

## 4. POKRYCIE TERENU/ BIOLOGIA

Typ pokrycia terenu (lasy, łąki, jeziora, pola uprawne, zabudowania itd.) wpływa w sposób istotny na ważne procesy życiowe zachodzące na kuli ziemskiej, a mianowicie na przepływ energii i obieg materii, czyli krążenie podstawowych pierwiastków: tlenu, węgla, azotu, fosforu. Zgodnie z prawem zachowania materii nie ulega ona zniszczeniu, ani nie powstaje, zatem pierwiastki muszą być wykorzystywane wielokrotnie. Dla utrzymania krążenia materii niezbędna jest natomiast energia. Jedy- nym mającym znaczenie źródłem energii jest światło słoneczne. Prawo zachowania energii, czyli pierwsze prawo termodyna- miki głosi, że energia nie powstaje, ani nie ginie, a tylko przekształca się z jednej formy w drugą. Energia słoneczna jest pochłaniana przez powierzchnię Ziemi, która ogrzewając się sama staje się źródłem energii cieplnej, długofalowej i ogrzewa powietrze. Ilość energii słonecznej, absorbowanej przez powierzchnię Ziemi, zależy głównie od pokrycia terenu. Z kolei temperatura i opady atmosferyczne wywierają największy wpływ na florę i roślinność kuli ziemskiej.

Tylko niewielka część energii docierającej do Ziemi, zaledwie około 3%, jest wiązana przez rośliny w najważniejszym procesie życiowym, jakim jest fotosynteza. W wyniku tego procesu z prostych związków nieorganicznych, a mianowicie wody i dwutlenku węgla z udziałem światła i chlorofilu powstają proste związki organiczne. Energia słoneczna zostaje zatem prze- kształcona w energię wiązań chemicznych. Rośliny (*autotrofy*) dostarczają gotowe substancje organiczne zwierzętom i czło- wiekowi (*heterotrofom*), czyli konsumentom. Natomiast destruenty rozkładają materię organiczną i uwalniają proste związki nieorganiczne dostępne dla roślin. Jest to proces absolutnie niezbędny dla utrzymania ciągłości życia na Ziemi, gdyż w prze- ciwnym razie wszystkie związki pokarmowe zostałyby uwięzione w martwych szczątkach roślin i zwierząt. Ze względu na sposób odżywiania wszystkie żywe organizmy możemy podzielić na: *autotrofy* (producentów materii organicznej), *heterotrofy* (konsumentów materii organicznej) oraz reducentów zwanych też destruentami (rozkładających materię organiczną), które tworzą mniej lub bardziej skomplikowane łańcuchy troficzne.

Obecność wszystkich tych organizmów i ich prawidłowe funkcjonowanie umożliwia obieg materii i przepływ energii. Usu- nięcie któregośkolwiek z ogniw łańcucha pokarmowego w sposób zamierzony lub przypadkowy, wskutek np. zanieczyszczenia środowiska, może zakłócić obieg ważnych biologicznie składników i doprowadzić do zaburzenia i degradacji środowiska przyrodniczego, a w sytuacjach drastycznych – do katastrofy ekologicznej.

Wszystkie żywe organizmy i ich nieożywione, abiotyczne środowisko są zatem nierozzerwalnie ze sobą powiązane i wza- jemnie na siebie oddziałują. Należy uświadomić sobie, że również człowiek nie jest niezależny i wyizolowany z przyrody, lecz stanowi jedno z ogniw złożonych cykli biologicznych. Zależnościami zachodzącymi między samymi organizmami lub zespo- łami organizmów, oraz między nimi a środowiskiem zajmuje się ekologia. Podstawową jednostką w ekologii jest ekosystem. W celu zrozumienia przebiegu ważnych procesów życiowych należy zapoznać się z funkcjonowaniem ekosystemu i z podsta- wowymi pojęciami ekologicznymi (*Słowniczek terminów* na końcu rozdziału).

Poniżej prezentujemy przykładowy scenariusz dotyczący terenowych badań biologicznych. Zakres badań obejmuje między innymi: identyfikację i klasyfikację typów pokrycia i użytkowania terenu, ocenę zwarcia koron drzew oraz pokrycia warstwy zielonej, oznaczanie gatunków dominujących i subdominujących w otaczających nas fitocenozach, pomiar wysokości i pierśnic drzew w zbiorowiskach leśnych, oszacowanie metodą żniw biomasy nadziemnej.

### SCENARIUSZ 4.1. Badania struktury zbiorowisk roślinnych

#### **Poziom nauczania**

Gimnazjum

#### **Przedmioty nauczania**

Biologia, technika, matematyka, ekologiczna ścieżka edu- kacyjna

#### **Cele edukacyjne**

Prowadzenie obserwacji przyrodniczych w terenie przy użyciu prostych przyrządów badawczych

Poznanie różnych metod opracowania danych terenowych

Ocena struktury fitocenozy i jej tendencje rozwojowe, za- grożenia

Wykazanie jedności i różnorodności w przyrodzie

Zrozumienie powiązań między biocenozą a biotopem

Praktyczne wykorzystanie wiedzy matematycznej do roz- wiązywania problemów z zakresu innych dziedzin (zastoso- wanie twierdzenia Pitagorasa)

#### **Główne zagadnienia**

Liczebność, zagęszczenie, struktura wiekowa i przestrzen- na – terminy te dotyczą populacji lub konkretnej warstwy fi- tocenozy, np. struktura wiekowa drzew, struktura przestrze- na runa lub populacji konkretnych gatunków

Zwarcie koron drzew

Wysokość i obwód drzew

Biomasa warstwy zielonej

Gatunek dominujący i subdominujący

Rodzaj pokrycia i użytkowania terenu

#### **Krótki opis**

Uczniowie wyznaczą obszar 30 m x 30 m. Na tym obszarze będą obserwować i zapisywać pokrycie gruntu, zwarcie ko- rony drzew, określać dominujący i subdominujący gatunek roślin, zmierzać wysokość i obwód drzew lub określać biomasa roślin zielonych. Przed wyjściem w teren skonstruują własne przyrządy pomiarowe.

#### **Czas trwania zadania**

Przygotowanie sprzętu pomiarowego 1 godzina lekcyjna (np. na lekcji techniki)

Pomiary w terenie 1 godzina lekcyjna dwa razy w roku, na wiosnę i jesienią

#### **Środki dydaktyczne**

Mapa samochodowa lub topograficzna danego terenu

Kompas

Taśma miernicza (50 m)

Słupki, chorągiewki lub inne trwałe przedmioty do oznaczania

Aparat fotograficzny

Gęstościomierz rurowy (tuba o długości 7,5 cm i średnicy 4 cm, sznurek, ciężarek, taśma)

Klucz do oznaczania roślin

Chyłomierz (arkusz chyłomierza, tabela tangensów, tekturka, sznurek, słomka do picia, ciężarek)

Nożyce do trawy

Torby papierowe

Suszarka

Waga o dokładności do 0,1 g

### Umiejętności

Posługiwanie się chyłomierzem i gęstościomierzem

Posługiwanie się kompasem

Określanie typów pokrycia i użytkowania terenu

Posługiwanie się kluczem do oznaczania roślin

Znajomość twierdzenia Pitagorasa

### Przygotowanie

Wybranie miejsca lub miejsc do prowadzenia badań

Przećwiczenie technik mierzenia (np. mierzenie przy pomocy kroków)

Przygotowanie sprzętu pomiarowego

### Literatura pomocnicza

Andrzejewski R., Falińska K., *Populacje roślin i zwierząt. Ekologiczne studium porównawcze*, PWN, Warszawa, 1986

Falińska K. *Ekologia roślin*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1996

Matuszkiewicz W., *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*, PWN, Warszawa, 1981

Obmiński Z., *Ekologia lasu*, PWN, Warszawa

Odum E.P., *Podstawy ekologii*, PWRiL, Warszawa, 1982

Rutkowski L., *Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1998

Szafer i inni., *Rośliny Polskie*, PWN, Warszawa, 1986

Szafer W., Zarzycki K., *Szata roślinna Polski*, PWN, Warszawa, 1972, t. I i II

*Wielka encyklopedia geografii świata*, t. VII., Szata roślinna Ziemi, Wydawnictwo Kurpisz, Poznań, 1997

Szymkiewicz B. *Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów*, PWRiL, Warszawa, 1952

#### 4.1.1. WPROWADZENIE

Badania należy przeprowadzić w miarę możliwości w naturalnym płacie roślinności, najlepiej w zbiorowisku leśnym, będącym zbiorowiskiem klimaksowym w naszej strefie klimatycznej, o najwyższej hierarchii organizacji. Wyznaczamy w lesie jednorodny płat roślinności o wymiarach 30 x 30 metrów.

Idąc po przekątnych kwadratu oceniamy przy pomocy sporządzonego przez siebie gęstościomierza zwarcie pokrywy drzew i pokrycie warstwy zielnej oraz określamy gatunek dominujący i subdominujący. Następnie w sposób losowy wyznaczamy drzewa do prowadzenia pomiarów wysokości i pierśnic. Dla pomiarów prowadzonych przez naukowców konieczne jest wyznaczenie przynajmniej 50 drzew. W przypadku pomiarów prowadzonych na lekcjach ze względu na ograniczoną ilość czasu pomiarom poddamy kilka drzew (chodzi jedynie o pokazanie metody działania).

Losowego wyboru możemy dokonać rzucając za siebie jakimś przedmiotem (np. ziarnami fasoli, krążkiem, kółkiem) i od wyznaczonego w ten sposób punktu mierzymy najbliższe drzewo. Do pomiaru wysokości uczniowie wykorzystują wykonany samodzielnie chyłomierz. Mierzmy obwód pnia na wysokości ok. 135 cm i korzystając z wzoru na obwód koła 2pr obliczamy pierśnicę, czyli średnicę drzewa na tej wysokości. Aby przedstawić strukturę wielkości wszystkich osobników w populacji drzew w pomiarach należy dodatkowo uwzględnić podrost i osobniki juwenilne. W zależności od zakresu zmienności, dla pomiarów wysokości i pierśnic ustalamy kilka przedziałów wielkości. Otrzymane wyniki grupujemy w wyznaczonych przedziałach, oddzielnie dla każdej cechy i następnie obliczamy procentowy udział drzew w poszczególnych klasach wielkości. Strukturę wielkości drzew na podstawie ich wysokości i pierśnic przedstawiamy graficznie za pomocą histogramów. Aby dokonać oceny biomasy warstwy zielnej należy wyznaczyć również w sposób losowy trzy powierzchnie, każda o wielkości 1m<sup>2</sup> i dokonać żniw; wycinając wszystkie części nadziemne roślin, następnie je wysuszyć i zważyć.

#### Struktura wielkości drzewostanu

Na podstawie pomiaru wysokości i pierśnic możemy ocenić strukturę wielkości drzew w danym zbiorowisku leśnym. Pomiarzy wykażą zróżnicowanie wielkości drzew na podstawie ich wysokości i pierśnic.

Znając strukturę wielkości drzewostanu uczniowie będą mogli odpowiedzieć na następujące pytania: Czy badana fitocenoza leśna ma charakter naturalny, czy jest to las posadzony przez człowieka? Czy następuje naturalne odnowienie drzewostanu? Jeśli nie – należy znaleźć przyczyny jego braku. Jaki charakter rozkładu wielkości drzew reprezentuje badany drzewostan: zbliżony do normalnego (wg krzywej Gause'a) czy odbiegający? O czym świadczą różne typy rozkładu wielkości? Czy struktura wielkości drzew oceniona na podstawie wysokości i pierśnic na podobny rozkład? W jakich fazach wiekowo-rozwojowych drzewostanu wskazany jest pomiar wysokości drzew dla oceny struktury wielkości? W jakim przedziale wielkości udział drzew jest największy i o czym to świadczy?

#### Tempo przyrostu drzew

Powtarzając co roku pomiary wysokości i pierśnic drzew możemy ocenić tempo przyrostu drzew na wysokość i na grubość. W tym celu uczniowie mogą wykorzystać pomiary swoich starszych kolegów. Na podstawie wyników pomiarów wysokości i pierśnic uczniowie wskażą:

1. Fazy wiekowo-rozwojowe drzewostanu o największym przyroście wysokości bądź pierśnic; w jakich klasach wieku

drzewa rosną intensywniej na wysokość, a w jakich na grubość;

2. Gatunki drzew szybko i wolno rosnących;
3. Czynniki klimatyczne wywierające największy wpływ na tempo wzrostu drzew.

### **Produktywność drzewostanu**

W przypadku monokultur, czyli drzewostanów tego samego gatunku, na podstawie wysokości i pierśnic drzew uczniowie mogą oceniać produkcję drewna, tzw. miąższość. Dla każdego gatunku istnieje bowiem korelacja między wysokością drzew, ich pierśnicą, zagęszczeniem, wiekiem i produktywnością w zależności od klasy bonitacji siedlisk. Zależności te przedstawiają *Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów* Szymkiewicza. Znając zatem wiek drzewostanu (tu można skorzystać z map leśnych, które są opracowane dla każdego nadleśnictwa) i bonitację siedliska (tu należy wykorzystać badania glebowe) na podstawie zagęszczenia i wysokości lub zagęszczenia i pierśnicy możemy ocenić produktywność drzewostanu. Za pomocą tablic Szymkiewicza, znając wysokość i/lub pierśnice uczniowie mogą ocenić wiek drzewostanu dla danego gatunku w danej klasie bonitacji.

### **Zwarcie koron drzew**

Zwarcie koron drzew jest nadrzędną cechą zbiorowisk leśnych. Jego wartość waha się w szerokim zakresie, od 40 do 100%. Pokrycie powierzchni przez warstwę drzew ma bezpośredni wpływ na inne warstwy roślinności w lesie, przede wszystkim na runo. Zwarcie drzew decyduje o:

1. Ogólnym charakterze lasu: np. świetliste lasy parkowe (świetlista dąbrowa i bory sosnowe) i silnie zacienione buczyny i świerczyny;
2. Właściwej strukturze fitocenozy leśnych;
3. Stopniu ich odkształcenia;
4. Strukturze przestrzennej innych warstw roślinności, przede wszystkim runa (martwy cień leśny i luki świetlne);
5. Mikroklimacie wewnątrz lasu: np. światło odbijające się od pni drzew bardziej nagrzewa powierzchnię, niż na otwartej przestrzeni – dlatego w silnie prześwietlonych lasach dużo gatunków ma cechy kserotermiczne.

### **Dominant i subdominant**

Dominantem nazywamy gatunek panujący, subdominantem – drugi gatunek pod względem częstości i obfitości występowania. Gatunek może dominować w określonym zbiorowisku lub w określonej warstwie roślinności; w lesie w warstwie drzew, krzewów lub runa. Dominacja jednego gatunku w warstwie drzew świadczy najczęściej o jego antropogenicznym pochodzeniu, czyli że taki las został posadzony przez człowieka. Dobrze znane są wszystkim w Polsce monokultury sosny. Generalnie dominacja jednego lub dwóch gatunków w warstwie runa lub krzewów świadczy najczęściej o degeneracji fitocenozy. Jeśli nadmiernie wzrasta udział jednego gatunku, należy zastanowić się nad przyczyną takiego zjawiska. Często znaczącą rolę odgrywa antropopresja.

Uczniowie powinni zastanowić się, jaki rodzaj działalności człowieka wpłynął na zachwianie równowagi między gatunkami, a następnie dokonać charakterystyki gatunku dominującego i subdominującego odpowiadając na następujące pytania: Czy gatunek dominujący i subdominujący jest właściwy dla danego typu roślinności, np. czy w lesie dominuje gatunek leśny? Czy jest to gatunek wskaźnikowy, czyli czy na podstawie jego obfitości występowania można wnioskować o czynnikach siedliskowych? Czy jest to gatunek rodzimy, czy obcego pochodzenia (skąd pochodzi), jaki jest jego zasięg, biologia rozwoju.

### **Biomasa roślin zielnych**

W naszych badaniach terenowych stosujemy metodę żniw. Oceniliśmy biomasa roślin zielnych przypadającą na 1m<sup>2</sup>, czyli produkcję roślin, co pozwoli nam wnioskować o produktywności runa bądź innych ekosystemów, np. łąki, pastwiska i tym samym o żyzności siedliska. Tu warto zwrócić uwagę na różnice między produkcją biomasy na jednostkę powierzchni a produktywnością, która jest procesem przebiegającym w czasie. Czyli produktywność jest to produkcja biomasy na jednostkę powierzchni w jednostce czasu.

Uczniowie powinni zastanowić się: Od czego zależy biomasa przypadająca na jednostkę powierzchni? Kiedy produkcję biomasy na jednostkę powierzchni możemy nazwać produktywnością? Dla jakich fitocenozy metoda żniw w pełni rozwoju roślin jest najlepszą metodą oceny produktywności? Czy warunki klimatyczne mają istotny wpływ na produkcję biomasy roślin zielnych? Czy na podstawie stosunku biomasy obumarłej (brązowej) do żywej (zielonej) możemy wnioskować o tempie rozkładu roślin w danym typie siedliskowym?

Większość badań terenowych powinna być wykonywana w pełni sezonu wegetacyjnego, w maju lub czerwcu. Niektóre pomiary muszą być powtórzone w okresie wyznaczonym przez konkretne badania. Pomiar wysokości i pierśnic drzew lepiej jest natomiast wykonać zimą lub późną jesienią przed rozwojem liści.

## **4.1.2. OPIS SPOSOBU PROWADZENIA ZAJĘCIA**

### **Jak wyznaczyć obszar 30 m x 30 m dla pomiarów biometrycznych**

1. Wybrać w miarę naturalny teren o jednolitym pokryciu roślinnością;
2. W jego ramach wybrać i oznakować obszar 30 x 30 m, na którym prowadzone będą badania biologiczne:
  - a. Wbić chorągiewkę w miejscu jednego z 4 rogów zaplanowanego kwadratu 30 x 30 m;

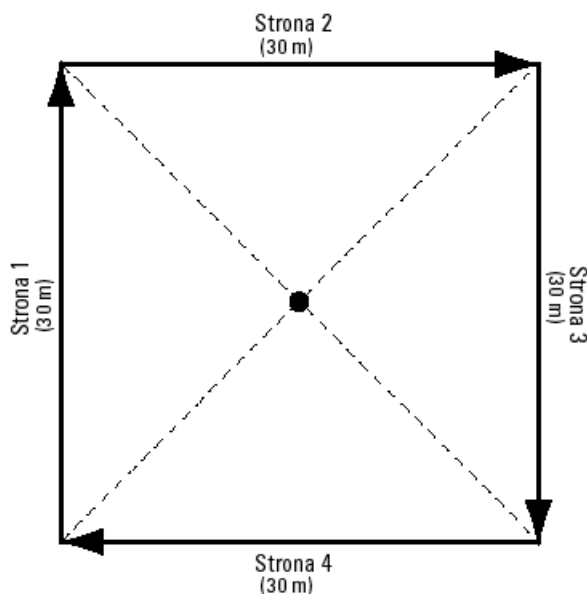
b. Używając kompasu i taśmy mierniczej odmierzyć 30 m w jednym z głównych kierunków (N, E, W, S), umieścić drugą chorągiewkę na końcu tej linii (w ten sposób powstanie *strona 1*);

c. Z drugiego punktu odmierzyć 30 m prostopadłe do *strony 1* i umieścić trzecią chorągiewkę na końcu tej linii (w ten sposób powstanie *strona 2*);

d. Z trzeciego punktu odmierzyć 30 m prostopadłe do *strony 2* i równoległe do *strony 1* i umieścić czwartą chorągiewkę na końcu tej linii (w ten sposób powstanie *strona 3*);

e. Z czwartego punktu odmierzyć odległość do pierwszego punktu, która powinna wynieść 30 m (jeżeli błąd mieści się w granicach 1–2 m – pomiary zostały wykonane prawidłowo);

f. Wyznaczyć środek kwadratu w miejscu przecięcia się przekątnych i oznakować chorągiewką (można użyć sznurka do zaznaczenia przekątnych).



## Pomiar wysokości i pierśnic drzew

### Jak mierzyć wysokość drzew używając chyłomierza

Chyłomierzem można mierzyć kąt, co pozwala na określenie wysokości obiektu bez bezpośredniego mierzenia go. Jest to uproszczona wersja średniowiecznego instrumentu do mierzenia zwanego *kwadrantem*, i *sextansu*, używanego do określania pozycji statków. Tak jak tamte instrumenty, chyłomierz ma wyskalowany łuk z oznaczeniami stopni kąta od 0 do 90. Kiedy zobaczymy obiekt przez otwór w słonce chyłomierza, możemy odczytać liczbę stopni kąta obserwując, w którym miejscu sznurek dotyka łuku. Kąt BVW jest równy kątowi BAC. Jeżeli znamy oba kąty i odległość od obiektu, możemy obliczyć wysokość obiektu używając do tego twierdzenia trójkąta prostokątnego. Kolejne etapy pracy wymienione są w punktach znajdujących się poniżej:

1. Wykonanie chyłomierza wg instrukcji zamieszczonej w materiałach na końcu publikacji;

2. Mierzenie i zapisywanie odległości i kątów, potrzebnych do określenia wysokości drzewa:

a. Po wybraniu drzewa odchodzimy na taką odległość, aby w chyłomierzu był widoczny wierzchołek drzewa i zapisujemy tę odległość. To jest linia AC (Rys. BIO-1). W celu uzyskania dokładniejszego wyniku odległość od drzewa powinna być na tyle duża, żeby kąt BVW zawierał się pomiędzy 30 a 60 stopni;

b. Mierzmy i zapisujemy na jakiej wysokości znajdują się oczy obserwatora;

c. Staramy się zobaczyć czubek drzewa w otworze słonki chyłomierza;

d. Zapisujemy miarę kąta BVW odczytaną z chyłomierza. Jest to wartość równa mierze kąta BAC.

W przykładzie (Rys. BIO-1 w *Instrukcji dla uczniów*) uczeń stoi w odległości 60 m od podstawy drzewa i obserwuje czubek drzewa przez chyłomierz. Jego oczy znajdują się na wysokości 1,5 m nad ziemią. Odczyt kąta wynosi 24 stopnie.

3. Przedstawianie danych przy pomocy rysunku:

a. Rysujemy i opisujemy trójkąt przedstawiający zgromadzone przez uczniów informacje, jak na Rys. BIO-1

4. Obliczanie wysokości drzewa;

a. Obliczamy wysokość BC, używając tabeli tangensów

do rozwiązania równania:

$$\operatorname{tg} \angle A = BC : AC$$

$$\operatorname{tg} 24^\circ = BC : 60 \text{ m}$$

$$BC = 60 \text{ m} (\operatorname{tg} 24^\circ)$$

$$BC = 60 \text{ m} (0,45) = 27 \text{ m}$$

Do wielkości BC dodajemy odległość chyłomierza od gruntu (poziom oczu) w celu otrzymania całkowitej wysokości drzewa. W podanym przykładzie wysokość wynosi 27 m + 1,5 m = 28,5 m.

Uwaga: jeżeli kąt BVW będzie wynosił 45 stopni, odległość od drzewa będzie równa wysokości drzewa powyżej poziomu oczu ucznia, co można zilustrować rysując trójkąt równoramienny.

4. Powtórzenie powyższej procedury dla wybranych drzew;

5. Obliczanie i zapisywanie średniej wysokości drzew;

6. Obliczenie średniej wysokości drzewa dominującego gatunku:

a. Dodajemy wysokości drzew i dzielimy przez liczbę pomiarów.

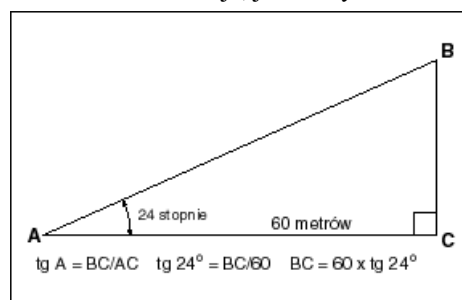
### Jak mierzyć pierśnicę drzewa

Kolejne etapy pracy w punktach:

1. Mierzenie obwodu drzewa na wysokości 135 cm powyżej ziemi przy użyciu miękkiej taśmy. Ze wzoru na obwód koła 2pr obliczamy średnicę. W tym celu obwód pnia dzielimy przez  $\pi$  (czyli przez 3,14). Miara ta nazywana jest pierśnicą.

2. Powtórzenie czynności dla 5 drzew dominującego gatunku i 5 subdominantów;

3. Zapisanie wyników pomiarów w centymetrach.



Rys. BIO-1. Trójkąt trygonometryczny

## **Pomiar zwarcia drzew i pokrycia gruntu**

### Jak wykonać pomiary zwarcia drzew i pokrycia gruntu

Kolejne etapy pracy w punktach:

1. Wykonanie gęstościomierza wg instrukcji zamieszczonej na końcu publikacji;
2. Mierzenie zwarcia drzew i pokrycia gruntu:
  - a. Uczniowie w parach poruszają się wzdłuż linii przekątnych kwadratu 30 x 30 m;
  - b. Po każdym kroku jeden z uczniów patrząc przez gęstościomierz obserwuje zwanie drzew (należy upewnić się, że metalowa część jest dokładnie w punkcie przecięcia się sznurków na górze tuby). Jeżeli uczeń trzymający gęstościomierz widzi liście lub gałęzie w miejscu przecięcia się sznurków (krzyża), drugi z uczniów zapisuje „+” w tabeli. Jeżeli liści i gałęzi nie da się zaobserwować w miejscu przecięcia sznurków (uczeń widzi niebo w miejscu krzyża), notujący uczeń zapisuje „-”. Czynność należy powtarzać do końca przekątnej. Następnie uczeń dokonujący pomiarów patrzy na dół. Jeżeli pod nogami znajduje się roślinność lub też dotyka ona stóp czy nóg poniżej kolan notujący uczeń zapisuje „Z” gdy roślinność jest zielona (żywa), „B” jeżeli roślinność jest brązowa lub „-” gdy nie ma roślinności (grunt jest nagi).
4. Obliczenie procentowego zwarcia drzew i pokrycia gruntu:
  - a. Obliczamy procentowe zwanie drzew: dodajemy wszystkie „+” z tabeli i dzielimy przez sumę „+” i „-”, następnie mnożymy przez 100 w celu otrzymania wyniku w procentach;
  - b. Obliczamy procentowe pokrycie gruntu roślinnością zieloną: dodajemy wszystkie „Z” i dzielimy przez sumę „Z”, „B” i „-”, następnie mnożymy przez 100 w celu otrzymania wyniku w procentach;
  - c. Obliczamy procentowe pokrycie gruntu roślinnością brązową: dodajemy wszystkie „B” i dzielimy przez sumę „Z”, „B” i „-” następnie mnożymy przez 100 w celu otrzymania wyniku w procentach;
  - d. Dodajemy procentowe pokrycie gruntu roślinnością zieloną i brązową w celu otrzymania całkowitego procentowego pokrycia gruntu.

## **Poszerzanie zakresu zajęć**

### Wpływ zwarcia koron drzew na skład gatunkowy runa

Uczniowie mogą przeprowadzić dodatkowe badania dotyczące wpływu zwarcia koron drzew na skład gatunkowy runa. Tu należałoby wyznaczyć dwa rodzaje powierzchni badawczych: o silnym i słabym zacieleniu przez korony drzew. Z każdej powierzchni spisujemy gatunki runa i oceniamy ich procentowe pokrycie. Następnie w zależności od zwarcia drzewostanu oceniamy procentowy udział gatunków leśnych i nieleśnych. Dodatkowo można dokonać pomiaru temperatury przy powierzchni ziemi na powierzchniach o różnym zwarcu koron. Na podstawie tych badań uczniowie będą mogli odpowiedzieć na następujące pytania: Jakie zmiany ilościowo-jakościowe w strukturze fitocenoz leśnych występują w miejscach silnie prześwietlonych, w tzw. lukach świetlnych? Czy luki świetlne są wskazanym elementem w ekosystemach leśnych? Czy luki świetlne są „pomocne” w wkraczaniu do lasu gatunków nieleśnych, często synantropijnych? Czy duże powierzchnie silnie prześwietlone mogą być przyczyną degeneracji zbiorowisk leśnych?

### Zależności między zwarcie koron drzew a porą roku w lasach liściastych

Różne w okresie wegetacji zwanie koron drzew w lasach liściastych ma istotny wpływ na skład runa. Wczesną wiosną, przed rozwojem liści runo składa się z obficie występujących geofitów, tworzących w lesie kolorowe łany. Do najczęściej spotykanych w naszych lasach wczesnowiosennych geofitów zaliczamy: zawilca gajowego, zawilca żółtego, piżmaczka wiosennego, ziarnopłon wiosenny, złoć żółta, przyłaszczkę pospolitą.

Wczesną wiosną oceniamy zwanie koron w lesie liściastym (np. w łęgu, grądzie) i spisujemy wczesnowiosenne geofity oraz oceniamy ich pokrycie. Zwanie drzewostanu oceniamy drugi raz w pełni rozwoju ulistnienia drzew i spisujemy występujące wówczas gatunki runa. Po zakończeniu badań terenowych uczniowie powinni bez trudu odpowiedzieć na pytania: Dlaczego leśne rośliny kwiatowe kwitną wczesną wiosną? Dlaczego ta zależność nie występuje w lasach iglastych? Jakie zmiany w porównaniu z wczesną wiosną zaszły w składzie gatunkowym runa w pełni sezonu wegetacyjnego?

## **Określanie gatunku dominującego i subdominującego**

### Jak określić gatunek dominujący i subdominujący

Powierzchnie badawcze wybieramy w konkretnym jednorodnym płacie roślinności, najlepiej w lesie. Dla każdej warstwy: drzew, krzewów i runa uczniowie starają się wzrokowo określić gatunek najczęściej występujący, o największym pokryciu, czyli gatunek dominujący i drugi co do występowania gatunek (subdominant).

Jednocześnie z pomiarami zwarcia drzew uczniowie określają gatunek każdego drzewa, które dotyka krzyżyka gęstościomierza. Uczniowie obserwują również pokrycie gruntu i określają każdy typ roślinności pod nogami. Inni uczniowie zapisują te informacje. Dominujący jest gatunek najczęściej widziany w gęstościomierzu. Gatunkiem subdominującym jest drugi co do częstotliwości występowania gatunek drzewa.

W razie jakichkolwiek wątpliwości sprawdzamy w kluczu oznaczony w terenie gatunek. Korzystając z klucza do oznaczania roślin należy podać nazwy rodzajowe i gatunkowe dominantów i subdominantów każdej warstwy.

## **Pomiar biomasy**

Szacujemy biomasę runa w lesie i/lub produkcję biomasy nadziemnej w zbiorowiskach trawiastych i ziołorośli. W obydwu ekosystemach postępujemy tak samo.

1. Wybieramy i oznaczamy miejsca poboru próbek (trzy powierzchnie o wymiarach 1 m x 1 m) lub tylko jedną przykładową;
2. Ścinamy całą biomasę;

a. Używając nożyc ogrodowych uczniowie wycinają całą warstwę zielną z wyznaczonych w tym celu poletek. Po zakończeniu czynności kwadrat powinien być pozbawiony jakichkolwiek roślin, czyli dokonujemy żniw wszystkich, zakorzenionych roślin. Nie zbieramy leżących liści ani odpadków;

3. Sortujemy roślinny materiał na żywy (zielony) i obumarły (brązowy);

4. Posortowaną biomasę wkładamy do papierowych toreb, oddzielnie dla każdej powierzchni i podpisujemy;

5. Po powrocie do szkoły biomasę suszymy wraz z torbą w przeciągu kilku dni w suszarce w temperaturze nie wyższej niż 50–70°C. Biomasa doprowadzamy do stałej wagi tzn. do stanu kiedy waga nie zmienia się w ciągu dwóch kolejnych dni. (Uwaga: nie należy używać kuchenki do gotowania);

6. Po otrzymaniu stałej wagi biomasę ważymy wraz z torbą z dokładnością do 0,1 g, a następnie samą torbę. W celu otrzymania ciężaru biomasy, od całkowitej wagi odejmujemy ciężar torby.

## SŁOWNICZEK TERMINÓW

**antropopresja** – najczęściej negatywne, nie w pełni kontrolowane oddziaływanie człowieka na środowisko przyrodnicze, głównie w wyniku działalności gospodarczej (przemysłowej i rolniczej). W wyniku antropopresji dochodzi m.in. do zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, wód powierzchniowych i gruntowych oraz gleb.

**autotrofy** – producenci materii organicznej, organizmy samożywne.

**biocenoza** – żywa część ekosystemu, zespół wszystkich roślin, zwierząt i mikroorganizmów związanych z określonym biotopem, wykazująca wewnętrzne powiązania funkcjonalne, strukturalne oraz zdolność do utrzymania równowagi dzięki mechanizmom samoregulacji.

**biomasa roślin zielnych** – całkowita masa roślin zielnych. Najczęściej podajemy biomasa roślin przypadającą na określoną jednostkę powierzchni, np. na 1 m<sup>2</sup>. Nie należy mylić stanu biomasy z produktywnością.

**biotop** – siedlisko przekształcone pod wpływem biocenozy, pozostające pod jej wpływem.

**destruenci (reducenci)** – bakterie, grzyby, pierwotniaki i inne drobne organizmy, odżywiające się martwymi szczątkami organizmów, rozkładające materię organiczną.

**gatunki synantropijne** – gatunki towarzyszące człowiekowi. Mogą to być gatunki rodzime, jak również obcego pochodzenia.

**ekosystem** – podstawowa strukturalno-funkcjonalna, a jednocześnie przestrzenna jednostka ekologiczna, która obejmuje wszystkie żywe organizmy zasiedlające dany obszar (tj. biocenozę) wraz z ich środowiskiem abiotycznym.

**fitocenoza** – roślinny komponent biocenozy, czyli realnie istniejące zbiorowisko roślinne. Jest najważniejszą częścią ekosystemu. Decyduje o fizjonomii, strukturze i produktywności ekosystemu.

**geofity** – rośliny przeżywające niekorzystny okres w postaci organów podziemnych (cebule, bulwy, kłaczy).

**heterotrofy** – konsumenci materii organicznej, organizmy cudzożywne.

**klasy bonitacji siedlisk** – podział siedlisk w zależności od ich potencjału produkcyjnego, który zależy głównie od ich żyzności. Im niższa klasa bonitacji tym żyzniejsze siedlisko.

**liczebność populacji** – liczba wszystkich osobników danego gatunku, we wszystkich stanach wiekowo-rozwojowych, wraz z siewkami i osobnikami juvenilnymi.

**osobniki juvenilne** – inaczej młodociane, przed osiągnięciem fazy dojrzałości.

**pierśnica** – średnica pnia na wysokości 1,30 metra (na wysokości piersi).

**pokrycie** – cecha zbiorowisk roślinnych, wyrażająca procent powierzchni zajętej w rzucie prostopadłym na płaszczyznę poziomą przez wszystkie rośliny tworzące daną warstwę lub fitocenozę w całości. Zamiast pokrycie używa się również terminu zwarcie.

**populacja** – zbiór osobników jednego gatunku mających wspólną pulę genową, zasiedlający określony areal.

**produktywność** – produkcja biomasy na jednostkę powierzchni w jednostce czasu; produktywność jest zatem procesem przebiegającym w czasie (np. produkcja runa na 1m<sup>2</sup> w sezonie wegetacyjnym).

**runo** – warstwa roślinności w lesie sięgająca kolan, czyli osiągająca wysokość do około 50 cm. W skład runa wchodzi rośliny zielne, krzewinki, siewki drzew i krzewów. Skład gatunkowy runa leśnego jest charakterystyczny dla danego typu drzewostanu. Roślinność w lesie tworzy zwykle strukturę warstwową. Oprócz runa wyróżniamy warstwę drzew, krzewów oraz mchów i porostów.

**siedlisko** – zespół abiotycznych czynników środowiska niezależnych od biocenozy, ale warunkujących jej charakter; do najważniejszych należy klimat i gleba.

**struktura wiekowa populacji** – procentowy udział osobników danego gatunku w poszczególnych klasach wieku, od siewek i osobników juvenilnych po osobniki stare.

**struktura przestrzenna populacji** – rozmieszczenie osobników w przestrzeni. Wyróżniamy trzy główne typy struktury przestrzennej: losowa, równomierna, skupiskowa.

**sukcesja zbiorowisk roślinnych** – następstwo w czasie zbiorowisk roślinnych w określonym miejscu, wynikające z ich naturalnego rozwoju i przekształcania siedliska. Następujące po sobie fitocenozy stanowią stadia sukcesyjne, a razem tworzą szereg sukcesyjny lub serię sukcesyjną. Ze względu na to, czy proces sukcesji zachodzi w miejscu, gdzie uprzednio nie było roślinności, czy też tam, gdzie wcześniej została ona zniszczona, wyróżnia się: sukcesję pierwotną i sukcesję wtórną.

**zagęszczenie populacji** – liczba osobników danego gatunku przypadająca na jednostkę powierzchni.

**zbiorowisko klimaksowe** – naturalne zbiorowisko końcowe w rozwoju roślinności i gleby, czyli ostatnia, trwała faza sukcesji, charakterystyczna dla danego makroklimatu.

**zoocenoza** – zwierzęcy komponent biocenozy, ściśle powiązany z fitocenozą.

**zwarcie koron drzew** – rzut pionowy liści drzew na powierzchnię, podawany w procentach.