzenitale en circumhorizontale boog (h)

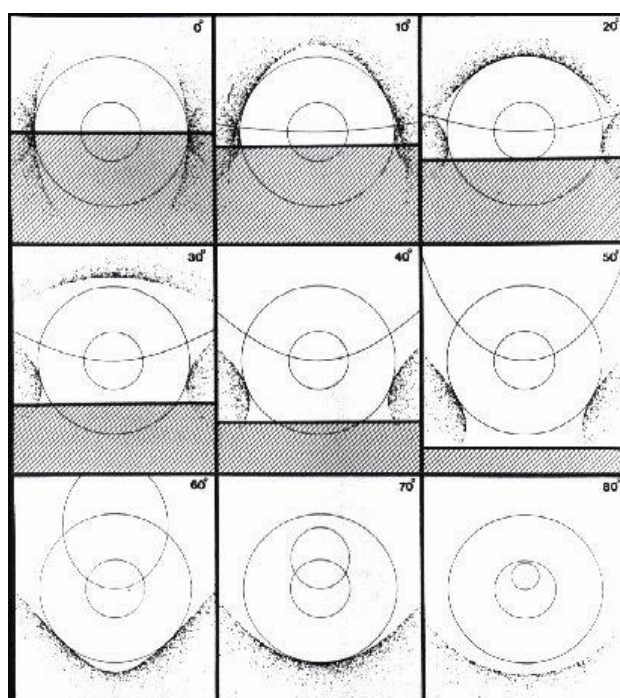
Deze 2 bogen worden op samen dezelfde manier gevormd en kunnen min of meer beschouwd worden als de boven- en onderraakboog van de 46° halo, al klopt dit niet helemaal. Meestal staan deze bogen wat verder dan 46° van de zon. Deze halo's zijn een zeer kleurrijke verschijning, waarbij de circumzenitale boog in onze streken met voorsprong de algemeenste is van beide. De boog verschijnt op ongeveer 46° boven de zon, dus al vrij ver naar het zenit toe en is een boog die het zenit als middelpunt heeft. De kleuren zijn zeer helder, soms bijna als bij een regenboog. De circumzenitale boog wordt nooit langer dan ongeveer 1/3 van een cirkel en meestal nog iets korter. Is de cirkel volledig, dan gaat het over de bijzonder zeldzame Kern boog. De circumzenitale boog ontstaat enkel bij zonshoogtes onder 32° en is op haar mooist bij zonshoogtes rond 20°. Deze boog wordt vrij regelmatig gezien. Aan de basis van het ontstaan van deze boog liggen dezelfde ijskristalletjes als degene die de gewone bijzonnen doen ontstaan. Het zonlicht valt hier echter wel in op de boven- en onderkant van het kristal en verlaat deze langs de zijvlakken onder een brekende hoek van 46°. Ga dus bij felle bijzonnen ook op zoek naar de aanwezigheid van de circumzenitale boog.

De circumhorizontale boog is bij ons veel zeldzamer omdat de zon minstens 58° boven de horizon moet staan om deze zichtbaar te maken. Dat is bij ons enkel in juni en begin juli rond het middaguur het geval. Dit is wel de spectaculairste halo om te zien, omdat ze zeer groot en soms zelfs mooier gekleurd dan een regenboog kan zijn. De verschijning is in haar mooiste vorm een gekleurde band die kort boven de horizon hier parallel mee loopt. In veel gevallen zullen slechts fragmenten van de boog te zien zijn.

Infralaterale en supralaterale boog (i)

Deze bogen zijn in feite de echte raakbogen van de grote kring, hoewel ze helemaal niet lijken op hun neven van de kleine kring. Er zullen vrijwel altijd een zeer heldere boven- en benedenraakboog van de kleine kring zijn als deze halo's verschijnen. Hun vorm varieert sterk met de hoogte. Wanneer de zon net opkomt raken deze bogen de zijkant van de grote kring en buigen ze van de zon weg. Supralaterale en infralaterale boog vallen dan volledig samen. Bij iets grotere zonshoogtes zal de supralaterale boog wat naar boven verschuiven t.o.v. de infralaterale boog.

Vanaf een grotere zonshoogte ($10-15^\circ$) zal de supralaterale boog een heel andere vorm krijgen, dan wordt het namelijk een grote boog rond de zon, bijna als een regenboog. In het overgrote deel van de gevallen zal slechts een deel van de halo zichtbaar zijn, meestal enkel de bovenkant. Het kan zeer moeilijk zijn om deze te onderscheiden van de grote kring of de circumzenitale boog. Deze laatste buigt echter van de zon weg i.p.v. er omheen. Voor het onderscheid met de grote kring moet er gekeken worden naar de helderheid van de kleine kring of de aanwezigheid van de bovenraakboog aan de kleine kring. Is er een bovenraakboog of is de kleine kring zwak, dan is het een supralaterale boog. Bij grotere zonshoogtes wordt deze halo steeds zwakker, zodat ze bij zonshoogtes van meer dan 25° vrijwel niet meer gezien wordt. Het voorkomen van de supralaterale boog is eerder zeldzaam. In de bijgevoegde



afbeelding zijn de kleine en grote kring en de parhelische ring als dunne lijnen weergegeven om de schaal van de halo's weer te geven.

De infralaterale boog heeft een wat ander verloop van vorm met de zonshoogte. Bij eerder lage zonshoogtes zal deze boog uit een linker- en een rechtergedeelte blijven bestaan die schuin onder aan de grote kring raken, maar nog steeds van de zon weg wijzen. Pas bij zeer grote zonshoogtes die bij ons bijna nooit bereikt worden, wordt ook de infralaterale boog 1 grote halo. De infralaterale boog wordt bij ons slechts zeer zelden gezien.

27: verloop vormen supra- en infralaterale boog met zonshoogte

Zuil (j)

De zuil is een halo zonder specifieke kleuring. Hij ontstaat door spiegeling in ijskristalletjes, waarbij dus geen kleurschifting optreedt. De zuil is alleen bij laagstaande zon te zien als een verticale lichtband boven en/of onder de zon. Soms is de zuil zelfs nog te zien als de zon al onder de horizon is gezakt. Bij zéér vriezend weer worden soms zuilen gezien bij kunstmatige lichtbronnen, zoals de straatlantaarns.

Parhelische ring (k)

Deze kring heeft niet de zon als middelpunt, maar het zenit. Hij gaat precies door de zon en staat dus overal op gelijke (=zons-)hoogte boven de horizon. Alle bijzonnen liggen op deze ring. De grootte ervan varieert met de hoogte van de zon. Een complete cirkel is zeldzaam, fragmenten komen wat meer voor. Deze halo is ongekleurd, want hij ontstaat door spiegeling van het zonlicht op miljarden horizontaal georiënteerde ijskristallen. Denk maar aan het effect van een spiegel.

Tegenzon (l)

Dit is een ongekleurde bijzon die precies tegenover de zon op de parhelische ring staat (azimuthale afstand dus 180 graden van de zon). Dit is een zeer zeldzaam verschijnsel.

120°-bijzonnen (m)

De 120°-bijzonnen zijn een zeldzaam verschijnsel en doen zich enkel voor als er een parhelische ring en heldere bovenraakboog of omhullende halo is. De 120°-bijzonnen zijn een helderder punt op de parhelische ring op 120° van de zon af. Net als de ring zelf zijn deze bijzonnen niet gekleurd. Het kan moeilijk zijn om te zien of een helder stukje parhelische ring inderdaad een 120°-bijzon is of dat de ring daar toevallig helderder is omdat er net een dichtere wolkenpluk hangt.

Wegener boog (n)

De Wegener boog ziet er uit als een lus rond het zenit waarvan het knooppunt in de tegenzon ligt. Deze boog is bijzonder zeldzaam en wordt bij ons bijna nooit waargenomen.

Andere halo's

Behalve de hier opgesomde halo- vormen zijn er nog tal van uiterst zeldzame bogen of kringen mogelijk. Vooral bij een uitgebreide halo moet je bedacht zijn op de mogelijkheid dat zoiets bijzonders aan de hemel verschijnt. Korte aandacht schenken wij hier extra aan een aparte groep van halo-verschijnselen, namelijk de kringen met afwijkende straal. Dit zijn kringen om de zon of de maan waarvan de straal afwijkt van die van de kring van 22 of 46 graden, de "vaste" maten voor halo's. Er zijn verscheidene afwijkende stralen bekend geworden, zowel groter als kleiner dan 22 graden. Zij zijn er kringen gezien met een straal van 9 graden, 11, 15, 18 tot 20, 24.5, 27.5 en 33 graden. Soms worden zelfs enkele van deze kringen (of natuurlijk delen ervan) tegelijk gezien. Ook deze kringen behoren tot de zeer zeldzame halo-verschijnselen, maar niettemin wordt haast ieder jaar wel een waarneming ervan in ons land bekend. Verwant aan deze afwijkende halo's is de kleine, elliptische halo van Hissink. Deze kleine ellips om de zon of de maan heeft een verticale straal van rond de 5 graden, en een horizontale van rond 3 graden. Maar ook hier lijken uiteenlopende maten te kunnen voorkomen.

6.3.2 Waterverschijnselen

Ook waterdruppels kunnen zorgen voor kleurige effecten doordat ze het witte zonlicht opbreken in een kleurenspectrum. Het is vooral de grootte van de waterdruppels die bepaalt hoe het effect er uit gaat zien. Een algemene stelregel is hoe groter de druppels, hoe sterker de kleuren gescheiden worden. Bij zeer kleine druppels hebben de kleuren een sterke neiging om in elkaar over te lopen.

Regenboog

Een regenboog wordt gevormd door de grootste druppels met diameters in de grootteorde van millimeters. De meest voorkomende vorm van de regenboog is de primaire regenboog, waarvan de straal 42° is. Deze wordt gevormd door zonlicht dat 1 keer wordt weerkaatst binnen de regendrappel en dan terug uit de regendrappel komt. Het middelpunt van de cirkel ligt tegenover de zon en dus onder de horizon. De grootste regenbogen zijn dus te zien wanneer de zon net op is of bijna onder gaat. Bij zonshoogtes van meer dan 42° verdwijnt de regenboog onder de horizon en wordt vanaf dan niet meer gezien. De primaire regenboog heeft het rood aan de buitenkant. Bij zeer lage zonnestand en een rode zonsondergang kan het voorkomen dat een regenboog enkel nog de rode kleur heeft, maar dit is zeldzaam. Bij intense regen met eerder kleine regendruppels kan je soms ook nog smalle gekleurde banden zien aan de violette binnenkant van de regenboog, wat dan interferentiebogen genoemd worden.

De secundaire regenboog wordt gevormd door zonlicht dat 2 keer wordt weerkaatst binnen een regendrappel vooraleer het buiten de druppel verder gaat. Deze regenboog is groter, namelijk 51° en heeft de kleuren in omgekeerde volgorde met rood aan de binnenkant. Deze regenboog is dus ook bij iets grotere zonshoogtes zichtbaar, tot 51° . Wanneer de regenbogen zeer helder zijn, kan het soms opvallen dat de lucht tussen beide regenbogen donkerder lijkt dan elders. Dit komt doordat de regendruppels meer licht weerkaatsen binnen de primaire regenboog en buiten de secundaire.

In zeer zeldzame gevallen kunnen zich bijzondere fenomenen voordoen bij regenbogen. Grote regendruppels zijn soms afgeplat door de luchtweerstand tijdens het vallen. Door deze vorm wordt ook de regenboog die zij vormen, afgeplat. Wanneer deze druppels samen voorkomen met de gewone regendruppels, dan zie je aan de bovenkant van de regenboog een opsplitsing tussen beide bogen die wel even breed zijn. Het verschil met interferentie-bogen is dat deze concentrisch met de originele regenboog zijn, en ook smaller zijn. Meestal overlappen de afgeplatte en de gewone regenboog elkaar wel nog.

Heel soms wordt er ook een regenboog gevormd door zonlicht dat eerst is weerkaatst door een groot, vlak wateroppervlak. Dit vereist dus wel windstil weer. Deze regenboog heeft door deze weerspiegeling haar middelpunt even veel boven de horizon liggen als de gewone regenboog er onder, dus deze regenboog is steeds groter dan een halve cirkel als ze volledig is, en ze hangt ook hoger dan een gewone regenboog. Meer uitleg hierover vind je op internet onder het adres <http://www.atoptics.co.uk/rainbows/reflect.htm> (Engels).

Dauwboog

Regenbogen hebben niet altijd regen nodig om voor te komen. Ze kunnen evengoed zichtbaar worden in water van sproeiers en soms kan je de kleuren ook zien verschijnen in het ochtenddauw op het gras bij helder weer. Deze laatste wordt dan een dauwboog genoemd.

Mistboog

Heel af en toe kan er ook een heldere boog verschijnen in een mistbank met dezelfde afmetingen en positie als een regenboog, maar de kleuren zijn veel minder duidelijk, de boog is eerder wit. Dit komt doordat de waterdruppels in mist veel kleiner zijn dan regendruppels en de kleuren dus minder goed scheiden. Dit is een mistboog.

Krans of corona

Een krans of corona wordt gevormd in een dunne wolk die bestaat uit waterdruppels en bestaat uit concentrische gekleurde ringen rond een lichtbron. Een belangrijke voorwaarde hierbij is dat de waterdruppels in die wolk niet te veel verschillen in grootte. In feite is dit een veel voorkomend verschijnsel, maar de intensiteit en grootte van de corona is lang niet altijd even groot. Het belangrijkste is dat de druppels bijna even groot zijn. De grootte van de druppels is een tweede belangrijke factor. Kleine druppels zorgen voor een grote corona met brede kleurenbanden die zich weinig herhalen, grotere druppels geven een kleinere corona met smallere kleurenbanden die zich wel meerdere keren herhalen. Bij de zon is het meestal moeilijk om een corona te zien door het verblindende licht van de zon zelf, bij de maan lukt dit veel gemakkelijker.

Irisatie

Soms is in dunne wolken of de rand ervan die in de buurt van, maar niet voor de zon of maan hangen, irisatie zichtbaar. Dit ziet er uit als allerlei gekleurde stroken binnen een dunne wolk. In feite is irisatie exact hetzelfde verschijnsel als de corona of krans, alleen is dit slechts een fragment en is de krans vervormd doordat de rand van de wolk kleinere druppels heeft dan wat verder naar het midden toe.

6.3.3 Andere optische verschijnselen

Parelmoerwolk

De parelmoerwolk is een zeer bijzondere verschijning die slechts onder bijzondere omstandigheden kan verschijnen. Deze wolk bevindt zich namelijk niet in de troposfeer, waar het weer zich in manifesteert, maar in de stratosfeer op 20 à 30 km hoogte. Om dit soort wolk te vormen moet het kouder dan -80°C zijn, wat zelfs op die hoogte zeer koud is. Deze wolken kunnen bestaan uit gewoon waterijs, maar er kan ook salpeterzuur of zwavelzuur in voorkomen. De ijskristallen in deze wolken zijn zo klein dat ze dikwijls ook iriserende verschijnselen opwekken, vandaar de naam parelmoerwolk. Deze wolken vallen enkel op rond zonsop- en ondergang, wanneer het licht niet meer zo fel is en deze hoge wolken nog wel in het zonlicht zitten.

Lichtende nachtwolken

Nog iets hoger, in het bovenste gedeelte van de stratosfeer op ongeveer 80 km hoogte bevindt zich stofgruis van meteoroiden. Soms is de lucht op die hoogte ook nog vochtig genoeg om een rijplaagje te vormen op dit stof. Wanneer de zon iets onder de horizon staat, zodat het aan de grond donker is, maar deze hoge wolken nog wel licht ontvangen, kunnen deze wolken zichtbaar worden. Dit lukt bij ons enkel tijdens de langste dagen van eind mei tot halfweg juli. Deze wolken zien er uit als zeer ijle cirruswolken met meestal een blauwige kleur. In de meeste gevallen zijn ze laag aan de horizon te vinden tussen het noordwesten en het noordoosten. In sommige zomers worden ze regelmatig gezien, maar er zijn ook zomers dat ze weinig of niet gezien worden. Wanneer je de wolken wat langer bekijkt, dan zie je dat deze vrij snel van vorm kunnen veranderen. Dit komt doordat de windsnelheid op die hoogte dikwijls boven 100 km/h komt en soms zelfs tot 500 km/h kan gaan.

Poollicht

Het poollicht wordt veroorzaakt door de zonnewind die nabij de polen door het magnetisch veld van de Aarde breekt en daardoor met de hogere atmosfeer kan interageren. Deze interactie zorgt ervoor dat soms een elektron van zuurstof- en stikstofatomen meer energie ontvangt. Dit is echter niet stabiel, waardoor ze de energie weer afstaan in de vorm van licht om in hun normale situatie terug te keren. Het is dit licht dat we zien als poollicht. Het verschil tussen de geëxciteerde toestand en de normale toestand van een elektron is altijd dezelfde, waardoor het poollicht enkele vaste kleuren heeft. Zowel zuurstof als stikstof kunnen voor 2 kleuren zorgen. Zuurstof zorgt voor groene of oranjeachtige kleuren, stikstof kan voor rood of blauw zorgen. Zeker nabij de poolstreken is poollicht een zeer dynamisch verschijnsel waarbij de gordijnachtige vormen snel kunnen veranderen bij spectaculaire displays. De gordijnachtige structuren zijn bij zwakkere displays lang niet altijd te zien. Hoe verder van de polen af, hoe minder kans er is om poollicht te zijn en hoe zwakker eventuele displays zullen zijn. Bij ons blijven poollichtdisplays meestal beperkt tot een rode gloed aan de noordelijke horizon. Poollicht is bij ons zeer zeldzaam. Wanneer er nieuws is over een grote uitbarsting op de zon richting Aarde is er een kans dat er bij ons ook poollicht komt. Er zijn natuurlijk opklaringen nodig om eventueel poollicht te kunnen zien.

7 Een bondig overzicht

Hieronder komt een bondig overzicht over wat we wanneer meten met welke grootheden. Voor uitleg in meer detail verwijzen we naar de voorgaande hoofdstukken van deze handleiding. Een veel voorkomende periode voor onze metingen is 18-18h UTC, wat overeenstemt met 19-19 uur wintertijd en 20-20 uur zomertijd.

7.1 Manuele metingen

- Luchtdruk (pag. 38)
 - Dagelijks aflezen om 18h UTC
 - De gemiddelde waarde voor vandaag is het gemiddelde van de huidige aflezing en die van gisteren
 - Gemeten in hPa, per 1 hPa (stemt overeen met de oude millibar)
- Temperaturen (pag. 40)
 - Grasminimum, minimum en maximum; gemiddelde is (minimum+maximum)/2
 - Gemeten in °C, per 0,1 of 1°C
 - In de periode 18h-18h UTC
- Neerslag (pag. 41)
 - Hoeveelheid
 - Gemeten in mm, per 0,1 of 1 mm
 - In de periode 18h-18h UTC
 - Sneeuw in de pluviometer smelten bij het aflezen en in vloeibare vorm meten
- Bewolkingsgraad (pag. 41)
 - Gemeten met codes van 1 (betrokken) tot 5 (helder)
 - Dagelijks meten om 9h, 13h en 17h lokale tijd
 - Op dagbasis het gemiddelde nemen (afgerond op geheel getal)
- Windkracht (pag. 42)
 - Gemeten met codes van 1 (stormachtig) tot 5 (zwak)
 - Dagelijks schatten om 9h, 13h en 17h lokale tijd
 - Op dagbasis het gemiddelde nemen (afgerond op geheel getal)
- Windrichting (pag. 43)
 - Gemeten met codes van 0 (noord) oplopend in wijzerzin tot 7 (noordwest)
 - Dagelijks schatten om 9h, 13h en 17h lokale tijd
 - Op dagbasis het gemiddelde nemen (afgerond op geheel getal)
- Weerelementen (pag. 45)
 - Waargenomen tussen 18h-18h UTC
 - Aankruisen indien het element in die periode is voorgekomen
 - Bij meetbare neerslag is minstens één element aangekruist
- Mist (pag. 46)
 - Aangeven wat het minimale zicht in meters was
 - In de periode 18h-18h UTC
- Weergetal (pag. 46)
 - Is een berekende score op basis van waarnemingen

- Sneeuwdek (pag. 47)
 - Gemiddelde dikte van onverstoord sneeuwdek op gazon (min. 3 metingen)
 - Gemeten in gehele cm, gebroken sneeuwdek = 0,5, sneeuwduinen = 99, gesloten sneeuwdek < 1cm = 1
 - Hoogste waarde die je gedurende de dag heb waargenomen.

7.2 Automatische waarnemingen

Bij de automatische waarnemingen is het gemiddelde altijd een gemiddelde over alle waarnemingen, dus NIET (minimum + maximum)/2. Er worden liefst om de 10 minuten, minstens uurlijks, metingen opgeslagen met een vaste regelmaat.

- Luchtdruk (pag. 50)
 - Minimum, gemiddelde en maximum
 - Gemeten in hPa per 1 hPa of 0,1 hPa
 - Over de periode 18h-18h UTC
- Temperatuur (pag. 50)
 - Minimum, gemiddelde en maximum
 - Gemeten in °C per 1°C of 0,1°C
 - Over de periode 18h-18h UTC
- Relatieve vochtigheid (pag. 50)
 - Minimum, gemiddelde en maximum
 - Gemeten in %, per 1%
 - Over de periode 18h-18h UTC
- Neerslagsom (pag. 50)
 - Totaal
 - Gemeten in mm, per 1 mm of 0,1 mm
 - Over de periode 18h-18h UTC
 - Niet noteren als de regenmeter verstopt is geweest door sneeuw of hagel, of als er sneeuw van een eerdere dag in ligt te smelten. Het is toegelaten om je manueel gemeten waarden hier in te vullen.
- Neerslagintensiteit (pag. 50)
 - Maximum
 - Gemeten in mm/h, per 1 mm/h of 0,1 mm/h
 - Over de periode 18h-18h UTC
 - Niet noteren als de regenmeter verstopt is geweest door sneeuw of hagel, of als er oude sneeuw in ligt te smelten.
- Verdamping (pag. 50)
 - Totaal
 - Gemeten in mm, per 0,1 mm
 - Over de periode 18h-18h UTC
 - Kan enkel als temperatuur, vochtigheid, windsnelheid en globale straling correct gemeten worden.

- Windrichting (pag. 50)
 - Meest voorkomende windrichting
 - Als tussen-tussen-windrichting (N, NNO, NO, ...)
 - Over de periode 18h-18h UTC
- Windsnelheid (pag. 51)
 - Gemiddelde en maximum
 - Gemeten in m/s, per 1 of 0,1 m/s (1 m/s = 3,6 km/h)
 - Over de periode 18h-18h UTC
- Zonneschijnduur (pag. 51)
 - Totaal
 - Gemeten in uren, per 0,1 h
 - Over de periode 0h-24h lokale tijd
 - Berekenen met apart verkrijgbaar rekenblad
- Globale straling (pag. 51)
 - Totaal
 - Gemeten in J/cm², per 1 J/cm²
 - Over de periode 0h-24h lokale tijd
 - Berekenen met het rekenblad voor de zonneschijnduur of de template voor automatische metingen

8 Appendix: het afstellen van de Vantage Pro regenmeter.

Men neme:

- 1 maatbeker waarin 1 liter water kan worden afgemeten.
- 1 tang voor afstellen van de schroeven in de regenmeter.
- 1 watervaste zwarte stift.
- 1 rekenmachine voor het berekenen van de +/- in %.
- 1 plastic bekertje voor ingieten van water.
- 2-3 uren vrije tijd....

Goed. De voorbereidingen kunnen nu beginnen. Maak een backup van je weermetingen van de afgelopen tijd. Daarnaast schrijf op hoeveel neerslag er op dit moment is gemeten vanaf Nieuwjaar.

Markeer de schroeven met de zwarte stift aan één van de zes kanten. Dit om gemakkelijker te tellen hoe vaak het schroefje is gedraaid.

Maak onderin de bodem van het plastic bekertje een snee met een mes. Maak deze niet te groot! Het water moet namelijk druppelsgewijs er doorheen lopen. Plaats het plastic bekertje in de zwarte opvangbak van de Vantage Pro. Gooi het bekertje vol ga door met vullen totdat de 1 liter water er helemaal doorheen is gesijpeld. Wacht af totdat de registratie helemaal geen neerslag meer aangeeft.

Als alles goed is verlopen dan kun je de hoeveelheid gemeten neerslag aflezen. Deze moet na de 1 liter water staan op 47,33 mm.

De diameter van de VP is namelijk 164 mm. De oppervlakte is dus $\frac{1}{4} \pi d^2$. Dit geeft dus een oppervlakte van 211,24 cm². Dit geeft bij 1 liter water 47,3393643937821 mm.

Stel nu dat je als uitkomst 40 mm hebt. Dit betekent dat de regenmeter te weinig neerslag weergeeft. In percentage is dit $(47,33-40,0)/47,33 \cdot 100\% = 15,48\%$ te weinig. Gezien het feit dat je twee schroefjes hebt, dient dit getal te worden gedeeld door 2. Dus per klepje moet het schroefje 7,74% te worden gedraaid. Welke kant en hoeveel % 1 keer draaien is, staat in de regenmeter in het zwarte gedeelte aan de rechter kant. De foto is daarvan onduidelijk geworden dus kan ik deze helaas niet leveren. Wees alsjeblieft wel voorzichtig met de sensor in de VP. Deze schijnt nogal gevoelig te zijn.

Als je alles voorzichtig het ingesteld. Begin je opnieuw. Zet de trechter weer op de VP en herhaal het er ingooien van het water. Weer 1 liter.

Als het goed is komt de uitkomst nu richting de 47,33 mm. Herhaal dit zo vaak totdat je vrijwel exact op 47,33 mm zit.

Ben je klaar? Herstel de waarden, met name de neerslag, in de registratie van Weatherlink en je bent klaar.

Nog een tip. Plaats een groene plastic of glazen regenmeter bij de VP. Zo ben je er altijd zeker van dat je de juiste waarden hebt. Daarnaast is geduld een schone zaak. Je bent namelijk gauw een aantal uurtjes kwijt om de zaak goed af te stellen. Mochten er nog vragen hebben dan hoor ik die wel.

9 Bronnen

<http://www.meteoros.de> (optische verschijnselen)

<http://www.atoptics.co.uk> (optische verschijnselen met mooi beeldmateriaal)

<http://nl.wikipedia.org> (algemenere informatie)

[Meteo Delfzijl](#) (handleiding kalibreren Vantage Pro)

VVW handleiding versie 1997/2003/2013

10 Nuttige info en adressen

De Vlaamse Vereniging voor Weerkunde (VVW) is een werkgroep van de Vereniging voor Sterrenkunde (VVS) die reeds meer dan 40 jaar een waarnemingsmeetnet ondersteunt van amateur weerkundigen. De VVW geeft maandelijks een eigen ledenblad Halo uit waarin o a deze waarnemingen gepubliceerd en besproken worden.

Voor alle info over de VVW richt men zich tot de werkgroepleider: Stijn Helsen
Bisschopsweyerstraat 26 3570 Alken 011/59.79.76 of stijnhelsen@skynet.be.

Hieronder een paar nuttige links naar diverse websites:

www.vvs.be	Vereniging voor Sterrenkunde
www.weerkunde.be	VVW site
www.vwkweb.nl	VWK site = zustervereniging Nederland
www.weerwoord.be	Weerwoord forum
www.natuur-kalender.be/weer	Natuurkalender Natuurpunt
www.kmi.be	KMI Ukkel
www.knmi.nl	KNMI De Bilt
www.weerplaza.nl/buienradar	Buienradar
severeweatheroutlook.blogspot.com	Zwaar weer info
saturn.unibe.ch/rsbern/noaa/dw/realtime/current/n1bcurr.jpg	NOAA wolkenfoto's
vakman.weerdirect.nl/	weerkaarten