



## FENOLOŠKA MJERENJA I OPAŽANJA

### UVOD U FENOLOGIJU

Jeste li uočili da se lišće u vašem susjedstvu ne pojavljuje baš uvijek u isto doba proljeća? Tome su uzrok godišnja kolebanja vremenskih prilika. **Na listanje utječu temperatura, vlaga i sunčeva svjetlost.** Godišnji ciklus sunčeve svjetlosti je konstantan, a od godine do godine variraju vlaga i temperatura.

U toplim, suhim klimatskim područjima, sezona rasta biljaka kontrolirana je dostupnošću vlage i započinje s početkom kišnog razdoblja. U hladnim, vlažnim klimatskim područjima temperatura kontrolira sezonu rasta, koja stoga počinje u proljeće i traje do jeseni.

**Fenologija proučava pojave bioloških ciklusa i njihovu povezanost s klimom** - na primjer: godišnje migracije ptica, izlijetanje insekata, mriještenje pastrva, listanje, cvjetanje i druge promjene na biljkama su fenološki ciklusi. Navedene pojave događaju se otprilike uvijek u isto doba godine, no njihovi su točni datumi podložni variranju od godine do godine. To se naziva **međugodišnja varijabilnost**, a fenološka GLOBE mjerenja pomoći će boljem razumijevanju njezine ovisnosti o klimatskim kolebanjima.

Je li sezona rasta u vašem području kontrolirana temperaturom ili vlagom? To možete otkriti opažajući fenološke promjene na biljkama i lokalna klimatska kolebanja. Učenik može pretpostaviti da jorgovan u njegovom susjedstvu lista 20 dana nakon posljednjeg mraza. Slijedeći protokol mjerenja za jorgovan i svakodnevnim mjerenjem minimalne dnevne temperature, moći će potvrditi svoju hipotezu.

Neki su znanstvenici ispitivali satelitske podatke o tome kada su biljke ozelenjele na površini od četvornog kilometra. Kroz niz godina ta su opažanja pokrila cijelu kopnenu površinu Zemlje. Rezultati ispitivanja naveli su na zaključak da sezona rasta u velikom području sjevernih SAD i zapadne Kanade počinje iz godine u godinu sve ranije te da je to znak globalnog zatopljenja. Je li ta hipoteza točna? Podaci prikupljeni za pojedine biljne vrste u područjima gdje su se promjene pojavile i tamo gdje nisu, važni su za provjeru te pretpostavke.

GLOBE je posebno važan za ta istraživanja te očekujemo da će nam pomoći razumjeti kako vegetacija odgovara na međugodišnja klimatska kolebanja. Dok su neki znanstvenici proučavali fenologiju pojedinih područja ili određenih biljnih vrsta, do sada nije bilo temeljitog i cjelovitog pokušaja praćenja biljne fenologije planetarnih razmjera.

Prikupljajući fenološke podatke za svoje područje, možete saznati kako vegetacija odgovara na klimatske čimbenike, a istovremeno ćete priskrbiti važnu informaciju koja će pridonijeti razumijevanju kako globalna klima utječe na vegetaciju i kako se mijenja.

Prije negoli počnete, moglo bi biti korisno obnoviti teoriju o atmosferskim (meteorološkim) istraživanjima i sjetiti se razlika u definiranju vremena i klime.

Početak sezone rasta određene godine ovisi o vremenskim prilikama u proljeće, koje su tijekom godina promjenjive. Kad usporedite prosječne temperature i oborine tijekom niza godina, tada ispitujete međugodišnje variranje klime. Temperatura tla i vlaga pod utjecajem su temperature atmosfere, kiše i otopljenog snijega. Kako su biljke ukorijenjene u tlu i ta su GLOBE mjerenja povezana s fenološkim ispitivanjima.

Analiza podataka prve godine dat će vam kvantitativnu sliku o tome kako se ove međuovisnosti manifestiraju u vašem području. Nakon što budete prikupili podatke tijekom nekoliko godina, moći ćete uspoređivati promjene u vašem klimatskom području s podacima biljne fenologije. Tada možete započeti istraživanje klimatskih kolebanja. Znanstvenici će upotrijebiti vaše podatke za usavršavanje interpretiranja satelitskih podataka u nastojanju da temeljem višegodišnjih nizova podataka utvrde ima li značajnih trendova u klimatskim uvjetima planetarnih razmjera.



## OTVARANJE PUPOVA

### Kako GLOBE učenici pomažu?

Biljke iste vrste reagiraju slično na promjene temperature i vlage. Klonirane biljke, genetski identične jedinke, reagirat će identično na te promjene u okolišu. Stoga varijacije uočene u datumima pojedinih stupnjeva razvoja biljaka istog klona, nisu posljedica varijabilnosti među tim jedinkama, već posljedica varijacija u okolišu.

Znanstvenici će upotrijebiti konkretna opažanja autohtonog (samoniklog, domaćeg) drveća za usavršavanje interpretiranja satelitskih podataka. Opažanja na kloniranom i običnom jorgovanu služe kao vitalna spona između satelitskih mjerenja i fenologije autohtonog bilja u određenom području. Ti podaci nadopunjuju protokole za fenologiju. Fenološki će podaci upotpuniti modele globalnog sustava i razumijevanje promjena globalne klime.

Fenološka opažanja na jorgovanu i na autohtonom bilju jednostavna su i ne iziskuju troškove, a omogućuju izvrstan način učenja o povezanosti vegetacije, atmosfere i tla.

GLOBE škole mogu sudjelovati u fenološkim opažanjima na sljedeće načine:

- određujući vrijeme otvaranja pupova autohtone vrste drveća u svom području
- motreći pupanje i cvatnju običnog jorgovana
- motreći pupanje i cvatnju kloniranog jorgovana

### Pupanje autohtonog drveća

Ovaj protokol zahtijeva motrenje pupanja na 2 autohtona drveta na vašem istraživačkom području.

### Motrenje jorgovana

Sve GLOBE škole iz područja gdje obični jorgovan (*Siringa vulgaris*) može rasti bez zalijevanja mogu sudjelovati u ovom posebnom istraživanju, treba jednostavno posaditi obični jorgovan te pratiti datume otvaranja pupova i cvatnje. Opažanje se ne provodi tamo gdje je potrebno zalijevanje jorgovana da bi opstao.

Klonirane su biljke dostupne u ograničenim količinama svake godine. GLOBE škole mogu zatražiti par kloniranih biljaka ([link na web – Resource room – Special measurements](#)), no samo njih 25 svake godine može dobiti sadnice. Škole se odabiru s različitim geografskih područja u kojima se jorgovan uspješno održava. Pri izboru, prednost će imati škole dobitnice priznanja glavnog znanstvenika (Honor Roll). Odabrana se škola obvezuje sudjelovati u ovom mjerenju najmanje 5 godina te mora zasaditi i pratiti još najmanje dvije biljke običnog jorgovana. Obični i klonirani jorgovan sade se jedan do drugoga, tako da su pod utjecajem istih ekoloških čimbenika.

### **PROTOKOL ZA PUPANJE**

Obavlja se svakodnevno – 15 minuta tijekom 4 ili više tjedana u rano proljeće.

Dob učenika – svi mogu sudjelovati

### PRIPREMA

Prvo je važno ima li uopće drveća u vašem kraju. Nadalje, možete opažati pupanje na listopadnom i na vazda zelenom drveću (jer i ono ima pupove). Ovaj se protokol ne radi u područjima s toplom i vlažnom klimom, jer tamo nema značajnih – uočljivih godišnjih vegetacijskih ciklusa. Tamo gdje u vegetaciji prevladava grmlje, godišnja su kretanja vrlo raznolika pa je teško uočiti i pratiti fenološke cikluse. Stoga se taj protokol ne radi. Protokol je vrlo zanimljiv za krajeve koji imaju sušnu sezonu tijekom koje većina drveća izgubi lišće. Takvi su krajevi u fenološkom smislu najslabije proučeni.

### ODABIR FENOLOŠKE POSTAJE

Ako već imate određenu biološku postaju, tada već vjerojatno znate i koja je vaša dominantna vrsta drveća. Vaša stabla za biometrijska mjerenja mogu poslužiti i za fenološka opažanja.



Ako vam je to nepraktično zbog udaljenosti biološke postaje od škole, možete postaviti novu fenološku postaju (site). Zgodno je odabrati mjesto blizu škole ili na putu kojeg učenici svakodnevno prolaze. Bitno je da tamo budu prirodna (autohtona) stabla, koja nisu zalijevana ili gnojena, razgledajte okolicu i uvjerite se da nema utjecaja navodnjavanja ili gnojenja. To je važno stoga što bi takvi utjecaji mogli izmijeniti fenološki ciklus biljke i datumi koje biste ubilježili ne bi bili reprezentativni za prirodnu vegetaciju i utjecaj stvarnih lokalnih klimatskih uvjeta.

Ako postavljate novu postaju, utvrdite joj koordinate. Budući da ćete za upotunjavanje protokola za pupanje trebati i podatke o temperaturi i oborinama, dobro je da fenološka postaja bude što bliže meteorološkoj.

Reljef može biti uzrokom variranja meteoroloških podataka čak i unutar manjih udaljenosti. Stoga bi, poglavito u brdskim predjelima, horizontalna udaljenost između dvije postaje morala biti manja od 2 km, a visinska razlika manja od 100 m. Ne koristite fenološku postaju ako je visinska razlika između nje i meteorološke postaje veća od 500 m. Ako je visinska razlika 100 do 500 m, morat ćete primijeniti faktor za korekciju pri vašem očitavanju temperature (u fenološkoj radionici - learning activity).

Utjecaj oborina mijenjat će se ovisno o tome je li postaja na vjetrovitoj ili zaklonjenoj strani brda ili značajne vodene mase (jezera). Stoga pokušajte meteorološku i fenološku postaju smjestiti na istoj strani brda ili jezera.

Ako je škola u ravnici, atmosferski / vremenski čimbenici neće toliko varirati s porastom udaljenosti postaja, pa ih možete smjestiti čak i do 10 km jednu od druge. Blizu većih urbanih središta temperatura raste i može značajno varirati između dvije relativno bliske lokacije.

Pokušajte odrediti fenološku postaju u približno istim uvjetima u kakvima je meteorološka. Možete čak postaviti novu meteorološku postaju koja će biti u sklopu fenološke.

## IZBOR STABALA

1. Na fenološkoj postaji identificirajte dominantnu vrstu – onu s najvećim udjelom u lisnom pokrovu (krošnjje). Ako su dvije vrste jednako zastupljene, odaberite jednu, a o tome informaciju unesite u rubriku «metadata», u za to predviđenom prostoru na «Budburst Data Entry Sheet» - stranci za unos podataka.

Odaberite dva veća (nadvisujuća) stabla za praćenje pupanja i obilježite ih kao «*stablo 1*» i «*stablo 2*». Biljke u nižem «*katu*» (ispod najviših krošnji) imat će drugačiji fenološki ciklus. Kako pokušavamo uspostaviti vezu između klime i dominantnih tipova vegetacije, nećemo proučavati niže katove šume. No vi to možete provesti kao vaše vlastito istraživanje i pohraniti podatke u školskoj arhivi.

Promatrano drveće mora biti lako dostupno i morate moći vidjeti pojedinačne pupove. Pokušajte ne izabrati stabla čije su najniže grane nekoliko metara iznad tla. Ano ne možete naći stablo s granama dovoljno niskim za uočavanje pupova, upotrijebite dalekozor.

Izaberite domaće, autohtono drveće za promatranje. Drveće koje ne potječe s vašeg područja (egzotično) ima fenološki ciklus koji ne mora biti povezan s lokalnom klimom, klasični primjer za to su voćke. Možda ste ponekad čuli u vijestima da su kasni mrazovi uništili voćke u vašem kraju. Često je tome uzrok što te biljke nisu razvile prilagodbe uvjetima lokalne klime.

2. Za svako označeno stablo odaberite dvije jugu okrenute grane za motrenje (na sjevernoj hemisferi), poslužite se kompasom da biste bili sigurni kamo su grane okrenute. Budući da datum otvaranja pupova može varirati čak i za isto stablo, budite sigurni da uvijek promatrate iste grane. Stoga je potrebno grane označiti nekom trajnom oznakom, jednu granu označite kao «A» a drugu kao «B», dakle ukupno motrite četiri grane. Ako se grana tijekom motrenja slomi, izaberite druge s istim značajkama i označite je kao «C», a o tome unesite komentar u rubriku «metadata».

3. Zabilježite red i vrstu odabranih stabala. Mjerenja visine stabala i njihova opsega, mogla bi biti korisne informacije, iako ta mjerenja nisu obvezna.

## PREPOZNAVANJE OTVARANJA PUPOVA



1. Kako početak otvaranja pupova varira od godine do godine, morat ćete početi motrenje dosta prije uobičajenog datuma listanja. Možda netko iz vaše okoline ima podatke o početku pupanja. Datum ne mora biti precizan jer vi samo trebate orijentaciju kad bi bilo potrebno započeti motrenje.
2. U proljeće, dva tjedna ili nešto duže prije predviđenog početka otvaranja pupova, svi učenici koji će sudjelovati u motrenju trebaju otići na fenološku postaju da odrede stabla i grane.
3. Dnevno obilazite vašu postaju; obratite pozornost na pupove na kraju grana. Je li se koji otvorio? Možete li uočiti znakove sićušnih listića unutar pupa? Ako je odgovor pozitivan, unesite datum u listu za unos podataka. Budući da želite otkriti prvi znak pupanja, ne brinite što se nisu ostali pupovi još otvorili, zabilježite datume svakog opažanja. Motrite i dalje, sve dok ne utvrdite da su se otvorili pupovi na sve četiri grane.
4. Važno je da netko posjećuje postaju svakodnevno dok traje otvaranje pupova. Kroz razdoblje od dva do tri tjedna, to će značiti mnogo posjeta vašoj postaji pa bi to zaduženje trebalo podijeliti između više učenika. Oni koji budu koristili vaše podatke uočiti će neredovitost motrenja (ako biste preskakali dane) i time vaš cjelokupni trud gubi vrijednost.

### ŽIVITE LI U PODRUČJU GDJE IMA SNIJEGA?

Ako živite u području gdje ima snijega još će jedno mjerenje pomoći analizi vašeg datuma otvaranja pupova. Ono je brzo i jednostavno, a uključuje određivanje vodenog ekvivalenta snježnog pokrivača (totalne dubine snijega). Određivanje je isto kao u protokolu za ekvivalent vode u novom snijegu, ali za potrebe ovog mjerenja trebat će vam ukupna visina snježnog stupca (sve do površine tla, a ne samo do vaše ploče za snijeg).

### KAKO ĆE ZNANSTVENICI KORISTITI OVE GLOBE PODATKE

Čak ako će datumi početka otvaranja pupova varirati tijekom godina, to se uvijek dešava kao posljedica određenih uvjeta temperature i vlage. Drugim riječima, biljke su osjetljive na lokalni okoliš, a ne na doba godine (kalendar). Sklop uvjeta koje biljke zahtijevaju u svom staništu konstantan je tijekom godina. Rabeći vaše podatke, u kombinaciji s nizom podataka o temperaturi i količini oborina, bit ćemo u mogućnosti postići četiri cilja:

- \* Kartirat ćemo godišnje datume otvaranja pupova diljem kontinenta.
- \* Moći ćemo utvrditi kretanje vremenskih prilika koje kontroliraju fenološke pojave u vašem području i na cijelom planetu. Tijekom vremena i vi ćete moći zaključiti ovisi li sezona rasta u vašem području o vlazi ili o temperaturi. Upotrebom GLOBE podataka iz cijelog svijeta, bit će moguće kartirati područja na kojima sezona rasta ovisi o temperaturi i one gdje ovisi o vlazi.
- \* Moći ćemo bolje razumjeti kako globalna vegetacija reagira na međugodišnja variranja klime.
- \* Moći ćemo usporediti podatke GLOBE protokola za pupanje sa satelitskim opažanjima o promjenama zelenila (u zelenoj boji), kako bismo bolje interpretirali te podatke.

### UNOS PODATAKA O PUPANJU

Podaci koji su obvezni označeni su zvjezdicom (\*)

Lokacija škole

\* Ime postaje (*smislite jedinstveno ime koje opisuje vašu fenološku postaju*)

\* Koordinate

Atmosferska postaja gdje mjerite količinu oborina

Udaljenost do kućice za termometar (m)

Smjer prema termometrijskoj kućici

Visina razlika (Atmosferska postaja – fenološka postaja) (m)

*Ova vrijednost može biti pozitivna i negativna*



\* Tip postaje gdje su odabrana stabla (odaberite od ponuđenog)

### Ostali podaci o postaji

\* Vrsta drveća

Rod :

Vrsta:

Narodno ime:

Opis drveta br. 1. i br. 2. (*neobvezno*)

Oznaka, visina (m), obujam (cm)

\* Podaci o otvaranju pupova (tablica)

Drvo\_\_Grana\_\_Datum uočenog otvaranja pupova\_\_\_\_\_

Datum posljednjeg motrenja neposredno prije otvaranja pupova\_\_\_\_\_

Opći opis vaše postaje i dopunski podaci (metadata) – komentari

## PROMJENE ZELENILA - GREEN UP I GREEN DOWN

### Zašto proučavati feneološke promjene?

Svake godine, s poboljšavanjem uvjeta za rast biljaka, val zelenila prostre se površinom kopna, a povlači se s nestankom tih uvjeta. Ti su valovi u direktnoj vezi s globalnom fiksacijom (vezanjem) ugljika, odnosno s količinom ugljikova dioksida (CO<sub>2</sub>) u atmosferi. Razdoblje između ozelenjavanja kopna i povlačenja zelenila je vegetacijska sezona ili razdoblje. Promjene u dužini vegetacijskog razdoblja mogu biti pokazatelji globalnih klimatskih promjena. Neki su znanstvenici nedavno uočili da se u sjevernim područjima vegetacijsko razdoblje produžilo za osam dana u odnosu na rane 1980-te. Ali, njihov je zaključak dvojbjen, jer se temelji isključivo na satelitskim podacima. Potrebna su opažanja fenoloških pojava na površini Zemlje da bi se provjerile procjene donesene primjenom satelitske tehnologije.

### Zašto obavljati fenološka mjerenja?

Procjene temeljene na satelitskim snimkama variraju zbog problema izazvanih primjerice interferencijom s malih i velikih oblaka, uslijed atmosferskih aerosola – izmaglice te ostalih sastojaka atmosfere, koji mogu utjecati na satelitsko očitavanje intenziteta zelenila. Ostali problemi, kao što je mali kut sunčevih zraka na visokim geografskim širinama, promjena kuta sunčevih zraka tijekom godišnjih doba, ali i starenje satelitskih detektora, također utječu na kvalitetu i domete tih procjena. Opažanja GLOBE učenika predstavljaju jedini i jedinstveni globalni motriteljski sustav fenoloških promjena biljnog pokrova na cijeloj površini Zemlje. Taj će sustav pomoći upotpunjavanju i boljem tumačenju promjena globalnog vegetacijskog razdoblja, na temelju satelitskih procjena.

### Kontekst

Sezonske promjene uključuju varijacije u dužini dana i sunčevog svjetla, količini oborina, temperaturi i ostalim čimbenicima koji kontroliraju živi svijet. Žarište ovog razmatranja je promjena boje lišća, koja u biljnoj fenologiji ukazuje na početak i završetak vegetacijskog razdoblja.

Biljno zazelenjavanje (green-up) započinje kad se prekida razdoblje mirovanja (dormancije), uslijed promjena uvjeta okoliša: duža izloženost svjetlu, više temperature u umjerenim područjima, a niže temperature i kiše u pustinjama i sušnim područjima. Kad biljke ozelene, klorofil u njihovom lišću apsorbira sunčevu svjetlost za fotosintezu. U procesu fotosinteze iz atmosfere se veže se ugljikov dioksid, iz kojeg se atomi ugljika upotrebljavaju za izgrađivanje biljnog tkiva. Ugljikov dioksid, kao staklenički plin čija koncentracija u atmosferi posljednjih desetljeća postojano raste, mogao bi imati utjecaj na globalno zatopljenje. U izradi kompjutorskih modela atmosferskog CO<sub>2</sub>, znanstvenici trebaju točne podatke o vremenu i trajanju globalnog zelenila (kada se danju aktivno odvija fotosinteza). To je naročito važno jer se čini da se vegetacijsko razdoblje u nekim dijelovima svijeta dramatično produžilo.



Praćenje dužine vegetacijske sezone može otkriti klimatske promjene i pridonijeti razumijevanju ciklusa ugljika (kruženja ugljika između žive i nežive prirode), jednog od biogeokemijskih ciklusa ključnog za funkcioniranje sustava Zemlje.

Obavljajući fotosintezu, biljke transpiriraju (vuku vodu korijenovim sustavom iz tla, a ispuštaju je kroz puči na lišću). Time utječu na atmosfersku temperaturu i vlažnost te na vlažnost tla. S prestankom vegetacije (green-down) smanjuje se biljna transpiracija; biljke reduciraju gubitak vode u vrijeme kad su rezerve (dostupnost) vode za njih ograničene – u hladnom zimskom ili pustinjском sušnom razdoblju. Stoga, razumijevanje globalne vegetacijske sezone pridonosi i razumijevanju globalnog ciklusa vode. Znanstvenici primjenjuju procjene zelenila i za kartiranje područja pod opasnošću od požara. Intenzivno zelena područja predstavljaju manju opasnost za pojavu požara. Kartiranje zelenila pomaže i razumijevanju migracijskih putanja za pojedine životinjske vrste.

## Pripreme za mjerenja

PROTOKOL	GREEN-UP (ozelenjavanje)	GREEN-DOWN (žućenje)
Koji se postupci primjenjuju?	Promatranje i registriranje datuma ozelenjavanja i rasta lišća	Promatranje i registriranje datuma promjene boje (žućenja) lišća
Gdje se postupci provode?	Po mogućnosti treba izabrati mjesto blizu meteorološke kućice i mjesta gdje se mjeri vlažnost i temperatura tla.	
Kada se postupci provode?	Dva puta tjedno, počevši najmanje dva tjedna prije pupanja, pa sve dok se dužina listova ne prestane povećavati	Dva puta tjedno, počevši dva tjedna prije očekivanog datuma prvog žućenja pa sve dok se boja lišća potpuno ne promijeni, odnosno dok lišće ne otpadne
Koja je oprema potrebna?	Trajni marker, ravnalo s milimetarskom podjelom, kompas, fotoaparati, priručnik za determinaciju vrsta biljaka, radni listovi, kalkulator	Trajni marker, GLOBE karta biljnih boja, kompas, fotoaparati, priručnik za determinaciju vrsta biljaka, radni listovi

## Izbor postaja za Green-up i Green-down protokole

1. Postaja treba biti na mjestu gdje je ozelenjavanje prirodne vegetacije pod utjecajem klimatskih čimbenika (zalijevanje i gnojenje mogu utjecati na biološke cikluse). Zgrade apsorbiraju sunčevu radijaciju i štite od vjetra, stoga i takva mjesta treba izbjegavati. Ako je vrh obližnje zgrade pod kutem većim od 45 stupnjeva, u odnosu na drvo, zgrada je preblizu.
2. Uvezene, egzotične vrste mogu imati fenološke cikluse koji nisu pod utjecajem lokalnih klimatskih čimbenika (nisu se imale vremena razviti prilagodbe). O tome koje su biljke autohtone, a koje uvezene, možete se konzultirati s lokalnim stručnjacima.
3. Postaja mora biti dostupna učenicima dva puta tjedno – stoga je idealno ako je blizu atmosferske postaje. Svakako treba naznačiti koordinate i elevaciju.
4. Rezultati početka i završetka vegetacijske sezone mogu biti povezani s temperaturom, oborinama, vlažnošću tla. Stoga je ova mjerenja dobro prostorno povezati. Lokalna topografska obilježja mogu biti uzrokom variranja vremenskih obilježja unutar manjih udaljenosti. To posebno dolazi do izražaja u planinskim i obalnim područjima. Horizontalna udaljenost između navedenih postaja trebala bi biti manja od 2 km, a visinska razlika manja od 100 m. Tek u takvim slučajevima možemo zaključivati o korelacijama između atmosferskih i fenoloških podataka.
5. Ozelenjavanje i povlačenje zelenila, registrirano od satelita, temelji se na nekoliko dominantnih vrsta, koje su najzastupljenije u pokrovu krošnje. Za fenološka opažanja, izabrat ćete listopadne biljke. Ako su dominantne vrste vazdazelene četinjače, izaberite širokolisne listopadne biljke (grmlje) nižeg sloja (kata). Primjerice, ako na vašoj plohi 90% krošnje



- pripada boru, a samo 10% javoru, ipak izaberite javor za vrstu koju ćete pratiti u fenološkim mjerenjima.
- Naravno da će sa znanstvenog stajališta biti vrlo značajno da promatramo iste grane drveta ili grma za *green-up* i *green-down* protokol. Ako to nije moguće, izvest ćete to na različitim biljkama, čak i na različitim postajama, ali to svakako opišite prilikom definiranja svake od postaja - *study site*.
  - Budući da je promjena u sezoni rasta možda uvjetovana promjenom klime, učenici vaše škole trebali bi fenološka mjerenja obavljati na istim postajama i na istim biljnim vrstama svake godine.

#### POSTUPAK ODABIRA ZA DRVO ILI GRM:

- Definirajte postaju (define study site)
- Odaberite drvo ili grm, po mogućnosti među autohtonim, prirodnim vrstama vašeg kraja, koje je listopadno i lako dostupno.
- Odaberite relativno veću granu na južnoj strani biljke (na sjevernoj hemisferi). Ako ste odabrali nižu granu, treba biti isturena (jer uvučene grane mogu imati drugačiju mikroklimu, uslijed zasjenjivanja).
- Identificirajte rod i vrstu biljke.
- Označite granu vidljivom trakom ili drugom trajnom oznakom. Označite traku jedinstvenim brojem, vašim/ školskim imenom/ oznakom razreda.
- Odredite GPS koordinate i elevaciju

#### POSTUPAK ODABIRA ZA TRAVU

- Definirajte postaju (define study site)
- Odredite rod travnjačke vrste
- Odaberite površinu 1m x 1m na kojoj dominiraju trave. Označite je trajnim oznakama.
- Odredite GPS koordinate i elevaciju.

#### DODATNI NAPUTCI

- Kod lokalnih stručnih institucija provjerite kad obično započinje listanje. U područjima gdje je snijeg uobičajen, promatranja bi trebala početi odmah nakon topljenja snijega. Za svaki posjet, kad nije uočeno ozelenjavanje, učenici trebaju upisati datum u «pre-green-up» rubriku radnog lista.
- Katkada se mjerenje može protegnuti iza završetka nastave (sve dok list ne dosegne punu zrelost). U takvom bi slučaju trebalo zatražiti potporu roditelja ili susjeda radi nastavka mjerenja.
- Dužina lista mjeri se od dna-izlaska peteljke do vrha.
- Za većinu područja na zemlji postoji samo jedan *green-up* i *green-down* period godišnje. Ipak, u nekim krajevima, izmjenjuje se više sušnih ili vlažnih perioda tijekom godine. Stoga se pri unosu podataka traži označavanje rednog broja ciklusa. Ako postoji samo jedan ciklus, onda ga označite kao *green-up cycle 1*. Mjerenja prvog ciklusa započinju iza 1. siječnja u godini.
- Postoje dva radna lista za *green-up* protokole. Za travu i za drveće/ grmlje. Za svaki odabrani list trave ili drveta/ grma, pri svakom se mjerenju opisuje se njegovo stanje od dormancije do zrelosti. Izvijestit ćete «dormant» ako pup nije promijenjen i još je u fazi mirovanja tijekom hladnog ili sušnog razdoblja. Izvijestit ćete «swelling», kad je pup nabubrio i povećao se. «Budburst» je oznaka za prvo otvaranje pupa, kada se mogu uočiti zeleni vršci listića unutar njega. Nakon otvaranja pupa, učenici mjere dužinu listova (u mm). Ako se iz nekog razloga list izgubi, izvješćujete «Lost».
- Za travu izvješćujemo «No shoot» prije nego se listići trave mogu vidjeti, dužinu u mm nakon što prolista, a «lost» ako se označeni list izgubi.

Slijedi primjer popunjenog radnog lista za ozelenjavanje drveća/ grmlja

**Tree and Shrub Green-Up**

Date (day and month)	Leaf 1 (Dormant, Swelling, Budburst, Length (mm), Lost)	Leaf 2 (Dormant, Swelling, Budburst, Length (mm), Lost)	Leaf 3 (Dormant, Swelling, Budburst, Length (mm), Lost)	Leaf 4 (Dormant, Swelling, Budburst, Length (mm), Lost)	Reported to GLOBE
3 March	dormant	dormant	dormant	dormant	<input type="checkbox"/>
6 March	dormant	dormant	dormant	dormant	<input type="checkbox"/>
11 March	swelling	swelling	swelling	dormant	<input type="checkbox"/>
14 March	budburst	budburst	swelling	Swelling	<input type="checkbox"/>
18 March	2	4	budburst	Budburst	<input type="checkbox"/>
22 March	6	10	5	6	<input type="checkbox"/>
25 March	12	15	10	12	<input type="checkbox"/>
29 March	20	22	18	19	<input type="checkbox"/>
2 April	30	32	25	28	<input type="checkbox"/>
5 April	38	lost	36	38	<input type="checkbox"/>
8 April	45		42	44	<input type="checkbox"/>
11 April	45		44	44	<input type="checkbox"/>
14 April	45		44	44	<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>

Slijedi primjer popunjenog radnog lista za ozelenjavanje trave:

**Grass Green-Up**

Date (day and month)	Leaf 1 (No shoot, length (mm), or lmost)	Leaf 2 (No shoot, length (mm), or lost)	Leaf 3 (No shoot, length (mm), or lost)	Leaf 4 (No shoot, length (mm), or lost)	Reported to GLOBE
10 April	No shoot	No shoot	No shoot	No shoot	<input type="checkbox"/>
13 April	2	3	No shoot	No shoot	<input type="checkbox"/>
17 April	8	10	5	6	<input type="checkbox"/>
20 April	18	20	15	18	<input type="checkbox"/>
24 April	29	27	lost	30	<input type="checkbox"/>
27 April	36	35		40	<input type="checkbox"/>
1 May	48	50		55	<input type="checkbox"/>
4 May	58	50		55	<input type="checkbox"/>
8 May	58	50		55	<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>

Check the last column on the green-up Data Sheet when you report your observations to GLOBE.

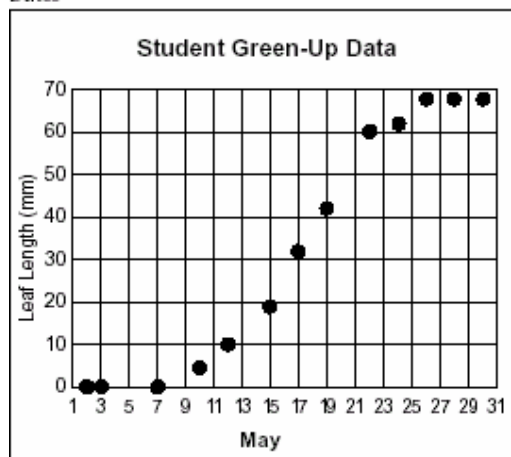
- Nakon svakog mjerenja, učenici trebaju unijeti na grafički prikaz izmjerenu dužinu lista (na y osi dužina lista, a na x-osi datum). Green –up završava kad list prestane rasti. Nakon toga,





može se izračunati postotak rasta lista za svaki datum opažanja. Na primjer, ako je list bio 10 mm kod jednog opažanja, a zreli je dug 200 mm, tada je list do te svoje veličine dosegao tek određeni postotak svog ukupnog /totalnog rasta ( $10 \text{ mm} / 200 \text{ mm} \times 100 = 5\%$ ). Ovakav račun omogućuje učenicima uspoređivanje listova koji u zrelosti imaju različite dužine. To se naziva normalizacija podataka.

Figure EA-P-3: Sample Graph of Leaf Length on Different Dates



#### REDSOLJED POSTUPAKA NA TERENU

1. Odaberite drvo ili grm, a potom pup na kraju grane. Označite pup, stavljajući točku na granu pokraj njega trajnim markerom
2. Odaberite još tri pupa blizu prvoga. Označite ih stavljajući uz njih 2, 3, odnosno 4 točkice trajnim markerom,
3. Iz središta vaše postaje načinite fotografije u pravcu sve četiri strane svijeta.
4. Kod svakog posjeta ispitajte svaki pup i zabilježite njegovo stanje
5. Nakon otvaranja pupa, ravnalom ili milimatarskom trakom mjerite dužinu svakog lista
6. Mjeriti prestajete nakon što ste dva puta izmjerili istu dužinu lista.

Za travu primijenite iste osnovne metode.

#### NAJČEŠĆA PITANJA:

- HOĆE LI MARKER OŠTETITI PUP? Mogao bi ga oštetiti, stoga ne označavamo sam pup nego drvenasti dio stabljike, odnosno rukavac trave.
- ŠTO MISLITE POD RELATIVNO VELIKOM GRANOM? Grana treba biti zdrava i relativno veća od ostalih grana na tom drvetu. Sjetimo se da je želimo promatrati i sljedeće godine pa moramo paziti da je ne oštetimo prilikom označavanja.
- ŠTO AKO SE GRANA SLOMI? Priključite se drugoj skupini učenika, koja promatra drugu granu.
- HOĆE LI SVI PUPOVI NA NAŠOJ GRANI NABUBRITI U ISTO VRIJEME? Neće, vjerojatno će ostali kasniti za vršnim pupom.
- HOĆU LI PROMATRATI ISTE PUPOVE IZ GODINE U GODINU? Treba promatrati istu granu, a na njoj se svake godine otvaraju drugi, novi pupovi.
- ŠTO AKO JE IGLIČASTO DRVEĆE NAJZASTUPLJENIJE? Odaberite vrstu gmlja iz nižeg sloja. Njezino listanje sateliti ionako zapravo «vide» jer je zazelenjavanje četinjača suptilan i teže uočljiv proces.



- ŠTO AKO IZ ISTOG PUPA IZAĐE VIŠE LISTOVA? Odaberite jedan od njih i označite ga markerom, da biste uvijek mjerili istoga.
- KAKO ĆU OZNAČITI IZBOJKE TRAVE AKO IZBIJU ISTOG DANA? Označite baze četiriju najdužih izbojaka tog prvog dana kad ste uočili klijanje.
- AKO PRVOG DANA IMA VIŠE OD 4 IZBOJKA, KAKO ĆU ODABRATI 4 ZA MJERENJE? Označite 4 najduža izbojka.
- KAKO DUGO TREBA LISTU DA SAZRIJE? Ovisi! Na Aljasci može trebati tjedan dana, s 18 satnim dnevnim svjetlom. Drugdje to može trajati mjesec dana ili duže.

Promjena boje/ gašenje/ žućenje – GREEN DOWN

Pregled:

Učenici prate promjenu boje odabranih listova drveća, grmlja ili trave

Dinamika mjerenja

Njamanje dva puta tjedno, počevši dva tjedna prije pretpostavljenog vremena promjene boje pa sve dok se promjena boje nije završila ili dok lišće nije otpalo

Ključni pojmovi

Promjena boje se razlikuje kod različitih biljnih vrsta

Promjena boje se razlikuje na različitim mjestima

Ona je povezana s klimom

Promjena boje označava kraj vegetacijske sezone (sezone rasta) i prestanak fotosinteze

Potreban pribor

Vrpca za označavanje (grana), naljepnice

Kompas

Fotoapararat

Olovke

GLOBE karta boja za biljke

Radni list

Trajni marker finog (tankog) vrha

Priprema

Pregledajte – podsjetite se dominantnih vrsta na vašem istraživačkom području

#### DODATNI NAPUTCI

1. birajte niže, isturene grane na rubu krošnje
2. Neka učenici prethodno vježbaju procjenu oblačnog pokrova. To će im pomoći u procjeni postotka boja listova
3. Kao i u green-up protokolu, ukoliko postoji više ciklusa, treba naznačiti koji po redu u godini je ovaj kojeg mjerimo. Ciklus uvijek počinje nekim datumom iza 1. siječnja.
4. Za svako opažanje učenik zabilježi boju lista, služeći se GLOBE kartom boja za lišće. Ako list otpadne ili ga pokrije snijeg, mjerenje prestaje.

Slijedi primjer ispunjenog radnog lista:

**Tree, Shrub, and Grass Green-Down**

Date (day and month)	Leaf 1 (Color, fallen snow covered)	Leaf 2 (Color, fallen snow covered)	Leaf 3 (Color, fallen snow covered)	Leaf 4 (Color, fallen snow covered)	Reported to GLOBE
30 September	5 G 7/4	5 G 7/4	5 G 7/4	5 G 7/4	<input type="checkbox"/>
3 October	5 G 7/4	5 G 7/4	5 G 7/4	2.5 Y 8/6	<input type="checkbox"/>
7 October	5 G 7/4	2.5 Y 8/6	5 G 7/4	2.5 Y 8/6	<input type="checkbox"/>
11 October	5 G 7/4	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	<input type="checkbox"/>
14 October	5 G 7/4	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	<input type="checkbox"/>
16 October	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	<input type="checkbox"/>
20 October	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	7.5 YR 6/4	<input type="checkbox"/>
23 October	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	7.5 YR 6/4	<input type="checkbox"/>
27 October	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	7.5 YR 6/4	<input type="checkbox"/>
30 October	2.5 Y 8/6	2.5 Y 8/6	7.5 YR 6/4	7.5 YR 6/4	<input type="checkbox"/>
4 November	2.5 Y 8/6	7.5 YR 6/4	7.5 YR 6/4	fallen	<input type="checkbox"/>
6 November	2.5 Y 8/6	7.5 YR 6/4	7.5 YR 6/4		<input type="checkbox"/>
11 November	7.5 YR 6/4	7.5 YR 6/4	7.5 YR 6/4		<input type="checkbox"/>
14 November	7.5 YR 6/4	7.5 YR 6/4	7.5 YR 6/4		<input type="checkbox"/>
17 November	7.5 YR 6/4	fallen	7.5 YR 6/4		<input type="checkbox"/>
22 November	7.5 YR 6/4		fallen		<input type="checkbox"/>
29 November	7.5 YR 6/4				<input type="checkbox"/>
2 December	snow covered				<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>

**REDOSLJED POSTUPAKA NA TERENU za DRVO /GRM**

1. Odaberite vršni list i označite ga točkom.
2. Potom odaberite još tri susjedna lista i njih označite s 2, 3 i 4 točkice (uz pomoć trajnog markera). Oznake stavlajte na grančicu ili peteljku.
3. Načinite fotografije, gledajući prema sve 4 strane svijeta

Prilikom svakog posjeta, uz pomoć karte boja odredite koja boja prevladava na vašem listu. Opredivit ćete se za boju koja zauzima najveći postotak površine lista.

**REDOSLJED POSTUPAKA NA TERENU za TRAVU**

1. Odaberite 4 najduže vlati trave
2. Najdužu označite jednom točkom, markerom na bazi stabljike. Ostale tri vlati obilježite s 2, 3 i 4 točkice.
4. Načinite fotografije, gledajući prema sve 4 strane svijeta

Kod svakog posjeta treba procijeniti prevladavajuću boju svake vlati trave, služeći se kartom boja.

Ako je moguće, upotrijebite iste grane ili površine travnjak, koje ste koristili za green-up mjerenja. Ako upotrebljavate druge biljke, pokušajte da budu iste vrste. Ako ste odabrali drugu lokaciju, definirajte tada za green-down mjerenologijaja novu postaju (site).