LESPAKKET
KNAPPE K(N)OPPEN

Lespakket ontworpen voor de tweede en derde graad van het secundair onderwijs

Universiteit Antwerpen

KLIMAATLINK

knappe k[n]oppen

LESPAKKET
KNAPPE K(N)OPPEN

PRAKTISCH OVERZICHT

ONTWORPEN VOOR DE **TWEEDE** EN **DERDE GRAAD** VAN HET SECUNDAIR ONDERWIJS

Universiteit Antwerpen

KLIMAATLINK

knappe k[n]oppen

Inleiding

Dat **bladknoppen van bomen in de lente uitlopen**, is een jaarlijks weerkerend natuurlijk hoogtepunt. Wetenschappers zijn er nog niet helemaal uit waarom bladknoppen het ene jaar vroeger uitlopen dan het andere. Er zijn verschillende sturende factoren gekend, zoals daglengte, temperatuur en beschikbaarheid van voedingsstoffen ... Maar hoe de sturing juist verloopt, blijft een open vraagstuk. Bovendien zijn onze bomen steeds vaker in de war. De reden: **klimaatverandering**. Daglengtes zijn hetzelfde als voordien, maar winter- en voorjaarstemperatuur nemen gemiddeld toe. De complexiteit van het hele sturingsproces maakt het op dit ogenblik onmogelijk om het gedrag van bomen te voorspellen in onze nieuwe, warmere wereld. Maar het is wel cruciaal: bomen nemen zelf een hele hoop CO_2 op uit de lucht (het broeikasgas CO_2 in de lucht stuurt de klimaatopwarming). En hun uiteindelijke groei hangt sterk af van een succesvolle start na de winter. Bovendien zijn ook veel vogels, insecten en andere organismen afhankelijk van de levenscycli van de bomen.

Dat is waarom wetenschappers en burgers samen in dit **citizen science project** aan de slag gaan. Eén van de allerbelangrijkste problemen is het gebrek aan grondige experimentele gegevens. Net zoals mensen verschillen bomen allemaal meer of minder van elkaar. Wetenschappers hebben dus studiegegevens nodig van (heel) veel bomen. Op al die bomen moet een relatief eenvoudig experiment worden uitgevoerd, in ongeveer dezelfde tijdsperiode. Probleem: er zijn gewoon te veel bomen en te weinig wetenschappers om dat uit te voeren.

Daarom volgen in het Knappe K(n)oppenproject scholen met hun leerlingen en leraars een groot aantal bomen op. Ze zoeken uit wat het uitlopen van de bladknoppen beïnvloedt. Burgers en wetenschappers slaan de handen in elkaar en zetten samen een cruciale wetenschappelijke stap voorwaarts. **Zijn onze bomen bestand tegen een warmere wereld?** Dit lespakket biedt leerkrachten en leerlingen gedurende het project meer uitleg en ondersteuning.

Doelgroep, doelstellingen en eindtermen

Het citizen science project **Knappe K(n)oppen** heeft drie algemene doelstellingen:

1. Een wetenschappelijke dataset creëren.
2. Burgers in ecosysteem- en klimaatonderzoek mobiliseren.
3. Informatie doorstromen naar de deelnemers.

Dit lespakket wordt aangeboden voor **alle richtingen van de tweede en derde graad secundair onderwijs**. Het is een STEM-lespakket dat ook buiten STEM-richtingen gebruikt kan worden. Het geeft scholen de kans via een bekend natuurfenomeen (ontluikende bladeren) **een gevolg van klimaatverandering dichtbij huis** te onderzoeken, en daarrond een project op te stellen waarbij de leerlingen zelfstandig een experiment uitvoeren en analyseren. Het laat leerlingen bovendien **proeven van hands-on wetenschap**. Indien we voldoende data verzamelen, kunnen we alle data ook samenbrengen in één grote dataset, die nadien kan gebruikt worden in een samenwerking tussen wetenschap en burgers, voor wetenschappelijke publicaties.

Inhoudelijk focust dit lespakket zich onder andere op het verschuiven van de seizoenen door klimaatverandering, en de invloeden van verschillende omgevingsfactoren op uitlopende bladknoppen. Het legt bovendien uit hoe wetenschappelijke informatie gepubliceerd wordt, en waar wetenschappers bij publicatie op letten.

Het lespakket kan **vakoverschrijdend** in de school uitgerold worden. Het toont aan dat onder andere de vakken fysica, informatica en biologie met elkaar gekoppeld kunnen worden. Ook met wiskunde- en taalleerkrachten is samenwerken mogelijk.

Het experiment van dit lespakket vraagt gedurende enkele maanden veel korte tijdsmomentjes (wekelijks ongeveer 10 tot 20min) van de leerlingen. **Organisatie** is hierbij heel belangrijk. Het is daarom ideaal als **STEM-opdracht**, middagopdracht, of als een soort **projectwerk**. Dit kan variëren van persoonlijke werkjes tot groepswerkjes.

Indien het binnen de les biologie of natuurwetenschappen georganiseerd wordt, is het aangeraden slechts een tweetal studiebomen per klas te nemen en een doorschuifsysteem te organiseren zodat de les zelf niet te veel tijd verliest. Een voorbeeld van een mogelijke planning kan gevonden worden in bijlage *Voorbeeldplanning*.

Voor **meer info** over de onderwijsdoelen:
zie bijlage *Eindtermen*.

Materiaal voor de leraar

- ✓ Dit lespakket geeft **achtergrond bij het citizen science project Knappe K(n)oppen**. Het biedt daarvoor **een volledige ondersteuning voor de leraar** bij het uitvoeren van enkele lessen omtrent ontluiking van de bladknoppen van bomen. Het bevat informatie over eindtermen, expertise rond bomen en klimaatverandering, twee grote experimenten met vele tips voor uitbreidingen, ondersteuning bij het uitleggen en uitrollen van de experimenten in de school, en hulp bij de verwerking van de data. Het biedt bovendien meerdere **uitbreidingsmogelijkheden** aan. Het bevat bijlages met extra informatie, linken naar nuttige sites, filmpjes … Het lespakket laat de leraar toe zelf creatief aan de slag te gaan, met dit lespakket als basis. De **bijlagemap*** geeft toegang tot alle beschikbare informatie. Het lespakket kan door de leraar aangepast worden naargelang de beschikbare tijd en het leerniveau van de school of klas.
- ✓ Voor dit lespakket is een gemiddelde klasruimte noodzakelijk. Connectie met het internet, beschikbaarheid van computers of tablets bij opzoekwerk en data-analyses, en een presentatiescherm zijn noodzakelijk voor een goed verloop van dit lespakket. Ook is het gemakkelijk indien in de buurt van het schoolgebouw enkele bomen staan.
- ✓ Voor het hoofdexperiment zijn minstens twee temperatuursensoren nodig. Een daarvan blijft binnen, terwijl de andere buiten bij de bomen geplaatst wordt. Controleer eventueel of je temperatuursensoren kan lenen bij Klimaatlink (Universiteit Antwerpen). Reserveren kan via **klimaatlink@uantwerpen.be** . Voor het tweede experiment zijn witte, zwarte en doorzichtige nagellak nodig. Vraag eventueel aan de leerlingen om dit te voorzien (zie *Materiaal voor de leerlingen*).

Materiaal voor de leerlingen

- ✓ Voor sommige opdrachten van dit lespakket zijn **werkbladen voor de leerlingen** voorzien. Dit staat telkens aangegeven in deze handleiding voor leraren. Er is ook een **begrippenlijst** met enkele moeilijkere termen. De werkbladen en begrippenlijst staan in de **bijlagemap***.
- ✓ Bij **de experimenten** zijn een kleine takkenknipschaar, een emmer met water, en nagellak (doorzichtige, zwarte en witte; enkel voor het extra/uitbreidings-experiment) nodig.

* De map van Klimaatlink waarin je dit document gevonden hebt.

Inhoud

Dit lespakket is onderverdeeld in drie delen die ook onafhankelijk van elkaar in de klas uitgerold kunnen worden. **Veel delen van dit lespakket kunnen vak-overschrijdend uitgevoerd worden**. Er zijn samenwerkingen mogelijk tussen de vakken wiskunde, biologie, aardrijkskunde, taalvakken. Het eerste en laatste deel duren telkens twee tot drie lesuren (zonder rekening te houden met eventueel uitbreidingen). De tijdsduur voor DEEL 2 is niet bepaald. Het is mogelijk onderdelen uit het lespakket weg te laten of, bijvoorbeeld via de aangeboden uitbreidingen, extra lesuren aan dit lespakket toe te voegen. **Ook apart van elkaar bieden de verschillende onderdelen van dit lespakket een inspiratiebron en meerwaarde voor het onderwijs**.

DEEL 1

Verschuiving van seizoenen – 2 tot 3 lesuren

1.1 De Ronde van Vlaanderen

1.2 De impact van klimaatverandering op de fenologie

DEEL 2

Het experiment

2.1 Achtergrondinformatie

2.2 Het experiment

2.3 **UITBREIDING**:
Zin in een tweede experiment?

DEEL 3

Rapporteren over wetenschap – 2 lesuren

3.1 Fake news?

3.2 Data publiceren

3.3 De opbouw van een wetenschappelijk artikel

3.4 Maak van jouw data een wetenschappelijk artikel

Vragen, opmerkingen of verbeteringen over het lespakket zijn welkom: **klimaatlink@uantwerpen.be** .

Dankbetuiging

Dit lespakket is tot stand gekomen dankzij de samenwerking tussen twee projecten van het Global Change Ecology Center van Universiteit Antwerpen: Knappe K(n)oppen en Klimaatlink. De hoofdauteur van dit lespakket is **Arne Ven**, klimaatadviseur voor het onderwijs (Universiteit Antwerpen).

Voor het opbouwen, opmaken en nazien van dit lespakket gaat dank uit naar:

- de leraren en medewerkers uit het project Klimaatlink die zich achter het lespakket hebben gezet:

  Geert Baudoncq en **Toon Saerens**
  leraren Tuinbouwschool Melle
  Elise Schaumont
  leraar OLVP Sint-Niklaas en energiecoach Sint-Niklaas
  Iris Van der Vennet
  leraar Sint Ursulalyceum (Lier)
  Ellen Van Beek, **Katelijne Zuidhoek** en **Lien Eeman**
  leraren Atheneum Brasschaat
  Elisabeth Vereecken
  leraar Mater Dei instituut (Brasschaat)
  Frankie Goovaerts
  leraar KA Merksem
  Vanessa Kenis
  leraar Stedelijk Lyceum Quellin (Antwerpen)
  Dirk Saeys en **Nathalie Meulemans**
  leraren Stedelijk Lyceum Waterbaan (Antwerpen)
  Anke Verschaeren
  leraar Stedelijk Lyceum Hardenvoort (Antwerpen)
  Eric Struyf
  research manager Global Change Ecology Center (Universiteit Antwerpen)
  Sara Vicca
  professor en docent (Universiteit Antwerpen)
  Ivan Janssens
  professor en docent (Universiteit Antwerpen)

- Astrid Elbers – taaldocent van **Linguapolis**

- Departement ICT – NMD – **Grafische cel** van Universiteit Antwerpen.

- Leen De Vos en Evelyne Vanden Bosch - **RVO Society**

Klimaatlink wordt gefinancierd door Universiteit Antwerpen, stad Antwerpen, en stad Sint-Niklaas.

Knappe K(n)oppen wordt gefinancierd door UAntwerpen en EWI.

LESPAKKET
KNAPPE K(N)OPPEN

DEEL 1
Verschuiving van seizoenen

ONTWORPEN VOOR DE **TWEEDE** EN **DERDE GRAAD** VAN HET SECUNDAIR ONDERWIJS

Universiteit Antwerpen

KLIMAATLINK

knappe k[n]oppen

Korte inhoud

In DEEL 1 leren de leerlingen via een voorbeeldstudie **de verschuiving van de seizoenen** door klimaatverandering kennen. Via een presentatie en groepswerk maken ze kennis met verschillende voorbeelden en de gevolgen van het verschuiven van de seizoenen in Vlaanderen. Op het einde van de les wordt **Knappe K(n)oppen** geïntroduceerd.

Tijdsduur

Twee tot drie lesuren.

1.1 De Ronde van Vlaanderen – 60 min
1.1 De impact van klimaatverandering op de fenologie in Vlaanderen – 40 min

Dit tijdschema houdt geen rekening met uitbreidingsmogelijkheden.

Werkvormen

Het eerste deel (*De Ronde van Vlaanderen*) bestaat uit een **leesopdracht** die via een presentatie klassikaal verbeterd wordt. Een tweede deel (*De impact van klimaatverandering op de fenologie in Vlaanderen*) bestaat uit een **groepsopdracht** (of een duo-opdracht).

Open leergesprek (OLG): mogelijke vragen van de leraar worden in het blauw genoteerd. Mogelijke antwoorden van de leerlingen worden in het groen genoteerd.

Materiaal en voorbereiding

- ✓ Artikels over *De Ronde van Vlaanderen*.
- ✓ Werkblad *De Ronde van Vlaanderen*.
- ✓ Presentatie *Verschuiving van seizoenen*.
- ✓ Opdracht *Voorbeelden en voor- en nadelen van verschuiving in de fenologie* (document of pdf).
- ✓ Bij uitbreiding: *Wetenschappelijk artikel Ronde van Vlaanderen – werkbladen* (met verbetersleutel).

De Ronde van Vlaanderen

leraar leerlingen

Artikels en opdracht

Ter introductie van het lespakket *Knappe K(n)oppen* lezen de leerlingen een artikel over onderzoek van de Universiteit Gent naar de effecten van klimaatverandering die zichtbaar werden dankzij archiefbeelden van **de Ronde van Vlaanderen**. Hierbij vullen ze een werkblad *De Ronde van Vlaanderen* in. Nadien worden de juiste antwoorden van het werkblad klassikaal en met begeleiding van de presentatie *Verschuiving van seizoenen* besproken.

Mogelijke artikels (je vindt ze ook in bijlages *Artikel Ronde van Vlaanderen De Morgen* en *Artikel Ronde van Vlaanderen VRT)*:

LINK 1

LINK 2

UITBREIDINGEN

Daag je leerlingen uit met een echt wetenschappelijk leesstuk! Laat ze (bij voorkeur na het lezen van een krantenartikel) eens een écht wetenschappelijk artikel over het onderwerp lezen: De Frenne *et al*., 2018 (zie bijlage *Wetenschappelijk artikel Ronde van Vlaanderen*). Laat ze dan ook het werkblad *Uitbreiding – wetenschappelijk artikel Ronde van Vlaanderen – werkbladen* invullen.

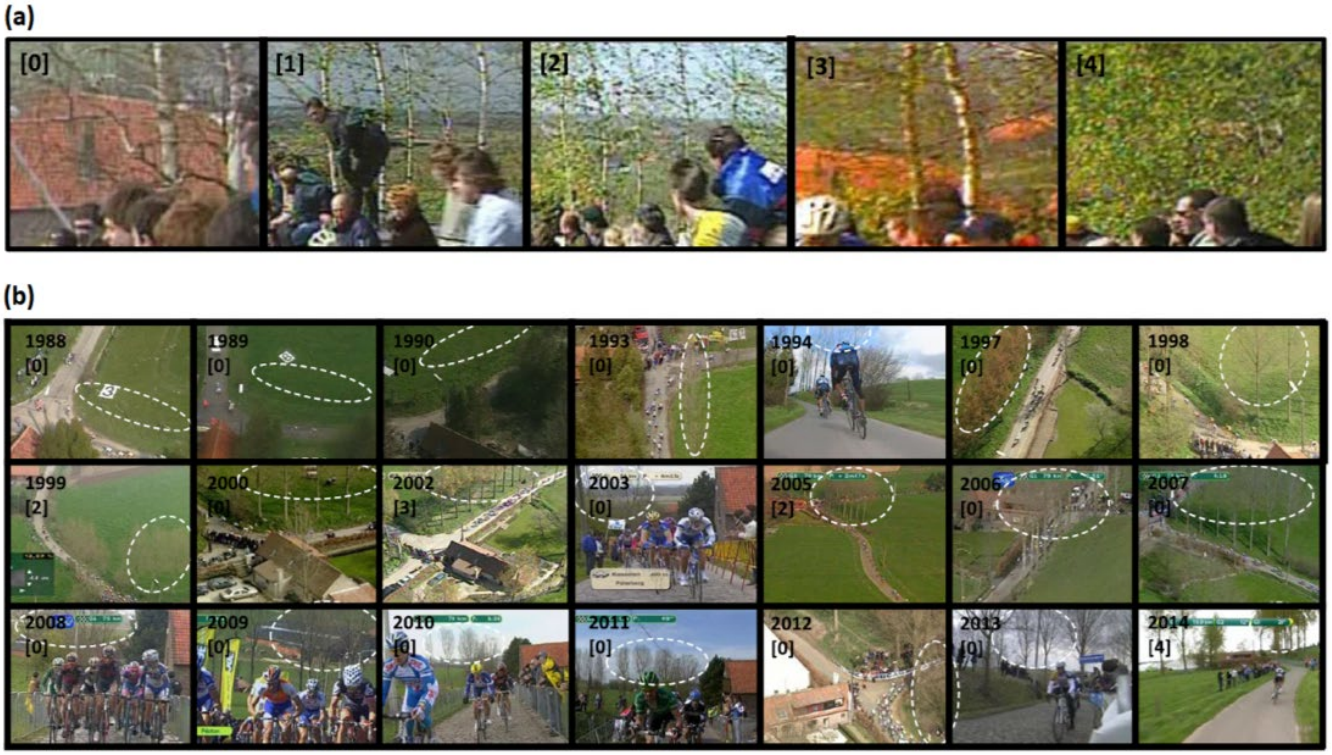
Samenwerking met de leraar Frans: laat de leerlingen (eventueel na het lezen van het Nederlandstalig artikel) eens een Franstalig artikel over het onderwerp lezen: zie bijlage *Franstalig artikel Ronde van Vlaanderen*.

Laat de leerlingen het abstract van het wetenschappelijk artikel over het onderwerp lezen. Laat ze dit abstract vertalen, en de moeilijke woorden ervan opzoeken zodat ze het begrijpen. Zie bijlage *Wetenschappelijk artikel Ronde van Vlaanderen*.

Het onderzoek

Met uitzondering van het coronajaar 2020 vindt jaarlijks tijdens het eerste weekend van april de Ronde van Vlaanderen plaats. Tijdens zo'n wielerwedstrijd wordt erg veel beeldmateriaal gemaakt. Ook fietsen de wielrenners vaak door eenzelfde gebied. Dat biedt een mooie kans om veranderingen in de omgeving te bestuderen.

Met 36 jaar aan archiefbeelden van de Ronde van Vlaanderen bestudeerden onderzoekers van de Universiteit Gent **de effecten van klimaatverandering op bomen**. Daarvoor werkten ze nauw samen met het sportarchief van de VRT. Het team van de Universiteit Gent bestudeerde archiefbeelden van de Ronde van Vlaanderen tussen 1980 en 2016. Ze vergeleken de jaarlijks herhaalde video-opnames van bomen op twaalf hellingen langs het parcours, en bepaalden daaruit hoeveel bladeren of bloemen te zien waren. Deze gegevens werden vervolgens gekoppeld aan klimaatdata. In de loop van de voorbije 36 jaar bleken bomen op de hellingen van de Ronde van Vlaanderen steeds meer bladeren of bloemen te dragen op de dag van de koers: terwijl voor de jaren 1990 tijdens de Ronde van Vlaanderen de bomen zelden al bladeren hadden, was dit voor verschillende boomsoorten na 1990 vaak wel het geval. Dat gebeurt omdat de temperaturen op de Rondehellingen, net als over de rest van de wereld, de laatste jaren sterk stegen. Op de hellingen van de Ronde van Vlaanderen gaat het om zo'n 1.5 °C opwarming sinds 1980.



Figuur 1 Foto's uit de Ronde van Vlaanderen; (a) foto's met een bijgevoegde fenologiescore van [0] tot [4] verwijzend naar een toenemende hoeveelheid uitgelopen bladknoppen (in dit geval bij berken); (b) foto's tussen 1988 en 2014 van populieren met telkens het jaartal en een cijfer dat verwijst naar de fenologiescore. (De Frenne et al., 2018; copyright foto's Flanders Classics)

Opmerking: De kwaliteit van de figuur is niet optimaal. De figuur dient eerder als een voorbeeld van de quotatiemethode

De wetenschappers van Universiteit Gent maakten een fenologiescore van [0 – geen blad- of bloemknoppen open] tot [4 – veel blad- of bloemknoppen open]. Op die manier gaven ze bomen op verschillende plaatsen langs het parcours van de Ronde van Vlaanderen een score van 0 tot 4, en dat voor elk jaar dat de renners er voorbijfietsten (de renners rijden niet elk jaar exact hetzelfde parcours). Bomen die de wetenschappers het cijfer 0 gaven, hadden nog geen bladeren. Bomen met het cijfer 1 hadden al enkele bladeren, enzoverder. Zie *Figuur 1*. De leerlingen maken een gelijkaardige oefening in hun werkblad *De Ronde van Vlaanderen*, voor een bekende perenboom op de Kwaremont. Zij mogen echter een versimpelde fenologiescore gebruiken waarbij bomen met cijfer 0, 1 en 2 respectievelijk geen, weinig en veel bladeren hebben. Er kan ook met halfjes gewerkt worden (bijvoorbeeld fenologiescore 0,5 wanneer de bomen slechts een paar blaadjes hebben).

PRESENTATIE
Ronde van Vlaanderen **Slides 1-2**

PRESENTATIE
Ronde van Vlaanderen **Slides 3-12**

Nabespreking

De presentatie *Verschuiving van seizoenen* start met uitleg over het onderzoek van de Ronde van Vlaanderen (slides 1-2). Het overloopt de juiste antwoorden op de vragen van werkblad *De Ronde van Vlaanderen* (slides 3-12).

De impact van klimaatverandering op de fenologie in Vlaanderen

leraar leerlingen

PRESENTATIE
Verschuiving van seizoenen **Slides 14-19**

Verschuiving in fenologie - algemeen

Presentatie *Verschuiving van seizoenen*: slides 14 – 19.

Fenologie is de studie van het verband tussen periodiek terugkerende natuur- en gedragsverschijnselen. In haar geschiedenis wordt ze verdeeld in **drie grote periodes**.

1 **Het jaar 1000 voor Christus** – 17de eeuw: identificatie van belangrijke seizoenale ritmes voor landbouwactiviteiten. Beschrijvingen van zichtbare, natuurlijke, terugkerende fenomenen bij planten en dieren zoals de groei van gewassen en de seizoenale verplaatsingen van dieren. Bijvoorbeeld trekvogels die op velden naar eten zoeken, kuddes bizons … Deze zijn belangrijk voor de organisatie van landbouw en jachtactiviteiten van kleine en grote gemeenschappen.

OLG bij slide 14:

Waarom was het voor deze mensen belangrijk om de fenologie van bijvoorbeeld verschillende soorten gewassen te kennen?

Op die manier organiseerden ze wanneer ze het graan moesten zaaien en oogsten, wanneer ze hun vee op het grasveld lieten grazen, enzovoort.

2 **17de eeuw** – 1990: opkomst van de fenologie als wetenschappelijke discipline. Wetenschappers noteerden de timing van fenologische fenomenen en bestudeerden ze met statistiek en experimenten. Dankzij statistische modellen zijn de fenomenen herkenbaarder en voorspelbaarder.

3 **1990 tot nu**: de snelle ontwikkeling van computers, modelleerprogramma's en opnamematerialen (bijvoorbeeld satellieten) versnellen en verbeteren dit onderzoek aanzienlijk. Dankzij de smartphone en draadloze communicatietechnologieën bracht ook 'citizen science' fenologische observaties tot een nieuwe hoogte. Fenologische gebeurtenissen worden nu over een veel groter gebied en voor veel meer soorten waargenomen en bijgehouden.

OLG bij slide 16:

Wat is citizen science?

Burgerwetenschap of citizen science is een specifieke interactie tussen wetenschap en de civiele gemeenschap: (netwerken van) vrijwilligers doen aan dataverzameling (bijvoorbeeld door middel van observaties), metingen, testen en berekeningen. De vrijwilligers zijn meestal burgers gaande van schoolkinderen tot de man in de straat.

Door **klimaatverandering** merken wetenschappers de laatste jaren een **verschuivende fenologie** op: jaarlijks terugkerende fenomenen blijken bij veel soorten te vervroegen of te verlaten. Mede door de verschuivende fenologie **migreren** steeds meer soorten van het zuiden naar het noorden. Daardoor zien we steeds vaker vlinder- en vogelsoorten die pakweg 30 jaar geleden enkel in het zuiden van Europa voorkwamen. Ook andere insecten verschuiven noordwaarts

OLG bij slide 17 – niet in de presentatie.

> **Geef voorbeelden van fenologische verschijnselen**

> **Heb jij ook een grootouder die graag vertelt over hoe het vroeger was?** (bijvoorbeeld 'wittere' winters, minder droge zomers)

> **Geef voorbeelden van verschuivingen van fenologische verschijnselen**

Sommige soorten **halen voordeel uit het veranderende klimaat**: bijvoorbeeld soorten die door de veranderende omstandigheden sterker worden, of wier vijanden verzwakt zijn. Door de vroegere lente en latere herfst nemen sommige boomsoorten gedurende langere tijd CO_2 op. De warmere temperaturen (en ook de hogere CO_2-concentraties) zijn namelijk positief voor fotosynthese. Wanneer er geen andere factoren zijn die nadelig op de planten inwerken (zie onder), worden planten productiever: ze groeien sneller. Bossen zijn in onze streken daardoor sneller en langer groen dan tevoren. Dat zorgt voor meer eten voor vrucht- en plantetende dieren.

OLG bij slide 18 – niet in de presentatie.

> **Merk je soms zelf de voordelen van verschuivingen in het klimaat? Mogelijk geniet je er zelf van?** (Bijvoorbeeld: het is langer gezellig warm buiten.)

> **Geef meer voorbeelden van positieve effecten door verschuivingen van fenologische verschijnselen.**

Jammer genoeg zijn er ook **nadelen bij het veranderende klimaat**. Doordat planten vroeger uit hun winterslaap komen, halen ze ook vroeger water uit de bodem. Vervroegen van vergroening verhoogt op die manier de kans op extremere en frequentere droogte. Dat heeft een invloed op de steeds vaker voorkomende hittegolven. Langdurige droogte en extreme hitte kunnen een nefast effect hebben op de productiviteit van planten. Daardoor worden de positieve effecten van verhoogde temperatuur of hogere CO_2-beschikbaarheid volledig tenietgedaan. Ook verhoogt de kans dat bloemen of bladeren afsterven wanneer ze te vroeg uit hun winterslaap ontwaken, en er nog een stevige winterprik passeert. Bij dieren liggen de nadelen voornamelijk bij de veranderende ecosystemen met nieuwe predatoren of extra competitie voor voedsel. Ook blijken niet alle soorten zich even goed aan te passen aan het snel veranderende klimaat of snellere verandering in het tijdstip van optimale voedselbeschikbaarheid.

OLG bij slide 19 – niet in de presentatie.

> **Merk je soms zelf de nadelen van verschuivingen van fenologische verschijnselen? Mogelijk heb je er zelf extra problemen door?** (Bijvoorbeeld: mensen met een pollenallergie zullen er vroeger, langer en steeds meer last van hebben.)

> **Geef meer voorbeelden van negatieve effecten door verschuivingen van fenologische verschijnselen."**

Opdracht:
voorbeelden en voor- en nadelen van verschuiving in de fenologie

PRESENTATIE
Verschuiving van seizoenen **Slides 21-24**

TIP!
deze opdracht kan ook als thuisopdracht meegegeven worden.

Verdeel de klas in groepjes of duo's. Elke groep krijgt een ander stuk tekst met afbeelding of figuur. Elke tekst verwijst naar een ander voorbeeld of voor- of nadeel van **verschuivingen in de fenologie**. Elke groep krijgt 3 tot 5 minuten om het stuk tekst te lezen, de afbeelding of figuur te bespreken, of het videofragment te bekijken. Vervolgens verschijnt in presentatie *Verschuiving van seizoenen* op slides 21-25 telkens een nieuwe afbeelding of figuur gerelateerd aan één van de stukken tekst. Het is de bedoeling dat elke groep zijn afbeelding of figuur herkent en hierbij uitleg geeft aan de rest van de klas.

De presentatie *Verschuiving van seizoenen* is de leidraad tussen de stukken tekst met afbeeldingen.

De **verschillende stukken** tekst met bijhorende tekst, afbeelding of figuur, of videofragment, zijn:

1. **planten** (presentatie slide 21)
   a. blaadjes krijgen
   b. Cherry bomb
   c. pollenallergie
2. **vogels** (presentatie slide 22)
   a. ooievaars
   b. pimpelmees
   c. bonte vliegenvanger
   d. vogelringers
3. **geleedpotigen** (presentatie slide 23)
   a. vlinders
   b. kevers
   c. teken
4. **amfibieën** en **reptielen** (presentatie slide 24)
   a. amfibieën
   b. reptielen
   c. Griekse landschildpadden

LINK

De afbeeldingen of figuren, videofragmenten en stukken tekst staan in het document *Opdracht voorbeelden en voor- en nadelen van verschuiving in de fenologie*.

UITBREIDINGEN
Meer lezen over amfibieën en reptielen in Vlaanderen?: www.natuurpunt.be

Laat de leerlingen eventueel een verslag schrijven in plaats van uitleg te geven aan de rest van de klas.

Gevolgen voor ecosystemen

PRESENTATIE
Verschuiving van seizoenen **Slides 25-28**

Het laatste deel van deze les en de presentatie *Verschuiving van seizoenen* gaat verder in op gevolgen van verschuiving van seizoenen: **de gevolgen voor ecosystemen**. Doordat **elke soort zich aan een eigen tempo** aanpast aan het veranderende klimaat, ontstaan in sommige gebieden nieuwe samenstellingen van ecosystemen in vergelijking met 30 jaar geleden. Onder die nieuwe soorten, vaak **(invasieve) exoten** genoemd, zijn er soorten met een enorme impact op de ecosystemen die ze betreden. Sommige soorten hebben geen of nauwelijks natuurlijke vijanden in hun nieuwe woongebied. Daardoor kunnen hun aantallen explosief toenemen. Hierdoor kunnen ze bepaalde ecosystemen compleet veranderen, door bijvoorbeeld voedselbronnen uit te putten. In een minder extreem geval kan de competitie voor voedsel groter worden: soorten kunnen daardoor minder voedsel vinden omdat steeds meer soorten voorkomen met hetzelfde dieet of doordat minder voedsel beschikbaar is. Sommige soorten sterven uit omdat ze zich minder vlot (of niet) kunnen verplaatsen en zich niet kunnen aanpassen aan warmere temperaturen of drogere omstandigheden. Sommige soorten doen er eeuwen over om zich aan te passen aan nieuwe omstandigheden. De huidige klimaatverandering gaat hiervoor te snel. Doordat planten en dieren verschillend reageren op klimaatverandering, krijgen bijvoorbeeld vogels als de bonte vliegenvanger hun jongen op een moment dat er nog geen maximale hoeveelheid voedsel beschikbaar is (zie *Verschuiving in fenologie bij vogels*). Dat kan dan weer een gevolg hebben op andere soorten. De verhoudingen en relaties binnen ecosystemen kunnen hierdoor gedeeltelijk of volledig uit elkaar vallen.

Het veranderende klimaat heeft met andere woorden een enorme en soms ingewikkelde impact op ecosystemen, soorten en individuen. Een voorbeeld is dat van **koude-extremen**. Het voorkomen van koudere periodes, eventueel laat in de winter of vroeg in de lente, zal niet verdwijnen door klimaatverandering. **Meer info:**

LINK

Uit studies blijkt bovendien dat planten door de vroeg startende lente steeds vaker koude-extremen ondervinden terwijl hun bladeren al ontloken zijn. Door deze koudegolven na een warmere periode is er tegenwoordig meer kans op vorstschade dan 30 jaar geleden. Landbouwers moeten zich hieraan aanpassen. Fruittelers kunnen bijvoorbeeld vuurkorven plaatsen wanneer hun fruitbomen in bloei staan en er een late winterprik voorspeld wordt.

Fragment vuurkorven tegen nachtvorst

LINK

Meer informatie hierover: het wetenschappelijk artikel 'Liu et al., 2018' (zie bijlage *Wetenschappelijk artikel koude-extremen*).

Een warme periode gevolgd door een koudegolf komt ook voor vroeg terugkerende vogels vaak als een ernstige verrassing, omdat ze zo'n winteromstandigheden niet kennen. Opvallend hierbij is het verhaal over twee **kraanvogelgroepen** die in februari 2021 in een verschillende richting vlogen: de ene trok zoals elk jaar naar het noorden, maar kwam een andere groep tegen die door de koudegolf in Duitsland terug naar het zuiden trok.

Fragment kraanvogels

LINK

Binnen een ecosysteem verandert de fenologie voor elke soort of in elke omgeving op een andere manier, en soms onvoorspelbaar. Daarom is het voor wetenschappers niet eenvoudig om het effect van het verschuiven van de seizoenen te bestuderen. Het is belangrijk om daarom zo veel mogelijk informatie te verzamelen. Om het jaarlijks uitlopen van bladknoppen te bestuderen, is het voor wetenschappers bijvoorbeeld een groot voordeel om ook niet-wetenschappelijk geschoolde burgers mee te betrekken. Met die achtergrond ontstond het citizen science project **Knappe K(n)oppen**.

LESPAKKET
KNAPPE K(N)OPPEN

DEEL 2
Het experiment

ONTWORPEN VOOR DE **TWEEDE** EN **DERDE GRAAD** VAN HET SECUNDAIR ONDERWIJS

Universiteit Antwerpen

KLIMAATLINK

knappe k[n]oppen

Korte inhoud

De leerlingen lezen eerst **achtergrondinformatie** over het uitlopen van bladknoppen. Vervolgens stellen ze (in duo of in groepjes) **hypotheses** op. Uiteindelijk plannen ze het **experiment**, dat ze ook **zelf uitvoeren**, en waarvan ze zelf **de resultaten bespreken en verwerken**.
Een experiment richt zich op de **start- en einddatum van de 'dormancy'** (een soort winterslaap) **van bladeren**. Er wordt onderzocht wanneer endodormancy (de plant is in winterslaap en ongevoelig voor warmte) stopt en start, en ecodormancy (de plant begint gevoelig te worden aan warmte) start.

Tijdsduur

Het experiment neemt bij aanvang **één lesuur** in beslag. Vervolgens vraagt het **wekelijks minstens 5 minuten**, en **tweewekelijks 20 minuten**, aandacht en tak-kniptijd van de leerlingen. Ook vraagt het minstens wekelijks en bij voorkeur elke twee of drie dagen **3 tot 5 minuten extra-bladknop-controle-aandacht en -tijd** van de leerlingen. Om niet teveel lestijd te verliezen, kan dit experiment best los van de normale lesuren bekeken worden: tijdens STEM-uren, middagpauze ... Op het einde van het experiment wordt opnieuw minstens **één, bij voorkeur twee, lesuren** aan dit lespakket besteed.

Het experiment start ideaal in de maand oktober. Het eindigt nadat de bladknoppen uitlopen (meestal april-mei).

Een voorbeeld van een mogelijke planning kan gevonden worden in bijlage *Voorbeeldplanning*.

Werkvormen

De leerlingen gaan, na een korte maar bondige uitleg, in duo of in groep aan de slag. Ze bouwen een onderzoek op, voeren experimenten uit, en bestuderen en verwerken de data alvorens tot een besluit te komen. Het is interessant om dit experiment als **groepsopdracht** aan te bieden. De leraar kiest zelf hoeveel hulp de leerlingen krijgen voor de verwerking van hun data.

Materiaal en voorbereiding

- ✓ Presentatie *Het experiment*
- ✓ Werkblad *Het experiment*. Er is een versie met Excelformules (aangeraden) en een versie zonder Excelformules (een echte uitdaging!) voor de verwerking van de data.
- ✓ Lege invulbladen voor experiment (zie map *Werkbladen*) om de resultaten van het experiment op papier in te vullen. Leg deze bladen in de buurt van de afgeknipte takken.
- ✓ *Knappe Knoppenschaal*
- ✓ Twee temperatuurloggers. Controleer eventueel of je temperatuursensoren kan lenen bij **Klimaatlink** (Universiteit Antwerpen). Reserveren kan via **klimaatlink@uantwerpen.be** .
- ✓ Minstens één takkenknipschaar, een potje of emmer met water, een vaas met water, iets om de takken te labelen (bijvoorbeeld geperforeerd papier met een lintje, scheurplakband …).
- ✓ Minstens één boom of struik met bereikbare (laaghangende) takken in de nabije omgeving van de school.

Achtergrondinformatie

Tijdens de zomer vormen bomen een groot aantal bladknoppen. Deze bladknoppen kunnen datzelfde jaar nog geactiveerd worden en uitgroeien tot nieuwe bladeren en zelfs takken, bijvoorbeeld wanneer insecten alle andere bladeren opeten. Meestal echter 'beslist' de boom tegen het einde van de zomer om zijn nieuwe bladknoppen te bewaren voor het volgende groeiseizoen. Hij laat ze in een diepe winterslaap gaan: een winterslaap die we bij bladknoppen '**endodormancy**' noemen. Bladknoppen die nog maar pas in een toestand van endodormancy zijn, reageren niet op warmere temperaturen. De bladeren zullen bijvoorbeeld in een uitzonderlijk (maar door klimaatverandering vaker voorkomende) warme novembermaand niet ontluiken. Het is belangrijk dat de bladknoppen uitlopen op het tijdstip dat voor de boom perfect is: te vroeg is gevaarlijk voor vorstschade; te laat is slecht omdat naburige planten die vroeger starten met het ontluiken van hun bladeren dan een competitief voordeel hebben.

De blootstelling van een boom aan periodes van lage temperaturen (tussen 0 en 8 °C) noemen we '**chilling**'. Naarmate de boom gedurende langere periodes blootgesteld wordt aan lagere temperaturen (er is dus meer 'chilling') wordt de endodormancy minder diep: de boom gaat naar een toestand van ecodormancy. Een boom moet een minimumhoeveelheid chilling ondervinden vooraleer hij naar een toestand van **ecodormancy** kan gaan, waardoor hij gevoeliger wordt voor warmte en hij uiteindelijk zijn bladeren ontluikt. Wetenschappers vrezen dat de meerderheid van de bladeren van bomen in de lente niet of laat zullen ontluiken, als tijdens een uitzonderlijk warme winter de temperatuur zelden onder de 8 °C gaat. De wereld op zijn kop dus, waardoor de bladeren als gevolg van de klimaatopwarming net later zullen ontluiken.

Zolang de koudere temperaturen aanhouden en de hoeveelheid chilling bijgevolg opgebouwd wordt, zullen de bladeren van bomen (eventueel al in een ecodormancy fase) niet ontluiken. Hiervoor dient er eerst een accumulatie van warme temperaturen (vanaf 5 °C), zogenaamde '**forcing**', te gebeuren. Wetenschappers stelden de volgende theorieën op:

1. Hoe meer forcing een boom tijdens een fase van ecodormancy ondervindt, hoe groter de kans dat de boom uit zijn ecodormancyfase komt en zijn bladeren ontluikt.
2. Hoe meer chilling er aan de forcing voorafgaat, hoe minder forcing de boom nodig heeft om uit zijn ecodormancyfase te komen en bijgevolg zijn bladeren te ontluiken.

Als deze theorieën kloppen, dan moeten bomen na een zachte winter een langere tijd aan warmte blootgesteld worden vooraleer ze hun bladeren kunnen ontluiken. Omgekeerd zouden bomen na een strenge of lange winter bij de komst van warmere temperaturen sneller hun bladeren ontluiken.

De bovengenoemde theorieën zijn opgesteld na waarnemingen bij slechts enkele soorten of gedurende slechts enkele tijdsperiodes. Het is daarom nog redelijk **onzeker** wanneer de bladknoppen precies in een endodormancy-toestand gaan, waarbij ze ongevoelig worden voor warmte en starten met het 'bijhouden' van chilling. Het is eveneens niet geweten wanneer chilling of forcing een rol speelt in de overgang van de endodormancy naar ecodormancy, waarbij de bomen opnieuw gevoelig worden voor warmte. Waarschijnlijk heeft dit te maken met voldoende accumulatie van lage (chilling) of hoge (forcing) temperaturen. Veel zaden en knollen moeten een koude periode doorstaan om in de lente actief te kunnen worden; waarschijnlijk geldt dit ook voor bladknoppen.

De laatste decennia is het duidelijk dat door klimaatverandering de hele dormancyperiode steeds korter wordt. Vooral het uitlopen van de bladknoppen en de start van de bloei gebeurt tegenwoordig vroeger dan 100, 50 en zelfs 25 jaar geleden. De ontluiking van bladknoppen en de dormancyperiode zijn echter **moeilijk te voorspellen**. Ze zijn naast temperatuur namelijk ook afhankelijk van daglengte, regen, beschikbaarheid van voedingsstoffen, en de boomsoort. Hoe de sturing juist verloopt, blijft een open vraagstuk. En zoals eerder gezegd: gek genoeg zou de klimaatverandering er op termijn toe kunnen leiden dat bomen net later bladeren krijgen. Een hele hoop potentiële verwarring voor de bomen dus.

Het experiment richt zich op **de start- en einddatum van de dormancy**. Er wordt onderzocht wanneer endodormancy stopt en ecodormancy start en stopt. Dit is **heel belangrijk** omdat veel vogels, insecten en andere organismen afhankelijk zijn van de levenscycli van de bomen. Het heeft ook invloed op de grondwatertafel: wanneer bladeren vroeger ontluiken, verbruiken planten vroeger grondwater. Dit zorgt voor een grotere kans op extreme droogte in de zomer. En het heeft een impact op de stralingsbalans van het ecosysteem: wanneer bladeren vroeger ontluiken, beschaduwen ze vroeger de planten en dieren onder zich. Minder licht(energie) bereikt de bodemorganismen en de bodem.

Het experiment

Dit experiment start ideaal in de maand oktober. De presentatie *Het experiment* (slides 1-10) en de werkbladen *Het experiment* (pagina's 1-4) begeleiden de leerlingen. De leraar kan de werkbladen aanpassen naargelang het niveau van de klas. Voeg uitbreidingen toe als extra opdracht of uitdaging bij het experiment. Het Excelbestand *Voorbeelddataset* is een richtlijn en ondersteuning wanneer de data verzameld en verwerkt worden. Het is gebaseerd op een kleinschalig testexperiment en aangevuld met fictieve maar realistische data. De *voorbeelddataset* is compleet met formules en figuren. De leraar kiest zelf hoeveel hulp de leerlingen krijgen voor het plannen en uitvoeren van het experiment, en voor de verwerking van hun data.

Verloop van het experiment

A Kies een geschikte boom: een boom met voldoende bereikbare takken. Installeer een temperatuurlogger in de buurt van de boom. Deze volgt de buitentemperatuur op. Plaats eventueel één temperatuurlogger in de buurt van meerdere studiebomen van groepjes; dan meet één logger de buitentemperatuur van meerdere studiebomen tegelijk.

B Knip regelmatig (minstens tweewekelijks, behalve tijdens de vakanties) twee tot drie twijgjes van dezelfde boom. De twijgjes, steeds uiteinden van takken, hebben ideaal een lengte van ongeveer 30 cm. Knip ze eerst wat langer, en knip er vervolgens onder water nog een stuk af. Dit verwijdert luchtbubbels in de twijg. Heeft je twijgje nog blaadjes? Knip deze voorzichtig bij het bladsteeltje af.

C Zet de afgeknipte twijgjes in het klaslokaal in een vaas. Belangrijk: geef de twijgjes een duidelijk label (datum van knippen)! Ververs het water in de vaas wekelijks of tweewekelijks – zeker indien het vertroebelt. Plaats naast de vaas eveneens een temperatuurlogger. Deze meet de binnentemperatuur.

D Houd de twijgjes, zeker naarmate de winterperiode ten einde komt, goed in het oog. Dit kan wekelijks, maar gebeurt in de lente best meermaals per week. Noteer telkens de toestand van de bladknoppen in vergelijking met die van de *Knappe Knoppenschaal*. Gebruik een (online) Excel-file of de *Lege invulbladen voor experiment* (zie map *Werkbladen*). De *Lege invulbladen voor experiment* gaan uit van een experiment van 7 maanden waarbij elke twee weken drie twijgen geknipt worden (twijgenreeks A, B en C), en waarbij wekelijks per twijg de Knappe Knoppenschaaltoestand genoteerd wordt. Duid duidelijk de dag aan dat de bladknoppen openbreken. Gebruik hiervoor de *Knappe Knoppenschaal*.

Foto: afgeknipte twijgen van een es, en een temperatuurlogger (witte staaf) in een plastieken vaas. Op de (scheurplakband)vlaggetjes staat telkens de datum en de naam van de twijg (A, B, of C).

Opmerkingen:
- Het verversen van het water is vooral om geurhinder te vermijden.
- Je hoeft bij het verversen, wanneer je de twijgen even uit het water haalt, niet telkens een stuk van je twijgen te knippen. Zorg er wel voor dat ze altijd vochtig blijven!
- Komt er, in het water, schimmel aan je twijgen? Dat is normaal en kan voor de twijg geen kwaad. Verwijder eventueel voorzichtig de schimmel indien je er (geur)hinder van ondervindt.

Verwerking van de data

A Lees de binnen- en buitentemperatuur uit. Je hebt voor elke dag van het experiment de gemiddelde (zowel binnen- als buiten-) dagtemperatuur nodig.

EXCEL-voorbeeld
(zie Excelbestand *Voorbeelddataset*, tabbladen *Buitentemperatuur* en *Binnentemperatuur*):
Kolom A de datum en tijd van elke temperatuurregistratie na uitlezen van de temperatuursensoren.
Kolom B de temperatuur van elke temperatuurregistratie na uitlezen van de temperatuursensoren.
Kolom C de gemiddelde dagtemperatuur, eventueel zelf berekend.

B Bereken algemeen de volgende waardes:

a. Chilling: welke dagen tellen mee als chilling (tussen 0 °C en 8 °C)? Dagen met temperaturen onder het vriespunt tellen niet mee omdat de boom zichzelf dan beschermt door volledig in een slaaptoestand te gaan. Daarbij kan hij geen chilling waarnemen.

EXCEL-voorbeeld
(zie Excelbestand *Voorbeelddataset*, tabblad *Buitentemperatuur*):
Kolom E met kolom C de gemiddelde dagtemperatuur (in het voorbeeld is x telkens een andere dag):
=ALS(EN(Cx>0;(Cx<8));1;0)
⊣ de waarde is 1 als de gemiddelde dagtemperatuur tussen 0 en 8 °C was; anders is de waarde 0 .

b. Forcing buiten: welke dagtemperaturen tellen mee als forcing buiten (wanneer de dagtemperatuur minus 5 niet negatief is)?

EXCEL-voorbeeld
(zie Excelbestand *Voorbeelddataset*, tabblad *Buitentemperatuur*):
Kolom D met kolom C de gemiddelde dagtemperatuur (in het voorbeeld is x telkens een andere dag):
=ALS(SOM(Cx-5)>0;(SOM(Cx-5));0)
⊣ de waarde is de dagtemperatuur minus 5 indien deze niet negatief is; anders is de waarde 0 .

c. Forcing binnen: welke dagtemperaturen tellen mee als forcing binnen (wanneer de dagtemperatuur minus 5 niet negatief is)?

EXCEL-voorbeeld
(zie Excelbestand *Voorbeelddataset*, tabblad *Binnentemperatuur*):
Kolom D met kolom C de gemiddelde dagtemperatuur (in het voorbeeld is x telkens een andere dag):
=ALS(SOM(Cx-5)>0;(SOM(Cx-5));0)
⊣ de waarde is de dagtemperatuur minus 5 indien deze niet negatief is; anders is de waarde 0 .

C Bereken per twijg de volgende waardes:

a. Chilling: hoeveel chilling ondervond elke twijg buiten aan de boom, tot hij afgeknipt werd? Bereken dit door het aantal koude dagen (tussen 0 °C en 8 °C) te tellen tussen de start van het experiment en het knippen van de twijg.

EXCEL-voorbeeld
(zie Excelbestand *Voorbeelddataset*, tabblad *Voorbeeld es*):

Rij 31 per twijg, met x de eerste meetdag en y de meetdag waarbij de twijg geknipt werd:
=SOM(Buitentemperatuur!Ex:Ey)

- Een optelling van het aantal dagen dat de gemiddelde dagtemperatuur buiten tussen 0 en 8 °C was tussen de start van het experiment en het knippen van de twijg.
- Dit is de chilling die de twijg buiten ondervonden had.

b. Forcing buiten: hoeveel forcing ondervond elke twijg buiten aan de boom, tot hij afgeknipt werd? Forcing wordt uitgedrukt in 'growing degree days' (GDD): de som van de dagtemperatuur minus 5 °C (niet negatief), en dit opgeteld voor elke dag dat dit getal positief was.

EXCEL-voorbeeld
(zie Excelbestand Voorbeelddataset, tabblad Voorbeeld es):

Rij 31 per twijg, met x de eerste meetdag en y de meetdag waarbij de twijg geknipt werd:
=SOM(Buitentemperatuur!Dx:Dy)

- Een optelling van de buiten-dagtemperaturen minus 5 indien deze niet negatief waren, voor de periode dat de twijg nog aan de boom hing.
- Dit is de hoeveelheid forcing die de twijg buiten ondervonden had.

c. Forcing binnen: hoeveel forcing ondervond elke twijg binnen, vanaf hij afgeknipt werd tot zijn bladknoppen uitliepen (fase 2 van de Knappe Knoppenschaal)?

EXCEL-voorbeeld
(zie Excelbestand *Voorbeelddataset*, tabblad *Voorbeeld es*):

Rij 33 per twijg, met x de meetdag waarbij de twijg geknipt werd en y de dag dat de bladknoppen uitliepen:
=SOM(Binnentemperatuur!Dx:Dy)

- Een optelling van de binnen-dagtemperaturen minus 5 indien deze niet negatief waren, voor de periode dat de twijg binnen in een vaas stond.
- Dit is de hoeveelheid forcing die de twijg binnen ondervonden had.
- Voor de twijgen waarbij de bladknoppen niet uitliepen, kan je dit niet berekenen (in Excel wordt dit aangeduid met NA).

d. Totale forcing: hoeveel forcing ondervond elke twijg binnen én buiten, vanaf de start van het experiment tot zijn bladknoppen uitliepen?

EXCEL-voorbeeld
(zie Excelbestand *Voorbeelddataset*, tabblad *Voorbeeld es*):

Rij 34 per twijg, met X de kolom van de betreffende twijg waarbij in rij 32 forcing buiten en rij 33 forcing binnen werd berekend:
=X32+X33

- Een optelling van de forcing buiten en forcing binnen.
- Dit is de totale hoeveelheid forcing die de twijg ondervond voordat zijn bladknoppen uitliepen.
- Voor de twijgen waarbij de bladknoppen niet uitliepen, kan je dit niet berekenen (in Excel wordt dit aangeduid met NA).

D Bereken per knipdatum de gemiddelde totale forcing tot uitlopen bladknoppen.

EXCEL-voorbeeld
(zie Excelbestand *Voorbeelddataset*, tabblad *Voorbeeld es*):

Rij 35 per knipdatum, met X, Y en Z de kolommen van de drie twijgen die tijdens die knipdatum geknipt werden, waarbij in rij 34 de totale forcing per twijg werd berekend
=GEMIDDELDE(X34;Y34;Z34)

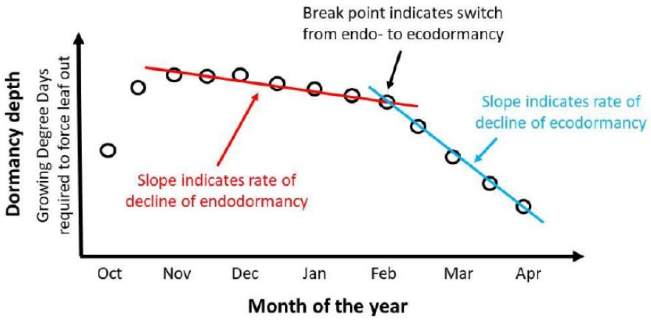
- Een gemiddelde van de totale forcings van de twijgen die op hetzelfde moment geknipt werden.
- Wanneer een twijg zijn bladknoppen niet uitliepen, zal Excel de genoteerde NA in kolom 34 bij die betreffende twijg herkennen en er bijgevolg geen rekening mee houden tijdens het berekenen van het gemiddelde).

E Maak per boom een grafiek met in de X-as in chronologische volgorde de knipdatum van elke twijg en in de Y-as de gemiddelde totale forcing die de twijgen buiten en binnen ondervonden. Vind je een overgang tussen endodormancy en ecodormancy? Dit wordt in de figuur zichtbaar als het moment dat de bladknoppen opvallend minder growing degree days nodig hadden om uit te lopen: ze zijn gevoeliger voor warmte. Duid de overgang aan als je hem vindt.

Verwachte resultaten

Omdat de klastemperatuur bijna altijd constant blijft, zou tijdens de dormancyfase de tijd tussen het knippen van de twijg en het uitlopen van de bladknoppen steeds korter moeten worden. De twijgen hebben buiten naarmate de herfst en winter vorderde namelijk meer 'koude' gevoeld, en bijgevolg meer 'chilling' opgebouwd. De theorie die hier getest wordt is: *"hoe meer chilling (koud) er aan de forcing (warm) voorafging, hoe minder forcing de boom nodig heeft om uit zijn ecodormancyfase te komen en bijgevolg zijn bladeren zal ontluiken"*. Met andere woorden: hoe vaker de twijg temperaturen tussen 0 en 8 °C ondervond, hoe sneller zijn bladknoppen uitlopen na blootstelling aan warmere temperaturen. Momenteel is het nog 'slechts' een theorie. Er zijn al wel enkele data beschikbaar van jaren geleden, maar door klimaatverandering en het verschuiven van de seizoenen is dit zeer waarschijnlijk veranderd. Recent startte een doctoraat op waarbij onder andere naar dit patroon gezocht wordt. Hieruit blijkt dat de data **enorm kunnen verschillen** tussen bomen van dezelfde soort, bijvoorbeeld door verschillen in weersomstandigheden tussen verschillende groeiseizoenen. Daarom hebben wetenschappers **zo veel mogelijk data** nodig.

Mogelijk geeft de studieboom het **volgende patroon**:



De Y-as is hier het aantal dagen (in growing degree days; een som van dagtemperatuur minus 5 °C en dit opgeteld voor elke dag dat dit getal positief was) tussen het knippen van de twijgen en het uitlopen van de bladknoppen.

De rode lijn geeft de verwachting weer voor de **endodormancyfase**. Deze wordt verwacht lichtjes te dalen door accumulatie van chilling, waardoor de bladknoppen steeds minder growing degree days (forcing) nodig hebben om binnen bij warme temperatuur uit te lopen. Hoe meer warmte de bladknoppen nodig hadden om uit te lopen, hoe dieper ze in slaap waren. De blauwe lijn geeft de verwachting weer voor de **ecodormancyfase**. Deze wordt verwacht steiler te dalen door accumulatie van forcing in de buitenlucht. Bij de start van de lente wordt een knikpunt in de curve verwacht. Dit is de **overgang van endo- naar ecodormancy**. Bevestiging of ontkenning van dit patroon (het bestaan van zo'n knikpunt in de curve) zou voor de wetenschappers van Universiteit Antwerpen al een fantastische bron van informatie zijn.

UITBREIDINGEN

Het is interessant indien meerdere boom- en struiksoorten met elkaar vergeleken kunnen worden. Geef enkele groepjes daarom ook een andere boomsoort. Verdeel bijvoorbeeld zes groepjes over drie boomsoorten. Welke soort heeft de kortste dormancy-periode? Wanneer is dit een voordeel? Wanneer is dit een nadeel? Maak de vergelijking tussen een vroege soort (hazelaar, meidoorn) en een late soort (beuk, es, eik). De vroege soort zou minder diep in slaap gaan (lagere curves) en vroeger tijdens de winter in ecodormancy gaan. Zie bijlage *Vroege en late soorten* voor een lijst met enkele soorten en hun verwachte datum van bladuitloop.

Het is ook interessant om dit experiment bij een of meerdere fruitbomen uit te voeren. Niet voor het uitlopen van bladknoppen, maar voor het uitlopen van de bloemknoppen. Fruitbomen zijn erg gevoelig voor vorst, en zijn daardoor in onze streken al vaker een onderwerp in het nieuws geweest. Laat de leerlingen zelf een 'knappe bloesemschaal' opstellen zoals de *Knappe Knoppenschaal* voor bladknoppen.

Betrek ook andere invloeden bij het experiment. Vergelijk bijvoorbeeld een beschutte boom met een boom (van dezelfde soort) in het open veld. Of vergelijk een jonge boom met een oude boom (van dezelfde soort). Of een laaghangende twijg met een twijg hoog in dezelfde boom (voorzichtig met de ladder!) …

Plaats, afhankelijk van het beschikbare materiaal en ruimte in de school, telkens een twijg in een verwarmde ruimte en een twijg in een onverwarmde ruimte (en vergelijk hun resultaten met elkaar). Of zet een experiment op waarbij twijgjes vergeleken worden bij verschillende daglengtes, lichtintensiteit, temperaturen … Zorg wel dat de twijgen altijd aan een venster staan of eventueel kunstmatig licht hebben met hetzelfde dag- en nachtritme als buiten (tenzij je de invloed van een langere daglengte op het uitlopen van de bladknoppen wil bestuderen). Het vak **fysica** kan in dit lespakket op verschillende manieren aan het vak **biologie** gekoppeld worden.

Maak met het programma *EO Browser* een tijdsverloop van satellietdata. Hierdoor wordt het verschuiven van seizoenen 'zichtbaar'. Dit filmpje geeft een overzicht van hoe zo'n tijdsverloop gemaakt wordt: www.youtube.com

UITBREIDING: zin in een tweede experiment?

Dit experiment wordt in **groep** uitgevoerd. De presentatie en werkbladen *Tweede experiment* begeleiden de leerlingen. De leraar kiest hoeveel hulp de leerlingen krijgen voor bijvoorbeeld de verwerking van de data. Dit experiment start ideaal vlak na de krokusvakantie. Het neemt bij aanvang **één lesuur** in beslag. Vervolgens vraagt het **elke twee dagen 5 minuten** de aandacht en tijd van de leerlingen.

Verloop van het experiment

A Kies een geschikte boom: met voldoende bereikbare takken met bladknoppen die ongeveer in dezelfde richting georiënteerd zijn (bijvoorbeeld allemaal naar het zuiden gericht).

B Verf bij minstens één boom telkens vier bladknoppen in zwarte, doorzichtige, en witte nagellak. Zorg dat de bladknoppen ongeveer dezelfde oriëntatierichting hebben, en doorheen de dag ongeveer even veel zonlicht krijgen. Verf enkel de helft van de bladknop die naar het licht gericht is. De onderkant moet niet geverfd worden, aangezien de bladknop moet blijven functioneren (ademen, water verdampen …) en de nagellak de bladknop van zijn omgeving afsluit. Label elke bladknop door hem te vergezellen van een zwart, wit of rood (doorzichtig is te onopvallend) lint. Label ook vier ongelakte bladknoppen (bijvoorbeeld met een groen of blauw lint).

C Houd de bladknoppen wekelijks (en liefst meermaals per week) goed in het oog. Noteer de dag dat de bladknoppen openbreken (gebruik de *Knappe Knoppenschaal*). Verf de bladknoppen opnieuw wanneer ze opzwellen; anders verliezen ze mogelijk hun kleur.

Verwerking van de data

A Vergelijk de verschillende bladknoppen met elkaar. Welke zijn het eerst gebarsten? Waarom gebeurde dit?

B Deel jouw data met die van andere groepen van de klas, om een grotere dataset te hebben. Maak voor een paar bomen enkele figuren die het resultaat van je onderzoek weergeven.

C Hoe kan het experiment in de toekomst verbeterd worden, of wat zou nog interessant zijn om te meten?

Verwachte resultaten

Zwarte bladknoppen absorberen meer zichtbaar zonlicht dan lichtere bladknoppen (die meer van het licht reflecteren). De bladknop zet de energie van het geabsorbeerde zonlicht om in warmte. Daarom loopt de totale temperatuur van de bladknoppen meer op bij zwartgeschilderde bladknoppen dan bij witgeschilderde bladknoppen. Dit geeft mogelijk verschillen van zelfs 2 of 3 °C. De warmste bladknoppen schieten waarschijnlijk het snelste uit. Mogelijk was echter de nagellak te sterk. Dan kunnen de bladknoppen niet barsten. Dit is snel duidelijk door de doorschijnend gelakte bladknoppen te vergelijken met ongelakte bladknoppen. Het is goed dat leerlingen over verschillende mogelijke resultaten en de reden hiervan nadenken. Het is belangrijk dat ze leren denken aan '**controles**' voor experimenten die ze uitvoeren. Echter weten we ondertussen door eerdere gelijkaardige experimentjes dat de nagellak de bladknoppen niet dichtplakken, en de doorschijnende nagellak eigenlijk niet nodig is.

Deel je data met ons!
We zijn zeer geïnteresseerd in de resultaten van dit experiment, ongeacht of er geen, weinig of veel verschil is tussen de verschillende bladknoppen.

Resultaten en vragen:
klimaatlink@uantwerpen.be

LESPAKKET
KNAPPE K(N)OPPEN

DEEL 3
Rapporteren over wetenschap

ONTWORPEN VOOR DE **TWEEDE** EN **DERDE GRAAD** VAN HET SECUNDAIR ONDERWIJS

Universiteit Antwerpen

KLIMAATLINK

knappe k[n]oppen

Korte inhoud

DEEL 3, het laatste deel van dit lespakket, gebeurt in een ideaal scenario **in samenwerking met de leraar Nederlands**. Dit deel begint met een hoofdstuk over 'fake news' waarbij de leerlingen **fake news** leren herkennen en het bestaan ervan verklaren. Vervolgens wordt overgegaan naar het belang van **correcte informatie** en **correct informatie presenteren**. De leerlingen ontdekken hoe een wetenschappelijk artikel is opgebouwd en maken zelf een versie van een wetenschappelijk artikel waarin ze hun eigen resultaten voorstellen.

Tijdsduur

Een of Twee lesuren.

- 3.1 Fake news? – 20 min
- 3.2 Data publiceren – 15 min
- 3.3 De opbouw van een wetenschappelijk artikel – 25 min
- 3.4 Maak van jouw data een wetenschappelijk artikel – 40 min (of huistaak)

Dit tijdschema houdt geen rekening uitbreidingsmogelijkheden.

Werkvormen

Open leergesprek (OLG) onder begeleiding van een **presentatie** en **werkbladen**. Mogelijke vragen van de leraar staan in het blauw Mogelijke antwoorden van de leerlingen staan in het groen .

Zelfstandig, duo of groepswerk waarbij een wetenschappelijk artikel structureel bestudeerd wordt en vragen worden ingevuld op werkbladen.

Materiaal en voorbereiding

- ✓ Presentatie *Rapporteren over wetenschap*
- ✓ Werkbladen *Rapporteren over wetenschap*
- ✓ Bijlage *Wetenschappelijk artikel Ronde van Vlaanderen* (De Frenne *et al.*, 2018)

Fake news?

Bespreek met je leerlingen waar ze **fake news** al tegenkwamen, hoe het verspreid wordt … Vraag hen voorbeelden te geven. De leerlingen vullen hun werkbladen *Rapporteren over wetenschap* in.

PRESENTATIE
Rapporteren over wetenschap **Slide 2**

OLG bij presentatie *Rapporteren over wetenschap*, slide 2.

> **Wat is fake news?**
>
> Fake news is misleidende en onjuiste informatie die verspreid wordt om geld te verdienen of om de publieke opinie te beïnvloeden.

We komen het overal tegen: op sociale media, op tv, in reclameberichten … Fake news is niet uit onze huidige maatschappij weg te denken. Soms is het onschuldig, maar vaak kan het **een grote invloed hebben op persoonlijk of maatschappelijk niveau**. Het gaat niet enkel over klimaatverandering. Verkiezingen worden beïnvloed, cyperpesten ontstaat, mensen nemen verkeerde (medische) beslissingen, en misverstanden worden de wereld in gebracht waarvan het vaak moeilijk is om ze ongedaan te maken.

Het vaakst wordt fake news verspreid via media zoals Google, Twitter en Facebook. Zo zouden nepberichten Amerikanen overtuigd hebben om in 2016 niet voor Hillary Clinton maar voor Donald Trump als hun volgende president te kiezen. Een van die nepberichten ging over de prominente rol van Hillary Clinton in een pedofielennetwerk. Het netwerk zou gerund worden vanuit een lokale pizzeria in Washington. Dit bericht had heftige gevolgen: het leidde tot een schietpartij in de pizzeria. De schutter wilde controleren of er kinderen werden vastgehouden als seksslaven.

Een ander voorbeeld van fake news is een bericht met daarin een foto van een vluchtelingenkaravaan die van Mexico naar Amerika zou trekken. Op de foto staan alleen mannen. De tekst die hierbij via onder andere WhatsApp verstuurd werd, luidde: “Zie jij hier kinderen of vrouwen?” Het bericht versterkte het angstbeeld bij Amerikanen dat er alleen maar mannelijke vluchtelingen naar Amerika komen. Maar dit bleek onjuist: de foto was namelijk afkomstig van een vluchtelingenkamp in Griekenland, waar om de hoek vrouwen en kinderen op de mannen zaten te wachten.

UITBREIDING
Meer voorbeelden van fake news:
- medisch fake news: doktermedia.nl
- een artikel over fake news in verband met vaccinatie van COVID-19, met onderaan nog meer ‘factchecks’ van fake news.

Er zijn verschillende soorten fake news. Volgens de **Hoax-Wijzer** kunnen ze ingedeeld worden in (zie presentatie *Rapporteren over wetenschap*, slides 3-6):

LINK

PRESENTATIE
Rapporteren over wetenschap **Slide 3-6**

De hoax: verspreiding van geheel of gedeeltelijk onjuiste informatie. Dit kan onbewust gebeuren, maar vaak wordt de foutieve informatie ook bewust verspreid. Het gaat vaak om een onschuldige grap of misverstand. In sommige gevallen heeft het echter negatieve gevolgen voor bijvoorbeeld een persoon die op een foto staat afgebeeld en dan heel wat ongewenste aandacht te verduren krijgt.

Een voorbeeld van een hoax bij klimaatverandering: 'mensen hebben niets met klimaatverandering te maken, want het klimaat veranderde altijd al.'

De stadslegende: informatie die over het algemeen als waarheid wordt beschouwd, maar eigenlijk niet juist is. De uitvinder van de stadslegende gelooft zelf dat hij de waarheid vertelt. Wist je bijvoorbeeld dat het helemaal niet gevaarlijk is om een slaapwandelaar wakker te maken? En dat een stier niet kwader wordt van een rode dan van een anderskleurige doek? Of dat libellen niet bijten, ondanks het feit dat hier vaak voor gewaarschuwd wordt?

Een voorbeeld van een stadslegende bij klimaatverandering: 'de aarde zal vanzelf weer afkoelen wanneer alle zeestromingen stilvallen, zoals in de film *The day after tomorrow*.'

De complottheorie: een complot- of samenzweringstheorie gaat nog een stap verder dan een stadslegende. Ze ontstaat meestal vanuit een poging om een gebeurtenis of situatie te verklaren, bijvoorbeeld bij een vreemd sterfgeval van een bekend persoon. Of om uit een bepaalde situatie te ontsnappen die de bedenker wil ontwijken. In de meeste gevallen wordt een complottheorie vergezeld met de bewering dat deze informatie opzettelijk wordt onderdrukt door regeringen, geheime genootschappen of andere machthebbers. Zij zouden dan bovendien ook de media manipuleren om te voorkomen dat de waarheid uitlekt.

Een voorbeeld van een complottheorie bij klimaatverandering: 'klimaatverandering is overdreven. Er is helemaal niets mis met steenkoolcentrales en benzinewagens. Het is allemaal een poging van 'de groenen' om de huidige samenleving stil te leggen.'

Fraude en oplichting: via deze weg proberen criminelen persoonlijke gegevens te ontfutselen zoals bijvoorbeeld bankgegevens om geld af te halen of e-mailadressen om spam te versturen. Soms proberen hackers toegang tot je (Facebook)account of computer te verkrijgen. Een voorbeeld hiervan zijn de talloze e-mails die beweren afkomstig te zijn van banken. Daarbij vraagt men om je bankgegevens in te voeren op een link die doet uitschijnen dat je naar de website van de bank in kwestie gaat. In werkelijkheid proberen oplichters je bankgegevens te pakken te krijgen.

Hoe herken je misleidende of foutieve informatie? (volgens **mediawijs.be**)

1. Lees verder dan de titel.
2. Check de auteur.
3. Check de bron.
4. Check de datum.
5. Waar komt het artikel vandaan?
6. Check de links.
7. Is het satire? (Een stijl waarbij humor wordt gebruikt om te amuseren en soms om commentaar te geven op ontwikkelingen in de maatschappij – zoals cartoons.)
8. Denk aan je eigen vooroordelen.
9. Praat erover; vraag het aan de experts.
10. Enkele signalen: een anonieme auteur, veel uitroeptekens, veel woorden in hoofdletters, schrijffouten, zinnen als 'Dit is GEEN hoax!' of 'Opgelet: Belangrijke informatie'.

Er moet duidelijk aandacht gegeven worden aan het herkennen van fake news en correcte informatieve informatie. Dat is ook zo voor klimaatverandering. Het is daarom belangrijk dat de **juiste data** gepubliceerd wordt, dat de informatie op de **juiste plaats** gepubliceerd wordt, en dat het op een **juiste manier** verwoord wordt.

Bronnen:
- **mediawijs.be**.
- Het ICT Safety Collective van de Universiteit Antwerpen.

UITBREIDINGEN

Download de mediawijs checklistaffiche voor fake news op mediawijs.be of via de Klimaatlink Syncmap. Het bevat 10 vragen die je op weg helpen bij de controle of informatie betrouwbaar of fake news is.

Waarom is er fake news op sociale media?

Data publiceren

De leerlingen gaan verder in werkbladen *Rapporteren over wetenschap*. Onderstreepte woorden van onderstaande tekst worden in de werkbladen aangevuld.

Bij publicatie van wetenschappelijke data is het belangrijk dat er enkel echte feiten worden gemeld. Het moet vermeden worden dat er fake news gecreëerd wordt. Dit is moeilijker dan het misschien op het eerste gezicht lijkt, en beïnvloedt alle niveaus van het wetenschappelijk experiment. Zo is het belangrijk dat er tijdens het uitvoeren van de experimenten 1) **voldoende herhalingen** zijn om 'toevallige' uitkomsten te ontmaskeren; 2) dat er bij de verwerking van de data **de juiste statistiek** (wiskundige berekeningen) wordt gebruikt; en 3) dat er bij het noteren van de conclusies **correct gerapporteerd** wordt. Is dit gebeurd bij jouw Knappe K(n)oppenexperiment? Controleer het even!

Ook moet de wetenschap zelf te controleren zijn. Het moet reproduceerbaar zijn: wetenschappers moeten het opnieuw kunnen uitvoeren. Ze moeten het kunnen controleren, aanvullen, of vergelijken met bijvoorbeeld andere soorten, andere locaties, enzoverder. Om dit mogelijk te maken is het belangrijk dat **de methodologie grondig en correct wordt beschreven**: als iemand anders hetzelfde experiment of data-analyse uitvoert, kan die persoon dan vergelijkbare resultaten bekomen.

Elke auteur heeft zijn eigen schrijfstijl. Toch moet vermeden worden dat wetenschappelijke publicaties via de schrijfstijl van een auteur een bepaalde interpretatie krijgen die verschillend is van die van een andere auteur. Bijvoorbeeld mogen **eigen meningen** niet gegeven worden. Er mag enkel iets geschreven worden wanneer het statistisch hard gemaakt kan worden. Ook moeten elk woord en elke zin eenduidig en niet voor interpretatie vatbaar zijn. Vandaar dat het in wetenschappelijke teksten beter is om **synoniemen te vermijden**. Hiervoor zijn er ook bepaalde **standaard afspraken**. Bijvoorbeeld moeten de onderdelen 'methoden' en 'resultaten' altijd in de verleden tijd, terwijl dit bij de 'introductie' en de 'discussie' van een publicatie afhankelijk is van de context.

De opbouw van een wetenschappelijk artikel

In de werkbladen *Rapporteren over wetenschap* krijgen de leerlingen de opdracht een **wetenschappelijk artikel structureel te bekijken** (De Frenne et al., 2018, het artikel over de studie van het vroeger ontluiken van bladeren tijdens de Ronde van Vlaanderen). De leerlingen hoeven hiervoor het (Engelstalige) artikel niet te lezen! De opbouw zou zo, met hulp van de werkbladen, duidelijk moeten worden. Een opdracht laat hen de link leggen tussen de verschillende onderdelen van een wetenschappelijk artikel en zijn inhoud.

1. **Abstract**
   Dit is de korte inhoud van het artikel. Het geeft enkel de meest belangrijke informatie weer. Aan de hand van deze informatie moet de lezer de belangrijkste conclusies begrijpen en kunnen beslissen of hij het artikel in meer detail zal lezen.

2. **Keywords**
   Dit zijn enkele woorden die aangeven waarover het artikel gaat.

3. **Introductie**
   Dit is een voorstudie waarin informatie over het onderwerp van het artikel staat dat al in eerdere artikels gepubliceerd werd.

4. **Materiaal en methoden**
   Dit geeft informatie over waar en hoe de informatie van het artikel verzameld werd.

5. **Resultaten**
   Hierin staat alle verzamelde informatie van het onderzoek. Vaak bevat het figuren om deze informatie te verduidelijken.

6. **Discussie en conclusie**
   Hier wordt de data van het onderzoek besproken, vergeleken met eerder onderzoek, en samengevat.

7. **Dankbetuiging**
   Hier worden de financiers van de onderzoekers of van het onderzoek vermeld. Dit is ook belangrijk om eventuele belangenconflicten te ontdekken.

8. **Bijdrage van de verschillende auteurs**
   Dit geeft kort aan wat welke auteurs gedaan hebben tijdens en na het onderzoek.

9. **Referenties**
   Dit geeft een overzicht van alle bronnen (andere artikels, sites en boeken) die de auteurs gebruikten.

10. **Extra ondersteunende informatie**
    Hier kunnen de geïnteresseerden nog extra informatie vinden over het onderzoek, zijn uitvoering en zijn resultaten.

Maak van jouw data een wetenschappelijk artikel

De leerlingen maken, via de werkbladen *Rapporteren over wetenschap*, van hun eigen verkregen Knappe K(n)opendata een wetenschappelijk artikel. Hierbij houden ze rekening met alles wat ze afgelopen les geleerd hebben. Het rapport mag in het Nederlands, maar moet de juiste structuur hebben zoals het Engelstalige wetenschappelijke artikel! Het zal interessanter zijn om meerdere data samen te voegen: op die manier krijgen de leerlingen een wetenschappelijk artikel van een grotere ‘klasdataset’.

UITBREIDING

Wetenschappers presenteren hun artikels tijdens een congres aan anderen. Boots met je klas een congres na: laat groepjes hun data presenteren. Dit kan best in overleg met een leraar Nederlands.