

Do wykorzystania na lekcjach:
biologii, przyrody, geografii,
fizyki, chemii, plastyki.

Barwy warszawskiej przyrody

Marek Ostrowski
poziom: gimnazjum

Cele ogólne lekcji

- rozpoznawanie i wydzielenie na zdjęciach lotniczych i satelitarnych obszarów drzewostanów i ich klasyfikacja
- kształtowanie umiejętności rozpoznawania środowiska przyrodniczego na podstawie widzianych obiektów (ich kształtów, tekstury i kolorów)
- rozwijanie umiejętności rozpoznawania cech środowiska przyrodniczego na podstawie kolorów drzew
- kształcenie umiejętności dostrzegania i interpretowania relacji między barwą a rodzajem zjawisk, charakterem obiektów i typem środowiska
- nabywanie umiejętności nowoczesnych (teledetekcyjnych, satelitarnych) metod analizy środowiska.

Środki dydaktyczne

- zdjęcia lotnicze i satelitarne:
 - Lasek Bielański, w: *Tryptyk Warszawski: Oblicze Sawy*, s. 201
 - zdjęcia lotnicze powierzchni lasu w różnych fazach wegetacji
 - zdjęcie satelitarne w: *Tryptyk Warszawski: Spojrzenie Warsa*, s. 11
 - *Spojrzenie Warsa*, s. 37, 53, 59, 71, 105, 177, 184-185 oraz *Oblicze Sawy*, s. 107, 153
- informacje o barwach liści i barwnikach – materiał pomocniczy dla nauczyciela (zał. 1)
- fotomapa Warszawy. Fotomapa jest dostępna pod adresem: www.samper.pl (ortofotomapa 2001 – Obrazowa Baza Danych Varsovia.pl)
- ewentualnie GPS.

Metody i formy pracy

- praca zbiorowa
- praca indywidualna
- krótki wykład, pogadanka
- miejsce: na lekcji w szkole, przy komputerze, prace terenowe.

Przebieg lekcji

Wstęp

- Zapoznaj uczniów z celami lekcji
- Zachęć uczniów do przyjrzenia się zdjęciom, a następnie rozpoznania występujących na nim obiektów i zjawisk. Wyłumacz, że analiza zdjęć przypomina pracę detektywistyczną, wymagającą wyobraźni i wiedzy.

Część główna

WIDZĘ

Wyświetl na ekranie lub rozdaj uczniom przygotowane zdjęcie satelitarne Warszawy (*Spojrzenie Warsa*, s. 199). Poproś o wskazanie obszarów leśnych. Zapytaj, jakie cechy spowodowały, że dane pola obrazowe na obrazie satelitarnym zostały sklasyfikowane przez nich jako obszary leśne.

Następnie przedstaw poniższe zdjęcie:



- Uczniowie zapisują na kartkach pierwsze własne spostrzeżenia, które nasunęły się im po obejrzeniu fotografii.
- W podsumowaniu tego etapu lekcji zapisz na tablicy spostrzeżenia uczniów, zwracając uwagę na:
 - różnorodność kolorystyczną powierzchni lasu
 - charakterystyczne zabarwienie lewej części obrazu w ciepłych odcieniach barw, prawej zaś w kolorze ciemnej zieleni (z barwną wyspą w intensywnym kolorze pomarańczowym)

- różnorodność nie tylko pod względem koloru, lecz także tekstury (rysunku i struktury powierzchni). Wśród cech określających własności powierzchni można wymienić: rodzaje kształtów, homogenność, zwartość, ciągłość itd. Czy te cechy znalazły się w spostrzeżeniach uczniów? Czy uczniowie potrafią systematycznie podchodzić do postawionych przed nimi zadań? Odpowiedzi na te pytania powinny znaleźć się w ocenie zdolności analitycznych uczniów w kolejnym punkcie lekcji.

ANALIZUJĘ

Nauczyciel

- Poproś uczniów, aby podzielili powierzchnię lasu widocznego na zdjęciu na obszary na podstawie zróżnicowania kolorów. Zwróć uwagę, że obszar w barwach ciepłych jest nie tylko niejednorodny sam w sobie, ale ponadto zróżnicowany przestrzennie – w górnej części widoczna jest jasna dominanta koloru żółtego, w dolnej – ciemniejsza dominanta barw pomarańczowoczerwonych.
- Poproś uczniów, aby podzielili powierzchnię lasu tym razem na podstawie różnic szorstkości (tekstury) powierzchni. Czy istnieje zależność między barwą a formami powierzchni? Biorąc pod uwagę uzyskane zależności między barwą a strukturą powierzchni wnioskują oni, czy na podstawie obu cech są w stanie rozpoznać rodzaje drzew. W której części obrazu przeważają drzewa liściaste? Czy występują na zdjęciu drzewa iglaste?
- Poleć uczniom, aby na podstawie kolorów, na które przebarwiła się część drzew liściastych (zwłaszcza kolorów żółtych, pomarańczowych i czerwonych) rozpoznali porę roku.
- Poleć uczniom, aby wyjaśnili, dlaczego przeważają właśnie takie kolory liści.

Zielony chlorofil uległ enzymatycznemu rozkładowi. Zmniejszające się stężenie chlorofilu pozwoliło na ujawnienie się pozostałych barwników, zwłaszcza współwystępujących karotenoidów: żółtych lub brunatnych ksantofilów, pomarańczowego karotenu i czerwonych antocjanów, które zawiera sok komórkowy. Rośliny, które nie przebarwiają się na zimę, zachowując cały czas kolor zielony, mogą być drzewami iglastymi.

DZIAŁAM

Nauczyciel

- Wypisz na tablicy barwniki roślinne.
- Podaj uczniom wykaz związków chemicznych występujących w roślinach, które odpowiadają za kolory.
- Pomóż uczniom w napisaniu notatki zawierającej odpowiedzi na pytania:
 - jak człowiek postrzega barwniki w kategoriach zmysłowych i estetycznych?
 - ▶ **plastyka**
 - jakie własności fizyczne (pochłanianie i odbijanie, zwłaszcza w zakresie promieniowania od ultrafioletowego do podczerwonego) mają barwniki? ▶ **fizyka**
 - jakie funkcje biologiczne pełnią barwniki i w jakich okresach wegetacji występują?
- Uzupełnij wiadomości uczniów (patrz: zał. 1).
- Umieść w widocznym miejscu definicje:

Kolor – wrażenie zmysłowe wywołane oddziaływaniem określonego zakresu/zakresów promieniowania elektromagnetycznego na receptory (czopki) w narządzie wzroku.

Tekstura (szorstkość) – wrażenie wywołane dostrzeżeniem uporządkowania elementów powierzchni, odbierane jako powtarzająca się wzorzysta struktura wzoru przestrzennego, odbierana dotykowo lub optycznie, na przykład jako chropowatość, szorstkość etc.

Nauczyciel w zależności od potrzeb i możliwości uczniów (na podstawie własnej oceny) wybiera poniższe zadania do wykonania na lekcji i w terenie:

Zadanie 1. Rozpoznawanie gatunków drzew na podstawie barwy

Polecenia i pytania:

1. Określcie, które z drzew lub grupy drzew występujących na zdjęciu to drzewa liściaste, a które iglaste. Następnie uzasadnijcie swoje decyzje.
2. Obrysujcie na zdjęciu korony każdego drzewa.
3. Czy jesteście pewni, że obrysowane fragmenty odpowiadają pojedynczym drzewom?

Odpowiedź na pytanie nr 3 być może wymaga postawienia pytania pomocniczego: czy łatwo jest wydzielić koronę pojedynczego drzewa wśród innych? Na koronę drzewa składają się korony poszczególnych konarów często tak rozbudowane, że z powietrza przypominają osobne drzewa. Analizując strukturę powierzchni lasu (tzw. dach lasu) często mamy wrażenie większej liczby drzew niż w rzeczywistości. Również liście poszczególnych konarów lub wybrane sektory drzewa mogą przebarwiać się w warunkach naturalnych w różnym czasie (np. zależnie od kondycji poszczególnych konarów lub ekspozycji na światło). Może więc zdarzyć się, że jedne konary będą już przebarwione, gdy inne będą nadal zielone, co dodatkowo może wprowadzać w błąd. W rezultacie oceny na podstawie analizy kolorystycznej i tekstualnej możemy popełniać istotne błędy w rozpoznaniu. To, co wydaje się koroną jednego drzewa, może być tylko jednym z jego konarów. Są to częste pomyłki nawet specjalistów interpretujących powierzchnie lasów. Patrząc z powierzchni ziemi bezbłędnie dostrzegamy zróżnicowanie kolorystyczne w obrębie jednego drzewa, gdyż widzimy, że różnie zabarwione konary wyrastają z tego samego pnia. W wypadku zdjęć lotniczych nie jest to już takie oczywiste. Nie widząc, do którego drzewa należy dany konar, możemy potraktować go jako osobne drzewo lub zaliczyć, na zasadzie pokrewieństwa kolorystycznego, wręcz jako część sąsiedniego drzewa.

Wnioski: Na podstawie przebarwienia liści nie jesteśmy w stanie określić z całkowitą pewnością przynależności konarów do określonego drzewa. Na podstawie kolorów i rodzaju przebarwień jesteśmy natomiast w stanie opisać cechy pozwalające stwierdzić typ lub gatunek drzewa lub stan wegetacji.

4. Na podstawie kolorów liści opiszcie rozpoznane cechy drzew i procesy biologiczne, które się w nich dokonały.

5. Podajcie matematyczną definicję zbioru. ► **matematyka**

6. Jakie zbiory i ich własności można wyróżnić w wypadku struktur rozpoznanych na zdjęciu?

► **matematyka**

7. W którym wypadku jedno drzewo należy do dwóch lub więcej zbiorów (na przykład jednocześnie należy do zbioru drzew, jego część może należeć do zbioru konarów przebarwionych na żółto, a jednocześnie do zbioru drzew liściastych)? Jakie są relacje logiczne lub przestrzenne między tymi zbiorami?

► **matematyka**

8. Czy na podstawie kolorów liści można określić gatunek drzewa?

Zadanie 2. Analiza porównawcza

Polecenia i pytania:

1. Porównajcie zdjęcie otwierające scenariusz ze zdjęciem zimowym zamieszczonym w *Obliczu Sawy* na s. 201. Zdjęcie to pokazuje fragment lasu w rezerwacie Lasek Bielański.

2. Dokonajcie analizy zdjęcia według procedury: WIDZĘ – ANALIZUJĘ – DZIAŁAM.



Oblicze Sawy, s. 20

3. Czy zdjęcie jesienne i zimowe pokrywają się przestrzennie choćby częściowo?
 4. Jeżeli pojawiły się wątpliwości lub trudności w identyfikacji pomocne może okazać się poniższe zdjęcie.

5. Jaka jest różnica między zdjęciami jesiennymi: pierwszym i przedstawionym powyżej? Które z tych dwóch zdjęć wykonane było wcześniej i czy można rozpoznać to po przebarwieniu liści? Czy w tym wypadku rozpoznanie drzew iglastych nasuwa problemy? Jeżeli tak, to dlaczego?

6. Czy dzięki porównaniu zdjęć jesiennych wykonanych w kolejnych fazach przebarwiania się liści i ich opadania udaje się dokładnie określić, które konary należą do jednego drzewa? Czy łatwo jest identyfikować drzewa na zdjęciach zimowych?

7. Jakie gatunki drzew można rozróżnić w okresie zimowym na podstawie obecności liści (liście dębowe opadają często pod koniec zimy) lub igieł, ich koloru (drzewa iglaste zimozielone, a modrzewie żółkną i tracą igły dopiero na początku zimy) oraz na podstawie kształtów i rozłożystości koron (np. dęby, brzozy)?

8. Narysujcie schematycznie charakterystyczne sylwety poszczególnych gatunków drzew widziane z perspektywy naziemnej. Rysunki te mogą być pomocne w rozpoznawaniu i interpretacji drzewostanu na zdjęciach z lotu ptaka.

9. Czy na podstawie rysunku (tekstury) konarów drzew uschniętych możecie określić wiek drzew? Jeżeli są to drzewa wielowiekowe, gdzie w Warszawie znajduje się skupisko tak wielu starych dębów, liczących setki lat?

10. Przypatrz się jeszcze raz uważnie drzewom na pierwszym zdjęciu. Czy wszystkie drzewa są żywe?



Zadanie 3. Rozpoznawanie i wnioskowanie o lokalizacji zdjęcia

Pytania

1. Gdzie w Warszawie znajduje się rezerwat Lasek Bielański? Wskaż ten obszar na fotomapie Warszawy. Oblicz jego powierzchnię korzystając z załączonych przy fotomapie narzędzi ArcView. Zlokalizuj miejsce wykonania zdjęcia zamieszczonego w *Obliczu Sawy*. Jaka jest odległość kępy drzew iglastych od ul. Dewajtis? Określ ich współrzędne geograficzne.

2. Z jaką dokładnością można określić szerokość i długość płatu lasu na podstawie zdjęcia? W jakich jednostkach można ja wyrazić (np. w metrach lub w liczbie drzew na jednostkę powierzchni – traktując drzewo jako jednostkę przestrzenną)? ►matematyka

Zadanie 5. Warsztaty terenowe. Weryfikacja wniosków i zadań

Cele

- wypracowanie umiejętności orientacji w przestrzeni
- kształtowanie umiejętności odszukiwania konkretnych miejsc w przestrzeni na podstawie rozpoznanych na obrazach lotniczych obiektów oraz ich wzajemnych relacji i odnajdywania ich odpowiedników w terenie.

Przebieg zajęć w terenie:

- Uczniowie wraz z nauczycielem (lub z rodzicami) udają się do Lasku Bielańskiego położonego na północ od ulicy Dewajtis na wysokości Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego. W teren zabierają album *Oblicze Sawy* bądź kopię zdjęcia ze s. 201 albumu (wystarczy reprodukcja czarno-biała, ale nie przekontrastowana). Po wejściu do lasu odszukują duże zbiorowisko drzew iglastych, co nie powinno być trudne, tym bardziej gdy wcześniej zostały określone współrzędne geograficzne na fotomapie.
- Podążając ścieżkami rozpoznanymi na zdjęciu uczniowie odnajdują w terenie poszczególne drzewa występujące na zdjęciach (zarówno jesiennym, jak i zimowym) i na miejscu weryfikują swoje wcześniejsze rozpoznanie. Uczniowie zaznajomieni z GPS-em wyznaczają szczegółowe współrzędne geograficzne kilkunastu wybranych obiektów i porównują z wynikami uzyskanymi z analizy fotomapy. Uwaga: może się zdarzyć, że niektórych drzew sfotografowanych w 2001 r. już nie ma. Dlaczego?
- Po powrocie do szkoły/domu dane z pomiarów lokalizacji satelitarnej przeniosą na kartkę papieru z narysowanym układem współrzędnych geograficznych na brzegach kartki lub na ortofotomapę Warszawy. ►**geografia**

Lekcja o barwach drzew może być powiązana z innymi lekcjami dotyczącymi środowiska na podstawie analiz spektralnych – przykłady poniżej. ►**biologia** ►**fizyka**

Zadanie 6. Obrazowanie w barwach nienaturalnych



• Na zdjęciu w *Spojrzeniu Warsa* zamieszczonym na s. 184-185 dominuje barwa karminowa, której nie spotykamy w naturze. Występuje ona w miejscach, gdzie na podstawie sylwet i tekstury powierzchni rozpoznajemy zadrzewienia. Z opisu w albumie uczeń dowiaduje się, że zdjęcie zostało wykonane w podczerwieni na filmie spektrostrefowym. Film ten rejestruje niewidzialną dla oka podczerwień odbitą od chlorofilu zawartego w tkankach roślin. Nasycenie koloru czerwonego na filmie odpowiada intensywności odbicia podczerwieni przez chlorofil. ►**chemia** ►**fizyka** Im zdrowsza jest roślinność i im lepsza jest jej kondycja wyrażana aktywnością chlorofilu, tym sil-

niejsze jest odbicie promieniowania podczerwonego rejestrowanego przez emulsję fotograficzną i tym intensywniejszy jest kolor karminowy na filmie.

- Na podstawie zdjęcia uczeń opisuje kondycję roślinności widocznej na obrazie.
- Czy uzasadnione jest twierdzenie, że Warszawa jest miastem zieleni?

Zadanie 7. Badania spektralne innych obiektów naturalnych

- Uczeń dostaje do interpretacji zdjęcie nieznanego sobie terenu położonego w rejonie aglomeracji warszawskiej i analizuje według procedury: WIDZĘ – ANALIZUJĘ – DZIAŁAM.

- Na podstawie analizy tekstury uczeń rozpoznaje obszary lasów, obszary wypełnione wodą, a także pokryte roślinnością niską, obiekty antropogeniczne. Powierzchnia wody jest gładka, pozostałe obiekty na zdjęciu mają charakterystyczną i czytelną dla obserwatora szorstkość powierzchni.



- Na podstawie kolorów uczeń rozpoznaje, czym wypełnione są poszczególne obszary zdjęcia.

- Podsumowanie analizy.

Na podstawie zebranych informacji uczniowie opisują, co dostrzegają na zdjęciu (czy są to formy przyrodnicze, czy antropogeniczne, ich układy etc.), a następnie próbują rozpoznać przeznaczenie. Należy zwrócić uwagę nie tyle na bezbłędne rozpoznanie, co to jest za obiekt, ile na sposób logicznego wnioskowania i wyciągania wniosków.

Po rozpoznaniu uczniowie szukają na fotomapie w rejonie Warszawy obszarów o stwierdzonym przez siebie przeznaczeniu lub o podobnym wzorze geometrycznym lub organizacji przestrzennej, przeszukując systematycznie i logicznie tereny aglomeracji. Po znalezieniu na fotomapie podobnego obiektu porównują go ze zdjęciem, aż znajdą obszar rozpoznany na zdjęciu. Określają współrzędne obiektu i dokonują obliczeń stosownie do potrzeb (np. współczynnik liczby działek w stosunku do powierzchni, proporcje obszarów akwenów z wodą do obszarów osuszonych itd.). Może się zdarzyć, że na fotomapie i na zdjęciu ten teren będzie wyglądał trochę inaczej (na przykład: inna pora dnia, inny kąt padania oświetlenia, a w konsekwencji inny układ cieni, przebudowa zagospodarowania), ale nadal nienaruszony pozostanie schemat układu działek.

- Podpowiedź: na zdjęciu są widoczne stawy rybne w Żabieńcu. Część stawów jest wyłączona z użytkowania.

- Gdzie w okolicy Warszawy znajdują się, dostrzeżone przy okazji poszukiwań, inne stawy rybne? Czym się charakteryzują? Jakie ryby są w nich hodowane? Podaj inne przykłady oceny jakości wody na podstawie jej własności spektralnych (koloru). Znajdź takie przykłady w albumach Tryptyku Warszawskiego (m.in. w *Spojrzeniu Warsa*, s. 37, 53, 59, 71, 105, 177 oraz *Obliczu Sawy*, s. 107, 153).

ZAŁĄCZNIK 1

Barwniki odbierane są zwykle w kategoriach zmysłowych i estetycznych. Odgrywają jednak istotną rolę biologiczną. W wielu wypadkach wykorzystywane są w technologiach przemysłowych.

Barwy liści związane są z endogennymi barwnikami. Wśród najbardziej popularnych barwników należy wymienić: zielony chlorofil, pomarańczowe lub żółte karotenoidy, czerwone lub niebieskie (zależnie od wartości pH) antocyjany.

Inne znane barwne związki chemiczne występujące w roślinach to m.in.:

- intensywnie czerwona alizaryna, którą znaleźć można w korzeniach marzanny barwierskiej (łac. *Rubia tinctorum*) – do połowy XIX wieku była ona najbardziej popularnym barwnikiem w Europie
- niebieski indygo zawarty w indygowcu farbiarskim, a w Polsce – w urzecie barwierskim (łac. *Isatis tinctoria*). To on nadaje kolor m.in. dżinsom
- czerwona alkanina izolowana z korzeni alkanny barwierskiej (łac. *Alkanna tinctoria*) i farbownika lekarskiego (łac. *Anchusa officinalis*) – wykorzystywana w kosmetyce
- brązowy juglon występujący w liściach, pędach i korze orzecha włoskiego (łac. *Juglans regia*).

Chlorofil odpowiada za przetwarzanie energii słonecznej w niezbędną do życia energię chemiczną. W procesie fotosyntezy pomocniczą funkcję pełnią karotenoidy, absorbując promieniowanie w zakresie światła niebieskiego i niebiesko-ultrafioletowego, i przekazując energię stanu wzbudzonego na cząsteczkę chlorofilu.

Chlorofil stosowany jest również w przemyśle spożywczym.

Funkcje barwników są bardzo różnorodne. Wewnątrz komórki mogą pełnić funkcję ochronną przed procesami fotooksydacji jako antyutleniające. Wydzielane natomiast na zewnątrz (do środowiska), np. jako silnie toksyczny dla wielu roślin juglon, przedostając się z liści do gleby powodują jej zatrucie, które jednak szkodzi tylko konkurującym innym gatunkom roślin (przykładem jest orzech czarny). Tak więc barwnik odgrywa jednocześnie rolę strażnika broniącego przed konkurencją gatunkową.

Analiza spektralna (rozpoznawanie długości fal światła pochłanianego i odbijanego przez dany barwnik, jego natężenia i nasycenia) jest jedną z podstawowych metod zdalnego rozpoznawania cech środowiska stosowaną m.in. w satelitarnych badaniach teledetekcyjnych. Widzenie też jest zdalnym, bezkontaktowym odbiorem informacji o środowisku przyrodniczym. Za pomocą kolorów rozpoznajemy poszczególne obiekty w naszym otoczeniu, przypisując materii, z której są zbudowane, określone cechy fizyczne.

Marek Ostrowski

Uniwersytet Warszawski

e-mail: samper@samper.pl

współpraca metodyczna:

Bożena Sienkiewicz

doradca metodyczny m.st. Warszawy

w zakresie geografii, przyrody i edukacji ekologicznej

nauczyciel przyrody

Szkoła Podstawowa nr 85

e-mail: bozenidzik@wp.pl; doradca.sienkiewicz@edu.um.warszawa.pl