



Agencija za
strukovno obrazovanje
i obrazovanje odraslih



EKOLOGIJA ŠUMA

Daria Pinjuh Budisavljević



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.

Autor:

Daria Pinjuh Budisavljević

Sektor:

Šumarstvo i drvena tehnologija

Naziv standarda kvalifikacije:

Šumarski tehničar / Šumarska tehničarka (standard strukovnog dijela kvalifikacije)

Razina HKO-a: 4.2**Modul:**

Šumski ekosustavi

Skup ishoda učenja:

Ekologija šuma

Razina SIU-a: 4**Ishodi učenja:**

1. objasniti utjecaj klimatskih, edafskih i geomorfoloških činitelje na rast i razvoj vegetacije
2. povezati tipove odnosa između organizama s konkretnim primjerima
3. razvrstati glavne gospodarske vrste prema potrebama za svjetlom, vlagom i toplineom
4. analizirati utjecaj abiotičkih i biotičkih činitelja na šumske fitocenoze.

Ključni pojmovi:

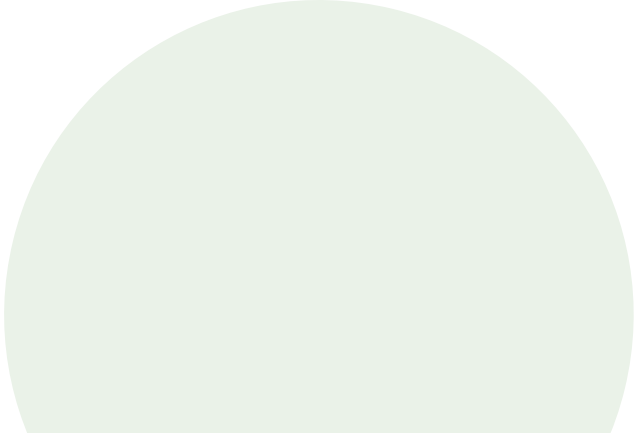
ekosustav, klimaks zajednica, sukcesija, abiotički čimbenici, svjetlost, toplina, vlaga, biotički čimbenici, listinac, biom, biocenoza, fitocenoza

CSVET: 3**Datum izrade DOM-a:**

30. srpnja 2023.

Napomena:

Riječi i pojmovni sklopovi koji imaju rodno značenje korišteni u ovom dokumentu (uključujući nazive strukovnih kvalifikacija, zvanja i zanimanja) odnose se jednako na oba roda (muški i ženski) i na oba broja (jedinu i množinu), bez obzira na to jesu li korišteni u muškom ili ženskom rodu, odnosno u jedini ili množini.





Agencija za
strukovno obrazovanje
i obrazovanje odraslih

EKOLOGIJA ŠUMA

Daria Pinjuh Budisavljević



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.

SADRŽAJ

UVOD	5
1. ŠUMSKI EKOSUSTAV	7
Utjecaj klimatskih, edafskih i geomorfoloških činitelje na rast i razvoj vegetacije	9
Hrvatske šume.	11
2. EKOLOGIJA	13
3. BIOCENOZA	15
4. SINEKOLOGIJA	20
5. KLASIFIKACIJA SINEKOLOŠKIH ČIMBENIKA.	24
Klimatski čimbenici	25
Edafski čimbenici	31
Geomorfološki čimbenici.	32
Biotički čimbenici	33
Vertikalan raspored biocenoza	35
6. SUKCESIJA BIOCENOZA	38
7. LISTINAC	42
ZAKLJUČAK	45

UVOD

Posadio bih stablo jabuke čak i kada bih znao da će sutra doći smak svijeta.

Martin Luther King, pružajući zanimljivu i motivirajuću perspektivu



Pitanje:

Jeste li znali da sadnjom stabala uz vašu kuću možete ostvariti uštede na grijanju ili klimatizaciji, dok istovremeno povećavate vrijednost svoje nekretnine?

I zar nije divno kako šetnja kroz šumu može biti poput osvježavajućeg tuša kisikom?



Slika 1. Na prvi dan proljeća obilježava se i Svjetski dan šuma. Ovaj neophodni ekološki sustav pravo je bogatstvo za čovjeka, budući da pospješuje mentalno, ali i fizičko zdravlje.

Prema nekim istraživanjima dobro održavana stabla mogu povećati vrijednost nekretnine, neki kažu za čak 27 %.

Mnogo je zanimljivih činjenica o drveću i šumama koje su malo kome poznate, a koje vrijedi znati.

Kada je riječ o šumama u Hrvatskoj, važno je istaknuti da se u tim područjima nalazi prava riznica. Jeste li svjesni da u našim šumama obitava gotovo devet milijardi stabala, što je skoro jednako broju stanovnika na cijelom svijetu? I da gotovo polovica kopnenog dijela naše prekrasne zemlje čini šumska površina? Fascinantno je što 95 % tih šuma spada u kategoriju prirodnih i autohtonih šuma.

Hrvatske šume ubrajaju se među najprirodnije, najraznolikije i najzdravije šume u Europskoj uniji. Vodeća je vrsta drveća u našim šumama bukva, koja čini čak 37 % ukupnog šumskog sastava. Ova iznimna vrsta stabla može živjeti između 150 i 400 godina, što je zaista zadivljujuće.

A šetnja šumom je poput tuširanja kisikom. Istraživanje provedeno u Koreji uspoređivalo je žene koje su šetale šumom s onima koje su isto to činile u urbanim područjima. Kod žena koje su provodile vrijeme u šumi primijećeno je poboljšanje krvnog tlaka, kapaciteta pluća i elastičnosti arterija. No, to se događalo samo tijekom dana, za vrijeme fotosinteze.



Jeste li znali?

- Stabla nikada ne „umiru“ od starosti, već ih uništavaju kukci, bolesti i ljudi.
- Drveće u gradu živi u prosjeku 13 godina manje od onoga na selu.
- Stabla dobivaju 90 % svoje hrane iz atmosfere, dok samo 10 % dolazi iz tla.
- Na svijetu postoji čak 23 000 različitih vrsta drveća.

Važno je istaknuti kako hrvatske šume imaju iznimno pozitivan utjecaj na naše zdravlje, posebno na mentalno zdravlje. Dokazano je da boravak u šumi potiče oslobađanje hormona sreće i zadovoljstva te pozitivno utječe na razvoj čovjeka i misaone procese. Stoga, hrvatske šume predstavljaju dragocjen resurs za poboljšanje našeg cjelokupnog blagostanja.

Nakon savladavanja tematskih cjelina ovog obrazovnog materijala, moći ćete:

- objasniti utjecaj klimatskih, edafskih i geomorfoloških činitelja na rast i razvoj vegetacije
- povezati tipove odnosa između organizama s konkretnim primjerima
- razvrstati glavne gospodarske vrste prema potrebama za svjetlom, vlagom i toplinom
- analizirati utjecaj abiotskih i biotskih činitelja na šumske fitocenoze.

1. ŠUMSKI EKOSUSTAV



Pitanja:

Možemo li utjecati na vremenske nepogode koje se sve češće javljaju?

Možemo li prilagoditi šumske ekosustave i šumarske prakse kako bi se smanjio utjecaj vremenskih nepogoda poput suša, požara ili oluja?

Kako se možemo pripremiti i odgovoriti na izazove koje takve nepogode predstavljaju za održivost šuma i zaštitu okoliša?

Zašto je važan skladan odnos čovjeka prema prirodi?



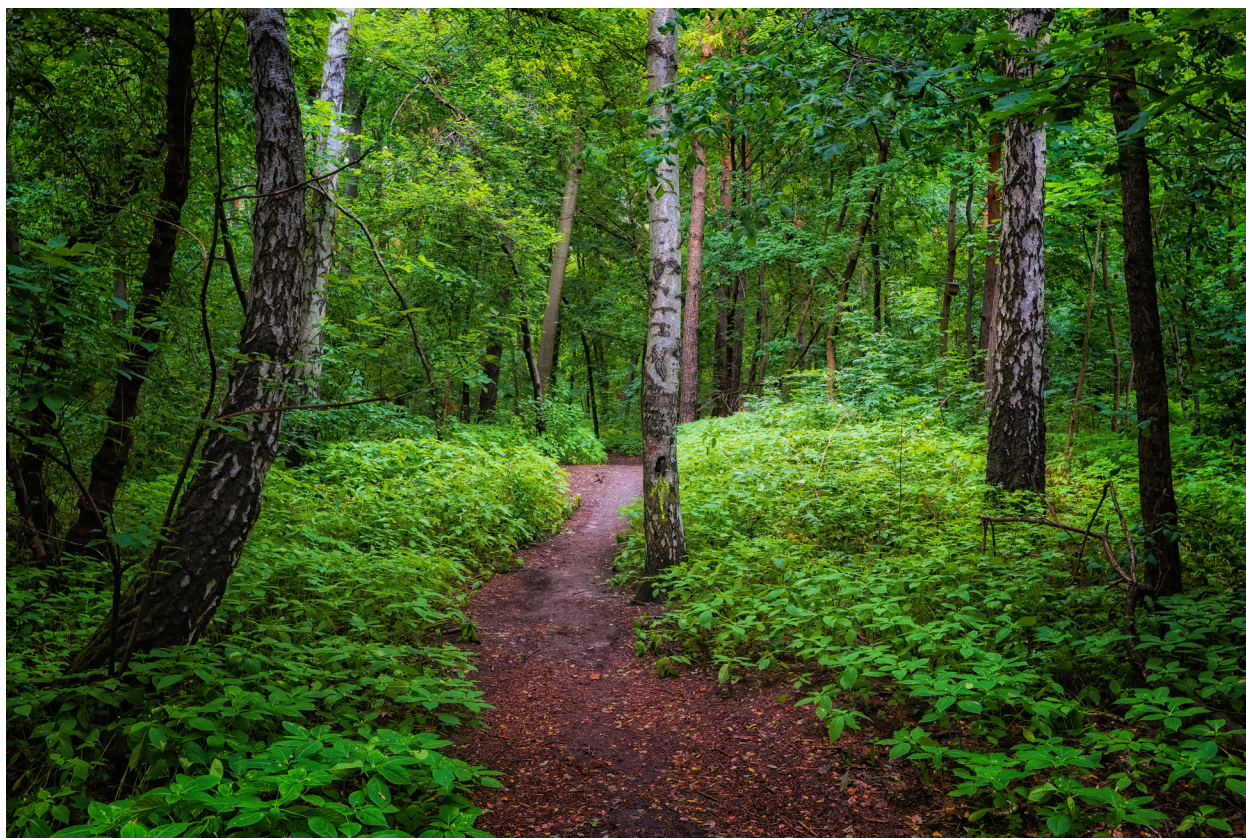
Slika 2. Šumski ekosustav

Šumski ekosustav složen je i dinamičan sustav koji obuhvaća interakcije između živih organizama i njihove fizičke okoline u šumskom području. Ovaj ekosustav karakterizira visoka razina biološke raznolikosti i važna uloga u očuvanju prirode i ekološke ravnoteže.

Predstavlja zajednicu različitih organizama, uključujući biljke, životinje i mikroorganizme, koji međusobno djeluju unutar specifičnog kopnenog okoliša, a to je, naravno, šuma.

Ovi organizmi su međusobno povezani i ovise jedni o drugima kako bi preživjeli i održali ravnotežu u ekosustavu. Općenito, možemo klasificirati ove organizme prema njihovoj ekološkoj ulozi kao proizvođače, potrošače i razlagače.

Šumski ekosustavi variraju u veličini, mogu biti maleni, poput mikrolokacija na grani drveća gdje mahovine, kukci i mikroskopski organizmi međusobno djeluju, ili ogromni, kao što su borealne šume koje prekrivaju sjeverne geografske širine Zemlje. S povećanjem veličine ekosustava, povećava se i složenost potencijalnih interakcija između organizama.



Slika 3. Ekosustav umjerenih šuma

U suštini, šumski ekosustav je kompleksna mreža života i interakcija koja se odvija unutar šuma, pružajući vitalne ekološke usluge i podržavajući biološku raznolikost.

Šume predstavljaju mnogo više od samog drveća, jer igraju ključnu ulogu u našem razvoju i preživljavanju. Razumijevanje šuma kao složenih ekosustava donosi brojne koristi:

- Omogućava nam da cijenimo šume, promatrajući ih kao kompleksne sustave u kojima se odvija mnogo različitih i istovremenih interakcija.
- Pomaže nam da bolje razumijemo širok spektar usluga koje pružaju šumski ekosustavi. Ekosustavi pružaju čovječanstvu mnoge neposredne i posredne koristi, a te koristi poznate su kao usluge ekosustava.
- Potiče nas na odgovorno gospodarenje šumama. Razumijevanje kompleksnosti šumskih ekosustava poboljšava naše prakse gospodarenja šumama. Uvažavajući važna staništa za raznolikost života, reguliranje vodnih tokova, očuvanje čistog zraka, formiranje tla te mnoge druge faktore, možemo bolje brinuti o šumama i očuvati njihovu vitalnu ulogu u održavanju ravnoteže prirode.

Šuma nije samo zajednica drveća, grmlja i šumskih životinja, već je i izuzetno vrijedna ekološka tvornica te prava blagodat za čovjeka. Međutim, svijet se neprestano mijenja, a šumske zajednice već su pretrpjele posljedice negativnog utjecaja čovjeka na klimu. Stoga je od iznimne važnosti zaštititi šume jer, kao pluća našeg planeta, moraju opstati.



Slika 4. Ekosustav borealnih šuma

Šume su prisutne u različitim klimatskim uvjetima, bez obzira na to jesu li suhi, vlažni, izrazito hladni ili vrući. Raznovrsnost šumskih ekosustava čini ih iznimno privlačnima.

Ovisno o njihovoj udaljenosti od ekvatora, šumske ekosustave možemo podijeliti u tri osnovne kategorije: tropski šumski ekosustav, umjereni šumski ekosustav i borealni šumski ekosustav.

Utjecaj klimatskih, edafskih i geomorfoloških činitelje na rast i razvoj vegetacije

Promjene u klimatskim, edafskim i geomorfološkim čimbenicima mogu imati ozbiljne posljedice na šumske ekosustave, uključujući promjene u sastavu vegetacije i ugrožavanje vrsta koje su prilagođene određenim uvjetima.

a) Klimatski činitelji

Klimatski čimbenici, kao što su temperatura i oborine, imaju značajan utjecaj na raznolikost biljnog svijeta u šumskom ekosustavu. Na primjer, visoke temperature i oborine, karakteristične za tropske šume, omogućuju rast raznolikog i bujnog biljnog pokrova, dok borealne šume s hladnijim klimatskim uvjetima podržavaju drveće koje je prilagođeno niskim temperaturama.

Vrste drveća prilagođavaju se različitim uvjetima u šumskim staništima putem različitih strategija rasta, oblika lišća i drugih morfoloških prilagodbi. Na primjer, drveće u sušnim područjima može razviti dublji korijenov sustav kako bi doseglo dublje slojeve tla s vlagom.



Slika 5. Ekosustav tropskih šuma

b) Edafski činitelji

Edafska svojstva tla, kao što su pH-vrijednost i tekstura, također igraju ključnu ulogu u određivanju vrsta biljaka koje će uspijevati u šumi. Na primjer, kisela tla mogu biti domaćin biljaka koje su prilagođene takvim uvjetima, dok neutralna ili alkalna tla podržavaju druge vrste. Tekstura tla, poput pijeska, ilovače ili gline, također utječe na sposobnost tla zadržavanja vode i hranjivih tvari.

Osnovna edafska svojstva koja određuju plodnost tla u šumskom ekosustavu uključuju pH-vrijednost, sadržaj hranjivih tvari (poput dušika, fosfora i kalija) te sposobnost tla da zadrži vlagu i drenažu.

Kisela tla često su prisutna u određenim šumskim ekosustavima, poput crnogoričnih šuma. Biljke prilagođene kiselim uvjetima razvijaju posebne mehanizme za apsorpciju hranjivih tvari kako bi preživjele i rasle u tim uvjetima.

c) Geomorfološki činitelji

Geomorfološki čimbenici, kao što su reljef i geološka svojstva, također oblikuju strukturu i sastav šumske vegetacije. Šumske zajednice na planinskim padinama mogu se razlikovati od onih u nizinskim područjima, dok specifične geološke formacije mogu podržavati određene vrste biljaka.

Ljudske aktivnosti, kao što su sječa šuma i urbanizacija, mogu značajno utjecati na klimatske, edafske i geomorfološke čimbenike u šumskom okolišu. Na primjer, krčenje šuma može dovesti do promjena u temperaturi i oborinama, dok urbanizacija može izmijeniti strukturu tla i reljef.

Očuvanje ravnoteže između klimatskih, edafskih i geomorfoloških čimbenika ključno je za podršku rastu i razvoju šumskih ekosustava. To uključuje očuvanje prirodnih staništa, održivo upravljanje šumama i brigu o očuvanju biodiverziteta.

Primjeri šumskih ekosustava s različitim klimatskim, edafskim i geomorfološkim čimbenicima uključuju tropske kišne šume, borealne šume, mediteranske šume i pustinske oaze. Sva-ki od tih ekosustava ima svoje jedinstvene karakteristike i specifične prilagodbe biljnog svijeta tim uvjetima.

Hrvatske šume

Hrvatska je istinski lider u očuvanju šuma koje predstavljaju pluća našeg planeta. Statistike jasno potvrđuju ovu činjenicu. Od 1990. godine pošumljenost u Hrvatskoj porasla je za iznimnih 17 %, dok je globalni trend pokazao smanjenje za oko 3 %. Ovako impresivni rezultati ne bi bili mogući bez predanosti i stručnosti naših šumara.

Naši šumarski stručnjaci već više od 250 godina primjenjuju načelo održivog gospodarenja šumama. To znači da se u državnim šumama na državnom nivou siječe manje drvene mase nego što ukupno priraste, čime se osigurava povećanje ukupne zalihe drvene mase i ostavlja vrijedna baština za buduće generacije.

Hrvatska također zauzima visoko treće mjesto po bogatstvu flore, što je rezultat uspješne prirodne obnove i održivog gospodarenja šumama. U našim šumama možete pronaći izvanredne primjere biljnih i životinjskih vrsta. Primjerice, najljepša europska orhideja – Gospina papučica, nalazi se upravo na našem tlu. Osim toga, naše su šume dom rijetkim i zaštićenim životinjama poput smeđeg medvjeda, vuka i risa.

Bogati šumski predjeli, poput hrvatskih, pružaju izvrsne mogućnosti za razvoj turizma i promociju zemlje. Hrvatske šume su izvor ponosa i stoga je važno podići svijest i stjecati znanje o njima.

U hrvatskim šumama raste čak 4 500 različitih biljnih vrsta i podvrsta. To je gotovo dvostruko više u usporedbi s Njemačkom, gdje raste oko 2 500 vrsta. Prirodna obnova i uzgajanje šuma po principima priznate „zagrebačke škole uzgajanja šuma“ imaju veliku ulogu u ovim impresivnim brojkama.

Cilj je prirodne obnove stvaranje budućih generacija šuma nicanjem sjemena koje pada iz krošnji starih stabala prije njihove sječe. Međutim, ponekad na manjim površinama prirodna obnova ne uspije iz različitih razloga pa se tada pristupa sadnji autohtonih šumskih vrsta drveća koje su uzgojene u rasadnicima. Domaća šumarska struka pažljivo vodi ovaj proces kako bi se osiguralo da prirodna obnova nesmetano napreduje, a na dobro pripremljenom tlu može se pronaći i do 40 000 biljaka po hektaru.



ZANIMLJIVOST

U zimi 2014. godine Gorski kotar je zahvatila pojava ledene kiše koja je izazvala katastrofalne štete na šumama ovog inače najšumovitijeg dijela Republike Hrvatske čije se gospodarstvo zasniva na drvnoj industriji.

Porušena, polomljena i izvaljena stabla, čija se drvna masa procjenjuje u stotinama tisuća kubičnih metara, predstavljala su najveću štetu koju će Gorski kotar teško i skupocjeno sanirati još godinama poslije.

Osim kratkoročnog problema sanacije posljedica, postoji i dugoročan problem koji se prvenstveno odnosio na obnovu tih šuma, očuvanje staništa i spašavanje šuma i šumskog tla.

Izvještaji s terena govorili su o ekološkoj katastrofi kakva još nije zabilježena u povijesti Gorskoga kotara. Naime, postojala je velika opasnost gradacije štetnika i bolesti, erozije tla, nastanka bujica, klizišta i zakorovljavanja tla, čime su bile ugrožene temeljne značajke biljnih, odnosno šumskih zajednica Gorskoga kotara.



Slika 6. Polomljena stabla u crnogoričnoj šumi

Provjerite svoje znanje



1. Kako klimatski čimbenici, poput temperature i oborina, utječu na raznolikost biljnog svijeta u šumskom ekosustavu?
2. Kako edafska svojstva tla, poput pH-vrijednosti i teksture, mogu utjecati na vrste biljaka koje uspijevaju u šumi?
3. Koja su osnovna edafska svojstva koja određuju plodnost tla u šumskom ekosustavu?
4. Kako geomorfološki čimbenici, kao što su reljef i geološka svojstva, mogu oblikovati strukturu i sastav šumske vegetacije?
5. Koje su posebne prilagodbe biljaka na kisela tla koja su česta u određenim šumskim ekosustavima?
6. Kako se vrste drveća prilagođavaju različitim uvjetima u šumskim staništima?
7. Koje su posljedice promjene klimatskih, edafskih i geomorfoloških čimbenika na šumske ekosustave?
8. Kako se ljudske aktivnosti, kao što su sječa šuma i urbanizacija, mogu odraziti na klimatske, edafske i geomorfološke čimbenike u šumskom okolišu?
9. Kako se može očuvati ravnoteža između klimatskih, edafskih i geomorfoloških čimbenika kako bi se podržao rast i razvoj šumskih ekosustava?
10. Možete li navesti primjere šumskih ekosustava s različitim klimatskim, edafskim i geomorfološkim čimbenicima te opisati kako se vegetacija prilagođava tim uvjetima?

2. EKOLOGIJA



Pitanja:

Kako se čimbenici okoliša, poput temperature i vlažnosti, mijenjaju tijekom različitih godišnjih doba u šumskom ekosustavu?

Kako ljudske aktivnosti, poput sječe stabala ili onečišćenja, utječu na organizme i staništa u šumskom ekosustavu?

Kako se organizmi prilagođavaju promjenama u okolišu, kao što su prirodne katastrofe ili klimatske promjene, u šumskom ekosustavu?



Jeste li znali?

Ernst Haeckel je osnovao ekologiju kao znanost koja se bavi uzajamnim odnosima organizama i njihova okoliša i prvi 1866. godine upotrebljava pojam „ekologija” u svom djelu Sveopća morfologija organizama.

οίκος + λογος = oikos – kuća, dom, boravište, stanište + logos – smisao, govor, znanje.

Ekologija je prvenstveno biološka disciplina, pruža znanstvenu osnovu zaštiti prirode.

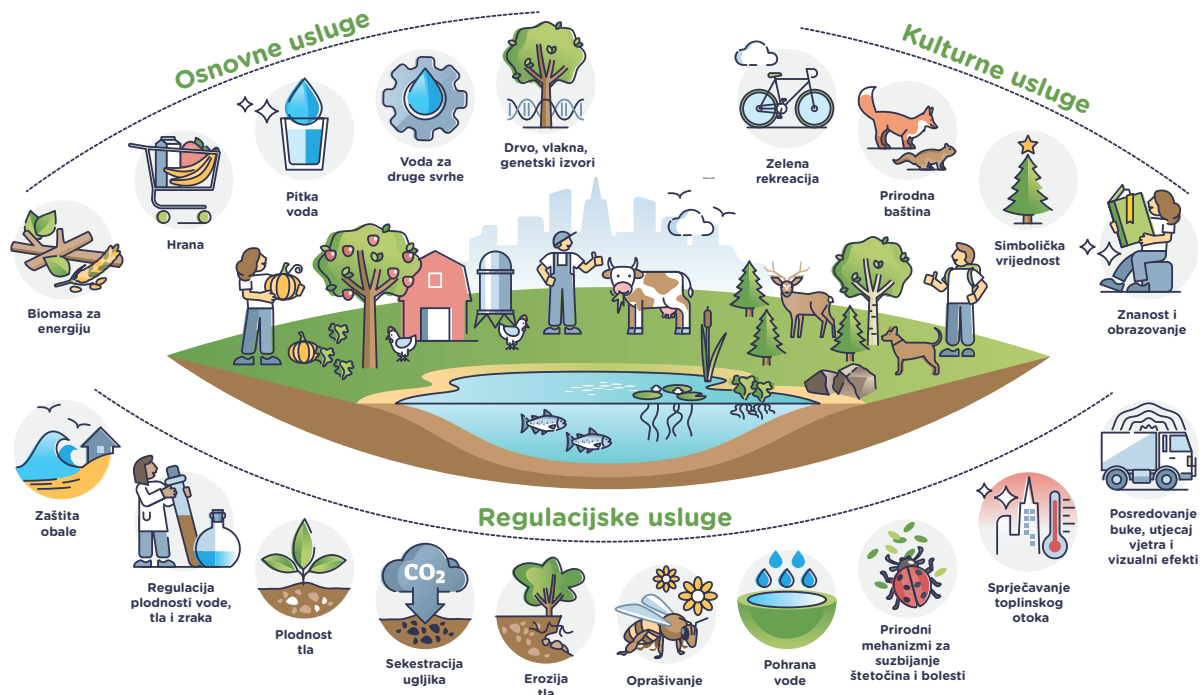
Interdisciplinarna je (mora dobro poznavati objekt svog proučavanja pa mora koristiti anatomiju, fiziologiju, genetiku, taksonomiju...) i multidisciplinarna znanost (jer koristi rezultate i drugih znanosti izvan biologije: kemije, fizike, pedologije, biokemije, meteorologije, klimatologije, matematike...).

Ekologija obuhvaća::

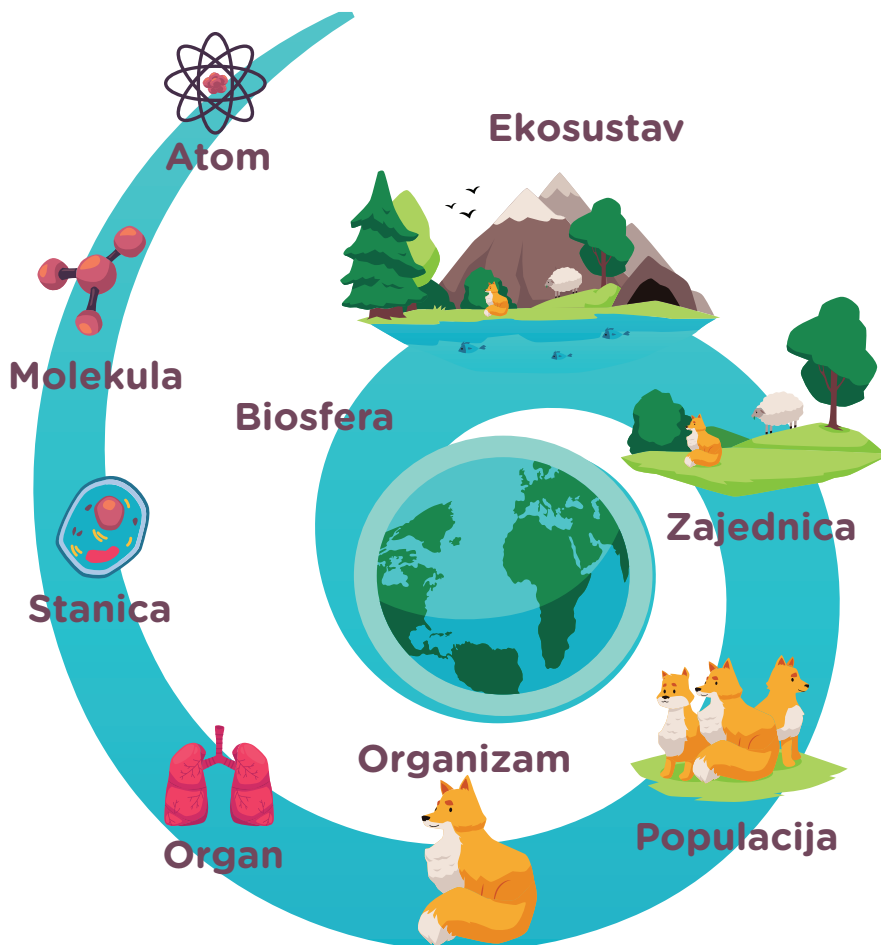
- **Autoekologiju** – bavi se proučavanjem odnosa biljaka ili životinja prema vanjskim utjecajima.
- **Demekologiju** – proučava odnos populacije i njene okoline.
- **Sinekologiju** – predstavlja znanstvenu disciplinu koja istražuje odnose unutar životnih zajednica i biljnih zajednica u skladu s okolišnim uvjetima. Osim toga, proučava međusobne odnose među članovima određene zajednice.

Skladan odnos čovjeka prema prirodi ključan je za očuvanje okoliša, održivost resursa, kvalitetu života i prevenciju ekoloških katastrofa. Ova povezanost s prirodom važna je za nas i buduće generacije te nas podsjeća na potrebu za odgovornim postupanjem prema našem planetu.

Usluge ekosustava



Slika 7. Usluge ekosustava s kategorijama podjele



Slika 8. Bioraznolikost i klasifikacija populacija različitih vrsta na Zemlji

Provjerite svoje znanje



1. Tko je Ernst Haeckel i koju ulogu je imao u razvoju ekologije kao znanosti?
2. Kako je definiran pojam "ekologija" i što znači njegova etimologija?
3. Koja je osnovna svrha ekologije kao znanstvene discipline?
4. Kako se ekologija razlikuje od drugih znanstvenih područja?
5. Koje su glavne grane ekologije i što proučavaju?
6. Kako autoekologija, demekologija i sinekologija doprinose razumijevanju ekoloških procesa?
7. Zašto je važan skladan odnos čovjeka prema prirodi u kontekstu očuvanja okoliša?
8. Kako ekologija može pružiti znanstvenu osnovu zaštiti prirode i očuvanju resursa?

3. BIOCENOZA

Biocenoza je zajednica svih živih bića (biljaka i životinja) koja naseljavaju određeni prostor (stanište, biotop) i koja se pod određenim ekološkim uvjetima stalno odražava u nekom obliku.

Temeljna svojstva biocenoze:

- labilnost
- dinamičnost
- prostorna organiziranost (struktura biocenoze)
- vremenska organiziranost (dinamičnost biocenoze)



ZANIMLJIVOSTI

Prema *Globalnom izvješću o stanju svjetskih šuma* (FAO, 2020), šume zauzimaju 31 % svjetskog kopna. Otprilike polovina područja pod šumama je relativno netaknuta, dok trećinu čine prašumski ekosustavi. Šumski ekosustavi čuvaju većinu bioraznolikosti Zemlje i pružaju stanište za 80 % svjetskih vrsta vodozemaca, 75 % vrsta ptica i 68 % vrsta sisavaca. Očuvanje globalne bioraznolikosti stoga je uvelike ovisno o tome kako se odnosimo i kako koristimo šumske ekosustave. Tisućljećima su šumske vrste flore i faune ljudskoj vrsti osiguravale vitalan izvor sirovina za prehranu, medicinu, građevinski materijal te brojne druge svakodnevne potrebe. Arheološki i etnobotanički podaci ukazuju da su od davnih vremena ljudske aktivnosti utjecale na bioraznolikost šumskih ekosustava.



Slika 9. Globalna distribucija šuma u deset zemalja s najvećim šumskim površinama u svijetu u 2020. godini

Stanište ili biotop određeni je zajednički životni prostor biljaka, životinja i drugih organizama.

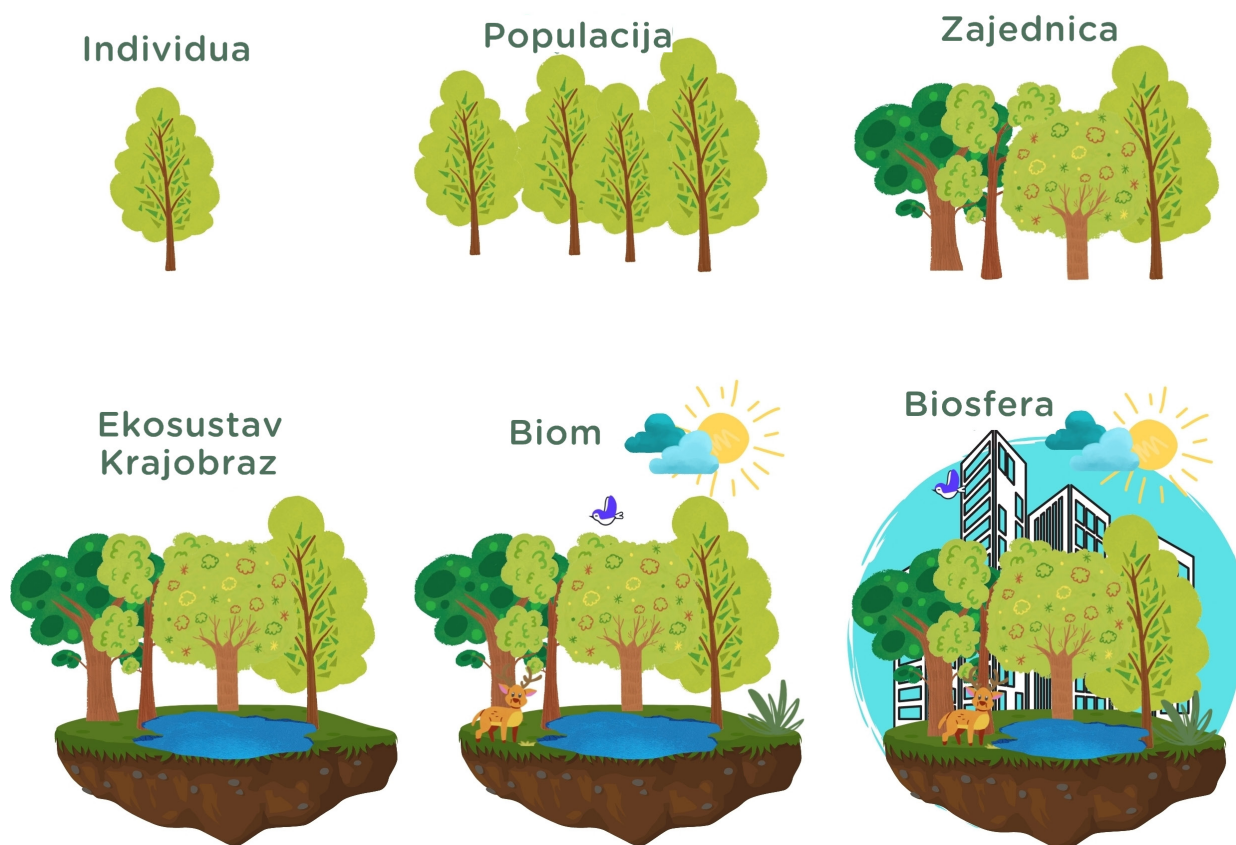
Biocenologija je znanost o životnim zajednicama.

Biom je jedinica proučavanja biocenologije.

Biogeocenoza ili ekosustav je osnovna organizacijska jedinica (dio) prirode koja ima sposobnost samoobnove i samouređivanja.

Fenomen udruživanja biljaka u biocenozi jest kombinacija živih bića u određenim stanišnim prilikama, labilne i dinamičke ravnoteže u uvjetima borbe prilagođavanja i međusobnog pomaganja.

Razine organizacije u ekologiji



Slika 10. Usluge ekosustava s kategorijama podjele

Predmet interesa ekologije:

Jedinka – biljni i životinjski organizam. Ekologija jedinke ponajviše se koristi kod istraživanja kultiviranih biljaka, domaćih životinja, dominantnih vrsta ugroženog okoliša, vrsta pokazatelja kakvoće okoliša...

Populacija – skup jedinki iste vrste koja u nekom vremenu naseljava određeni prostor. Jedinke neke populacije međusobno su povezane razmnožavanjem (sličan genotip i fenotip, isti način prehrane, slično ponašanje...)

Biocenoza (životna zajednica) – skup populacija na nekom staništu. Njihov zajednički život rezultat je dugotrajnog razvoja organizama i populacija, međusobnih odnosa nastalih evolucijom te prilagođavanja abiotičkim čimbenicima staništa. Sastoji se od fitocenoze (biljne zajednice), zoocenoze (životinjske zajednice) i mikrobiocenoze (zajednice mikroorganizama).

Ekosustav – osnovna prostorna ili organizacijska jedinica organizama i nežive tvari. Biocenoza i biotop u vrlo su složenom uzajamnom odnosu gdje su utjecaji obostrani.

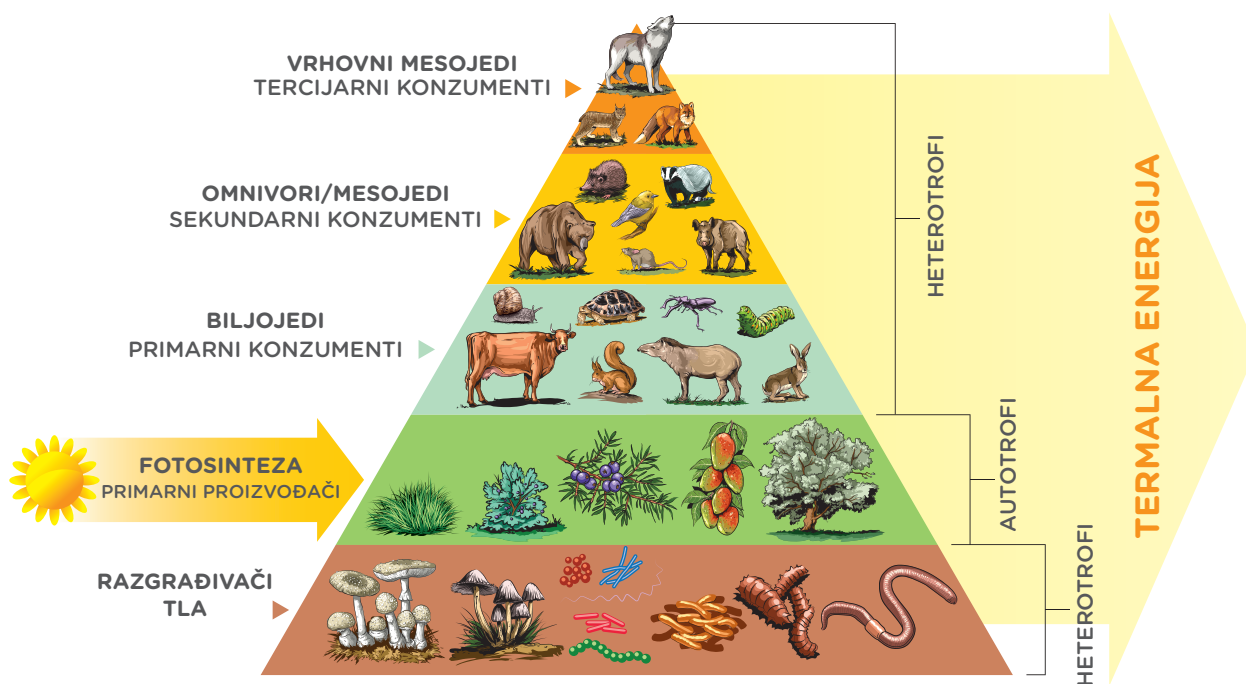
Biosfera – svi ekološki sustavi zajedno, područje u kojem se odvija život. Uključuje hidrosferu, dio litosfere (pedosferu) i dio atmosfere.

Odnosi u ekosustavu:

- **akcija** – utjecaj nežive prirode na živa bića u njoj
- **reakcija** – utjecaj živih bića na stanište
- **koakcija** – međusobni utjecaji živih bića i staništa

Skupine organizama u metabolizmu biocenoze:

1. **Proizvođači (producenti)** – autotrofne zelene biljke koje iz anorganske tvari iz biocenoze, pomoću Sunčeve energije (fotosintezom), proizvode organske tvari potrebne za opstanak organizama.
2. **Potrošači (konzumenti)** – heterotrofni organizmi koji se na neki način hrane biljkama. To su životinje, gljive, bakterije i biljke bez klorofila, važni za održavanje svih članova biocenoze i abiotičkih čimbenika.
3. **Razgrađivači (reducenti)** – uglavnom biljke i bakterije koje razgrađuju organske tvari na anorganske sastavnice i tako omogućuju kruženje tvari u ekosustavu.



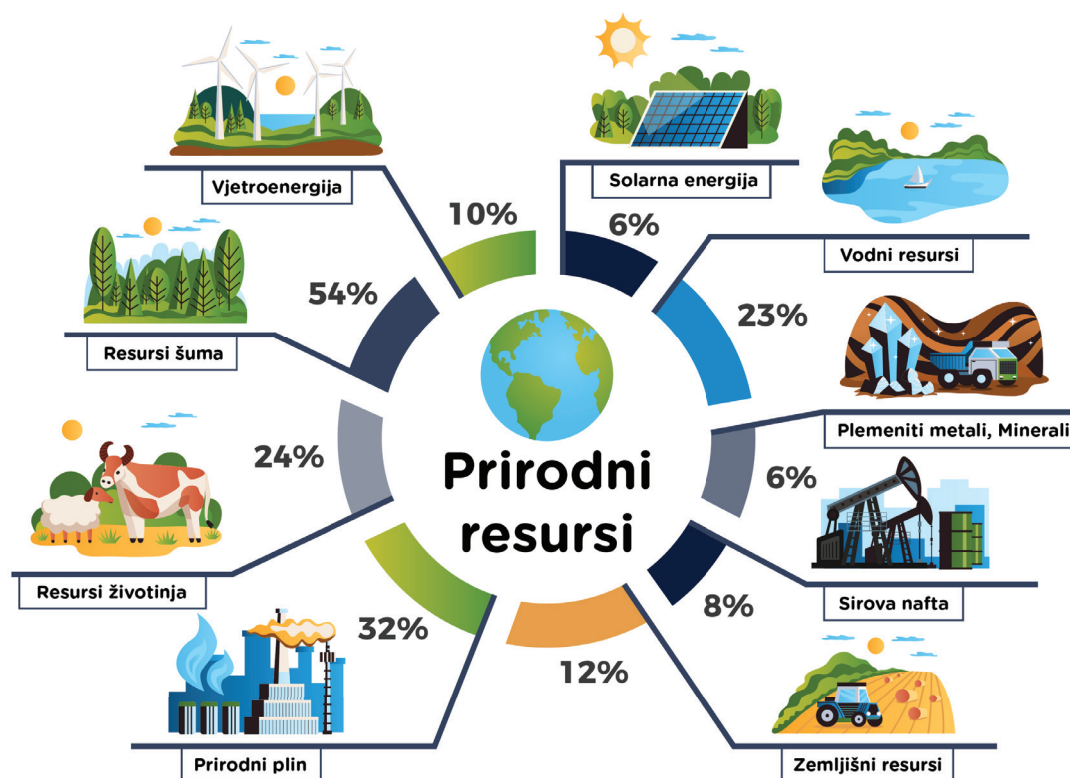
Slika 11. Hranidbeni lanac – energetska piramida

Zahtjevi biljne zajednice u odnosu na pojedinu biljku:

- borba za opstanak
- određeno ugnjetavanje većine njenih članova
- u mnogim slučajevima postojanje povoljnog utjecaja jednih biljaka na druge
- stvaranje posebne unutarnje okoline (fitoklima i posebna svojstva tla)
- stvaranje posebne strukture
- postojanje određene specijalizacije među biljkama.

ANTROPOGENI EKOSUSTAVI – uloga čovjeka u antroposferi ogleda se u sljedećem:

- uništavanje, odnosno izmjena prijašnjeg ekosustava
- stvaranje kvalitetno novoga ekosustava
- održavanje novoga ekosustava (agromjere)
- djelomično vraćanje oduzetih tvari putem gnojidbe.



Slika 12. Prirodni resursi

Čovjek, osim što je dio hranidbenog lanca, djeluje kao biotički čimbenik u ekosustavu. To uključuje korištenje prirodnih resursa poput šuma, minerala i energenata. Također, intenzivna poljoprivredna proizvodnja uključuje upotrebu umjetnih gnojiva, herbicida, pesticida, genetski modificiranih kultura i drugih aditiva. Čovjek također utječe na promjene mikro i makrokline, istrebljenje i unošenje stranih vrsta u autohtone ekosustave, promjenu režima voda te zagađenje okoliša kroz biološku, termičku, kemijsku i radiološku poluciju.



Jeste li znali?

Tijekom jedne minute u svijetu se dogodi:

- emisija od 40 000 tona ugljičnog dioksida u atmosferu
- krčenje 3,5 km² šuma
- 100 novih motornih vozila u prometu
- naplavi se 60 000 tona zemlje
- poveća se broj stanovnika za 165
- izgradi se cca 1 km² površina.

Sve ove aktivnosti povezane su s načinom proizvodnje i životnog stila ljudi.

Kontinuirano praćenje šumskih ekosustava i istraživanje njihove otpornosti na vremenske nepogode omogućuje bolje razumijevanje njihovih učinaka i razvoj prilagođenih strategija upravljanja.

Provjerite svoje znanje

1. Koja su temeljna svojstva biocenoze i zašto su važna za razumijevanje ekosustava?
2. Što je stanište ili biotop?
3. Koja je svrha biocenologije i koje jedinice proučava?
4. Što predstavlja biogeocenoza ili ekosustav i zašto je važna?
5. Kako se manifestira fenomen udruživanja biljaka u biocenozi?
6. Koje su glavne razine interesa ekologije i kako se razlikuju?
7. Što čini ekosustav i kako se biocenoza i biotop međusobno povezuju u njemu?
8. Koje su različite vrste odnosa u ekosustavu i kako se definiraju akcija, reakcija i koakcija?
9. Kako se organizmi u ekosustavu dijele prema njihovoj ulozi u metabolizmu biocenoze i što predstavljaju proizvođači, potrošači i razgrađivači?
10. Zašto su razgrađivači važni za održavanje ekosustava?

4. SINEKOLOGIJA



Pitanja:

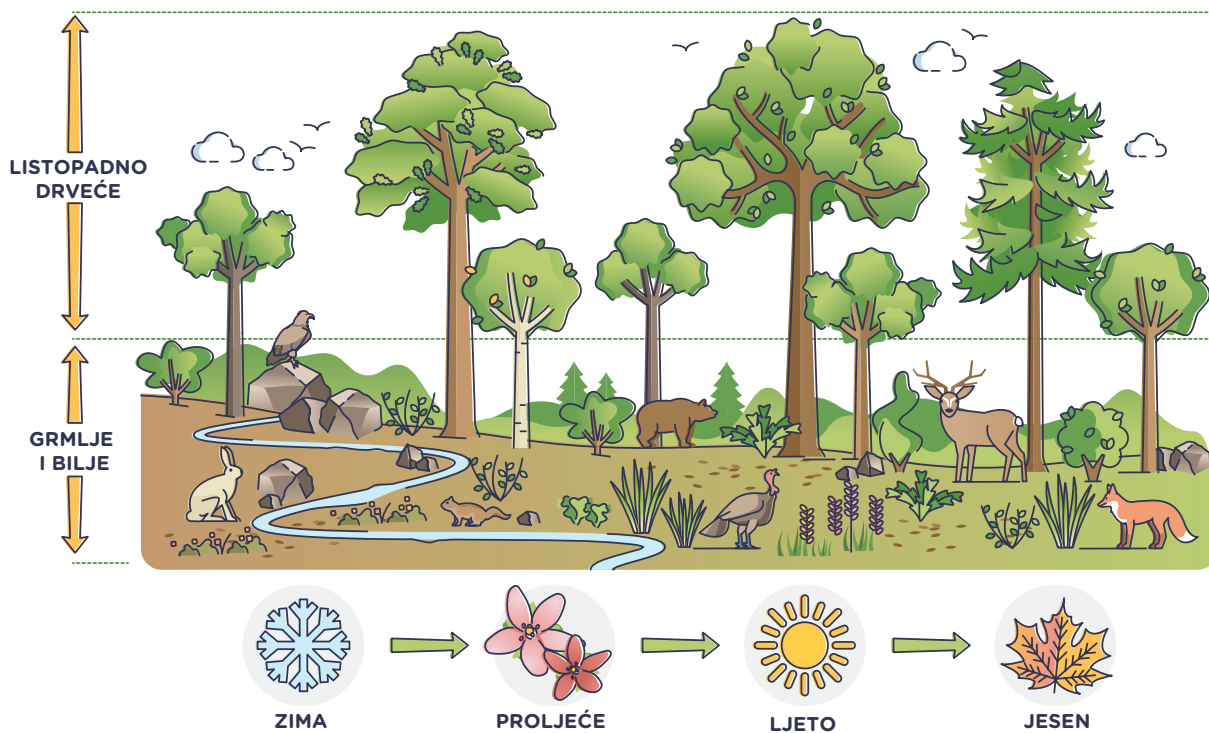
Koje su glavne skupine organizama koji utječu na šumski ekosustav?

Koji su glavni faktori koji utječu na sezonske promjene u šumskom ekosustavu?

Kako se klasificiraju biotički sinekološki čimbenici?

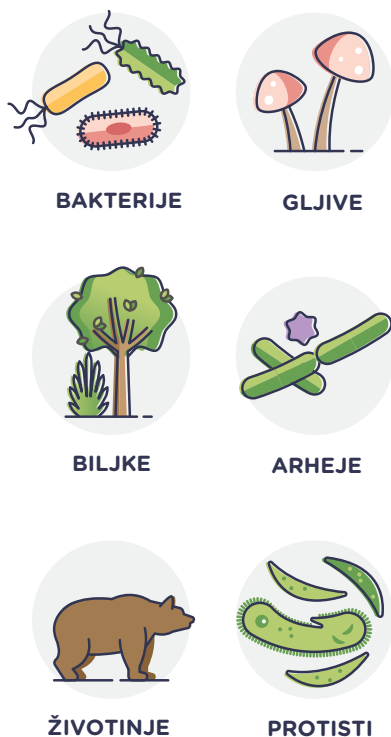
Sinekološki čimbenici odnose se na sve faktore koji utječu na organizme i njihove interakcije u ekosustavu. Oni su ključni za razumijevanje strukture, funkcije i dinamike ekosustava.

UMJERENA LISTOPADNA ŠUMA



Slika 13. Promjene šume na temelju godišnjih doba

BIOTIČKI ČIMBENICI



ABIOTIČKI ČIMBENICI

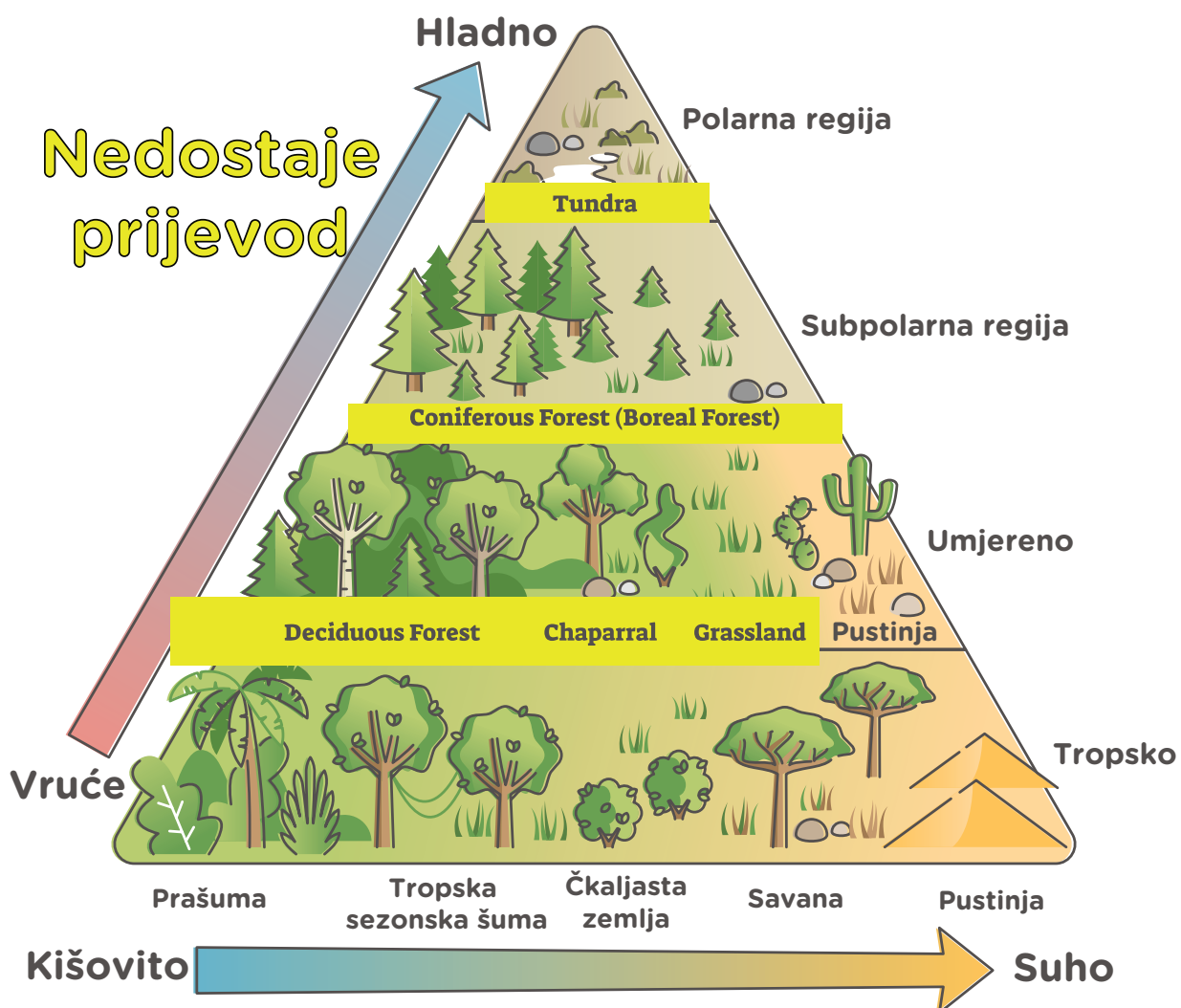


Slika 14. Biotički i abiotički čimbenici

Sinekološki čimbenici mogu se klasificirati u tri osnovne kategorije:

- a) **Biotički čimbenici** obuhvaćaju sve žive organizme u šumskom ekosustavu, uključujući biljke, životinje, gljive, mikroorganizme i njihove međudnose. To uključuje pitanja o vrstama, raznolikosti, biomasi, interakcijama između vrsta (populacijske dinamike, prehrambenih lanaca, simbioza itd.) i drugim ekološkim procesima.
- b) **Abiotički čimbenici** odnose se na nežive komponente okoliša kao što su klima, tlo, voda, svjetlost, minerali i drugi fizičko-kemijski faktori. Oni imaju značajan utjecaj na distribuciju organizama, prilagodbu vrsta, produktivnost ekosustava i druge ekološke procese.
- c) **Antropogeni čimbenici** su oni koje stvaraju ljudske aktivnosti i utjecaji na šumski ekosustav. To uključuje šumske gospodarske aktivnosti kao što su sječa stabala, požari, urbanizacija, zagađenje i drugi oblici ljudskog utjecaja na prirodu.

Biomska piramida



Slika 15. Piramida bioma kao ekološka klasifikacija vremena ili klime

Piramida bioma predstavlja sustav klasifikacije koji se temelji na ekološkim faktorima, posebno na klimatskim uvjetima. Ova piramida pomaže u organizaciji ekosustava prema temperaturi, oborinama i drugim vremenskim čimbenicima. Kroz nju možemo bolje razumjeti raspored različitih ekosustava na Zemlji.

S druge strane, klasifikacija sinekoloških čimbenika bavi se faktorima koji utječu na odnose između organizama unutar ekosustava. To uključuje faktore poput međusobnih odnosa predatora i plijenova, konkuriranje za resurse i ostale interakcije unutar biocenoza.

Sinekološki čimbenici međusobno su povezani i međuovisni te zajedno oblikuju strukturu i funkciju šumskog ekosustava. Razumijevanje i pravilno upravljanje tim čimbenicima ključno je za očuvanje bioraznolikosti.

Između ekoloških čimbenika postoji međusobna povezanost, tako da se međusobno nadopunjuju ili umanjuju. Numeričke vrijednosti, stoga, imaju samo relativno značenje, a ne apsolutno.

Djelovanje ekoloških čimbenika varira u intenzitetu. Kada čimbenik najmanje djeluje, ali uzrokuje posljedice u ekosustavu, govorimo o **ekološkom minimumu**. S druge strane, **ekološki maksimum** predstavlja najveći intenzitet djelovanja čimbenika koji organizam može podnijeti. Raspon između ekološkog minimuma i maksimuma za određenu vrstu naziva se **ekološka valencija**. Svaka vrsta ima svoju specifičnu ekološku valenciju za svaki čimbenik. Vrste koje su eurivalentne imaju širok raspon podnošljivosti, dok stenivalentne vrste imaju usku ekološku valenciju.

U šumskim ekosustavima međusobno djelovanje živih organizama i njihovih okoliša igra ključnu ulogu u održavanju ravnoteže i stabilnosti ekosustava. Kako bi bolje razumjeli te kompleksne odnose, proučavamo klasifikaciju sinekoloških čimbenika, što nam omogućuje da razmotrimo različite aspekte interakcija među organizmima.

Prvo, razmotrimo **intraspecijske odnose**, koji se odnose na međusobne interakcije između jedinki iste vrste unutar populacije. To uključuje natjecanje za resurse kao što su hrana, voda i teritorij te reproduktivna interakcija između jedinki iste vrste.

Interspecijski odnosi, s druge strane, odnose se na interakcije između jedinki različitih vrsta. Ovi odnosi mogu biti raznovrsni i uključuju kompeticiju (natjecanje) između različitih vrsta za iste resurse ili međusobnu korist gdje dvije vrste međusobno profitiraju iz svoje interakcije, poput mutualizma gdje oba partnera imaju koristi.

Što se tiče biljnog života u šumskom ekosustavu, njihov opstanak često ovisi o djelovanju drugih živih bića. Interakcije između biljaka i drugih organizama mogu biti direktne i indirektno. Direktne uzajamni odnosi uključuju primjere poput biljaka koje ekstrahiraju mineralne tvari i vodu iz domaćina, kao što je slučaj s imelom koja siše hranjive tvari iz hrasta.

Indirektni odnosi, s druge strane, često uključuju utjecaj koji biljke imaju na okolinu i druge organizme. Na primjer, drveće kao bukva može stvarati sjenu na prizemnom sloju, što može utjecati na druge biljke koje se natječu za svjetlo.

Sve te interakcije unutar šumskog ekosustava često ovise o vanjskim čimbenicima poput toplinskog zračenja, oborina, kemijskih karakteristika tla, geološke strukture i tipa tla.

Provjerite svoje znanje

1. Kako se klasificiraju sinekološki čimbenici u šumskim ekosustavima i koje su tri osnovne kategorije tih čimbenika?
2. Koje faktore obuhvaćaju biotički čimbenici i zašto su važni za ekosustav?
3. Kako abiotički čimbenici utječu na raspodjelu organizama i funkciju ekosustava?
4. Navedite primjere antropogenih čimbenika koji utječu na šumski ekosustav.
5. Što predstavlja piramida bioma i kako pomaže u organizaciji ekosustava?
6. Kako se definira ekološka valencija i zašto je važna za razumijevanje ekoloških čimbenika?
7. Koje su razlike između intraspecijskih i interspecijskih odnosa u šumskom ekosustavu?
8. Navedite neke primjere direktne interakcije između biljaka i drugih organizama u šumi.
9. Kako biljke indirektno utječu na okolinu i druge organizme u šumskom ekosustavu?
10. Kako vanjski čimbenici, poput klimatskih uvjeta i svojstava tla, utječu na interakcije u šumskom ekosustavu?

5. KLASIFIKACIJA SINEKOLOŠKIH ČIMBENIKA

Tablica 1. Prikaz klasifikacije sinekoloških čimbenika

Klimatski čimbenici:	a) svjetlost
	b) toplina
	c) voda ili vlaga
	d) zračna kretanja (vjetrovi) i dr.
Edafski čimbenici:	a) razvitak reljefa i tla
	b) fizikalna svojstva tla
	c) kemijska svojstva tla
	d) organska mrtva prostirka (listinac)
	e) biološka svojstva tla i dr.
Geomorfološki čimbenici:	a) nadmorska visina
	b) izloženost (ekspozicija)
	c) nagib (inklinacija)
	d) oblik (konfiguracija terena)
Biotski čimbenici:	a) fitogeni
	b) zoogeni
	c) antropogeni

Klasifikacija sinekoloških čimbenika predstavlja temeljne postavke u ekologiji. Pomaže organizirati i razumjeti različite faktore koji utječu na ekosustave i međusobne odnose između organizama u prirodi. Ova klasifikacija omogućuje znanstvenicima, ekolozima, šumarima i biologima da uz pomoć analiziranja, praćenja i predviđanja, kako biotičkih tako i abiotičkih čimbenika, oblikuju ekološke zajednice i utječu na njihovu stabilnost. Ekološki čimbenici ne djeluju izolirano, nego su međusobno povezani, djelujući sinergijski ili u nekim slučajevima slabeći jedni druge. Stoga, brojčane vrijednosti tih čimbenika imaju relativno, a ne apsolutno značenje.

Klimatski čimbenici

a) Svjetlo

Svjetlo je faktor koji čovjek može kontrolirati (putem sjekova). Utjecaj svjetla oblikuje omjer glavnih vrsta u šumskoj zajednici i razinu slojevitosti sastojine. Također, svjetlo ima ključnu ulogu u produktivnosti sastojine te je neophodno za procese fotosinteze i transpiracije.



Pitanje:

Kako svjetlo oblikuje ekosustave šuma i zašto je važno razmotriti omjer svjetlosti u šumskim sastojinama pri planiranju šumskih aktivnosti?

Užitno svjetlo je ključni čimbenik u ekologiji šuma i igra značajnu ulogu u životnom ciklusu drveća te općenito u ekosustavima šuma.

No, kako točno svjetlo utječe na šumske ekosustave?

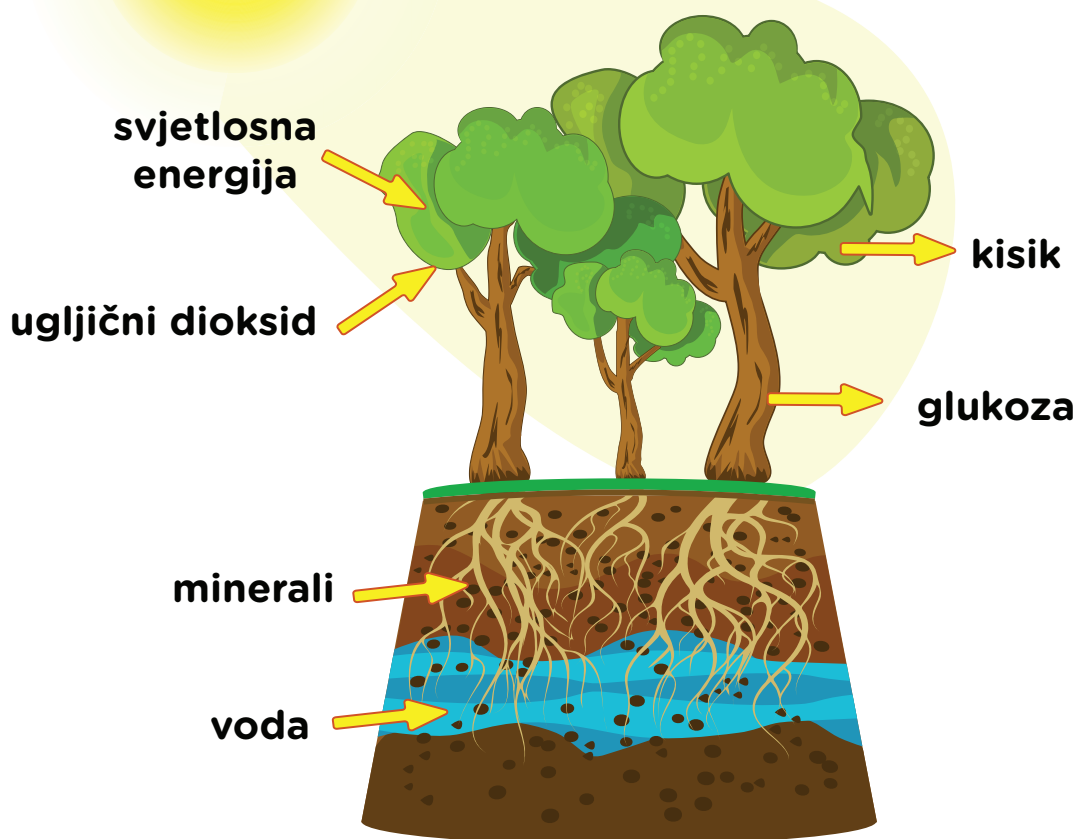
Jedan od ključnih aspekata je utjecaj svjetla kroz različite vrste sjekova.

- **Užitno svjetlo** odnosi se na omjer intenziteta svjetlosti na staništu u šumi u usporedbi s intenzitetom pune svjetlosti u slobodnoj atmosferi. Na primjer, omjer 1/30 znači da svjetlost u sastojini iznosi otprilike 3 % od ukupne količine svjetlosti na otvorenom prostoru – to je donja granica užitnog svjetla potrebna za preživljavanje mladih hrastova.
- **Utjecaj svjetla kroz sjekove** – tijekom pripremnog sjeka povećan dotok svjetlosti potiče drveće na obilniju fruktifikaciju. U napludnom sjeku osigurava se dovoljno svjetla za daljnji razvoj i prilagodbu mladog drveća na puno svjetlo. U dovršnom sjeku osigurava se obilje svjetla za razvoj i prilagodbu mladog drveća.

Pigmentima lista apsorbirana Sunčeva energija postaje pokretačka snaga mnogobojnih reakcija i biokemijskih procesa u okviru fotosinteze.

Na fotosintezu imaju utjecaj: količina svjetlosti, koncentracija CO₂, temperatura (10 – 40 °C), količina vode, mineralni elementi (N, P...).

FOTOSINTEZA



Slika 16. Proces proizvodnje kisika u sastojini

U šumskim sastojinama razlikujemo **Wiesnerovu raspodjelu svjetla**:

Gornje svjetlo – pada na horizontalnu ravninu (gornji dijelovi krošnje); najvažnije svjetlo

Prednje svjetlo – pada na vertikalnu ravninu (rub sastojine)

Stražnje svjetlo – reflektira se od okomitih ploha (stijene, kora drveća)

Unutrašnje (postrano) svjetlo – nastaje u unutrašnjosti prostora krošnja

Tipovi biljaka u odnosu na svjetlost:

- **Heliofiti (biljke svjetla)** – uglavnom mediteranske vrste, pionirske vrste i vrste iz glavne etaže mješovitih nizinskih šuma: *Pinus halepensis*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Quercus pubescens*, *Quercus ilex*, *Fraxinus angustifolia*, *Fraxinus excelsior*.
- **Hemiheliofiti** (biljke sjene) – uglavnom vrste iz podstojnog sloja heliofita: *Carpinus orientalis*, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*, *Castanea sativa*, *Pinus nigra*.
- **Hemiskiofiti** (biljke polusvjetla) – uglavnom vrste iz podstojnog sloja heliofita: brijestovi, gorski javor, grab, klen, bijela joha, crna joha.
- **Skiofiti** (biljke polusjene) – mogu čitav život provesti u sjeni: bukva, tisa, jela.



Slika 17. Šuma hrasta lužnjaka (*Quercus robur*)

b) Voda

Voda ima osnovni fiziološki i ekološki značaj za biljke.

Aдекватna opskrbljenost biljaka vodom ključan je čimbenik za uspješan rast i razvoj.

Voda čini 50 – 98 % svježe mase biljnog tkiva te 5 – 15 % mase sjemenki.

Voda je ključna za opstanak biljaka u šumskim ekosustavima. Ona se javlja u različitim oblicima, uključujući oborine poput kiše i snijega, podzemne vode, poplave, taloženje vlage u zraku i vlažnost zraka.

Raspored oborina važan je za vegetaciju. Važnije su količine oborina koje padaju tijekom vegetacijskog razdoblja od travnja do listopada nego ukupna godišnja količina oborina.

Na primorju padne relativno puno oborina, ali većina njih pada izvan vegetacijskog razdoblja, što rezultira nepovoljnim uvjetima za vegetaciju.

Prilagodba biljaka na vodne uvjete

Biljke, kao i svi organizmi, prilagođavaju se svojim okolišnim uvjetima kako bi preživjele i uspješno rastle. Jedan od ključnih faktora za biljke je dostupnost vode, a ovisno o tome kako biljke upravljaju s ovim resursom, možemo ih svrstati u različite životne oblike:

- **Hidrofiti (akvatične biljke)** žive u vodenim staništima. Njihova tijela su prilagođena stalnoj prisutnosti vode. Za njih je karakteristično da rastu potpuno uronjene u vodu ili na njenim površinama.
- **Terestične biljke** rastu na kopnu. Razlikujemo nekoliko podskupina terestičkih biljaka ovisno o njihovoj prilagodbi na dostupnost vode:
 - **Higrofiti** su biljke koje su stalno dobro snabdjevene vodom. Čak i kratkotrajna suša može ih ozbiljno ugroziti jer nisu prilagođene štednji vode.

U okviru higrofita, razlikujemo:

Šumske higrofite – naseljavaju prizemne slojeve vazdazelene tropske šume i listopadnih šuma umjerenog područja. Prilagođeni su stalno vlažnim uvjetima, imaju tanke listove i suočavaju se s problemom transpiracije u visokoj vlažnosti zraka.

Higrofite vlažnih i otvorenih staništa – nalaze se na staništima s visokom vlagom u tlu, ali s mogućim suhim zrakom. Imaju prilagodbu na anaerobne uvjete, često uzgajajući aerinhine, strukture s puno intercelulara i zračnih šupljina kroz cijelu biljku kako bi se prilagodili zasićenju tla vodom. Imaju glatke listove i veće, ali manje brojne puči, što ih čini manje efikasnim u sprječavanju transpiracije.

- **Mezofiti** su biljke koje rastu u umjerenim uvjetima. Nisu posebno prilagođene ni suhim ni vlažnim staništima, već uspijevaju u prosječnim uvjetima.
- **Kserofiti** su biljke koje rastu na suhim staništima gdje vlaga nije dovoljna u odnosu na brzo isparavanje vode. Prilagođeni su manjku vode i često i visokim temperaturama. To je raznovrsna skupina biljaka jer se njihova prilagodba razlikuje ovisno o uvjetima u kojima rastu.

Langov kišni faktor koristi se za klasifikaciju područja prema odnosu između godišnje količine oborina i godišnje temperature. Različite kategorije su: aridna, semiaridna, semihumidna, humidna i perhumidna.

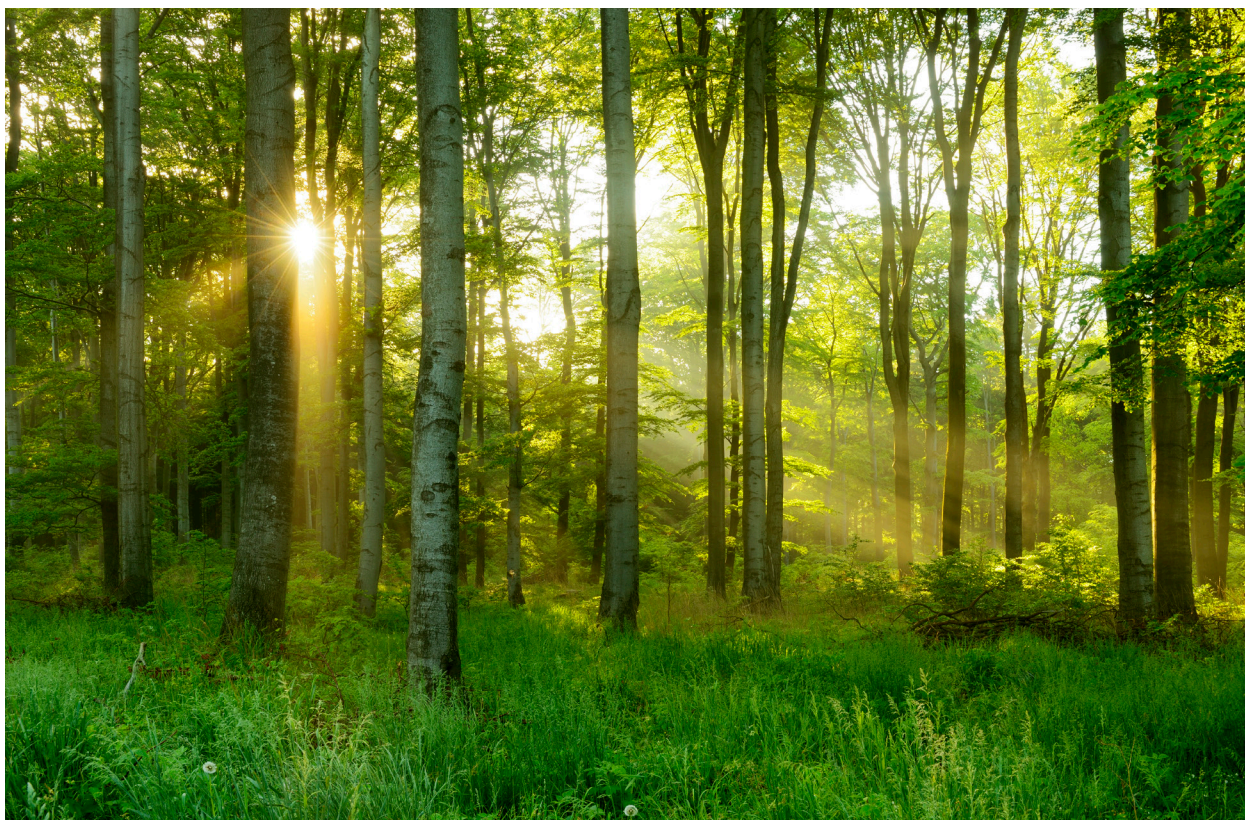
Biljke koriste oko 50 % oborina u svojim fiziološkim procesima.

Hionofilne sastojine razvijaju se u područjima s obiljem snježnih oborina, dok su **hionofobne sastojine** šume u područjima bez snježnih oborina.



ZANIMLJIVOST

U Hrvatskoj se snijeg najduže zadržava u pretplaninskoj bukovoj šumi, čak oko 150 dana.



Slika 18. Prirodna bukova šuma

S obzirom na odnos prema vlazi razlikujemo:

Hidrofilne (hidatofilne) zajednice – nalaze se u barama i močvarama gdje je korijenje izloženo nedostatku zraka. Drveće obično ne uspijeva na takvim područjima, osim možda nekih vrba. Umjesto toga rastu grmovi i trajnice. Hidrofiti (hidrofilne vrste) prilagođene su takvim uvjetima, iako veća količina CO₂ koja se razvija na takvim tlima može naškoditi drvenastom bilju.

To su na primjer: *Salix alba*, *Salix purpurea*

Higrofilne zajednice sreću se na područjima s obiljem vlage u tlu, ali s periodičnim promjenama. To su šume topole, šume poljskog jasena, hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom te johine šume ako podzemna voda može otjecati. Higrofiti su vrste prilagođene takvim uvjetima.

To su na primjer: *Viburnum opulus*, *Genista eleta*, *Carex elongata*, *Carex remota*

Mezofilne šume nalaze se na područjima s obilnim oborinama, povoljnim rasporedom i zračnom vlagom. Često prekrivaju brežuljke, planine i gore. Mezofiti su vrste s relativno tankim lišćem i velikim brojem puča, što je pogodno za intenzivnu transpiraciju.

To su na primjer: *Fagus sylvatica*, *Quercus petraea*, *Pinus mugo*.

Kserofilne šume uključuju naše mediteranske šume, kao i unutrašnje šume hrasta medunca i crnog graba. Kserofiti su vrste s lišćem prilagođenim štednji vode, što se očituje u reduciranju broja i posebnih puči (jako udubljenih). Lišće ovih vrsta kožasto je s debelom epidermom. Ove prilagodbe nazivamo kseromorfizmom.

To su na primjer: *Quercus ilex*, *Carpinus orientalis*, *Ostrya carpinifolia*, *Quercus pubescens*

c) Toplina

Toplina je ključan faktor koji neposredno ili posredno utječe na sve važne procese u prirodi.

Kardinalne temperaturne točke (za asimilaciju CO₂) bitne su za svaki fiziološki proces:

- **Temperatura minimuma** – ispod te temperature proces se prekida (0 – 4 °C).
- **Temperatura optimuma** – pri toj temperaturi proces teče najpovoljnije (20 – 30 °C).
- **Temperatura maksimuma** – iznad te temperature proces se prekida (40 – 50 °C).

Postoji **podjela vrsta prema toplini**:

- **Euritermne vrste** – vrste koje mogu podnijeti velika kolebanja temperature.
- **Stenotermne vrste** – vrste koje podnose samo mala kolebanja temperature.
- **Termofilne vrste** – biljke s visokim kardinalnim točkama.
- **Frigofilne vrste** – biljke s niskim kardinalnim točkama.

Klasifikacija klime prema Gračaninu:

- Ako je srednja mjesečna (godišnja) temperatura zraka manja od 0,5 °C, klima je nivalna (n).
- Ako je temperatura između 0,5 i 4,0 °C, klima je hladna (h).
- Ako je temperatura između 4,0 i 8,0 °C, klima je umjereno hladna (uhl).
- Ako je temperatura između 8,0 i 12,0 °C, klima je umjereno topla (ut).
- Ako je temperatura između 12,0 i 20,0 °C, klima je topla (t).
- Ako je temperatura veća od 20,0 °C, klima je žarka ili vruća (v).

Prilikom promatranja odnosa topline zraka i visinske rasčlanjenosti šumske vegetacije, primjećuje se određen uzorak:

- Termički gradijent: prosječna temperatura opada za 0,58 °C s povećanjem nadmorske visine od 100 metara (odnosi se na godišnju prosječnu temperaturu, prosječne temperature najhladnijeg mjeseca i ekstremne temperature).
- Srednja je temperatura važan indikator, iako postoje područja koja su klimatski i vegetacijski vrlo raznolika, ali imaju jednaku godišnju prosječnu temperaturu.

Mrazišta su specifična staništa koja se javljaju u hladnim klimatskim uvjetima, a karakteriziraju ih dugotrajno smrzavanje i otopljenje tla. Budući da su mrazišta osjetljiva staništa, pošumljavanje može biti izazovno. Stoga, umjesto preporuka za konkretne vrste za pošumljavanje mrazišta, morate poznavati određene čimbenike koje treba uzeti u obzir prilikom donošenja odluke o pošumljavanju mrazišta:

- Izbor vrsta trebao bi biti usmjeren prema biljnim vrstama koje su prilagođene hladnim uvjetima i periodičnom smrzavanju tla.
- Vrste odabrane za pošumljavanje mrazišta trebaju biti otporne na smrzavanje i sposobne preživjeti ekstremne temperature. Obratite pažnju na vrste koje su prilagođene hladnim uvjetima i imaju sposobnost oporavka nakon smrzavanja.
- Važno je odabrati vrste koje će doprinijeti stabilnosti tla na mrazištu. Korijski sustav odabranih vrsta trebao bi biti dovoljno snažan da spriječi eroziju i održi tlo na mjestu.
- Pošumljavanje mrazišta zahtijeva praćenje uspjeha sadnje i rasta biljaka. Redovito praćenje omogućit će identifikaciju vrsta koje najbolje uspijevaju i pružiti informacije o eventualnim promjenama u staništu.

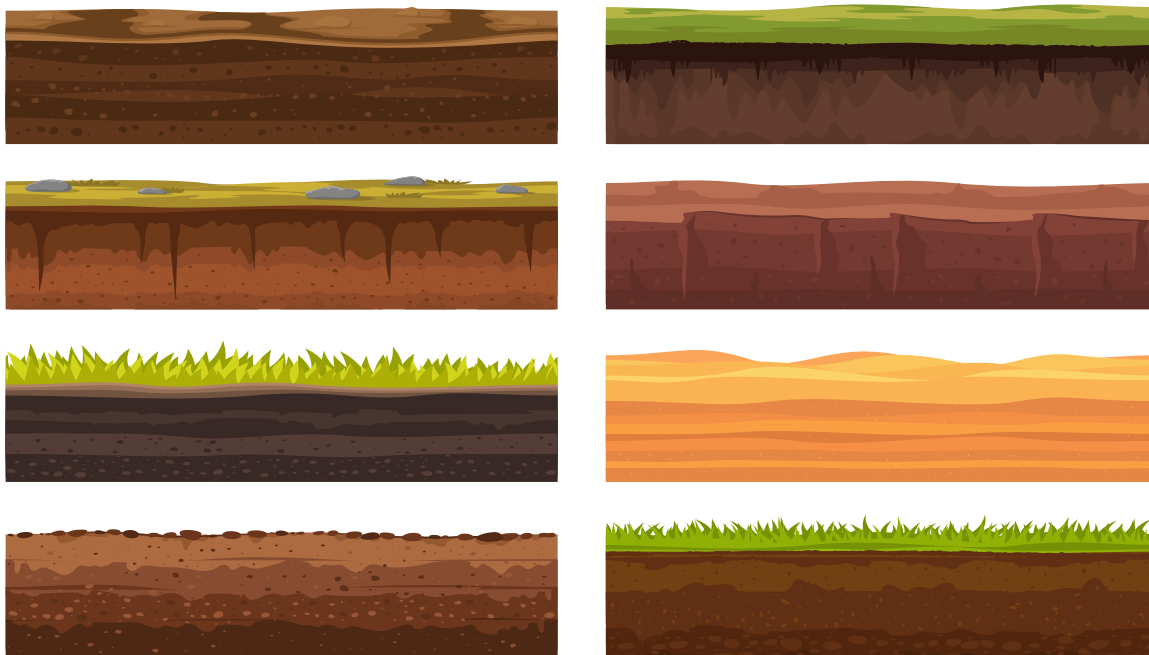


Slika 19. Visinska raščlanjenost šumske vegetacije

Edafski čimbenici

Edafski čimbenici igraju ključnu ulogu u oblikovanju i prosperitetu šumskih fitocenoza. Tlo je od vitalnog značaja za ukorjenjivanje šumskog drveća, pružajući mu stabilnost te opskrbljujući ga vodom i hranjivim tvarima. Razmatrajući fizikalna, kemijska i biološka svojstva tla, kao i način tvorbe i sastav matičnog supstrata, dolazimo do zaključka da su ovi čimbenici ključni u razvoju šumskog okoliša.

Tijekom povijesti pejzaž jugoistočne Europe prolazio je kroz različite klimatske promjene. U tercijaru područje Balkanskog poluotoka karakterizirale su tople i vlažne suptropske klime koje su poticale raznolike šumske ekosustave. Tijekom glacijalnih razdoblja ledeno doba je uništilo te suptropske vegetacije, uzrokujući hladniju i sušu klimu. U pleistocenu je stvoren prapor (les) koji je pospješio razvoj tla i omogućio dolazak različitih vrsta vegetacije na silikatnom kamenju.



Slika 20. Prikaz različitih tekstura tla

Faktori, kao što su reljef, geološka svojstva i vodeni tokovi, igraju ključnu ulogu u oblikovanju šumske vegetacije. Šljunčana tla, primjerice, zbog svojih krupnih čestica, zadržavaju manje vode i ljeti postaju suha, dok skeletna tla, s mnogo kamenih čestica, utječu na vitalnost šumske zajednice.

Fizikalna svojstva tla, uključujući teksturu, također su bitna za ocjenu ekološke proizvodne sposobnosti tla. Tla s sitnim disperzijama, poput glinastih tala, i tla s razmjerno krupim česticama, kao što su šljunčana tla, utječu na sposobnost tla da zadržava vodu i hranjive tvari, što ima utjecaj na vrste koje će uspjeti u tim okruženjima.

Sadržaj vode u tlu igra ključnu ulogu u održavanju šumskih fitocenoza. Tla na sušim terenima imaju nisku razinu vode, dok tla s većim česticama vode mogu koristiti kapilarnu vodu kako bi se održala tijekom sušnih razdoblja. Temperatura tla također varira ovisno o sadržaju vode i položaju terena, što utječe na vrste drveća koje će uspjeti na određenim mjestima.

Sve te varijable zajedno oblikuju raznolikost šumskih ekosustava.

Geomorfološki čimbenici

Ovi čimbenici uključuju nadmorsku visinu, izloženost (ekspoziciju), nagib (inklinaciju) i konfiguraciju terena (reljef).

Nadmorska visina ima značajan utjecaj na različite ekološke faktore u šumskom okolišu. S porastom nadmorske visine, atmosfera postaje rjeđa, tlo se brže zagrijava i hladi, te se povećava količina oborina. Ove promjene u uvjetima okoline direktno utječu na rasprostranjenost šumskih zajednica. Šume se mogu pojavljivati na različitim nadmorskim visinama, a svaka visinska zona ima svoje karakteristične vrste drveća i vegetaciju.



Slika 21. Konfiguracija terena

Izloženost terenu, ili **ekspozicija**, također ima značajan utjecaj na strukturu šumskih zajednica. Na južnim padinama direktno su izložene Sunčevim zrakama, brže se zagrijavaju i imaju manju vlagu, što utječe na vrste koje tamo rastu. Nasuprot tome, sjeverne padine su manje izložene Suncu i imaju veću vlagu, što podržava druge vrste. Ovi faktori zajedno oblikuju raznolikost vegetacije u različitim aspektima terena.

Nagib terena ili inklinacija igra važnu ulogu u održavanju tla i šumske vegetacije. Strmi nagibi tla mogu rezultirati ispiranjem tla i erozijom, što otežava rast šumskih biljaka. Također, ekstremni nagibi terena mogu ograničiti vrste koje mogu uspjeti na tom području.

Konfiguracija terena, odnosno reljef, također ima značajan utjecaj na šumski ekosustav. Područja s mikro-uzvišenjima, poput greda, mogu imati različite vrste drveća i biljaka u usporedbi s područjima koja su često poplavljena, kao što su bare. Ovi različiti oblici reljefa stvaraju raznolikost staništa i podržavaju raznolikost šumskih zajednica.

Biotički čimbenici

Ovi faktori obuhvaćaju fitogene, zoogene i antropogene čimbenike, koji utječu na raznolikost i strukturu šumskih zajednica.



Slika 22. Pašarenje

Fitogeni čimbenici:

- a) **Paraziti** – organizmi koji crpe hranjive tvari iz drugih organizama. Primjeri su parazitske biljke poput *Lathraea squamaria* i *Cuscuta europaea*.
- b) **Poluparaziti** – organizmi koji uzimaju samo dio svojih hranjivih tvari od domaćina i obavljaju fotosintezu samostalno. Primjeri uključuju: *Loranthus europaeus*, *Viscum album* i druge.
- c) **Saprofiti** – organizmi koji žive na račun mrtvih organizama, pridonoseći razgradnji organske tvari i poboljšavajući kvalitetu tla. To su obično gljive, bakterije i niže biljke.
- d) **Epifiti** – rastu na površini drugih biljaka koristeći ih kao mehaničku potporu kako bi pristupili svjetlu. To uključuje alge, mahovine, lišajeve i penjačice poput *Clematis vitalba*, *Lonicera caprifolium* i drugih.
- e) **Simbioza** – fiziološki povezan odnos između različitih organizama koji se međusobno koriste u prehrani i drugim funkcijama. Primjer je mikoriza, odnos gljiva i viših biljaka.
- f) **Alelopatija** – međusobni utjecaj organizama putem izlučivanja biološki aktivnih tvari koje mogu poticati ili inhibirati biološke procese. To uključuje antibiotike, fitoncide, marazmine i koline.

Zoogeni čimbenici su paša, brštenje i širenje. Stada stoke, poput koza, mogu negativno utjecati na šume jer zbijaju tlo i oštećuju biljke. Divljač također može ometati prirodnu obnovu šuma.

Antropogeni čimbenici:

- a) **Požari** – često ih uzrokuju čovjekova nepažnja i mogu imati katastrofalne posljedice na šume i tlo.
- b) **Hidrotehnički i infrastrukturni zahvati** – građevinski radovi, prometnice i hidroelektrane mogu sniziti razinu podzemnih voda i negativno utjecati na nizinske šume.
- c) **Industrijsko onečišćenje** – industrijski polutanti mogu zagađivati zrak i tlo, što može oslabiti šumske ekosustave i izložiti ih štetnicima.

Vertikalan raspored biocenoza

Hrastova šuma – bukova šuma – miješana šuma bukve i jele – pretplaninska bukova šuma (smrekova šuma) – šuma klekovine bora – planinska šikara – planinski travnjaci (rudine)

Vertikalan raspored u šumskim zajednicama igra ključnu ulogu u oblikovanju mikroklimae i temperaturnih uvjeta unutar šuma. Ovaj raspored prikazuje kako se temperatura i klimatski uvjeti mijenjaju ovisno o visini unutar šumske sastojine. Međutim, važno je napomenuti da šumske sastojine također imaju znatan utjecaj na regulaciju klimatskih čimbenika i ublažavanje temperaturnih ekstrema.

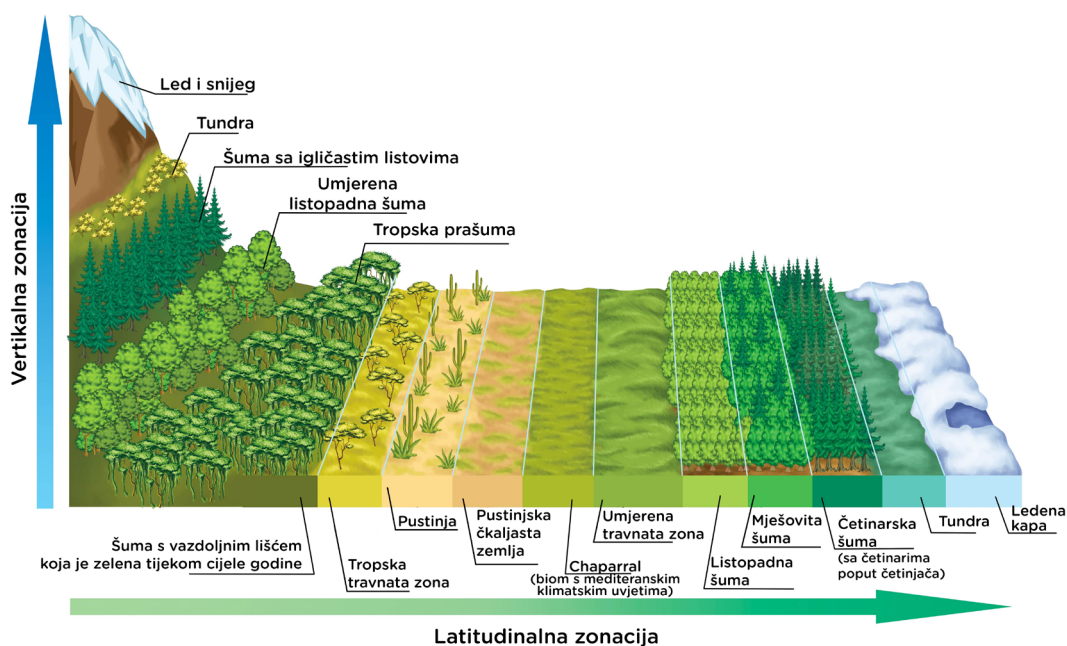
Šumske sastojine svojom gustoćom lišća i prisutnošću stabala djeluju kao prirodna zaštita od promjena temperature. Primjetne su značajne promjene u toplinskom režimu unutar šuma. Naime, tijekom zimskih i noćnih sati, temperatura unutar šume često je viša nego na otvorenom prostoru. Ova pojava posljedica je zadržavanja topline od strane tla i vegetacije te izolacijskog učinka šumskog pokrova.

S druge strane, ljeti i u proljeće, kada su izvan šume visoke temperature, unutar šume je često hladnije. Gusta krošnja stabala pruža prirodnu hladovinu, a lišće djeluje kao prirodni regulator temperature. Na taj način, šume stvaraju specifičnu mikroklimu koja ublažava ekstremne temperature i čini okoliš ugodnijim za različite organizme.

Osim toga, temperatura se mijenja i s visinom unutar šume. Obično raste od površine tla prema vrhu krošnje, pri čemu najviše vrijednosti dosežu u samim vrhovima krošnje. Ovaj vertikalni raspored temperature ima važne posljedice za različite biljne i životinjske vrste koje naseljavaju različite slojeve šumske zajednice.

U konačnici, vertikalni raspored temperature i mikroklimatskih uvjeta unutar šuma ključan je za razumijevanje ekoloških procesa i prilagodbe raznih organizama na život u šumskim staništima. Ove promjene u temperaturi i mikroklimi unutar šuma naglašavaju kompleksnost i važnost očuvanja šumskih ekosustava kao vitalnih dijelova globalnog ekosustava.

Povećanje nadmorske visine i geografske širine dovodi do sve izraženijih uvjeta, što rezultira promjenom sastava i izgleda zajednica.



Slika 23. Vertikalna raščlanjenost vegetacije

Ekološka niša, u srcu svake životne zajednice, određuje položaj i ulogu svake vrste u tom kompleksu. Osim što oblikuje funkcionalnu ulogu, ekološka niša određuje i područje na kojem će ta vrsta biti prisutna, što se naziva arealom.

Fenološki događaji čine važan aspekt životnih zajednica jer označavaju sezonske promjene. To uključuje pojave poput migracija životinja, cvjetanja i opadanja lišća biljaka. Ove promjene ne samo da oblikuju izgled biocenoza, već često imaju ključnu ulogu u održavanju ravnoteže u ekosustavima.



Jeste li znali?

Areal može varirati od malenih, ograničenih prostora za endemske vrste, poput velebitske degenije ili čovječje ribice, do široko rasprostranjenih kozmopolitnih vrsta poput lisica.

Vegetacija i flora su ključni aspekti ekosustava. Vegetacija obuhvaća sve biljne zajednice na nekom području, dok flora predstavlja sve biljne vrste tog područja. Primjerice, flora otoka Krka čini jedinstvenu kombinaciju biljnih vrsta koje se tamo nalaze.

Fauna je ekvivalentna pojmu flore, ali za životinjski svijet. Fauna Jadranskog mora, na primjer, obuhvaća raznolike životinjske vrste koje nastanjuju to područje, od riba do morskih sisavaca.

Relikti su posebna vrsta biološkog blaga. To su biljne ili životinjske vrste koje su preživjele kroz dugo vremensko razdoblje, često iz prošlih geoloških perioda, i koje danas postoje samo na određenim područjima. Hrvatska sibireja je izvanredan primjer, budući da je istovremeno i endemska vrsta i reliktna vrsta koja se zadržala do danas.

Provjerite svoje znanje



Praktičan zadatak:

Odaberite biljnu vrstu koja je karakteristična za određeno područje. Analizirajte utjecaj klimatskih, edafskih i geomorfoloških činitelja na njezin rast i razvoj. Proučite kako su ovi činitelji međusobno povezani i kako svaki od njih utječe na sposobnost biljke da preživi i uspijeva. Također, identificirajte bilo kakve posebne prilagodbe biljke tim činiteljima. Na kraju, razmislite o tome kako se ovi činitelji mogu promijeniti s vremenom i kako to može utjecati na budući rast i razvoj biljke.

Primjer biljne vrste: Borovnica (*Vaccinium myrtillus*)

Klimatski činitelji: Analizirajte temperaturne uvjete i količinu oborina u području gdje borovnice rastu. Istražite kako visoke i niske temperature te oborine utječu na njihov rast i cvatnju.

Edafski činitelji: Proučite teksturu tla u kojem borovnice obično rastu (npr. kisela tla s visokim sadržajem humusa). Istražite kako pH vrijednost tla i njegova plodnost utječu na njihov rast i kvalitetu plodova.

Geomorfološki činitelji: Istražite topografiju područja i nagib terena gdje se borovnice najbolje razvijaju. Analizirajte kako izloženost Suncu i vjetrovima utječu na rast borovnica.

Praktičan zadatak pomoći će vam da bolje razumijete kako klimatski, edafski i geomorfološki činitelji međusobno djeluju na rast i razvoj odabrane biljne vrste. Svoja saznanja prikažite u obliku seminarskog rada.

Studija slučaja: Poslodavac je donio odluku pošumljavanja mrazišta u nizinskom vegetacijskom pojasu. Obavio je analizu tla. Zanima ga kojim bi vrstama bilo najbolje izvršiti pošumljavanje.

Zadatak: Predložite poslodavcu najmanje tri različite vrste koje bi bile pogodne za pošumljavanje mrazišta vodeći brigu o svojstvima tla, specifičnim zahtjevima vrsta i otpornosti, odnosno osjetljivosti na ekstremne klimatske prilike. Isto tako objasnit ćete mu kojim vrstama nikako ne može pošumljavati mrazišta te kako će šumska vegetacija u budućnosti utjecati na promjenu stanišnih uvjeta. Uvjerit ćete ga u prednosti pošumljavanja mrazišta s dvije ili više vrsta u odnosu na pošumljavanje jednom vrstom i povezati s tipovima odnosa između organizama.

6. SUKCESIJA BIOCENOZA

Sukcesije su pravilne, duže promjene u kojima jedna zajednica smjenjuje drugu i to samorazvikom ili stresnom pojavom (čista sječa, požar...).

Sukcesija biocenoze predstavlja fascinantni proces promjena u sastavu i strukturi ekološke zajednice tijekom vremena na jednom određenom prostoru. Ova dinamička i prirodna pojava omogućuje ekosustavima da se prilagode i obnove nakon različitih događaja ili promjena u okolišu. Sukcesija može biti brza ili spora, ovisno o brojnim čimbenicima kao što su klimatski uvjeti, dostupnost resursa i prisutnost konkurencije.

Sukcesija ima tri osnovne karakteristike:

- Vremenski slijed sve složenijih životnih zajednica koje se razvijaju prema određenim zakonitostima.
- Spontana izmjena u građi zajednica i njihovog okoliša – zajednice mijenjaju stanište svojim životnim procesima, a promijenjeno stanište utječe na građu zajednice.
- Razvoj završava izgradnjom stabilnog i visoko organiziranog ekosustava koji je potpuno prilagođen klimatskim uvjetima i uvjetima tla.

Sukcesija se često dijeli na **primarnu i sekundarnu**.

Primarna sukcesija događa se na područjima na kojima dosad nije bilo života, kao što su stijene nakon vulkanskog izbijanja ili svježe formirani otoci.

Sekundarna sukcesija odvija se na bilo kojem području na kojem je došlo do regresije u slijedu sukcesija, vraćajući se na jednu od prethodnih faza. Počinje na već postojećim područjima koja su pretrpjela poremećaje poput požara, poplava, sječe šuma ili urbanizacije.

Endodinamička sukcesija nastaje djelovanjem čimbenika unutar same zajednice. To uključuje:

- **Singenetsku smjenu** – niski organizmi naseljavaju pionirske vrste poput breze, trepetljike i crnog bora, a kasnije viši organizmi.
- **Ekogenetsku smjenu** – fitocenoza mijenja stanište, uključujući promjene u tlu, vodi i tvari u tlu, što uzrokuje smjenu fitocenoza.
- **Fitogenetsku smjenu** – mijenjaju biljne vrste u zajednici. Smjene fitocenoza obično počinju brzo i zatim se usporavaju prema izgrađenijim i stabilnijim zajednicama koje se nazivaju sinklimaks.

Ektodinamička sukcesija nastaje djelovanjem vanjskih čimbenika poput klimatskih promjena, ljudskih aktivnosti, promjena u razini podzemnih voda ili terena.

Istraživanje sukcesija često je dugotrajno i uključuje neposredno promatranje u prirodi na trajnim pokusnim plohama. Postoje dvije glavne metode istraživanja:

- **Induktivno istraživanje** uključuje promatranje istog područja u različitim vremenskim razdobljima.
- **Deduktivno istraživanje** uspoređuje različite sukcesivne stanice na različitim mjestima.

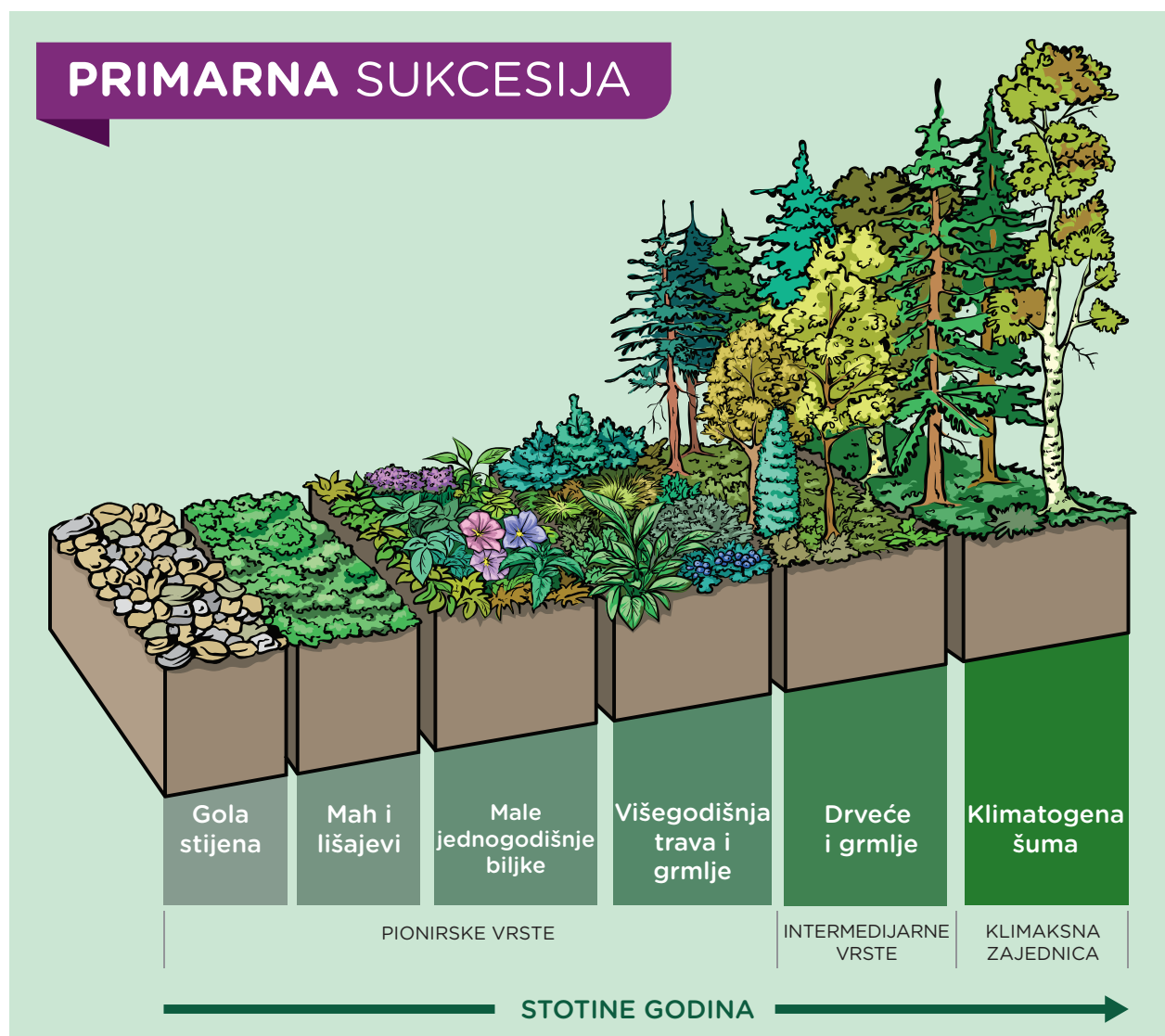
Sukcesija se često prikazuje pomoću strelica pri čemu deblje strelice označavaju glavne razvojne smjerove, dok tanje strelice označavaju sporedne smjerove. Strelice koje pokazuju prema gore označavaju progresivni razvoj, dok one koje pokazuju prema dolje označavaju regresivni razvoj.

Sukcesijske serije, ili **sukcesijski niz**, predstavljaju međusobno povezane stadije u razvoju vegetacije, od početnog do konačnog stanja. Postoje potpuni nizovi koji počinju od potpuno golog terena i djelomični nizovi koji počinju od već postojeće vegetacije koja je izmijenjena.

Klimaks je konačan, najstabilniji stadij u sukcesiji, koji je potpuno prilagođen klimatskim i stanišnim uvjetima. Iako nije potpuno stabilan, klimaks je trajniji od drugih stadija. **Paraklimaks** je konačan oblik koji se ne podudara s klimaksnim stanjem i često je rezultat vanjskih utjecaja poput poplava, zamočvarivanja ili drugih ekstremnih događaja.

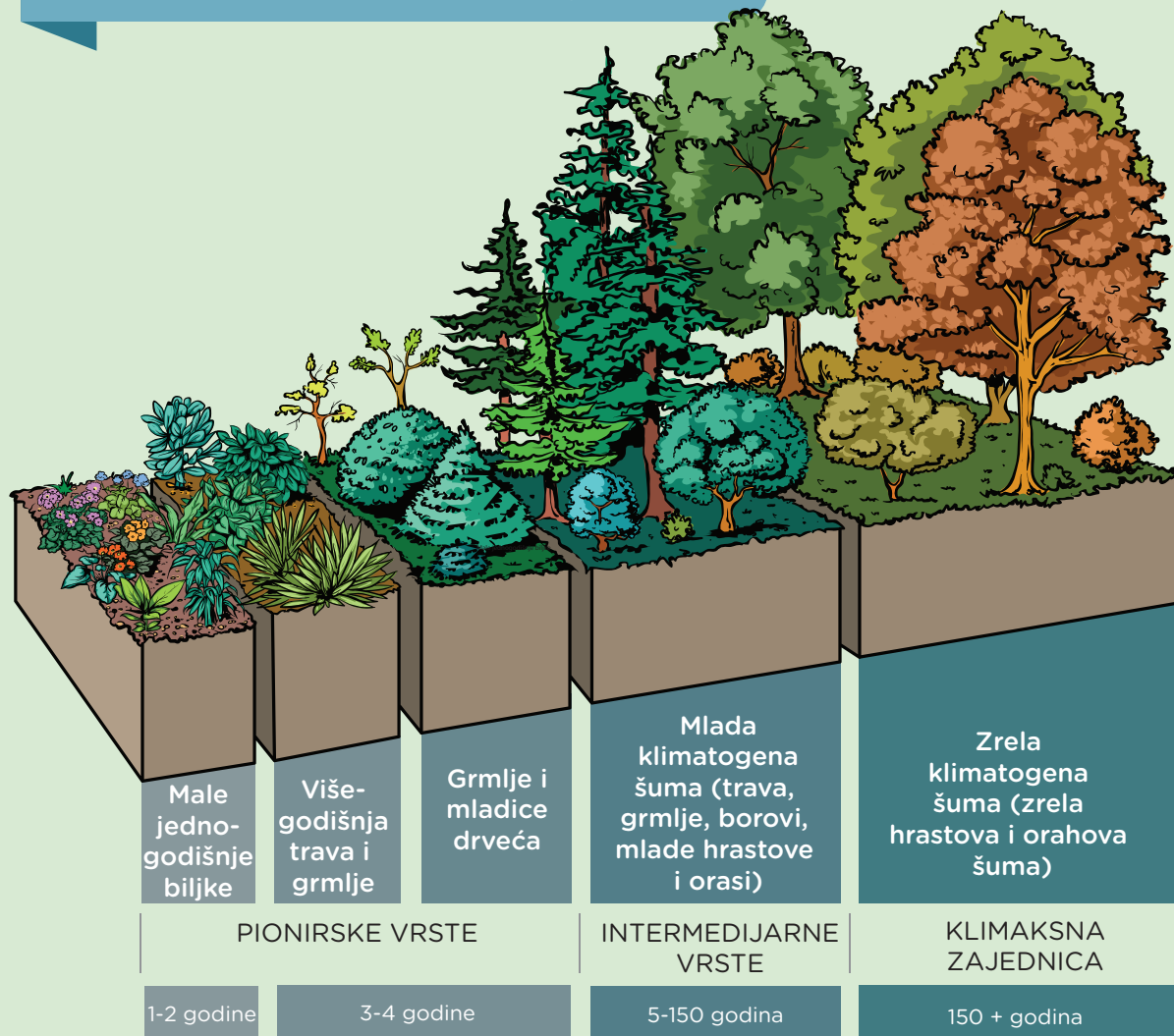
Sukcesija je kontinuiran proces u kojem biljne zajednice na nekom području prolaze kroz različite stadije, mijenjajući se kako se okoliš mijenja.

Sukcesije su dinamičan uzorak kolonizacije i nestanka populacija u staništima, i to ne u bilo kojem redoslijedu, već u pravilnom slijedu koji vodi prema postizanju stabilnog stanja. Ova svojevrsna evolucija životnih zajednica ključna je za razumijevanje ekološke ravnoteže i načina na koji se ekosustavi razvijaju nakon događaja kao što su požari, poplave ili drugi oblici poremećaja. Sukcesije nam pružaju uvid u dinamiku i trajanje tih promjena u prirodi.



Slika 24. Primarna sukcesija

SEKUNDARNA SUKCESIJA



Slika 25. Sekundarna sukcesija

U prirodnim uvjetima to se može dogoditi zbog požara ili poplave koji uništavaju postojeće životne zajednice. Međutim, često se to događa i zbog ljudskih aktivnosti, poput krčenja šuma ili obrade tla.

Progresivne i regresivne sukcesije dvije su vrste sukcesija. Obično se više spominju progresivne sukcesije koje vode prema klimaksu i istovremeno stvaraju novo tlo. U prosjeku, 1 mm tla se može formirati za 1 godinu. To znači da je potrebno oko 250 godina da se stvori minimalnih 250 mm tla potrebnih za poljoprivrednu obradu. S druge strane, regresivna sukcesija ide u suprotnom smjeru, gdje se slijed populacija vraća prema početnim fazama. Ovo često dovodi do erozije i gubitka tla, osobito zbog aktivnosti kao što su sječa šuma, prekomjerno pašarenje ili oranje. U kratkom vremenskom razdoblju može se izgubiti tlo koje se stvaralo 250 ili više godina.

Klimaks je konačna i stabilna zajednica koja održava ravnotežu i otporna je na promjene. U klimaksu, proizvodnja (P) i razgradnja (R) organske tvari su u dinamičkoj ravnoteži. Klimatski klimaks najčešća je odrednica zajednice koja će biti prisutna u određenom području. To znači da je klima glavni faktor koji utječe na formiranje klimatskog klimaksa. Ako

se fokusiramo samo na parametre poput temperature i vlage, možemo primijetiti značajne razlike između različitih bioma.

Naprimjer:

- Tropske vlažne šume karakteriziraju visoke temperature koje su uvijek iznad 20 °C i obilne kiše tijekom cijele godine (preko 1500 mm)
- Bjelogorične šume umjerenog pojasa imaju topla ljeta i hladne zime te minimalno 700 mm padalina godišnje (zimi obično snijeg)
- Prerijske su travnate ekosustavi sličnih temperatura kao bjelogorične šume, ali s manje od 700 mm padalina godišnje (suša ograničava rast šuma)
- Pustinje koje imaju premalo padalina (ispod 250 mm), čak i za rast trave, neovisno o temperaturi.

Ponekad je tip tla (supstrat) faktor koji određuje koliko se zajednice mogu razviti, a to se naziva edapski klimaks. Primjeri uključuju područja s vrlo slanim, kiselim, alkalnim tlima ili strmim kamenitim padinama gdje se tlo teško zadržava.

Danas su velika područja na Zemlji u stanju klimaksa koji je rezultat ljudskog djelovanja, a to se naziva antropogeni klimaks. Najistaknutiji primjer je poljoprivreda kada čovjek godišnje uzgaja žitarice koje se žanju i oranjem se svake godine vraća na početnu fazu sukcesije. Mnoga su područja zaustavljena u razvoju plantažama vinove loze (šikara) ili voćnjaka (šuma).

Provjerite svoje znanje



1. Što je sukcesija u biocenozama i koji su njeni osnovni ciljevi ili rezultati?
2. Kako se razlikuju primarna i sekundarna sukcesija? Koje su glavne razlike u njihovim procesima?
3. Koje su glavne faze sukcesije i možete li opisati promjene u biocenozi koje se događaju tijekom svake faze?
4. Kako biljke igraju ključnu ulogu u sukcesiji? Kako se zajednice biljaka mijenjaju tijekom sukcesije?
5. Kako životinje utječu na proces sukcesije? Kako se mijenja životinjska zajednica tijekom različitih faza sukcesije?
6. Kako ljudske aktivnosti, poput obnove šuma, mogu utjecati na procese sukcesije u biocenozama?
7. Možete li navesti primjere sukcesije u različitim staništima, kao što su šume, močvare ili pustinje, i opisati kako se te sukcesije razlikuju?
8. Kako se sukcesija može primijeniti u kontekstu očuvanja okoliša i obnove degradiranih ekosustava?
9. Možete li identificirati i objasniti ključne faktore koji utječu na brzinu i smjer sukcesije u biocenozama?

7. LISTINAC



Pitanje:

Kako se formira listinac?

Koja je uloga listinca u tlu?



Slika 26. Listinac u šumi

Sloj lišća i drugih biljnih dijelova koji se razgrađuje na tlu je listinac koji pridonosi obnavljanju organsko-mineralnog kompleksa tla. Iz listinca se formiraju mineralna hranjiva za biljke, on zadržava velike količine vode, regulira isparavanje i utječe na temperaturu tla.

Kada se listinac odnosi s tla, to dovodi do potpunog osiromašenja tla i degradacije šumskih zajednica.

Brzina razgradnje listinca prati ovaj redoslijed: brijest, joha, jasen, grab, javor, lužnjak, bukva.

Većina se lišća raspada tijekom prvog vegetacijskog razdoblja. Nakon otpadanja hrastovo se se lišće djelomično razgrađuje u drugoj godini, dok se bukovo lišće i dalje razgrađuje u trećoj godini.

Mješovite šumske sastojine vraćaju veću količinu organske tvari (preko listinca) u tlo u usporedbi s monokulturnim šumama.

Naprimjer, šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem u Spačvi proizvodi samo 3 080 kg/ha suhe tvari, dok šuma hrasta lužnjaka s običnim grabom proizvodi 5 320 kg/ha.

Starije smrekove šume srednje Europe godišnje proizvode čak i preko 6 000 kg/ha suhe tvari.

Šuma hrasta lužnjaka i poljskog jasena proizvodi 13 278 kg/ha biomase godišnje, od čega se 35 % koristi, dok ostatak ostaje u šumi.



Slika 27. „Zašto?“ i „Kako znaš?“ – dva su vrlo moćna pitanja



Jeste li znali?

- Ako još niste počeli reciklirati papir, krajnje je vrijeme da počnete jer i vi možete sudjelovati u zaštiti prirode svojim djelima. Najbolji primjer za to je otkriće da se stvaranjem jedne tone recikliranog papira NE sruši 17 stabala.
- Svaki dan od 50 do 100 životinjskih vrsta postaje ugroženo ili čak nestaje zahvaljujući ljudskoj djelatnosti.
- Čak 27 000 stabala posiječe se svake godine samo da bi se napravio toaletni papir.
- Papir se može reciklirati samo šest puta nakon čega vlakna oslabe i ne mogu se više držati zajedno. No i šest puta je dovoljno da se sačuva “život” mnogih stabala.

Provjerite svoje znanje



Praktičan zadatak: Analiza razgradnje listinca u različitim uvjetima

Cilj zadatka: Ispitivanje brzine razgradnje listinca u različitim uvjetima kako bi se razumjelo njegovo djelovanje na tlo i biljne zajednice.

Potrebni materijali:

1. različite vrste lišća (npr. hrast, bukva, joha, grab, javor)
2. plastične vrećice ili posude s poklopcem
3. lopatice ili metlice
4. oznake ili naljepnice
5. bilježnica i olovka.

- Pripremite različite uzorke listinca. Odaberite vrste lišća koje želite proučavati i skupite dovoljnu količinu lišća svake vrste.
- Izrežite ili usitnite lišće na manje komade kako biste olakšali proces razgradnje.
- Označite svaku vrećicu ili posudu s vrstom lišća koju sadrži.
- U svaku vrećicu ili posudu stavite istu količinu lišća.
- Zatvorite vrećice ili posude kako biste spriječili gubitak vlage i vanjske utjecaje.
- Postavite uzorke na različite lokacije s različitim uvjetima. Na primjer, možete ih staviti u šumu, na travnjak, u vrt ili ostaviti unutar zatvorenog prostora.
- Redovito pratite uzorke tijekom nekoliko tjedana ili mjeseci. Proučavajte njihovu boju, miris, teksturu i općenito stanje razgradnje.
- Zabilježite promjene u bilježnici, uključujući datum, opažanja i fotografije (po potrebi).
- Nakon određenog vremenskog razdoblja procijenite stupanj razgradnje lišća u svakom uzorku. Možete to učiniti vizualnom procjenom ili upotrijebiti dodatne metode poput vaganja razgradnog materijala.
- Analizirajte rezultate i iznesite zaključke o brzini razgradnje listinca u različitim uvjetima. Raspravljajte o utjecaju uvjeta poput temperature, vlažnosti i prisutnosti mikroorganizama na proces razgradnje.
- Razmislite o praktičnim primjenama ovih rezultata u kontekstu gospodarenja šumskim sastojinama i upravljanja biljnim zajednicama.

*Napomena: Ovaj zadatak može se prilagoditi prema dostupnim resursima i uvjetima okoline. Također je važno voditi brigu o prirodi i okolišu tijekom izvođenja zadatka.

ZAKLJUČAK

Tematske cjeline ekologije šuma duboko su povezane s razumijevanjem interakcija između šumske vegetacije, okoliša i živih organizama. Kroz analizu utjecaja različitih čimbenika na rast i razvoj šumske vegetacije, razmatranje tipova odnosa između organizama te razvrstavanje gospodarskih vrsta prema njihovim potrebama, stekli ste razumijevanje šumskog ekosustava i važnost njegova očuvanja.

Utjecaj klimatskih, edafskih i geomorfoloških čimbenika na rast i razvoj šumske vegetacije izuzetno je važan. Klima, s obilježjima poput temperature i oborina, određuje koje vrste drveća i biljaka mogu uspjeti u određenom području. Edafski čimbenici, poput tipa tla i njegove plodnosti, također igraju ključnu ulogu u određivanju vrsta koje će prevladavati u ekosustavu. Geomorfološki čimbenici, kao što su reljef i topografija, dodatno oblikuju stanište i uvjete za rast biljaka.

Razumijevanje tipova odnosa između organizama dodatno obogaćuje našu percepciju šumskih ekosustava. Saznali smo kako se simbioza, mutualizam, komensalizam i konkurencija manifestiraju u šumskim zajednicama. Primjeri poput mikorize ili odnosa između drveća i gljiva dodatno su naglasili složenost ovih odnosa.

Razvrstavanje gospodarskih vrsta prema njihovim potrebama za svjetlom, vlagom i toplinom ključno je za održivo gospodarenje šumama. Svaka vrsta ima svoje specifične zahtjeve, a njihovo razumijevanje omogućuje bolje planiranje i upravljanje šumskim resursima.

Analiza utjecaja abiotičkih (neživih) i biotičkih (živih) čimbenika na šumske fitocenoze pokazala nam je kako su ovi ekosustavi složeni i dinamični. Promatrali ste kako prirodni poremećaji poput požara ili bolesti mogu značajno utjecati na sastav šumske zajednice. Također ste razmotrili ulogu različitih vrsta u očuvanju biološke raznolikosti šuma.

Kroz ovaj obrazovni materijal postali ste svjesni da očuvanje šuma zahtjeva pažljivo uravnoteženje različitih čimbenika i interakcija. Samo uz sveobuhvatno razumijevanje ekoloških procesa u šumama možemo dugoročno očuvati ove važne ekosustave.

IMPRESUM

Autor:

Daria Pinjuh Budisavljević

Nakladnik:

Agencija za strukovno obrazovanje i obrazovanje odraslih

Izvoditelj:

Profil Klett d. o. o.

Recenzent:

Irena Čipraković

Urednik:

Marija Bartolić

Lektor:

Petar Bekić

Grafička priprema:

Profil Klett d. o. o.

Stručnjak za didaktičko-metodičko oblikovanje:

Matea Thompson

Voditelj projekta:

Kristina Ferara Blašković

Izvori fotografija:

Getty,
Shutterstock,
iStock

Literatura:

1. Barrett, Gary W. 2004. *Fundamentals of Ecology*. Cengage Learning. USA.
2. Glavač, Vjekoslav. 2001. *Uvod u globalnu ekologiju*. Hrvatska sveučilišna naklada. Zagreb.
3. Gračanin, Mihovil; Ilijanić, Ljudevit. 1977. *Uvod u ekologiju biljaka*. Školska knjiga. Zagreb.
4. Guttman, Burt S. 1998. *Biology*. McGraw-Hill Inc. USA.
5. Gužvica, Goran; Šver, Lidija. 2000. *Osnove evolucije živih bića*. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za biologiju. Zagreb.
6. Jerčić, Jure; Vlahović, Ksenija. Pavlak, Marina. 2002. *Izabrana poglavlja iz botanike (fitologije)*. Medicinska naklada – Veterinarski fakultet. Zagreb.
7. MacDonald, David; Service, Katrina. 2007. *Key Topics in Conservation Biology*. Blackwell Publishing. Malden, USA.
8. Pavlak, Marina; Jerčić, Jure; Vlahović, Ksenija. 2003. *Udžbenik za praktičnu nastavu iz biologije*. Medicinska naklada. Zagreb.
9. Penzar, Ivan; Penzar, Branka. 2000. *Agrometeorologija*. Školska knjiga. Zagreb.
10. Sekulić, Ranka. 2001. *Ugroženi planet: priče o biološkoj raznolikosti*. Naklada Jurčić. Zagreb.

11. Šolić, Mladen. *Osnove ekologije*. PPT prezentacija.
URL: <http://jadrان.izor.hr/hr/nastava/solic/EKOLOGIJA/PREDAVANJA/21.%20RAZVITAK%20ZAJEDNICE.pdf> (pristupljeno: 28. srpnja 2023.)
12. *Šumski ekosustavi*. FSC Adria - Balkan.
URL: <https://adria-balkan.fsc.org/hr/sumski-ekosustavi> (pristupljeno: 28. srpnja 2023.)
13. Tikvić i dr. 2018. *Branimir Prpić – ekologija šuma i šumarstvo*. Hrvatsko šumsko društvo – Šumarski fakultet – Hrvatske šume – Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije. Zagreb.
14. Wildermuth, Hansruedi. 1994. *Priroda kao zadaća: priručnik praktične zaštite prirode u općinama*. Državna uprava za zaštitu prirodne i kulturne baštine. Zagreb.

Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost Agencije za strukovno obrazovanje i obrazovanje odraslih.

Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.

Za više informacija o EU fondovima posjetite web stranicu Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova Europske unije: www.strukturnifondovi.hr.



Agencija za
strukovno obrazovanje
i obrazovanje odraslih



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.