



Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Lessenserie bij WOW

Weather Observations Website

VMBO



Colofon

Deze lessenserie is gemaakt door het Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap (KNAG) in opdracht van het KNMI

Redactie: drs. Rob Adriaens

Advies: Marco van den Berge, Ruben Beijk, Matty Bos, Marijn de Haij

© KNMI

Het materiaal uit deze handleiding is vrij te gebruiken voor onderwijs- en opleidingsdoelen. Vermenigvuldigen voor eigen gebruik is toegestaan

Inhoud

Inleiding

Aan de slag met WOW

LES 1: Temperatuur

LES 2: Neerslag

LES 3: Wind

Les 4: Luchtdruk

Eindopdracht: maak een weerbericht

Het is het onderwerp waarover we het meest met elkaar spreken: het weer. Meestal ben je daarbij afhankelijk van de weersverwachtingen die het KNMI voor je maakt. Met een WOW-weerstation op je eigen school kun je nu zelf weermetingen doen, je meetgegevens uploaden en deze vergelijken met die van andere weerstations. Leer meer over het weer met WOW!

Het KNMI (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut) doet door heel Nederland weermetingen. Allerlei kenmerken van het weer, zoals de temperatuur, de neerslag, de luchtdruk en de wind worden nauwkeurig bijgehouden. Met een WOW-weerstation kun jij dit op je school ook doen. WOW staat voor Weather Observations Website. Dit is een website waarop iedereen met een WOW-weerstation eigen meetgegevens kan uploaden. Je kunt je eigen metingen dan vergelijken met die van andere stations. Op een computer of tablet kun je grafieken tekenen, zowel van je eigen meetgegevens, als die van andere stations. Met een WOW-weerstation wordt je dus zelf een soort weerman of weervrouw.

Het meten alleen is natuurlijk niet genoeg om een betrouwbare verwachting te maken van het weer. Daarvoor moet je de meetgegevens ook kunnen interpreteren. In deze lessenserie leer je hoe je dat doet. In iedere les staat een weerelement centraal. In les 1 is dat temperatuur, in les 2 neerslag, in les 3 wind en in les 4 luchtdruk. Elke les kun je als losse opdracht maken. De eindopdracht wijkt af van de eerste vier lessen. In deze opdracht leer je hoe je een weerbericht opstelt. Daarvoor heb je natuurlijk je eigen WOW-metingen nodig, maar ook radarbeelden, satellietbeelden en weerkaarten. Doe je de hele lessenserie dan eindig je met het presenteren van je eigen weerbericht.

Heel veel plezier en succes!

De meteorologen en onderzoekers van het KNMI.

Aan de slag met WOW

Met een weerstation op je school kun je allerlei metingen doen van bijvoorbeeld de temperatuur, de luchtvochtigheid, de neerslag en de wind. De meetgegevens die je verzamelt, kun je uploaden naar de website <http://wow.knmi.nl>. Deze website biedt je de mogelijkheid om je eigen meetgegevens weer te geven in grafieken. Je kunt je meetgegevens ook vergelijken met andere weerstations. Hieronder volgt een instructie voor het gebruik van de website. Lees deze goed door.

Het weerstation van je school vinden op de kaart

Op het beginscherm van de website (<http://wow.knmi.nl>) vind je een kaart waarop de WOW-meetstations zijn aangegeven. Hier kun je ook het station van je school vinden. Rechts kun je bij 'Lagen' selecteren welk weerelement je wil weergeven. Onderaan het scherm kun je de datum instellen waarvoor je de gegevens wil tonen. Met de schuifbalk kun je het tijdstip selecteren. Zoom in naar het weerstation van je school.

The image shows a screenshot of the WOW website interface. At the top, there is a navigation bar with links: 'Kaart', 'Over WOW-NL', 'Nieuws', 'Mee doen', 'Onderwijs', 'FAQ & Contact', and a search bar. The main content area features a map of the Netherlands with various weather stations marked by colored squares. A search bar on the left prompts the user to 'Vul hier een locatie in' (Enter a location here). On the right, a 'Lagen' (Layers) menu allows users to 'Selecteer hier een weerelement' (Select a weather element here), with options for Temperature, Precipitation, Current weather, Wind, Humidity, Air pressure (sea level), and Soil humidity. A 'Legenda' (Legend) shows color-coded temperature ranges. At the bottom, a date and time selector allows users to 'Wissel hier van kaart naar satellietbeeld' (Switch here from map to satellite image), 'Schuifbalk om een tijdstip te selecteren' (Slider to select a time), and 'Selecteer hier de datum' (Select the date here).

De meetgegevens van je school in een tabel

Als je in de kaart op het weerstation van je eigen school klikt, verschijnt er een tabel met de weergegevens van het moment dat je geselecteerd hebt. Klik vervolgens op het tabblad 'data weergave'. Je komt dan in een nieuw menu terecht waar je wederom een datum, een tijdstip en één of meerdere weerelementen kunt selecteren. Je kunt ervoor kiezen om de geselecteerde gegevens weer te geven in een tabel of een grafiek.

De Bilt Exp ★★☆☆☆
Station ID: 288256001
📍 52.15.18

14:30 (UTC+2:00)
02-04-2015

Observatie **Data weergave** Meetopstelling

Start datum: 01-04-2015 Eind datum: 02-04-2015 Vergelijk met: SiteID [Vind dichtstbijzijnde station](#)

Selecteer velden

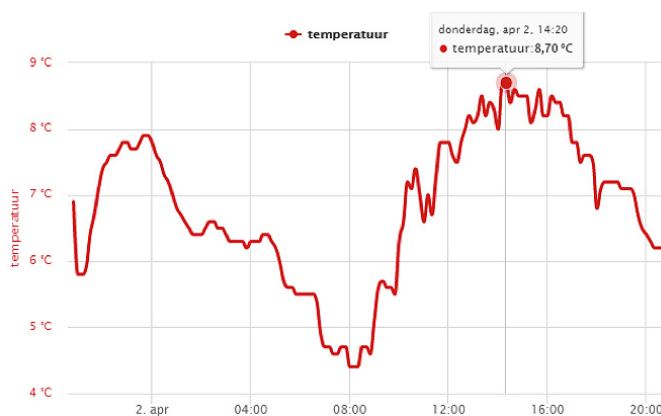
<input checked="" type="checkbox"/> Temperatuur	<input type="checkbox"/> Relatieve vochtigheid
<input type="checkbox"/> Neerslagintensiteit	<input type="checkbox"/> Luchtdruk (zeeniveau)
<input type="checkbox"/> Windsnelheid	<input type="checkbox"/> Bodemvochtigheid
<input type="checkbox"/> Windrichting	

[Reset](#) [Ververs](#)

[Grafiek](#) **Tabel**

De meetgegevens van je school in een grafiek

Selecteer in het tabblad 'Data weergave' een start- en een einddatum en één of meerdere weerelementen. Kies onderin het scherm voor 'grafiek' en klik daarna op de knop 'Ververs'. De grafiek verschijnt onderin het scherm. Je kunt met je muis over de grafiek bewegen. Je kunt dan bijvoorbeeld makkelijk de hoogste of de laagste waarde opzoeken. Oefen een paar keer met het maken van een grafiek. In plaats van voor een grafiek kun je ook kiezen voor het maken van een tabel.

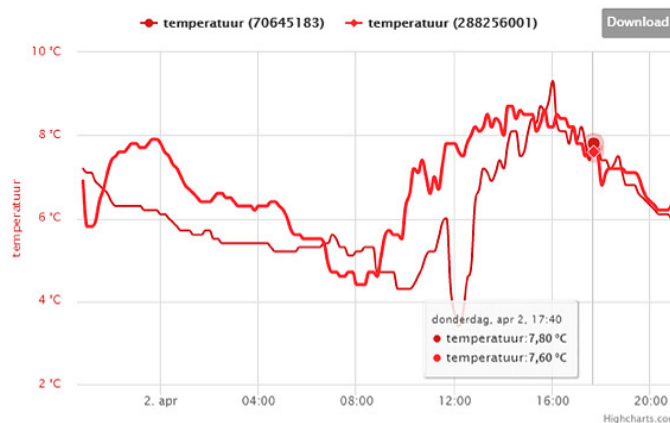


De meetgegevens van je school vergelijken met die van een ander station

Ieder WOW-meetstation heeft een eigen ID-nummer. Door op de kaart te klikken op een willekeurig meetstation kun je het ID-nummer van dat station achterhalen. Het ID-nummer van het meetstation

van het KNMI in De Bilt is bijvoorbeeld 915856001. Als je dit nummer in het tabblad 'Data weergave' invult in het vak 'Vergelijk met', en je klikt op de knop 'Ververs', dan kun je de meetgegevens van de twee stations met elkaar vergelijken. Dat kan zowel in de vorm van een tabel, als in de vorm van een grafiek.

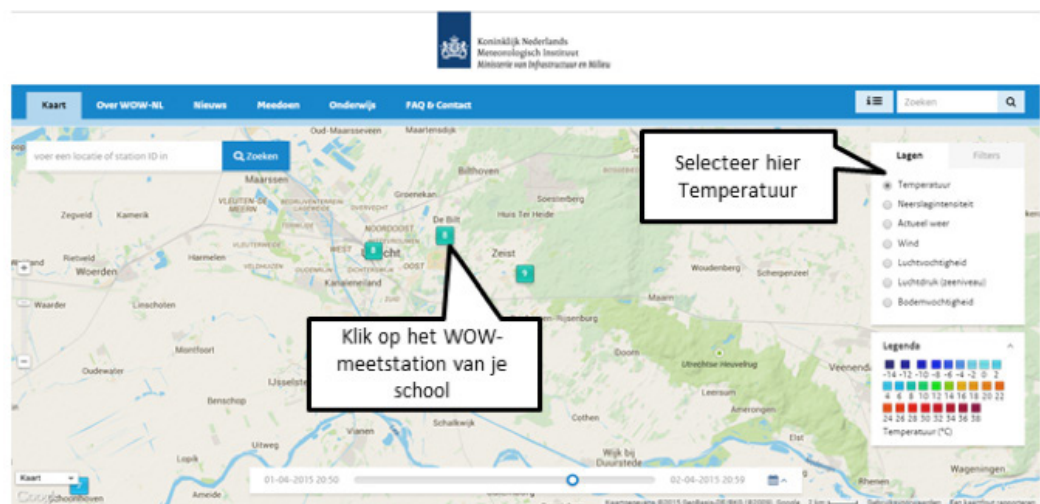
Als je voor een grafiek kiest, dan worden er twee lijnen ingetekend, voor elk station één. Door met de muis over de grafiek te bewegen kun je voor elk moment de gemeten temperaturen bekijken. Als je de muis over de legenda beweegt kun je goed zien welke grafiek bij welk station hoort.



De handelingen die je nu hebt verricht zijn de basishandelingen om te werken met WOW. Heb je deze onder de knie, dan kun je aan de slag met de lessen.

LES 1: Temperatuur

Eén van de belangrijkste weerelementen is de temperatuur. Uiteraard kun je met het WOW-meetstation op je school de temperatuur meten en je meetgegevens uploaden naar WOW. In deze les kiezen we rechts in het beginscherm van de website <http://wow.knmi.nl> in het menu 'Lagen' voor 'Temperatuur'.



Figuur 1

- Voor het weerstation van je eigen school maak je een grafiek van de temperatuur van de afgelopen week. Als je niet meer precies weet hoe je dit doet zoek je het op in 'Aan de slag met WOW'. Vergeet niet om altijd als je gegevens hebt geselecteerd op de knop 'Ververs' te klikken.

Opdracht 1 Noteer

- a. de hoogste temperatuur die afgelopen week door je station is geregistreerd;
- b. op welke dag de hoogste temperatuur werd bereikt;
- c. de laagste temperatuur die afgelopen week door je station is geregistreerd;
- d. op welke dag de laagste temperatuur werd bereikt.

Zoek in de grafiek van de temperatuur van de afgelopen week een dag op met een duidelijk verschil tussen de temperatuur in de vroege ochtend en de middag. In de grafiek op de volgende bladzijde zie je bijvoorbeeld een paar dagen met zo'n duidelijk verschil (bijvoorbeeld 14 april). Vaak zijn dit zonnige dagen. Maak nu zelf een grafiek van zo'n dag. Klik weer op de knop 'Ververs'.

- Opdracht 2** Geef van de grafiek van het WOW-station van je eigen school aan
- op welk tijdstip de hoogste temperatuur werd bereikt;
 - waardoor juist op dat tijdstip de hoogste temperatuur werd bereikt.
 - op welk tijdstip de laagste temperatuur werd bereikt;
 - waardoor juist op dat tijdstip de laagste temperatuur werd bereikt.

Grafieken zoals je die hebt gemaakt van je eigen temperatuurmetingen kun je natuurlijk ook maken voor andere kenmerken van het weer. Maar niet alleen van je eigen metingen kun je grafieken maken. Je kunt ook twee weerstations met elkaar vergelijken.

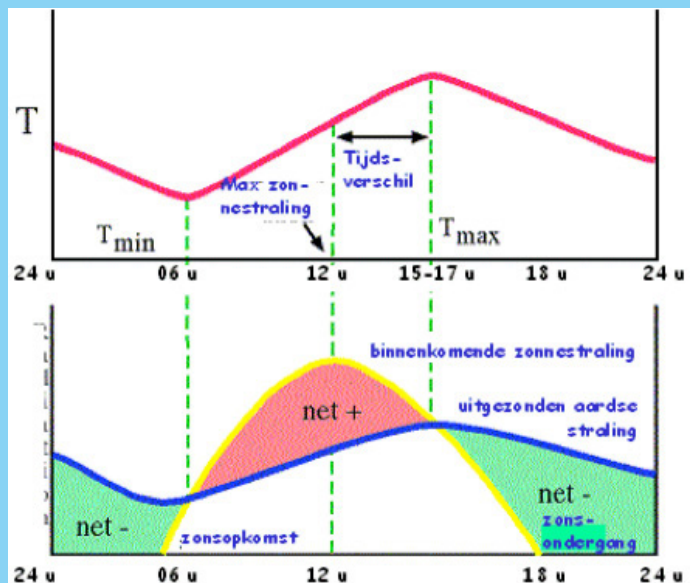
- Maak een grafiek voor enkele dagen van de temperatuur gemeten door het weerstation van je eigen school en door dat van het KNMI in De Bilt. Het ID-nummer van dit weerstation is: 915856001. Als je niet meer precies weet hoe je dit doet zoek je het op in 'Aan de slag met WOW'. Vergeet niet om altijd als je gegevens hebt geselecteerd op de knop 'Ververs' te klikken.

- Opdracht 3**
- Noteer de verschillen in het temperatuurverloop van de twee stations.
 - Geef mogelijke oorzaken voor de verschillen.

De dagelijkse gang

Aan de grafieken die je zelf hebt gemaakt kun je zien dat op de meeste dagen het temperatuurverloop een zelfde patroon kent. Je kunt dit ook zien in de onderstaande afbeelding. De temperatuur (T - de roze lijn) is het laagst rond zes uur in de ochtend als de zon opkomt. Als de zon gaat schijnen, stijgt de temperatuur. In de loop van de middag wordt de hoogste temperatuur bereikt tussen drie en vijf uur in de middag. Daarna neemt de temperatuur weer af, tot aan zonsopkomst van de volgende dag. Dit patroon wordt de dagelijkse gang genoemd.

De *dagelijkse gang* ontstaat als gevolg van de instraling door de zon en de uitstraling van de aarde. Zonnestraling wordt door het aardoppervlak omgezet in warmte. Als deze warmte van het aardoppervlak uitstraalt naar de lucht erboven, spreken we van uitstraling. In de loop van de nacht is er geen instraling, maar wel uitstraling. Daardoor daalt de temperatuur. Als de zon opkomt, overschrijdt de instraling al snel de uitstraling: de temperatuur neemt dan toe. De zon staat op haar hoogste punt aan de hemel om 12.00 uur 's middags. Toch is dat niet het warmste moment van de dag. Dat moment bevindt zich later in de middag. Doordat na 12.00 de instraling nog enkele uren groter is dan de uitstraling blijft de temperatuur toenemen. In de loop van de middag neemt de instraling steeds verder af, om uiteindelijk kleiner te worden dan de uitstraling. Vanaf dat moment gaat de temperatuur dalen. Totdat de zon de volgende ochtend weer opkomt.



Bron: K. Floor

- Op dezelfde manier als je de vergelijking tussen het temperatuurverloop op je school en dat in de Bilt hebt gemaakt, kun je ook een vergelijking maken met andere stations in Nederland. Kies nu enkele stations die in een heel ander deel van Nederland liggen dan jouw school. Staat je school bijvoorbeeld aan de kust, vergelijk het temperatuurverloop dan met dat van één station in het noordoosten van Nederland en één in het zuidoosten van Nederland. Staat je school in het binnenland, maak dan een vergelijking met twee stations die dicht bij de kust liggen, één in het zuidwesten en één in het noorden van het land. Klik steeds als je een nieuwe grafiek wil maken op de knop 'Ververs'.

Opdracht 4 Noteer de verschillen in het temperatuurverloop tussen de verschillende stations. Geef mogelijke oorzaken voor de verschillen.

Opdracht 5 Gebruik de *Grote Bosatlas 54^e editie kaartblad 40*. Geef aan

- welk deel van Nederland de hoogste gemiddelde jaartemperatuur heeft. Kies uit: *het noordwesten, het noordoosten, het zuidwesten, het zuidoosten*;
- welk deel van Nederland de laagste gemiddelde jaartemperatuur heeft. Kies uit: *het noordwesten, het noordoosten, het zuidwesten, het zuidoosten*;
- wat de twee oorzaken zijn van deze verschillen.

De temperatuur die je meet hangt niet alleen af van de ligging ten opzichte van de evenaar en de ligging ten opzichte van zee. Zo is de temperatuur afhankelijk van de hoogte van het meetstation. Per 100 meter stijgen neemt de temperatuur af met ongeveer 1° C. Let op: dit is niet altijd het geval. Soms bevindt zich juist wat koudere lucht dichtbij het aardoppervlak, terwijl de bovenlucht wat warmer is.

- Begin op <http://wow.knmi.nl> bij de kaart en klik het WOW-meetstation van je eigen school aan. Kies in de tabel die verschijnt voor 'Meetopstelling'. Nu kun je aflezen op welke hoogte het weerstation van je school zich bevindt.

Opdracht 6 Geef aan

- op welke hoogte het weerstation van je school zich bevindt;
 - wat de luchttemperatuur is op 500 meter hoogte boven je school;
 - wat de luchttemperatuur is op 1000 meter hoogte boven je school.
- Kies op de kaart twee meetstations: één midden in een stad en één op het platteland, bijvoorbeeld in een polder of in een landbouwgebied. Selecteer de luchttemperatuur van deze twee meetstations

Klimaatverschillen in Nederland

Nederland ligt tussen de 50° en 54° Noorderbreedte. Het zuiden van Nederland ligt een stukje dichterbij de evenaar dan het noorden. De instraling door de zon is in het zuiden dan ook wat groter dan in het noorden.

Nederland ligt aan zee. Het zeewater beïnvloedt de temperatuur boven land sterk. In de winter is het zeewater relatief warm. De milde zeelucht zorgt ervoor dat het aan de kust minder koud wordt dan in het binnenland.

In de zomer is het zeewater relatief koel. De koele zeelucht zorgt ervoor dat het aan de kust minder warm wordt dan in het binnenland. De extremen zijn dus aan de kust minder groot, dan in het binnenland.

Als je de ligging ten opzichte van de evenaar en ten opzichte van zee met elkaar combineert, betekent dit dat het zuidwesten van Nederland de hoogste jaartemperatuur kent en het noordoosten de laagste.

over de periode van een maand (als het mogelijk is een zomermaand). Zoek in die maand een aantal dagen op waarop het verschil tussen dag- en nachttemperatuur erg groot was (dat waren heldere dagen, waar het overdag onder invloed van de zon flink opwarmde, maar 's nachts door het gebrek aan bewolking flink afkoelde). Vergelijk de temperatuur op deze dag tussen het station in de stad en het station op het platteland.

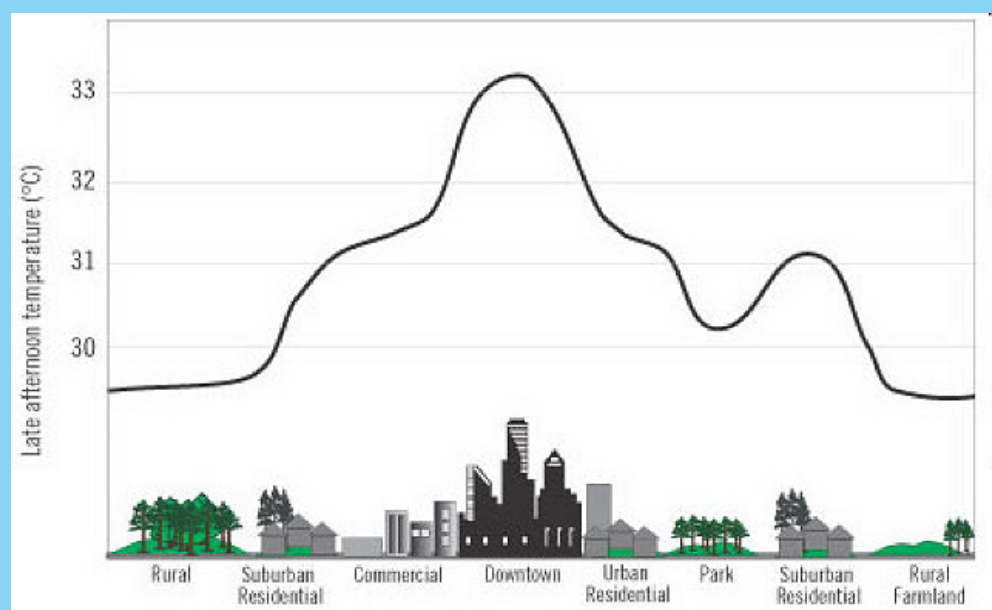
- Opdracht 7
- Welke verschillen neem je waar in de temperatuur in de stad en op het platteland?
 - Zijn deze verschillen overdag het grootst, of 's nachts?
 - Beschrijf de wijze waarop de verschillen in temperatuur tussen de stad en het platteland ontstaan.

Warmte-eilanden in de stad

Ondanks de kleine afstanden bestaat er een duidelijk verschil in temperatuur tussen de stad en het platteland. De stad is warmer, vooral 's nachts. Dit heeft te maken met een aantal oorzaken:

- In de stad bevinden zich veel donkere oppervlakten zoals asfalt en dakbedekking. Hierdoor wordt in de stad meer zonnestraling opgenomen en omgezet in warmte dan op het platteland. 's Nachts houden de opgewarmde daken, muren en wegen hun warmte vast en koelen ze maar langzaam af.
- In de stad leven mensen dicht bij elkaar en bevinden zich op korte afstanden meer warmtebronnen als verwarming, auto's en fabrieken dan op het platteland.
- Tussen grote gebouwen kan de warmte (en luchtvervuiling) makkelijker blijven hangen dan op het platteland.
- In de stad is minder water en plantengroei. Deze zorgen juist voor verdamping, waarbij warmte van de grond naar hogere luchtlagen wordt afgevoerd.

In sommige steden kan het in de zomer erg warm worden. De aanleg van vijvers en parken in de stad kan helpen om de stad dan wat af te koelen.



LES 2: Neerslag

In de ochtend op weg naar school een nat pak krijgen, dat is vervelend. Gelukkig komt het niet vaak voor dat het in de ochtend hard regent. Dat is ook prettig voor de automobilisten. Regen leidt namelijk bijna altijd tot flinke files. In deze les ga je met behulp van de WOW-meetgegevens leren hoe neerslag ontstaat.

In deze les kiezen we in het beginscherm van de website <http://wow.knmi.nl> voor 'Neerslag'.

Opdracht 1 Is er een WOW-station in Nederland waar op dit moment neerslag valt? Zo ja. Bij welk station regent het (of sneeuwt het) het hardst?

- Voor het weerstation van je eigen school maak je een grafiek van de neerslagintensiteit van de afgelopen week. Als je niet meer precies weet hoe je dit doet zoek je het op in 'Aan de slag met WOW'. Vergeet niet om altijd als je gegevens hebt geselecteerd op de knop 'Ververs' te klikken. Is er geen neerslag gevallen in de afgelopen week, selecteer dan een week waarin wel veel neerslag viel.

Vormen van neerslag

Neerslag ontstaat als lucht gedwongen wordt te stijgen. Tijdens het stijgen, neemt de temperatuur van de lucht af en vindt er condensatie plaats. Er ontstaan daarbij kleine waterdruppeltjes of ijskristallen. Deze zijn zo licht dat ze blijven zweven. De waterdruppeltjes of ijskristallen vormen wolken. Als er steeds meer waterdamp condenseert kunnen de waterdruppeltjes of ijskristallen na verloop van tijd zo groot worden dat ze gaan vallen. Op enkele kilometers hoogte in de lucht is het vaak zo koud dat de neerslag valt in de vorm van sneeuw. Naarmate de sneeuw dichterbij het aardoppervlak komt, kan deze – als de lucht warm genoeg is – overgaan in regen.

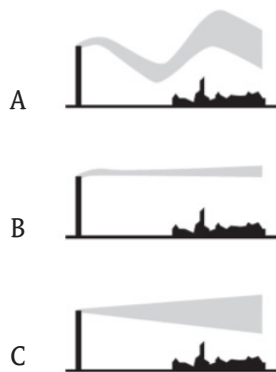
Hagelstenen ontstaan in heel turbulente buien. Dit zijn buien waarin allerlei stijgende en dalende luchtbewegingen plaatsvinden. Ijskristallen vallen van grote hoogte door de buienwolk naar beneden. Waterdruppeltjes klonteren vast op de ijskristallen. Door de turbulente bewegingen worden de ijskristallen steeds opnieuw omhoog en omlaag geslingerd, waarbij steeds nieuwe laagjes ijs rondom de kristallen worden gevormd. Uiteindelijk worden de hagelstenen zo zwaar dat ze naar beneden vallen.

Eén millimeter regen betekent dat er op een oppervlakte van één vierkante meter één liter water is gevallen. Eén centimeter sneeuw betekent ook één liter water per vierkante meter.

- Opdracht 2** Geef aan
- op welke dagen van de week er neerslag viel;
 - wat de maximale neerslagintensiteit was in deze week.

Neerslag ontstaat als de atmosfeer instabiel is. Een instabiele atmosfeer betekent dat er veel stijgende bewegingen in de lucht zijn. Dit gebeurt als er een groot verschil in temperatuur is tussen de lucht aan het aardoppervlak en die op grotere hoogte. Warme lucht stijgt dan vanaf het aardoppervlak op en dat kan leiden tot neerslag.

- Opdracht 3** Geef aan
- welke afbeelding uit figuur 2 (a, b of c) een instabiele atmosfeer weer geeft;
 - waaruit je dat kunt afleiden.



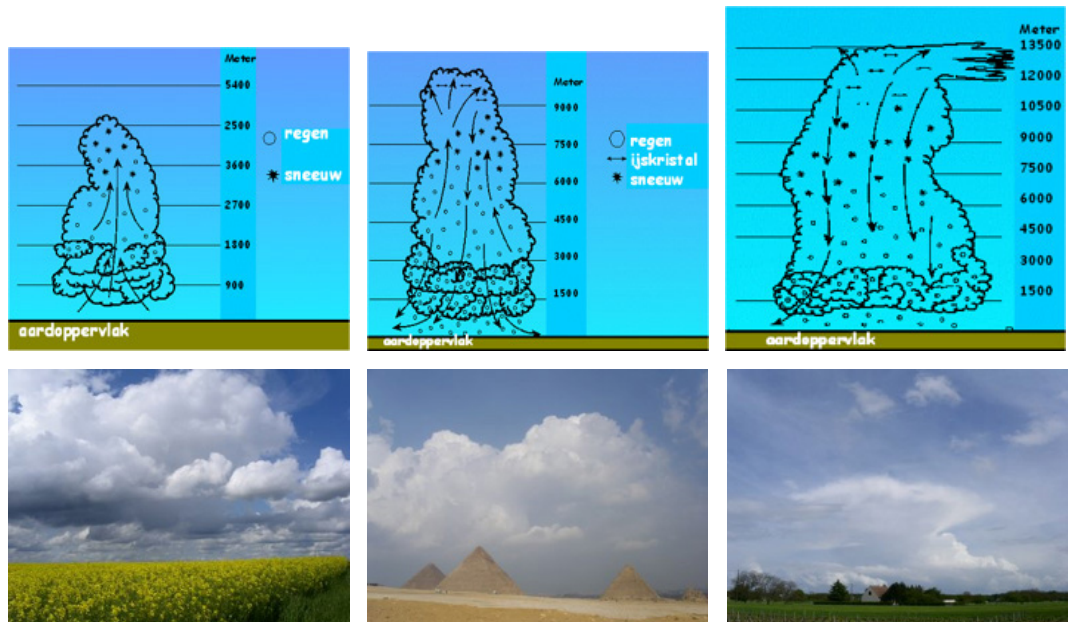
Figuur 2

- Opdracht 4** Hieronder staan zeven stappen in het ontstaan van neerslag. Zet deze stappen in de juiste volgorde.

- Er vormen zich wolken
- Het regent
- Luchtballen stijgen op
- Waterdruppels klonteren samen
- De waterdruppels worden zo zwaar dat ze gaan vallen
- Waterdamp condenseert
- Lucht aan het aardoppervlak wordt verwarmd

- Opdracht 5** In figuur 4 zie je het ontstaan van wolken en neerslag in drie stappen (A tot en met C) weergegeven. Geef aan

- in welke wolk (A, B en/of C) alleen stijgende bewegingen voorkomen;
- in welke wolken (A, B en/of C) ook dalende bewegingen voorkomen;
- uit welke wolken (A, B en/of C) neerslag valt;
- uit welke wolk (A, B en/of C) de meeste neerslag valt.



Figuur 4

A

B

C

Opdracht 6

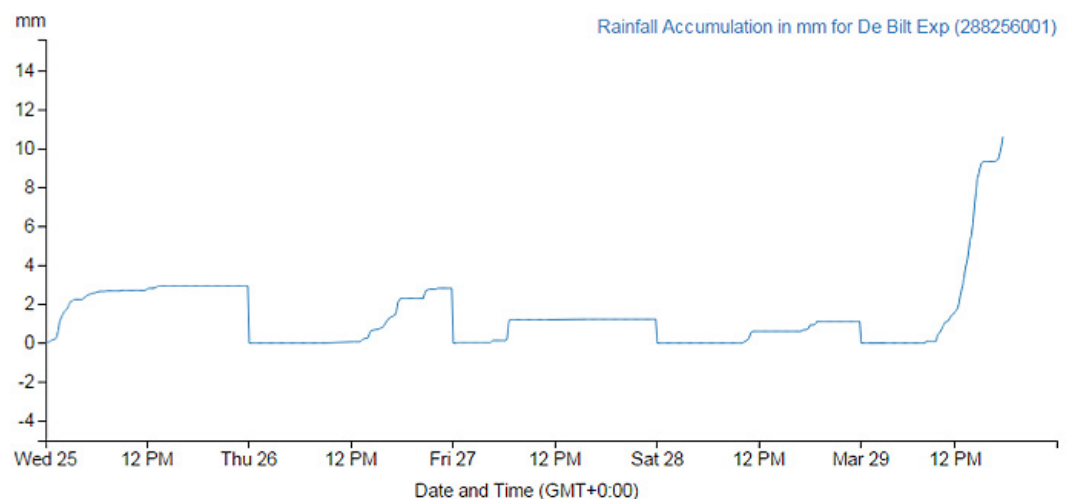
In figuur 4 is in de buien ook sprake van sneeuw. Aan het aardoppervlak sneeuwt het echter niet. Wat is hiervan de oorzaak?

In figuur 5 is een grafiek weergegeven van de neerslag die is gevallen in De Bilt tussen woensdag 25 en zondag 29 maart 2015. De grafiek toont per dag de accumulatie van de neerslag. Dat betekent dat de neerslag van de hele dag bij elkaar opgeteld wordt. Bij het einde van de dag kun je de totale hoeveelheid neerslag aflezen die gedurende de hele dag is gevallen.

Opdracht 7

Noteer hoeveel neerslag er is gevallen op de volgende dagen:

- woensdag 25 maart
- donderdag 26 maart
- vrijdag 27 maart
- zaterdag 28 maart
- zondag 29 maart



Figuur 4

Stofdeeltjes en wolkenvorming

In de lucht bevindt zich veel waterdamp. Om deze om te zetten in wolken druppels of neerslag zijn twee dingen nodig: de lucht moet vol zitten met waterdamp (de lucht moet verzadigd zijn) en er moeten 'deeltjes' in de lucht aanwezig zijn waarop condensatie kan plaatsvinden. Deze 'deeltjes' of condensatiekernen kunnen stofdeeltjes zijn, maar ook roetdeeltjes afkomstig van vulkaanuitbarstingen of vuurwerk. Is je het wel eens opgevallen dat het rond de jaarwisseling heel vaak mistig is? Ook in de uitlaatgassen van een vliegtuig zitten kleine 'deeltjes'. De ijskristallen in de lucht kunnen zich hier op afzetten. Zo ontstaan vliegtuigstrepen, eigenlijk ook een soort wolken.

- In de periode die is afgebeeld in figuur 5 regende het gedurende een aantal momenten.
- Opdracht 8**
- Op welk moment regende het, het hardst?
 - Hoe blijkt dat uit de grafiek in figuur 4?
- Opdracht 9** Bekijk de neerslagradar van het KNMI op <http://www.knmi.nl/neerslagradar/index.php>
Geef aan
- waar in Nederland op dit moment neerslag valt;
 - op welke manier op de neerslagradar de neerslagintensiteit (de mate waarin de neerslag valt) wordt afgebeeld.
- Het klimaat is het gemiddelde weer over een lange periode. Standaard nemen we voor het klimaat het gemiddelde weer over een periode van dertig jaar. In de klimaatatlas heeft het KNMI allerlei gegevens over het klimaat, en dus ook de neerslag, in Nederland verzameld.
- Open de klimaatatlas op <http://www.klimaatatlas.nl/> Bekijk de kaarten over neerslag en verdamping goed.
- Opdracht 10** Geef met behulp van de klimaatatlas aan in welk deel van Nederland in een jaar
- de meeste neerslag valt;
 - de minste neerslag valt;
 - Waardoor zijn deze twee gebieden in Nederland het natst of het droogst?
- Opdracht 11** Geef met behulp van de klimaatatlas aan in welke maand in Nederland gemiddeld
- het minste neerslag valt;
 - het meeste neerslag valt;
 - de verdamping het grootst is;
 - de verdamping het kleinst is.
 - het neerslagoverschot (neerslag - verdamping) het grootst is.
- Opdracht 12** In welk deel van Nederland valt in de herfstmaanden het meeste neerslag?
Waardoor ontstaat daar juist dan veel neerslag?

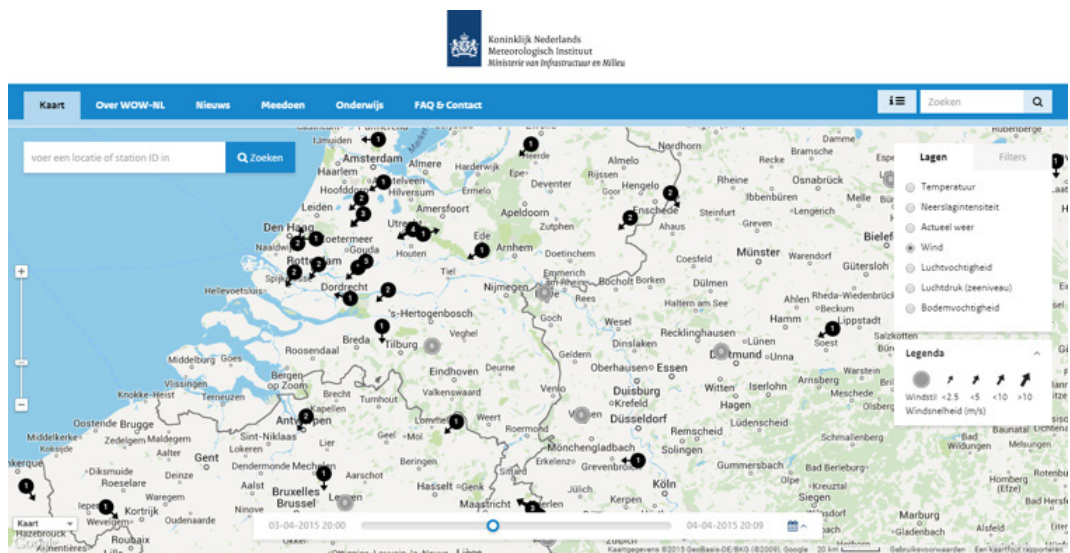
Klimaatverandering en neerslag

Ons klimaat wordt warmer. Het water van de Noordzee wordt ook warmer. Hierdoor verdampt er meer zeewater en valt er meer neerslag aan de kust. Er wordt verwacht dat de winters natter zullen worden. Voor de zomers worden vaker lange droge periodes verwacht, maar ook zwaardere buien waarbij in korte tijd erg veel neerslag kan vallen. Lokaal kan dat leiden tot wateroverlast. Vooral in de steden, waar het water niet in de grond kan wegzakken, kunnen straten en huizen onder water komen te staan. Om dit te voorkomen worden maatregelen genomen zoals het aanleggen van vijvers, waterpleinen en groene daken.

LES 3: Wind

Nederland ligt aan zee. Het waait er dan ook veel en soms ook hard. Vooral een noordwesterstorm kan gevaarlijk zijn. Dat hebben we in het verleden gemerkt, bijvoorbeeld tijdens de watersnoodramp in 1953. Nu beschermen we ons door zand op te spuiten om de vorming van duinen te versterken. En door middel van allerlei waterkeringen: dijken en dammen, maar ook waterkeringen die open en dicht kunnen. In deze les leer je met behulp van de WOW-meetgegevens meer over de wind in Nederland.

In deze les kiezen we in het beginscherm van de website <http://wow.knmi.nl> bij 'Lagen' voor 'Wind'. Stel de kaart zo in dat je een groot deel van Nederland kunt zien. Zie figuur 6 voor een voorbeeld.



Figuur 6

Opdracht 1

Geef aan

- uit welke windrichting de wind vandaag vooral komt;
 - door welke mogelijke oorzaak enkele weerstations een afwijkende windrichting aangeven.
- Klik op het WOW-meetstation van je eigen school. Er verschijnt een menu waarin het tabblad 'Observatie' is geopend. Hier kun je aflezen hoe groot de windsnelheid is. Als het WOW-station van je school geen windmeter heeft kun je een ander WOW-station gebruiken.

- Opdracht 2** Geef aan
- welke windsnelheid je afleest voor het weerstation van je school;
 - in welke eenheid de windsnelheid wordt gemeten.

Het klimaat is het gemiddelde weer over een lange periode. In de klimaatatlas heeft het KNMI allerlei gegevens over het klimaat verzameld en dus ook van de wind.

- Open de klimaatatlas op <http://www.klimaatatlas.nl/> Bekijk de kaart van de gemiddelde windsnelheid.

- Opdracht 3**
- Wat valt op aan de ligging van de gebieden met een hoge windsnelheid?
 - Controleer met behulp van de website <http://wow.knmi.nl> of het de afgelopen week ook in die gebieden het hardst heeft gewaaid.

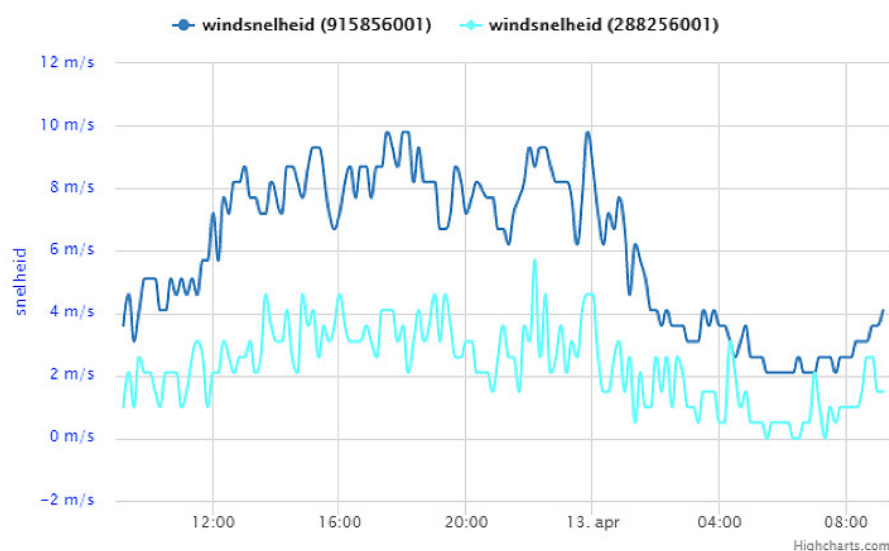
- Opdracht 4** Als je de kaart over de gemiddelde windsnelheid vergelijkt met kaart 39 uit de Grote Bosatlas 54^e editie dan zijn er twee soorten bodemgebruik waarboven de gemiddelde windsnelheid laag is. Geef aan
- boven welke twee soorten bodemgebruik de gemiddelde windsnelheid laag is;
 - waardoor de windsnelheid bij dat bodemgebruik laag is.

- Ga op <http://wow.knmi.nl> naar het meetstation van het KNMI in Deelen op de Veluwe met ID-nummer 913186001. Klik op dit meetstation en het tabblad 'Observatie' wordt geopend. Hier kun je de windsnelheid en de windrichting aflezen.

- Opdracht 5** Noteer
- de huidige windsnelheid in Deelen (noteer ook de eenheid);
 - de huidige windrichting in Deelen.
 - de hoogte waarop de wind wordt gemeten. Kijk daarvoor bij het tabblad 'Meetopstelling'.

De windsnelheid is sterk afhankelijk van de hoogte waarop wordt gemeten. In figuur 7 is voor twee meetstations op vrijwel dezelfde plek de windsnelheid weergegeven voor een dag. Eén station bevindt zich op 1,5 meter hoogte (288256001) en het andere op 10 meter hoogte (915856001).

- Opdracht 6** Geef aan
- wat het verband is tussen de meethoogte en de windsnelheid;
 - wat de oorzaak is van dit verband.



Figuur 7

- Maak van het WOW-meetstation van je eigen school via <http://wow.knmi.nl> een grafiek van de windsnelheid van de afgelopen week. Als je niet meer precies weet hoe je dit doet zoek je het op in 'Aan de slag met WOW'. Heeft het meetstation van je school geen windsnelheidsmeter, gebruik dan de gegevens van het KNMI-station in De Bilt. Klik na de selectie van de gegevens op de knop 'Ververs'.

Opdracht 7

Noteer

- de hoogste windsnelheid die de afgelopen week is gemeten;
- de dag en het tijdstip waarop de hoogste windsnelheid werd gemeten.

Opdracht 8

Figuur 8 geeft de windsnelheid weer die in De Bilt is gemeten tussen 10 en 13 april 2015.

Geef aan

- wat de hoogst gemeten windsnelheid was in De Bilt op die dagen;
- op welke dag de hoogte windsnelheid werd bereikt;



Figuur 8

- Ga naar <http://www.knmi.nl/klimatologie/windrozen/index.cgi> Bekijk de windrozen en lees de uitleg (rechts in het menu). Er wordt een windroos weergegeven voor de afgelopen maand en die van het klimatologische gemiddelde (over dertig jaar gezien). Met een schuifbalkje kun je andere meetstations en andere maanden selecteren.

Opdracht 9

Geef voor de windroos van De Bilt aan

- uit welke windrichting de wind de afgelopen maand het vaakst kwam;
- hoeveel procent van de tijd de wind uit die richting kwam;

Opdracht 10

Bekijk de windrozen van het klimatologische gemiddelde van De Bilt in april, juli, oktober en december. In welke maand is de gemiddelde windsnelheid het hoogst?

Opdracht 11

Bekijk figuur 9. Beschrijf waardoor de wind in de afgebeelde situatie waait zoals de zwarte pijlen aangeven.

De Wet van Buys Ballot

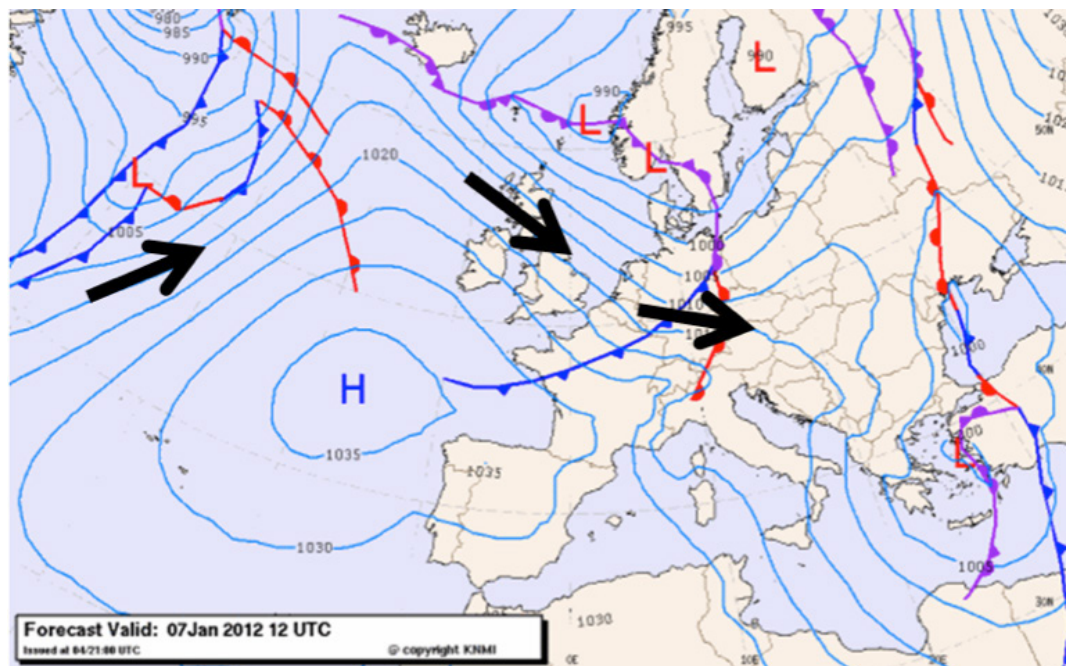
Wind ontstaat door verschillen in luchtdruk (zie les 4). Als er in een bepaald gebied veel luchtdeeltjes zijn (een hoge drukgebied) en ergens anders weinig (een lage drukgebied) dan gaat er lucht stromen. Deze luchtstroom kennen wij als wind.

Als wind over grote afstanden waait, wordt deze afgebogen door de draaiing van de aarde (het Corioliseffect). Lucht stroomt dus niet rechtstreeks van een hoge naar een lage drukgebied. De lucht stroomt juist rond de hoge en lage drukgebieden.

De Nederlander Buys Ballot, de eerste directeur van het KNMI, stelde in 1857 een wet op over wind en luchtdruk:

Wind waait van hoge drukgebieden naar lage drukgebieden en heeft daarbij op het noordelijk halfrond een afwijking naar rechts en op het zuidelijk halfrond een afwijking naar links.

- Het KNMI maakt kaarten van het actuele weer. Deze kun je vinden op <http://www.knmi.nl/actueel/> Bekijk de kaarten van de wind. Hierop wordt de windsnelheid weergegeven in meter per seconde en in Beaufort (een speciale maat voor de windsnelheid). De windrichting is af te leiden uit de pijlen op de kaart.



Figuur 9

Opdracht 12

- Welke windsnelheid geeft de kaart aan voor de plaats waar je school staat?
 - Welke windrichting geeft de kaart aan voor de plaats waar je school staat?
 - Controleer of deze gegevens overeen komen met de WOW-metingen van het weerstation van je school. Welke conclusie kun je op basis hiervan trekken?
- Selecteer nu op de website <http://wow.knmi.nl> weer de 'Windsnelheid en richting'. Zoom uit op de kaart totdat je niet alleen Nederland ziet, maar ook een groot deel van de buurlanden.

- Opdracht 13** Wat is de overheersende windrichting in
- a. België
 - b. Frankrijk
 - c. Groot-Brittannië

Les 4: Luchtdruk

Al is het weinig, lucht heeft wel degelijk gewicht. De luchtdeeltjes in één liter lucht wegen samen 0,003 gram. Dat is natuurlijk heel weinig. Als je echter bedenkt dat er zich een luchtlaag van vele kilometers dik boven ons hoofd bevindt, dan kan lucht toch aardig wat kracht uitoefenen. De druk die de lucht uitoefent op het aardoppervlak wordt luchtdruk genoemd. Met een barometer kun je de luchtdruk meten. Dit wordt gedaan in hPa (hectoPascal). De gemiddelde luchtdruk op aarde bedraagt 1013 hPa. Dat is op zeeniveau. Op enkele kilometers hoogte is de luchtdruk veel lager. Er bevindt zich daar minder lucht boven je en deze kan dus minder druk uitoefenen.

Met het WOW-meetstation op je school ben je in staat om zelf de luchtdruk te meten.

- Ga naar <http://wow.knmi.nl> en kies bij lagen voor luchtdruk. Kijk welke luchtdruk er wordt gemeten op de diverse weerstations, ook dat van je eigen school.

Opdracht 1 Geef aan

- a. welke luchtdruk het meetstation van jouw school aangeeft;
- b. of dit hoge, gemiddelde of lage luchtdruk is;
- c. of dit erg verschilt van de andere meetstations.

Luchtdruk verschilt over kleinere afstanden vaak niet veel van elkaar. Vandaar dat de WOW-meetstations in Nederland allemaal ongeveer dezelfde luchtdruk aangeven. Boven Europa vinden zich vaak enkele lage en hoge drukgebieden. Deze zijn erg bepalend voor het weer ter plekke.

- Zoom uit op <http://wow.knmi.nl> totdat de kaart een groot deel van Europa laat zien. Bekijk waar zich hoge en waar zich lage drukgebieden bevinden.

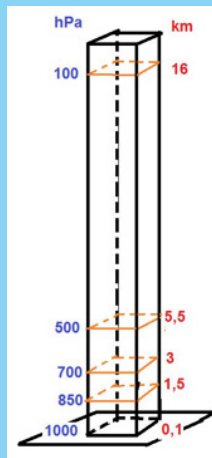
Opdracht 2

- a. Boven welk(e) land(en) bevindt zich een lage drukgebied?
- b. Boven welk(e) land(en) bevindt zich een hoge drukgebied?

Luchtdruk meten

Luchtdruk is het gewicht van een kolom lucht boven 1 cm² van het aardoppervlak. Hoe hoger je komt, hoe lager de luchtdruk. Op 3 kilometer hoogte is de luchtdruk bijvoorbeeld nog maar zo'n 700 hPa. Luchtdruk meet je met een barometer. Het weerstation op je school bevat ook een barometer. Deze barometer bestaat uit een vacuüm kastje. Als de luchtdruk hoog is, wordt dit kastje meer ingedruwd, dan als de luchtdruk laag is. De mate waarin het kastje wordt ingedrukt is daarmee een maat voor de luchtdruk. Hieronder zie je een afbeelding van een barometer. De buitenste schaalverdeling geeft de luchtdruk in hPa aan. De binnenste schaalverdeling geeft de oude maat aan (mmHg).

Luchtdruk is een belangrijk weerkenmerk omdat het erg bepalend is voor de wind, de neerslag en de mate van bewolking of zonneshijn. Daarom houden meteorologen de luchtdruk altijd goed in de gaten. Als deze verandert, betekent dat vaak daar er een ander weertype aankomt.



Bron: <http://media.madeinlimburg.be/2013/10/barometer.jpg>

Opdracht 3

Gebruik de hierboven weergegeven barometer.

Geef aan welk weertype volgens de barometer voorkomt bij

- een luchtdruk van 1025 hPa;
- een luchtdruk van 995 hPa;
- de luchtdruk die je nu afleest voor het WOW-meetstation van je school.
- Is het weertype dat bij de gemeten luchtdruk volgens de barometer moet voorkomen, ook echt het weertype dat je nu buiten ziet en het actuele weertype dat wordt weergegeven op het WOW-meetstation van je school?

Opdracht 4

Gebruik de Grote Bosatlas 54^e editie kaarten 218 B en D.

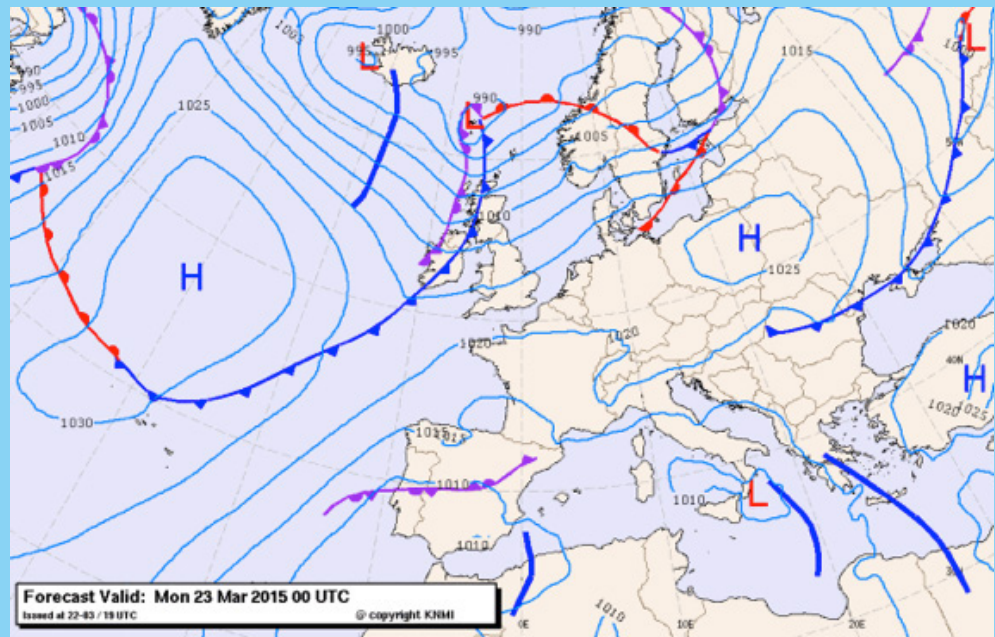
In deze kaarten zijn de Paardenbreedten weergegeven. In de tijd van de zeilschepen waren deze breedten berucht bij zeelieden omdat de schepen er moeilijk vooruit kwamen.

Geef aan

- wat voor luchtdruk er het hele jaar overheerst op de paardenbreedten;
- waardoor de schepen op deze breedten moeilijk vooruit kwamen.

Isobaren

De kaart die hieronder is afgebeeld geeft de luchtdruk weer in Europa op een bepaalde dag. De kaart is gemaakt door eerst de op weerstations gemeten luchtdruk op de kaart te zetten. Daarna zijn er lijnen getrokken tussen punten met gelijke luchtdruk. Deze lijnen worden isobaren genoemd. Je kunt ze vergelijken met hoogtelijnen, die punten met gelijke hoogte met elkaar verbinden. Door de isobaren in te tekenen op de kaart kun je gebieden ontdekken waar hoge luchtdruk overheerst en gebieden waar lage luchtdruk overheerst.



Opdracht 5 Gebruik de Grote Bosatlas 54^e editie kaarten 218 B en D en 222. Neem onderstaande tabel over en vul deze in met behulp van deze atlaskaarten.

breedtegraad	Overwegend hoge of lage luchtdruk (218B en D)	Klimaat (222)
0°-15° NB en ZB		
15°-35° NB en ZB		
40°-60° NB en ZB		
70°-90° NB en ZB		

Opdracht 6 Isobaren lijken op hoogtelijnen. Net als hoogtelijnen op een kaart liggen ook isobaren op sommige plekken dichter op elkaar en op andere plekken verder uit elkaar.

Geef aan

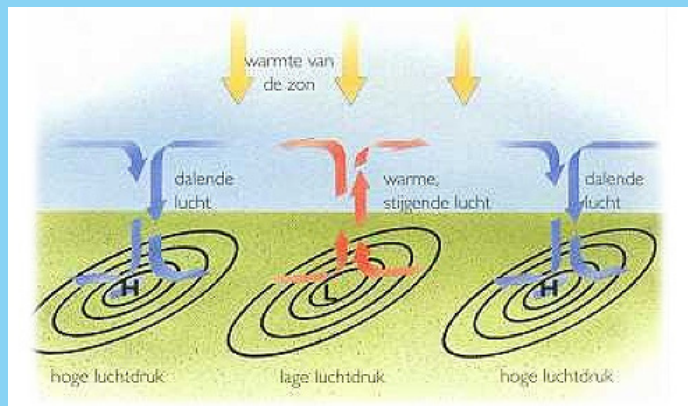
- wat het begrip 'isobaar' betekent;
- wat het betekent als isobaren dicht op elkaar liggen op de kaart;
- wat het betekent als isobaren ver uit elkaar liggen op de kaart.

Hoge en lage drukgebieden

In gebieden met een hoge luchtdruk daalt de lucht richting het aardoppervlak. De lucht wordt warmer als deze daalt en kan daardoor meer waterdamp bevatten. In een hoge drukgebied zijn hierdoor vaak geen wolken, maar schijnt de zon. Er waait weinig wind. We noemen het weertype dat voorkomt bij hoge luchtdruk een stabiel weertype. Dit weertype blijft vaak enkele dagen of zelfs weken hetzelfde.

In gebieden met lage luchtdruk stijgt lucht vanaf het aardoppervlak op. De lucht koelt af als deze opstijgt en kan daardoor minder waterdamp bevatten. Er treedt condensatie op en er ontstaan wolken en neerslag. Het waait vaak stevig tot hard rondom een lage drukgebied. We noemen het weertype dat voorkomt bij lage luchtdruk een instabiel weertype. Het weer is onstuimig en kan van moment tot moment sterk verschillen.

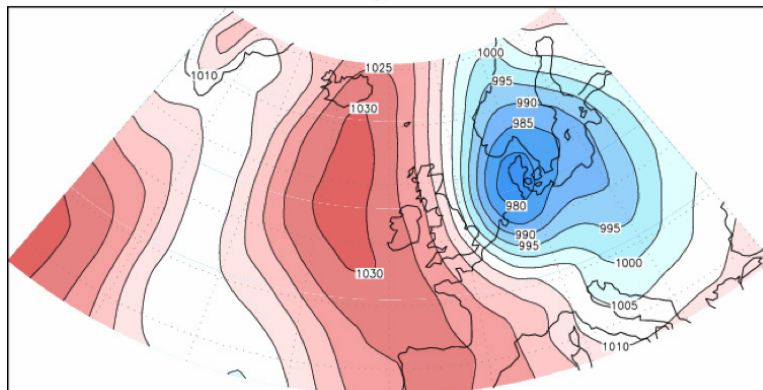
Op aarde komen gebieden voor waar vrijwel altijd hoge luchtdruk overheerst, zoals de woestijnen en de poolgebieden. In andere gebieden overheerst bijna altijd lage luchtdruk, zoals bij de evenaar. Er zijn ook gebieden waar de luchtdruk veranderlijk is. Dit is onder andere het geval in West-Europa. Omdat de luchtdruk vaak verandert, verandert het weertype ook steeds.



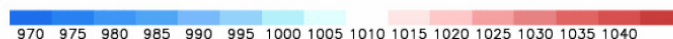
Bron: http://www.plaatinfo.nl/begrippen/luchtdruk_en_wind_bestanden/convectie.jpgbe/2013/10/barometer.jpg

Opdracht 7 Bekijk de kaart van de luchtdruk op 1 februari 1953 in figuur 10. Geef aan

- waar zich op dat moment een lage drukgebied bevond;
- waar zich op dat moment een hoge drukgebied bevond;
- uit welke windrichting de wind op dit moment kwam in Nederland;
- waaraan je kan zien dat er op dat moment sprake was van storm boven Nederland;
- wat op 1 februari 1953 het gevolg was van deze luchtdrugsituatie.

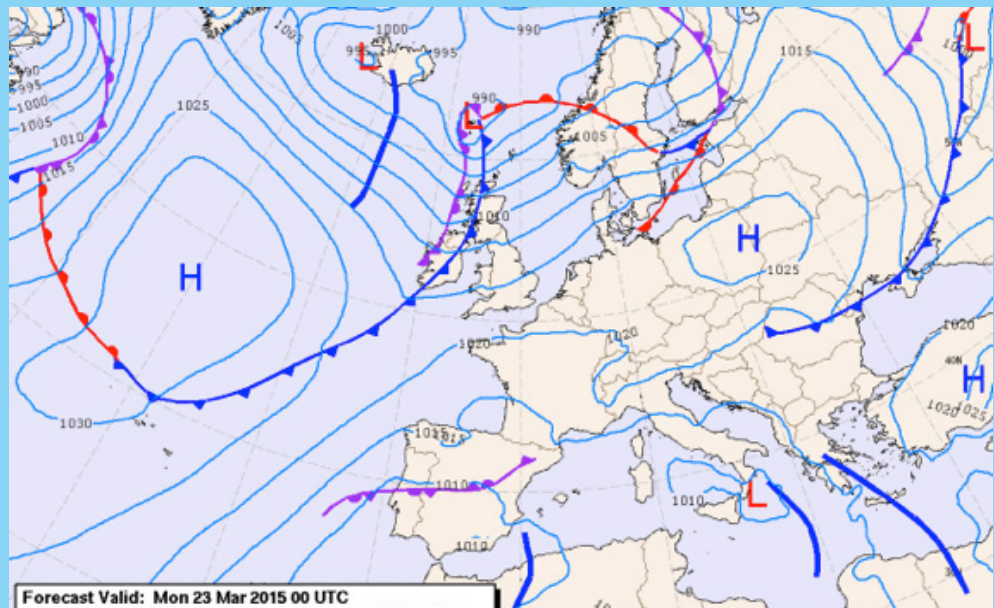


Figuur 10



Isobaren

De kaart die hieronder is afgebeeld geeft de luchtdruk weer in Europa op een bepaalde dag. De kaart is gemaakt door eerst de op weerstations gemeten luchtdruk op de kaart te zetten. Daarna zijn er lijnen getrokken tussen punten met gelijke luchtdruk. Deze lijnen worden isobaren genoemd. Je kunt ze vergelijken met hoogtelijnen, die punten met gelijke hoogte met elkaar verbinden. Door de isobaren in te tekenen op de kaart kun je gebieden ontdekken waar hoge luchtdruk overheerst en gebieden waar lage luchtdruk overheerst.

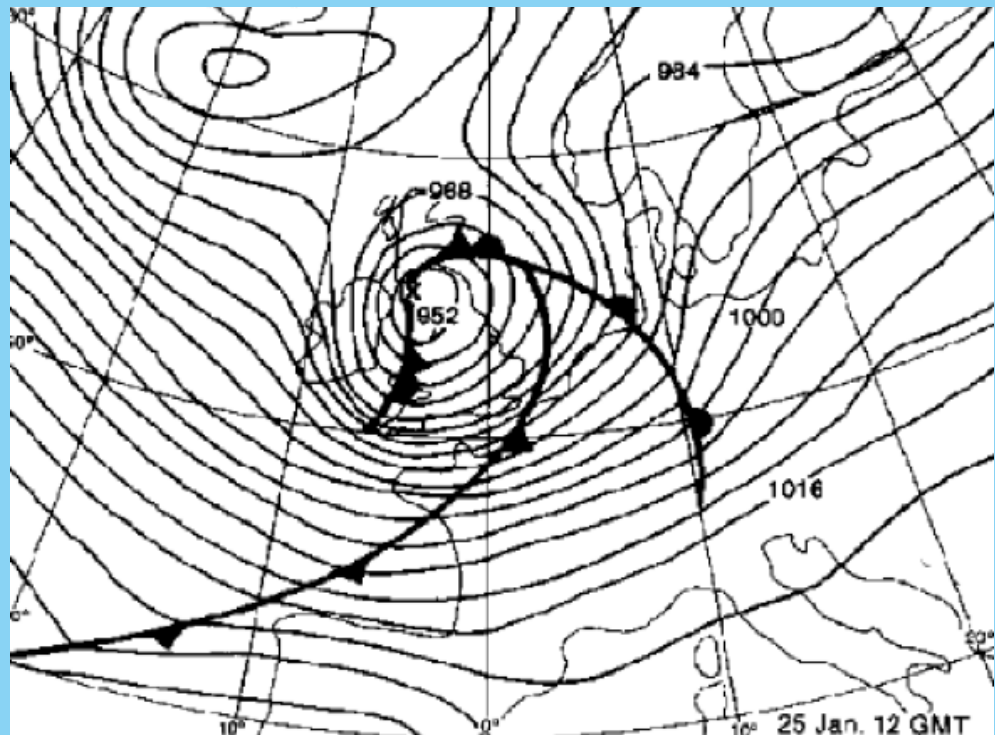


Luchtdruk en windsnelheid

Als hoogtelijnen op een kaart dicht bij elkaar liggen betekent dit, dat over een korte afstand de hoogte sterk verschilt. Het is dan steil. Dit is met isobaren ook ongeveer zo. Als de luchtdruk over een kleine afstand sterk verandert liggen de isobaren op een kaart dicht bij elkaar. De windsnelheid is dan hoog. En als de isobaren ver uit elkaar liggen is de windsnelheid laag.

Het komt er op neer dat luchtdrukverschillen op aarde vereffend worden doordat er wind ontstaat die luchtdeeltjes van hoge drukgebieden naar lage drukgebieden transporteert. In het klein werkt dat ook zo. Denk maar aan de windvlaag die je voelt als je op de fiets wordt ingehaald door een vrachtauto, of het leeglopen van een fietsband als je deze lek hebt gereden. Hoe groter het verschil in luchtdruk tussen de band en daarbuiten, hoe harder de lucht uit het gat stroomt.

De wind krijgt door de draaiing van de aarde om haar eigen as een afwijking. Hierdoor waait de wind vrijwel parallel aan de isobaren. Op onderstaande weerkaart bevindt zich een heel sterk lage drukgebied boven Groot-Britannië. De isobaren liggen boven Nederland dicht op elkaar. Het waait dus heel hard. De wind komt in Nederland uit het zuidwesten (parallel aan de isobaren).



Eindopdracht: maak een weerbericht

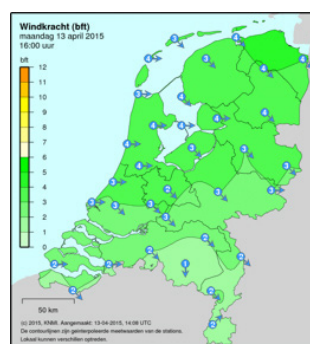
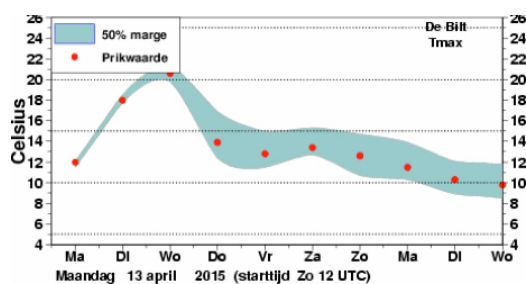
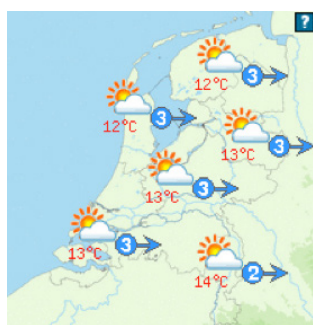
In de voorgaande lessen heb je met behulp van de WOW-metingen veel geleerd over temperatuur, neerslag, wind en luchtdruk. De gegevens die heb je geraadpleegd zoals de meetgegevens van weerstations, weerkaarten en de neerslagradar zijn voor de meteorologen van het KNMI onmisbaar om een betrouwbare weersverwachting te maken. Zij gebruiken echter nog meer hulpmiddelen. Weermodellen bijvoorbeeld, die op basis van een heleboel meetgegevens een verwachting produceren. Naast alle hulpmiddelen is voor het opstellen van een weersverwachting vooral kennis nodig van het weer en veel ervaring met allerlei weersituaties. Nu jij ook wat ervaring hebt opgedaan, is het tijd om zelf eens een verwachting op te stellen!

Ter inspiratie kun je hier bekijken hoe echte weervrouwen en –mannen te werk gaan:

https://youtu.be/dZPZvyLOy_M

<https://youtu.be/TKygZoqZzBM>

Het weerbericht laat meer zien dan alleen de weerverwachting. Het toont ook hoe het weer zich ontwikkelt, geeft uitleg over de actuele weerssituatie en geeft inzicht in de mate van onzekerheid in de verwachting. Het weerbericht wordt altijd gevisualiseerd met afbeeldingen zoals hieronder.



De opdracht

Presenteer samen met een medeleerling het weerbericht voor de volgende dag en geef een verwachting van het weer voor de komende drie dagen. Je moet daarvoor in ieder geval het volgende doen:

- Beschrijven en laten zien hoe het weer de afgelopen dag was (was er een bijzondere weersituatie als storm, onweer, sneeuw, extreme neerslag, hoge of juist lage temperaturen voor de tijd van het jaar?). Gebruik hiervoor de WOW-gegevens!
- Beschrijven en laten zien welke ontwikkelingen er in de atmosfeer plaatsvinden. Hoe zullen luchtdrukgebieden zich naar verwachting verplaatsen? Uit welke hoek zal de wind gaan waaien? Zal de bewolking toe- of afnemen? Hoe is het weer op de Britse eilanden en komt dat weer onze kant op? Hoe is het weer in andere delen van Europa?
- Maak op basis van de ontwikkelingen in de atmosfeer een gedetailleerde verwachting voor de volgende dag en een vooruitblik voor de komende drie dagen.
- Gebruik maken van visuele middelen als weerkaarten, de neerslagradar enzovoorts.
- En uiteraard moet je weerbericht zo duidelijk mogelijk presenteren, zorg ervoor dat je de lezer of luisteraar prikkelt en boeit.

Op welke manier presenteer je het weerbericht?

Je mag zelf een keuze maken voor de presentatievorm. Je kunt er bijvoorbeeld voor kiezen om een weerbericht voor een (digitale) krant te schrijven. Omdat je in een papieren krant niet zoveel ruimte hebt om weerkaarten, foto's of een neerslagradar te tonen, moet je veel aandacht besteden aan een goede beschrijving van het weer. Een digitale krant biedt wel mogelijkheden om meer beeldmateriaal toe te voegen. Let wel op dat het dan geen losse verzameling wordt van beelden, een weerbericht moet echt één geheel zijn. Je kunt er voor kiezen om een weerbericht te maken in de vorm van een Prezi of Powerpoint of in de vorm van een interactieve kaart (die je bijvoorbeeld kunt maken in Thinglink). Een andere optie is natuurlijk een weerbericht zelf presenteren, zoals dat ook op televisie wordt gedaan. Je bent dat echt zelf weervrouw of -man! Kijk ter voorbereiding eens een aantal dagen naar het weerbericht dat wordt uitgezonden op RTL-4. Daar wordt het weer echt uitgelegd! Vind je een presentatie voor een publiek toch wat eng? Neem dan een filmpje op en verwerk het in bijvoorbeeld een Prezi-presentatie. Tot slot kun je ook een weerbericht opnemen voor de radio. Je kunt dan geen foto's of weerkaarten laten zien. Des te belangrijker is in dat geval je beschrijving van het weerpatroon!

Informatie die je kunt gebruiken voor je weerbericht

De WOW-gegevens:

<http://wow.knmi.nl>.

De KNMI-neerslagradar:

<http://www.knmi.nl/neerslagradar/index.php>

De KNMI-weerkaarten gemaakt met het HIRLAM weermodel:

http://www.knmi.nl/waarschuwingen_en_verwachtingen/weerkaarten.php

GFS weermodel:

<http://www.weatheronline.co.uk/cgi-bin/expertcharts?LANG=nl&CONT=euro&MODELL=gefs&MODELLTYP=2&VAR=tc&WMO=&ZOOM=0&RES=0&PERIOD=&PANEL=0&ARCHIV=0&BASE=201504100000%26HH%3D12>

Het boekje weerkunde van Kees Floor met heel veel bruikbare achtergrondinformatie over het weer:

<http://www.weerpublicist.nl/weerkunde/>

Waar moet je weerbericht aan voldoen?

Je weerbericht moet goed te volgen zijn voor iedereen. Je moet vooral goed uitleggen hoe bepaalde weersituaties ontstaan. Je moet dus niet alleen aangeven hoe hoog de temperatuur zal zijn en hoeveel neerslag er zal vallen, maar juist ook uitleggen hoe die temperatuur en die hoeveelheid neerslag tot stand komen.

Daarnaast moet je bij het schrijven van een weerbericht natuurlijk goed lopende zinnen maken. Houd je een presentatie? Zorg er dan voor dat je het publiek aankijkt en niet opleest van het scherm.

Veel succes!

